

Stadsbyggnadsförvaltningen
Tjänsteskrivelse till kommunstyrelsen

Datum:
2023-12-22

Diarienummer:
KSN-2023-01966

Handläggare:
Johanna Andersson

Beslut om Handlingsplan för vattenprogrammet

Förslag till beslut

Kommunstyrelsen beslutar

1. **att** godkänna Handlingsplan för vattenprogrammet 2024–2026 enligt bilaga 1.

Ärendet

Kommunfullmäktige beslutade 1 mars 2021 att anta ett Vattenprogram med tillhörande handlingsplan (§ 51). I samband med 2022 års uppföljning av program och handlingsplaner beslutade kommunfullmäktige att 27 februari 2023 (§39) ge kommunstyrelsen i uppdrag att ta fram en ny handlingsplan för Vattenprogrammet. Bakgrunden till revideringen är att tiden för åtgärdernas genomförande löpt ut och det finns behov av att formulera nya åtgärder för fortsatt måluppfyllelse av Vattenprogrammet, eftersom arbetet med förbättrad vattenkvalitet är långsiktigt och kontinuerligt.

Beredning

Handlingsplanen till vattenprogrammet har tagits fram genom samlad beredning mellan stadsbyggnadsförvaltningen, miljöförvaltningen, räddningstjänsten samt Uppsala Vatten och Avfall AB.

Förslag till Handlingsplan för vattenprogrammet har förankrats i Utvecklingsledningsgruppen samhällsbyggnad samt i kommunstyrelsens arbetsutskott. Därefter genomfördes en förankringsturné i de nämnder och bolag som i handlingsplanen föreslås få samordningsansvar eller är delaktiga i åtgärder. Berörda nämnder och bolag är gatu- och samhällsbyggnadsnämnden, miljö- och hälsoskyddsnämnden, plan- och byggnadsnämnden, räddningsnämnden samt Uppsala Vatten och Avfall AB.

Ärendet har inga konsekvenser sett ur perspektiven för barn eller jämställdhet. Näringslivsperspektivet har beaktats och flera av åtgärderna syftar till att utveckla underlag eller ge tydligare vägledning som direkt eller indirekt riktar sig mot delar av näringslivet. Se till exempel åtgärderna riktlinjer för dagvatten på kvartersmark, uppdateringar i teknisk handbok och informationskampanj om vattenbesparingar.

Föredragning

Handlingsplanen till vattenprogrammet ger en samlad bild av vilka åtgärder som behövs för att kommunen ska närma sig Vattenprogrammets mål om levande sjöar och vattendrag, rent grundvatten, resurseffektiv vattenhantering och förbättrad dagvattenhantering. Handlingsplanen förtydligar också nämnders och bolagsstyrelsers ansvar och delaktighet i genomförandet av åtgärder. I den tidigare handlingsplanen fanns en åtgärd om att ta fram en separat handlingsplan för dagvatten, den har i stället inarbetats i denna handlingsplan.

En prioritering och tidssättning av åtgärder har gjorts utifrån förväntad effekt och bedömning av verksamheternas resurser för genomförandet. Några åtgärder har funnits med i tidigare version av handlingsplanen, men har nu setts över, fått en ny genomförandetid och i vissa fall en justerad formulering. Dessa är markerade i handlingsplanen.

Berörda nämnder och bolag har bifallit förslaget till handlingsplan. Miljö- och hälsoskyddsnämndens yttrande har föranlett att en åtgärd strukits (redan genomförd), en åtgärd har tillkommit och nämnden har tillkommit som delansvarig i två åtgärder. Dessa förändringar påverkar inte andra nämnder. Se bilaga 3 för protokoll från nämndsammanträden och styrelsemöte i bolaget.

Handlingsplanens åtgärder har också anpassats efter ny styrning på nationell och regional nivå så som Åtgärdsprogram för vatten 2022–2027 från Vattenmyndigheten för Norra Östersjön och den Regionala vattenförsörjningsplanen för Uppsala län.

Lokala åtgärdsunderlag har tagits fram för större delen av kommunens vattenförekomster. För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag och som är mer detaljerade än det som tas fram av Vattenmyndigheterna. Underlagen gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera lämpliga åtgärder. De lokala åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer, är bilagda handlingsplanen, se bilaga 2. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun och de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Åtgärder kopplade till vattenarbetet som framför allt avser klimatanpassning, så som översvämningsproblematik, är inte inkluderade i handlingsplanen. Arbete med klimatanpassning pågår utifrån uppdrag 21 i Mål och budget 2024–2026. Styrning hanteras inom Miljö- och klimatprogrammets övergripande mål Klimatanpassat Uppsala samt inom kommunens översiktsplanering.

För uppföljning av vattenprogrammets målområden pekar handlingsplanen ut fyra indikatorer. Dessa bygger på indikatorerna för Mål 6 i Agenda 2023, Säkerställa tillgången till och en hållbar förvaltning av vatten och sanitet för alla:

- vattentäkter med skyddsområde, andel (procent)
- sjöar med god ekologisk status, andel (procent)
- vattendrag med god ekologisk status, andel (procent)

- grundvattenförekomster med god kemisk och kvantitativ status, andel (procent).

Ekonomiska konsekvenser

Handlingsplanens åtgärder finansieras av respektive verksamhet som är utpekad som samordnande eller delansvarig för åtgärden. Majoriteten av åtgärderna kräver endast personella resurser i form av arbetstid eller har sedan tidigare avsatta medel inom respektive nämnd eller bolags budget. Resursåtgången är avstämd med respektive verksamhet.

Beslutsunderlag

- Tjänsteskrivelse daterad 22 december 2023
- Bilaga 1, Handlingsplan för vattenprogrammet (inklusive bilagor)
- Bilaga 2, Protokoll från förankringsturné

Stadsbyggnadsförvaltningen

Joachim Danielsson
Stadsdirektör

Christian Blomberg
Stadsbyggnadsdirektör

Aktiverande styrdokument

Datum:
2023-12-22

Diarienummer:
KSN-2023-01966

Beslutsfattare:
Kommunstyrelsen

Dokumentansvarig:
Avdelningschef strategisk planering

Handlingsplan för vattenprogrammet, 2024–2026

Översiktsplan

Mål och budget

Verksamhetsplaner och affärsplaner

Program

Handlingsplaner och övriga planer

Inledning

Denna handlingsplan förtydligar Vattenprogrammets implementering, genomförande av målsättningar och åtgärder samt uppföljning av dessa.

Syfte

Handlingsplanen ger en samlad bild av vilka åtgärder som behövs för att uppfylla målen i Vattenprogrammet. Den förtydligar nämnders och bolagsstyrelsers ansvar och roller för att genomföra programmets måluppfyllelse i relation till deras respektive reglemente och ägardirektiv. Den fokuserar på åtgärder som tydliggör ambitionsnivån och visar på nödvändiga förändringar. Åtgärderna underlättar för nämnder och bolagsstyrelser att identifiera sina delar av ett programområde och integrera det i sin verksamhets- och affärsplanering. På så sätt har handlingsplanen en tydlig styrande effekt och kan ge snabbare måluppfyllelse.

Omfattning

Handlingsplanen gäller under perioden 2024–2026 och riktar sig till hela kommunkoncernen. De nämnder och bolag som har utpekat ansvar som samordnare eller deltagande för en eller flera åtgärder är kommunstyrelsen (KS), plan- och byggnadsnämnden (PBN), gatu- och samhällsbyggnadsnämnden (GSN), miljö- och hälsoskyddsnämnden (MHN), räddningsnämnden (RÄN) och Uppsala Vatten och Avfall AB (UVAB). Åtgärderna kopplar mot samtliga målområden i Vattenprogrammet och en prioritering utifrån förväntad effekt har gjorts där högst prioriterade åtgärder ska genomföras först. Handlingsplanen innefattar inte åtgärder för klimatanpassning (översvämning på grund av skyfall eller höga flöden) utan dessa åtgärder hanteras i andra styrdokument. Klimatanpassning hanteras i Miljö- och klimatprogrammets övergripande mål Klimatanpassat Uppsala samt inom kommunens översiktsplan.

Kommunens arbete med vattenfrågor styrs av flera regionala och nationella mål och åtgärdsprogram. De mest relevanta är Förvaltningsplan och åtgärdsprogram för Norra Östersjöns vattendistrikt och Regional vattenförsörjningsplan för Uppsala län.

Lokala åtgärdsunderlag har tagits fram för större delen av kommunens ytvattenförekomster. För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, underlagen gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera lämpliga åtgärder. De lokala åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer, är bilagda handlingsplanen. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Ansvar, genomförande och spridning

Kommunstyrelsen ansvarar för att samordna handlingsplanen i kommunkoncernen. Åtgärder som kräver finansiering utanför befintlig budgetram används av respektive nämnd eller styrelse som underlag i kommunens mål- och budgetprocess.

För respektive åtgärd finns en ansvarig nämnd utpekad för att driva och samordna arbetet. Det finns även ett utpekat delansvar som innebär att nämnden deltar i genomförandet av åtgärden. Deltagandet anpassas efter nämndens ansvarsområde och rådighet och kan ske antingen som aktiv part, genom att tillhandahålla underlag eller deltaga i referensgrupp. Årtal som anges är det år som åtgärden planeras vara genomförd.

Målens åtgärder, indikatorer samt ansvariga

Målområde 1 Levande sjöar och vattendrag

Mål 1A – Förbättrad vattenkvalitet: Uppnå god status i sjöar och vattendrag

Mål 1B – Ökad biologisk mångfald

Åtgärder

Åtgärd	Samordnare	Delansvarig	Årtal**
Undersöka förutsättningarna för att nyttogöra kalken från kommunens vattenavhårdning i syfte att reducera fosforbelastningen med låg klimatpåverkan.	KS	GSN, UVAB	2024
Ta fram skrivningar om miljö kvalitetsnormer (MKN) för stadsutvecklingsprojekt (och kopplingar till lokala åtgärdsförslag i de fall det finns framtagna).	PBN	KS, UVAB, GSN	2024
I tillsynen lyfta in frågor om sammanhängande livsmiljöer för växter och djur för att motverka förluster av biologisk mångfald och skydda hotade arter.	MHN		2024
Revidera underlag till lokalt åtgärdsarbete Fyrisåns huvudfåra.	KS	GSN, MHN, UVAB, PBN	2024
Systematiskt prioritera och följa upp åtgärdsförslag i de framtagna lokala åtgärdsunderlagen för att förbättra status i kommunens ytvattenförekomster.	KS	PBN, GSN, UVAB	2025
Utveckla arbetsätt och rutiner för att implementera åtgärdsförslagen från de lokala åtgärdsunderlagen i detaljplaner.	PBN	UVAB, KS, GSN	2025
Utreda möjligheterna att avskilja PFAS genom borttagning av skum vid Kvarnfallet och Islandsfallet i Fyrisån.	GSN		2025
Utveckla Vattenportalen som ett internt handläggarstöd och extern informationsplattform för att innefatta grundvatten, ytvatten och dagvatten.	PBN	KS, GSN, UVAB	2026*
Utföra tillsyn av båtuppläggningsplatser, med fokus på koppar och tributyltenn för att bland annat minska skador på vattenlevande djur.	MHN		2024–2026*
Ta fram underlag till lokalt åtgärdsarbete Björklingeån, Jumkilsån, Sävaån och Olandsån.	KS	GSN, MHN, UVAB	2024–2026*

* Åtgärd har funnits med i tidigare version av handlingsplan men kan vara delvis omformulerad.

** Årtal då åtgärden planeras vara genomförd.

Målområde 2 Rent grundvatten

Mål 2A – Uppnå god status i grundvatten

Åtgärder

Åtgärd	Samordnare	Delansvarig	Årtal**
Ta fram en åtgärdsplan för sedan tidigare bebyggda områden utifrån Strategi för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt.	KS	GSN, UVAB	2024*
Komplettera känslighetskartan med Lagga i Knivsta kommun. Området tillhör tillrinningsområdet för Uppsala- och Vattholmaåsarna (dricksvattentäkten) men saknar känslighetsklassning.	KS	UVAB	2024
Samordna och utveckla vägledning för praktisk tillämpning av Riktlinje för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde. Vägledning tillgängliggörs genom Vattenportalen.	KS	PBN, GSN, UVAB, MHN	2025
Ta fram en släckvattenplan eller motsvarande vägledning för att minimera påverkan från förorenat släckvatten på kommunens dricksvattentäkt.	KS	PBN, GSN, UVAB, RÄN, MHN	2025
Ta fram en brandvattenplan med strategier och geografiska avvägningar för en långsiktig och resurseffektiv brandvattenförsörjning.	KS	RÄN, UVAB, PBN	2025
Inventera verksamheter och förorenade områden inom utvalda områden utifrån Känslighetskartans zoner för att ta fram underlag till projektinriktad tillsyn.	MHN		2025

* Åtgärd har funnits med i tidigare version av handlingsplan men kan vara delvis omformulerad.

** Årtal då åtgärden planeras vara genomförd.

Målområde 3 Nederbörd som skördas

Mål 3A – Hushållning med vattenresurser

Åtgärder

Åtgärd	Samordnare	Delansvarig	Årtal**
Genomföra en informationskampanj kring vattenbesparande åtgärder och möjligheter med tekniskt vatten, externt till konsulter, byggherrar, fastighetsägare och internt inom kommunkoncernen.	UVAB	GSN, KS	2024
Kartlägga möjliga vattenbesparingar inom kommunens egna verksamheter och fastigheter.	UVAB	KS, GSN	2025

* Åtgärd har funnits med i tidigare version av handlingsplan men kan vara delvis omformulerad.

** Årtal då åtgärden planeras vara genomförd.

Målområde 4 Dagvatten

Mål 4A – En hållbar dagvattenhantering

Åtgärder

Åtgärd	Samordnare	Delansvarig	Årtal**
Färdigställa handledning för markavvattning.	UVAB	PBN, KS, GSN	2024
Uppdatera riktlinjer för dagvatten på kvartersmark.	UVAB	PBN, MHN	2024*
Färdigställa riktlinje för dagvatten allmän plats.	GSN	UVAB, PBN, MHN	2024
Ta fram principer för samordning av ledningar och grön dagvattenhantering till trädhandbok och tekniska handböcker.	GSN	UVAB	2025
Göra en översyn av teknisk handbok kopplat till materialval som påverkar till exempel dagvattenreningsanläggningar.	GSN, UVAB		2025
Ta fram systemhandlingar för två dagvattendammar enligt dagvattenplanen.	UVAB	KS, GSN, PBN	2025
Samla och tillgängliggöra information och styrdokument kring dagvattenhantering, samordnas med Vattenportalen. Informationskampanj externt till konsulter, byggherrar, fastighetsägare och internt inom kommunkoncernen.	UVAB	GSN, KS, PBN	2026

* Åtgärd har funnits med i tidigare version av handlingsplan men kan vara delvis omformulerad.

** Årtal då åtgärden planeras vara genomförd.

Indikatorer (samtliga målområden)

- Vattentäkter med skyddsområde, andel (procent)
- Sjöar med god ekologisk status, andel (procent)
- Vattendrag med god ekologisk status, andel (procent)
- Grundvattenförekomster med god kemisk och kvantitativ status, andel (procent)

Utgångsläge

Mål 6 Rent vatten och sanitet	
<i>Säkerställa tillgången till och en hållbar förvaltning av vatten och sanitet för alla.</i>	
0	2021
Vattentäkter med vattenskyddsområde, andel (%)	86.7
Sjöar med god ekologisk status, andel (%)	22.7
Vattendrag med god ekologisk status, andel (%)	8.8
Grundvattenförekomster med god kemisk och kvantitativ status, andel (%)	86.8

Källa: Nationella nyckeltal för Agenda 2030 se Kommunens Mål och Budget.

Uppföljning

Kommunstyrelsen är ansvarig för handlingsplanen och har därmed det övergripande ansvaret för uppföljning och utvärdering av handlingsplanen. Alla nämnder och bolagsstyrelser ska årligen redovisa resultatet av sitt arbete med att uppfylla de uppställda målen till kommunstyrelsen. Kommunstyrelsen följer upp program och handlingsplan i ordinarie programuppföljning. Kommunstyrelsen kan sedan revidera handlingsplanen vid behov. Revidering ska ske genom gemensam beredning.

Handlingsplanen är också ett underlag för årlig rapportering till Vattenmyndigheten avseende hur Uppsala kommun vidtar åtgärder i syfte att uppnå god status i yt- och grundvattenförekomster.

Relaterade dokument

- Vattenprogram för Uppsala kommun
- Miljö- och klimatprogram för Uppsala kommun

Bilagor

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån-Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnrån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

Bilaga 1A, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnaån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävjaån och Olandsån med som åtgärder.

Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån

Uppsala kommun



FÄRDIG HANDLING, 2019-11-26

Detta uppdrag har finansierats av:



TITEL	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån
RAPPORTNUMMER	2019-1399-A
BESTÄLLARE	Uppsala kommun
FÖRFATTARE	Dimitry van der Nat, Ebba af Petersens, Linus Halvarsson, Barbro Beck-Friis, Maja Granath, Hannes Öckerman och Frida Hermansson, WRS
GRANSKNING	Daniel Stråe, WRS
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2019-11-26
OMSLAGSBILD	Hågaån vid Kvarnbo, Dimitry van der Nat, fotograf

Innehåll

Innehåll	3
Sammanfattning	4
1 Inledning.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Projekt mål	5
2 Underlag	6
3 Hågaån	7
3.1 Allmänt.....	7
3.2 Statusklassning	8
3.3 Förbättringsbehov.....	10
4 Övergripande metodik.....	12
5 Tillförsel av fosfor.....	13
5.1 Tillförsel av fosfor från punktkällor	13
5.2 Tillförsel av fosfor från diffusa källor.....	24
5.3 Sammanfattande slutsatser kring fosfortillförsel	27
6 Åtgärdsförslag	29
6.1 Åtgärder för punktkällor.....	29
6.2 Åtgärder för diffusa källor	32
6.3 Nås förbättringsbehovet för fosfor?	40
6.4 Åtgärder för förbättrad morfologi och konnektivitet	41
6.5 Övriga åtgärder	45
7 Prioritering av åtgärder	48
7.1 Prioritering mellan åtgärder för punktkällor	48
7.2 Prioritering mellan åtgärder för diffus fosfortillförsel	48
7.3 Prioritering för åtgärder förbättrad morfologi	49
7.4 Sammanfattning prioritering	50
8 Referenser.....	51

Sammanfattning

Kommunerna har en nyckelroll i att genomföra och driva på arbetet med att nå miljökvalitetsnormerna (MKN) för vatten. Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram och fördjupade beskrivningar är dock för övergripande för att vattenarbetet ska kunna konkretiseras på en sådan nivå att operativa åtgärder kan identifieras och kostnadsberäknas. För ett strategiskt och långsiktigt arbete med vattenförvaltning behövs ett väl underbyggt underlag som gör det möjligt för kommunen att prioritera de åtgärder som ger störst effekt i arbetet för att uppnå god status. I översiktsplanen (ÖP 2016) gavs därför ett uppdrag att ta fram handlingsplaner för samtliga sjöar och vattendrag i kommunen. Detta underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån är det första som tagits fram för kommunens vattenförekomster.

Enligt den senaste bedömningen i VISS uppgår åtgärdsbehovet för fosfor till 180 kg per år. I detta underlag till åtgärdsprogram ges förslag på åtgärder för en minskning av fosfortillförseln till Hågaån med ca 400 kg år, vilket ungefär motsvarar det dubbla åtgärdsbehovet. Dessutom bedöms konnektiviteten i upp- och nerströms riktning längs en sträcka på 25 km negativt påverkad av två vandringshinder för fisk. Åfåran skulle behöva restaureras på en yta av 23 hektar och åns närområde på en yta av 99 hektar för att nå miljökvalitetsnormen för hydromorfologi.

Denna utredning har med hjälp av befintliga underlag om punktkällor och diffus tillförsel från jordbruksmark och urbana områden analyserat fosfortillförseln till Hågaån från hela avrinningsområdet. Platsspecifika åtgärdsförslag har tagits fram för avskiljning av fosfor samt för förbättrad morfologisk status. Åtgärderna har prioriterats efter analys av juridisk och teknisk genomförbarhet, kostnadsuppskattning och avskiljningspotential.

Gällande förbättringsbehovet för fosfor gäller att redan planerade dagvattenåtgärder för Uppsala tätort förväntas avskilja cirka 50 kg fosfor per år och att pågående arbete med att åtgärda bristfälliga avlopp förväntas avskilja cirka 20 kg fosfor per år. De föreslagna åtgärderna för förbättrad gödselhantering på hästgårdar uppskattas kunna avskilja nästan 100 kg per år. Den förväntade avskiljningen från samtliga åtgärdsförslag för jordbruksmark, som beskrivs i detalj i bilaga 1, är cirka 200 kg fosfor per år. Den summerade förväntade avskiljningen av samtliga åtgärder blir således 400 kg fosfor per år och överstiger därmed förbättringsbehovet med cirka 220 kg per år.

Att uppnå det morfologiska förbättringsbehovet för Hågaån kommer att vara en mycket stor utmaning då Hågaån på långa sträckor är utträtad till förmån för flera markavvattningsföretag och då åns närområde präglas av intensivt jordbruk. Denna rapport föreslår dock fyra åtgärder som leder till ett något mera naturligt tillstånd och därmed ökad biologisk mångfald i ån och åns närområde. Åtgärderna består av en modest meandring av Hågaån som tvåstegsdike vid Fiby och restaurering av våtmarker vid Ekebysjön, Läbyträsk och Långmyran. Det partiellt passerbara fiskvandringshindret vid Kvarnbo behöver utredas vidare så att det kan fastställas om det utgör ett naturligt hinder eller ej, innan eventuella åtgärder för förbättrad konnektivitet tas fram. Skulle hindret vid Kvarnbo visa sig vara naturligt bör åtgärdsbehovet för det andra vandringshindret vid Kvarnberget utvärderas på nytt.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Kommunerna har en nyckelroll i att genomföra och driva på arbetet med att nå miljökvalitetsnormerna (MKN) för vatten. Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram och fördjupade beskrivningar är dock för övergripande för att vattenarbetet ska kunna konkretiseras på en sådan nivå att operativa åtgärder kan identifieras och kostnadsberäknas. Uppsala kommun ska därför ta fram lokala åtgärdsprogram för vattenförekomsterna inom kommunen. Statusen i Hågaån med biflöden uppnår enligt Vattenmyndigheternas vatteninformationssystem Sverige (VISS) inte god ekologisk och kemisk status. Enligt miljökvalitetsnormen ska god status uppnås senast 2027.

Kommunerna ska enligt vattenmyndighetens åtgärdsprogram bedriva tillsyn enligt miljöbalken. Tillsynen sker gentemot verksamheter som påverkar en vattenförekomst, på så sätt att utsläpp av näringsämnen och prioriterade och särskilt förorenande ämnen minskar. Krav på åtgärder ska ställas som bidrar till att MKN för vatten kan följas. Vidare ska kommunerna genomföra sin översikts- och detaljplanering samt prövning enligt plan- och bygglagen (PBL) så att den bidrar till att MKN för vatten kan följas, samt utveckla planer för hur dagvatten ska hanteras inom kommunen med avseende på kvantitet och kvalitet. Vid sidan av detta kan krävas ytterligare åtgärder som inte fångas genom insatser inom verksamheter ovan.

För ett strategiskt och långsiktigt arbete med vattenförvaltning behövs ett väl underbyggt underlag som gör det möjligt för kommunen att prioritera de åtgärder som ger störst effekt i arbetet mot god status. I översiktsplanen (ÖP 2016) gavs därför ett uppdrag att ta fram handlingsplaner för samtliga sjöar och vattendrag i kommunen.

Uppsala kommun är en av 35 projektdeltagare från lokal till nationell nivå i Life IP Rich Waters, ett EU-projekt som i slutänden syftar till förbättrad vattenkvalitet i Mälaren och Östersjön. Uppsala kommuns del består av två delar – arbete med en dagvattenpark i Gottsunda (delprojekt C10) och arbete med åtgärder i Hågaåns avrinningsområde (delprojekt C7). Denna rapport ”Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån” har tagits fram inom delprojekt C7.

1.2 Projekt mål

Under genomförandet av detta uppdrag har arbetet med en ny statusklassning för Hågaån inom vattenmyndigheternas tredje förvaltningscykel (2017–2021) pågått parallellt. Delar av den nya klassningen har varit tillgängliga via VISS sedan september 2019 men vid skrivandet av denna rapport (november 2019) har ännu inga nya förbättringsbehov formulerats. Enligt länsstyrelsen i Uppsala län kommer de nya förbättringsbehoven kommuniceras under november 2019. Under arbetet med denna utredning har därför förbättringsbehoven från den andra förvaltningscykeln som redovisas i VISS (2010–2016) använts som mål. Önskemålet att ta fram förslag vars effekt överstiger förbättringsbehovet med minst 50 % ger marginal att kunna välja bort åtgärder som visar sig svåra att genomföra utan möjligheten att uppnå förbättringsbehovets äventyras. En prioritering av åtgärdsförslagen ska göras utifrån kostnadseffektivitet, teknisk- och juridisk genomförbarhet samt möjliga synergieffekter.

2 Underlag

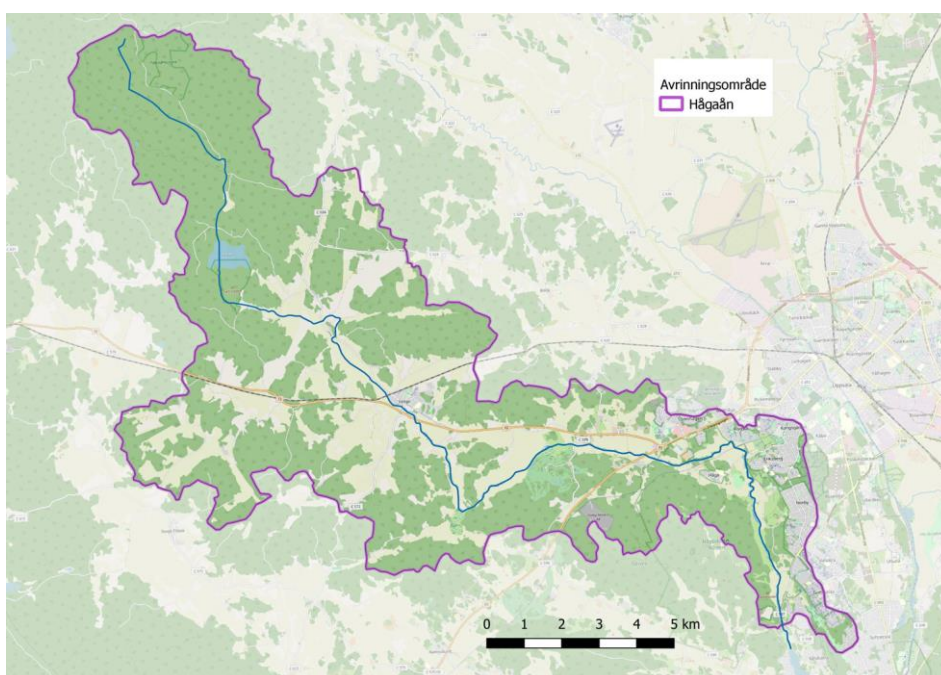
Följande underlag har använts i uppdraget:

- Båtnadsområden för markavvattningsföretag inom avrinningsområdet
- Dagvattenledningsnät och utsläppspunkter för Vänge tätort
- Digital åkermarkskarta (DSMS)
- Fastighetskartan
- GIS-underlag från SLU: Modellering av erosionsrisk och flödesackumulering inom Hågaåns avrinningsområde
- Gällande detaljplan för Vänge tätort
- Jordartsdata från SMED PLC 6.5
- Jordbruksblockdata från Jordbruksverket
- Provtagningsdata från Hågaån vid Lurbobron (1/2017 till 4/2019)
- SMED Rapport Nr 189 2016, Läckage av näringsämnen från svensk åkermark
- Underlag från tillsynsverksamheten enligt miljöbalken, enskilda avlopp och övriga punktkällor
- Underlag om Vänges avloppsreningsverk
- Uppsala dagvattenplan för Uppsala stads befintliga verksamhetsområde, 2019.
- VISS och vattenwebben

3 Hågaån

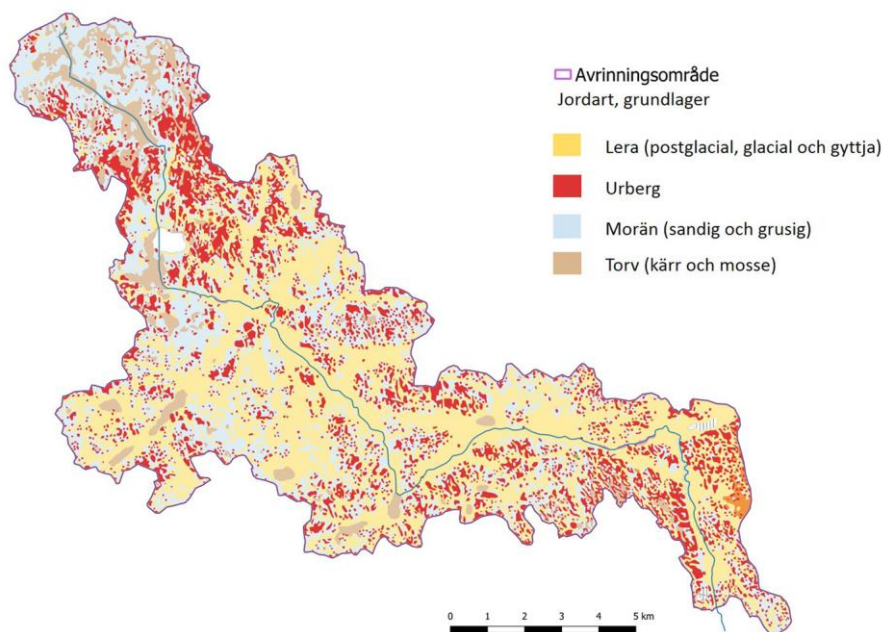
3.1 Allmänt

Hågaån är en cirka 34 km lång vattenförekomst som omfattar delsträckorna Fibyån, Vängeån och Hågaån och rinner väster om Uppsala tätort med utlopp i Mälaren-Ekoln. Hågaåns avrinningsområde är 122 km² stort och består till drygt 60 % av skogs- eller skogsbruksmark, nästan 23 % jordbruksmark, 7 % hed och övrig mark, samt 7,5 % tätort och hårdgjorda ytor (Figur 1). Ån har sitt ursprung vid Stormossen cirka 5 km norr om Fibysjön, och rinner sedan genom Natura 2000-området ”Fiby urskog” för att sedan fortsätta på slätten vid Stora Kil mot Vänge som är avrinningsområdets enda tätortsbebyggelse utanför Uppsala stad. Efter att ha passerat genom Vänge rinner ån söderut mot den före detta Ekebysjön för att sedan svänga österut mot Hågaby. Vid Eriksberg svänger ån söderut för att via Hågdalens naturreservat rinna ut i Vårdsättraviken i Ekoln, mellan Vårdsätra och Bodarna.



Figur 1. Hågaåns avrinningsområde ligger huvudsakligen väster om Uppsala tätort och består till stora delar av skogsbruksmark och jordbruksmark men innefattar även Uppsalas västra delar.

Enligt SGU:s jordartskarta domineras jordarterna i avrinningsområdet av postglacial lera, urberg, sandig morän och kärrtorv, men inslag finns även av glacial lera, grusig morän, gyttjelera, mossetorv, postglacial sand, svämsediment och fyllning. Jordarterna visas i förenklad form i Figur 2, där likartade jordarter på grund av figurupplösning har fått enhetlig färg.



Figur 2. Jordarter (grundlager förenklat) inom Hågaåns avrinningsområde. Källa SGU.

3.2 Statusklassning

Den övergripande ekologiska statusen i Hågaån klassificeras enligt den senaste bedömningen som redovisas av Vattenmyndigheten i VISS till måttlig baserat på kvalitetsfaktorerna *övergödning och konnektivitet* och *morfologi*.

För *övergödning* gäller att näringsämnen och/eller kiselalger är klassificerade till sämre än god status till följd av höga närsaltshalter. *Konnektiviteten* i Hågaån är klassificerad till sämre än god status till följd av vandringshinder. Morfologiskt tillstånd är klassificerad till sämre än god till följd av fysiska ingrepp i Hågaån.

Vattenförekomsten uppnår inte god kemisk status på grund av de överallt överskridande ämnen PBDE och kvicksilver. Bortsett från dessa nationella undantag så bör Hågaåns kemiska status betraktas som *ej klassad*.

3.2.1 Ekologisk status

Den ekologiska statusen är måttlig till följd av övergödning och påverkan på morfologi och konnektivitet. Bedömningen för övergödning baseras på kvalitetsfaktorerna *påväxt-kiselalger och näringsämnen* och bedöms vara säker, trots att den ekologiska kvoten för näringsämnen (fosforhalten) ligger mycket nära gränsen till god status.

Biologiska kvalitetsfaktorer

Påväxt-kiselalger

Bedömning baseras på status för näringspåverkan på kiselalger i sjöar och vattendrag, som ska klassificeras med hjälp av parametern IPS. IPS visar på förekomst av näringsämnen och lättnedbrytbar organisk förening. Osäkerheten i klassningen bedöms som låg (mer än 80 % sannolikhet att status är måttlig eller sämre).

Fisk

Statusklassningen för parametern *fisk* är måttlig. Detta är en expertbedömning av fisk som baseras på bristande konnektivitet och att morfologiskt tillstånd är klassat till otillfredsställande eller dålig status. Bedömningen är att påverkan från vandringshinder och grävningar i vattendraget påverkar miljön så mycket att förutsättningarna för ett varierat och långsiktigt hållbart fiskesamhälle inte finns. Bedömningen har god säkerhet.

Fysikalisk-Kemiska kvalitetsfaktorer

Näringsämnen

Statusklassning för *näringsämnen* är måttlig baserad på en ekologisk kvot (EK) på 0,49. EK-värde under 0,5 beskriver att uppmätta fosforhalter är mer än dubbelt så höga som beräknade bakgrundshalter. Det innebär att vattendragssträckan har måttlig status för näringsämnen även om den ekologiska kvoten för näringsämnen ligger mycket nära gränsen till god status. Tillförlitligheten i bedömningen är god. Hänsyn är tagen till andel jordbruksmark och jordart.

Hydromorfologi

Konnektivitet i vattendrag

Konnektiviteten i förekomsten är klassificerad till dålig status till följd av vandringshinder. Mindre än 5 % av vandringbenägna fiskarter i förekomsten kan passera vandringshinder. Underlaget baseras på SMHI:s dammregister och resultat från biotopkarteringar. Det finns dock indikationer att vandringshindret längst nedströms (Kvarnbo) består av en stenklack som möjligtvis bör betraktas som ett naturligt hinder. Uppströms Kvarnbo finns dessutom inga karterade potentiella lekområden.

Hydrologisk regim i vattendrag

Hydrologisk regim i vattendraget bedöms till Otillfredsställande baserad på kvalitetsfaktorn *specifik flödesenergi i vattendrag*. Av Hågaåns knappt 23 kilometer långa sträckan på slätten ingår 16,7 kilometer (73 %) i markavvattningsföretag och är starkt rätad.

Morfologiskt tillstånd i vattendrag

Hågaån bedöms ha *otillfredsställande status* för den sammanvägda kvalitetsfaktorn *morfologiskt tillstånd* som beskrivs som de fysiska strukturer och funktioner ett vattendrag uppvisar avseende variation i vattendragets djup och bredd, dess morfologiska strukturer och substrat samt strandzonens och svämplanets strukturer relativt referensförhållandet. *Vattendragsfårans form och kanter* har bedömts till *otillfredsställande* och avviker väsentligt från referensförhållandet, på grund av mänsklig aktivitet både gällande vattendragsfårans bredd och djup. Vattendragets närområde bedöms till *otillfredsställande* status då 42 % av närområdet utgörs av anlagda ytor och/eller aktiv brukad mark. *Svämplanets struktur och funktion* klassas till måttlig status då 30 % av svämplanet utgörs av anlagda ytor och/eller aktiv brukad mark.

3.2.2 Kemisk status

Prioriterade ämnen

Vattenförekomsten bedöms till statusen *uppnår ej god* med hänsyn tillprioriterade ämnen. Kvicksilver anses överskrida gränsvärdet för biota på 20 µg/kg våt vikt (EG:s ramdirektiv för vatten 2008/105/EG samt 2013/39/EU), vilket gäller för samtliga vattenförekomster i Sverige.

Vattenförekomsten bedöms *inte uppnå god status* med avseende på bromerade difenyletrar (PBDE). I Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (Havs-och vattenmyndigheten, 2013) anges gränsvärdet för PBDE till 0,0085 (µg/kg våt vikt). Gränsvärdena för PBDE överskrids i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten. Utsläpp av PBDE har under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen. Detta är en nationell klassificering av PBDE som gjorts av vattenmyndigheterna. Klassificering baserad på gruppering enligt bilaga 6 till HVMFS 2013:19, om inte mätdata finns för enskilda vattenförekomster.

Kvicksilver anses överskrida gränsvärdet för biota på 20 µg/kg våt vikt (EG:s ramdirektiv för vatten 2008/105/EG samt 2013/39/EU), vilket gäller för samtliga vattenförekomster i Sverige.

Nickel har uppmätts i halter över gränsvärdet (MKN för nickel är 4 µg/l och avser biotillgänglig koncentration) vid en vattenkemisk provtagning 2012 (uppmätt halt 4,4 µg/l, AA-EQS 4 µg/l och MAC-EQS 34 µg/l, bakgrundshalt ej beaktad). Värdet har låg tillförlitlighet och ligger inte till grund för bedömningen av kemisk status och risk, då antalet mätningar är för få. En verifierande provtagning för att bedöma halter av nickel i vattenförekomsten som helhet kan vara befogad. Vid ovan nämnda provtagning i vatten påträffades inga övriga av vattendirektivets prioriterade ämnen i halter över respektive gränsvärde. Underlaget har dock dålig tillförlitlighet och behöver kompletteras med ytterligare mätningar i vatten.

SLU:s provtagningar från Lurbobron som utfördes varannan vecka under perioden januari 2017 till april 2019 visar att totalhalten för nickel i vatten varierar från 1,2 till 6,4 µg/l med ett medel på 3,5 µg/l. Med en totalhalt (eller löst halt) under 4 µg/l ligger den biotillgängliga halten i detta kalkrika vattendrag definitivt under MKN.

3.3 Förbättringsbehov

Under genomförandet av detta uppdrag har arbetet med en ny statusklassning för Hågaån inom Vattenmyndigheternas tredje förvaltningscykel (2017–2021) pågått parallellt. Delar av den nya klassningen har varit tillgängliga via VISS sedan september 2019 men för tillfället har dock inga nya förbättringsbehov formulerats än. Enligt Länsstyrelsen i Uppsala län kommer de nya förbättringsbehoven kommuniceras under november 2019. Under arbetet med denna utredning har därför förbättringsbehoven från den andra förvaltningscykel ur VISS (2010–2016) används som mål. Förbättringsbehovet för fosfor uppskattas till 180 kg per år för uppfyllelse av miljökvalitetsnormen (Tabell 1). I uppdragsbeskrivningen för detta uppdrag anges dessutom att åtgärdsbehovet ska nås med 150 % för att kunna välja bort åtgärder som visar sig svåra att genomföra utan att förbättringsbehovets uppnående äventyras. Förbättringsbehovet för fosfor som ska uppnås i detta åtgärdsprogram blir således 270 kg per år. Dessutom bedömer

Vattenmyndigheten att konnektiviteten i upp- och nerströms riktning längs en sträcka på 25 km är negativt påverkad av två vandringshinder för fisk. Åfåran skulle behöva restaureras på en yta av 23 hektar och åns närområde på en yta av 99 hektar för att nå miljö kvalitetsnormen.

Tabell 1. Förbättringsbehoven som behöver uppnås enligt Vattenmyndigheten för att miljö kvalitetsnormen för Hågaån skall kunna följas. Källa: VISS förvaltningscykel 2 (2010–2016).

Miljöproblem	Storlek	Parameter
Konnektivetsförändringar	25 km	Konnektivitet i uppströms och nedströms riktning i vattendrag (vandringshinder)
Morfologiska förändringar	99 ha	Vattendragets närområde
Morfologiska förändringar	23 ha	Åfårans form
Övergödning och syrefattiga förhållanden	180 kg	Totalfosfor

4 Övergripande metodik

Den övergripande arbetsmetodiken för uppdraget har bestått i att:

- Utifrån tillgänglig information, främst från Vattenmyndigheten, beskriva recipienten, dess status, problem och förbättringsbehov. Se 3.2 och 3.3.
- Utifrån uppgifter från Miljökontoret har enskilda avlopp i avrinningsområdet studerats. Se 5.1.1.
- Tillförseln från Vänge reningsverk och bräddningar från avloppledningsnätet har studerats, se 5.1.2 och 5.1.3.
- Förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar har studerats och typiska förluster från rasthagar och betesmarker använts för beräkningar. Se 5.1.4.
- Utifrån underlagsmaterial från Jordbruksverket och SMED har diffus fosfortillförsel från jordbruksmark beräknats. Se 5.2.1.
- Utifrån ortofoton, kartmaterial och gällande detaljplaner har diffus fosfortillförsel från Vänge tätort modellerats med Stormtac. Se 5.2.4 och bilaga 2.
- Förbättringspotential för enskilda avlopp, Vänge avloppsreningsverk och hästgårdar har tagits fram. SE,6.1.1 till 6.1.3.
- Strategiska platser för åtgärder för minskad tillförsel av fosfor från jordbruksmark har tagits fram genom kartanalys och fältbesök. Avskiljningspotential har beräknats. Se bilaga 1 och 6.2.1.
- Okulärt bedöma förekommande vandringshinder. Se 6.4.
- Genom kartanalys och fältbesök identifiera möjliga platser för förbättrad hydromorfologi. Se bilaga 1 och 6.4.
- Prioritetsordna åtgärder utifrån i första hand den bedömda potentialen att bidra till uppfyllelse av förbättringsbehoven, men också utifrån genomförbarhetsbedömningar, se 7.

5 Tillförsel av fosfor

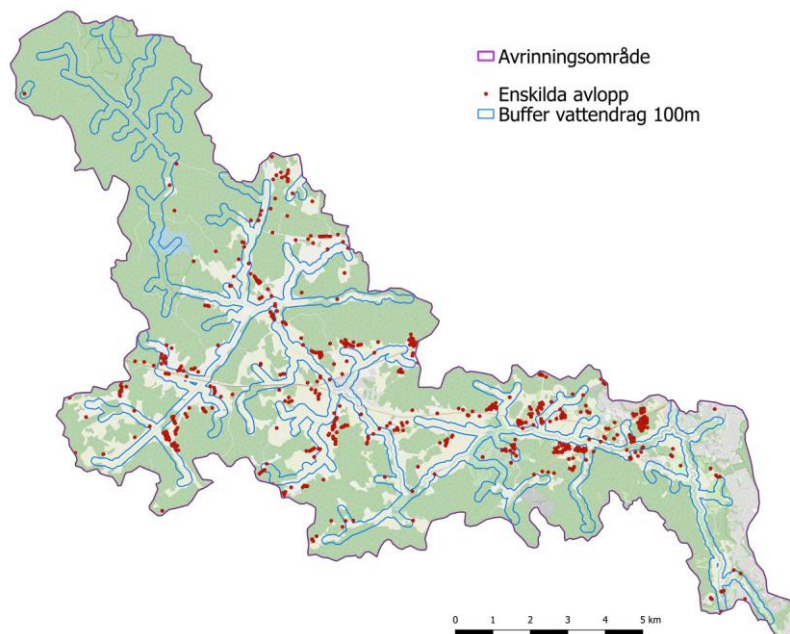
5.1 Tillförsel av fosfor från punktkällor

5.1.1 Enskilda avlopp

Inom avrinningsområdet till Hågaån finns enligt miljökontorets uppgifter 596 enskilda avlopp, varav 100 stycken ligger mindre än 100 meter från ån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken (Figur 3).

I underlagsmaterialet från miljökontoret finns 25 olika kategorier av avloppsanläggningar. Vi har delat in dessa i åtta olika anläggningstyper, se Tabell 3. Följande antaganden har gjorts:

- Fastigheter med BDT-anläggningar och torrtoalett har vi antagit endast används som fritidshus.
- Minireningsverk har antagits ta emot både BDT- och WC-avlopp, oavsett vad som anges i underlaget.
- Fastigheter där uppgifter saknas har antagits ha slamavskiljning men otillräcklig eller ingen efterföljande rening.



Figur 3. Enskilda avlopp inom Hågaåns avrinningsområde. De ljusblå linjerna markerar en zon på 100 meter från Hågaån, större diken eller biflöden.

Belastningsberäkning

För att kunna bedöma hur befintliga enskilda avloppsanläggningar påverkar Hågaån har beräkningar gjorts utifrån typ av avloppsanläggning, närvarograd och avstånd till recipient. Beräkningarna har gjorts med hjälp av schablonvärden.

Inkommande mängder till avloppsanläggningarna har beräknats utifrån de schablonsiffror för innehåll i avloppsvatten som anges i de allmänna råden för små avloppsanläggningar (Havs- och vattenmyndigheten, 2016) och av SMED (Svenska Miljö Emissions Data, 2011). Eftersom de flesta människor tillbringar viss tid av dagen utanför hemmet, t.ex. då de arbetar, har hemmavaron antagits vara 65 % för permanentboende. Antalet boende i varje fastighet har antagits vara 2,4 personer utifrån SCB:s statistik. För fritidshus har en närvarograd om 49 % för en person räknats fram utifrån SMED:s antagande om 180 persondagar (personer x dagar) per år för fritidshus. Detta motsvarar en närvarograd på 16 % per person om det istället är 3 personer som nyttjar fritidshuset. Schablonsiffror för beräkning av inkommande belastning anges i Tabell 2.

Tabell 2. Schablonsiffror som använts för beräkningar av inkommande fosforbelastning till enskilda avloppsanläggningar

	Permanentboende	Fritidsboende
Specifik P-belastning WC+BDT (g/pers. dygn)	1,7	1,7
Specifik P-belastning BDT (g/pers. dygn)	0,15	0,15
Närvarograd (%)	65	49*
Antal personer/hushåll	2,4	1,0
Mängd till reningsanläggning (kg P/hushåll och år)	0,97	0,31

*räknat på 180 persondagar per år med 100 % hemmavaro

För beräkning av fosforreduktion i olika typer av avloppsanläggningar har schablonsiffror använts, se Tabell 3.

Tabell 3. Reduktion av fosfor i olika avloppsanläggningar för enskilda avlopp. Avskiljning i procent av inkommande belastning (Svenska Miljö Emissions Data, 2011).

Anläggningstyp	Reduktion i anläggning (%)
WC+BDT	
Enkel eller enbart slamavskiljning	15
Infiltration/markbädd	50
Minireningsverk	80
Markbädd med fosforfälla	80
Sluten tank för WC + infiltration/markbädd för BDT	95
BDT	
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	90
Torrtoalett och BDT-rening	95
Övrigt	
Ej indraget vatten	100

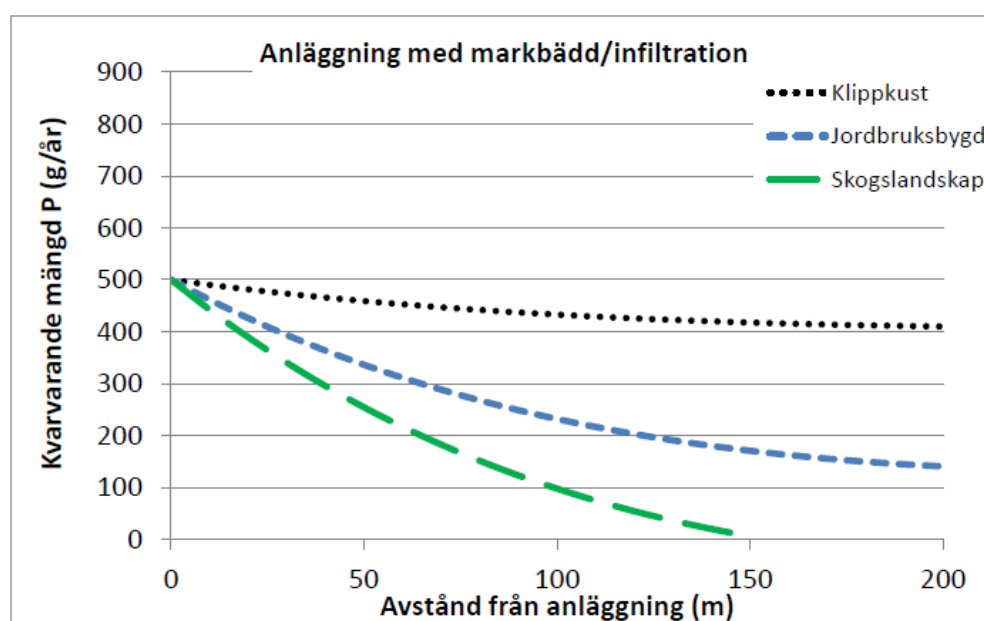
Retention

Behandlat vatten från en enskild avloppsanläggning tas ofta emot av omgivande mark. I marken sker ytterligare avskiljande processer som kvarhåller fosfor, så kallad retention. Retentionen kan vara betydande och reducerar då risken för påverkan på ytvatten. I beräkningarna har vi räknat med retention i marken, olika stor beroende på avståndet till Hågaån eller dess biflöden. Antagen retention beskrivs i Tabell 4 och Figur 4, som är baserade på en rapport om markretention för enskilda avlopp (Ridderstolpe, P. m.fl.,

2016). Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten och baseras på en omfattande litteraturgenomgång. Vi har antagit att alla enskilda avlopp i Hågaåns avrinningsområde ligger i ”jordbruksbygd”, dvs medelhög retention, se Tabell 4.

Tabell 4. Antagen retention (kg P/år) vid olika avståndsintervall till närmaste sjö eller vattendrag. Baserad på Ridderstolpe, P. m.fl., 2016

Avstånd till recipient (m)	Retention (kg P/hushåll och år)		
	Klippkust	Jordbruksbygd	Skogslandskap
0–20	0	0,05	0,05
20–100	0,05	0,20	0,3
>100	0,08	0,25	0,4



Figur 4. Kvarvarande mängd fosfor i avloppsvattnet efter utsläpp till mark från ett hushåll med markbaserad anläggning. Baserad på Ridderstolpe, P. m.fl., 2016.

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Hågaån

Den utsläppta mängden fosfor per hushåll har beräknats enligt följande:

$$\text{Mängd fosfor [kg/år]} = \text{Belastning per hushåll och år} * \text{antal hushåll} * (1 - \text{reduktion i anläggningen} - \text{retention i mark})$$

De enskilda avloppen i Hågaåns avrinningsområde beräknas på detta sätt belasta ån med cirka 130 kg fosfor årligen, se Tabell 5. Skulle alla avlopp ledas ut via ledningar till vattendrag och ingen retention således ske, skulle belastningen från de enskilda avloppen vara ungefär det dubbla.

Tabell 5. Beräknade årliga mängder fosfor som släpps ut från enskilda avlopp i Hågaåns avrinningsområde respektive som når Hågaån.

Typ av reningsanläggning	Antal hushåll	Belastning (kg/år)	Reduktion anläggning (%)	Ut från anläggning (kg/år)	Retention (kg/år)	Till Hågaån (kg/år)
Enbart slamavskiljning	60	58	15	49	14	35
Infiltration/markbädd	392	379	50	190	95	95
Minireningsverk	63	61	80	12	12	0
Fosforfälla Infiltration/markbädd	20	19	80	4	4	0
Sluten tank + infiltration BDT	36	35	95	2	2	0
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	7	2	90	0,2	0,2	0
Endast BDT m rening	9	3	95	0,1	0,1	0
Ej indraget vatten	9	0	100	0,0	0,0	0
Summa:	596	558		257	127	130

5.1.2 Vänge reningsverk

Avloppsreningsverk kan vara betydande punktkällor till fosforutsläpp till recipient. I Hågaåns avrinningsområde ligger Väunge reningsverk. Reningsverket renar vattnet huvudsakligen genom en aktivslamprocess och kemfällning följt av sedimentation av flockarna. Efter att vattnet renats återstår dock föroreningar i löst fas eller i tillräckligt små partiklar för att de inte ska hinna sedimentera.

I Tabell 6 visas utsläppen av olika parametrar för åren 2014–2017 från Väunge reningsverk. Fosforavskiljningen är 98 % vilket medför att cirka 12 kg fosfor släpps ut till Hågaån varje år. Förutom fosfor släpper reningsverket ut kväve, syreförbrukande ämnen, och andra föroreningar som till exempel mikroplaster och läkemedelsrester.

Tabell 6. Väunge reningsverk, årsmedelvärden 2014–2017 för utsläpp av syreförbrukande ämnen, fosfor, totalkväve och ammonium.

	Mg/l	kg/år	Reningsgrad
BOD ₇	5,8	895	96 %
Fosfor	0,08	12	98 %
Kväve	25	3600	50 %
Ammonium	19	2900	93 %*

* Beräknad avskiljning utifrån antagande att 80 % av inkommande kväve är ammonium-kväve.

5.1.3 Bräddningar från avloppsnät och reningsverk

Förutom utsläpp av behandlat avloppsvatten sker bräddningar i reningsverket och på ledningsnätet av mer eller mindre orenat avloppsvatten. Uppsala Vatten och Avfall arbetar kontinuerligt med att minska bräddningarna. Bräddningar från Väunge reningsverk har varit väldigt få under perioden 2000 till 2017, och storleken på utsläppen är små jämfört med den totala utsläppta volymen (Tabell 7).

Tabell 7. Bräddade vatten- och fosformängder från Vänge ARV och ledningsnät.

Bräddningar	Reningsverket (m ³ /år)	Ledningsnätet (m ³ /år)	Bräddat fosfor (kg/år)
Vänge reningsverk	1650	0*	0,8**

* 2007 bräddade ledningsnätet 610 m³. I övrigt har ingen bräddning rapporterats på ledningsnätet sedan 2000.

** Uppskattning utifrån antagande att bräddat vatten i genomsnitt har en fosforhalt på 0,3 mg/l.

5.1.4 Hästhållning

Fosfor i hästgödsel

En vuxen häst avger lika mycket fosfor med träck och urin som den tar upp med fodret. Fosformängden i den vuxna hästens träck och urin beror således på hur mycket den äter vilket i sin tur beror på hästens storlek och hur den används. Till exempel producerar en tävlingshäst på 500 kg 10 kg fosfor, i träck och urin, per år. Det är framförallt träcken som innehåller fosfor, 90 %, och resten, 10 %, återfinns i urinen.

Enligt Jordbruksverket är tumregeln att en 500 kg tung häst producerar 8–10 ton gödsel per år. Varje ton gödsel innehåller cirka 1 kg fosfor vilket blir 8–10 kg fosfor per år. Från en ponny i lätt träning är mängden gödsel betydligt mindre och mängden fosfor drygt 5 kg per år.

Fosforläckage från hästgårdar

Kännetecknande för många hästgårdar är att fosformängden i hästgarna ackumuleras. Det beror på att det inte sker något uttag av fosfor från hästgarn. Det hästarna äter återförs till marken med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder i form av hö och kraftfoder. Många hästgarn är dessutom hårt upptrampade och saknar vegetation, speciellt vid grindhål och utfodringsplatser. I en studie har man från ett antal rastfällor för hästar i Uppsalatrakten gjort mätningar på fosforläckage (Parvage, M. M., u.å.). Rastfällorna har haft varierande lerhalt och olika antal hästar. Den bedömda tillförda mängden fosfor i rastfällorna per hektar var 60 kg, vilket kan jämföras med den tillåtna mängden för åkermark som är 22 kg per hektar. I studien framkom att fosforläckage från rastfällorna var i genomsnitt 1,1 kg per hektar. Från åkermark kan förlustnivån variera mellan 0,03–1,5 kg/hektar och år med medelvärdet 0,4 kg/hektar och från vanlig betesmark är medelvärdet 0,1 kg fosfor per hektar, Tabell 8.

Tabell 8. Beräknat fosforläckage från hästgårdar vid olika markanvändning.

Markanvändning	Fosforläckage kg P/ha år
Hästrastfällor (Parvage, M. M. m.fl., 2011)	1,1
Betesmark (Brandt, M. och Ulén, B., 1988)	0,1
Åkermark (Jordbruksverket, 2008)	0,4

Faktorer som påverkar fosforläckage från betesmark är jordart, topografi, dagvattenhantering (om dagvatten rinner in i hagen från omgivningen) och dräneringsförhållanden med öppna och täckta diken samt skyddsåtgärder för kvarhållning

av avrinnande vatten och fosfor. Hur intensivt hagarna utnyttjas och sköts påverkar också i hög grad.



Figur 5. Exempel på rasthagar och beten som inte mockas dagligen.

Om vuxna hästar på sommarbete inte tillskottsodras, är det balans mellan upptag av fosfor och återförd fosfor genom gödseln. Däremot kan en rumslig omfördelning ske inom hagen.

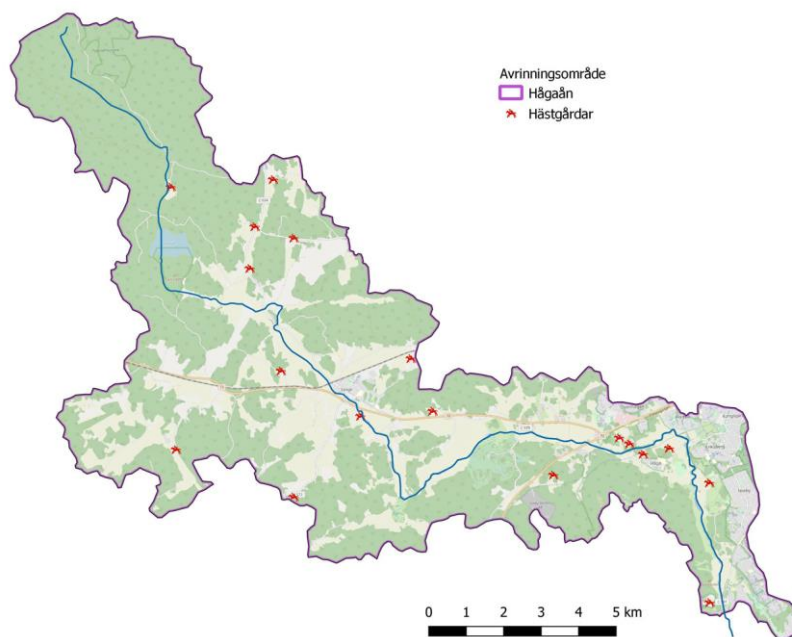


Figur 6. På stora sommarhagar är det balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

Inventeringsmetod

Det finns inget heltäckande register över hästgårdar, antal hästar eller var hästar finns, vare sig nationellt eller regionalt. Det beror på att den person som är registrerad ägare till hästen ofta bor på en annan plats än där hästen finns.

För att få information om hästgårdar i avrinningsområdet utgicks från en ej komplett lista från kommunen över fastigheter med lantbruksdjur och där hästar var specificerade. Utifrån fastighetsbeteckningen kunde fastigheterna lokaliseras. Därefter gjordes en genomgång av ortofoton över Hågaåns avrinningsområde för att identifiera fastigheter med ridbanor, hästtransporter och gödselplattor.



Figur 7. Hästgårdar inom Hågaåns avrinningsområde.

Fastigheterna med hästar bedömdes med hjälp av ortofoton efter avstånd till Hågaån, hästverksamhetens storlek, gödselhantering och betes användning. Utifrån dessa faktorer identifierades fastigheter med högst risk för fosforläckage.



Figur 8. Foto på Hågaån med angränsande beten nära Ekeby i Uppsala, augusti 2019.

Beräkningar och resultat

I inventeringen lokaliserades 17 hästgårdar inom Hågaåns avrinningsområde. Av dessa bedömdes två stycken medföra särskilt hög risk för fosforläckage, framförallt på grund av närhet till Hågaån. Uppsala kommun tillsammans med Hushållningssällskapet driver ett projekt kopplat till frågor om hästhållning och minskat näringsläckage inom LIFE IP Rich Waters, där flera av hästgårdarna runt Hågaån medverkar.

Avstånd från rastfällor och sommarbeten till Hågaån varierade mellan 0–1400 m för de identifierade hästgårdarna, och avstånden från gödselplatta till Hågaån låg mellan 200–1400 m.

Totalt antal hästar i Hågaåns avrinningsområde uppskattades till cirka 250 st. och arealen rastfällor och beten nära stallet till cirka 47 hektar. Arealen sommarbeteshagar uppskattades motsvara cirka 130 ha.

Detta ger en genomsnittlig hästtätthet på cirka 5 hästar per hektar rasthage och beten i anslutning till stallet. För att inte överskrida den maximala gränsen för spridning av fosfor med stallgödsel på 22 kg (SJVFS 2015:21), så kan man ha en hästtätthet på max 2,5 hästar per hektar (Larsson, M., 2018). Har man fler hästar än så, så blir åtgärder som mockning av hagar ännu viktigare (se stycke 7.3). På sommarbetet var motsvarande siffra cirka 2 hästar per hektar. Den genomsnittliga hästtättheten för både sommarbeten, rasthagar och beten nära stallet i Hågaåns avrinningsområde var drygt 1 häst /hektar, eller 0,7 hektar/häst.

Utifrån ett antal antaganden har beräkningar gjorts för mängd producerad fosfor i hästgödsel, fördelning mellan stall, rastfällor/bete nära stallet samt sommarbete, samt hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Hågaån årligen.

I beräkningarna har vi utgått från följande:

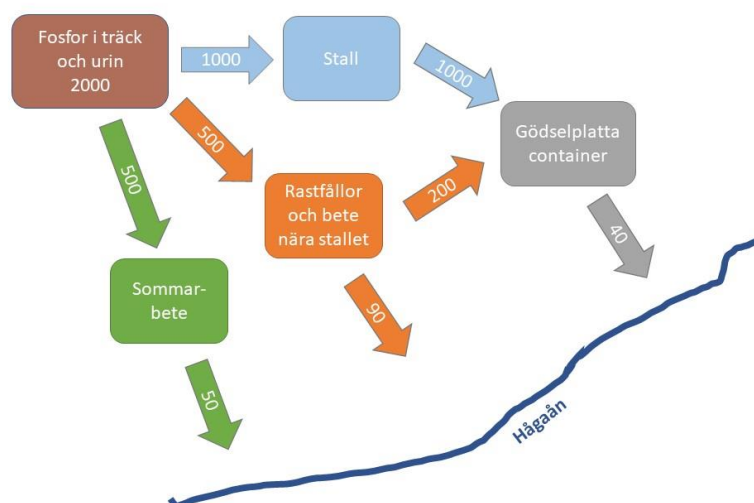
- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005)
- Varje häst konsumerar 8 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder och mineraler (Jordbruksverket)
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Hågaån (egen bedömning)
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (ej under sommaren)
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst-vinter-vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning)
- Fosforläckage till Hågaån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 30 %. Detta ger ett något större läckage än om siffran 1,1 kg/hektar i Tabell 8 används.
- 90 dagars sommarbete som inte mockas
- Utlakning från sommarbete 0,4 kg per hektar (klassar det högre än vanligt bete då betena är hårt belastade med hög hästtätthet och några ligger väldigt nära Hågaån, se Figur 9 och jämför Tabell 8).

Gödseln från hästgårdar i Hågaåns avrinningsområde innehåller cirka 2 ton fosfor per år. Av detta hamnar cirka hälften inne i stallet och vidare till gödselplatta, en fjärdedel i rastgårdar och beten nära stallet, och en fjärdedel ute på sommarbetet (Figur 9).

Rastgårdar och beten nära stallet antas mockas till 40 % enligt ovan. Läckage från gödselhantering, rastgårdar och sommarbete beräknas till cirka 180 kg/år (Tabell 9).

Tabell 9. Uppskattad årlig fosforbudget i kg för hästhållningen inom Hågaåns ARO (250 hästar).

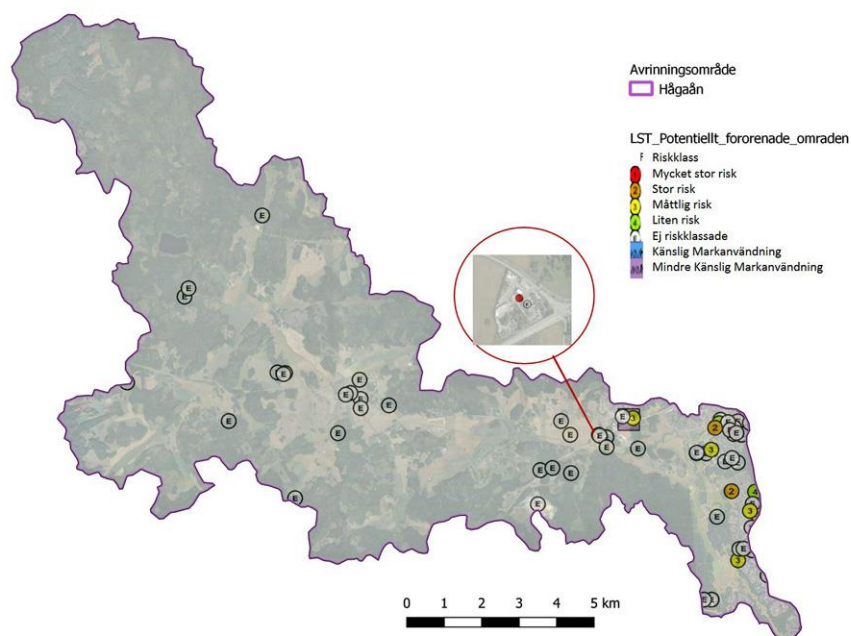
Fosforbudget hästhållning Hågaåns ARO	kg P/år
Fosfor i träck och urin	2000
Kvar i rastfällor och beten nära stallet efter mockning	300
Läckage från rastfällor och beten nära stallet	90
Till gödselplatta/container (mockning inne och ute)	1200
Läckage gödselplatta	40
Gödsel i hage sommarbete	500
Läckage sommarbete	50
Totalt läckage hästverksamheten	180



Figur 9. Fosforbudget. Antal kg fosfor i träck och urin från hästar i Hågaåns avrinningsområde årligen, hur denna mängd fördelas på stall, rastfällor/bete nära stallet samt sommarbete, och hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Hågaån.

5.1.5 Potentiellt förorenade områden

Riskklassade potentiellt förorenade områden finns enligt Länsstyrelsens vid Ragn-Sells anläggning vid Kvarnbolund, i korsningen mellan väg 55 och väg 72 (riskklass 1, se utsnitt i Figur 10), vid handelsområdet i Stenhagen, vid det förre detta tegelbruket Ekeby Bruk, samt vid flera plantskolor och kemtvättar i stadsdelarna Eriksberg, Norrby och Gottsunda.



Figur 10. Potentiellt förorenade områden inom Hågaåns avrinningsområde.

Lurbo snödeponi ligger i avrinningsområdet för Hågaån och bör betraktas som potentiell punktkälla till fosfor och andra trafikburna föroreningar såsom tungmetaller och organiska föreningar. Kommunen planerar att flytta snödeponin men ett beslut till alternativ placering har vid skrivandet av den här rapporten inte tagits än.

Analyser från miljörapporten för vintrarna 2014/2015 och 2015/2016 visar relativt höga halter av partikelbundna metaller i snön medan halter av vattenlösliga metaller är låga (Andersson, Mimmi, 2015 och 2017). I grundvattnet har förhöjda halter av zink påträffats. Föroreningshalter i restfraktioner (framför allt sand och bergkross från halkbekämpning) är dock låga. Sedimentprover från snödeponin visar på något förhöjd halt zink i Lurbo jämfört med riktvärden för känslig markanvändning (KM) och även högre än riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM) i ett sedimentskikt. Organiska parametrar i samtliga medier (snö, smältvatten, grundvatten, restfraktion och sediment) var generellt låga. Prover tagna i Hågaån visar dock inte på någon påverkan från Lurbo snödeponi. Detta uppdrag har genomförts under perioden maj 2019 till oktober 2019 och det har därför inte funnits tillfälle att besöka anläggningen under snösmältningen och göra en okulär bedömning av avrinningens potentiella påverkan på Hågaån. Det kan dock konstateras att smältvattnets väg från Lurbo snödeponi via dess två tillflöden till ån är relativt lång. En stor del av smältvattnet rinner dessutom genom ett system av avsättningsdammar innan det förs vidare i ledning under Lurbo ridsportsanläggning till ett dike som mynnar i ån. En annan del av flödet rinner via ett cirka 500 meter långt skogsdike innan det förs vidare i ledning under åkermarken för att sedan mynna i ån. Vi gör bedömningen att förutsättningar för sedimentation av partikelburen fosfor och partikelburna tungmetaller är goda; något som stämmer väl överens med observationen att påverkan i ån inte uppmätts. Vi vill dock påpeka att flödet från snödeponin är mycket litet jämfört med flödet i ån. Utspädningseffekten är därför betydande; något som försvårar upptäckt av eventuell påverkan.

Under platsbesöket september 2019 påträffades dock stora mängder skräp både på deponiytan och i dammsystemet som lätt skulle kunna spridas till deponins närområde inklusive Hågaån (Figur 11). Årlig städning efter snösmältningen rekommenderas. För att

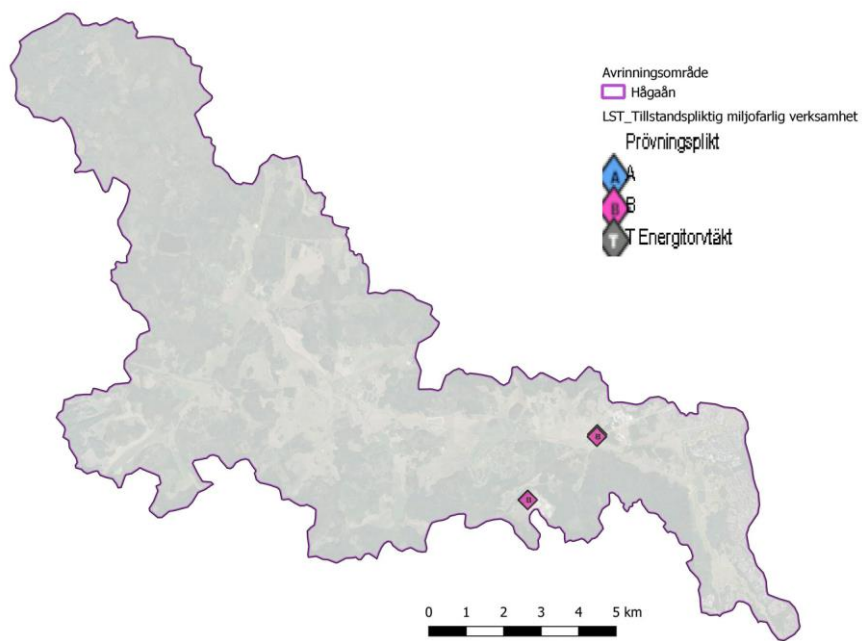
säkerställa dammarnas förmåga att långvarigt fånga partikulära föroreningar genom sedimentation krävs att information om rensningsbehovet regelbundet inhämtas genom undersökningar av sedimentuppbyggnad.



Figur 11. Förekomst av skräp (plast) på deponiytan (överst) och i avsättningsdammarna (nederst) under ett platsbesök september 2019.

5.1.6 Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet

Två verksamheter inom avrinningsområdet klassas av Länsstyrelsen som tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet med prövningsplikt i kategori B (Figur 12). Verksamheterna är Dalby Maskin bergtäkt som deponerar inert icke farligt avfall och Ragn-Sells Kommunpartner AB:s anläggning i Kvarnbolund vid korsningen mellan väg 55 och väg 72, som mottar och mellanlagrar farligt avfall. Sommaren 2019 beviljade Mark- och miljööverdomstolen företaget Swerock tillstånd att anlägga en ny bergtäkt vid Almby några kilometer öster om Vänge.



Figur 12. Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter innanför avrinningsområdet. Källa Länsstyrelsen.

Då ingen av verksamheterna förknippas med hantering av fosfor saknas grund för att misstänka väsentliga bidrag av fosfor från dessa verksamheter.

5.2 Tillförsel av fosfor från diffusa källor

5.2.1 Jordbruksmark

Hågaåns avrinningsområde består till cirka 25 % av jordbruksmark (SMHI, 2016) och enligt Jordbruksverkets sammanställning av jordbruksblockdata (GIS-skikt) finns det cirka 2700 hektar jordbruksmark inom avrinningsområdet. Det genomsnittliga specifika fosforläckaget från jordbruksmark i Mälardalen uppgår till cirka 0,5 kg/ha år (Naturvårdsverket, 2005).

I SMED:s arbete att kvantifiera Sveriges utsläpp av näringsämnen till havet har noggrannare beräkningsmodeller tagits fram. Dessa modeller bygger på fosforhalter i marken, markens lutning, jordartsförhållanden (förutom organiska jordar) och vilka grödor som odlas (Johnsson m.fl., 2016).

Eftersom nederbörd, avrinning, temperatur liksom odlingen och andra förutsättningar ändras mellan olika år varierar fosforläckaget från jordbruksmarken. Baserat på fördelningen av olika jordarter och läckaget per gröda och jordart har ett maximalt intervall, 1200–2700 kg/år beräknats. Intervallets lägre gräns avser flerårig vall och dess övre vårkorn, där jorden ligger plöjd under vintern. Utifrån medelodlingen i regionen kan läckaget beräknas till 2200 kg per år eller cirka 0,83 kg/hektar år.

Det har givetvis redan tagits vissa åtgärder för att minska förluster från jordbruksmarken via till exempel Greppa näringen. Inom Hågaåns avrinningsområde har lantbrukare på vissa sträckor till exempel anlagt odlingsfria kantzoner.

5.2.2 Skogsbruksmark

Skogsbruksmark avger också en del fosfor även om det specifika fosforläckaget är litet. I mälardalsregionen är fosforläckaget cirka 2,5 kg/km² år beräknat med en avrinning på 200 mm/år (Hytteborn m.fl., 2016). I Hågaåns avrinningsområde finns 76 km² skogs- eller skogsbruksmark. Detta ger ett fosforbidrag på cirka 190 kg per år.

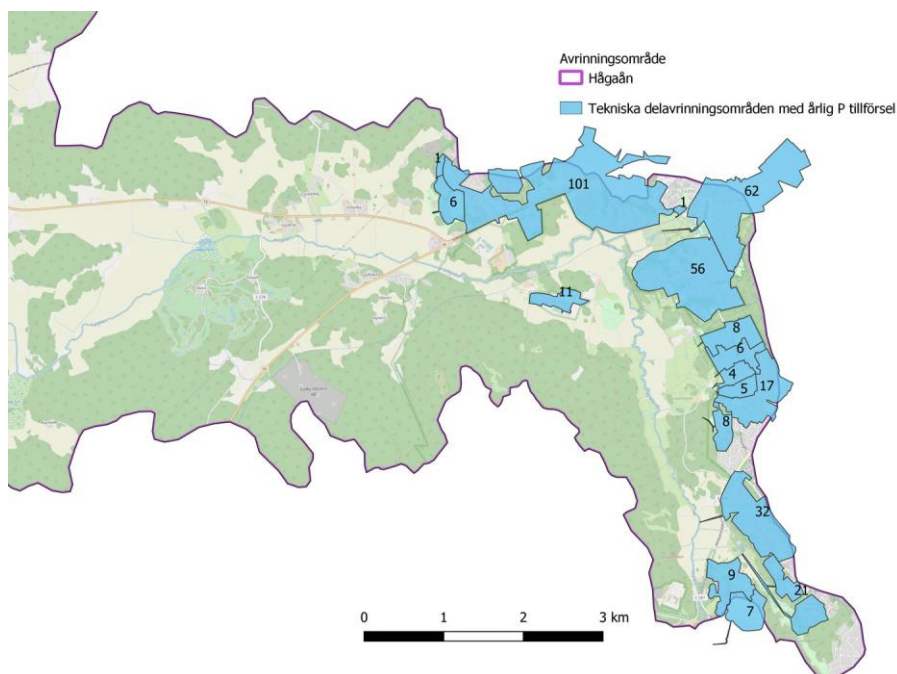
5.2.3 Övrig rural mark

En del av marken inom Hågaåns avrinningsområde utgörs av näringsrika organiska jordar, så kallade kärrtorvjordar. Om grundvattenytan sjunker under tidigare normala nivåer och exponerar organiskt material för luft och syre, sker mineralisering på ett djup i marken där det saknas eller är begränsat med rötter. Marken får så ett överskott på löst kväve och fosfor som sedan rinner ut när avrinningen ökar. Något som försvårar uppskattning av dessa markens betydelse till fosfortillförseln till Hågaån är att dessa kärrtorvjordar vanligen inte odlas på längre och grundvattennivån kan ha nått en ny stabil nivå som i sin tur kan leda till återuppbyggnad av organiskt material.

5.2.4 Tätortsbebyggelse

Uppsala tätort

Enligt underlag från Uppsala Vatten och Avfall AB som har varit tillgängliga under arbetet med dagvattenplanen för Uppsala (Stråe m.fl., 2019) tillför de tekniska avrinningsområden som avbördas mot Hågaån drygt 350 kg fosfor per år. Stadsdelar som bidrar med dagvatten till Hågaån är Stenhagen, Flogsta, Eriksberg, Norrby och Gottsunda, (Figur 13).

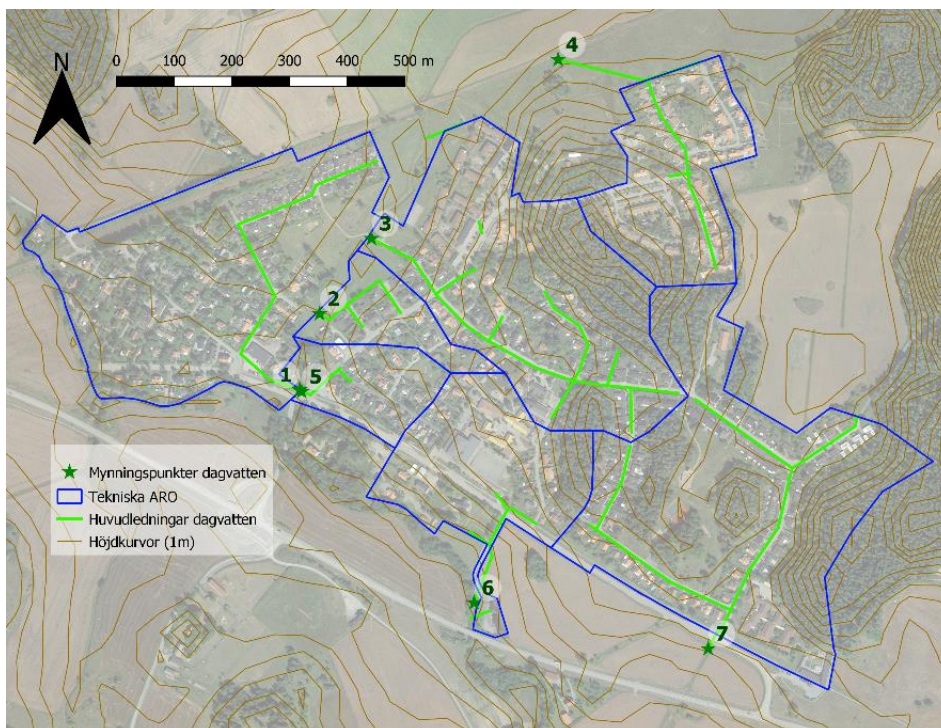


Figur 13. Tekniska delavrinningsområden för dagvatten inom Uppsala tätort som avbördar mot Hågaån samt modellerad årlig fosfortillförsel i kg. Källa: Uppsala Vatten och Avfall AB.

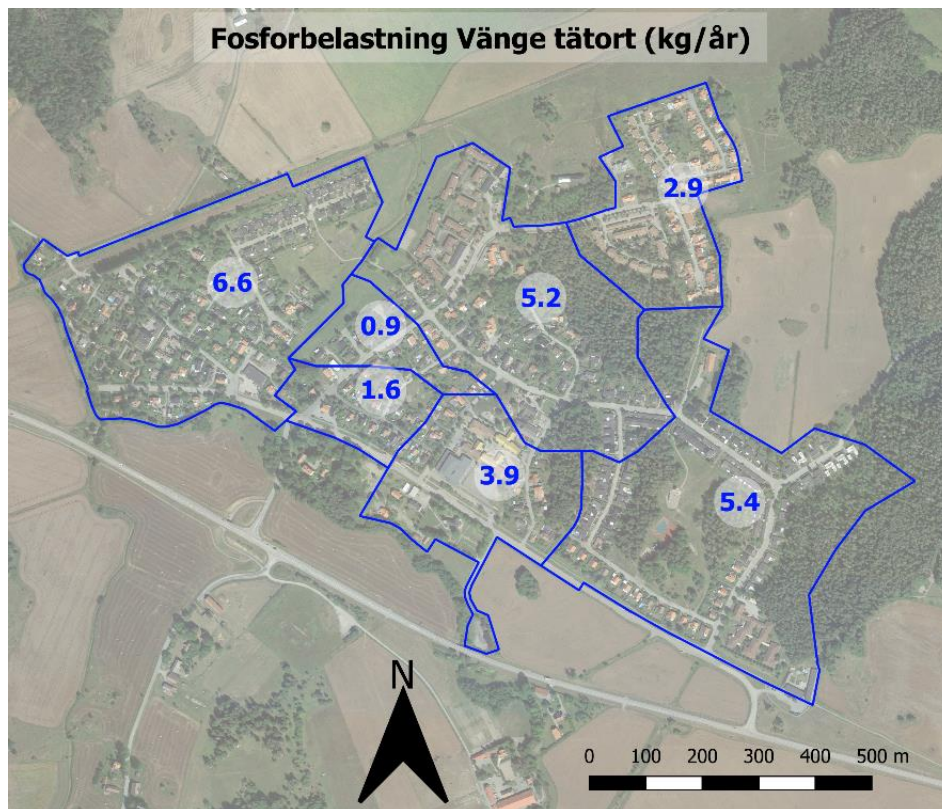
Vänge tätort

Som del av utredningen av diffusa källor som belastar Hågaån har påverkan från dagvatten från Vänge tätort utretts. Ytan som tillrinner dagvattennätet uppskattas till knappt 76 hektar, fördelat på sju tekniska avrinningsområden. Den dominerande markanvändningen är villaområde (52 %), vilket innebär en relativt låg hårdgörningsgrad (0,25) för Vänge som helhet. Totalt uppskattas den årliga fosfortillförseln i dagvattnet till 27 kg, varav de tre största avrinningsområdena (nr. 1, 3 och 7) tillsammans står för 17 kg (64 %). Av andra beräknade föroreningar uppgår exempelvis kvävetransporten till 220 kg/år, koppar till 2,8 kg/år och zink till 10 kg/år.

För en mer utförlig redovisning av metodik, arealer per tekniskt avrinningsområde, markanvändningslag och kompletta beräkningsresultat hänvisas till Bilaga 2.



Figur 14. Tekniska avrinningsområden i Vänge tätort med dagvattenledningar och mynningspunkter



Figur 15. Tillförsel av fosfor (kg/år) till Hågaån via dagvatten från Vänge tätort per tekniskt avrinningsområde.

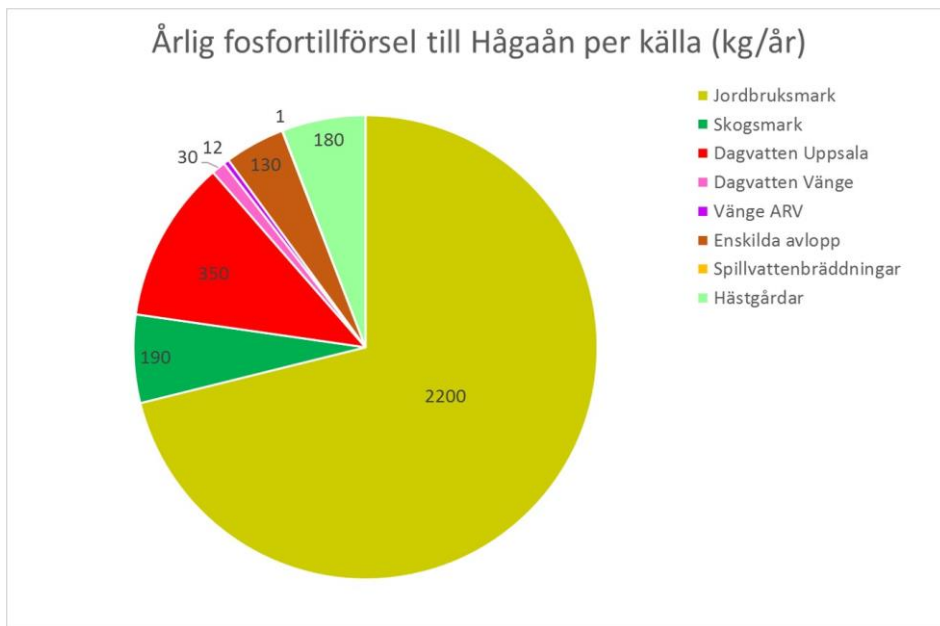
Potentiell tillförsel från pågående planer

Fosfortillförsel från pågående detaljplaner i Uppsala stad har beskrivits och tagits hänsyn till i dagvattenplanen för Uppsala kommun (Stråe m.fl., 2019). Planerade dagvattenåtgärder för Uppsala tätort beskrivs i stycke 6.2.2 nedan. I Vänge tätort pågår för tillfället bara ett mindre planarbete som syftar till en ny samlingslokal på fastigheten Vänge 4:1 (PBN 2018–000691) intill Vänge kyrka. Planens påverkan på fosfortillförseln till Hågaån bedöms vara försumbar

5.3 Sammanfattande slutsatser kring fosfortillförsel

Jordbruksmarken i avrinningsområdet beräknas tillföra 2 200 kg fosfor per år till Hågaån. Bidraget från skogsbruksmarken beräknas till 190 kg per år. Dagvatten från Uppsala tätort har i tidigare utredning beräknats bidra med drygt 350 kg fosfor per år och för Vänge tätort beräknas bidraget vara knappt 30 kg per år. Bidraget från diffusa källor blir således 2 770 kg fosfor per år.

Tillsammans med de drygt 300 kg fosfor som beräknas komma från punktkällor uppskattas den totala årliga tillförseln till Hågaån till knappt 3,1 ton. Jordbruksmarken står för nästan tre fjärdedelar av tillförseln (Figur 16). Det näst största bidraget (cirka 11 %) härrör från dagvatten i Uppsala tätort följt av bidragen från skogsbruksmark, hästgårdar och enskilda avlopp.



Figur 16. Fördelning av årlig fosfortillförsel från olika diffusa- och punktkällor.

6 Åtgärdsförslag

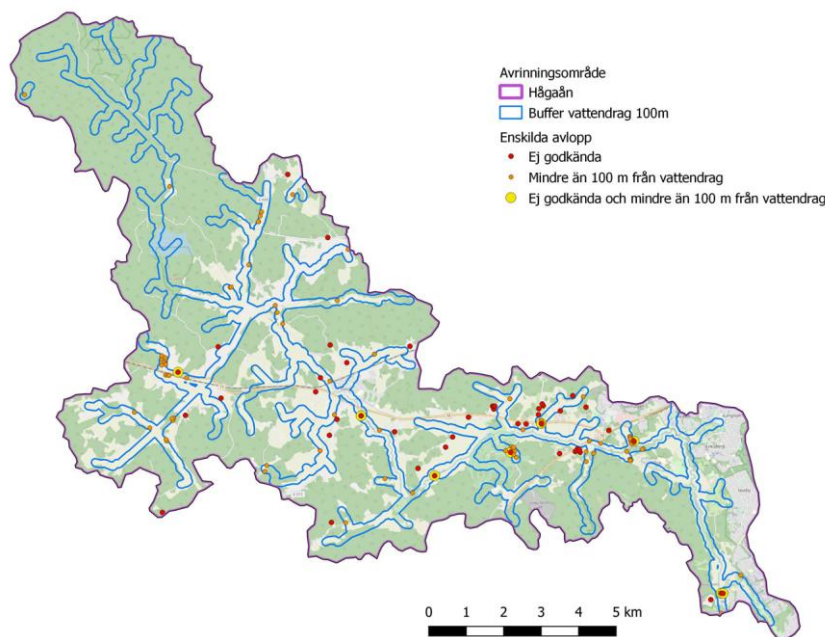
6.1 Åtgärder för punktkällor

6.1.1 Åtgärder för enskilda avlopp

Reningsseffekt

Enligt miljökontorets uppgifter finns det idag 60 avlopp som har bristfällig eller okänd rening inom avrinningsområdet till Hågaån. Om alla dessa åtgärdas med en ny markbädd eller infiltration, beräknas fosforbelastningen till Hågaån minska med cirka 20 kg årligen. Kommunen bedriver tillsyn i området, och detta är nånting som sannolikt kommer ske inom de närmaste åren.

Det finns 100 avlopp som ligger närmare än 100 m från Hågaån, större diken eller vattendrag. Nio av dessa har bristfällig eller okänd rening, se ovan, och övriga har godkänd markbaserad rening (markbädd eller infiltration). Om dessa 100 avlopp uppgraderas till en reningsnivå motsvarande hög skyddsnivå för fosfor (90 % reduktion), så beräknas fosforbelastningen kunna minska med ytterligare 19 kg, dvs totalt cirka 39 kg jämfört med dagens belastning.



Figur 17. Enskilda avlopp som inte är godkända och/eller ligger mindre än 100 m från Hågaån eller diken/vattendrag.

Kostnader och kostnadseffektivitet

Kostnaden för att anlägga ett nytt enskilt avlopp med markbädd eller infiltration är cirka 70 000–100 000 kr (avloppsguiden.se/faq/vad-kostar-det-att-anlagga-avlopp/). Antaget att anläggningarna i genomsnitt kostar 80 000 kr, och avskrivs på 20 år, så blir årskostnaden cirka 7 000 kr per fastighet inklusive driftskostnad och ränta (2 %).

Om denna åtgärd endast skulle göras i syfte att minska fosforläckaget till Hågaån, så skulle den årliga kostnaden vara 21 000 kr per kg fosfor. Nu behöver dessa anläggningar åtgärdas ändå, bland annat för att minska risk för förorening av dricksvattenbrunnar och dålig lukt.

Kostnaden för att uppgradera en befintlig anläggning med extra fosforrening varierar beroende på befintlig anläggning, men kan antas vara cirka 25 000 kr om anläggningen är i gott skick. Med en avskrivning på 20 år ger det en årskostnad på cirka 3 500 kr per fastighet inklusive driftskostnad och ränta (2 %), utöver den kostnad man har idag. Uttryckt i relation till avskild mängd fosfor skulle det innebära en kostnad på cirka 18 000 kr/kg P och år. De flesta fastigheter har gällande tillstånd, och en uppgradering till hög skyddsnivå skulle främst vara aktuell om avloppet ändå måste åtgärdas på grund av bristfällig funktion.

6.1.2 Åtgärder för Vänge reningsverk

Reningseffekt

Eftersom utsläppen av fosfor från Vänge reningsverk är små och reningsverket fungerar bra bedöms ensidiga investeringar i förbättrad fosforavskiljning inte vara motiverade. Höga utgående ammoniumhalter som i en liten recipient riskerar vara toxiska för akvatiskt liv, samt kroniska risker kopplade till läkemedelsrester och mikroplaster bedöms dock lämna utrymme för reella förbättringar, trots att koppling mellan dessa risker och uppfyllelse av miljö kvalitetsnormerna inte i nuläget är fastställd.

Eftersom våtmarker för kompletterande spillvattenrening med inslag av aeroba reningssteg har väldokumenterad nitrifikationskapacitet, och enligt de fåtal studier som gjorts uppvisar lovande resultat för avskiljning av läkemedelsrester och mikroplaster i förhållande till kostnadsbild har en våtmarkslösning som komplement till Vänge avloppsreningsverk studerats. Intill Vänge reningsverk ligger flack jordbruksmark som tycks lämplig för ändamålet. Se förslag i bilaga 1.

Som en bonus kan också fosforavskiljningen förväntas öka med en våtmark. Avskiljningen sker dels till följd av efterfällningsprocesser som medges tack vare utökad uppehållstid, och dels till följd av sedimentation och avsilning. I flera svenska spillvattenvåtmarker har man sett avskiljningsgrader av totalfosfor kring 50 % (Flyckt, 2010) så att fosforhalterna kommer ner till recipientens halter eller lägre.

Fosforavskiljningen i en våtmark vid Vänge reningsverk skulle med 50 % reningsgrad avskilja 6 kg fosfor årligen, utifrån nuvarande belastning.

En våtmark som efterföljande reningssteg utgör vid bräddningar och eventuella driftproblem också en välkommen buffert mellan reningsverk och recipient. De bidrar också med biologisk diversitet och blir ofta uppskattade rekreationsområden.

Kostnader och kostnadseffektivitet

Anläggandet av en våtmark uppskattas översiktligt kosta cirka 1 miljon kr, exklusive markinköp/arrende. De största utgifterna förväntas vara de tekniska installationerna (Tabell 10).

Tabell 10. Uppskattade kostnader för att anlägga våtmark vid Vänge reningsverk

Post	Pris/enhet	Enhet	Antal	Enhet	Pris
Schakt	100	kr/m ³	1500	m ³	150 000 kr
Pumpar mm	600 000	kr/st.	1	st.	600 000 kr
Projektering	10 %				75 000 kr
Oförutsedda utgifter	15 %				125 000 kr
Totalt					950 000 kr

6.1.3 Åtgärder för hästgårdar

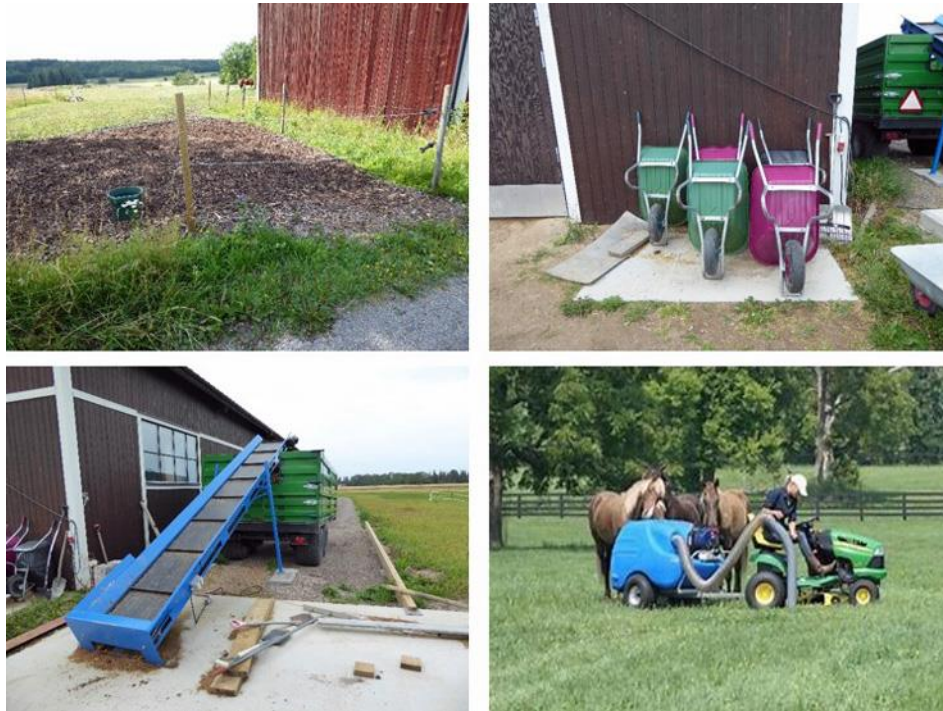
Reningseffekt

De åtgärdsförslag som anges nedan utgår från åtgärder föreslagna av SLU, Jordbruksverket, Länsstyrelsen, WRS och Hushållningssällskapet:

- Ändrad foderstat. Ta foderanalyser och se över foderstaten och åtgärda om det är överutfodring med fosfor – om fosforförbrukning minskar med 0,5 kg per häst och år på grund av ändrad foderstat kan man minska fosforläckaget med cirka 20 kg i Hågaåns avrinningsområde.
- Mocka hagar och rastfällor som används mycket dagligen, t.ex. med en betesdammsugare. Med denna åtgärd skulle man kunna minska fosforbelastningen från hästgårdar i Hågaåns avrinningsområde med cirka 55 kg.
- Mocka sommarhagar minst en gång i veckan – bedöms kunna minska fosforläckaget med 40 kg.
- Om alla ovanstående åtgärder görs på alla hästgårdar skulle bedömda fosforförluster kunna minskas med nästan 100 kg i Hågaåns avrinningsområde.

Åtgärder som är svåra att sätta siffror på men som har effekt vid kraftig nederbörd och snösmältning:

- Anlägg skyddszoner mot vattendrag för att förhindra yterosion
- Anlägg beten med grässorter som är tramptåliga och toleranta för fuktiga förhållanden
- Kringdika hagar nära Hågaån för att fånga upp ytavrinnande vatten som rinner in eller ut från hagen.
- Anlägg svackdiken för att kvarhålla avrinnande vatten och näringsämnen. Svackdiken är en typ av buffertzon där en gräsbevuxen del av terrängen vid höga flöden fylls med vatten men som i normalfallet är torrlagda. Svackdiken måste dimensioneras efter storleken på hagen.
- Erosionsskydda marken på särskilt utsatta och upptrampade ställen, t ex vid grindhål.
- Ge hästarna tillräckliga ytor för bete och utevistelse
- Skapa en säker gödselhantering – platta, container, kompostering, spridning, tak över platta
- Anlägg fosfordamm för att förhindra att näringsrikt vatten når Hågaån.



Figur 18. Exempel på förstärkning av underlag vid grindhål, bra skottkärror för mockning i rastfällor och hagar, gödselhantering som fungerar, betesdammsugare.

Kostnader och kostnadseffektivitet

Många av åtgärderna som beskrivits ovan handlar om förändrade rutiner snarare än stora investeringar. Det är därför svårt att ange kostnader, men nedan ges ett räkneexempel:

Antag att 10 gårdar köper in var sin betesdammsugare medelstor, och att alla 17 hästgårdar lägger en timme per vecka för mockning av sommarhagar, under 13 veckors tid per år. Detta medför en kostnad på cirka 3500 kr per kg fosfor. En sådan åtgärd görs dock inte enbart för att minska på fosforläckaget, utan borttagning av hästgödsel bidrar till exempel också till att minska parasittrycket på betesmarken.

6.2 Åtgärder för diffusa källor

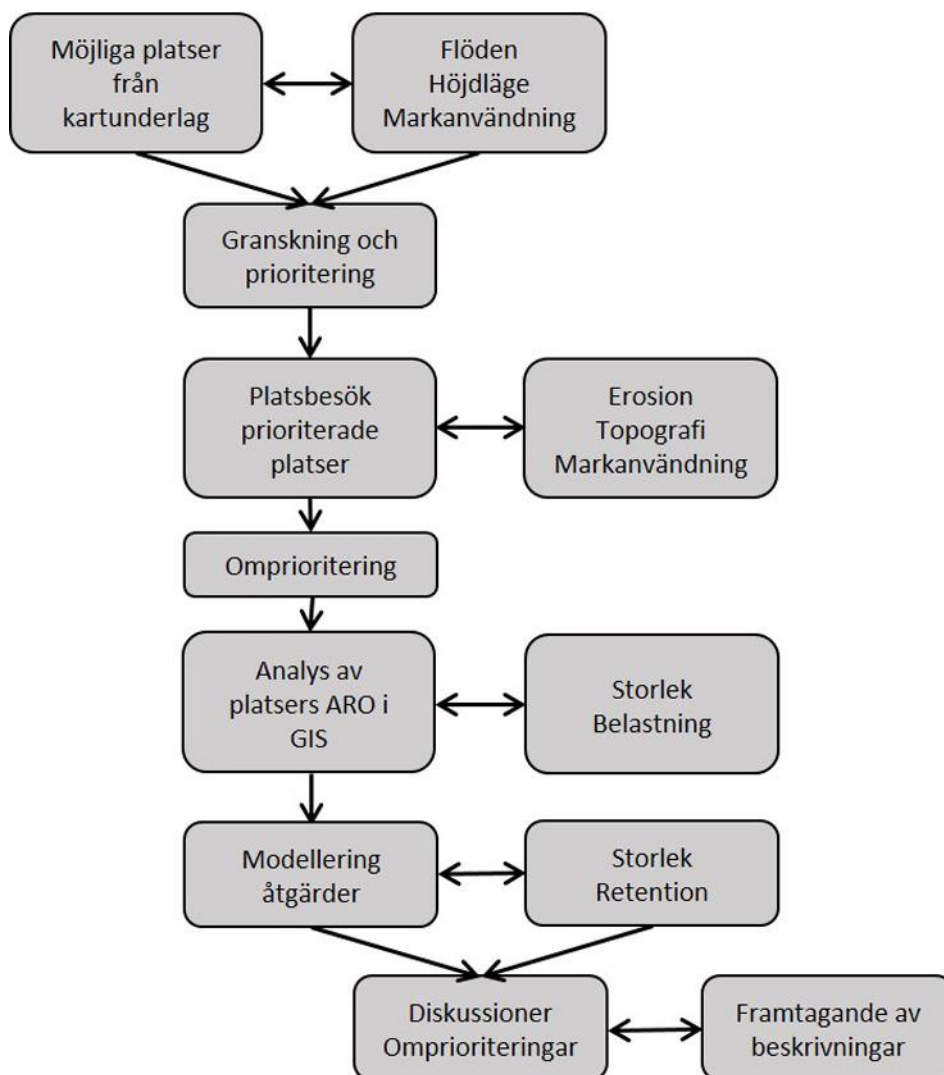
6.2.1 Åtgärder för jordbruksmark

Val av åtgärdsplatser

Arbetet med att välja åtgärdsplatser i avrinningsområdet har utförts i flera steg med olika analysmetoder. Först upprättades en bruttolista utifrån studier av topografiska kartunderlag och ortofoton över området, varefter en första preliminär gallring gjordes. Platserna besöktes sedan för bedömning av lämplighet utifrån platsens topografi, inte minst nivåskillnader mellan dikesbotten och markyta, men också släntlutningar och eventuella spår av erosion eller skred samt nuvarande markanvändning, varpå omprioriteringar gjordes bland platserna.

För de kvarvarande mest intressanta platserna bestämdes storleken på platsens tillrinningsområde och dess markanvändning vilket möjliggjorde beräkning av teoretisk fosfortillförsel. Utifrån markanvändningen har åtgärdsförslagen sedan kunnat

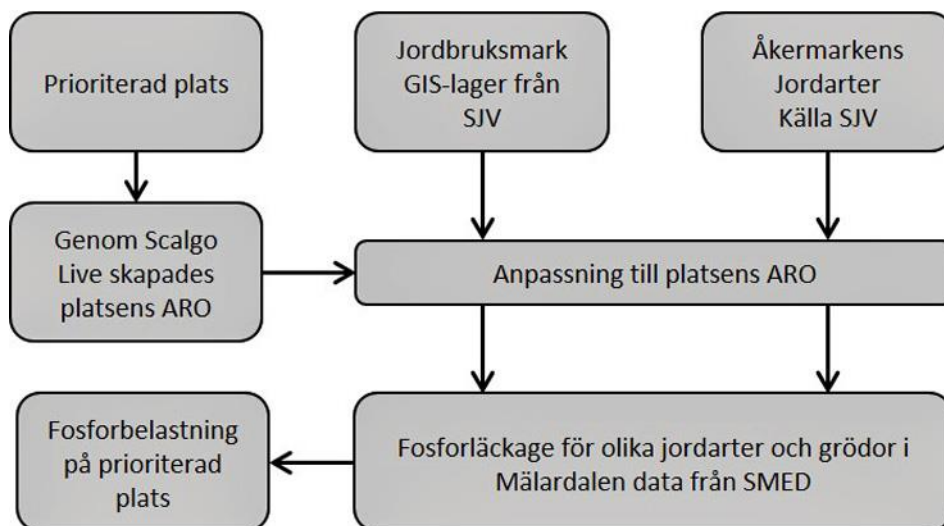
dimensioneras och åtgärdens reningspotential beräknas utifrån litteraturuppgifter på avskiljningsförmåga. Med hänsyn till den förväntade avskiljningen och den bedömda svårighetsgraden att genomföra åtgärden har sedan en slutlig prioritetsordning bestämts. Figur 19 visar ett schema över processen.



Figur 19. Konceptuell process för val av åtgärdsplatser i avrinningsområdet. Förkortningen ARO står för avrinningsområde.

Beräkning av fosfortillförsel

Metodiken för att beräkna fosfortillförseln till föreslagna åtgärdsplatser i jordbrukslandskapet illustreras i figuren nedan (Figur 20). Avrinningsområdena till de högst prioriterade åtgärdsplatserna bestämdes genom att analysera lantmäteriets höjdmödel 2x2 m i Scalgo Live. Genom att kombinera avrinningsområdenas gränser med kartdata över jordbruksmark i området och med jordarter för denna mark (Jordbruksverket, 2015a) kunde de olika jordarternas jordbruksarealer bestämmas. Med siffror på specifikt fosforläckage från olika jordarter i Mälardalen ifrån SMED (Johnsson m.fl., 2016) kunde sedan fosfortillförseln beräknas. Hänsyn till gröda har inte tagits, då beräkningen inte avser ett specifikt år och grödor ändras mellan åren och över tid. Beräkningarna har istället utgått från en genomsnittlig fördelning av grödor i Mälardalen som SMED tagit fram.



Figur 20 Metod för beräkning av fosfortillförseln från jordbruksmarken inom åtgärdsplatsernas avrinningsområden. Förkortningen SJV står för Statens Jordbruksverk.

Annan mark än jordbruksmark inom respektive avrinningsområde har antagits bestå av 90 % skogsbruksmark och 10 % bebyggd mark, baserat på markanvändningens fördelning enligt SMHI:s vattenwebb. Tillförseln från dessa marktyper har beräknats till 5 kg/km² år och har adderats till tillförseln från jordbruksmarken.

Den specifika data som använts för att beräkna fosfortillförseln redovisas i Tabell 11

Tabell 11. Datakällor för beräkning av fosfortillförsel från åtgärdsplatsernas avrinningsområden

Data	Källa
Stödberättigad jordbruksmark 2013	Jordbruksverket stödunderlag 2013
Odlingarnas jordarter	Jordbruksverket 2015b
Fosforurlakning per gröda och jordart i Mälardalen	SMED 2016
Avrinningsområden för respektive åtgärd	Scalgo live/Lantmäteriet höjddata

Åtgärdstyper

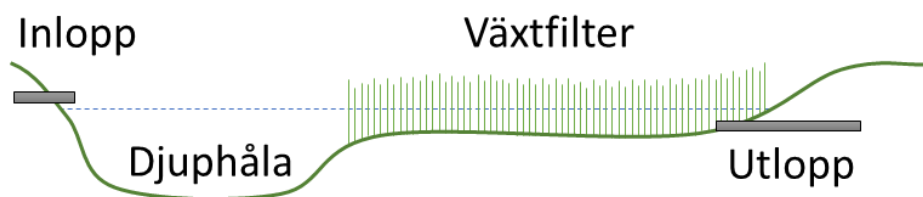
I detta kapitel beskrivs de åtgärdstyper som bedöms vara mest lämpliga för att minska tillförseln av fosfor från jordbrukslandskapet. Litteraturuppgifter på åtgärdstypernas avskiljningsförmåga har sedan använts för att beräkna de föreslagna åtgärdernas reningspotential. Platsspecifika, dimensionerade åtgärder beskrivs i bilaga 1.

Den fosfor som avrinner från åkermarken gör det främst i partikulär form, bunden till jordpartiklar. För att fånga en del av denna jord och förhindra att den hamnar i ån kan avsilande och sedimentterande ”hinder” byggas. Detta kan göras effektivt med relativt små fångdammar för mindre delavrinningsområden eller med större våtmarker längre ned i avrinningsområdet. En annan metod är så kallade tvåstegsdiken där växter bidrar till filtrering av vattnet.

Fosfordammar

Fosfordammar är en lösning som visat sig ge hög avskiljning per använd markyta. Detta då partiklar relativt effektivt sedimenterar i dammen. Fosfordammar ska till ytan vara åtminstone 1‰ av avrinningsområdet yta. Vid mindre yta minskar avskiljningen betydligt i dammarna (Kynkäänniemi, 2014). Dammen byggs i två sektioner, först en djuphåla för sedimentation och därefter en grund del med riklig växtlighet. Den djupa delen ska vara

cirka 20–30 % av dammens yta (Figur 21). Slänterna i dammen ska vara någorlunda flacka, cirka 1:3, för att minska erosionsrisken (Hushållningssällskapet, 2012). Det är också viktigt med ett bra längd-breddförhållande för god funktion (Kynkäänniemi, 2014)



Figur 21. Principskiss fosfordamm för avskiljning av partiklar

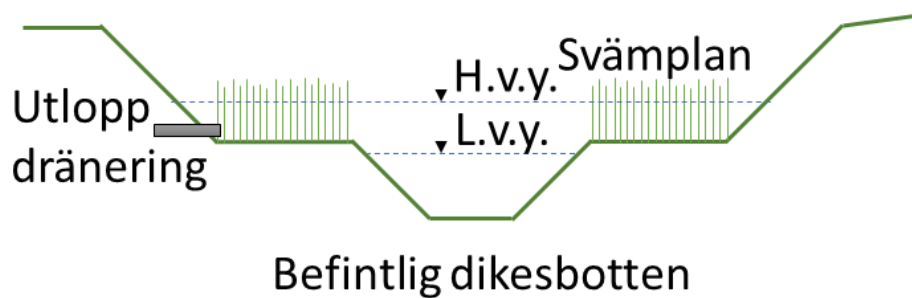
Ett rimligt antagande för uppskattning av reningspotentialen är strax under 50 % avskiljning av inkommande fosfor (Jordbruksverket, 2015a). För att underlätta skötsel i form av släntklippning och sedimenturgrävning är det viktigt att dammen är åtkomlig med traktor och grävmaskin. Ska en fosforfälla placeras på bra åkermark måste så ersättningsnivån stå i paritet med inkomsten från marken (Malgeryd m.fl., 2015).

Våtmarker

Våtmarker anläggs vanligen för att minska mängden kväve i vattendragen. Våtmarkerna anläggs ofta lite längre ner i avrinningsområdet än fosfordammar och är därför oftast betydligt större. Avskiljningsgrad av närsalter är beroende på våtmarkens storlek. Vanligt vis har anlagda våtmarken i jordbrukslandskap en yta som motsvarar 0,5–1,0 % av avrinningsområdet. Dock även våtmarker som är betydligt mindre än 0,5 % kan avskilja betydande mängder närsalter om tillförseln är tillräckligt hög. Utöver fastläggning och omvandling av kväve kan våtmarker även avskilja fosfor. Särskilt om de byggs med en sedimentationsfälla i början av våtmarken som underlättar rensning. Då våtmarken anläggs längre ner i systemet har större partiklar fastnat på vägen. Koncentrationen av fosfor minskar också när vattnet späds med näringsfattigare vatten från skogsmarker. På grund av detta kan man vänta sig något lägre avskiljning i våtmarker än i fosfordammar (Jordbruksverket, 2015a). Om våtmarken i odlingslandskapet dock skapas med näringsavskiljning i fokus, så kan deras avskiljande kapacitet bli betydligt bättre än för åtgärder inom landsbygdsprogrammet och uppgå till 50 kilo fosfor och 500 kilo kväve per hektar och år (Weisner m.fl., 2015). Detta indikerar att det finns en stor potential att förbättra effekten framöver.

Tvästegsdiken

En metod som visat sig fungera bra i USA är att gräva om diken till så kallade tvåstegsdiken. Detta görs genom att cirka 50 cm ovan dikesbotten anlägga en plåtå på vardera sida om diket. Dessa plåtåer ska vara mellan 1 - 2 gånger så breda som dikesbotten (Figur 22). Ett tvåstegsdike ska läggas på en längre sträcka om minst 800 m för att ge önskad effekt. Fosforavskiljningen i tvåstegsdiken har visat sig ligga mellan 10 % och 40 % och kväveavskiljningen mellan 1 % och 40 %. Förutom näringsavskiljningen ökar diket kapacitet betydligt med de breda avsatserna och risken för översvämningar kan således minskas. Med en stark växtlighet på kanterna minskar även erosionsrisker på diket (Hushållningssällskapet, 2012). En osäkerhet med tvåstegsdiken är att det inte med önskvärd tydlighet framgår hur avskiljningen av fosfor går till och om dikesplåtåerna måste rensas för långvarig funktion och vilka risker för erosion sådan rensning då medför.

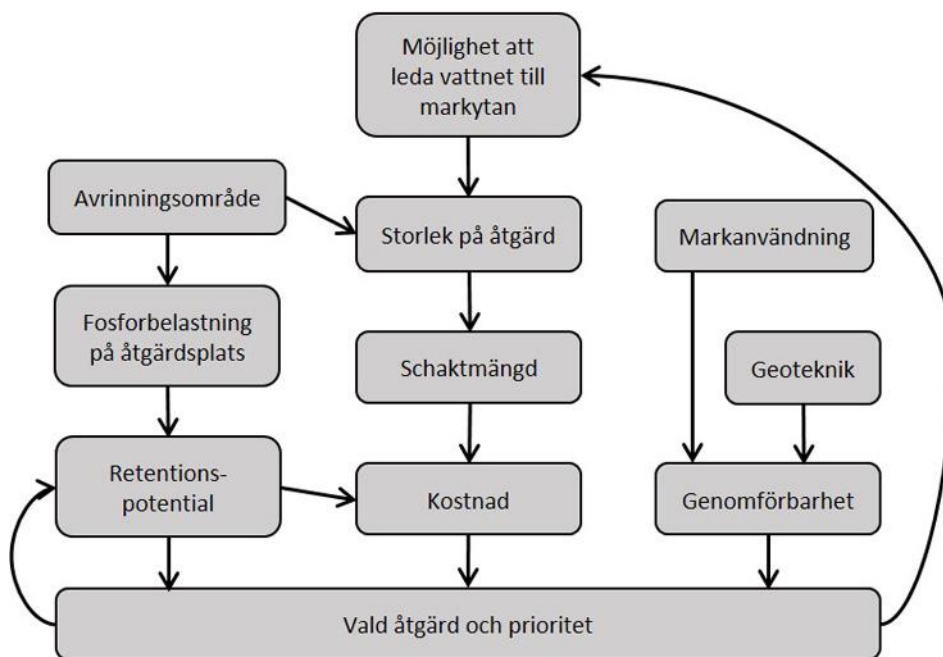


Figur 22. Principskiss på ett tvåstegsdike i sektion

Vid normal vattenförling ligger vattenytan i den gamla dikesfåran. Under perioder med högre avrinning kommer vattnet att brädda upp på de växtbevuxna sidorna där fosfor kan silas av.

Val av åtgärdestyp och prioritering av åtgärd

Val av åtgärdestyp och prioritering bland åtgärdsplatserna har huvudsakligen gjorts utifrån beräknad mängd avskiljningsbar fosfor och bedömd genomförbarhet (Figur 23).

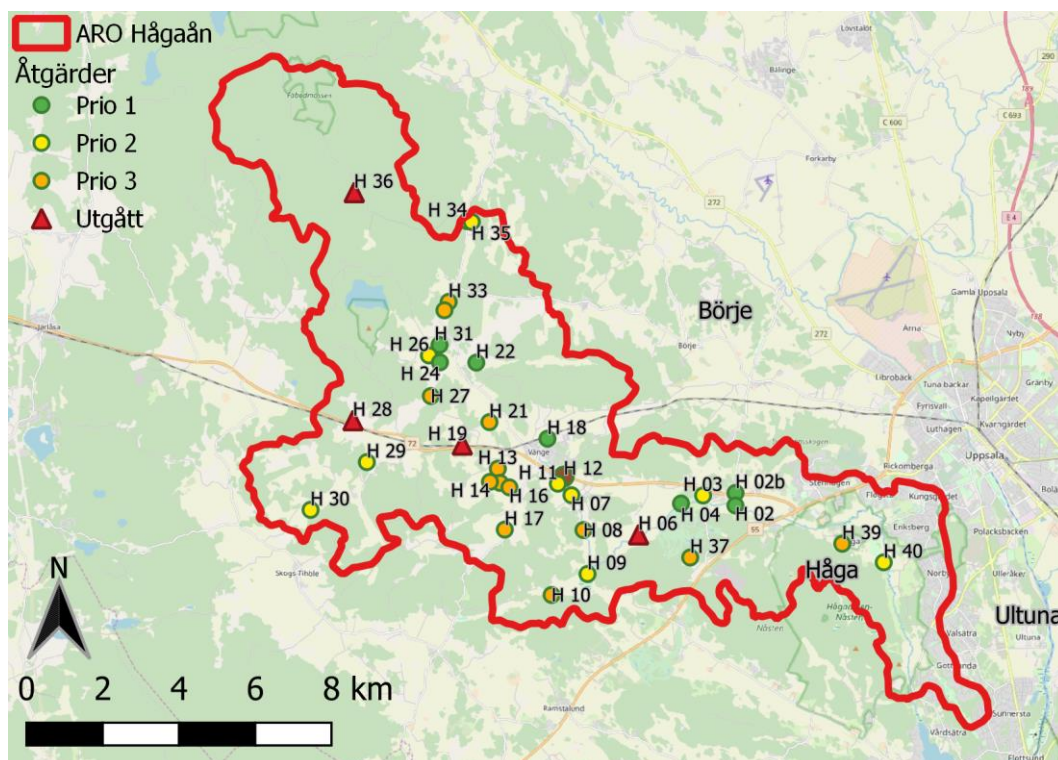


Figur 23. Konceptuell skiss över vilka parametrar som vägs in vid val av åtgärd till respektive åtgärdsplats och hur dess sedan bör prioriteras.

Vi vill gärna påminna om vikten att koordinera åtgärdsförslag med berörda markägaren i tidigt skede. Effektivast är om myndigheter kan bistå lantbrukaren med rådgivning om konkreta åtgärder som lantbrukaren kan genomföra direkt utan att det påverkar ekonomin negativt. Ofta finns det skäl till att åtgärder som föreslås inte blir genomförda. Dessa skäl kan vara lagstiftning, regelverk kring EU-stöd, åkermarkens värde, oro för påverkan på grannfastigheter och brist på tid eller pengar. Åtgärder som inte inkräktar på produktionen och dessutom får stöd för merkostnaden har störst chans att bli genomförda.

Resultat

Totalt har 37 platser identifierats som möjliga för åtgärder för minskad fosfortillförsel från jordbruksmark (Figur 24). De fem med högst prioritet skulle tillsammans kunna minska fosfortillförseln till och transporten i Hågaån med cirka 200 kg/år. Utöver dessa fem platser har ytterligare tre områden redovisats för deras potential att förbättra hydromorfologin i Hågaån. Åtgärdsplatserna med föreslagna lösningar presenteras närmare i bilaga 1.



Figur 24. Identifierade och avförda åtgärdsplatser i Hågaåns avrinningsområde. Bakgrundskarta: openstreetmap.org.

6.2.2 Åtgärder för tätortsbebyggelse

Redan planerade åtgärder Uppsala tätort

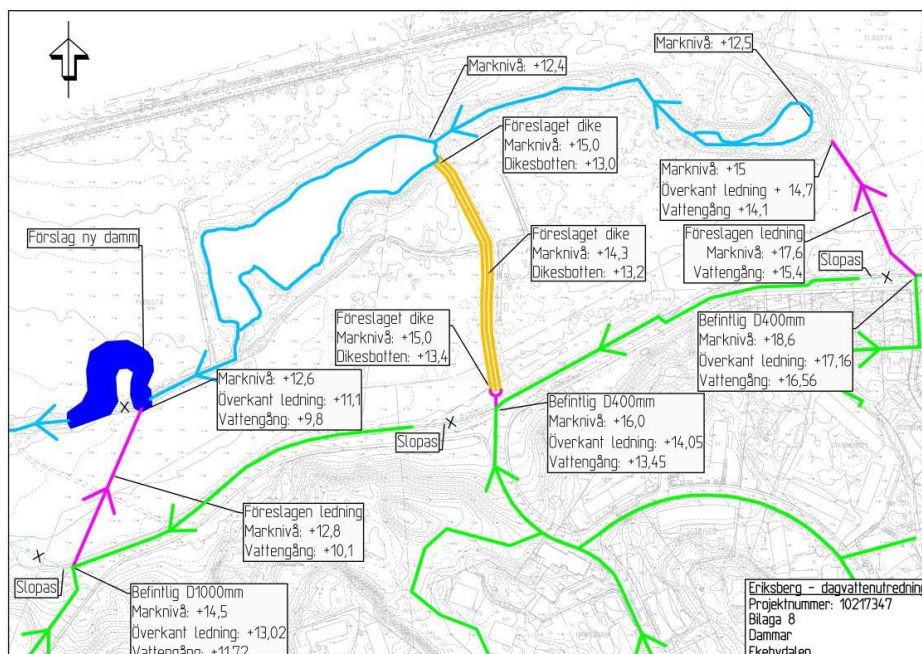
Det finns för tillfället två redan planerade och projekterade dagvattenreningsåtgärder för befintliga stadsdelar innanför Hågaåns avrinningsområdet.

Eriksberg

I samband med förtätningsplaner för stadsdelen Eriksberg har förslag till förbättrad hantering av dagvatten tagits fram (WSP, 2016). Förslaget går ut på att slopa alla befintliga direktutsläpp via dagvattenledningar till Hågaån. I stället föreslås hela områdets avvattning ske via diken och ett utbyggt dammsystem innan vattnet når Hågaån.

Enligt WSP:s utredning beräknas tillförseln av fosfor från Eriksbergs delavrinningsområde öka från 52 till 61 kg per år till följd av förtätningen. De föreslagna åtgärderna bedöms vara tillräckligt stora för att uppnå åtminstone 50 % reningseffekt på fosfor.

Nettotillförseln till Hågaån förväntas således minska från dagens 50 kg per år till cirka 30 kg per år: en minskning med 20 kg per år.

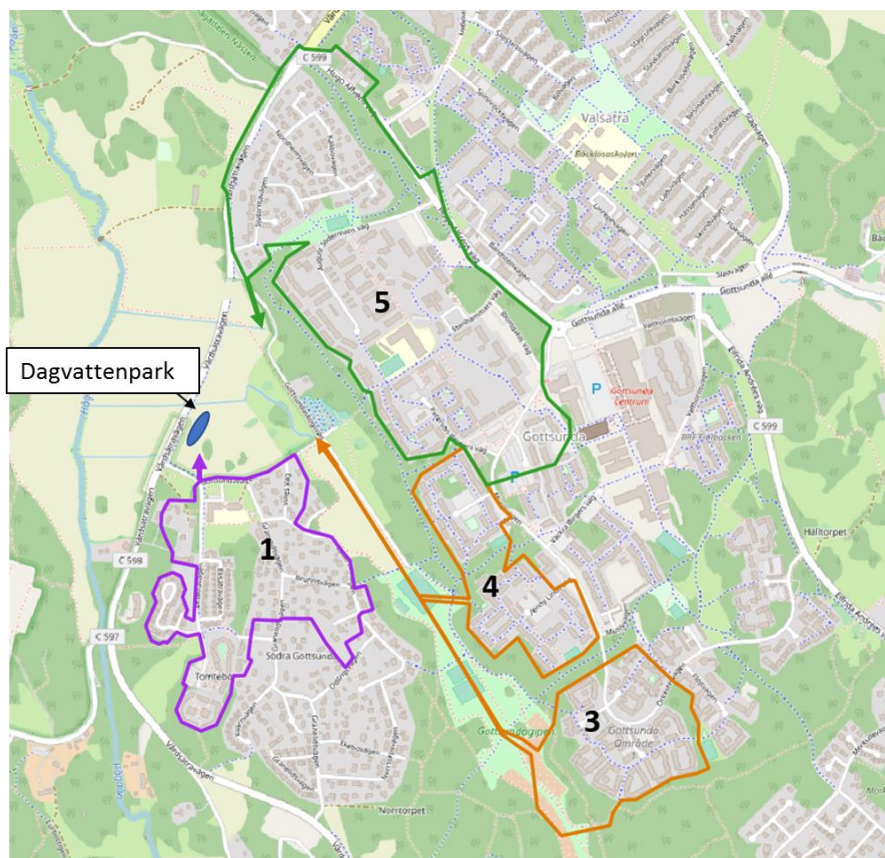


Figur 25. Förslag för framtida hantering av dagvatten från Eriksberg där allt dagvatten framöver föreslås ledas till Hågaån via ett system av diken och befintliga och nya dammar. Källa WSP 2016.

Dagvattenpark Södra Gottsunda

Uppsala kommun och Uppsala Vatten AB planerar att anlägga en dagvattenpark i Södra Gottsunda (Stenström, Y. m.fl., 2019). Det sker med stöd av EU/LIFE och Havs- och vattenmyndigheten genom projektet LIFE IP Rich Waters. Målsättningen med projektet är att skapa en vattenpark som uppfyller flera olika funktioner samtidigt, förutom att rena dagvattnet från centrala och södra Gottsunda innan det leds ut i Hågaån.

Dagvattenparken har dimensionerats för att åstadkomma en partikelavskiljningsgrad på 80 % och antas därmed avskilja cirka 50 % av den tillrinnande fosforbelastningen. Den årliga fosfortillförseln från de berörda tekniska delavrinningsområden är enligt beräkningar från Uppsala Vatten och Avfall cirka 60 kg. Den förväntade fosforavskiljningen uppskattas alltså till cirka 30 kg per år.



Figur 26. Tekniska avrinningsområden som ska ledas mot den planerade dagvattenparken i Gottsunda, definierade av Uppsala Vatten. Karta: Google

Föreslagen dagvattenrening från dagvattenplan för Uppsala

I samband med framtagandet av en dagvattenplan för Uppsala tätort 2019 (Stråe m.fl., 2019) har förslag till fjorton åtgärder för rening av samlat dagvatten från befintlig bebyggelse inom Uppsala tätort tagits fram. Förslagen har utretts så att åtgärdernas realiserbarhet, reningseffekter och kostnadsbild kunnat bedömas på en övergripande nivå i syfte att möjliggöra prioriteringar. Två av dessa åtgärdsförslag ligger inom Hågaåns avrinningsområde och presenteras kortfattat nedan.

Mellan väg 55 och Hedenbergsvägen direkt öster om korsningen med Stenhagensvägen (Figur 27) har en dagvattendamm föreslagits för att rena dagvatten från södra delarna av stadsdelen Stenhagen inklusive handelsområdet vid ICA Maxi, väg 55 och villaområdet Starbo. Den tillgängliga ytan på denna plats uppgår till cirka 0,8 % av den tillrinnande reducerade arean och avskiljningen av fosfor beräknas bli 16 kg per år motsvarande 35 % avskiljningsgrad.

På åkermarken direkt väster om Flogstavägen föreslås en eller alternativt två stycken dagvattendammar. Den tillgängliga ytan på denna plats bedöms vara cirka 0,5 % av den tillrinnande reducerade arean och avskiljningen av fosfor beräknas till 27 kg per år motsvarande 30 % avskiljningsgrad. Hela den förväntade avskiljningen ska dock inte adderas till den förväntade avskiljningen i dammen i Stenhagen eftersom en av dammarna utmed Flogstavägen är ett alternativ till dammen i Stenhagen.

Åtgärderna beräknas således kunna minska den årligen tillförda mängden fosfor till Hågaån med cirka 27 kg per år.



Figur 27. Illustration av föreslagen dammanläggning utmed väg 55 i Stenhagen (flygfoto från Google Maps; inklipt karta från Lantmäteriet).



Figur 28. Illustration av föreslagen dammanläggning (flygfoto från Google Maps; inklipt karta från Lantmäteriet).

Åtgärder för dagvatten från Vänge tätort

Inga dagvattenåtgärder föreslås för Vänge tätort eftersom förbättringsbehovet för fosfor uppnås till 150 % med andra kostnadseffektivare åtgärder. Dagvattenåtgärder är generellt mycket mindre kostnadseffektiv än åtgärder i jordbrukslandskap. Vänge tätort domineras dessutom av relativt ”snäll” villabebyggelse med stora tomter och låg hårdgörningsgrad. Tätortens tillförsel av fosfor till Hågaån uppskattas vara bara 27 kg/år (se stycke 5.2.4).

6.3 Nås förbättringsbehovet för fosfor?

Enligt den senaste bedömningen i VISS uppgår det för miljö kvalitetsnormen nödvändiga åtgärdsbehovet för fosfor till 180 kg per år. Enligt uppdragsbeskrivningen för detta

uppdrag ska förslag tas fram som motsvarar 150 % av åtgärdsbehovet vilket således blir 270 kg per år.

De redan planerade dagvattenåtgärderna för Uppsala tätort förväntas avskilja cirka 50 kg fosfor per år (stycke 6.2.2) och att åtgärda bristfälliga avlopp och uppgradera avlopp nära vattendrag till hög skyddsnivå förväntas avskilja cirka 40 kg fosfor per år (Tabell 12). De föreslagna åtgärderna för förbättrad gödselhantering på hästgårdar uppskattas kunna avskilja 100 kg per år (stycke 6.1.3). Den förväntade avskiljningen från samtliga åtgärdsförslag för jordbruksmark, som beskrivs i detalj i bilaga 1, är cirka 200 kg fosfor per år (Tabell 12). Den summerade förväntade avskiljningen av samtliga åtgärder blir således 400 kg fosfor per år och överstiger därmed förbättringsbehovet med 130 kg per år.

Tabell 12. Förväntad fosforavskiljning per år med redan planerade åtgärder för dagvatten och samtliga åtgärdsförslag för enskilda avlopp, hästgårdar, avloppsreningsverk och jordbruksmark.

Redan planerade åtgärder och nya åtgärdsförslag	Förväntad fosforavskiljning (kg/år)
<i>Redan planerade åtgärder för tätortsbebyggelse</i>	
Dagvattendammar Eriksberg och Gottsunda	50
Summa tätortsbebyggelse	50
<i>Åtgärder för enskilda avlopp</i>	
Åtgärda bristfälliga och okända avlopp	20
Uppgradering till hög skyddsnivå avlopp <100 m till vattendrag	20
Summa enskilda avlopp	40
<i>Åtgärder för hästgårdar</i>	
Ändrad foderstat	20
Daglig mockning av hagar och rastfällor	50
Mockning av sommarhagar minst en gång i vecka	40
Summa hästgårdar	100*
<i>Åtgärder för avloppsreningsverk</i>	
Spillvattenvåtmark Vänge ARV	10
Summa avloppsreningsverk	10
<i>Åtgärder jordbruksmark</i>	
Fosfordamm / våtmark Läby kyrka (H02, bilaga 1)	30
Fosfordamm / våtmark Läbyträsk (H04, bilaga 1)	35
Fosfordamm / våtmark Vänge (H18, bilaga 1)	55
Meandring / tvåstegsdike Fibyån (H24, bilaga 1)	30
Fosfordamm / våtmark Fiby (H31, bilaga 1)	50
Summa jordbruksåtgärder	200
Summa alla åtgärder	400

*Åtgärderna för hästgårdar överlappar varandra delvis.

6.4 Åtgärder för förbättrad morfologi och konnektivitet

6.4.1 Morfologiska åtgärder

Hågaån bedöms till otillfredsställande status för den sammanvägda kvalitetsfaktorn Morfologiskt tillstånd, se stycke 3.2.1.

Här beskriver vi ett antal åtgärder som syftar till att förbättra Hågaåns närområde och åfårans form. De åtgärder som beskrivs bör betraktas som ”låghängande frukter” och

räcker inte till för att återställa hela åfåran och åns svämplan till naturligt tillstånd. Åtgärder kan betraktas som ett första steg på en lång väg framåt mot bättre morfologi.

en omständighet som försvårar arbetet med åns morfologi är att Hågaån på långa sträckor sköts aktivt till förmån för flera markavvattningsföretag (se bland annat Structor Miljöteknik AB, 2019) som har rättighet och skyldighet att rensa för att bevara nuvarande avvattningsförhållanden. Hågaåns närmiljö brukas intensivt och saknar ekologiskt funktionella kantzoner. Problemen kan åtgärdas genom restaureringsinsatser, men lagstiftning saknas för att få till stånd flera av åtgärderna. Andra åtgärder kan kräva omfattande utredningar och eventuell omprövning av vattendomar innan de kan genomföras. Att återställa hela åns svämplan till naturligt tillstånd skulle medföra stora ingrepp på den intilliggande produktiva åkermarken till orimliga kostnader. Den offentliga finansieringen som stödprogram och medel för lokala natur- och vattenvårdprojekt (Lona och Lova) är också otillräcklig för att genomföra alla åtgärder som skulle behövas.

Ekeby sjö (H09)

Våtmarksområdet Ekeby sjö är en utdikad sjö som idag består av ett fuktigt område där det idag i huvudsak växer vass och älggräs. En restaurering av våtmarken där en vattenspegel på cirka 7 hektar skulle kunna skapas i den norra delen av den före detta sjön föreslås. Skulle vandringshindret vid Kvarnbo (se 6.4.2) bedömas vara onaturlig och en fiskvandringsväg anläggas där, så kan en restaurerad Ekeby sjö bli ett potentiellt lekområde för fiskarten som till exempel gädda. Åtgärden beskrivs närmare i bilaga 1.

Läby träsk (H04)

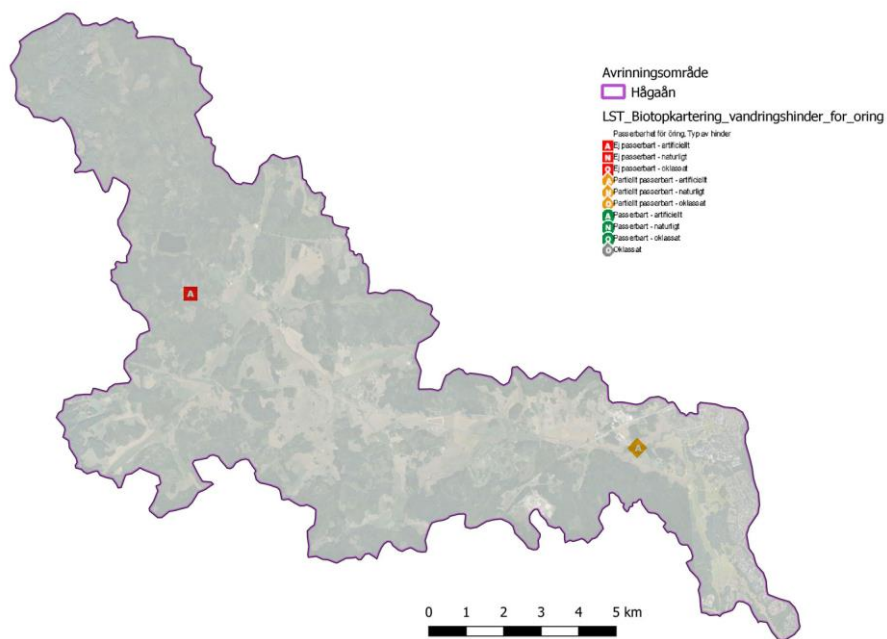
Läby träsk är ett utdikad våtmarksområde som idag till största delen består av betesmark. Ett våtmarksområde föreslås skapas med en vattenspegel på cirka 4 hektar och en djuphåla på cirka 0,8 hektar. Skulle vandringshindret vid Kvarnbo (se 6.4.2) bedömas vara onaturlig och en fiskvandringsväg anläggas där, så kan en restaurerad Ekeby sjö bli ett potentiellt lekområde för fiskarten som till exempel gädda. Åtgärden beskrivs närmare i bilaga 1.

Långmyran/Långängen/Ingla (H30)

Långmyran nyttjas idag för vall och bete. I slutet på 1800-talet låg det slätterängar här vilket tyder på att marken var blötare då. En grund våtmark på cirka 5 hektar föreslås skapas på kärrtorvsområdet genom att delvis dämna i diket. Åtgärden beskrivs närmare i bilaga 1.

6.4.2 Åtgärder vandringshinder

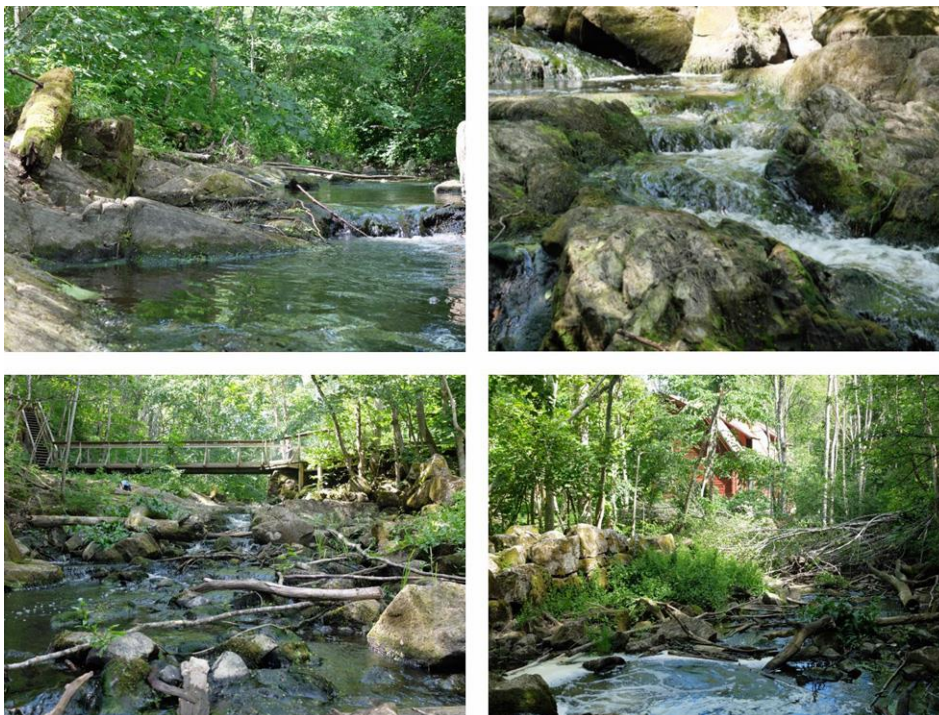
Enligt Länsstyrelsens senaste bedömning i VISS förvaltningscykel 3 (2017–2021) finns två utpekade vandringshinder i Hågaån. Ett partiellt passerbart artificiellt hinder vid Kvarnbo damm och ett ej passerbart artificiellt hinder vid Kvarnberget nära Fiby (Figur 29).



Figur 29. Utpenade vandringshinder för öring i Hågaåns avrinningsområde från bedömningen i VISS förvaltningscykel 3 (2017–2021).

Kvarnbo damm

Vandringshindret vid Kvarnbo damm (se Figur 30) beskrevs redan 2009 i en inventering av vandringshinder i Mälardalsregionen (Länstyrelserna, 2009). Enligt VISS senaste bedömning har vandringshindret negativ effekt på uppströms och nerströmsvandring av fiskar och är fortfarande ej åtgärdat. Förbättrade vandringsmöjligheter kan åstadkommas genom anläggning av en väl fungerande fiskväg eller utrivning av hindret.



Figur 30. Det partiellt passerbara vandringshindret vid Kvarnbo damm.

Vilken åtgärd som är lämpligast styrs av många faktorer. Exempel på sådana faktorer är verksamhetens tillåtlighet och omgivningens beskaffenhet. Området vid Kvarnbo kvarn är dock av riksintresse för dess viktiga forntida dalgångsbygd och området är av riksantikvarieämbetet utpekad som särskilt värdefullt (Länsstyrelserna, 2009).

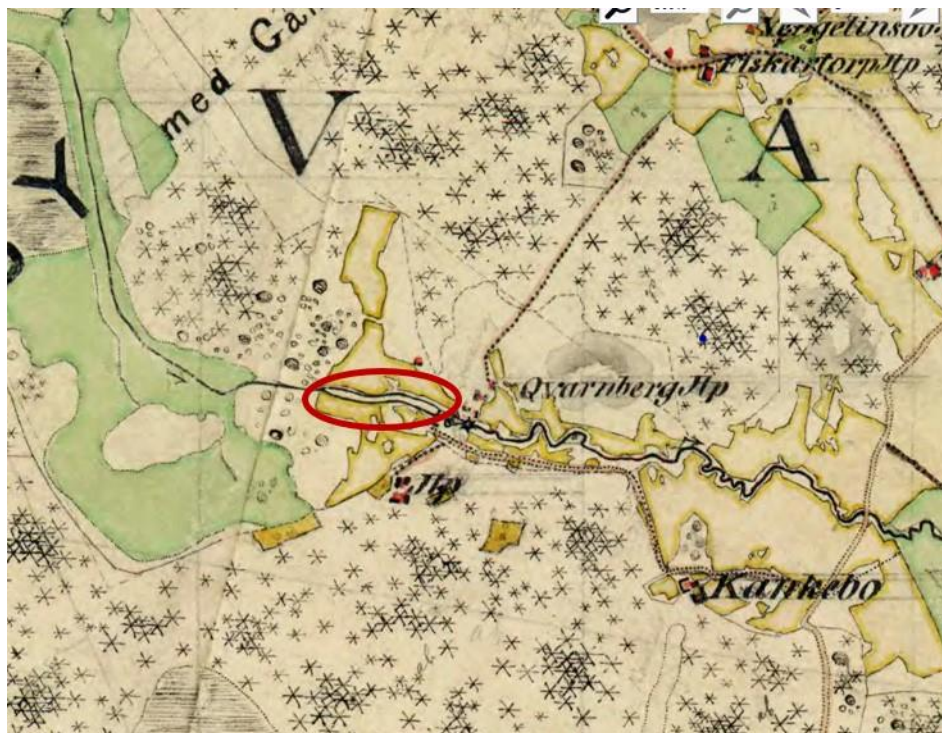
Utredningen från 2009 påpekar dessutom att det inte finns några karterade potentiella lekområden uppströms hindret. Vandringshindret i Kvarnbo i Hågaån kan ligga på en stenklack (se Figur 30 längs upp till höger) som utgör ett naturligt vandringshinder. Därför behöver ytterligare utredningar genomföras för att avgöra om det är relevant att åtgärda vandringshindret (Länsstyrelsen Västmanlands län, u.å.).

Åtgärdsförslaget från VISS är att sänka forsnackar som finns på vänster sida om själva kvarnrännan för att på så sätt bilda en naturlig slitsränna. Uppe vid själva dämnet där fallhöjden är som högst bör höjden dras ut uppströms så en längre strömsträcka bildas och fisk kan passera.

Vi gör bedömningen att det först ska utredas om stenklacken vid Kvarnbo ska klassas som ett naturligt hinder innan mera detaljerade åtgärdsförslag tas fram. Skulle det visa sig att åtgärder behövs, bör förslagen med sänkta forsnackar utredas vidare för att säkerställa att åtgärderna är genomförbara i det särskild värdefulla kulturområdet. Det finns dock lokala exempel där värdefulla kulturmiljöer runt gamla kvarnar har försetts med fiskvandringsvägar; till exempel vid Ulva kvarn och vid Upplands muséet.

Kvarnberget

Även längre uppströms vid Kvarnberget nära Fibysjön finns ett utpekad vandringshinder som möjligtvis behöver åtgärdas (Figur 31). Vi föreslår dock att avvakta med eventuella åtgärder på denna plats tills det blir klart om hindret vid Kvarnbo är naturligt eller ej. Skulle Kvarnbo damma visa sig vara ett naturligt hinder så minskar betydelsen av hindret vid Kvarnberget åtminstone för öring och asp. En annan anledning att avvakta med åtgärder här är att det inte hittats potentiella lekområden uppströms från Kvarnbo (Länsstyrelserna, 2009).



Figur 31. Kvarndammen vid Kvarnberget nära Fiby (i röd ring) på den Häradsekonomiska kartan från 1859–1863. Källa Lantmäteriet.

6.5 Övriga åtgärder

6.5.1 Strukturkalkning av jordbruksmark

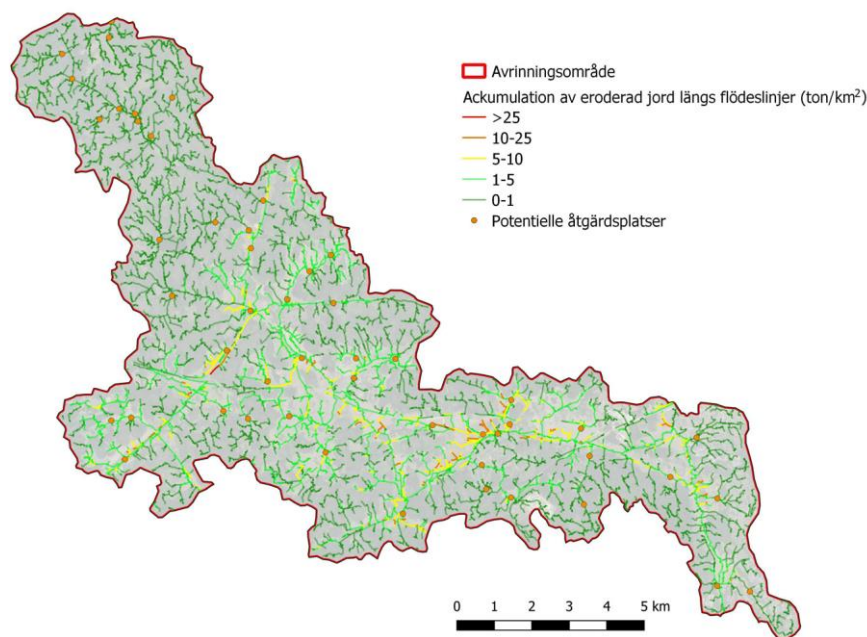
Jordbruksmarken i Hågaåns avrinningsområde består till stora delar av lerjordar, där de största fosforförlusterna oftast sker i samband med häftiga regn eller snösmältning när fosfor transporteras med uppslammade lerpartiklar i vattnet. En åtgärd som minskar fosforförlust från lerig jordbruksmark till vattendrag är så kallad strukturkalkning (Jordbruksverket, 2015b). Strukturkalkning gör att lerjordar blir mer lättarbetade och torkar upp snabbare samtidigt som grödans uppkomst blir jämnare. Tillförsel och nedplöjning av kalken förbättrar markstrukturen genom att det bildas fler och stabilare aggregat som gör att jorden inte krymper och sväller lika mycket. När lerpartiklorna klumpar ihop sig till aggregat blir de dessutom mycket svårare att transportera av vatten. Kalkning bidrar också till att det bildas ett finmaskigt nät av sprickor över hela markytan som gör att regnvattnet infiltrerar jämt på hela markytan. På obehandlade lerjordar kan sprickbildning leda till ojämn infiltration genom sprickor som i sin tur leder till förluster av fosfor och uppslammat material till dräneringsrören och vidare ut i vattendragen. Strukturkalkning skall på grund av kostnader och förväntad nytta endast utföras på den arealen av jordbruksmarken som efter jordbrukarnas lokalkännedom har mindre än optimal dränering idag (Strand, 2019). Innanför Rich Waters projektet pågår ett pilotprojekt med gårdsvisa vattenplaner i samarbete med markägare.

6.5.2 Anpassade skyddszoner på åkermark

Befintliga lagkraven på skyddszoner betyder att inga växtskyddsmedel får spridas närmare än två meter från högvattenlinje i diken och närmare sex meter från högvattenlinjen längs åar (NFS, 2015:2). I Nitratkänsliga områden eller när lantbrukaren får gårdsstöd får dessutom ingen gödsel spridas på de två meter av åkrarna närmast diken

eller år (SJVFS, 2004:62). Syftet med anpassade skyddszoner är att minska erosionen och därmed fosforförlusterna via ytavrinning från åkermarken. Den andra förvaltningscykeln i VISS (2010–2016) anger att 21 stycken sådana skyddszoner skulle kunna minska fosfortillförseln till Hågaån med 14 kg/år. Skyddszoner anläggs där det finns en uppenbar risk för erosion, till exempel på erosionsstråk inne på fält, längs åkerdiken, vid brunnar som fungerar som ytvattenintag. På en anpassad skyddszon odlas vallgräs, vallbaljväxter eller en blandning av dessa.

För att vara så effektiva som möjliga bör skyddszoner prioriteras för platser där erosion av jordbruksmark är som tydligast. Innanför projektet Rich Waters har Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) tagit fram modellunderlag för att hitta de bäst lämpade platserna för åtgärder som minskar näringsläckaget från jordbruket. Modelleringen uppskattar mobilisering av markpartiklar samt deras ackumulation längs flödessträckor baserad på digitala höjddata från Lantmäteriet och jordartskarteringen (DSMS) från SLU:s digitala åkermarkskarta. Modellresultat för ackumulation längs flödessträckor och potentiella åtgärdsplatser visas i Figur 32. Några av de utpekade potentiella åtgärdsplatser stämmer bra överens med åtgärdsförslagen i denna utredning. Då dock fältbesöken för detta arbete utfördes innan åkermarken skördades har det inte varit möjligt att besöka alla av SLU utpekade platser utan att förstöra grödorna.



Figur 32. Modellerad ackumulation av mobiliserade markpartiklar längs flödesackumuleringslinjer för april 1999 i klasser med brytpunkter för klasserna vid 1, 5, 10, och 25 ton per km². Källa Faruk Djodjic, SLU.

6.5.3 Ekologiskt funktionella kantzoner

Ett annat åtgärdsförslag ur den andra förvaltningscykeln från VISS är anläggandet av så kallade ekologiskt funktionella kantzoner. Åtgärden innebär förenklat att man skapar en flerskiktad zon bestående av gräs, örter, buskar och träd som innefattar strandzonen och det fastmarksområde med direkt påverkan på ytvattnet. Zonen bör inkludera utströmningsområden och våtmarker. Inom zonen gynnas etablering av en naturlig vegetation och närmast vattnet bör träd och buskar dominera (med undantag för betesmarker). Storleken på zonen bör minst omfatta 15 meter men också anpassas till den omgivande marken (till exempel lutning) samt att den bör vara bredare (20 - 30 m) vid

vatten med höga naturvärden. Kantzoner mellan terrestriska and akvatiska miljöer, särskild de som är trädbevuxna är effektiva filter för närsaltsfällor för avrinning från jordbruksmark (Petts, 1990). Kantzonen kan i vissa fall även innefatta en skötselzon med begränsat uttag av träd och skörd av fånggrödor. De 10 m som ligger närmast vattnet ska dock vara orörd. Betesmark och slåttervall samt övriga naturliga stränder och våtmarker utgör en del av en ekologiskt funktionell kantzon. Att återställa större sträckor längs ån till naturligt tillstånd skulle dock betyda stora ingrepp på intill liggande produktiva åkermarken till sannolikt orimliga kostnader. Den offentliga finansieringen som stödprogram och medel för lokala natur- och vattenvårdprojekt (Lona och Lova) är också otillräcklig för att genomföra alla åtgärder som skulle behövas. Våra åtgärdsförslag för förbättrad morfologi beskriven i stycke 6.4.1 bör dock betraktas som åtgärder som bidrar till utökningen den ekologiska funktionen av Hågaåns kantzoner.

6.5.4 Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet

När det gäller problem med felkopplade spillvattenserviser till dagvattenledningsnätet som visat sig vara ett betydande problem i Stockholm så bedömer VA-huvudmannen Uppsala Vatten och Avfall AB inte att detta är något stort problem. Vid den omfattande filmning av dagvattenledningarna som görs så avslöjas felkopplingar tydligt genom den påväxt av så kallad biohud som bildas på ledningarnas insida. Även förekomst av toapapper mm ger signaler om felkoppling. Man uppskattar att det uppstår cirka en felkoppling vart annat år och att det främst rör nya servisanslutningar.

6.5.5 Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter

Tillsyn med avseende på dagvattenhantering vid miljöfarliga verksamheter (se stycke 5.1.6) pågår löpande och bör om möjligt intensifieras. Detta gäller inte minst avseende dokumentation, egenkontroll, sedimentrensning och skötsel av befintliga dagvattenreningsanläggningar.

6.5.6 Ökade krav vid planläggning

Dagvattenhanteringen måste bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt till att uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Vid planering av nya områden eftersträvas en hållbar dagvattenhantering som får en naturlig funktion i området, gärna i kombination med växtlighet. Vid nybyggnation inom verksamhetsområde för den allmänna dagvattenanläggningen föreskriver Uppsala Vatten och Avfalls riktlinjer att

- Dagvattenanläggningar inom fastigheten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. (Gäller när fastigheten inte ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten).

I det fall fastigheten ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten omfattar kravet istället 10 mm regn (Uppsala Vatten, u.å.).

7 Prioritering av åtgärder

7.1 Prioritering mellan åtgärder för punktkällor

Åtgärder för enskilda avlopp och hästgårdar berör många fastighetsägare och hästägare. I området finns enskilda avlopp med icke godkänd/okänd reningsanläggning, av vilka några ligger nära ån. Dessa bör åtgärdas först, och detta är på gång genom miljökontorets tillsynsarbete. Prioriteringsordningen i övrigt handlar i första hand inte om vilken typ av åtgärder som bör göras först, utan att de avlopp och de hästgårdar som ligger närmast Hågaån och större dike bör åtgärdas först. Det är i nuläget svårt att motivera investeringar i den föreslagna spillvattenvåtmarken för Vänge avloppsreningsverk, eftersom reningsverket fungerar bra och fosforutsläppen är små. Andra typiska problematiska föroreningar i behandlat spillvatten, som till exempel akut toxiska ammoniumhalter, läkemedelsrester och mikroplaster kan dock göra investeringar befogade framöver när koppling mellan dessa risker och uppfyllelse av miljökvalitetsnormerna blir fastställd.

- 1) Åtgärda icke-godkända avlopp, först de som ligger närmast ån.
- 2) Information och dialog med hästägare, för att åstadkomma ökad mockning av hagar, säker gödselhantering, översyn av foderstater etcetera.
- 3) Uppgradera godkända avlopp nära ån till prestanda motsvarande hög skyddsnivå.
- 4) Anlägga en spillvattenvåtmark som efterpoleringssteg för Vänge avloppsreningsverk

7.2 Prioritering mellan åtgärder för diffus fosfortillförsel

Generella åtgärder

Vi vill understryka vikten att genomföra redan planerade och de i dagvattenplan för Uppsala föreslagna åtgärderna för rening av dagvatten från Uppsala tätort. Att åtgärda tillförseln från staden kommer att vara av stor vikt i den nödvändiga dialogen med markägare för genomförandet av åtgärder i jordbrukslandskapet.

Bidraget till fosfortillförseln via dagvatten från Vänge tätort är relativt lågt (<1 %, se Figur 16) vilket gör det svårt att motivera dagvattenåtgärder i Vänge. Bebyggelsen i Vänge domineras av villabebyggelse med stora tomter och låg hårdgörningsgrad.

Det är viktigt att fortsätta arbetet mot näringsförluster från jordbruksmark som till exempel arbetet med gårdsvisa vattenplaner, förbättrad dränering, underhåll av befintliga diken och brunnar och riktade insatser för strukturkalkning och kantzoner där erosion sker. Alla sådana åtgärder skall självfallet utföras i dialog och nära samarbete med berörda lantbrukare.

Platsspecifika åtgärder

- 1) Av de fem föreslagna åtgärderna för minskad fosfortillförsel från jordbruksmark bör den åtgärd där kommunen råder över marken; fosfordamm/våtmark i Vänge (H18, se bilaga 1) ges högst prioritet. Den förväntade avskiljningen på denna plats ger det största bidraget till att uppnå förbättringsbehovet. För de andra fyra åtgärderna krävs samarbete med andra markägare. Att redan ha börjat med åtgärder på kommunal mark har då ett stort pedagogiskt värde.

- 2) Åtgärdsförslaget vid Läbyträsk (H04, se bilaga 1) kombinerar avskiljning av fosfor med åtgärder för förbättrat svämplan och ökad biologisk mångfald. Denna åtgärd ges därför näst högsta prioritet.
- 3) Fosfordammen/våtmarken vid Fiby (H31, se bilaga 1) prioriteras före Läby Kyrka på grund av högre potentiell avskiljning av fosfor.
- 4) Fosfordammen/våtmarken vid Läby kyrka (H02, se bilaga 1).
- 5) Det svagt meandrande tvåstegsdiket vid Fiby (H24, se bilaga 1) ges lägst prioritet för att den påverkar en stor areal av jordbruksmark även om åtgärden skulle leda till ökad mångfald i ån.

7.3 Prioritering för åtgärder förbättrad morfologi

Att uppnå det morfologiska förbättringsbehovet för Hågaån kommer vara en stor utmaning då Hågaån på långa sträckor är rensat till förmån för flera markavvattningsföretag och att åns närområde präglas av intensivt jordbruk. De föreslagna åtgärderna för förbättrad morfologi och ökad biologisk mångfald prioriteras på följande sätt:

- 1) Skapande av en våtmark vid Läbyträsk på grund av synergieffekter med funktion som fosfordammen, se ovan.
- 2) Skapandet av en vattenspegel i Ekebysjön för att åtgärden ligger i direkt anslutning till åfåran och kan ge en stark förbättrad biologisk mångfald och dessutom bli ett attraktivt besöksmål i anslutning till den gamla bymiljön i Ekeby.
- 3) Dämning av Långmyran.
- 4) Genomföra en utredning om huruvida Kvarnbo utgör ett naturligt fiskvandringshinder.

7.4 Sammanfattning prioritering

Tabell 13. Sammanfattade bedömning av förutsättningar, genomförbarhet och prioritering av alla presenterade åtgärdsförslag. Jordbruksåtgärder i gul, åtgärder mot punktkällor i blå och åtgärder för förbättrad hydromorfologi i grön.

Plats	ID	Bedömning av förutsättningar	Bedömd genomförbarhet	Prioritetens klass	Kostnadseff .tkr/kg P
1 Fosfordamm i Vänge	H 18	Kommunal mark. Gestaltningssbehov nära tätort. Anmälan vattenverksamhet. Kommunal drift.	Genomförbar nu	1	3.9
2 Fosfordamm/våtmark vid Läbbyträsk	H 04	Ej kommunal mark. Kräver markförvärv/markavtal. Anmälan vattenverksamhet. Synergieffekter förbättrad morfologi. Drift och skötsel av lantbrukaren om marken ej förvärvas.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	2	1.1
3 Fosfordamm/våtmark i Flöby	H31	Ej kommunal mark. Kräver markavtal. Förlust av ängsmark/åkermark. Drift och skötsel av lantbrukaren.	Utredningsbehov, markavtal, förankring	2	0.4
4 Fosfordamm/våtmark vid Läbby kyrka	H 02	Ej kommunal mark. Kräver markavtal. Förlust av ängsmark/åkermark. Anmälan om vattenverksamhet. Drift och skötsel av lantbrukaren.	Utredningsbehov, markavtal, förankring	2	0.5
5 Meandring, tvåstegsdike i Flöbyån/Hågaån	H24	Ej kommunal mark. Kräver markavtal. Förlust av ängsmark/åkermark. Anmälan om vattenverksamhet. Drift och skötsel av lantbrukaren.	Utredningsbehov, markavtal, förankring	3	0.8
6 Åtgärda 60 st bristfälliga avlopp	-	Det är redan lagkrav att dessa avlopp åtgärdas.	Genomförbar nu	1	21
7 Hästgårdar	-	Informationsinsatser/tillysn/ntätament med berörda hästgårdar men intresse bedöms finnas.	Genomförbar nu efter förankring med hästgårdar	1	3.5
8 Spillvattenvåtmark Vänge	-	Ej kommunal mark. Kräver markförvärv. Förlust av åkermark. Avstämning med Länsstyrelsen. Skötsel och drift Uppsala vatten och avfall.	Utredningsbehov, markavtal / förvärv, krävs förankring	2	9.3
9 Uppgradera 100 st avlopp nära vattendrag till hög skydds nivå	-	Orinrligt låg kostnadseffektivitet om inga andra skäl till åtgärd föreligger	Genomförbar nu	3	18
13 Utredda om fiskvandringshindret vid Kvambo är naturligt	-	-	Genomförbar nu	1	-
10 Fosfordamm/våtmark vid Läbbyträsk	H 04	Synergieffekter med fosforening. Kräver markförvärv/markavtal. Omprövning markavtättningsföretag. Anmälan vattenverksamhet.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	2	-
11 Ekeby sjö	H 09	Ingen kommunal mark. Kräver markförvärv/markavtal. Tillstånd vattenverksamhet om större än 5ha. Hånsyn till fågelhäckning vid anläggning. Drift av lantbrukaren.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och omprövning avtättningsföretag	2	-
12 Långmyran	H3 30	Ej kommunal mark. Kräver markförvärv/markavtal. Bortfall av vall och betesmark. Anmälan vattenverksamhet.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	2	-

8 Referenser

- ANDERSSON, M., 2015. *Snötippor – Uppsala kommun, miljökontroll 2014/2015*. Nr. 54202, Bjerking.
- ANDERSSON, M., 2017. *Snödeponier – Uppsala kommun, miljökontroll 2015-2016*. Nr. Bjerking 54202.
- BRANDT, M. och ULÉN, B., 1988. Beräkning av avrinning och kväveläckage från ett vattendrag med olika markanvändning. *Vatten*, Vol. 44, Nr. 4, s. 287–294.
- FLYCKT, L., 2010. *Reningsresultat, drifterfarenheter och kostnadseffektivitet i svenska våtmarker för spillvattenrening*. Linköping: Institutionen för fysik, kemi och biologi, Linköpings universitet, Examensarbete Nr. LITH-IFM-A-EX-10/2377-SE.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016. *Havs- och Vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållspillvatten*. Nr. HVMFS 2016:17.
- HAVS-OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013. *Havs-och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. HVMFS 2013:19.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, 2012. *Fånga fosfor – Dammar, filter och tvåstegsdiken*.
- HYTTEBORN, J., WIDÉN-NILSSON, E., och TENGDELIUS BRUNELL, J., 2016. *Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet*. Havs- och vattenmyndigheten, Myndighetsrapport Nr. 2016:12.
- JOHANSSON, H., MÅRTENSSON, K., LINDSJÖ, A., PERSSON, K., ANDRIST RANGEL, Y., och BLOMBÄCK, K., 2016. *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark*. Norrköping: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMED Nr. SMED Rapport Nr 189 2016.
- JORDBRUKSVERKET, 2008. *Fosforförluster från jordbruksmark – vad kan vi göra för att minska problemet?* Nr. Jordbruksinformation 27.
- JORDBRUKSVERKET, 2015a. *Nationell jordartskartering - Matjordens egenskaper i åkermarken*. Jönköping: Jordbruksverket, Nr. 2015:19.
- JORDBRUKSVERKET, 2015b. *Praktiska råd. Greppa näringen. Strukturkalkning – bra för både mark och miljö*. Nr. Nr 23, 2015.
- LÄNSSTYRELSEN VÄSTMANLANDS LÄN, u.å. *Sävaåns och Hågaåns åtgärdsområden samt Ekolns, Gorrans, Lårstavikens, Skofjärdens och Stora Ullfjärdens närområdens åtgärdsområden -underlag till åtgärdsprogram*.
- LÄNSSTYRELSENA, 2009. *Fria vandringsvägar i Mälar- och Hjälmarmynnade vattendrag*. Nr. 2 0 0 9 : 0 6.
- MALGERYD, J., FORSBERG, L., KYLLMAR, K., HEEB, A., GUSTAFSSON, J., SVENSSON, A.A., och ALSTRÖM, T., 2015. *Åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark – erfarenheter från tre avrinningsområden i Västmanland, Östergötland och Halland*. Nr. Jordbruksverket 2015:2.
- NATURVÅRDSVERKET, 2005. *Fosforförluster från mark till vatten*. Naturvårdsverket, Nr. 5507.
- NFS, 2015. *Naturvårdsverkets föreskrifter om spridning och viss övrig hantering av växtskyddsmedel*. NFS 2015:2.
- PARVAGE, M. M., KIRCHMANN, H., KYNKÄÄNNIEMI, P., och ULÉN, B., 2011. Impact of horse grazing and feeding on phosphorus concentrations in soil and drainage water. *Soil Use and Management*, Vol. 27, Nr. 3, s. 367–375.
- PETTS, G.E., 1990. The role of ecotones in aquatic landscape management. *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. R.J. Naiman and H. Décamps, Vol. 4, s. 301.
- RIDDERSTOLPE, P., HYLANDER, L., ERIKSSON, B., och GRINELL, A., 2016. *Bedömning av självrening och retention i mark vid prövning av små avlopp – smittskydd och fosfor. VA-guiden rapport*. Nr. 2016:2.
- SJVFS, 2004. *Statens jordbruksverks föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring*.
- SMHI, 2016. *s-hype2016_version_2_0_0*. SMHI.

- STENSTRÖM, Y., ÅKERMAN, S., och ESKILSDOTTER, S., 2019. *Systemhandling för multifunktionell dagvattenpark i Södra Gottsunda.*
- STRAND, L., 2019. Hushållningssällskapet Stockholm, Uppsala, Södermanland.
- STRUCTOR MILJÖTEKNIK AB, 2019. *Markavvattningsföretag i Hågadalen - Utredning och förslag på hantering av dikningsföretag i Hågaåns dalgång.*
- STRÅE, D., VAN DER NAT, D., och GRANATH, M., 2019. *Uppsala dagvattenplan – Uppsala Vatten och Avfall.* Uppsala.
- SVENSKA MILJÖ EMISSIONS DATA, 2011. *Teknikenkät - enskilda avlopp 2009.* Nr. SMED Rapport Nr 44.
- UPPSALA VATTEN, u.å. Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark.
- WEISNER, S., JOHANNESSON, K., och TONDERSKI, K., 2015. *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket - Analys av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet.* Jordbruksverket, Nr. 2015-7.
- WSP, 2016. *Dagvattenutredning Planprogram för Eriksberg och Ekebydalen.*

Bilaga 1B, Uppsala dagvattenplan

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnrån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävåån och Olandsån med som åtgärder.

Uppsala dagvattenplan

Uppsala Vatten och Avfall



2019-02-22

TITEL	Uppsala dagvattenplan
RAPPORTNUMMER	2018-1294
BESTÄLLARE	Uppsala Vatten och Avfall AB
FÖRFATTARE	Daniel Stråe, Dimitry van der Nat och Maja Granath
GRANSKNING	-
UTGÅVA/STATUS	FÄRDIG HANDLING
DATUM	2019-02-22
OMSLAGSBILD	Daniel Stråe

Sammanfattning

Förslag till fjorton prioritetsordnade åtgärder för rening av samlat dagvatten från befintlig bebyggelse inom Uppsala stad har tagits fram. Förslagen har utretts så långt att åtgärdernas realiserbarhet, reningseffekter och kostnadsbild kunnat bedömas på en övergripande nivå och möjliggöra prioriteringar.

Åtgärderna beräknas kunna minska den årligen tillförda mängden fosfor till stadens dagvattenrecipienter med upp till 400 kg per år. Det sammanlagda investeringsbehovet för föreslagna åtgärder uppskattas översiktligt till 90 Mkr.

Det föreslås att kommunen parallellt med det konkreta åtgärdsarbetet påbörjar ett mer långsiktigt, systematiskt uppströmsarbete för en hållbarare, trögare dagvattenhantering på kommunala ytor som gator, kommunala parkeringar samt tak och gårdar tillhörande kommunala byggnader. Det föreslås att dessa ytor framledes nyttjas systematiskt i samband med ny- och ombyggnation.

Vid nybyggnation inom verksamhetsområde för den allmänna dagvattenanläggningen ska dagvattenhanteringen på fastighet säkerställa fördröjning och rening av 10 eller 20 mm regn beroende på närhet till recipienten, i enlighet med Uppsala Vatten och Avfalls riktlinjer för dagvattenhantering inom fastighet.

Innehåll

1	Inledning.....	5
1.1	Bakgrund.....	5
1.2	Syfte.....	5
2	Underlag	5
3	Övergripande metodik.....	5
4	Recipienterna.....	7
4.1	Fyrisån, sträckan Ekoln-Jumkilsån.....	8
4.1.1	Allmänt	8
4.1.2	Statusklassning	8
4.1.3	Åtgärdsbehov (beting).....	9
4.2	Sävjaån	9
4.2.1	Allmänt	9
4.2.2	Statusklassning	10
4.2.3	Åtgärdsbehov (beting)	10
4.3	Hågaån.....	11
4.3.1	Allmänt	11
4.3.2	Statusklassning	11
4.3.3	Åtgärdsbehov (beting).....	11
4.4	Ekoln.....	11
4.4.1	Statusklassning	11
4.4.2	Allmänt	12
4.4.3	Åtgärdsbehov (beting).....	12
4.5	Problemparametrar i recipienterna	12
5	Beräknad tillförsel av föroreningar via dagvatten	12
5.1	Avgränsning av parametrar	12
5.2	Schablonberäknade årliga fosfortransporter	13
6	Åtgärdsförslag för minskad tillförsel av fosfor och andra problemämnen inom befintlig bebyggelse.....	15
6.1	Förslag till åtgärder för rening av samlad dagvatten från befintlig bebyggelse med avseende på fosfor, PAH (antracen) och tungmetaller	15
6.1.1	Ytbehov.....	16
6.1.2	Reningseffekter	16
6.1.3	Kostnader och kostnadseffektivitet.....	17
6.2	Åtgärder mot PBDE, PFOS och kvicksilver	17
6.3	Systematiska åtgärder för långsiktigt minskad belastning av fosfor, PAH (antracen) och tungmetaller via dagvatten	18
6.3.1	Ombyggnad av kommunala gatu- och bebyggelseytor för lokal dagvattenhantering	18
6.3.2	Förebyggande arbete mot förorening av dagvattnet.....	19
7	Riktlinjer vid nybyggnation	20
8	Referenser.....	21
	Bilaga 1. Förslag till åtgärder för rening av samlad dagvatten från befintlig bebyggelse	

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I det pågående arbetet för att Uppsalas vattenförekomster ska nå god ekologisk och kemisk status behöver de översiktliga åtgärdsprogram som Vattenmyndigheten tagit fram brytas ned i lokala, operativa åtgärdsprogram för respektive vattenförekomst. Ett arbete med lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån kommer att påbörjas 2019. I det uppdraget ingår dock inte Uppsala Vatten och Avfalls verksamhetsområde för dagvatten inom Uppsala tätort. Det är därför denna handlingsplan för förbättrad dagvattenhantering – Uppsala dagvattenplan – tagits fram. Dagvattenplanen kommer utgöra en del VA-planen.

1.2 Syfte

Utredningen syftar till att ta fram konkreta åtgärdsförslag för rening av dagvatten från befintlig bebyggelse. Åtgärderna ska bidra till att de mottagande vattnen – recipienterna – ska uppnå god ekologisk och kemisk status till 2027 genom att minska belastningen av övergödande och miljöfarliga ämnen på recipienterna. Anläggningsförslagen i rapporten har utretts så långt att åtgärdernas realiserbarhet, reningseffekter och kostnadsbild kunnat bedömas på en övergripande nivå och möjliggöra prioriteringar.

2 Underlag

- GIS-data: topografi (0,5-meterskuvor), delavrinningsområden, markanvändning, kommunal mark, dagvattenledningsnät med vattengångar och utloppspunkter,
- Information om pågående planarbeten från kommunens hemsida.
- Tillgänglig information om befintliga dagvattenreningsanläggningar.
- Schablonberäknade dagvattenburna närsalt- och föroreningsmängder per delavrinningsområde.
- Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. Slutrapport Måsen Etapp 2. Geosigma, 2018-04-17.
- Planeringsunderlag för nedre Fyrisån. Översikt över ekologisk och kemisk status samt förbättringsbehov med hänsyn till miljökvalitetsnormer för vatten. Naturvatten i Roslagen AB, 2018-01-29.
- Vattenmyndighetens recipientstatusbedömningar

3 Övergripande metodik

Arbetsmetodik för uppdraget har bestått i följande huvudmoment:

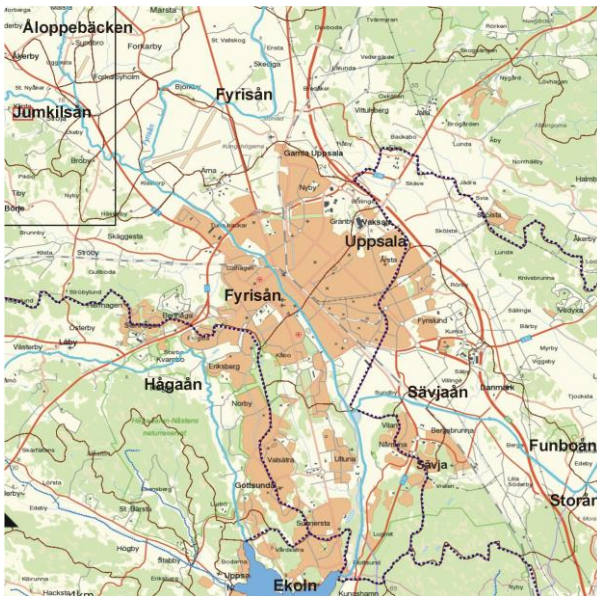
1. Framtagande av GIS-skikt med föroreningstransporter per delavrinningsområde utifrån underlagsmaterialet, se kapitel 5.2.
2. Identifiering av strategiska platser för dagvattenreningsanläggningar utifrån underlagsmaterial, flygfoton och platsbesök. Platsbesök har även gjorts på flertalet platser tillsammans med tjänstemännen i projektgruppen. Platserna liksom övrigt framtaget kartmaterial har levererats som shape-filer för GIS.

3. Prioritering bland åtgärder utifrån bedömd realiserbarhet och avskiljningspotential, se kapitel 6.1 och bilaga 1.
4. Beskrivning av åtgärdsplatser och åtgärdsförslag, se bilaga 1.

Arbetet har skett genom en mycket god dialog med projektgruppen, främst i form av avstämningsmöten och slutredovisning. Projektgruppens initierade och engagerade deltagande har varit en viktig del i uppdragets genomförande.

4 Recipienterna

De fyra ytvattenförekomsterna som mottar dagvatten från Uppsala stad är Fyrisån, Sävjaån, Hågaån och Ekoln (del av Mälaren).



Figur 1. Dagvatten från Uppsala tätort avrinner till fyra huvudrecipienter, Fyrisån, Hågaån, Sävjaån och Ekoln. Lila, streckade linjer visar gränserna för respektive avrinningsområde. Källa: VISS.

Fyrisåns hela avrinningsområde är ca 2 000 km² stort och omfattar 11 sjöar och 35 vattendrag (längd 373 km). Uppströms staden tillrinner biflöden Vattholmaån, Vendelån, Björklingeån och Jumkilsån. Sävjaåns tilllopp sker vid Övre föret i stadens södra del.



Figur 2. Fyrisåns hela avrinningsområde inklusive alla biflöden. Källa: VISS Länsstyrelsen

4.1 Fyrisån, sträckan Ekoln-Jumkilsån

4.1.1 Allmänt

De sträckor av Fyrisån som emottar dagvatten från Uppsala stad är Ekoln-Sävjaån och Jumkilsån-Sävjaån, se Figur 3. Denna sträcka av ån är ca 15 km lång.



Figur 3. Sträckan Ekoln-Jumkilsån (Fyrisån) emottar dagvatten från Uppsala stad.

4.1.2 Statusklassning

Nedan återges Vattenmyndighetens senaste klassningar av ekologisk status så som de redovisas i VISS (Vattenmyndigheten Norra Östersjön, 2018). Aktuella delar av Fyrisån har idag måttlig ekologisk status. De utslagsgivande kvalitetsfaktorerna för den övre delen, Jumkilsån-Sävjaån, är kiselalger och fisk, vilka bedöms till måttlig status, på gränsen till god. Detta medför osäkerhet i bedömningen. Fosforhalten i Fyrisån under motsvarande period (2007-2012) ger god status, men halten ligger nära gränsen till måttlig. Referensvärdet är beräknat med hänsyn till andelen jordbruksmark och jordart. Sammantaget klassas denna del av Fyrisån till måttlig status, men nära gränsen till god. För den nedre delen av Fyrisån (Ekoln-Sävjaån) är det fosforhalten som är den utslagsgivande faktorn till måttlig status. Ett planeringsunderlag för nedre Fyrisån färdigställdes av Naturvatten i Roslagen AB 2018. I utredningen framkom att även gränsvärdet för maximalt tillåten koncentration av ammoniak överskreds vid åtminstone något tillfälle de senaste fem åren (2012-2016) vid mätstationerna Vindbron och Flottsund, båda nedströms Uppsala stad. Även avseende ammoniak bedöms därför vattenförekomsterna Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån och Fyrisån Ekoln-Sävjaån ha måttlig ekologisk status.

De aktuella delarna av Fyrisån uppnår inte god kemisk status. Utöver de över allt överskridande ämnena kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) så överskrids gränsvärdet för PFOS (i vatten) och antracen (i sediment). Uppmätta halter av arsenik och

metaller i vatten underskrider aktuella gränsvärden. Tidsfrist för god kemisk status avseende antracen är satt till år 2021.

4.1.3 Åtgärdsbehov (beting)

För sträckan Junkilsån-Sävjaån anges i VISS det totala fosforbetinget till 3500 kg/år, ett beting som bland annat kopplar till utsläpp av dagvatten och av renat avloppsvatten från Kungsängsverket.

Enligt planeringsunderlaget för nedre Fyrisån (Anna Gustafsson och Ulf Lindqvist, 2017) som baseras på uppmätta halter i respektive mätstation under perioden 2007-2016 behöver fosforbelastningen minska med 18 % för att fosforhalten ska sjunka från 61 µg/l till gränsen för god status på 50 µg/l. Kombinerat haltminskningsbehovet med långtidsmedelvattenföringen under perioden 1981-2010 enligt SMHI, motsvarar det ett minskningsbehov på 2 800 kg/år, från drygt 15 ton/år till 12,5 ton/år. I planeringsunderlaget beräknades också månadsvisa och årliga transporter utifrån uppmätta halter och SMHI:s månadsflöden för perioden 2007-2016. På grund av stora transporter åren 2008-2010 blev den beräknade medeltransporten större, ca 22 ton/år. Tillskottet från staden, på sträckan mellan Klastorp och Vindbron, beräknades till ca 7 ton/år under samma period. Minskingsbehovet på 2,8 ton/år motsvarar en relativ minskning på 40 % i relation till stadens beräknade tillskott.

Skillnaderna i beting förklaras inte av skillnader i medelhalter mellan föregående bedömningsperiod (2007-2012) och den senaste. Skillnaderna kan bero på att olika flöden använts för beräkningar eller att betingen tagits fram med olika metodik.

Vidare måste höga ammoniakhalter undvikas, något som innebär att höga ammoniumhalter inte får förekomma i samband med högt pH och hög vattentemperatur. Ammonium och ammoniak förekommer dock inte naturligt i dagvatten, annat än i mycket låga halter.

Antracen är en PAH som förekommer i dagvatten. Antracen har uppmätts i halter över gränsvärdet för sediment vid en provtagning 2008 (uppmätt halt 0,16 mg/kg ts (torrsubstans) jämfört med nationellt gränsvärde för sediment på 0,024 mg/kg ts). Halten överskrider med ca 7 gånger. För arsenik och metaller föreligger enligt utredningen ett utrymme för en haltökning utan att status för den enskilda parametern försämras i vatten i aktuell vattenförekomst.

PFOS har uppmätts till 5,3 ng/l vilket överskrider gränsvärdet på 0,65 ng/l i vatten (årligt medelvärde AA-EQS) med ca 8 gånger.

4.2 Sävjaån

4.2.1 Allmänt

Sävjaån är 8 km lång och ansluter till Fyrisån via Övre föret strax söder om Uppsala stadskärna Figur 4. De östra delarna av Uppsala stad avvattnas via Sävjaån, se avrinningsområdet i Figur 2.



Figur 4. Sävjaåns inlopp till Fyrisån ligger söder om Uppsala stad.

4.2.2 Statusklassning

Sävjaån har idag måttlig ekologisk status. Den utslagsgivande parametern är kiselalger. Fosforhalterna är också förhöjda vilket gör att ån har måttlig status för näringsämnen. Fisk indikerar sämre status (dålig status) vilket troligen förklaras av att vattendraget är kraftigt påverkat sett till hydromorfologi (framförallt i form av vandringshinder).

Utöver de överallt överskridande ämnena PBDE och kvicksilver bedöms även halten för PFOS överskridas. Vattenförekomsten bedöms därför inte uppnå god kemisk status. Metaller och arsenik har i utredningen för planeringsunderlaget för nedre Fyrisån bedömts ligga under gränsvärden för god ekologisk respektive kemisk status. Även ammoniak som faller under kategorin särskilda förorenande ämnen underskred gränsvärdet.

4.2.3 Åtgärdsbehov (beting)

Enligt planeringsunderlaget uppvisar Sävjaån betydligt högre medelhalter av fosfor, arsenik och metaller än Fyrisån. Fosforbelastningen beräknas behöva minska med ca 20 %. Åtgärder som syftar till statusförbättringar i Sävjaån skulle också ge positiv effekt på halterna i Fyrisåns nedre del (Ekoln-Sävjaån). Fosforbelastningen på Fyrisån via biflödet Sävjaån beräknades i planeringsunderlaget till cirka 15 ton/år. 20 % av det motsvarar 3 ton/år. I VISS beskrivs att fosforbelastningen till Sävjaån (exklusive Lejstaån) måste minska med ca 5800 kg/år. Att myndighetens beting är betydligt högre än de beting som beräknats i Naturvattens utredning kan delvis bero på att medelhalterna var högre under föregående bedömningsperiod (2007-2012), men också på att olika flöden använts för beräkningar. Skillnaderna kan också bero på att betingen tagits fram med olika metodik.

4.3 Hågaån

4.3.1 Allmänt

Hågaån är ca 34 km och rinner öster om Uppsala stad med utlopp direkt i Mälaren-Ekoln. Ån är recipient för dagvatten från delar av sydvästra Uppsala.



Figur 5. Hågaån är recipient för dagvatten från Uppsala stads sydvästra delar och mynnar i Ekoln.

4.3.2 Statusklassning

Hågaån har idag måttlig ekologisk status. De biologiska faktorerna avgörs av fisk och mängden kiselalger. Klassningen stöds även av parametern näringsämnen, där fosfor överskrider gränsvärdet och får klassningen ”måttlig status”.

Vattenförekomsten uppnår inte god kemisk status. Utöver de överallt överskridande ämnen PBDE och kvicksilver har även halter av nickel som överskrider gränsvärdet för god status uppmäts. Underlaget behöver dock kompletteras med ytterligare mätningar i vatten för att säkerställa resultatet.

4.3.3 Åtgärdsbehov (beting)

Medelvärdet av fosfor i ån är 38,4 µg/l vilket kan jämföras med halten för god status på 30 µg/l¹. Det betyder att det behövs en reduktion av fosforbelastningen på ca 28 %.

4.4 Ekoln

4.4.1 Statusklassning

Ekoln har idag måttlig ekologisk status. Den utslagsgivande parametern är fosfor.

Ekoln uppnår inte god kemisk status. Dock har inga ämnen påvisats överskrida gränsvärdena utöver de överallt överskridande ämnen kvicksilver och PBDE. Vid en screeningprovtagning 2008, påvisades av de prioriterade ämnena, endast låga halter av tungmetallerna kadmium, bly och nickel. Inga halter överskred gränsvärdena.

¹ VISS – Hågaån <http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA51758167> 180817.

4.4.2 Allmänt

Ekoln utgör en ca 22 km² stor vik i norra delen av Mälaren. Fyrisån och Hågaån är de två större vattendrag som mynnar i Ekoln.



Figur 6. Ekoln är en del av Mälaren. Hågaån och Fyrisån mynnar i dess norra del.

4.4.3 Åtgärdsbehov (beting)

För Mälaren-Ekoln var förbättringsbehovet avseende fosfor 26 % enligt Vattenmyndigheten för Norra östersjön, vilket enligt planeringsunderlaget baseras på skillnaden mellan uppmätta halter (40 µg/l, 2007-2012) och gränsvärdet för god status (30 µg/l).

4.5 Problemparametrar i recipienterna

Tabell 1. Sammanställning av problepparametrar i recipienterna

Vattenförekomst	Måttlig ekologisk status	Ej god kemisk status
Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån	Kiselalger, fisk, ammoniak	Hg, PBDE + PFOS, Antracen
Fyrisån Ekoln-Sävjaån	Fosfor, ammoniak	Hg, PBDE + PFOS, Antracen
Sävjaån	Kiselalger, fosfor	Hg, PBDE + PFOS
Hågaån	Kiselalger, fisk, fosfor	Hg, PBDE + Ni
Ekoln	Fosfor	Hg, PBDE

5 Beräknad tillförsel av föroreningar via dagvatten

5.1 Avgränsning av parametrar

Av identifierade problemämnen bedöms varken kvicksilver, PBDE, PFOS, antracen eller ammonium/ammoniak i dagsläget vara beräkningsbara med markanvändningsspecifika schablonhalter för dagvatten.

Förekomst av PFOS bedöms utifrån nuvarande kunskapsläge i hög grad härröra från tidigare användning av brandsläckningsskum på brandövningsplatser medan spridning av PBDE (används bland annat som flamskyddsmedel) och kvicksilver sker diffust och långväga ifrån, via både luft och vatten.

I beräkningsverktyget StormTac finns inga värden för PBDE. För PFOS finns endast värden för markanvändningsslagen: villaområden, centrumområden och atmosfärisk deposition (två värden). För antracenen finns fyra värden för vägar som extrapolerats till flera olika trafikintensiteter, ett värde för centrumområden och ett värde för atmosfärisk deposition, se Tabell 2.

Tabell 2. Antal markanvändningsslag med unika schablonhalter och antal referenser för PBDE, PFOS och antracenen i StormTac (StormTac, 2018)

Ämne	PBDE	PFOS	Antracenen
Antal mark-användningsslag med unika värden och referenser	0	3	6*
Antal svenska referenser	0	2-3	0
Antal utländska referenser	0	0-1	3

* Extrapoleras till 14 olika trafikintensiteter på vägar och till parkering.

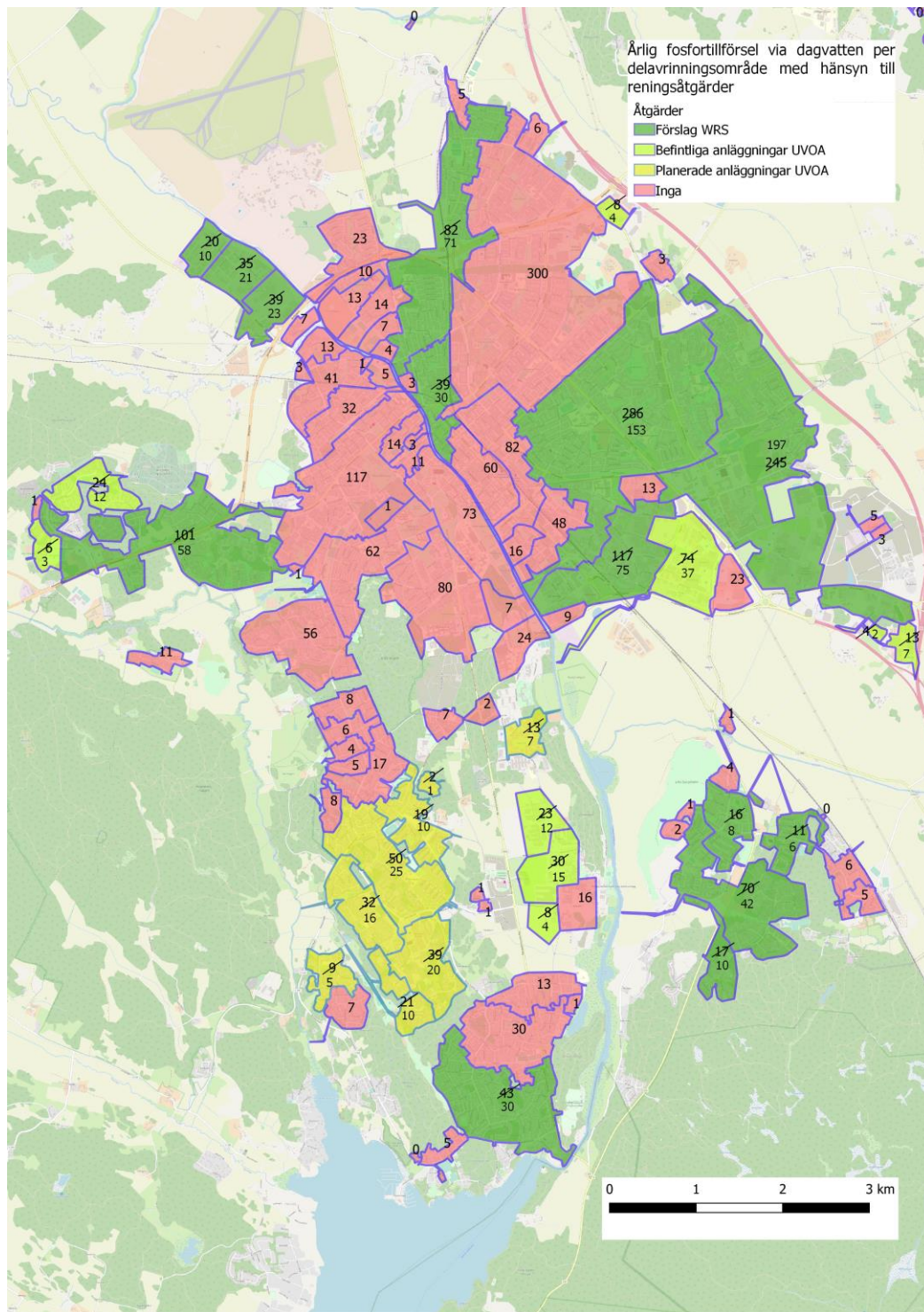
Det finns i dagsläget alltså endast enstaka studier för respektive ämne där man försökt härleda uppmätta värden till vissa markanvändningsslag. Vår bedömning är att det för närvarande saknas ett tillräckligt bra underlag för att göra beräkningar för dessa parametrar med operativt användbara resultat.

Av problemämnena som sammanfattas i Tabell 1 är det bara nickel som är beräkningsbar vid sidan av fosfor. Det finns dock ingen anledning att misstänka att eventuellt förhöjda nickelhalter i just Hågaån skulle orsakas av dagvatten, när ån i första hand rinner igenom Uppsalas västra bostadsområden. Antingen är halterna inte förhöjda eller så finns en specifik lokal källa som måste adresseras med annan metodik än den som här använts.

5.2 Schablonberäknade årliga fosfortransporter

Sedan tidigare beräknade fosfortransporter (Jonathan Arnlund, 2015) har använts. Den antagna årsmedelnederbörden för de beräkningarna var 636 mm/år.

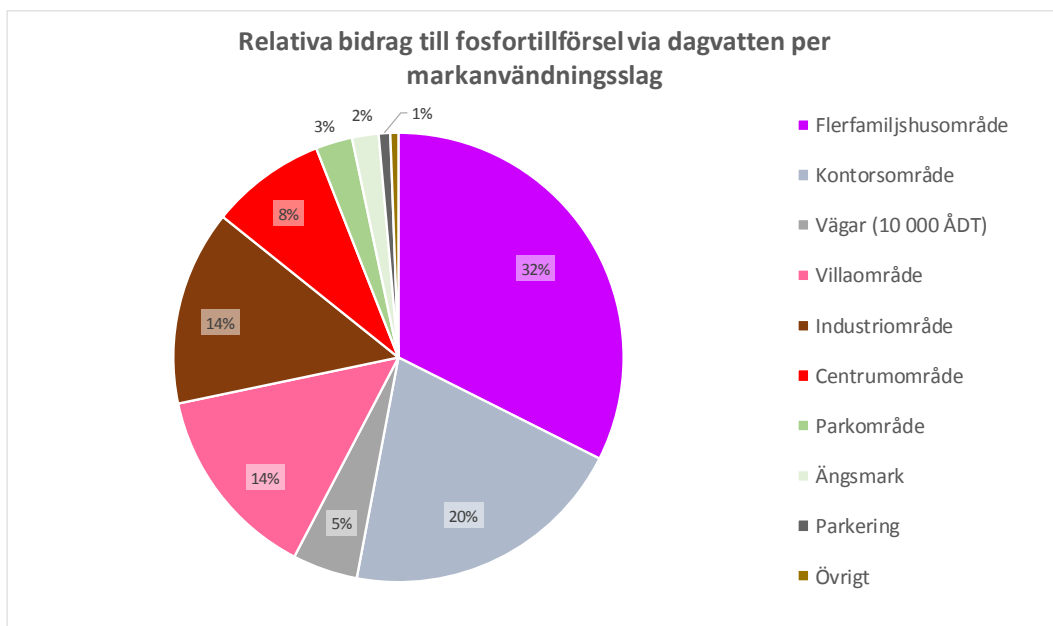
Den schablonberäknade årliga bruttotillförseln av fosfor via dagvatten från Uppsala Vatten och Avfalls verksamhetsområde för dagvatten beräknades till 2900 kg P per år och fördelar sig på olika delavrinningsområden enligt Figur 7 nedan.



Figur 7. Schablonberäknade fosformängder i dagvatten (kg/år) per delavrinningsområde före (överstrukna siffror) och efter åtgärder. För delavrinningsområden med befintliga eller planerade åtgärder har 50 % avskiljning antagits. För nu föreslagna åtgärder har förväntad avskiljning (30-50 %) antagits.

De av Uppsala Vatten och Avfall beräknade bruttobelastningarna inkluderar inte avskiljning i befintliga dagvattenreningsanläggningar som är i drift. Schablonberäkningarna tar heller ingen hänsyn till eventuella bräddningar från avloppsnätet till dagvattennätet eller till avlopp som felaktigt anslutits till dagvattennätet.

De relativa bidragen från olika markanvändningsslag till den totala fosfortillförseln från verksamhetsområdet visas nedan i Figur 8. Det största bidraget kommer från flerfamiljshusområden som står för 32 % av den årliga fosfortillförseln. Kontorsområden bidrar med 20 %, villaområden och industriområden med 14 % vardera och centrumområde med 8 %. Större vägar (10 000 ÅDT) bidrar med 5 %.



Figur 8. Relativa bidrag från verksamhetsområdets olika markanvändningsslag till den totala fosfortillförseln via dagvatten.

6 Åtgärdsförslag för minskad tillförsel av fosfor och andra problemämnen inom befintlig bebyggelse

De specifika förslagen beskrivs i bilaga 1, här beskrivs metodiken för hur förslagen dimensionerats och kostnadsuppskattats.

6.1 Förslag till åtgärder för rening av samlat dagvatten från befintlig bebyggelse med avseende på fosfor, PAH (antracen) och tungmetaller

De föreslagna reningsåtgärderna syftar i första hand till avskiljning av fosfor, men skulle också medföra avskiljning av partikulära föroreningar som tungmetaller och PAH:er. Även om de uppmätta förhöjda halterna av antracen (som ingår i gruppen PAH:er) i sediment härrör från andra källor än dagvatten, eller från historisk belastning, så är en minskad belastning via stadens dagvatten positivt. På sikt kan en minskad belastning medföra att halterna i sedimentet sjunker. För metaller tycks det utifrån nuvarande underlag inte finnas något förbättringsbehov i recipienterna (möjligen med undantag för Hågaån och nickel) men minskade utsläpp via dagvatten skulle ändå vara positivt ur miljöhänsende.

6.1.1 Ytbehov

Behovet av effektiv yta (våtyta) för föreslagna dagvattendammar har beräknats utifrån empiriskt grundad branschpraxis som har vetenskapligt stöd ibland annat Thomas Petterssons avhandling (Pettersson, 1999) och Joakim Pramstens studie (Pramsten, 2010). Ytbehovet uppgår till ca 0,5-2 % av den reducerade tillrinnande arealen. Den reducerade arealen är arealen multiplicerad med den genomsnittliga avrinningskoefficienten. Även dammar i den lägre delen av storleksintervallet kan ge hög reningsgrad och i praktiken måste man på grund av utrymmesbrist och kostnadsskäl ibland nöja sig med en storlek på 0,5-1 %. Även andra typer av anläggningar för rening av samlat dagvatten grundar sig på sedimentation och har därför liknande storleksbehov. Det bör påpekas att dimensioneringsprincipen utifrån yta egentligen är en härledd princip utifrån volymsbehov och utgår ifrån ett ungefärligt djup på en meter. För anläggningar med väsentligt större djup, till exempel skärmbassänger, kan därför kompletterande dimensioneringsberäkningar visa på möjligheter att dimensionera ner anläggningarna. Det kräver dock att anläggningarnas större djup nyttjas hydrauliskt och bidrar till den eftersträvade uppehållstiden. Andra utformningsdetaljer som inbördes placering av in- och utlopp, längd-breddförhållande, trösklar, åtkomst för rensning, etcetera, har också betydelse för reningseffektiviteten.

6.1.2 Reningseffekter

Hur effektiv avskiljningen av fosfor, tungmetaller och flera andra parametrar är i dagvattendammar finns relativt gott om data på. Avskiljning sker i första hand genom sedimentation av partiklar till vilka föroreningarna är bundna. Det gör att den maximala reningsgraden för de flesta parametrar är starkt kopplad till den partikulära andelen av föroreningen. Den avskiljningsbara partikulära andelen av fosfor i dagvatten kan schablonmässigt antas vara ca 50-60 % (+/- 20 %) och följaktligen även reningsgraden i väl utformade dammar. I verkligheten kan dock både högre och lägre reningsgrad erhållas beroende på inkommande partikelhalt, storlek på damm, hydraulisk effektivitet mm. I detta översiktliga skede har nedanstående reningseffekter med avseende på fosfor antagits:

Tabell 3. Antagna reningseffekter med avseende på fosfor vid olika relativa dammstorlekar

Relativ storlek (våtyta)	Reningseffekt fosfor
0,5 %	30 %
1,0 %	40 %
1,5 %	50 %

Avskiljning av tungmetaller varierar en hel del beroende på bland annat associeringsgraden till partiklar och kan i en väldimensionerad dagvattendamm erfarenhetsmässigt förväntas ligga inom intervallet 30-75 %. Avskiljningen av PAH:er är generellt hög, men data för antracen specifikt saknas eller är bristfälligt. I StormTac anges följande avskiljningsgrader för tungmetaller och PAH i dagvattendammar:

Tabell 4. Reningskapacitet i dagvattendammar (StormTac, 2018).

	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH ₁₆
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Våt damm	75	60	55	80	60	85	30	80	80	70

6.1.3 Kostnader och kostnadseffektivitet

En schablonmässig investeringskostnad på 1 Mkr per 1000 m² dammyta har antagits. Det är en förenkling av verkligheten eftersom de faktiska projekterings- och byggkostnaderna beror både av en rad platsspecifika och generella variabler. Viktiga kostnadsbärande faktorer är masshanteringen – schaktbehovet och möjligheterna till lokal massbalans, alternativt borttransport, och i vissa fall deponering. Men även behov av nya ledningar och omläggning av befintliga, samt eventuellt pumpningsbehov. Sannolikt finns en skalfaktor, där priset per ytenhet sjunker med ökad anläggningsstorlek, men för närvarande saknar åtminstone vi kännedom om hur ett sådant samband ser ut.

En kostnad på 1 Mkr per 1000 m² bedöms väl rymma kostnader för hantering av rena fall B-massor (borttransport) och en normal gestaltungsambition. När möjligheter till lokal massbalans finns är en rimlig kostnadsnivå snarare 0,5 Mkr per 1000 m². Finns det förorenade massor som måste deponeras riskerar kostnaderna öka flera gånger. Ingen uppgift om förorenad mark har förekommit på föreslagna platser varför sådan hantering ej medtagits i beräkningarna. Av samma skäl har heller inget användande av geomembran antagits. Samtliga åtgärdsplatser förutom skärmbassängerna ligger på lermark, och samtliga ligger utanför grundvattenkänsliga områden.

För anläggningen vid Kungsängsdammen har det bedömts behövas en upp till ca 1000 m lång ny ledning för vilken antagits en ledningskostnad på 25 000 kr per löpmeter. Samma kostnad per löpmeter har antagits för en ny ledning till en skärmbassäng vid Järnbron.

Kostnader för skärmbassänger har uppskattats utifrån ett schablonpris av 1 000 kr per m² skärmduk och 3 000 kr per löpmeter brygga.

Drift- och underhållskostnaden har schablonmässigt beräknats baserad på erfarenheter från underhåll på dagvattendammar i Nacka kommun. Sedimenttömnings- och underhållskostnader vart tjugonde år uppgår till cirka 7 Mkr/ha eller cirka 35 kr/m² år.

Anläggningarnas grovsedimentationsdel har antagits motsvara 10 procent av den totala ytan och töms vart femte år till en uppskattad kostnad på 5 Mkr/ha eller 10 kr/m² år utslaget på anläggningens totala yta. Den delen av driftkostnaderna som baseras på anläggningarnas storlek uppgår därmed till 45 kr/m² år. Därtill räknas för varje anläggning en fast kostnad för periodisk tillsyn, reparationer och material på 45 tkr/år. Denna förenkling tar fasta på att små anläggningar generellt kräver förhållandevis mer tid för drift och underhåll än stora anläggningar. Detta kan också uttryckas som att det även för dagvattendammar finns stordriftsfördelar.

Avskrivningstid och kalkylränta har i beräkningar av årskostnad satts till 25 år respektive 4 %. Kostnadseffektiviteten har beräknats genom att slå ut beräknad årskostnad på förväntad avskiljd mängd fosfor.

6.2 Åtgärder mot PBDE, PFOS och kvicksilver

Ett mindre antal lokala punktkällor till PFOS finns sedan tidigare identifierade inom verksamhetsområdet för dagvatten. Åtgärdsarbete pågår eller har slutförts. Andra åtgärdsområden saknas inom verksamhetsområdet för dagvatten.

För PBDE och kvicksilver finns ingen kunskap om förekomst av lokala källor och åtgärder är således inte möjliga på lokal nivå.

6.3 Systematiska åtgärder för långsiktigt minskad belastning av fosfor, PAH (antracen) och tungmetaller via dagvatten

6.3.1 Ombyggnad av kommunala gatu- och bebyggelseytor för lokal dagvattenhantering

Det föreslås att kommunen påbörjar ett långsiktigt, systematiskt uppströmsarbete för en hållbarare, trögare dagvattenhantering i befintlig bebyggelse. Utmaningarna är många, inte minst kostnaderna och bristen på lämplig, obebyggd mark som kommunen har rådighet över och som inte planerats för annat ändamål.

Till buds står dock redan hårdgjorda kommunala miljöer som gator, kommunala parkeringar och tak till kommunala byggnader (och även kommunala allmännyttiga bostadsbolag). Det föreslås att dessa framledes nyttjas systematiskt i samband med ny- och ombyggnation. För det krävs samordning med relevanta kommunala strategier liksom att det i styrdokument slås fast att dagvattenreningsaspekterna ska beaktas och budgetar anpassas för det ändamålet. Det bör exempelvis gälla samordning med skyfallshanteringsplaner, grönstrukturplaner och gatuombyggnadsplaner.

- 1) För gator föreslås ett antal standardiserade typlösningar tas fram för förbättrad hantering av gatudagvatten och takvatten. Sådana lösningar kan bland annat förväntas bestå av skelettjordsmagasin (trädgroppsmagasin), nedsänkta regnbäddar och infiltrationsstråk (makadamdiken).

Prioriteringar bland gator och vägar med avseende på dagvattenrening föreslås huvudsakligen ske utifrån årsdygnstrafik (ÅDT), men andra aspekter bör också vägas in, så som grundvattenskydd, trafik med farligt gods och översvänningsrisker till följd av skyfall. Samordning behöver ske med andra åtgärdsprogram för till exempel skydd av grundvatten. I nedanstående tabell och i Figur 9 redovisas förslagen kategoriindelning och vägsträckor per kategori.

Tabell 5 Vägsträckor per vägkategori och prioritetssklass inom områden med hög eller extrem känslighet samt totalt

Väggategorier (ÅDT)	Prioritet	Längd totalt (km)	Varav längd inom områden med hög eller extrem känslighet (km)
1) >15 000	Prio 1	23	4
2) 10 000-15 000	Prio 2	31	4
3) 3 000-10 000	Prio 3	268	23
4) 0-3 000	Prio 4	2932	208
		3254	238

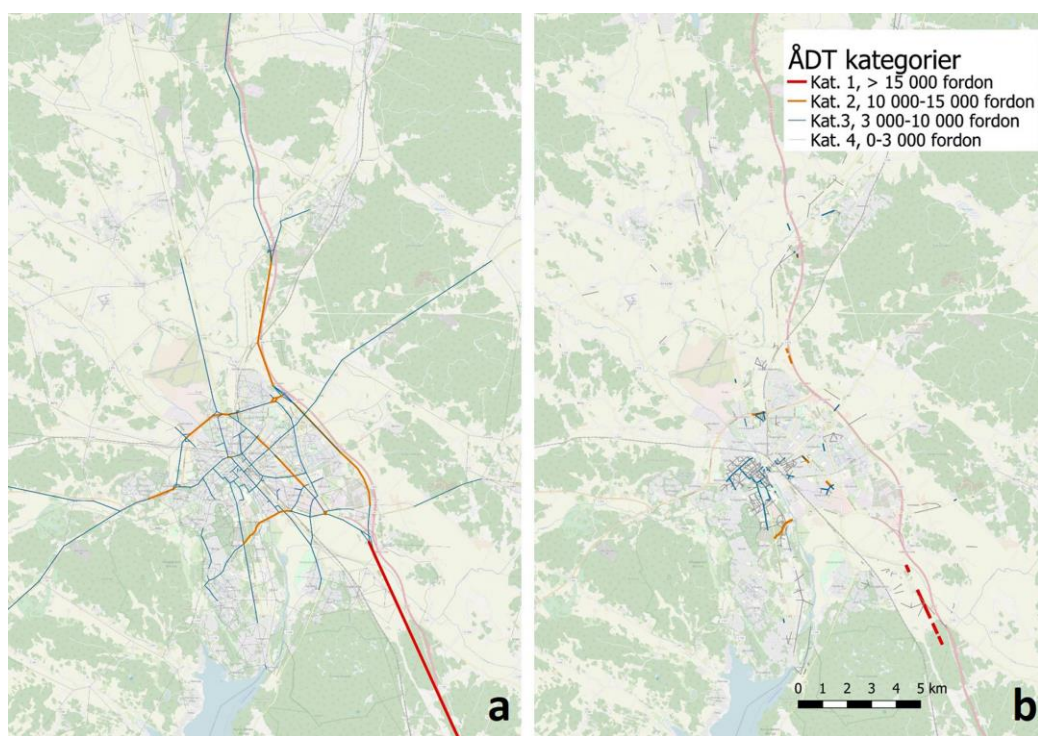
Reningsåtgärder för vägdagvatten bör också samordnas med trafiksäkerhetshöjande åtgärder, t ex refuger och hastighetssänkande ombyggnationer, vilka kan vara möjliga att kombinera, till exempel i form av nedsänkta växtbäddar.

Samordning bör också ske med åtgärder för befintliga och nya stadsträd, både i gatumiljön och generellt.

- 2) Befintliga parkeringar omformas för ökat lokalt omhändertagande när tillfälle ges, förslagsvis i enlighet med de riktlinjer för hantering av parkeringsdagvatten

som Stockholm Stad tagit fram, vilka finns tillgängliga och väl beskrivna på Stockholm Vatten och Avfalls hemsida. Exempel på rekommenderade åtgärder är genomsläpplig beläggning, nedsänkta växtbäddar och skelettjordsmagasin (trädgropsmagasin).

- 3) Tak på kommunala och kommunalbolagsägda byggnader inventeras med avseende på förutsättningar för tjocka gröna tak (minst 10 cm). Möjligheter tillvaratas där och när så är möjligt. Tunna moss-sedumtak rekommenderas inte då de enligt nuvarande kunskapsläge riskerar att läcka fosfor både initialt och till följd av den underhållsgödsling som återkommande görs för att taken inte ska vissna och bli bruna.
- 4) Möjligheter till andra åtgärder för fördröjande och renande hantering av takvatten i mark eller på marknivå beaktas, i första hand upphöjda växtbäddar och skelettjordsmagasin (trädgropar).
- 5) Översyn av ABVA. Med en separat dagvattendel i VA-taxan bör den framtida finansieringsförmågan för drift och investering i förbättrad dagvattenhanteringen öka.
- 6) Riktlinjer för hantering av dagvatten på allmän plats bör tas fram.



Figur 9. Vägsträckor i Uppsala tätort med omnejd, a) fördelade inom de fyra föreslagna ÅDT-kategorierna och (b) som tangerar områden med hög eller extrem skydds nivå (områden enligt (Geosigma AB, 20180417))

6.3.2 Förebyggande arbete mot förorening av dagvattnet

Att arbeta förebyggande för att motverka förorening av dagvattnet är sannolikt kostnadseffektivt på längre sikt. Utifrån nuvarande kunskapsläge finns dock inga enkla enskilda lösningar, utan arbetet måste ske utifrån principen ”många bäckar små”. Det kan bland annat handla om ändrad drift- och skötsel av allmän platsmark, men även andra typer av åtgärder:

- Mer extensiv skötsel av gräsytor där så är lämpligt, så att de mera liknar slåtterytor och ängar (gärna i kombination med höskörd som leder till utmagring av marken)
- Utökad gatusopning med dammreducerande teknik utmed strategiska vägsträckor
- Minskat användande av gödning i kommunala parker
- Informationsinsatser riktade till stora och små fastighetsägare, fastighetsbolag och fastighetsförvaltare med flera, för minskad användning av gödning - på gårdar, i parker och trädgårdar. Även återkommande påminnelser om förbud mot tvätt av bilen på gatan/uppfarten.
- Målning av förzinkade yttre installationer och byggnadsdelar som belysningsstolpar, räcken, tak med mera.
- Fortsatt stopp för koppar som material för tak och andra yttre byggnadselement eller installationer.
- Förbättringsåtgärder i eventuella bränningskänsliga punkter där spillvattenledningsnätet bräddar till dagvattennätet

När det gäller problem med felkopplade spillvattenserviser till dagvattenledningsnätet som visat sig vara ett betydande problem i Stockholm så bedömer VA-huvudmannen inte att detta är något stort problem. Vid den omfattande filmning av dagvattenledningarna som görs så avslöjas felkopplingar tydligt genom den påväxt av så kallad biohud som bildas på ledningarnas insida. Även förekomst av toapapper mm ger signaler om felkoppling. Man uppskattar att det uppstår cirka en felkoppling vart annat år och att det främst rör nya servisanslutningar.

7 Riktlinjer vid nybyggnation

Dagvattenhanteringen måste bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt till att uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Vid planering av nya områden eftersträvas en hållbar dagvattenhantering som får en naturlig funktion i området, gärna i kombination med växtlighet. Vid nybyggnation inom verksamhetsområde för den allmänna dagvattenanläggningen föreskriver Uppsala Vatten och Avfalls riktlinjer att

- Dagvattenanläggningar inom fastigheten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare av ledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. (Gäller när fastigheten inte ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten).

I det fall fastigheten ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten omfattar kravet istället 10 mm regn (Uppsala Vatten, u.å.)

8 Referenser

- ANNA GUSTAFSSON och ULF LINDQVIST, 2017. Planeringsunderlag för nedre Fyrisån. Översikt över ekologisk och kemisk status samt förbättringsbehov med hänsyn till miljökvalitetsnormer för vatten. Naturvatten i Roslagen AB Nr. 2017:20.
- GEOSIGMA AB, 20180417. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. Slutrapport Måsen Etapp 2. Nr. GRAP 18116.
- JONATHAN ARNLUND, 2015. Belastningsberäkning för dagvattenutsläpp i Uppsala. Uppsala Vatten.
- PETTERSSON, T.J.R., 1999. Stormwater Ponds for Pollution Reduction. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.
- PRAMSTEN, J., 2010. Avskiljningsförmåga hos dagvattendammar i relation till dammvolym, bräddflöde och inkommande föroreningshalt. Lund: SWECO Environment AB.
- STORMTAC, 2018. StormTac Web database. Nr. Version 2018-09-14.
- UPPSALA VATTEN, u.å. Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark.
- VATTENMYNDIGHETEN NORRA ÖSTERSJÖN, 2018. Fyrisån Ekoln-Jumkilsån [internet]. VISS - Vatteninformationssystem Sverige.

Bilaga 1C, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån, del 1

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnaån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävåån och Olandsån med som åtgärder.

Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån

Del 1 – Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder

Uppsala kommun



RAPPORT nr 2018-1306 A

Författare: Anna Gustafsson, Naturvatten AB

Medarbetare: Ulf Lindqvist, Naturvatten AB samt Daniel Stråe, WRS

2020-01-22

TITEL	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder
RAPPORTNUMMER	2018-1306 A
BESTÄLLARE	Uppsala kommun
FÖRFATTARE	Anna Gustafsson, Naturvatten AB
MEDARBETARE	Ulf Lindqvist, Naturvatten AB och Daniel Stråe, WRS
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2020-01-22
OMSLAGSBILD	Fyrisåns avrinningsområde.

Innehåll

1	Sammanfattning	5
2	Inledning.....	6
	2.1 Geografisk omfattning	6
	2.2 Delmoment i utredningen	8
	2.3 Huvudrapportens omfattning	9
3	Metoder	9
	3.1 Datasammanställning	9
	3.2 Statusklassificering	9
	3.2.1 Näringsämnen (fosfor)	10
	3.2.2 Särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen	10
	3.2.3 Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer	11
	3.3 Trendanalys	11
	3.4 Påverkansanalys	11
	3.4.1 Fosfor	11
	3.4.2 Miljögifter	12
	3.4.3 Övrig påverkan.....	12
	3.5 Riskbedömning	12
	3.6 Acceptabel fosforbelastning	12
	3.7 Bedömning av beting	13
	3.7.1 Fosfor	13
	3.7.2 Särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen	14
	3.7.3 Konnektivitet och morfologi	14
4	Övergödning	14
	4.1 Påverkansanalys	14
	4.2 Status	15
	4.3 Beting och åtgärdsutrymme	17
5	Miljögifter.....	19
	5.1 Påverkansanalys	19
	5.2 Status avseende prioriterade ämnen	20
	5.3 Beting	22
6	Trender	22
7	Förslag till kunskapshöjande åtgärder	23
8	Referenser.....	24

Bilagor:

Bilaga 1	Huvudfåra	Fyrisån mellan Björklingeån och Vendelån	WA21318508
Bilaga 2		Fyrisån Ulva - Björklingeån	WA81908340
Bilaga 3		Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån	WA93715408
Bilaga 4		Fyrisån Ekoln - Sävjaån	WA67670465
Bilaga 5	Vendelån	Långsjön - Björklinge	WA44093658
Bilaga 6		Vendelån Sävstabäcken - Tassbäcken	WA59463288
Bilaga 7		Vendelsjön	WA61712830
Bilaga 8		Vendelån mynningen - Sävstabäcken	WA74075127
Bilaga 9		Fyrisån - Tassbäcken	WA78639506
Bilaga 10		Fyrisån - Tobaån	WA82404349
Bilaga 11		Sävstabäcken	WA86156703
Bilaga 12	Vattholmaån	Harvikadammen	WA55002939
Bilaga 13		Slagsmyren	WA60730346
Bilaga 14		Dannemorasjön	WA71444841
Bilaga 15		Dalån	WA75646695
Bilaga 16		Fyrisån Vattholma - Dannemorasjön	WA80503959
Bilaga 17		Diken genom Gruvsjön Dannemora	WA85976314
Bilaga 18		Dalån Slagsmyren-Harvikadammen	WA86891438
Bilaga 19		Stordammen	WA88771310
Bilaga 20		Dalån	WA94973409
Bilaga 21		Fyrisån Dannemorasjön - Stordammen	WA96853726
Bilaga 22	Björklingeån	Björklingeån - mynningen till Björklinge	WA19395087
Bilaga 23		Björklingeån	WA56592278
Bilaga 24		Velångsbäcken	WA57993046
Bilaga 25		Velången	WA58567927
Bilaga 26		Velångsbäcken	WA76227412
Bilaga 27	Jumkilsån	Jumkilsån	WA49862281
Bilaga 28		Åloppbäcken	WA57410682
Bilaga 29		Jumkilsån	WA92233887
Bilaga 30	Sävjaån	Tomtaån	WA23518679
Bilaga 31		Storaån	WA34117806
Bilaga 32		Fyrisån - Bäck från Trehörningen	WA44144760
Bilaga 33		Bäck Lötsjön - Långsjön	WA50306430
Bilaga 34		Vidboån	WA50954407
Bilaga 35		Fyrisån Edasjön - Norrsjön	WA50984935
Bilaga 36		Trehörningen	WA52862075
Bilaga 37		Ubbby-Långsjön	WA54664227
Bilaga 38		Ramsen	WA60734924
Bilaga 39		Sävjaån Vistebyån	WA61369847
Bilaga 40		Lejstaån	WA73538296
Bilaga 41		Sävjaån	WA75155233
Bilaga 42		Storaån	WA80900898
Bilaga 43		Sävjaån dike genom Norrsjön till Långsjön	WA81692206
Bilaga 44		Sävjaån	WA82042009
Bilaga 45		Sävjaån	WA82797609
Bilaga 46		Fladån Fladen - Almunge	WA85119916
Bilaga 47		Funbosjön	WA86698985
Bilaga 48		Sävjaån Almunge Långsjön	WA94521175
Bilaga 49		SE663632-161807 Norrsjön - Trehörningen	WA99714212
Bilaga 50		Förslag till miljöövervakningsprogram	

1 Sammanfattning

Sveriges kommuner har en nyckelroll i att genomföra och driva på arbetet med att uppnå och upprätthålla beslutade miljö kvalitetsnormer i enlighet med EUs ramdirektiv för vatten. För arbetet behövs välunderbyggda handlingsplaner, så kallade åtgärdsprogram, som gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Föreliggande rapport utgör del 1 av 2 i den utredning som syftar till att ta fram underlag för beslut om lokalt åtgärdsprogram för sjöar och vattendrag inom Fyrisåns vattensystem.

Inom Fyrisåns avrinningsområde finns 45 ytvattenförekomster varav 34 vattendragssträckor och 11 sjöar. Därtill finns fyra vattendragssträckor som utgör preliminära vattenförekomster. Utredningens del 1 omfattar samtliga dessa 49 vattenobjekt och avser statusklassning, påverkansanalys och riskbedömning samt bedömning av beting i syfte att uppnå beslutade miljö kvalitetsnormer. Utredningens del 2 omfattar åtgärdsförslag för de fyra vattenförekomster som utgör Fyrisåns huvudfåra och presenteras i separat rapport (van der Nat m.fl. 2020).

Del 1 presenteras i föreliggande huvudrapport som redogör för metoder och översiktliga resultat, och redovisas även per vattenobjekt i 49 separata delrapporter. Därutöver omfattar utredningen ett förslag till miljöövervakningsprogram som utformats i syfte att åstadkomma säkrare bedömningar av status och beting för Fyrisåns ytvattenförekomster. Delrapporter och miljöövervakningsprogram utgör fristående bilagor till denna huvudrapport.

Övergödning: Av de elva sjöar som omfattades av utredningen var Trehörningen och Funbosjön de enda som inte uppnådde god ekologisk status sett till övergödning. Övriga nio sjöar bedömdes ha god eller hög status. För Ramsen redovisas ingen bedömning då mätdata saknas. Möjligheterna till statusklassning av Fyrisåns vattendrag begränsas av att relevant mätdata saknas för 22 av 38 objekt. Av övriga 16 vattendrag bedömdes endast tre uppnå god eller hög status. För Funbosjöns inlopp Tomtaån och sjöns utlopp Sävjaån/Funboån indikeras otillfredsställande status. Övriga elva vattendrag bedömdes ha måttlig status avseende övergödning.

Fosforbetinget för hela Fyrisåns avrinningsområde beräknas till cirka 8900 kg/år. Av denna mängd fördelar sig nära 40 procent, motsvarande cirka 3400 kg/år, till Fyrisåns huvudfåra.

Miljögifter: Underlaget är än mer begränsat vad gäller möjligheterna till bedömning av kemisk status. Relevant mätdata finns för fyra sjöar varav Dannemorasjön var den enda som inte bedömdes uppnå god kemisk status. Av vattendragen bedömdes fem inte uppnå god kemisk status. Två av dessa utgör delar av Fyrisåns huvudfåra, den tredje är den allra nedersta delen av Sävjaån. Övriga två vattendragssträckor som inte uppnår god kemisk status ligger i trakterna kring Dannemora. Fyra vattendrag bedömdes uppnå god kemisk status. För övriga 29 vattendrag saknas relevant mätdata.

Miljöproblem relateras till de organiska miljögifterna antracen, PFOS, TBT, fluoranten och bens(a)pyren samt till kadmium och bly. Halterna av åtminstone något av dessa ämnen måste minska för de vattenförekomster som inte uppnår god kemisk status.

2 Inledning

Föreliggande rapport utgör en del i den utredning som syftar till att ta fram underlag för beslut om lokalt åtgärdsprogram för sjöar och vattendrag inom Fyrisåns vattensystem. Åns avrinningsområde omfattar drygt 2000 km². En dryg tredjedel avvattnas av biflödet Sävjaån som ansluter till huvudfåran nedströms Uppsala stad, strax innan Fyrisåns mynning i Ekoln. Inom avrinningsområdet finns 45 ytvattenförekomster varav 34 vattendragssträckor och 11 sjöar. Därtill finns fyra vattendragssträckor som utgör preliminära vattenförekomster. Samtliga dessa 38 vattendragssträckor och 11 sjöar omfattas av utredningen.

Utredningens första del avser statusklassning, påverkansanalys, riskbedömning och bedömning av beting. Denna del av utredningen presenteras i föreliggande huvudrapport som redogör för metoder och översiktliga resultat och redovisas även per vattenobjekt i 49 separata delrapporter. Utredningen omfattar också ett förslag till miljöövervakningsprogram som utformats i syfte att åstadkomma säkrare bedömningar av status och beting för Fyrisåns ytvattenförekomster. Delrapporter och miljöövervakningsprogram utgör fristående bilagor till denna huvudrapport.

Utredningens andra del omfattar åtgärdsförslag för de fyra vattenförekomster som utgör Fyrisåns huvudfåra (van der Nat m.fl. 2020). Del två av utredningen baserar sig på de beting som tagits fram i utredningens första del.

Utredningen utfördes av WRS AB i samarbete med Naturvatten AB. WRS AB svarade för projektledning samt för den del av uppdraget som avser åtgärdsförslag för huvudfåran. Beställare var Uppsala kommun med Zahrah Livendahl som kontaktperson.

2.1 Geografisk omfattning

Utredningen omfattar Fyrisåns 45 ytvattenförekomster varav 34 vattendragssträckor och 11 sjöar. Därtill ingår fyra vattendragssträckor som utgör preliminära vattenförekomster. Vattenobjekten presenteras nedan med indelning efter Fyrisåns huvudfåra och biflöden (Tabell 1). Vattenförekomster inom huvudfåran är i tabellen nedan sorterade i nedströms riktning, övriga presenteras med sortering efter id-nummer. Vattenförekomsternas läge inom avrinningsområdet framgår av karta nedan (Figur 1).

För de fyra vattenförekomster som utgör Fyrisåns huvudfåra omfattar utredningen ett fullständigt underlag till lokalt åtgärdsprogram. Den del av utredningen som omfattar upprättande av åtgärdsförslag för huvudfåran utfördes av WRS och presenteras i separat rapport (van der Nat m.fl. 2020).

Tabell 1. Vattenobjekt inom Fyrisåns avrinningsområde som omfattas av utredningen.

Gren	Namn	Vattenkategori	ID
Huvudfåra	Fyrisån mellan Björklingeån och Vendelån	vattendrag	WA21318508
	Fyrisån Ulva - Björklingeån	vattendrag	WA81908340
	Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån	vattendrag	WA93715408
	Fyrisån Ekoln - Sävjaån	vattendrag	WA67670465
Vendelån	Långsjön - Björklinge	sjö	WA44093658
	Vendelån Sävastabäcken - Tassbäcken	vattendrag	WA59463288
	Vendelsjön	sjö	WA61712830
	Vendelån mynningen - Sävastabäcken	vattendrag	WA74075127
	Fyrisån - Tassbäcken	vattendrag	WA78639506
	Fyrisån - Toboån	vattendrag	WA82404349
	Sävastabäcken	vattendrag	WA86156703
Vattholmaån	Harvikadammen	sjö	WA55002939
	Slagsmyren	sjö	WA60730346
	Dannemorasjön	sjö	WA71444841
	Dalån	vattendrag	WA75646695
	Fyrisån Vattholma - Dannemorasjön	vattendrag	WA80503959
	Diken genom Gruvsjön Dannemora	vattendrag, preliminär vf	WA85976314
	Dalån Slagsmyren-Harvikadammen	vattendrag	WA86891438
	Stordammen	sjö	WA88771310
	Dalån	vattendrag	WA94973409
Fyrisån Dannemorasjön - Stordammen	vattendrag	WA96853726	
Björklingeån	Björklingeån - mynningen till Björklinge	vattendrag	WA19395087
	Björklingeån	vattendrag	WA56592278
	Velångsbäcken	vattendrag	WA57993046
	Velången	sjö	WA58567927
	Velångsbäcken	vattendrag	WA76227412
Jumkilsån	Jumkilsån	vattendrag	WA49862281
	Åloppbäcken	vattendrag	WA57410682
	Jumkilsån	vattendrag	WA92233887
Sävjaån	Tomtaån	vattendrag	WA23518679
	Storån	vattendrag	WA34117806
	Fyrisån - Bäck från Trehörningen	vattendrag	WA44144760
	Bäck Lötsjön - Långsjön	vattendrag, preliminär vf	WA50306430
	Vidboån	vattendrag	WA50954407
	Fyrisån Edasjön - Norrsjön	vattendrag	WA50984935
	Trehörningen	sjö	WA52862075
	Ubby-Långsjön	sjö	WA54664227
	Ramsen	sjö	WA60734924
	Sävjaån Vistebyån	vattendrag	WA61369847
	Lejstaån	vattendrag	WA73538296
	Sävjaån	vattendrag	WA75155233
	Storån	vattendrag	WA80900898
	Sävjaån dike genom Norrsjön till Långsjön	vattendrag, preliminär vf	WA81692206
	Sävjaån	vattendrag	WA82042009
	Sävjaån	vattendrag	WA82797609
	Fladån Fladen - Almunge	vattendrag, preliminär vf	WA85119916
Funbosjön	vattendrag	WA86698985	
Sävjaån Almunge Långsjön	vattendrag	WA94521175	
SE663632-161807 Norrsjön - Trehörningen	vattendrag	WA99714212	



Figur 1. Vattenförekomster och preliminära vattenförekomster inom Fyrisåns avrinningsområde. Koppling mellan id-nummer (MS_CD) och vattenobjektens namn och delgren framgår av Tabell 1 ovan.

2.2 Delmoment i utredningen

Nedan specificeras vilka delmoment del 1 av utredningens omfattade. För detaljer hänvisas till avsnittet *Metoder* nedan.

1. Sammanställning av grunddata om samtliga vattenobjekt.
2. Sammanställning av ekologisk och kemisk status enligt Vattenmyndighetens senaste bedömningar (VattenInformationssystem Sverige, VISS). Parallell klassificering inom denna utredning, baserad på mätdata för perioden 2013-2018.
3. Sammanställning av beslutade miljö kvalitetsnormer (VISS)

4. Trendanalys avseende vattenkvalitet
5. Påverkansanalys avseende fosfor samt i viss mån även för miljögifter och hydromorfologi
6. Riskbedömning
7. Bedömning av acceptabel fosforbelastning till sjöar och vattendrag
8. Bedömning av beting och åtgärdsutrymme avseende i huvudsak fosfor
9. Förslag till kunskapshöjande åtgärder i syfte att bedöma status och beting

Bedömning och beskrivning av förbättringsbehov avseende vattensystemets hydromorfologi presenteras av Länsstyrelsen i Uppsala län i kommande åtgärdsplan och omfattades inte av denna utredning.

2.3 Huvudrapportens omfattning

Denna huvudrapport redogör för metoder och översiktliga resultat avseende övergödning, miljögifter och trender samt behov av kunskapshöjande åtgärder. För detaljer samt redovisning av status avseende samtliga kvalitetsfaktorer och underliggande parametrar samt hänvisas till de separata redovisningar per vattenobjekt som utgör bilagor till denna rapport.

3 Metoder

3.1 Datasammanställning

Uppdraget omfattade insamling och sammanställning av data som underlag för beskrivning av vattenobjekten samt för statusklassificering (SLUs Miljödata MVM, Elfiskeregistret SERS, undersökningar av kiselalger och bottenfauna mm). Därtill sammanställdes uppgifter om vattenföring och näringsbelastning via SMHIs vattenweb (data beräknade via S-HYPE och SMED/PLC6.5). Dataunderlag erhöles även via Fyrisåns vattenförbund.

3.2 Statusklassificering

Uppdraget omfattade en sammanställning och klassificering av ekologisk och kemisk status enligt Vattenmyndighetens senaste bedömningar (VattenInformationssystem Sverige, VISS). Parallellt med detta utfördes inom uppdraget motsvarande klassificering, baserad på mätdata för perioden 2013-2018. Klassificeringar av ekologisk och kemisk status utfördes enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19) och Vattenmyndighetens vägledning för klassificering av miljögifter i vatten (Havs- och Vattenmyndigheten 2016). Klassningar utfördes så långt som möjligt på kvalitetsfaktornivå. Eventuella skillnader i utfallet av vattenmyndighetens klassningar och uppdaterade klassificeringar beskrivs och motiveras. Utfallet av Vattenmyndighetens statusklassningar dessutom redovisas översiktligt i tabellform för samtliga kvalitetsfaktorer och underliggande parametrar. Nedan beskrivs metodiken för klassning avseende näringsämnen (fosfor) samt metaller och organiska miljögifter. För detaljer i övrigt hänvisas till gällande föreskrift och vägledningar. Ekologisk status bedöms i en skala omfattande fem klasser enligt nedan (Tabell 2). Kemisk status klassificeras till någon av två klasser (Tabell 2).

Tabell 2. Klassificering av ekologisk samt kemisk status sker till någon av fem respektive två statusklasser.

Ekologisk status	Kemisk status
Hög	Uppnår god
God	Uppnår ej god
Måttlig	
Otillfredsställande	
Dålig	

3.2.1 Näringsämnen (fosfor)

Referensvärden för näringsämnen (fosfor) beräknades enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19) som underlag för statusklassning. För vattendrag inom Uppsala län tillämpar Vattenmyndigheten genomgående referensvärden beräknade enligt föreskriftens förenklade metod (formel 2.2). Där så varit möjligt med hänsyn till tillgänglig underlagsdata redovisas inom denna utredning även referensvärden beräknade enligt föreskriftens standardmetod (formel 2.1). För vissa vattendrag presenteras även referensvärden som viktats med hänsyn till referensvärde i uppströms liggande sjö; detta med hänsyn till retention. För sjöar redovisas de referensvärden som tillämpas av Vattenmyndigheten samt alternativa referensvärden som beräknats inom denna utredning. De metoder som tillämpats för beräkning av alternativa referensvärden (Cardoso m.fl. 2007; Naturvårdsverket 2008) varierar med sjötyp och näringspåverkan och är de samma som Vattenmyndigheten tillämpar för sjöar i Stockholms län. Statusklassning gjordes mot aritmetiska medelvärden av uppmätta fosforhalter. I några fall, där mätdata begränsades till enstaka år och variationerna var mycket stora, presenteras även geometriska medelvärden.

3.2.2 Särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen

Klassning av miljöstörande ämnen görs inom vattenförvaltningen med fördelning på de två kategorierna särskilda förorenande ämnen (SFÄ) respektive prioriterade ämnen. Särskilda förorenande ämnen klassificeras under ekologisk status och är ämnen som släpps ut i betydande mängd till ett vatten. Med betydande mängd avses en sådan mängd att påverkan från aktuellt ämne kan hindra att biologiska kvalitetsfaktorer uppnår/upprätthåller god status. Till kategorin SFÄ räknas bland annat arsenik, zink, koppar, krom, nitrat och ammoniak. De prioriterade ämnena är utvalda för åtgärder inom EU då utgör en risk för ytvattenmiljön och/eller finns uppmätta i ytvatten inom EU. Prioriterade ämnen har EU-gemensamma gränsvärden som motsvarar miljökvalitetsnormen för kemisk status. I kategorin prioriterade ämnen återfinns bland annat bly, nickel, kadmium, kvicksilver och organiska miljögifter som polybromerade difenyletrar (PBDE), perfluoroktansulfonsyra (PFOS) och tributyltenn (TBT).

För metaller i vatten avser gällande gränsvärden lösta eller biotillgängliga halter. Att så är fallet beror på att metaller i solid eller komplexbunden form normalt inte kan tas upp av levande organismer, varför totalhalter säger mycket lite om risken för toxisk påverkan. Vidare påverkas möjligheterna till biologiskt upptag - biotillgängligheten - av vilka vattenkemiska förhållanden som råder. Gränsvärden för arsenik, krom, kadmium och kvicksilver avser lösta (filtrerade) halter medan gränsvärden för koppar, zink, nickel och bly avser den biotillgängliga fraktionen. Klassificering av metaller utfördes enligt gällande föreskrift (HVMFS 2013:19) baserat på löst eller biotillgänglig halt. Lösta halter

finns inte tillgängliga för hela mätperioden (2013-2018) men beräknades baserat på samband mellan totalhalt (dekanterade surgjorda prover) och lösta halter (Köhler 2014). Biotillgänglighet beräknas med en så kallad Biotic Ligand Model (Bio-met bioavailability tool, version v4.0) i enlighet med rekommendationer i Havs- och vattenmyndighetens vägledning (2016). Modellen beräknar biotillgänglighet baserat på vattendragets vattenkemiska karaktär (pH, kalcium, löst organiskt kol (DOC)). Om uppgifter om DOC saknades skattas denna variabel under antagandet att den lösta andelen kol utgjorde 80 procent av totalhalten; detta i enlighet med Havs- och vattenmyndighetens vägledning (2016).

Vid klassificering av arsenik och zink får hänsyn tas till bakgrundshalter. Bakgrundshalt för dessa ämnen beräknas baserat på uppgifter om bakgrundshalter för metaller (Herbert m.fl. 2009) och förhållandet mellan totalhalter och lösta halter (Köhler 2012). Hänsyn till bakgrundshalt får även tas vad gäller koppar i sediment. Referenshalter tillämpades enligt Naturvårdsverkets tidigare bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). För organiska miljögifter baserades klassningen på uppmätta halter normaliserade till fem procents kolhalt.

Ammoniakhalt beräknades med ledning av ammoniumhalt, pH och temperatur.

3.2.3 Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer

Uppgifter om status vad gäller hydromorfologi – konnektivitet, morfologi och hydrologisk regim - baseras på de klassningar som redovisas av Vattenmyndigheten (VISS). Underlag saknas enligt vår kännedom för utökad/uppdaterad klassning av dessa kvalitetsfaktorer som bland annat beskriver möjligheten till spridning och fria passager i vattensystemet, påverkan i form av rensningar/rätningar, förändringar av närmiljö och svämplan samt förändringar av vattenflöde.

3.3 Trendanalys

Förekomsten av tidstrender i vattenförekomsternas vattenkvalitet undersöktes genom icke-parametrisk analys (Mann-Kendall). Trendanalysen omfattade den senaste tioårsperioden (2009-2018), där så var möjligt med hänsyn till tillgänglig mätdata. Säkerställda tidstrender redovisas med signifikans-nivå (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$). Därtill redovisas halförändring ($\mu\text{g/l per år}$) där minus (-) indikerar avtagande halter och plus (+) ökande halter. Avsaknad av säkerställd trend redovisas som ns (non-significant). Syftet med trendanalysen är att ge utökad underlag för bedömning av åtgärdsbehov.

3.4 Påverkansanalys

3.4.1 Fosfor

Uppgifter om fosforbelastning inhämtades via SMHIs vattenweb (S-HYPE och SMED/PLC6.5) och redovisas i form av totala mängder (kg/år) för vattenförekomsternas totala respektive lokala avrinningsområde. Därtill redovisas belastningens antropogena andel (kg/år, \%) samt dess källfördelning. Uppgifterna bör enligt SMHI och SMED betraktas som osäkra på delavrinningsområdesnivå. Där så är möjligt med hänsyn till tillgänglig mätdata kompletterades bilden genom beräkningar av fosfortransporter baserade på mätdata och SMHIs vattenföringsdata.

Påverkansanalysen baserar sig på modellerad fosforbelastning (SMED, PLC6.5). Gränsen för betydande påverkan enligt Vattenmyndighetens definitioner ligger vid en totalbelastning som för vattendrag motsvarar dubbla bakgrundsbelastningen. För sjöar sätts gränsen något lägre, vid bakgrundsbelastningen x 1,8. Det innebär att påverkan till vattendrag anses betydande vid en antropogen andel större än 50 procent, och att gränsen för sjöar sätts vid 44 procent.

För att med större upplösning beskriva den förhöjda fosforpåverkan som blivit resultatet av mänsklig påverkan redovisas den antropogena fosforandelen, baserad på modellberäkningar inom SMED (PLC6.5), i fem klasser enligt nedan (Tabell 3). Klassgränserna motsvarar samma fosforpåslag som tillåts för respektive statusklass vid bedömning av ekologisk status avseende näringsämnen för sjöar och vattendrag.

Tabell 3. Bedömning av antropogen andel fosfor (%) inom denna utredning.

Antropogen andel (%)	Beskrivning
≤ 30	Obetydligt förhöjd
30 - ≤ 50	Tydligt förhöjd
50 - ≤ 70	Kraftigt förhöjd
70 - ≤ 80	Mycket kraftigt förhöjd
> 80	Extremt kraftigt förhöjd

3.4.2 Miljögifter

Kunskap om källor till betydande påverkan av miljögifter inhämtades via VISS.

3.4.3 Övrig påverkan

Uppgifter om påverkan avseende konnektivitet och hydromorfologi inhämtades via VISS.

3.5 Riskbedömning

Riskbedömningen syftar till att identifiera om en vattenförekomst riskerar att inte uppnå fastställda miljökvalitetsnormer närmast kommande beslutsår. Bedömningen baseras på utfallet av statusklassning samt påverkansanalys. I riskbedömningen ska även klassningarnas tillförlitlighet samt en prognos för framtida utveckling av påverkan vägas in. I de fall en risk kan identifieras krävs åtgärder. Om risken är osäker krävs övervakning och eventuellt åtgärder. Uppgifter om riskbedömning baserades i huvudsak på Vattenmyndighetens bedömningar (VISS). Miljöproblem och risk beskrivs i utredningen för kategorierna *Övergödning*, *Flödesförändringar*, *Morfologiska förändringar och kontinuitet* samt *Miljögifter*. För kategorin miljögifter anges ingen riskbedömning om den endast omfattar kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) då dessa ämnen bedöms överskrida gällande gränsvärden i hela landet.

3.6 Acceptabel fosforbelastning

Som underlag för bedömning av fosforbeting beräknades den högsta fosforbelastning som kan accepteras till en vattenförekomst, under förutsättning att god status avseende näringsämnen (fosfor) ska uppnås. För vattendrag beräknades den acceptabla fosforbelastningen utifrån gränsvärdet mellan god och måttlig status, samt långtidsmedelvattenföring (1999-2018). För sjöar baserades beräkningen på enkla och vedertagna massbalansmodeller (Vollenweider med kalibreringar enligt OECD).

Beräkningen utmynnar i vilken fosforbelastning (kg/år samt tillrinnande fosforhalt) som kan ses som acceptabel under förutsättning att god ekologisk status ska uppnås med hänsyn till fosfor. Resultat av modellberäkningarna måste i de flesta fall ses som mycket osäkra, inte minst eftersom modellerna inte tagits fram för de grunda och i vissa fall konstgjorda sjötyper som är vanliga inom Fyrisåns avrinningsområde.

3.7 Bedömning av beting

Beting bedömdes med utgångspunkt i utfall av statusklassificering enligt ovan. Utgångspunkten i bedömningen är att god status ska uppnås samt att inga försämringar får tillåtas av några kvalitetsfaktorer. För vattenkemiska variabler beräknades betinget som skillnaden mellan uppmätt halt och aktuellt gränsvärde. För mer detaljerade beskrivningar, se nedan.

3.7.1 Fosfor

Fosfor är det näringsämne som generellt styr primärproduktionen i inlandsvatten. Antropogen fosforpåverkan kan leda till eutrofiering, det vill säga förhöjda fosforhalter, och som en effekt av detta övergödningssamband problematik, så som syrgasbrist och förändrade djur- och växtsamhällen. Av den anledningen ges fosfor vanligen särskild uppmärksamhet i åtgärdsprogram för sjöar och vattendrag, så även i denna utredning.

Fosforbeting bedömdes med utgångspunkt i utfall av statusklassificering och fosforbelastning enligt ovan. Beting angavs som halt ($\mu\text{g/l}$, mg/kg TS), andel (%) och där så var möjligt som mängd (kg/år) vid långtidsmedelvattenföring (1999-2018). Beting omräknades till mängd (kg/år) utifrån i första hand fosforbelastning enligt transportberäkningar baserade på mätdata och i andra hand på belastning enligt SMHI. I de senare fallen användes som regel data enligt S-HYPE, då dessa bedömdes mer tillförlitliga på vattenförekomstnivå än data modellerat inom SMED (PLC6.5). Att så skulle vara fallet har stöd i att S-HYPE kalibreras efter mätdata i respektive vattenförekomst, om sådan finns tillgänglig, och indikeras även av jämförelser gjorda inom denna utredning. I vattensystemets nedre delar gav visade både data beräknade enligt S-HYPE respektive PLC6.5 god överensstämmelse med transporter beräknade på uppmätta fosforhalter. Beting angavs där så var möjligt på både total och lokal nivå. Det totala betinget avser den totala fosforreduktion som indikeras av mätdata. Det lokala betinget beräknades där så varit möjligt som det beting som kvarstår i en situation då god status (avseende vattenkvalitet) uppnås i uppströms belägna vattenförekomster.

För sjöar tillämpas samma principer som beskrivs ovan för bedömning av beting sett till halt och andel. Betinget sett som mängd utgick från nuvarande belastning och det procentuella betinget, och/eller skillnaden mot acceptabel belastning enligt ovanstående avsnitt. För bedömning av lokala beting tillämpades i övrigt följande principer:

- Vid god eller hög status – inget beting
- Vid status på gränsen mellan god och måttlig status – reduktion motsvarande 10 procent av betinget enligt belastningsdata
- Vid sämre än god status – reduktion med motsvarande andel (%) av lokalbelastning enligt modellberäkningar
- Vid sämre än god status men inget kvarstående lokalt beting - reduktion motsvarande 10 procent av betinget enligt belastningsdata

- Vid avsaknad av mätdata – beting motsvarar det lägsta åtgärdsutrymme som indikeras av modellberäkningar

Utöver beting beräknades åtgärdsutrymme för respektive vattenförekomst baserat på modellberäkningar inom SMED (PLC6.5). Bedömningen baserades på en acceptabel totalbelastning som för vattendrag motsvarar dubbla bakgrundsbelastningen och för sjöar bakgrundsbelastningen x 1,8. Resultterande acceptabel belastning motsvarar gränsen för betydande näringspåverkan enligt Vattenmyndighetens definitioner. Åtgärdsutrymme utgörs av nuvarande modellerad totalbelastning minus acceptabel belastning. Syftet med att utöver beting redovisa även åtgärdsutrymme är att visa i vilka områden eventuellt kompletterande beting eller kompensationsåtgärder är möjliga, med hänsyn till belastningssituationen.

Lokalt beting respektive åtgärdsutrymme redovisas som mängd (kg/år) och vattenförekomst.

3.7.2 Särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen

Beting för särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen angavs som reduktionsbehov sett som halt ($\mu\text{g/l}$, mg/kg TS) och andel (%). Bedömningarna av beting måste i de flesta fall ses som mycket osäkra och indikativa; detta då underlagsmaterialet ofta är mycket begränsat och sambandet mellan status och nuvarande påverkan kan vara osäker.

3.7.3 Konnektivitet och morfologi

Bedömning och beskrivning av förbättringsbehov avseende vattensystemets hydromorfologi presenteras av Länsstyrelsen i Uppsala län i kommande åtgärdsplan och omfattades inte av denna utredning.

4 Övergödning

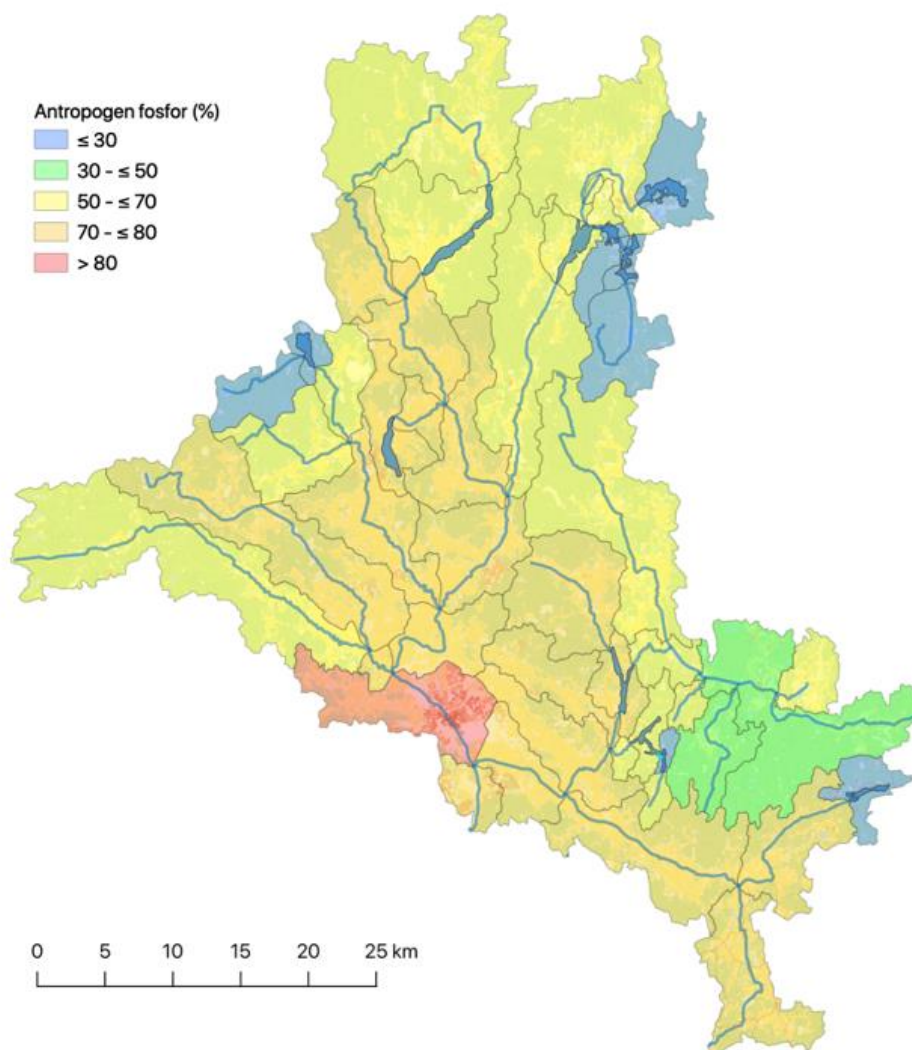
4.1 Påverkansanalys

Analys av belastningsdata indikerar betydande fosforpåverkan för 31 av vattensystemets 38 vattendrag. Det innebär att den lokala fosforbelastningen till huvuddelen (80%) av Fyrisåns vattendrag är mer än dubbelt så hög som den skulle vara utan mänsklig påverkan. För sjöar är läget något bättre. Där indikeras en betydande påverkan för 6 av 11 objekt. Analysen baserar sig på modellerad fosforbelastning (SMED, PLC6.5).

I syfte att nyansera bilden av fosforpåverkan i vattensystemets olika delar visas nedan hur stor andel den antropogena andelen fosfor utgör på lokal nivå, det vill säga inom varje vattenförekomstområde/delavrinningsområde (Figur 2). Den antropogena andelen visas med fördelning på fem klasser där klassgränserna motsvarar samma fosforpåslag som tillåts för respektive statusklass vid bedömning av ekologisk status avseende näringsämnen för sjöar och vattendrag.

En lokal fosforpåverkan motsvarande den högsta klassen – extremt kraftigt förhöjd antropogen andel fosfor (> 80%) - indikeras endast för ett vattenförekomstområde, nämligen den del av Fyrisån som rinner genom Uppsala stad. För detta delavrinningsområde utgör den antropogena andelen fosfor hela 87 procent av den totala fosforbelastningen. Vidare indikeras en mycket kraftigt förhöjd andel antropogen fosfor (70-80%) för huvuddelen av avrinningsområdets jordbruksbygd. Långsjön (Björklinge) är

den enda sjö till vilken påverkan bedöms mycket kraftigt förhöjd. Områden där den mänskligt orsakade fosforbelastningen står för mindre än hälften av den totala fosforbelastningen återfinns i de övre delarna av Vattholmaån, Björklingeån och Sävjaån.



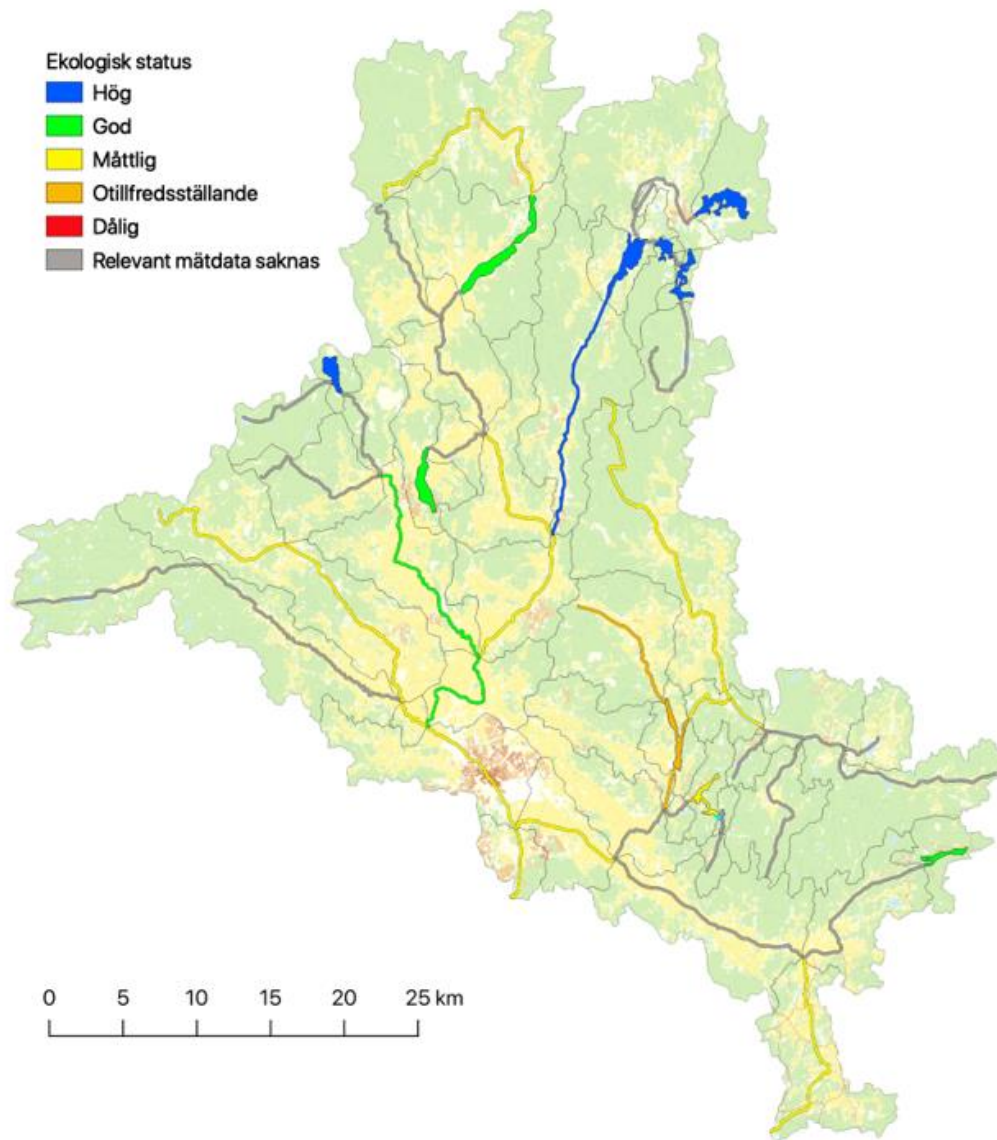
Figur 2. Fosforpåverkan till Fyrisån sett som antropogen andel fosfor (%) per vattenförekomstområde/delavrinningsområden. Klassgränserna motsvarar samma fosforpåslag som tillåts för respektive statusklass vid bedömning av ekologisk status avseende näringsämnen för sjöar och vattendrag. Dataunderlag: PLC6.5.

4.2 Status

I syfte att ge en bild av status avseende övergödningssituationen redovisas i detta avsnitt ekologisk status avseende övergödningssindikerande parametrar. Bedömningen baseras huvudsakligen på status avseende näringsämnen, det vill säga baserat på uppmätta fosforhalter och avser bedömningar som gjorts inom denna utredning. För vattendrag där mätdata för fosfor saknas baseras bedömningen i några fall på kiselalger som ger ett tillförlitligt mått på näringsstatus. För sjöar fanns mätdata avseende näringsämnen att tillgå i samtliga fall, undantaget sjön Ramsen där data för den senaste tioårsperioden helt saknas. En avstämning gjordes ändå mot status avseende växtplankton (klorofyll) som generellt sett är en välfungerande övergödningssindikator.

Status avseende övergödning visas nedan med fördelning på de fem statusklasserna, samt med tillägg för en sjätte klass som visar vattenförekomster för vilka relevant mätdata saknas (Figur 3). Av de elva sjöarna var Trehörningen och Funbosjön de enda som inte uppnådde god status sett till övergödning. För Trehörningen indikerar både näringsämnen och växtplankton måttlig status. För Funbosjön har växtplankton måttlig status, medan näringsämnen indikerar otillfredsställande status. Övriga nio sjöar bedömdes ha god eller hög status sett till både näringsämnen och växtplankton. För Ramsen redovisas ingen bedömning då mätdata saknas.

Möjligheterna till statusklassning av vattensystemets vattendrag begränsas av att relevant mätdata avseende övergödning saknas för 22 av 38 objekt. Av övriga 16 vattendrag bedömdes endast tre vattendrag uppnå god eller hög status. Det gäller Vattholmaån mellan Dannemorasjön och sammanflödet med Fyrisåns huvudfåra, Björklingeån samt huvudfåran mellan Björklingeån och Junkilsån. Den senare bedömningen är osäker då den baseras på data för kiselalger från ett tillfälle. Status var då god, på gränsen till måttlig. För resterande 13 vattendrag där mätdata finns för bedömning indikeras sämre än god status. För Funbosjöns inlopp Tomtaån och utlopp Sävjaån/Funboån indikeras otillfredsställande status. Övriga elva vattendrag bedömdes ha måttlig status avseende övergödning.

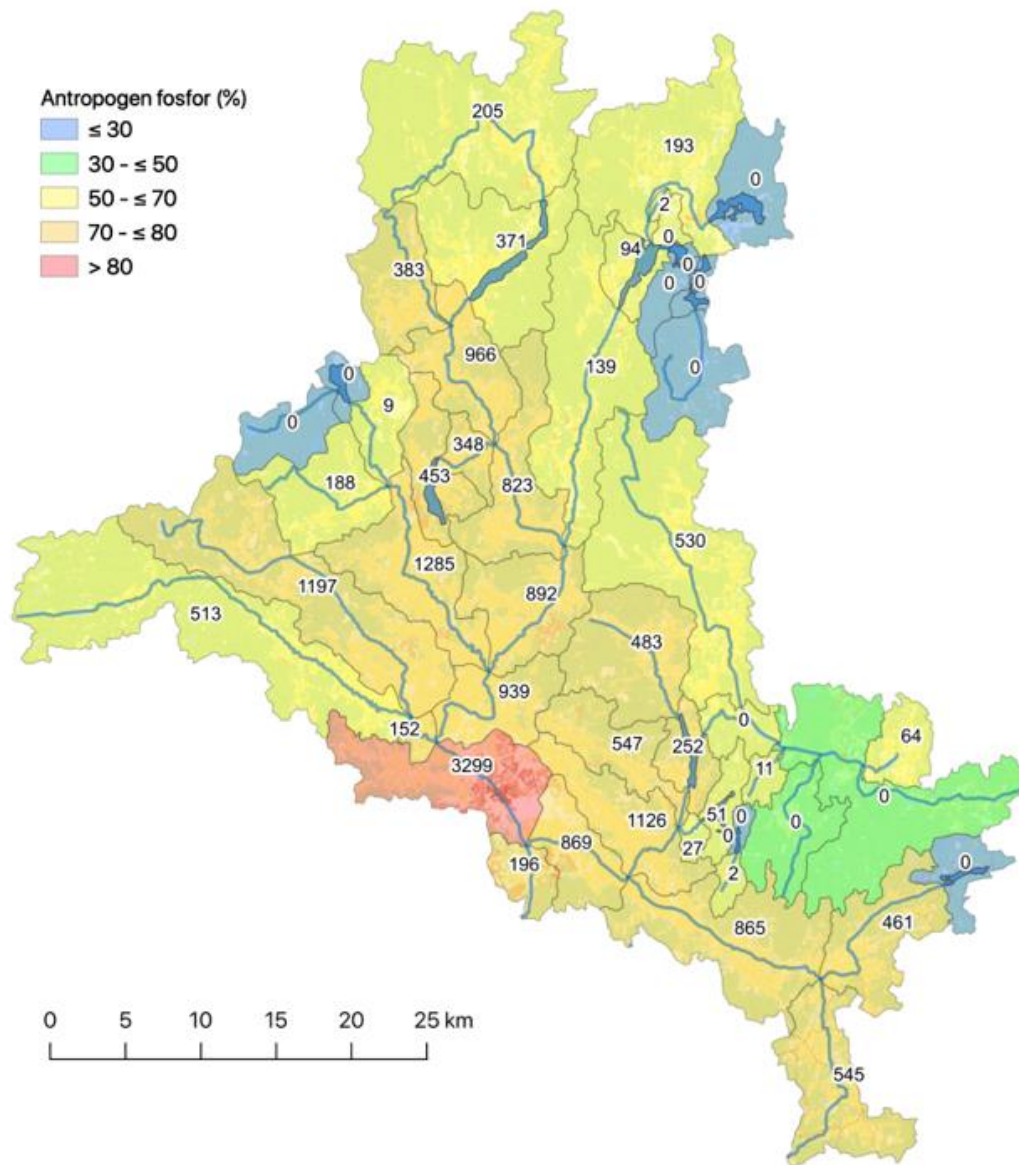


Figur 3. Status avseende övergödningsindikerande parametrar. Bedömningen baseras huvudsakligen på status avseende näringsämnen, det vill säga baserat på uppmätta fosforhalter. För vattendrag där mätdata för fosfor saknas baseras bedömningen där så var möjligt på kiselalger som ger ett bra mått på näringsstatus.

4.3 Beting och åtgärdsutrymme

Fosforbetinget anger hur mycket fosforbelastningen till en sjö eller ett vattendrag måste minska på lokal nivå för att en vattenförekomst ska ges förutsättningar att uppnå god status avseende övergödningsindikerande parametrar. Betinget motsvarar alltså den mängd fosfor som en vattenförekomst behöver avlastas från, på lokal nivå. Principer för bedömning av beting redovisas i avsnittet *Metoder* och baserar sig i grunden på skillnaden mellan uppmätt fosforhalt och gränsvärdet mellan måttlig och god status. För vattenförekomster där relevant mätdata saknas för bedömning av status avseende övergödning utfaller det lägsta åtgärdsutrymme som indikeras av modellberäkningar.

Nedan visas fosforbeting per vattenförekomstområde/delavrinningsområde (Figur 4). Kartan visar även status avseende övergödning. Det totala beting som beräknats för hela Fyrisåns avrinningsområde uppgår till cirka 8900 kg/år. Av denna mängd fördelar sig 38

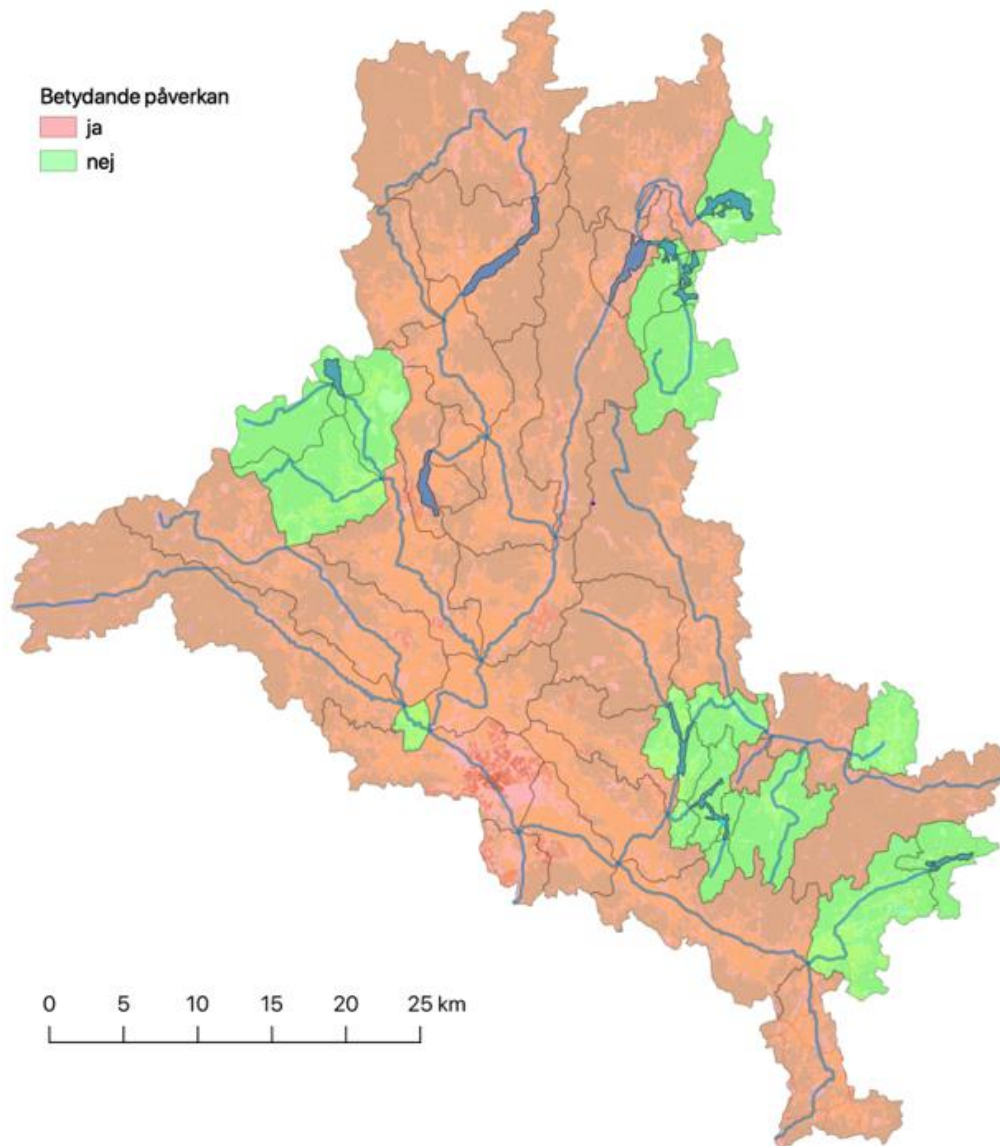


Figur 5. Åtgärdsutrymme (kg/år) för Fyrisåns vattenförekomster. Mängden anger utrymmet för fosforreduktion ned till gränsen för betydande påverkan. Som bakgrund visas den antropogena andelen fosfor (%) per område. Dataunderlag: PLC6.5.

5 Miljögifter

5.1 Påverkansanalys

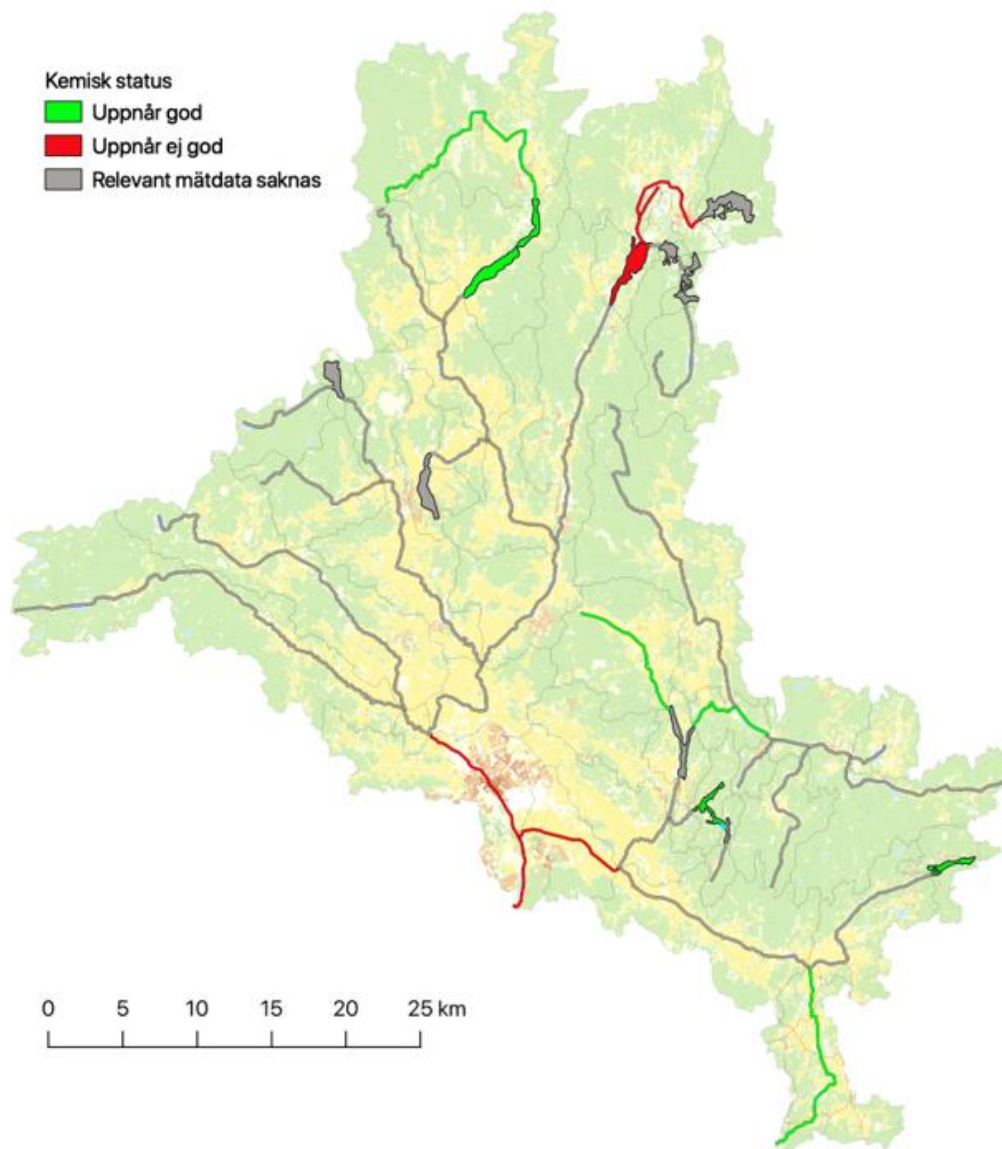
En betydande påverkan avseende miljögifter indikeras enligt Vattenmyndighetens bedömning för 24 av vattensystemets 38 vattendrag (Figur 6). Det innebär att det för drygt 60 procent av vattendragen finns lokala källor till miljögifter vars påverkan bedöms innebära en risk för att god kemisk status inte uppnås. För sjöar är läget bättre. Där indikeras en betydande påverkan för 3 av 11 objekt. Områden förskonade från lokala källor till miljögifter återfinns i de övre delarna av Vattholmaån, Björklingeån och Sävjaån samt för den allra nedersta delen av Jumkilsån.



Figur 6. Översikt över betydande påverkan avseende miljögifter enligt Vattenmyndighetens bedömning. I rödmarkerade områden finns lokala källor till miljögifter vars påverkan bedöms innebära en risk för att god kemisk status inte uppnås.

5.2 Status avseende prioriterade ämnen

Kemisk status visas nedan med fördelning på de två statusklasserna, samt med tillägg för en tredje klass som visar vattenförekomster för vilka relevant mätdata saknas (Figur 7). Status visas med undantag för kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) som bedöms överskrida gällande gränsvärden i hela landet till följd av långväga luftburen spridning och atmosfärisk deposition. Mätdata avseende prioriterade ämnen saknas i stor utsträckning och möjligheterna till statusklassning är begränsade.



Figur 7. Kemisk status med undantag för kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) som för samtliga delar av landet bedöms överskrida gällande gränsvärden. Data avseende prioriterade ämnen saknas i stor utsträckning och klassningen ger långt ifrån en komplett bild av situationen.

Dannemorasjön var den enda av de elva sjöarna som inte bedömdes uppnå god kemisk status. Övriga tre sjöar för vilka tillräcklig mätdata fanns för klassning – Vendelsjön, Trehörningen och Ubby-Långsjön – bedömdes ha god kemisk status.

Fem av de 38 vattendragen bedömdes inte uppnå god kemisk status. Två av dessa utgör delar av Fyrisåns huvudfåra, nämligen vattendragssträckan som rinner genom staden samt sträckan mellan Övre Föret och Fyrisåns mynning i Ekoln. God kemisk status uppnåddes inte heller för den allra nedersta delen av Sävjaån. Övriga två vattendragssträckor som enligt nuvarande kunskapsläge inte uppnår god kemisk status ligger i trakterna kring Dannemora. Den ena är vattendraget som rinner från Stordammen till Dannemorasjön, den andra utgör ett biflöde till detta vattendrag och utgörs av den preliminära vattenförekomst som avvattnar f.d. Gruvsjön. Fyra vattendrag bedömdes uppnå god kemisk status. Dessa är Tomtaån, Vidboån, Vistebyån och Toboån. För övriga 29 vattendrag saknas relevant mätdata.

5.3 Beting

Bedömningar av beting avseende prioriterade ämnen måste i de flesta fall ses som mycket osäkra och enbart indikativa; detta då underlagsmaterialet ofta är mycket begränsat och sambandet mellan status och nuvarande påverkan ofta är osäker. I detta avsnitt visas därför enbart en sammanställning av vilka prioriterade ämnen som överskrider fastställda gränsvärden för vattenförekomster som inte uppnår god kemisk status (Tabell 4). För de båda vattenförekomster som tillhör huvudfåran behöver halterna minska vad gäller de organiska miljögifterna antracen, PFOS, TBT och/eller fluoranten samt bens(a)pyren. För Vattholmaån i trakterna kring Dannemora har förhöjda halter uppmätts av kadmium, samt för vattendragssträckan mellan Stordammen och Dannemorasjön även bly, antracen, fluoranten och bens(a)pyren. För den nedersta delen av Sävjaån är halterna av PFOS förhöjda och måste minska. För detaljer hänvisas till de separata redovisningar per vattenförekomst som utgör bilagor till denna huvudrapport.

Tabell 4. Vattenförekomster där prioriterade ämnen överskrider fastställda gränsvärden och vars halter behöver minska.

Gren	Namn	ID (MS_CD)	Prioriterade ämnen med beting
Huvudfåra	Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån	WA93715408	antracen, fluoranten, PFOS, TBT
	Fyrisån Ekoln - Sävjaån	WA67670465	antracen, bens(a)pyren, PFOS, TBT
Vattholmaån	Dannemorasjön	WA71444841	kadmium
	Diken genom Gruvsjön Dannemora	WA85976314	kadmium
	Fyrisån Dannemorasjön - Stordammen	WA96853726	kadmium, bly, antracen, fluoranten, bens(a)pyren
Sävjaån	Sävjaån	WA82797609	PFOS

6 Trender

I detta avsnitt redovisas översiktligt miljötillståndets utveckling avseende övergödningsrelaterade parametrar och prioriterade ämnen för den senaste tioårsperioden (2009–2018). Redovisningen omfattar enbart de vattenförekomster som i dessa avseenden uppvisar en säkerställd tidstrend (Mann-Kendall test), och begränsas av naturliga skäl till de vattenförekomster där dataunderlaget är tillräckligt omfattande för att medge analys.

De trender som kan beläggas för vattendrag indikerar generellt avtagande halter av näringsämnen och metaller (Tabell 5). Det gäller med undantag för kväve i huvudfåran där halterna tvärtom är ökande längs de delar som rinner genom staden och därifrån vidare till mynningen i Ekoln. För sträckan nedströms staden uppvisar fosforhalterna en avtagande trend. Att så är fallet förklaras troligen till stor del av att fosforhalterna avtagit tydligt i Sävjaån som mynnar till den övre delen av denna vattenförekomst. Trender för övergödningsrelaterade parametrar i sjöar begränsas till minskande växtplanktonmängder (klorofyll) i Stordammen (Vattholmaån) samt minskande kvävehalt i Vendelsjön. För en fullständig redovisning av utfallet av trendanalys hänvisas till separata delrapporter per objekt.

Tabell 5. Vattenkvalitetens utveckling den senaste tioårsperioden (2009-2018) enligt trendanalys (Mann-Kendall test). Säkerställda tidstrender visas med ökande (+) eller avtagande (-) trend/halt samt signifikansnivå (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$). Redovisningen omfattar enbart övergödningsrelaterade parametrar och

prioriterade ämnen och enbart de vattenförekomster som i dessa avseenden uppvisar en trend.

Gren	Namn	ID (MS_CD)	Parameter	Trend (+/-)	Signifikans
Huvudfåra	Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån	WA93715408	totalkväve	+	*
			nitritnitratkväve	+	*
			kadmium	-	*
			nickel	-	*
			bly	-	*
	Fyrisån Ekoln - Sävjaån	WA67670465	totalfosfor	-	*
			totalkväve	+	**
			nitritnitratkväve	+	**
			kadmium	-	**
-	-	-	bly	-	**
Vattholmaån	Stordammen	WA88771310	växtplankton (klorofyll)	-	*
Vendelån	Vendelsjön	WA61712830	totalkväve	-	*
	Vendelån mynningen - Sävastabäcken	WA74075127	nitritnitratkväve	-	*
Sävjaån	Sävjaån	WA82797609	fosfor	-	***
			bly	-	*

7 Förslag till kunskapshöjande åtgärder

Som framgår av den översiktliga redovisningen av status avseende övergödning och miljögifter saknas i stor utsträckning mätdata för bedömning av status, miljöproblem och beting. I syfte att komplettera bilden av Fyrisåns miljötillstånd, inte minst som underlag för åtgärdsplanering, togs ett förslag till förändrat miljöövervakningsprogram fram inom denna utredning. Här lämnas en sammanfattande beskrivning av programförslagets utformning och omfattning. För en detaljerad redovisning hänvisas till den separata rapport där programmet beskrivs i sin helhet (bilaga till denna huvudrapport).

För att nå god kostnadseffektivitet utformades programmet med övervakning av olika omfattning och intensitet för olika vattenförekomster. För vissa vattenförekomster föreslås ingen övervakning. Övervakningens omfattning avgjordes bland annat av vattenförekomstens läge i avrinningsområdet, där mer omfattande övervakningsinsatser föreslås för åns huvudfåra och större biflöden. Även status och påverkansanalys påverkade utformningen.

I programmet föreslås ett upplägg med tre olika övervakningsnivåer för vattendrag och två för sjöar. De olika nivåerna omfattar olika kvalitetsfaktorer/variabler och olika undersökningsfrekvens (Tabell 6)

En översikt över det antal vattenförekomster som föreslås för övervakning på respektive nivå visas nedan (Tabell 7). Av de fyra preliminära vattenförekomsterna föreslås att en (1) övervakas på extensiv nivå. För övriga tre preliminära vattenförekomster föreslås i detta läge ingen övervakning.

Tabell 6. Programmets omfattning sett till kvalitetsfaktorer/parametrar samt undersökningsfrekvenser vid olika övervakningsnivåer. Övervakning av miljöstörande ämnen/miljögifter redovisas separat.

Nivå	Vattendrag	Sjöar
Intensiv	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år Kiselalger 1 gång/år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år Klorofyll 1 gång/år

	Bottenfauna 1 gång/6 år	Växtplankton 2 gånger/6 år Kiselalger 2 gånger/6 år Nätprovfiske 1 gång/6 år Vattenvegetation 1 gång/6 år
Intermediär	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år, 1 gång/6 år Kiselalger 2 gånger/6 år	-
Extensiv	Kiselalger 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år, 3 gånger/6 år Klorofyll 1 gång/år, 3 gånger/6 år

Tabell 7. Antal vattenförekomster som föreslås övervakas på olika nivåer.

Nivå	Vattendrag	Sjöar
Intensiv	7	5
Intermediär	12	-
Extensiv	8	6
Ingen övervakning	7	-
Summa	34	11

I tillägg till de undersökningar som föreslås enligt ovan rekommenderas övervakning av miljöstörande ämnen - metaller, organiska miljögifter - för fyra vattendragssträckor och tre sjöar enligt nedan (Tabell 8). Miljögiftsövervakning av dessa vattenförekomster motiveras enligt ovan av påverkansbilden och/eller utfall av statusklassificeringar.

Tabell 8. Översikt över förslag till övervakning av miljöstörande ämnen i vattendrag och sjöar.

Namn	ID	Typ av övervakning
Fyrisån Jumkilsån - Sävjaån	WA93715408	Vatten 12 gånger/år, sediment 1 gång/6 år, fisk 1 gång/6 år
Fyrisån Ekoln - Sävjaån	WA67670465	Vatten 12 gånger/år, sediment 1 gång/6 år, fisk 1 gång/6 år
Sävjaån	WA82797609	Vatten 12 gånger/år, sediment 1 gång/6 år
Fyrisån Dannemorasjön-Stordammen	WA96853726	Vatten 12 gånger/år, sediment 1 gång/6 år, fisk 1 gång/6 år
Dannemorasjön	WA71444841	Sediment och fisk, 1 gång/6 år
Vendelsjön	WA61712830	Sediment och fisk, 1 gång/6 år
Långsjön - Björklinge	WA44093658	Sediment och fisk, 1 gång/6 år

8 Referenser

Andersson, M. 2016. PM Miljöteknisk undersökning. Sedimentprovtagning Kungsängen 1:30 m fl Fyrisån – Islandsfallet till Kungsängsbron. Rapport från Bjerking.

Andersson, M. 2016. PM Miljöteknisk undersökning. Sedimentprovtagning Sunnersta 51:26 Flottsund. Rapport från Bjerking.

Cardoso, A.C., A. Solimini, G. Premazzi, L. Carvalho, A. Lyche & S. Rekolainen. 2007. Phosphorus reference concentrations in European lakes. *Hydrobiologia* 583:3–12.

Fyrisåns Vattenförbund. 2018. Ansökan om forskningsbidrag: Miljöanalys av tillståndet i Fyrisån med biflöden. Bilaga 1. Daterad 2018-01-18.

Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19 (uppdaterad 2019-01-01).

- Havs- och vattenmyndigheten. 2016. Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26.
- Herbert, R., L. Björkvald, T. Wällstedt & K. Johansson. 2009. Bakgrundshalter av metaller i svenska inlands- och kustvatten. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2009:12.
- Köhler, S. 2012. Faktorer som styr skillnader mellan totalhalter och lösta halter metaller i ett antal svenska ytvatten. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 2012:21.
- Mårtensson Ahlgren, A. 2011. PM Miljöteknisk provtagning av sediment. Fjärdingen 1:13 och Kungsängen 1:30. Rapport från Bjerking.
- Naturvårdsverkets författningssamling. Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. NFS 2008:1.
- Nygren, I. 2018. Fyrisåns avrinningsområde 2017. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Vatten och miljö, Rapport 2018:4.
- Nyström, I-M. 2011. PM sedimentprovtagning Fyrisån. Kungsängen 1:8 och Kronåsen 1:22, Uppsala Kommun. Rapport från Bjerking.
- Orback, C. 2007. Utvärdering av enskilda avlopps betydelse för vattenkvaliteten i sjön Trehörningen. Examensarbete utfört vid Institutionen för Miljöanalys, SLU. Rapport 2007:7.
- Sundberg, I. & A. Jarlman. 2008. Kiselalgsundersökning i vattendrag i Uppsala län 2007. Rapport från Medins Biologi AB.
- Sundberg, I. & A. Jarlman. 2009. Kiselalgsundersökning i vattendrag i Norra Östersjöns vattendistrikt 2008. Rapport från Medins Biologi AB.
- Sundberg, I. 2014. Kiselalger i Norra Östersjöns vattendistrikt 2013. En undersökning av 71 lokaler. Rapport från Medins Biologi AB.
- Svensson, L. & J. Berglund. 2009. Fria vandringsvägar i Mälar- och Hjälmarmynnade vattendrag. En kartläggning av vandringshinder och lekområden för fisk. Länsstyrelsen i Uppsala län, Meddelandeserie 2009:06.
- Tierps Energi & Miljö AB. Utsläppskontroll för Husby avloppsreningsverk år 2016, 2017 och 2018.
- Uppsala Vatten och Avfall AB. Utsläppskontroll för avloppsreningsverk år 2015, 2016 och 2017.
- Åberg, A. 2014. Utredning av sedimentföroreningar vid Flottsundsbron, Fyrisån. Rapport från ÅF.

Övriga referenser/källor:

Elfiskeregistret SERS <http://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/databaser/elfiskeregistret/>

Havs- och vattenmyndighetens undersökningstyper <https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/ovriga-vagledningar/miljoovervakningens-metoder-och-undersokningstyper-inom-programomrade-sotvatten.html>

IVL Databas Screening samt Databas Miljögifter <https://www.ivl.se/>

Länsstyrelsen i Uppsala län, Miljögiftscreening 2017 (Excelfil)

SLU Miljödata MVM <http://miljodata.slu.se/mvm/>

SMHI Vattenwebb <http://vattenwebb.smhi.se/>

Svenska MiljöEmissionsData <https://www.smed.se/>

Vatteninformationssystem Sverige <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

Personkontakter:

Gustav Johansson, Hydrophyta Ekologikonsult

Joel Berglund, Länsstyrelsen Uppsala län

Gunilla Lindgren, Länsstyrelsen Uppsala län

Gudrun Robinson, Länsstyrelsen Uppsala län

Brian Huser, Institutionen för vatten och miljö, SLU

Pernilla Rönnback, Institutionen för vatten och miljö, SLU

Tommy Eriksson, Tierps Energi & Miljö AB

Johan Persson, Upplandsstiftelsen

Bilaga 1D, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån, del 2

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnaån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävåån och Olandsån med som åtgärder.

Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån

Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln

Uppsala kommun



2020-04-03

Detta uppdrag har finansierats av:

TITEL	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 -Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln
RAPPORTNUMMER	2018-1306 B
BESTÄLLARE	Uppsala kommun
FÖRFATTARE	Dimitry van der Nat, Ebba af Petersens, Daniel Stråe, Linus Halvarsson, Barbro Beck-Friis, Maja Granath, Hannes Öckerman och Frida Hermansson
GRANSKNING	Daniel Stråe och Jonas Andersson
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2020-04-03
OMSLAGSBILD	Fyrisån vid Islandsfallet. Fotograf: Daniel Stråe

Innehåll

Sammanfattning	4
1 Inledning.....	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte	5
2 Underlag	6
3 Fyrisån, sträckan Vendelån–Ekoln.....	7
3.1 Status	9
3.2 Beting för fosfor	9
3.3 Beting för övriga problemämnen.....	9
4 Övergripande metodik.....	10
5 Tillförsel av fosfor.....	11
5.1 Tillförsel av fosfor från punktkällor	11
5.2 Tillförsel av fosfor från diffusa källor.....	23
5.3 Sammanfattande slutsatser kring fosfortillförsel	26
6 Åtgärdsförslag	28
6.1 Åtgärder för punktkällor.....	28
6.2 Åtgärder för diffusa källor	33
6.3 Nås betingen för fosfor?.....	42
6.4 Övriga åtgärder	43
7 Prioritering av åtgärder	46
7.1 Prioritering mellan åtgärder för punktkällor	46
7.2 Prioritering mellan åtgärder för diffus fosfortillförsel	46
7.3 Sammanfattning prioritering	48
8 Referenser.....	49

Sammanfattning

Kommunen har en nyckelroll i arbetet med att nå miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsterna inom kommunen. För arbetet behövs välunderbyggda handlingsplaner, så kallade åtgärdsprogram, som gör det möjligt för kommunen att prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapport innehåller åtgärdsförslag för Fyrisåns sträckning mellan Vendelån och Ekoln och utgör den ena delen av underlaget till åtgärdsprogram. Den andra delen redovisar statusklassning och beting för Fyrisåns samtliga 45 vattenförekomster, varav tio sjöar och 35 vattendragssträckor.

Den aktuella sträckan av Fyrisån omfattar fyra vattenförekomster enligt Vattenmyndighetens indelning. Avrinningsområdet till dessa fyra delsträckor är 164 km² stort och domineras av Uppsalaslättnens jordbruksmark, men rymmer också betydande inslag av skog och skogsbruksmark, samt urbana ytor inom Uppsala och Storvreta tätorter. Även Ärna flygplats och annan öppen mark ingår i avrinningsområdet.

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning har Fyrisån på aktuell sträcka måttlig ekologisk status. Ån uppnår ej heller god kemisk status. De huvudsakliga lokalt orsakade problemen är övergödning och hydromorfologiska brister, men bitvis även förhöjda förekomster av PAH:er, TBT, PFAS, ammoniak och nitrat. Enligt miljökvalitetsnormen för Fyrisån ska god ekologisk och kemisk status uppnås senast 2027.

Betingen för minskad tillförsel av fosfor till vattenförekomsterna är i nuläget mycket osäkra. Arbetet med åtgärdsförslag har därför bedrivits utifrån en preliminär bedömning som inneburit ett arbetsbeting inom uppdragets avgränsning på 800 kg per år, varav 670 kg på sträckan Jumkilsån–Sävjaån (på denna sträcka passerar ån genom Uppsala tätort) och resterande 130 kg jämnt fördelade på de två uppströms åsträckorna.

Utredningen har analyserat och bearbetat befintliga data, men också tagit fram nya, exempelvis förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, samt beräknade föroreningsmängder i dagvattnet från Storvreta. Den diffusa fosfortillförseln från jordbruksmark har beräknats utifrån underlagsdata från Jordbruksverket och SMED.

Platsspecifika åtgärdsförslag har i första hand tagits fram för avskiljning av fosfor, men även tillförseln av andra problemämnen kan förväntas minska. Åtgärderna har prioriterats utifrån en översiktlig analys av avskiljningspotential, juridisk och teknisk genomförbarhet samt kostnadsbild.

Att förelägga enskilda fastighetsägare med icke-godkända avlopp förväntas innebära en ökad avskiljning med cirka 15 kg fosfor per år. Efterpolering i våtmark av avloppsvattnet från Storvreta avloppsreningsverk beräknas ge en minskad belastning med cirka 30 kg fosfor per år. Åtgärder för förbättrad gödselhantering på hästgårdar uppskattas kunna avskilja 80 kg per år. Fyra dammar för rening av dagvatten från Storvreta tätort förväntas avskilja cirka 60 kg fosfor per år. Effekten av åtgärdsförslagen för jordbruksmark uppskattas till nästan 1 300 kg fosfor per år. De föreslagna åtgärderna förväntas tillsammans leda till en minskad tillförsel på drygt 1450 kg fosfor per år, vilket innebär att målsättningen om att ta fram förslag motsvarande 150 % av betinget nås.

Storvreta och dess omgivning förslås bli åtgärdsarbetets första fokusområde, i enlighet med föreslagen strategi att kommunen ska ”gå före och visa vägen” och att åtgärdsarbetet för jordbruksmark bedrivs områdesvis med början i norr.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning har Fyrisån, på sträckan mellan Vendelåns tillflöde och mynningen i Ekoln, måttlig ekologisk status. Ån uppnår ej heller god kemisk status.

De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och hydromorfologiska brister, men bitvis även förhöjda förekomster av PAH, TBT, perfluorerade ämnen (PFAS), ammoniak och nitrat. Enligt miljö kvalitetsnormen för Fyrisån ska god ekologisk och kemisk status uppnås senast 2027.

I arbetet med att förbättra de ekologiska och kemiska förhållandena och nå miljö kvalitetsnormerna har kommunen en nyckelroll. Vattenmyndigheten tillhandahåller principiella åtgärdsförslag, men dessa anses inte kunna ligga till grund för beslut om prioriteringar och genomförande av åtgärder.

Enligt beslut i översiktsplanen (ÖP 2016) ska Uppsala kommun därför ta fram underlag till lokala åtgärdsprogram för vattenförekomsterna inom kommunen. Det här är åtgärdsdelrapporten i underlaget till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisåns fyra nedersta delsträckor, från Vendelåns tillflöde i norr, till mynningen i Ekoln i söder.

1.2 Syfte

Rapporten syftar till att ge kvantitativt relevanta och kostnadseffektiva åtgärdsförslag för avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom för punktkällor som avloppsreningsverk, större djurgårdar, enskilda avlopp, industrier med mera. Eftersom Uppsala Vatten och Avfall arbetar med förbättrings- och utvecklingsarbete av Kungsängsverket liksom med reningsåtgärder för dagvatten från Uppsala tätort omfattar uppdraget inte att ta fram förbättringsförslag för dessa delar.

Åtgärdsförslagets reningseffekter, tekniska och juridiska genomförbarhet och kostnadsbild ska redovisas på en översiktlig nivå och ligga till grund för förslag till kommande åtgärdsrioriteringar.

Med betingen för de fyra aktuella delsträckorna av Fyrisåns huvudfåra för ögonen har målsättningen varit att ta fram åtgärdsförslag motsvarande 150 % av behovet. Motivet till att lämna ett överskott av förslag har varit att ta höjd för att en del åtgärdsförslag, av ett eller annat skäl, i slutänden sannolikt inte kommer att kunna genomföras.

En fristående del av uppdraget har bestått i att statusklassa och ta fram beting för Fyrisåns samtliga 45 vattenförekomster, varav tio sjöar och 35 vattendragssträckor. Detta arbete som utförts av Naturvatten i Roslagen har pågått parallellt med Vattenmyndighetens arbete med nya statusklassningar inom tredje förvaltningscykeln (2017–2021). Beskrivningar av vattenförekomsterna liksom statusklassningar, förbättringsbehov och lokala beting redovisas i sin helhet i en sidorapport till denna rapport. Dessa uppgifter finns också sammanfattade i separata faktablad för respektive vattenförekomst.

Eftersom Länsstyrelsen i Uppsala för närvarande arbetar med att ta fram ett hydromorfologiskt åtgärdsprogram för Fyrisån ingår hydromorfologiska åtgärdsförslag inte i denna rapport.

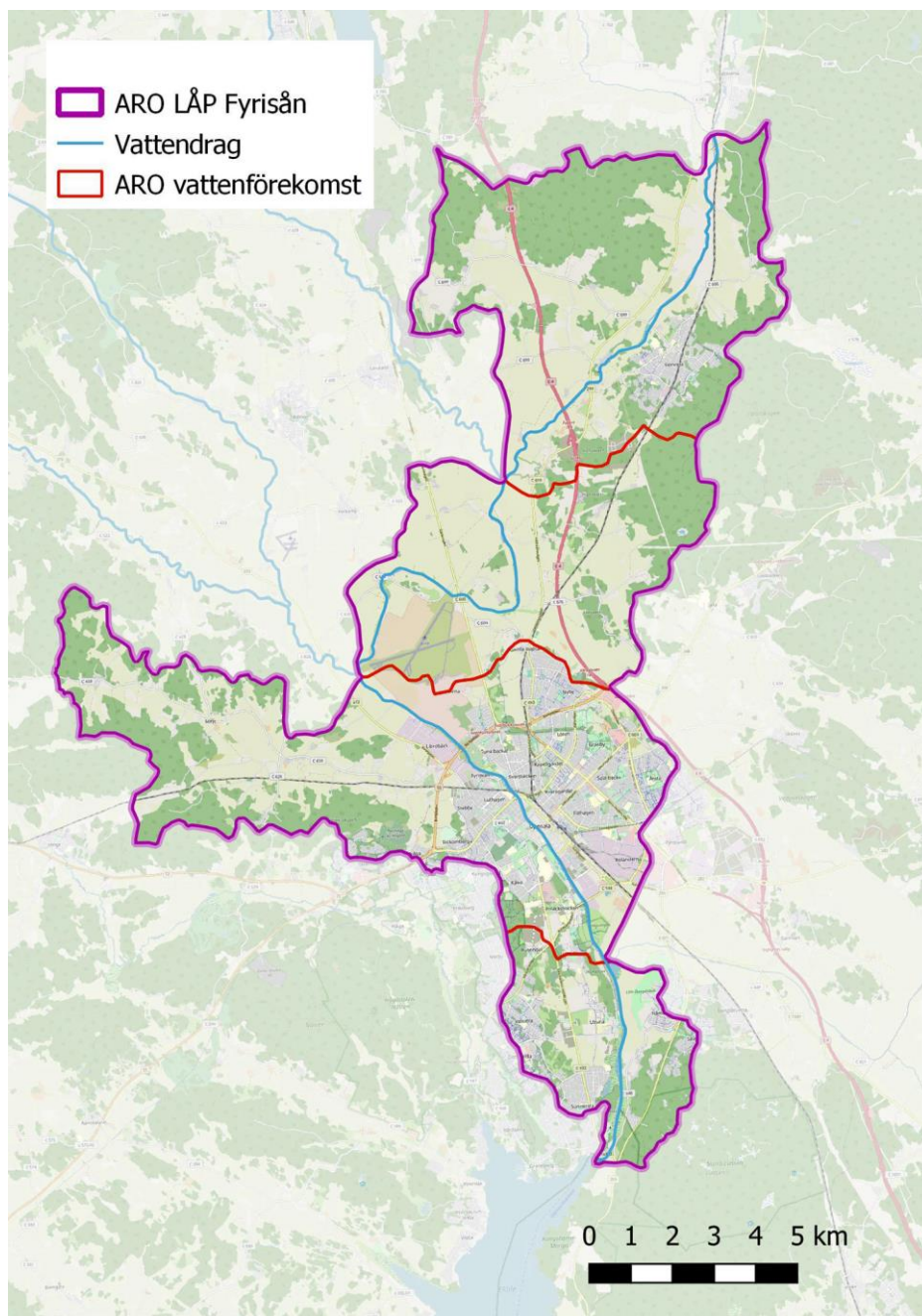
2 Underlag

För arbetet har följande underlag och informationskanaler varit centrala (ordnade i bokstavsordning):

- Båtnadsområden för markavvattningsföretag
- Fastighetskartan
- Jordartsdata från SMED PLC 6.5
- Jordbruksblockdata från Jordbruksverket
- Kommunalt dagvattenledningsnät i Storvreta
- SMED Rapport Nr 189, 2016, Läckage av näringsämnen från svensk åkermark
- Underlag från tillsynsverksamhet enligt miljöbalken, enskilda avlopp och övriga punktkällor
- Underlag om Storvreta avloppsreningsverk
- Uppsala dagvattenplan för Uppsala stads befintliga verksamhetsområde, 2019.
- VISS (Vattenmyndigheten) och vattenwebben (SMHI)

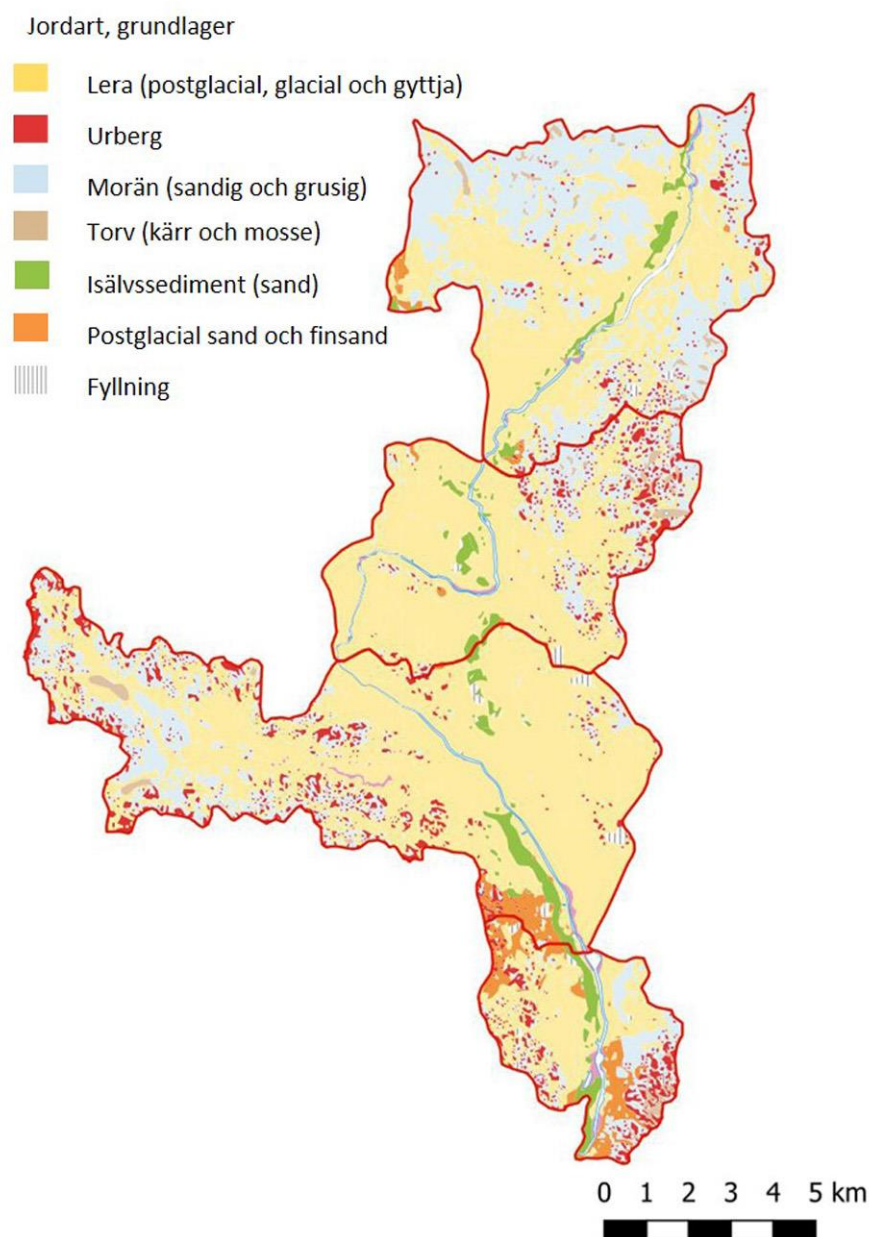
3 Fyrisån, sträckan Vendelån–Ekoln

Den aktuella sträckan av Fyrisån, från Vendelåns tillflöde söder om Vattholma till mynningen i Ekoln, omfattar fyra vattenförekomster enligt Vattenmyndighetens indelning. Avrinningsområdet är 164 km² stort och domineras av Uppsalaslättens jordbruksmark (59 km²), men rymmer också betydande inslag av skog och skogsbruksmark (47 km²), samt urbana ytor inom Uppsala och Storvreta tätorter (39 km²) (Figur 1). Även Ärna flygplats och annan öppen mark (19 km²) ingår i avrinningsområdet. För beskrivning av vattenförekomsternas vattenkvalitet och status hänvisas till sidorapporten.



Figur 1. De fyra aktuella delsträckorna av Fyrisån med tillhörande avrinningsområden. Delsträckorna är (från norr till söder) Björklingeån – Vendelån, Ulva – Björklingeån, Jumkilsån – Sävjaån och Ekoln – Sävjaån.

Enligt SGU:s jordartskarta domineras avrinningsområdet av postglacial lera, sandig morän och urberg, men inslag finns även av postglacial sand och isälvssediment (Uppsalaåsen och Vattholmaåsen). Jordarterna redovisas översiktligt i Figur 2, där likartade jordarter återges med samma färg på grund av figurens begränsade upplösning.



Figur 2. Jordarter (grundlager förenklat) inom avrinningsområdena till de fyra aktuella delsträckorna av Fyrisån. Källa SGU.

3.1 Status

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning har Fyrisån, på sträckan mellan Vendelåns tillflöde och mynningen i Ekoln, måttlig ekologisk status. Ån uppnår ej heller god kemisk status.

De huvudsakliga kända lokalt orsakade problemen är övergödning och hydromorfologiska brister, men bitvis även förhöjda förekomster av PAH:er, TBT, perfluorerade ämnen (PFAS), ammoniak och nitrat. I anslutning till utsläppspunkter finns också data på förhöjda halter av exempelvis diklofenak (nedströms Kungsängsverket) och koppar (sannolikt dagvattenpåverkat sediment), men dataunderlaget bedöms än så länge inte tillräckligt omfattande och representativt för att ligga till grund för en säker statusklassning. Det kan vara värt att påminna om att en statusklassning inte är en komplett eller oomtvistlig bedömning av recipientens vattenkvalitet, utan endast den bästa bedömning som för tillfället går att göra. För mer utförliga beskrivningar av vattenförekomsternas status hänvisas till sidorapporten till denna rapport.

3.2 Beting för fosfor

Betingen för minskad tillförsel av fosfor till vattenförekomsterna är i nuläget mycket osäkra. Arbetet med åtgärdsförslag har därför bedrivits utifrån den preliminära bedömning av beting som gjorts inom uppdraget och beskrivs i sin helhet i sidorapporten. Genom att exkludera proportionella andelar av betingen kopplade till utsläpp från Kungsängsverket och dagvatten från Uppsala tätort har ett arbetsbeting för åtgärdsarbetet inom uppdraget på 800 kg per år beräknats, varav 670 kg på sträckan Jumkilsån–Sävjaån och resterande 130 kg jämnt fördelade på de två uppströms delsträckorna (Tabell 1).

Tabell 1. Arbetsbeting för de fyra berörda åsträckor enligt den utförda statusklassningen

Åsträcka	Beting, kg P/år
1. Fyrisån, Björklingeån–Vendelån	60
2. Fyrisån, Ulva–Björklingeån	70
3. Fyrisån, Jumkilsån–Sävjaån	670*
4. Fyrisån, Ekoln–Sävjaån	0
Summa	800

*75 % av den lokala tillförseln exkl. bidrag från Kungsängsverket och Uppsala dagvatten.

3.3 Beting för övriga problemämnen

Betingen för minskad tillförsel av övriga problemämnen till vattenförekomsterna är om möjligt än mer osäkra. Dessa ämnen bedöms dock enbart delvis kunna adresseras inom ramen för uppdraget då de huvudsakligen förmodas tillföras ån via utsläpp från antingen Kungsängsverket eller Uppsala tätorts dagvattenledningsnät. Åtgärder för att minska föroreningsutsläpp från Störvreta avloppsreningsverk och dagvattenledningsnät är dock möjliga, liksom vissa andra åtgärder, se avsnitt 6. Dessutom kommer läckaget av nitrat till ån minska med föreslagna åtgärder för hästgårdar och avrinning från jordbrukslandskapet.

4 Övergripande metodik

Den övergripande metodiken för arbetet med åtgärdsförslag har bestått i att:

- Analysera data om enskilda avlopp i avrinningsområdet erhållna från miljöförvaltningen. Se 5.1.1.
- Studera data på utsläpp från Kungsängsverket och Storvreta avloppsreningsverk samt bräddningar från avloppledningsnätet, se 5.1.2 och 5.1.3.
- Studera förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, se 5.1.4.
- Beräkna diffus fosfortillförsel från jordbruksmark utifrån underlagsmaterial från Jordbruksverket och SMED. Se 5.2.1.
- Modellera fosfortillförsel via dagvatten från Storvreta tätort med modellverktyget Stormtac, se 5.2.4 och bilaga 2.
- Beräkna förbättringspotential för enskilda avlopp, Storvreta avloppsreningsverk och hästgårdar, se 6.1.1– 6.1.3.
- Identifiera strategiska platser för åtgärder för minskad tillförsel av fosfor från jordbruksmark och tätortsbebyggelse genom kartanalys och fältbesök och sedan beräkna avskiljningspotential, se 6.2.1. och 6.2.2 samt bilaga 1.
- Prioritetsordna åtgärder utifrån beting, kostnadseffektivitet, avskiljningspotential och genomförbarhet, se 0 och bilaga 1.
- Beskriva platsspecifika åtgärdsplatser och åtgärdsförslag, se bilaga 1.

5 Tillförsel av fosfor

5.1 Tillförsel av fosfor från punktkällor

5.1.1 Enskilda avlopp

Inom avrinningsområdet till aktuell sträcka av Fyrisån finns enligt miljöförvaltningens uppgifter 1030 enskilda avlopp, varav 139 stycken ligger mindre än 100 meter från ån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken (Figur 3). Fördelningen av enskilda avlopp mellan de fyra delsträckornas avrinningsområden visas i Tabell 2.



Figur 3. Enskilda avlopp inom Fyrisåns avrinningsområde. De ljusblå linjerna markerar en zon på 100 meter från Fyrisån, större diken eller biflöden.

Tabell 2. Antal enskilda avlopp i de olika delsträckornas avrinningsområden

Åsträcka	Antal enskilda avlopp
1. Fyrisån, Björklingeån–Vendelån	430
2. Fyrisån, Ulva–Björklingeån	277
3. Fyrisån, Jumkilsån–Sävjaån	281
4. Fyrisån, Ekoln–Sävjaån	42
Summa	1030

I underlagsmaterialet från miljöförvaltningen finns 25 olika kategorier av avloppsanläggningar. Vi har delat in dessa i åtta olika anläggningstyper (Tabell 4). Följande antaganden har gjorts:

- Fastigheter med BDT-anläggning och torrtoalett har vi antagit endast används som fritidshus.
- Minireningsverk har antagits ta emot både BDT- och WC-avlopp, oavsett vad som anges i underlaget.
- Fastigheter där uppgifter saknas har antagits ha slamavskiljning men otillräcklig eller ingen efterföljande rening.

Belastningsberäkning

För att kunna bedöma hur befintliga enskilda avloppsanläggningar påverkar Fyrisån har beräkningar gjorts utifrån typ av avloppsanläggning, närvarograd och avstånd till recipient. Beräkningarna har gjorts med hjälp av schablonvärden.

Inkommande mängder till avloppsanläggningarna har beräknats utifrån de schablonsiffror för innehåll i avloppsvatten som anges i de allmänna råden för små avloppsanläggningar (Havs- och vattenmyndigheten, 2016) och av SMED (Svenska Miljö Emissions Data, 2011). Eftersom de flesta människor tillbringar viss tid av dagen utanför hemmet, t.ex. då de arbetar, har hemmavaron antagits vara 65 % för permanentboende. Antalet boende i varje fastighet har antagits vara 2,4 personer utifrån SCB:s statistik. För fritidshus har en närvarograd om 49 % för en person räknats fram utifrån SMED:s antagande om 180 persondagar (personer x dagar) per år för fritidshus. Detta motsvarar en närvarograd på 16 % per person om det istället är 3 personer som nyttjar fritidshuset. Schablonsiffror för beräkning av inkommande belastning anges i Tabell 3.

Tabell 3. Schablonsiffror som använts för beräkningar av inkommande fosforbelastning till enskilda avloppsanläggningar

	Permanentboende	Fritidsboende
Specifik P-belastning WC+BDT (g/pers. dygn)	1,7	1,7
Specifik P-belastning BDT (g/pers. dygn)	0,15	0,15
Närvarograd (%)	65	49*
Antal personer/hushåll	2,4	1,0
Mängd till reningsanläggning (kg P/hushåll och år)	0,97	0,31

*räknat på 180 persondagar per år med 100 % hemmavaro

För beräkning av fosforreduktion i olika typer av avloppsanläggningar har schablonsiffror använts, se Tabell 4.

Tabell 4. Reduktion av fosfor i olika avloppsanläggningar för enskilda avlopp. Avskiljning i procent av inkommande belastning (Svenska Miljö Emissions Data, 2011)

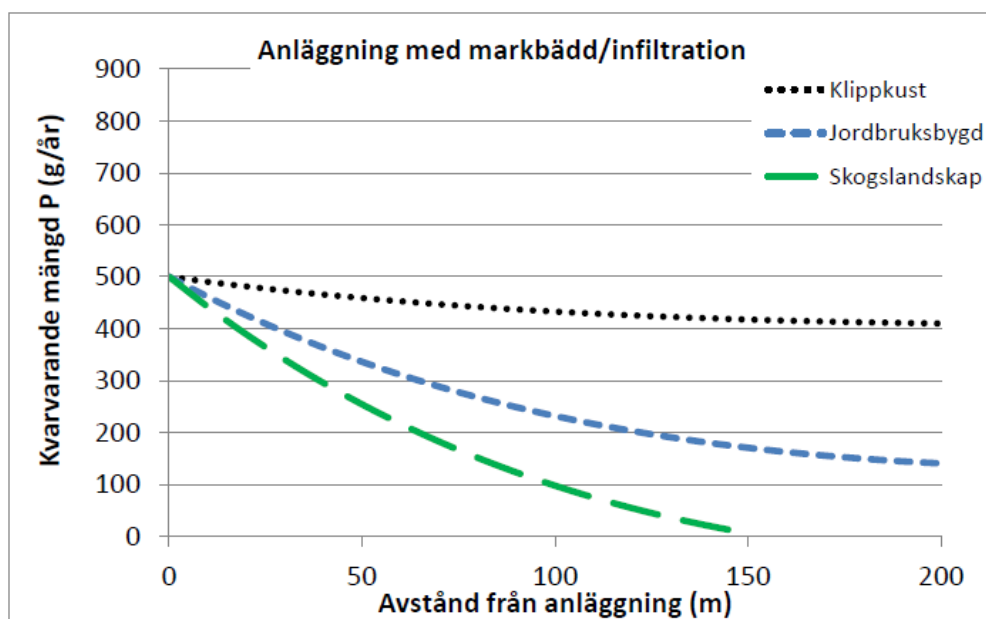
Anläggningstyp	Reduktion i anläggning (%)
WC+BDT	
Ej godkänd- enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande	15
Infiltration/markbädd	50
Minireningsverk	80
Markbädd med fosforfälla	80
Sluten tank för WC + infiltration/markbädd för BDT	95
BDT	
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	90
Torrtoalett och BDT-rening	95
Övrigt	
Ej indraget vatten	100

Retention

Behandlat vatten från en enskild avloppsanläggning tas ofta emot av omgivande mark. I marken sker ytterligare avskiljande processer som kvarhåller fosfor, så kallad retention. Retentionen kan vara betydande och reducerar då risken för påverkan på ytvatten. I beräkningarna har vi räknat med olika stor retention i marken beroende på avståndet till Fyrisån och dess biflöden. Antagen retention beskrivs i Tabell 5 och Figur 4, som är baserade på en rapport om markretention för enskilda avlopp (Ridderstolpe, P. m.fl., 2016). Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten och baseras på en omfattande litteraturgenomgång. Vi har antagit att alla enskilda avlopp i Fyrisåns avrinningsområde ligger i "jordbruksbygd", dvs medelhög retention.

Tabell 5. Antagen retention (kg P/år) vid olika avståndsintervall till närmaste sjö eller vattendrag. Baserad på Ridderstolpe, P. m.fl., 2016

Avstånd till recipient (m)	Retention (kg P/hushåll och år)		
	Klippkust	Jordbruksbygd	Skogslandskap
0-20	0	0,05	0,05
20-100	0,05	0,20	0,3
>100	0,08	0,25	0,4



Figur 4. Kvarvarande mängd fosfor i avloppsvattnet efter utsläpp till mark från ett hushåll med markbaserad anläggning. Baserad på Ridderstolpe, P. m.fl., 2016.

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Fyrisån

Den utsläppta mängden fosfor per hushåll har beräknats enligt följande:

$$\text{Mängd fosfor [kg/år]} = \text{Belastning per hushåll och år} * \text{antal hushåll} * (1 - \text{reduktion i anläggningen} - \text{retention i mark})$$

De enskilda avloppen i Fyrisåns avrinningsområde på sträckan Vendelån–Ekoln beräknas på detta sätt belasta ån med cirka 190 kg fosfor årligen, se Tabell 6. Om alla avlopp leddes ut direkt från anläggningen till ån via ledningar och ingen retention således kunde ske, skulle belastningen av fosfor från de enskilda avloppen vara ungefär dubbelt så stor.

Tabell 6. Beräknade årliga mängder fosfor som släpps ut från enskilda avlopp i Fyrisåns avrinningsområde, sträckan Vendelån–Ekoln, respektive som når Fyrisån

Typ av reningsanläggning	Antal hushåll	Belastning (kg/år)	Reduktion anläggning (%)	Ut från anläggning (kg/år)	Retention (kg/år)	Till Fyrisån (kg/år)
Enbart slamavskiljning	40	39	15	33	10	23
Infiltration/markbädd	686	664	50	332	166	166
Minireningsverk	105	102	80	20	20	0
Fosforfälla Infiltration/markbädd	23	22	80	4,5	4,5	0
Sluten tank + infiltration BDT	109	106	95	5,3	5,3	0
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	25	8	90	0,8	0,8	0
Endast BDT m rening	36	11	95	0,6	0,6	0
Ej indraget vatten	6	0	100	0,0	0,0	0
Summa:	1030	951		396	207	189

Nedan redovisas beräknad tillförsel av fosfor från enskilda avlopp till de fyra delsträckorna av Fyrisån (Tabell 7).

Tabell 7. Beräknad årlig tillförsel av fosfor från enskilda avlopp (avrundade siffror) per delsträckorna av Fyrisån, sträckan Vendelån–Ekoln

Åsträcka	kg/P år
1. Fyrisån, Björklingeån–Vendelån	80
2. Fyrisån, Ulva–Björklingeån	50
3. Fyrisån, Jumkilsån–Sävjaån	55
4. Fyrisån, Ekoln–Sävjaån	5
Summa	190

5.1.2 Reningsverk

På den aktuella sträckan av Fyrisån återfinns två reningsverk, Kungsängsverket och Storvreta avloppsreningsverk. Avloppsreningsverken är mycket viktiga för vattenkvaliteten i recipienterna. I båda reningsverken sker reningen huvudsakligen genom aktivt slam och kemfällning, följt av sedimentation. Efter att vattnet renats återstår dock en del föroreningar som finns kvar i löst fas eller i små partiklar som inte sedimenterat. Dessa ämnen påverkar vattenkvaliteten i Fyrisån och Ekoln.

Trots att 99 % av fosfor i avloppsvattnet avskiljs i Kungsängsverket släpps cirka 1600 kg ut varje år (Tabell 8). I Storvreta passerar 2 % av fosfor motsvarande cirka 55 kg per år (Tabell 9). Förutom fosfor släpper reningsverken ut syreförbrukande ämnen i form av organiska ämnen och ammonium. Vid utloppet från Kungsängsverket har man även vid flera tillfällen uppmätt kraftigt förhöjda halter av den aktiva läkemedelssubstansen diklofenak.

Tabell 8. Utsläpp från Kungsängsverket, årsmedelvärden 2014–2017

Enhet	mg/l	kg/år	Reningsgrad
BOD ₇	<3	5600	99 %
Fosfor	0,09	1610	99 %
Kväve	11	188 400	80 %

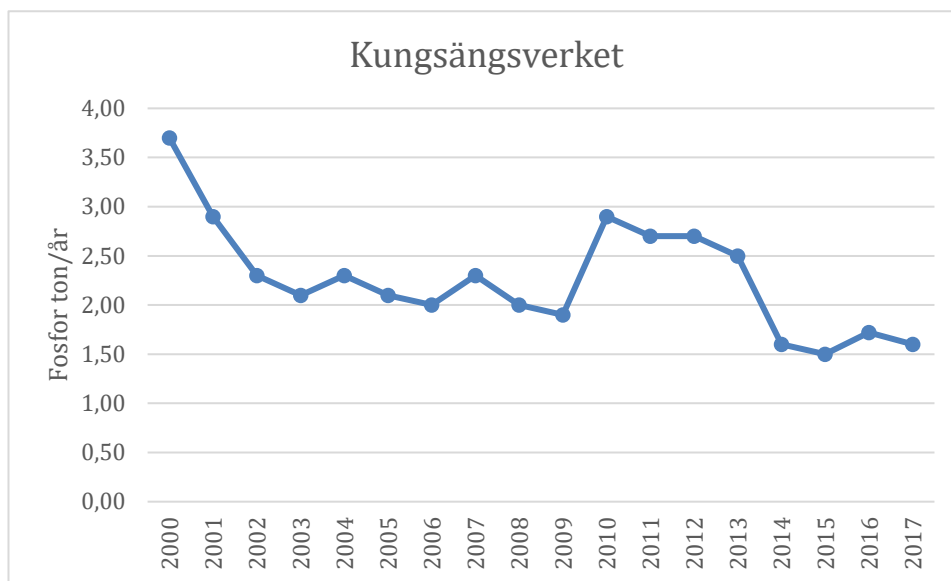
Tabell 9. Utsläpp från Storvreta avloppsreningsverk, årsmedelvärden 2014–2017

	mg/l	kg/år	Reningsgrad
BOD ₇	5	3050	96 %
Fosfor	0,11	56	98 %
Kväve	36	18 000	49 %
Ammonium	20	10 000	78 %*

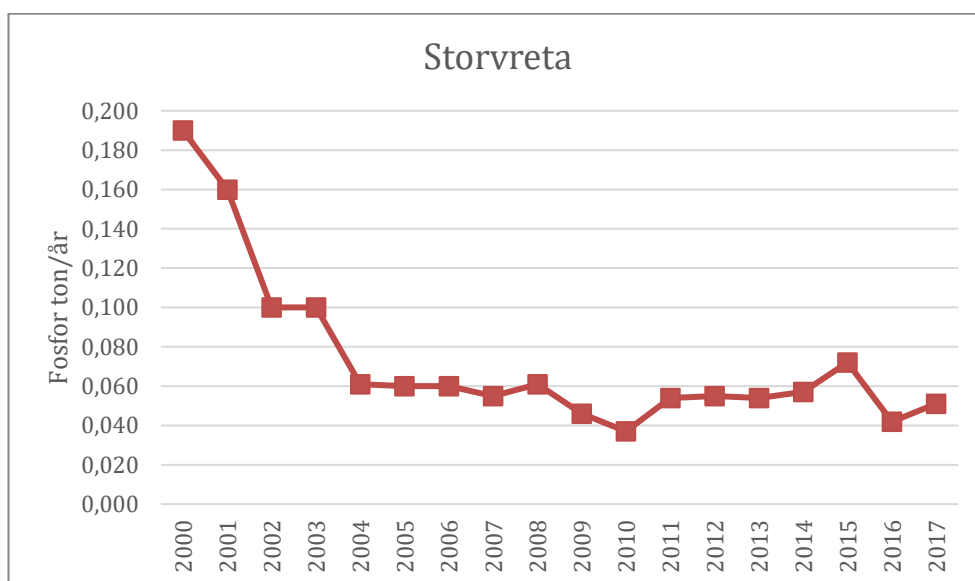
* Beräknad avskiljning utifrån antagande att 80 % av inkommande kväve är ammoniumkväve.

Avskiljningen i de båda reningsverken fortsätter att förbättras trots att det var länge sedan kemiska fällningssteg infördes. Utsläppen av fosfor har t.ex. mer än halverats i både

Kungsängsverket och Storrreta avloppsreningsverk mellan åren 2000 till 2017 (Figur 5 och Figur 6).



Figur 5. Utsläpp av fosfor från Kungsängsverket 2000–2017.



Figur 6. Utsläpp av fosfor från Storrreta reningsverk 2000–2017.

5.1.3 Bräddningar från avloppsnät och reningsverk

Förutom utsläpp av det reade vattnet sker ibland bräddningar av mer eller mindre orenat avloppsvatten från ledningsnätet och reningsverken. Bräddvolymen är dock så liten jämfört med den totala reade volymen att föroreningsmängderna blir försumbara (Tabell 10). Bräddningarna kan dock medföra negativ påverkan genom utsläpp av smittämnen.

Även om avloppsverken reducerar i medeltal cirka 90 % av smittämnen kvarstår höga halter smittämnen i utgående vatten. I Fyrisån nedanför Kungsängsverket utsläppspunkt består vattnet uppskattningsvis av cirka 15 % reat avloppsvatten under juli till

september. Nedströms om Storvreta utgör renat avloppsvatten från Storvreta avloppsreningsverk cirka 1 % av flödet i ån under samma period.

Tabell 10. Bräddvolymmer och fosformängder 2000–2017

Bräddningar	Reningsverket (m ³ /år)	Ledningsnätet (m ³ /år)	Fosfor (kg/år)
Kungsängsverket	3900	1600	18**
Storvreta reningsverk	400	0*	0,4**

* Under 2019 skedde en större bräddning från ledningsnätet i Storvreta.

** Beräkningarna utgår från en fosforhalt på 9 mg/l vilken uppskattas komma till reningsverket, samt att det ofullständigt renade vattnets fosforhalt var 1 mg/l.

5.1.4 Hästhållning

Fosfor i hästgödsel

En vuxen häst avger lika mycket fosfor med träck och urin som den tar upp med fodret. Fosformängden i den vuxna hästens träck och urin beror således på hur mycket den äter vilket i sin tur beror på hästens storlek och hur den används. Till exempel producerar en tävlingshäst på 500 kg 10 kg fosfor, i träck och urin, per år. Det är framförallt träcken som innehåller fosfor, 90 %, och resten, 10 %, återfinns i urinen.

Enligt Jordbruksverket är tumregeln att en 500 kg tung häst producerar 8–10 ton gödsel per år. Varje ton gödsel innehåller cirka 1 kg fosfor vilket blir 8–10 kg fosfor per år. Från en ponny i lätt träning är mängden gödsel betydligt mindre och mängden fosfor drygt 5 kg per år.

Fosforläckage från hästgårdar

Kännetecknande för många hästgårdar är att fosformängden i hästgarna ackumuleras. Det beror på att det inte sker något uttag av fosfor från hästhagen. Det hästarna äter återförs till marken med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder i form av hö och kraftfoder. Många hästgator är dessutom hårt upptrampade och saknar vegetation, speciellt vid grindhål och utfodringsplatser. I en studie har man från ett antal rastfällor för hästar i Uppsalatrakten gjort mätningar på fosforläckage (Parvage, M. M., u.å.). Rastfällorna har haft varierande lerhalt och olika antal hästar. Den bedömda tillförda mängden fosfor i rastfällorna per hektar var 60 kg, vilket kan jämföras med den tillåtna mängden för åkermark som är 22 kg per hektar. I studien framkom att fosforläckage från rastfällorna var i genomsnitt 1,1 kg per hektar. Från åkermark kan förlustnivån variera mellan 0,03–1,5 kg/hektar och år med medelvärdet 0,4 kg/hektar och från vanlig betesmark är medelvärdet 0,1 kg fosfor per hektar, Tabell 11.

Tabell 11. Beräknat fosforläckage från hästgårdar vid olika markanvändning

Markanvändning	Fosforläckage kg P/ha år
Hästrastfällor (Parvage, M. M. m.fl., 2011)	1,1
Betesmark (Brandt, M. och Ulén, B., 1988)	0,1
Åkermark (Jordbruksverket, 2008)	0,4

Faktorer som påverkar fosforläckage från betesmark är jordart, topografi, dagvattenhantering (om dagvatten rinner in i hagen från omgivningen) och dräneringsförhållanden med öppna och täckta diken samt skyddsåtgärder för kvarhållning av avrinnande vatten och fosfor. Hur intensivt hagarna utnyttjas och sköts påverkar också i hög grad.



Figur 7. Exempel på rasthagar och beten som inte mockas dagligen.

Om vuxna hästar på sommarbete inte tillskottsodras, är det balans mellan upptag av fosfor och återförd fosfor genom gödseln. Däremot kan en rumslig omfördelning ske inom hagen.

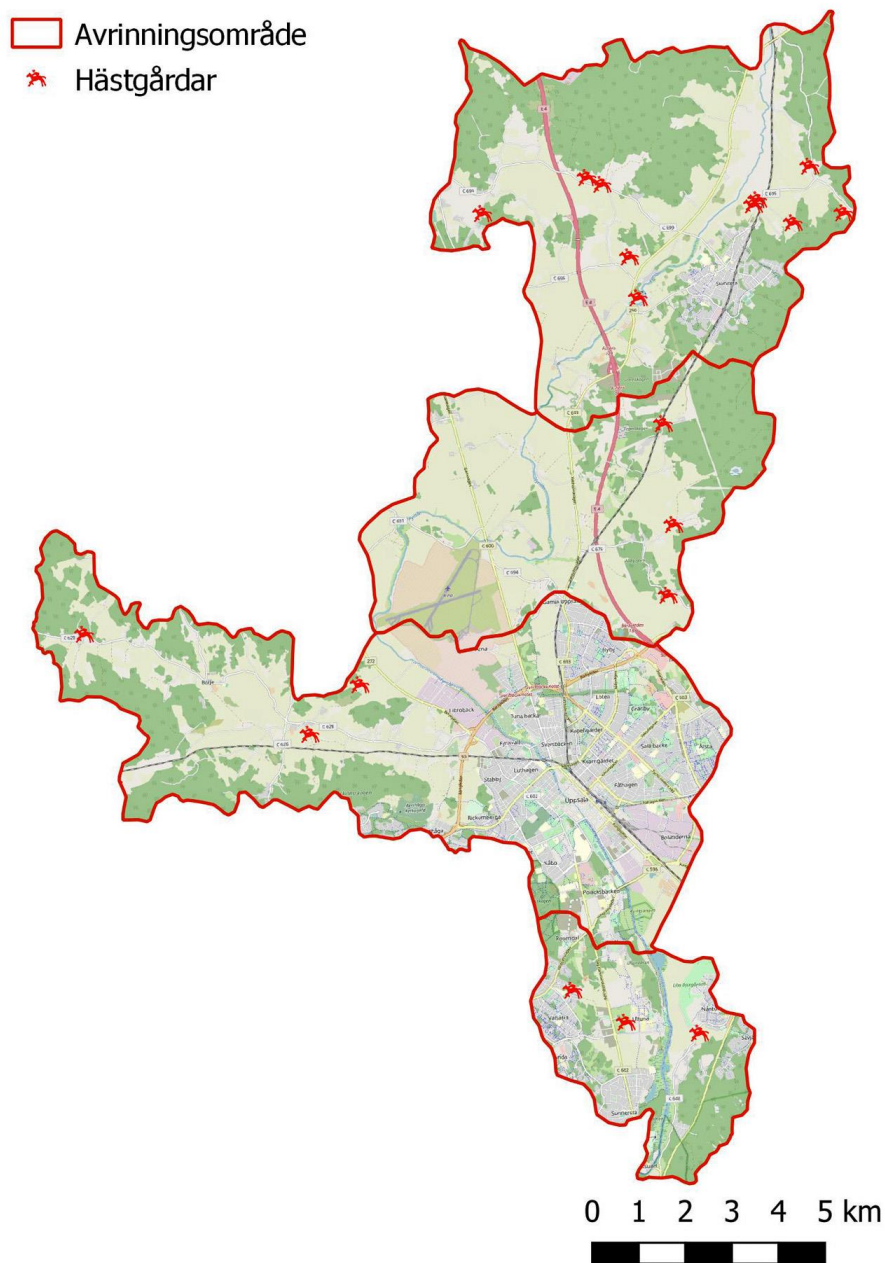


Figur 8. På stora sommarhagar är det balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

Inventeringsmetod

Det finns inget heltäckande register över hästgårdar, antal hästar eller var hästar finns, vare sig nationellt eller regionalt. Det beror på att den person som är registrerad ägare till hästen ofta bor på en annan plats än där hästen finns.

För att få information om hästgårdar i avrinningsområdet utgicks från en ej komplett lista från kommunen över fastigheter med lantbruksdjur och där hästar var specificerade efter antal. Det vanligaste var ett hästantal på 2-30 hästar per fastighet. Utifrån fastighetsbeteckningen kunde fastigheterna lokaliseras. Därefter gjordes en genomgång av ortofoton över Fyrisåns avrinningsområde för att identifiera fastigheter med ridbanor, hästtransporter och gödselplattor.



Figur 9. Hästgårdar inom Fyrisåns avrinningsområde.

Antal hästgårdar i de fyra delsträckornas avrinningsområden visas också i Tabell 12.

Fastigheterna med hästar bedömdes med hjälp av ortofoton efter avstånd till Fyrisån, hästverksamhetens storlek, gödselhantering och betes användning. Utifrån dessa faktorer identifierades fastigheter med högst risk för fosforläckage.

Tabell 12. Uppskattat antal hästgårdar i de olika delsträckornas avrinningsområden

Ästräcka	Antal hästgårdar
1. Fyrisån, Björklingeån–Vendelån	10
2. Fyrisån, Ulva–Björklingeån	3
3. Fyrisån, Jumkilsån–Sävjaån	3
4. Fyrisån, Ekoln–Sävjaån	3
Summa	19



Figur 10. Det är inte ovanligt att hästhagar ligger nära vattendrag. Exempel från Hågaån med angränsande beten nära Ekeby i Uppsala, augusti 2019.

Beräkningar och resultat

I inventeringen lokaliserades 19 hästgårdar inom Fyrisåns avrinningsområde. Av dessa bedömdes fyra stycken medföra särskilt hög risk för fosforläckage, framförallt på grund av närhet till Fyrisån.

Avstånd från rastfällor och sommarbeten till Fyrisån varierade mellan 0–1400 m för de identifierade hästgårdarna, och avstånden från gödselplatta till Fyrisån låg mellan 200–1400 m.

Det totala antalet hästar i den del av Fyrisåns avrinningsområde som denna rapport belyser uppskattades till cirka 210 st. och arealen rastfällor och beten nära stallet till cirka 30 hektar. Arealen sommarbeteshagar uppskattades motsvara cirka 100 ha.

Detta ger en genomsnittlig hästtäthet på mer än 6 hästar per hektar rasthage och beten i anslutning till stallet. För att inte överskrida den maximala gränsen för spridning av fosfor med stallgödsel på 22 kg (SJVFS 2015:21), så kan man ha en hästtäthet på max 2,5 hästar per hektar (Larsson, M., 2018). Har man fler hästar än så, så blir åtgärder som mockning av hagar ännu viktigare (se avsnitt 6.1.3). På sommarbetet var motsvarande siffra cirka 2 hästar per hektar. Den genomsnittliga hästtätheten för både sommarbeten, rasthagar och beten nära stallet i Fyrisåns avrinningsområde var drygt 1,5 häst /hektar, eller 0,6 hektar/häst.

Utifrån ett antal antaganden har beräkningar gjorts för mängd producerad fosfor i hästgödsel, fördelning mellan stall, rastfällor/bete nära stallet samt sommarbete, samt hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Fyrisån årligen.

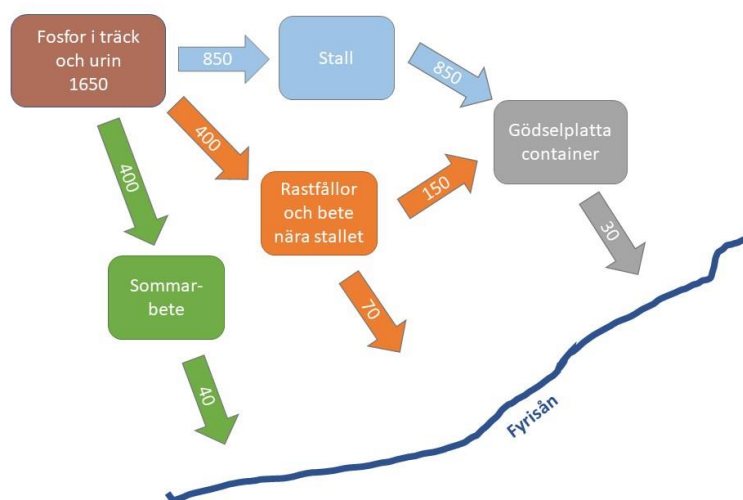
I beräkningarna har vi utgått från följande:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005)
- Varje häst konsumerar 8 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder och mineraler (Jordbruksverket)
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Fyrisån (egen bedömning)
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (ej under sommaren)
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning)
- Fosforläckage till Fyrisån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 30 %. Detta ger ett något större läckage än om siffran 1,1 kg/hektar i Tabell 11 används.
- 90 dagars sommarbete som inte mockas
- Utlakning från sommarbete 0,4 kg per hektar (klassas här högre än vanligt bete då betena är hårt belastade med hög hästtäthet och några ligger väldigt nära Fyrisån, se Tabell 11).

Gödseln från hästgårdar i Fyrisåns avrinningsområde innehåller cirka 1,7 ton fosfor per år. Av detta hamnar cirka hälften inne i stallet och vidare till gödselplatta, en fjärdedel i rastgårdar och beten nära stallet, och en fjärdedel ute på sommarbetet (Figur 11). Rastgårdar och beten nära stallet antas mockas till 40 % enligt ovan. Läckage från gödselhantering, rastgårdar och sommarbete beräknas till cirka 140 kg/år (Tabell 13).

Tabell 13. Uppskattad årlig fosforbudget i kg för hästhållningen inom Fyrisåns ARO (210 hästar)

Fosforbudget hästhållning Fyrisåns ARO	kg P/år
Fosfor i träck och urin	1650
Kvar i rastfällor och beten nära stallet efter mockning	250
Läckage från rastfällor och beten nära stallet	70
Till gödselplatta/container (mockning inne och ute)	1000
Läckage gödselplatta	30
Gödsel i hage sommarbete	400
Läckage sommarbete	40
Totalt läckage hästverksamheten	140



Figur 11. Fosforbudget (kg/år). Mängd fosfor i träck och urin från hästar i Fyrisåns avrinningsområde årligen, hur denna mängd fördelas på stall, rastfällor/bete nära stallet samt på sommarbete, och hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Fyrisån.

5.1.5 Potentiellt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter

Ett stort antal potentiellt förorenade områden och ett femtontal tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter finns inom avrinningsområdet, men bedöms med undantag för de kommunala utsläppen av avloppsvatten och dagvatten inte tillföra någon fosfor till Fyrisån. En snödeponi finns i nordöstra delen av stadsdelen Nyby, nära E4:an, men ligger så pass långt från Fyrisån att den inte bedöms orsaka någon direkt påverkan på åns vattenkvalitet.

5.2 Tillförsel av fosfor från diffusa källor

5.2.1 Jordbruksmark

Fyrisåns avrinningsområde för sträckan Vendelån–Ekoln består till cirka 25 % eller 41 km² av jordbruksmark (SMHI, 2016) och enligt Jordbruksverkets sammanställning av jordbruksblockdata (GIS-skikt) finns det cirka 5900 hektar jordbruksmark inom avrinningsområdet. Det genomsnittliga specifika fosforläckaget från jordbruksmark i Mälardalen uppgår till cirka 0,5 kg/ha år (Naturvårdsverket, 2005).

I SMED:s arbete att kvantifiera Sveriges utsläpp av näringsämnen till havet har noggrannare beräkningsmodeller tagits fram. Dessa modeller bygger på fosforhalter i marken, markens lutning, jordartsförhållanden (förutom organiska jordar) och vilka grödor som odlas (Johnsson m.fl., 2016).

Eftersom nederbörd, avrinning, temperatur liksom odlingen och andra förutsättningar uppvisar mellanårsvariationer varierar även fosforläckaget från jordbruksmarken mellan åren. Baserat på fördelningen av olika jordarter och läckaget per gröda och jordart har ett maximalt intervall, 2500–6000 kg/år beräknats för Fyrisåns avrinningsområde på sträckan mellan Vendelån och Ekoln. Intervallets lägre gräns avser flerårig vall och dess övre väskorn, där jorden ligger plöjd under vintern. Utifrån medelodlingen i regionen kan läckaget beräknas till 5000 kg per år eller cirka 0,83 kg/hektar år.

Självfallet har en rad åtgärder redan vidtagits för att minska förluster från jordbruksmarken inom till exempel programmet ”Greppa näringen”. Inom Fyrisåns avrinningsområde har lantbrukare på vissa sträckor till exempel anlagt odlingsfria kantzoner.

5.2.2 Skog och skogsbruksmark

Skogsbruksmark avger också en del fosfor även om det specifika fosforläckaget är litet. I mälardalsregionen är fosforläckaget cirka 2,5 kg/km² år beräknat utifrån en avrinning på 200 mm/år (Hytteborn m.fl., 2016). Inom Fyrisåns avrinningsområde på sträckan mellan Vendelån och Ekoln finns 43 km² skog eller skogsbruksmark. Detta ger ett fosforbidrag på cirka 100 kg per år.

5.2.3 Övrig rural mark

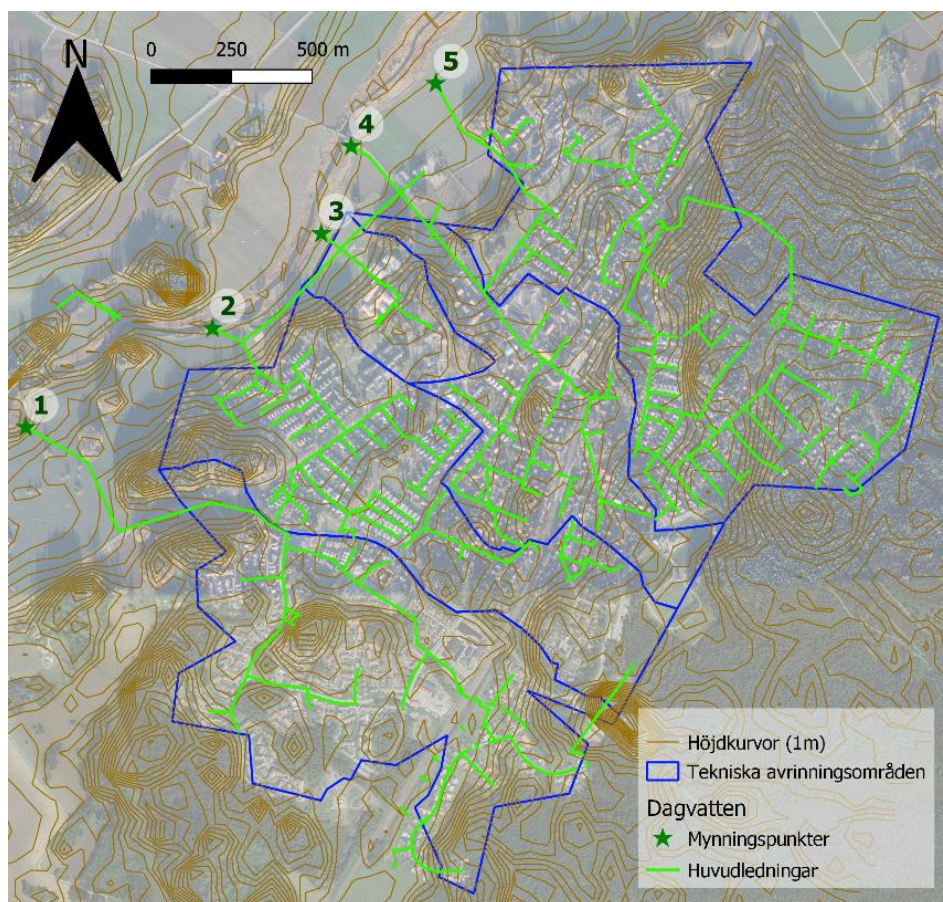
Mindre områden av avrinningsområdet utgörs av näringsrika organiska jordar, så kallade kärrtorvjordar. Om grundvattenytan sänks eller tidvis sjunker under tidigare normala nivåer och exponerar organiskt material för luft och syre, sker mineralisering på ett djup i marken där det saknas eller är begränsat med rötter. Marken får då ett överskott på löst kväve och fosfor som följer med när avrinningen ökar. Mängden näringsämnen som sammantaget läcker från dessa jordar är svår att kvantifiera utifrån nuvarande kunskapsläge. Det är vanligt att dessa jordar inte längre nyttjas för odling och kan då förväntas ha nått ett nytt jämviktstillstånd vid den gällande dräneringsnivån, där periodvisa läckage kan följas av återupptag genom torvtillväxt. Vid en successiv höjning av grundvattennivån till följd av exempelvis eftersatt underhåll kan en återuppbyggnad av organiskt material och inbindning av näringsämnen i kärrtorven förväntas. Eftersom endast en liten del av Fyrisåns avrinningsområde utgörs av kärrtorvjordar bedöms betydelsen för fosfortillförseln till Fyrisån sammantaget vara liten eller helt försumbar.

Storvreta tätort

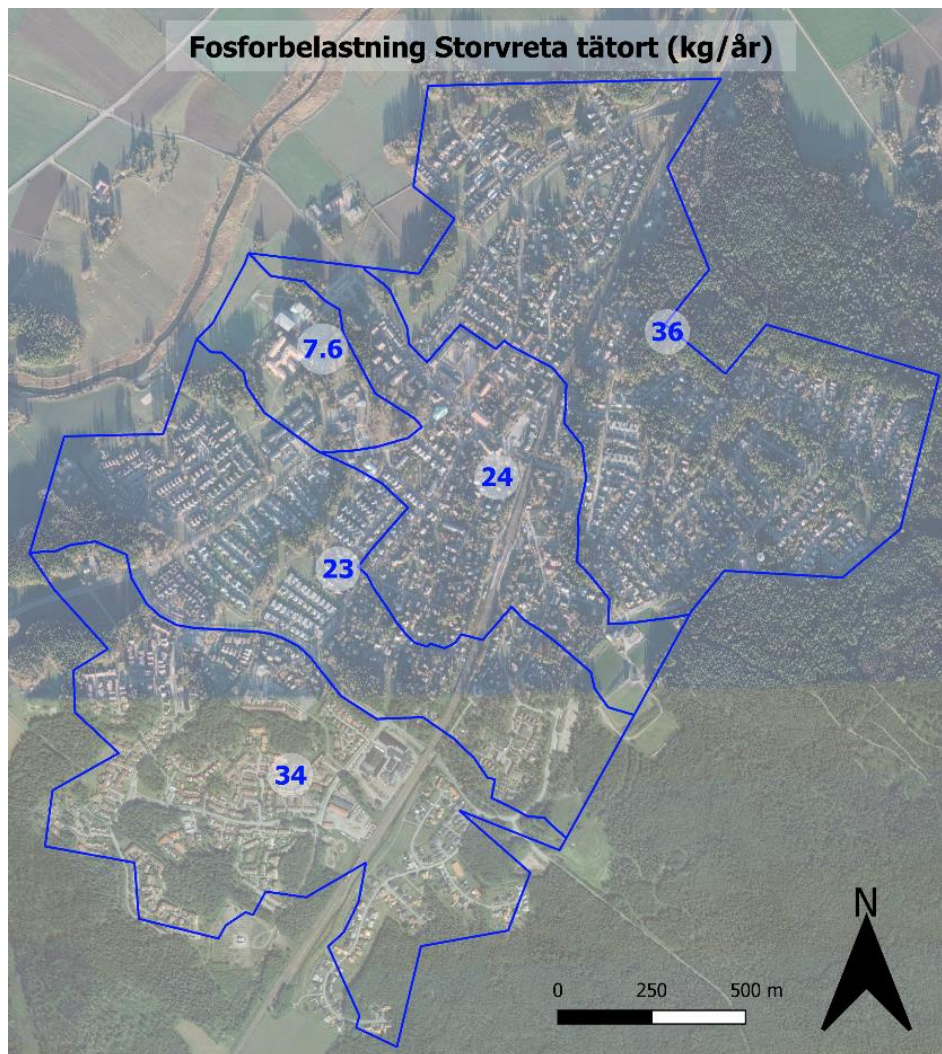
Som en del av utredningen av diffusa källor som belastar Fyrisån har påverkan från dagvatten från Storvreta tätort utretts. Arealen som tillrinner via dagvattennätet uppskattas till 326 hektar, fördelat på fem tekniska delavrinningsområden (Figur 13). Den dominerande markanvändningen är villaområde (45 %), vilket innebär en relativt låg hårdgörningsgrad. Det ger en avrinningskoefficient på 0,26 för Storvreta som helhet.

Totalt uppskattas den årliga fosfortillförseln via dagvattnet till 120 kg, varav de fyra största avrinningsområdena (1, 2, 4 och 5) tillsammans står för cirka 110 kg (93 %), se Figur 14. Av andra beräknade föroreningar uppgår exempelvis kvävetransporten till 1100 kg/år, koppar till 13 kg/år och zink till 50 kg/år.

För en mer utförlig redovisning av metodik, arealer per tekniskt delavrinningsområde, markanvändningsslag och kompletta beräkningsresultat hänvisas till Bilaga 2.



Figur 13. Tekniska delavrinningsområden i Storvreta tätort med dagvattenledningar och mynningspunkter.



Figur 14. Tillförsel av fosfor (kg/år) till Fyrisån via dagvatten från Storvreta tätort per tekniskt avrinningsområde.

I Storvreta tätort pågår för tillfället två planarbeten som syftar till nya bostäder och ett vårdboende vid Grandins backe (diarienummer 2016–000224), samt bostäder och handelslokaler i Storvreta centrum (diarienummer 2012–020245). Planernas påverkan på fosfortillförseln till Fyrisån bedöms vara liten. Dagvattenpåverkan från Storvreta förväntas dock öka framöver eftersom orten är en av tillväxtkärnorna för Uppsala kommun. En ny stadsdel är planerad i Storvretas södra delar.

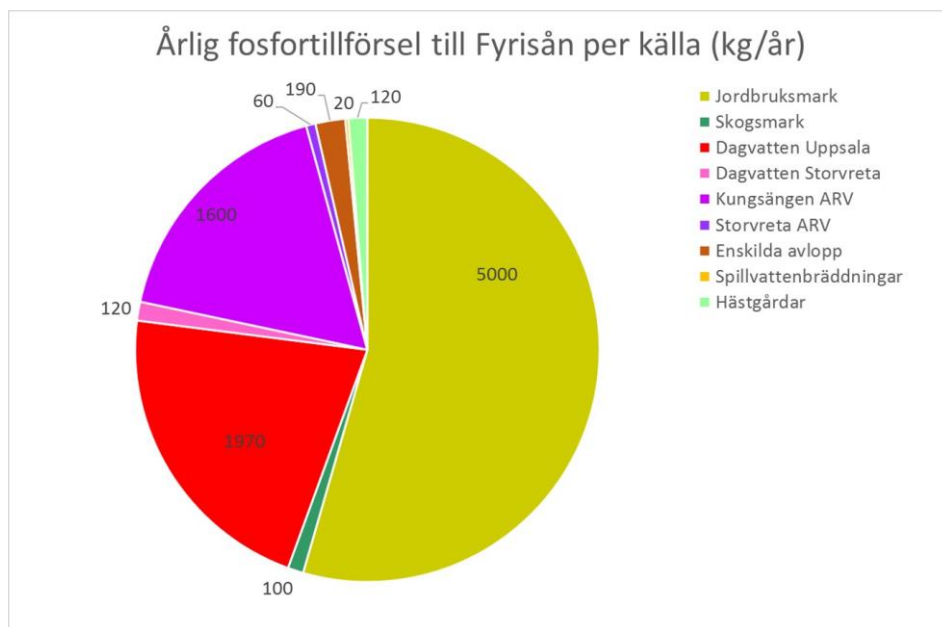
5.3 Sammanfattande slutsatser kring fosfortillförsel

Jordbruksmarken i avrinningsområdet beräknas tillföra cirka 5 ton fosfor per år till Fyrisån. Bidraget från skog och skogsbruksmark beräknas till 100 kg per år. Dagvatten från Uppsala tätort har i tidigare utredning beräknats bidra med knappt 2 ton fosfor per år och för Storvreta tätort beräknas bidraget till knappt 120 kg per år. Bidraget från diffusa källor blir således cirka 7,2 ton fosfor per år.

Från punktkällor belastas Fyrisån med följande bidrag: cirka 1,6 ton fosfor från Kungsängsverket, 60 kg fosfor från Storvreta avloppsreningsverk, cirka 20 kg fosfor från

spillvattenbräddningar, cirka 190 kg fosfor från enskilda avlopp och cirka 120 kg fosfor från hästgårdar. Bidraget från punktkällorna blir således knappt 2 ton.

Den samlade tillförseln från punktkällor och diffusa källor till Fyrisån beräknas således till cirka 9,2 ton per år. Jordbruksmarken står för cirka 55 % av tillförseln (Figur 15). Efter att tillförseln via utsläpp av dagvatten från Uppsala tätort och från Kungsängsverket dragits bort kvarstår cirka 5,8 ton, varav cirka 90 % härrör från jordbruksmark (Figur 16).



Figur 15. Fördelning av årlig fosfortillförsel från olika diffusa källor och punktkällor



Figur 16. Fördelning av årlig fosfortillförsel från olika diffusa källor och punktkällor bortsett från dagvatten från Uppsala tätort och Kungsängsverket.

6 Åtgärdsförslag

6.1 Åtgärder för punktkällor

6.1.1 Åtgärder för enskilda avlopp

Reningseffekt

Enligt miljöförvaltningens uppgifter finns det idag 40 avlopp som har bristfällig eller okänd rening inom avrinningsområdet till aktuella delsträckor av Fyrisån. När dessa åtgärdas med en ny markbädd eller infiltration, beräknas fosforbelastningen till Fyrisån minska med cirka 14 kg årligen. Kommunen bedriver tillsyn i området så detta är någonting som förväntas ske inom de närmaste åren.

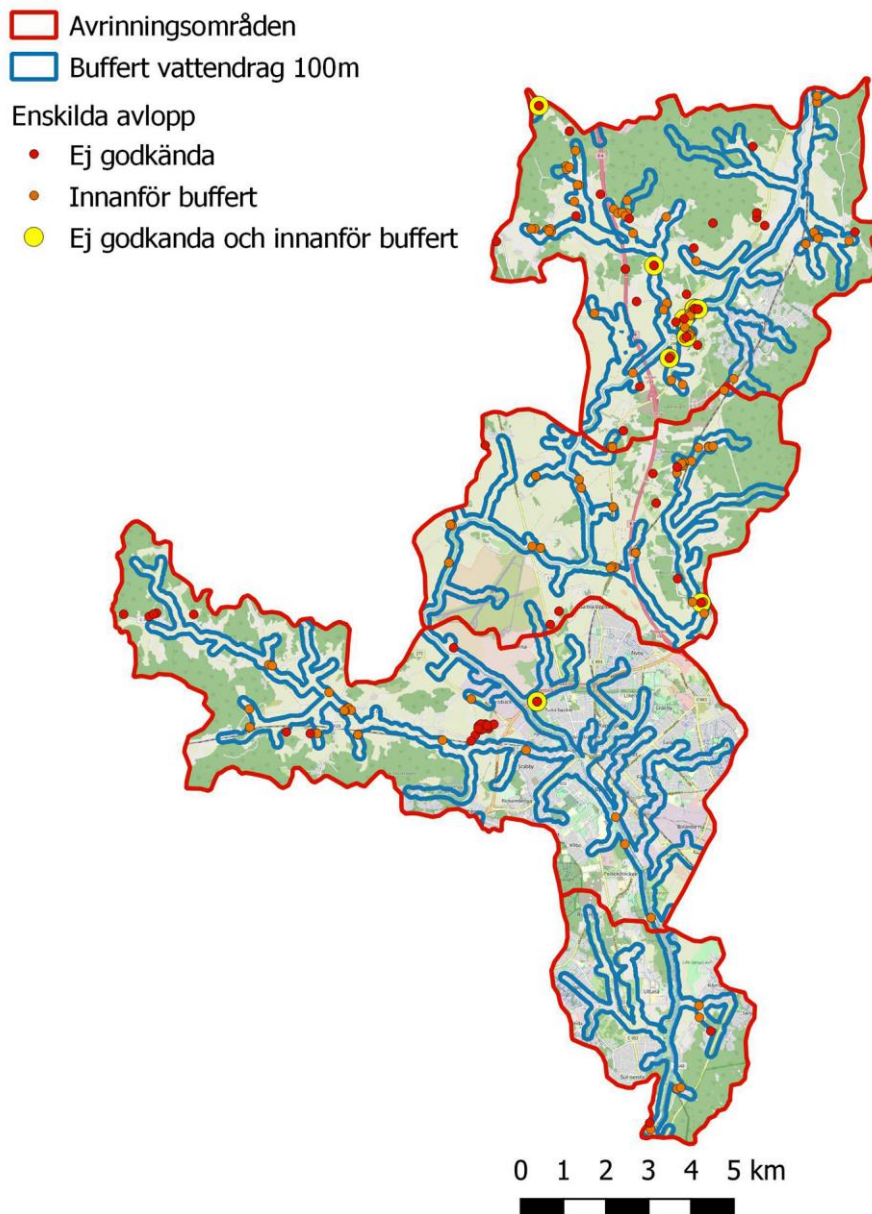
Det finns 139 avlopp som ligger närmare än 100 m från Fyrisån, biflöden eller större diken (Figur 17). Ett fåtal av dessa avlopp vet vi har bristfällig eller okänd rening, se ovan, och bör åtgärdas omgående, medan övriga enligt uppgift har tillstånd för markbaserad rening (markbädd eller infiltration). Om samtliga dessa 139 avlopp uppgraderades till en reningsnivå motsvarande hög skyddsnivå för fosfor (90 % reduktion), skulle fosforbelastningen enligt beräkningarna kunna minska med ytterligare 25 kg, dvs totalt cirka 40 kg jämfört med dagens belastning. Men denna åtgärd bedöms dock inte vara realistisk att genomföra annat än i de fall tillstånden är gamla och avloppsanläggningarna är uppenbart bristfälliga. Hur många av dessa anläggningar som är bristfälliga kan i nuläget inte anges men förmodas som mest utgöra hälften av anläggningarna. Den begränsade kvarvarande reningspotentialen på ett tiotal kg fosfor i förhållande till stora kostnader för den enskilde, gör att det inte bedöms vara prioriterat att införa högre reningskrav än normala för avlopp inom zonen närmast ån annat än vid ny- eller ombyggnation.

Kostnader och kostnadseffektivitet

Kostnaden för att anlägga ett nytt enskilt avlopp med markbädd eller infiltration är cirka 70 000–100 000 kr (avloppsguiden.se/faq/vad-kostar-det-att-anlagga-avlopp/). Antaget att anläggningarna i genomsnitt kostar 80 000 kr, och avskrivs på 20 år, så blir årskostnaden cirka 7 000 kr per fastighet inklusive driftskostnad och ränta (2 %).

Om denna åtgärd endast skulle göras i syfte att minska fosforläckaget till Fyrisån, så skulle kostnaden vara 20 000 kr per kg fosfor. Nu behöver dessa anläggningar åtgärdas ändå, bland annat för att minska risk för förorening av dricksvattenbrunnar och dålig lukt.

Kostnaden för att uppgradera en befintlig fungerande anläggning med extra fosforrening varierar beroende på nuvarande anläggning, men kan antas vara cirka 25 000 kr om anläggningen är i gott skick. Med en avskrivning på 20 år ger det en årskostnad på cirka 3 500 kr per fastighet inklusive driftskostnad och ränta (2 %), utöver den kostnad man har idag. Uttryckt i relation till avskild mängd fosfor skulle det innebära en kostnad på cirka 20 000 kr/kg P.



Figur 17. Figuren visar de enskilda avlopp som inte är godkända och/eller ligger mindre än 100 m från Fyrisån, biflöden eller större diken. Ej godkända avlopp nära ån bör åtgärdas snarast, ej godkända längre från ån så snart som möjligt.

6.1.2 Åtgärder för Storstora reningsverk

Reningseffekt

Tekniken att använda våtmarker efter reningsverk för kompletterande nitrifikation och kvävereduktion är väl beprövad. Uppmätt kvävereduktion i svenska spillvattenvåtmarker ligger mellan cirka 0,5–1,6 ton kväve per hektar och år (Flyckt, 2010). Även avskiljningen av restfosfor är väl dokumenterad. Den sker i första hand genom sedimentation och filtrering av mikroflockar som följer med utgående vatten från reningsverket. I flera svenska spillvattenvåtmarker har man sett avskiljningsgrader av

totalfosfor på cirka 50 % av inkommande halt till våtmarken (Flyckt, 2010). Utgående fosforhalter ligger inte sällan lägre än i recipienten, motsvarande naturliga bakgrundshalter. Fosforavskiljningen i en våtmark vid Storstvreta reningsverk skulle med 50 % reningsgrad avskilja cirka 30 kg fosfor årligen, utifrån nuvarande belastning. De fåtal studier som gjorts för avskiljning av läkemedelsrester och mikroplaster i spillvattenvåtmarker uppvisar lovande resultat i förhållande till kostnadsbild (Randefelt, 2019) (Näslund, 2010) (Jönsson, 2016).

Storstvreta avloppsreningsverk ligger omgiven av låglänt åkermark, där en våtmark skulle kunna anläggas utan att utsläppspunkten behöver flyttas. Marken som till stora delar består av postglacial lera är delvis kommunal. Mindre områden med sandig morän bör undvikas. Den svaga sluttningen ner mot ån är gynnsam. Preliminärt bedöms ungefär 10 hektar kunna nyttjas för en våtmark, vilket ger möjligheter att också avskilja cirka 10 ton kväve per år.

En våtmark som efterföljande reningssteg utgör vid bräddningar och eventuella driftproblem också en välkommen buffert mellan reningsverk och recipient. Spillvattenvåtmarker bidrar även till den biologiska mångfalden och i flera fall har de för allmänheten tillgängliga delarna blivit uppskattade parkmiljöer.

Kostnader och kostnadseffektivitet

Anläggandet av våtmarken uppskattas kosta minst 3–4 miljoner kronor, men osäkerheterna i uppskattningen är stora och behöver preciseras genom fördjupade utredningar. De största utgifterna förväntas vara schaktkostnaderna där åtminstone 7 000 m³ jord beräknas behöva flyttas. Uppskattningen utgår ifrån en schakt- och fyllkostnad på cirka 150 kr per m³. Även pumpar, ledningar och ventiler bidrar till totalkostnaden. I Tabell 14 redovisas en översiktlig uppskattning av kostnaderna.

Utifrån den översiktliga kostnadsberäkningen skulle detta motsvara cirka 10 000 kr per kg avskild fosfor, se även Bilaga 1.

Tabell 14. Kostnadsuppskattning för våtmark för kompletterande rening vid Storstvreta ARV

Post	Pris
Schakt	2,0 Mkr
Pumpar och styrning	1,0 Mkr
Projektering och projektledning	0,5 Mkr
Övriga utredningar (t.ex. geoteknisk)	0,3 Mkr
Eventuellt markuppköp	-
Totalt	3,8 Mkr

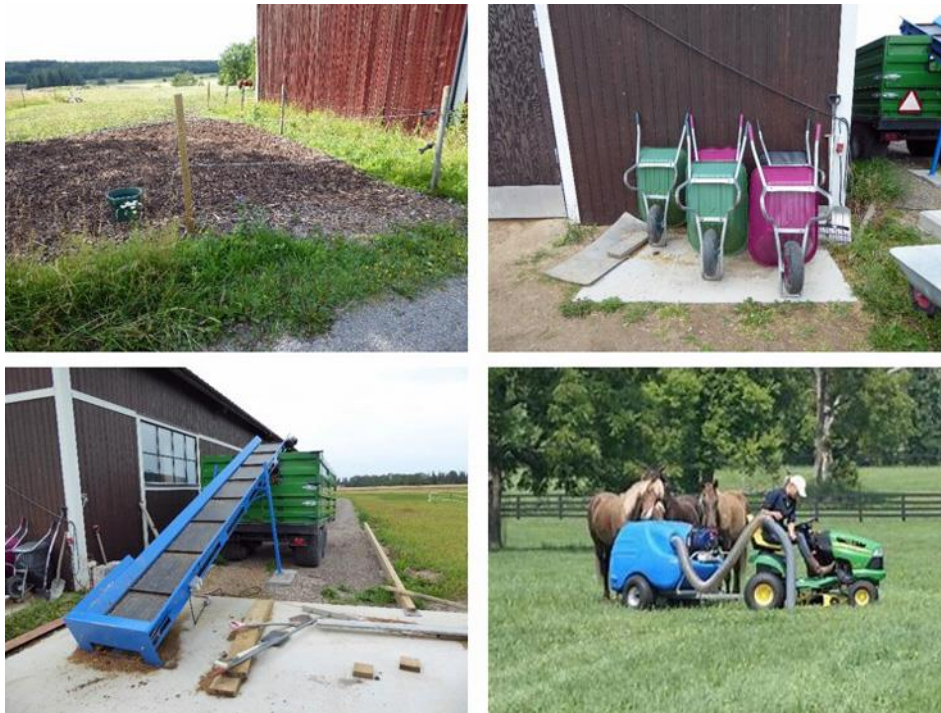
6.1.3 Åtgärder för hästgårdar

Nedan ges ett antal förslag på åtgärder, och vilken reningseffekt som beräknats för dessa. Åtgärdsförslagen utgår från generella åtgärder föreslagna av SLU, Jordbruksverket. Länsstyrelsen, WRS och Hushållningssällskapet (Parvage, M. M., 2015) (Dahlin, S. % Johansson, G., 2008) (Isaksson, J., Eriksson, S. & Hermansson, A., 2017) (Hellblom, F. & Rybak, F., 2019) (Jordbruksverket, 2017) (Owenius, 2012).

- Ändrad foderstat. Ta foderanalyser och se över foderstaten och åtgärda om det är överutfodring med fosfor – om fosforförbrukning minskar med 0,5 kg per häst och år på grund av ändrad foderstat kan man minska fosforläckaget med cirka 17 kg i den del av Fyrisåns avrinningsområde som belyses i denna rapport.
- Mocka hagar och rastfällor som används mycket dagligen, t.ex. med en betesdammsugare. Med denna åtgärd skulle man kunna minska fosforbelastningen från hästgårdar den del av Fyrisåns avrinningsområde som belyses i denna rapport med cirka 45 kg.
- Mocka sommarhagar minst en gång i veckan – bedöms kunna minska fosforläckaget med 30 kg.
- Om alla ovanstående åtgärder görs på alla hästgårdar skulle bedömda fosforförluster kunna minskas med cirka 80 kg i den del av Fyrisåns avrinningsområde som belyses i denna rapport.

Åtgärder som är svåra att sätta siffror på men som har effekt för att minska näringsläckaget vid kraftig nederbörd och snösmältning:

- Anlägg skyddszoner mot vattendrag för att förhindra jorderosion
- Anlägg beten med grässorter som är tramptåliga och toleranta för fuktiga förhållanden
- Kringdika hagar nära Fyrisån för att fånga upp ytavrinnande vatten som rinner in eller ut från hagen.
- Anlägg svackdiken för att kvarhålla avrinnande vatten och näringsämnen. Svackdiken är en typ av buffertzon där en gräsbevuxen del av terrängen vid höga flöden fylls med vatten men som i normalfallet är torrlagda. Svackdiket måste dimensioneras efter storleken på hagen.
- Erosionsskydda marken på särskilt utsatta och upptrampade ställen, till exempel vid grindhål.
- Ge hästarna tillräckliga ytor för bete och utevistelse
- Skapa en säker gödselhantering – platta, container, kompostering, spridning, tak över platta
- Anlägg fosfordamm för att förhindra att näringsrikt vatten når Fyrisån.



Figur 18. Exempel på förstärkning av underlag vid grindhål, bra skottkärror för mockning i rastfällor och hagar, gödselhantering som fungerar, betesdammsugare.

Beräkningar

I beräkningarna har vi utgått från följande:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005)
- Varje häst konsumerar 8 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder och mineraler (Jordbruksverket). I förslaget om ändrad foderstat har vi istället räknat med en fosforkonsumtion på 7,5 kg.
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Fyrisån (egen bedömning)
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (ej under sommaren)
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning). I förslaget om ökad mockning har vi istället räknat med 80 % daglig mockning.
- Fosforläckage till Fyrisån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 30 %. Detta ger ett något större läckage än om siffran 1,1 kg/hektar i Tabell 11 används.
- 90 dagars sommarbete som inte mockas. I förslaget om mockning av sommarhagar minst en gång i veckan har vi räknat med en utlakning på 0,1 kg P per hektar. Utan mockning har vi räknat med en utlakning på 0,4 kg P/ha. (Se även avsnitt 5.1.4).

Kostnader och kostnadseffektivitet

Många av åtgärderna som beskrivits ovan handlar om förändrade rutiner snarare än stora investeringar. Det är därför svårt att ange kostnader, men nedan ges ett räkneexempel:

Antag att 10 gårdar köper in var sin betesdammsugare modell medelstor, och att alla 17 hästgårdar lägger en timme per vecka för mockning av sommarhagar, under 13 veckors tid per år. Med en timkostnad på 300 kr per timme, ett inköpspris på 40 000 kr samt en avskrivning på fem år, medför detta en kostnad på cirka 3500 kr per kg fosfor. En sådan åtgärd görs dock inte enbart för att minska på fosforläckaget, utan borttagning av hästgödsel bidrar till exempel också till att minska parasittrycket på betesmarken.

6.2 Åtgärder för diffusa källor

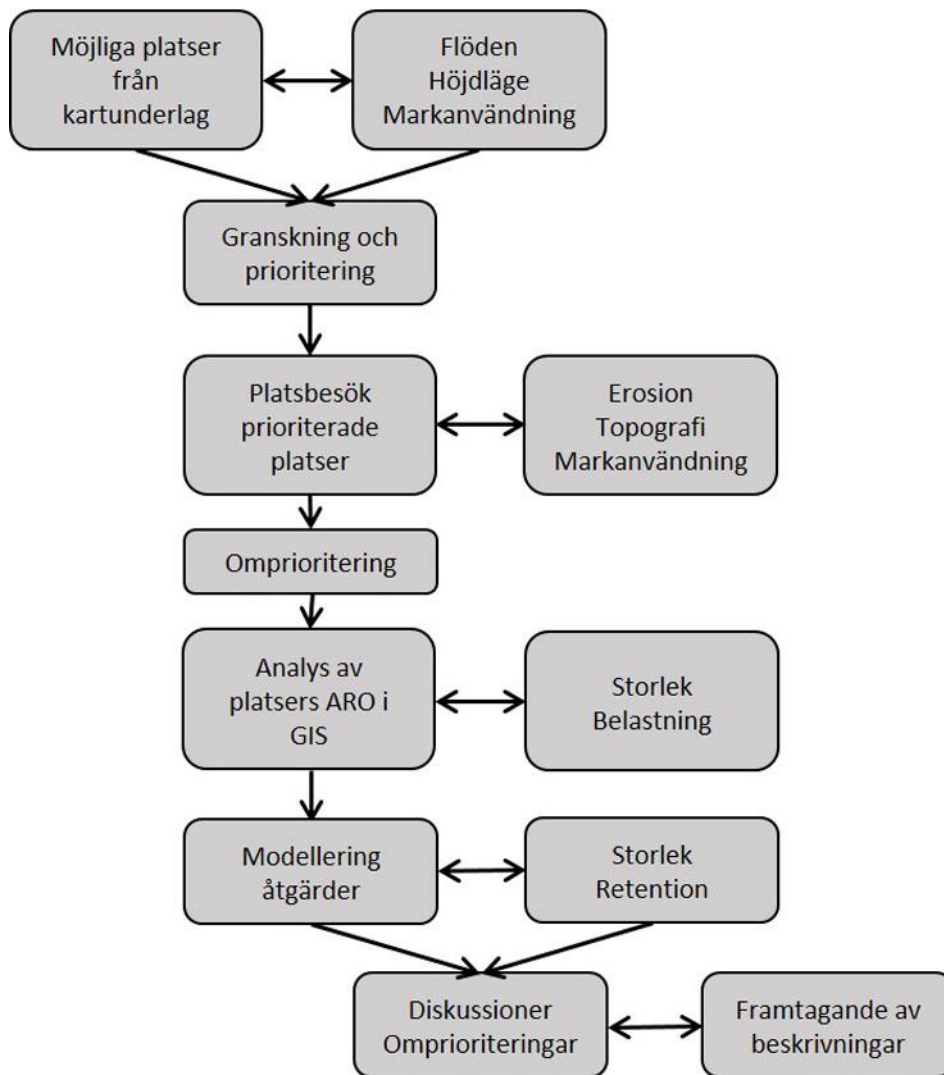
6.2.1 Åtgärder för jordbruksmark

Arbetet med detta lokala åtgärdsprogram har fokuserats på plats specifika åtgärder i landskapet som till exempel fosfordammar och våtmarker. Generella principåtgärder som till exempel strukturkalkning av jordbruksmark, inrättning av skydds zoner och arbetet med gårdsvisa vattenplaner har inte tagits fram, då sådant arbete redan pågår. Dessa generella principåtgärder beskrivs dock i avsnitt 6.4.

Val av åtgärdsplatser

Arbetet med att välja åtgärdsplatser i avrinningsområdet har utförts i flera steg med olika analysmetoder. Först upprättades en bruttolista utifrån studier av topografiska kartunderlag och ortofoton över området, varefter en första preliminär gallring gjordes. Platserna besöktes sedan för bedömning av lämplighet utifrån platsens topografi, inte minst nivåskillnader mellan dikesbotten och markyta, men också släntlutningar och eventuella spår av erosion eller skred samt nuvarande markanvändning, varpå omprioriteringar gjordes bland platserna.

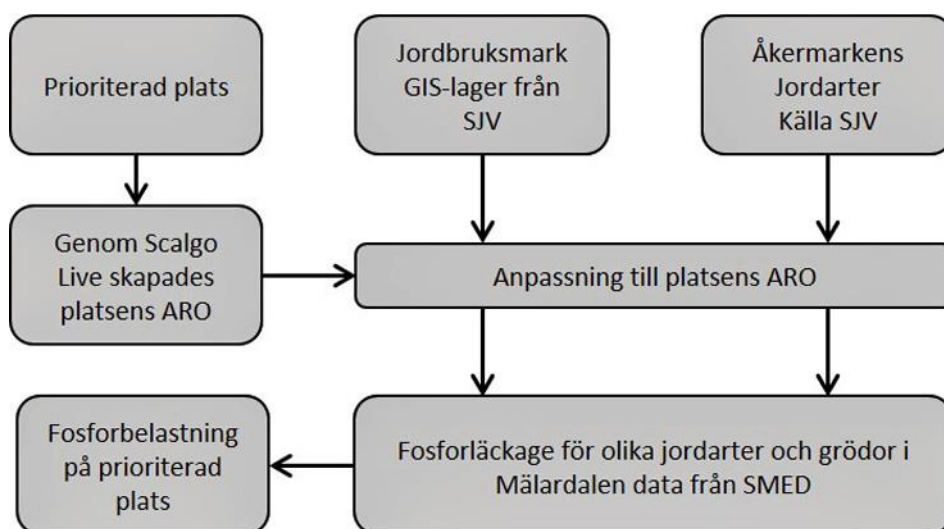
För de kvarvarande mest intressanta platserna bestämdes storleken på platsens tillrinningsområde och dess markanvändning vilket möjliggjorde beräkning av teoretisk fosfortillförsel. Utifrån markanvändningen har åtgärdsförslagen sedan kunnat dimensioneras och åtgärdens reningspotential beräknas utifrån litteraturuppgifter på avskiljningsförmåga. Med hänsyn till den förväntade avskiljningen och den bedömda svårighetsgraden att genomföra åtgärden har sedan en slutlig prioritetsordning bestämts. Figur 19 visar ett schema över processen.



Figur 19. Konceptuell process för val av åtgärdsplatser i avrinningsområdet. Förkortningen ARO står för avrinningsområde.

Beräkning av fosfortillförsel

Metodiken för att beräkna fosfortillförseln till föreslagna åtgärdsplatser i jordbrukslandskapet illustreras i figuren nedan (Figur 20). Avrinningsområdena till de högst prioriterade åtgärdsplatserna bestämdes genom att analysera lantmäteriets höjdm modell 2x2 m i Scalgo Live. Genom att kombinera avrinningsområdenas gränser med kartdata över jordbruksmark i området och med jordarter för denna mark (Jordbruksverket, 2015a) kunde de olika jordarternas areella utbredning bestämmas. Med siffror på specifikt fosforläckage från olika jordarter i Mälardalen ifrån SMED (Johnsson m.fl., 2016) kunde sedan fosfortillförseln beräknas. Hänsyn till gröda har inte tagits, då beräkningen inte avser ett specifikt år och grödor ändras mellan åren och över tid. Beräkningarna har istället utgått från en genomsnittlig fördelning av grödor i Mälardalen som SMED tagit fram.



Figur 20. Metod för beräkning av fosfortillförseln från jordbruksmarken inom åtgärdsplatsernas avrinningsområden. Förkortningen SJV står för Jordbruksverket.

Annan mark än jordbruksmark inom respektive avrinningsområde har antagits bestå av 90 % skogsbruksmark och 10 % bebyggd mark, baserat på markanvändningens fördelning enligt SMHI:s vattenwebb. Tillförseln från dessa marktyper har beräknats till 5 kg/km² år och har adderats till tillförseln från jordbruksmarken.

Den specifika data som använts för att beräkna fosfortillförseln redovisas i Tabell 15.

Tabell 15. Datakällor för beräkning av fosfortillförsel från åtgärdsplatsernas avrinningsområden

Data	Källa
Stödberättigad jordbruksmark 2013	Jordbruksverket stödunderlag 2013
Odlingarnas jordarter	Jordbruksverket 2015b
Fosforurlakning per gröda och jordart i Mälardalen	SMED 2016
Avrinningsområden för respektive åtgärd	Scalgo live/Lantmäteriet höjddata

Åtgärdstyper

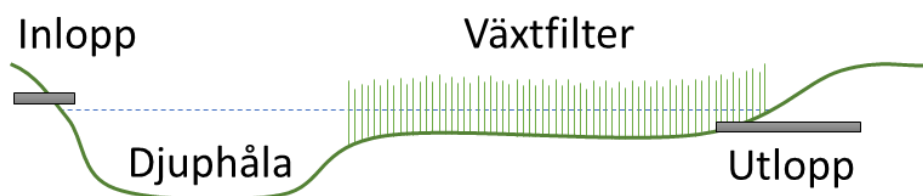
I detta kapitel beskrivs de åtgärdstyper som bedöms vara mest lämpliga för att minska tillförseln av fosfor från mark i jordbrukslandskapet. Litteraturuppgifter på åtgärdstypernas avskiljningsförmåga har sedan använts för att beräkna de föreslagna åtgärdernas reningspotential. Plattspecifika, dimensionerade åtgärder beskrivs i bilaga 1.

Den fosfor som avrinner från åkermarken gör det främst i partikulär form, det vill säga fosfor bunden till jordpartiklar. För att fånga en del av denna jord och förhindra att den hamnar i ån kan avsilande och sedimentterande ”hinder” byggas. Detta kan göras effektivt med relativt små fångdammar för mindre delavrinningsområden eller med större våtmarker längre ner i avrinningsområdet. En annan metod är så kallade tvåstegsdiken där växter bidrar till filtrering av vattnet.

Fosfordammar

Fosfordammar är en lösning som visat sig ge hög avskiljning per använd markyta. Detta då partiklar relativt effektivt sedimenterar i dammen. Fosfordammar ska till ytan vara

åtminstone 0,1 % av avrinningsområdet yta. Vid mindre yta minskar avskiljningen betydligt i dammarna (Kynkäänniemi, 2014). Dammen byggs i två sektioner, först en djuphåla för sedimentation och därefter en grund del med riklig växtlighet. Den djupa delen ska vara cirka 20–30 % av dammens yta (Figur 21). Slänterna i dammen ska vara någorlunda flacka, cirka 1:3, för att minska erosionsrisken (Hushållningssällskapet, 2012). Det är också viktigt med ett bra längd-breddförhållande för god funktion (Kynkäänniemi, 2014).



Figur 21. Principskiss fosfordamm för avskiljning av partiklar.

Ett rimligt antagande för uppskattning av reningspotentialen är strax under 50 % avskiljning av inkommande fosfor (Jordbruksverket, 2015a). För att underlätta skötsel i form av släntklippning och sedimenturgrävning är det viktigt att dammen är åtkomlig med traktor och grävmaskin. Ska en fosforfälla placeras på bra åkermark måste så ersättningsnivån stå i paritet med inkomsten från marken (Malgeryd m.fl., 2015).

Våtmarker

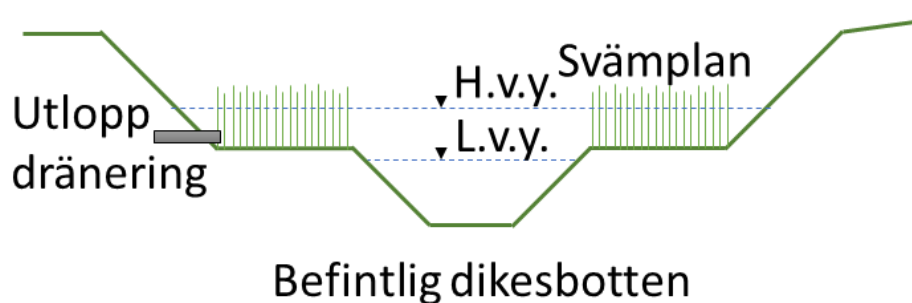
Våtmarker anläggs vanligen för att minska mängden kväve i vattendragen. Våtmarkerna anläggs ofta lite längre ner i avrinningsområdet än fosfordammar och är därför oftast betydligt större. Avskiljningsgrad av närsalter är beroende på våtmarkens storlek. Vanligt vis har anlagda våtmarken i jordbrukslandskap en yta som motsvarar 0,5–1,0 % av avrinningsområdet. Dock även våtmarker som är betydligt mindre än 0,5 % kan avskilja betydande mängder närsalter om tillförseln är tillräckligt hög. Utöver fastläggning och omvandling av kväve kan våtmarker även avskilja fosfor. Särskilt om de byggs med en sedimentationsfälla i början av våtmarken som underlättar rensning. Då våtmarken anläggs längre ner i systemet har större partiklar fastnat på vägen. Koncentrationen av fosfor minskar också när vattnet späds med näringsfattigare vatten från skogsmarker. På grund av detta kan man vänta sig något lägre avskiljning i våtmarker än i fosfordammar (Jordbruksverket, 2015a). Om våtmarken i odlingslandskapet dock skapas med näringsavskiljning i fokus, så kan deras avskiljande kapacitet bli betydligt bättre än för åtgärder inom landsbygdsprogrammet och uppgå till 50 kilo fosfor och 500 kilo kväve per hektar och år (Weisner m.fl., 2015). Detta indikerar att det finns en stor potential att förbättra effekten framöver.

Tvästegsdiken

En metod som i studier i USA visat sig lovande, är att gräva om diken till så kallade tvåstegsdiken. Detta görs genom att cirka 50 cm ovan dikesbotten anlägga en plåtå på vardera sida om diket. Dessa plåtåer ska vara 1–2 gånger så breda som dikesbotten (Figur

22). Ett tvåstegsdike ska läggas på en längre sträcka om minst 800 m för att ge önskad effekt. Fosforavskiljningen sker främst genom sedimentation och är beroende av en lyckad och snabb etablering av en frodig växtlighet för att förhindra erosionsskador och associerade närsaltsförluster (Hushållningssällskapet, 2012). En lyckad återetablering är också viktigt för att motverka instabilitet och skred. Fosforavskiljningen i de hittills utförda studierna har varierat mellan 10 % och 40 %. Studier av tvåstegsdiken pågår i Sverige, men i dagsläget saknas kvantitativa data på reningseffekter (Aronsson m.fl., 2019).

Förutom näringsavskiljningen ökar dikets vattenförande kapacitet betydligt med de breda avsatserna och risken för översvämningar kan således minskas på platsen. Anläggandet av breda diken medför dock även förlust av åkermark och ett stort behov av kostsamma jordomflyttningar. Markåtgången i de genomförda tvåstegsdikena i Sverige ligger på ungefär 0,5 till 1,0 hektar jordbruksmark per kilometer dike (Jordbruksverket, 2016).

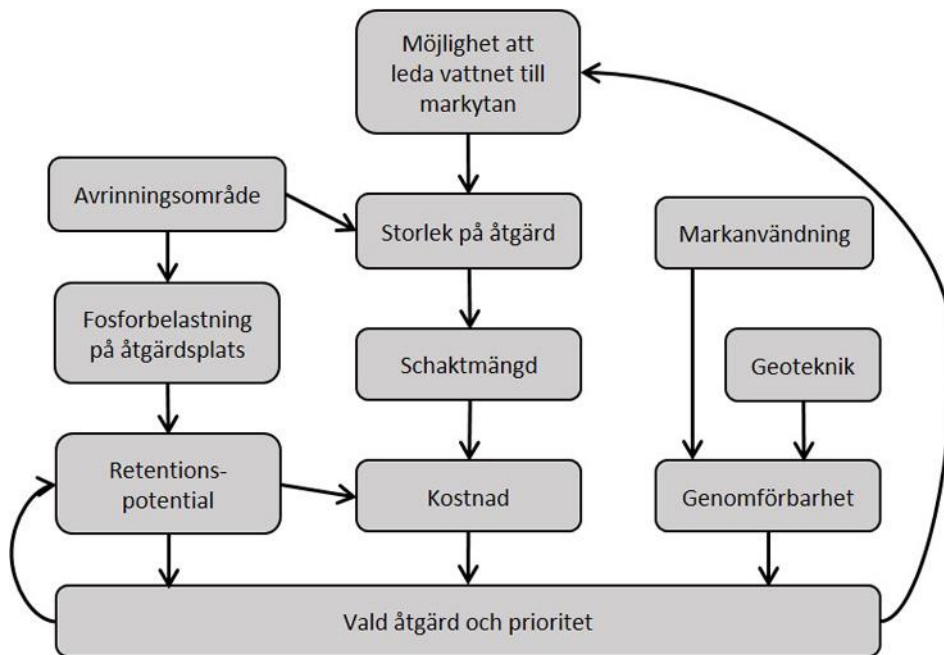


Figur 22. Principiell utformning av ett tvåstegsdike (principsektion).

Vid normal vattenföring ligger vattenytan i den gamla dikesfåran. Under perioder med högre avrinning kommer vattnet att brädda upp på de växtbevuxna sidorna där fosfor kan silas av.

Val av åtgärdstyp och prioritering av åtgärd

Val av åtgärdstyp och prioritering bland åtgärdsplatserna har huvudsakligen gjorts utifrån beräknad mängd avskiljningsbar fosfor och bedömd genomförbarhet (Figur 23).

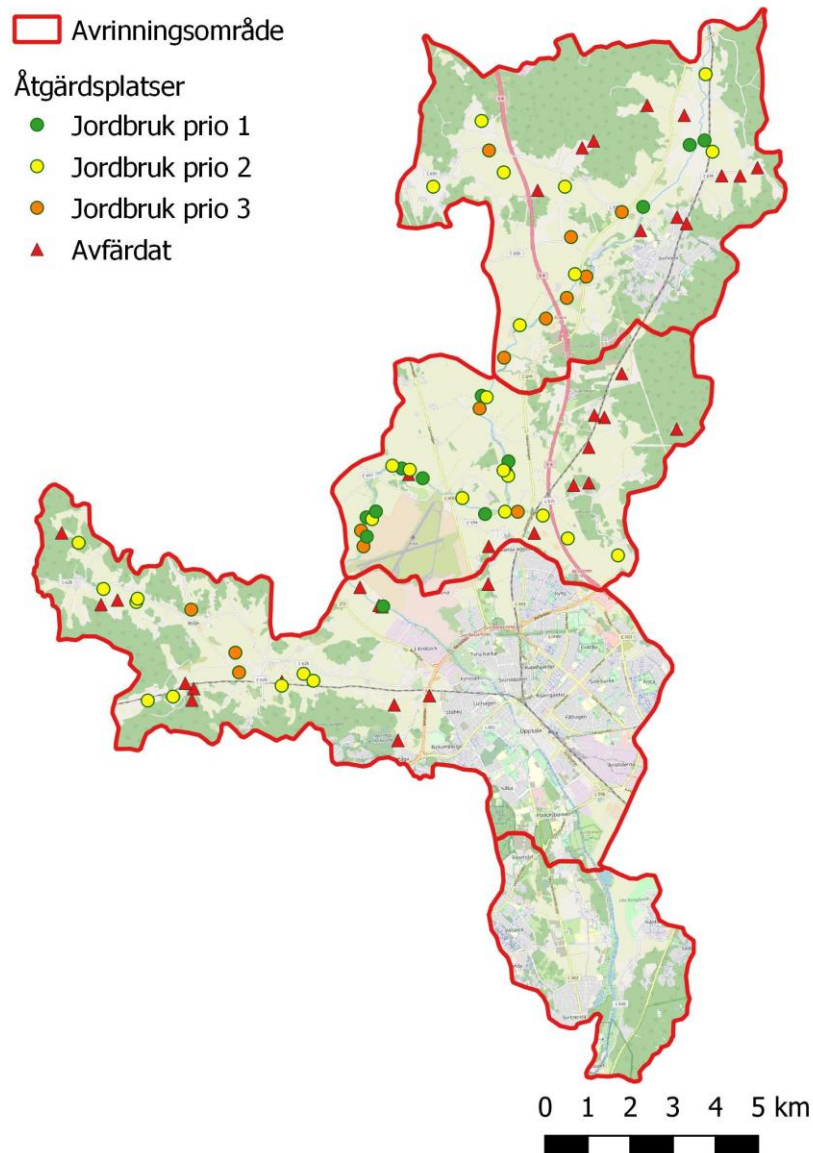


Figur 23. Konceptuell skiss över vilka parametrar som vägts in vid val av åtgärd till respektive åtgärdsplats och hur dess sedan bör prioriteras.

Vi vill gärna påminna om vikten att koordinera åtgärdsförslag med berörda markägaren i tidigt skede. Effektivast är om myndigheter kan bistå lantbrukaren med rådgivning om konkreta åtgärder som lantbrukaren kan genomföra direkt utan att det påverkar ekonomin negativt. Ofta finns det skäl till att åtgärder som föreslås inte blir genomförda. Dessa skäl kan vara lagstiftning, regelverk kring EU-stöd, åkermarkens värde, oro för påverkan på grannfastigheter och brist på tid eller pengar. Åtgärder som inte inkräktar på produktionen och dessutom får stöd för merkostnaden har störst chans att bli genomförda.

Resultat

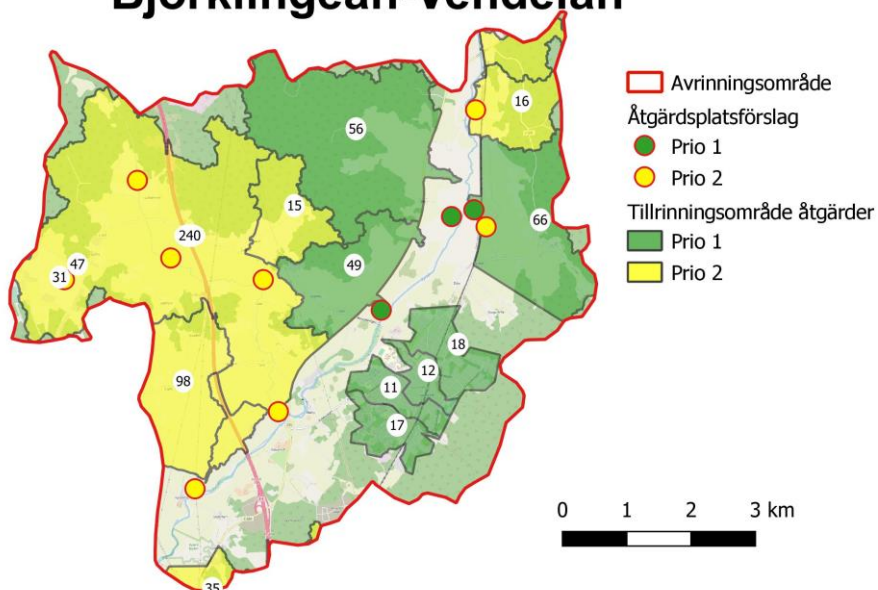
Totalt har 84 platser identifierats som möjliga för åtgärder för minskad fosfortillförsel från jordbruksmark (Figur 24). Åtgärdsplatserna med föreslagna lösningar presenteras närmare i bilaga 1.



Figur 24. Identifierade och avförda åtgärdsplatser i Fyrisåns avrinningsområde på sträckan Vendelån–Ekoln. Bakgrundskarta: openstreetmap.org.

För avrinningsområdet till delsträckan Björklingeån–Vendelån föreslås 3 åtgärder med prioritet 1 och 6 åtgärder av prioritet 2 (Figur 25) som tillsammans förväntas kunna minska fosfortillförseln till Fyrisån med cirka 620 kg per år (Tabell 16).

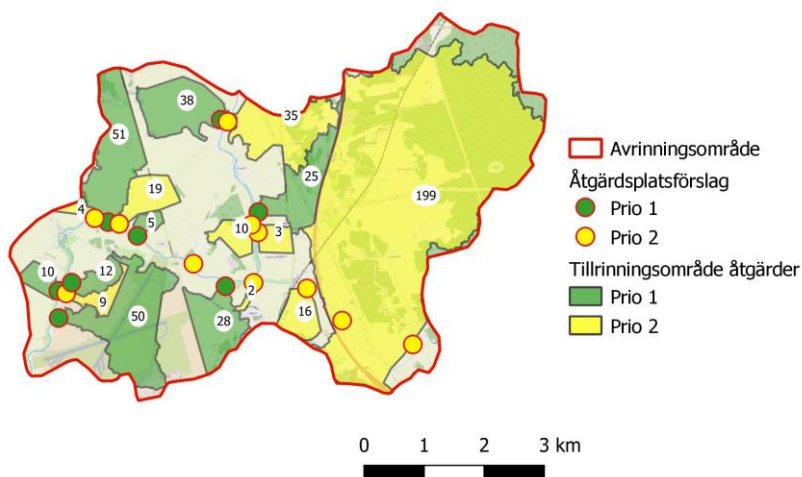
Björklingeån-Vendelån



Figur 25. Åtgärdsplatsförslag av första och andra prioritetsklass samt tillrinningsområden och förväntad årlig fosforavskiljning i kg för Fyrisån på sträckan Björklingeån–Vendelån.

För avrinningsområdet till delsträckan Ulva–Björklingeån föreslås 7 åtgärder med prioritet 1 och 10 åtgärder av prioritet 2 (Figur 26) som tillsammans förväntas kunna minska fosfortillförseln till Fyrisån med cirka 520 kg per år (Tabell 16).

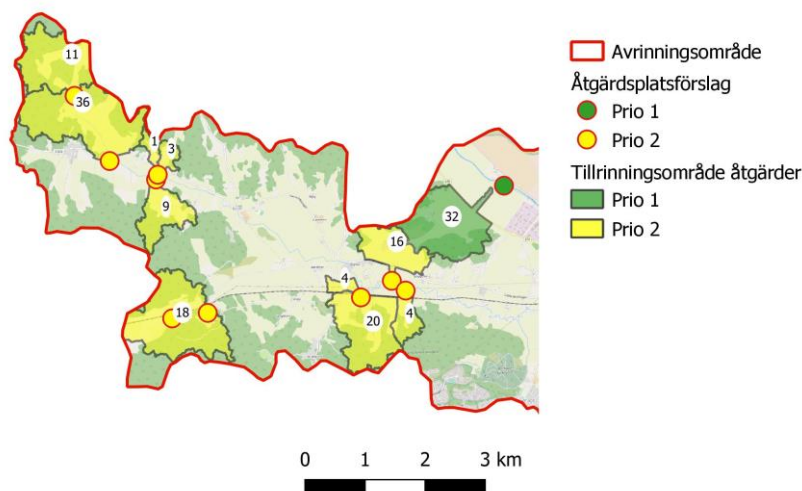
Ulva-Björklingeån



Figur 26. Åtgärdsplatsförslag av första och andra prioritetsklass samt tillrinningsområden och förväntad årlig fosforavskiljning i kg för Fyrisån på sträckan Ulva–Björklingeån.

För avrinningsområdet till delsträckan Jumkilsån–Sävjaån föreslås 2 åtgärder med prioritet 1 och 9 åtgärder av prioritet 2 (Figur 27) som tillsammans förväntas kunna minska fosfortillförseln till Fyrisån med cirka 160 kg per år (Tabell 16).

Jumkilsån-Sävjaån



Figur 27. Åtgärdsplatsförslag av första och andra prioritetssklass samt tillrinningsområden och förväntad årlig fosforavskiljning i kg för Fyrisån på sträckan Jumkilsån–Sävjaån.

För sträckan Sävjaån–Ekoln föreslås inga åtgärder då nästan hela avrinningsområdet till denna sträcka täcks in av Dagvattenplan för Uppsala (Stråe m.fl., 2019).

Den summerade förväntade avskiljningen av alla åtgärdsförslag av prioritet 1 och 2 uppgår till cirka 1,3 ton fosfor på år och redovisas i Tabell 16

Tabell 16. Förväntad årlig fosforavskiljning för åtgärdsförslag av prioritet 1 och 2 per delavrinningsområde

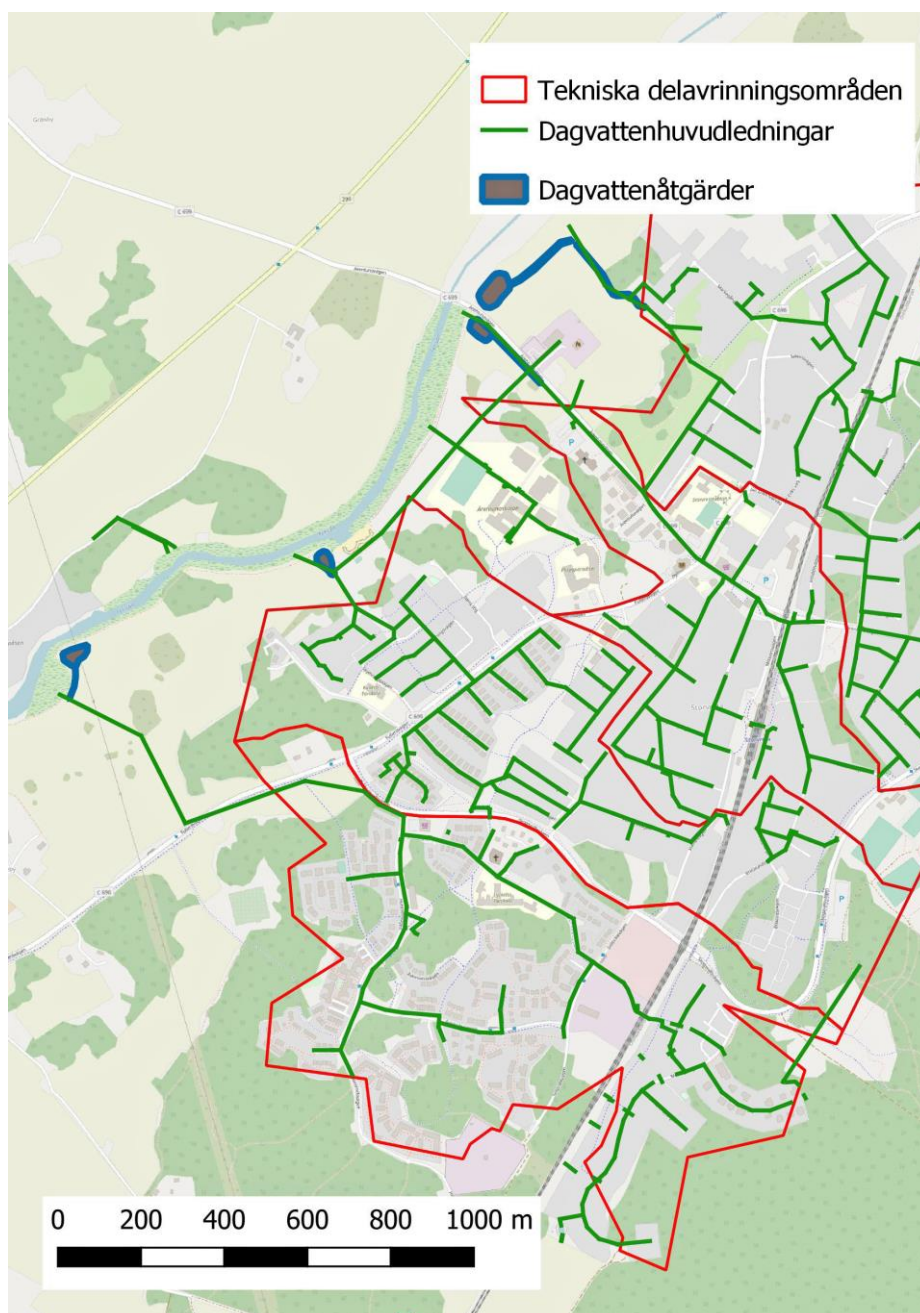
Recipient	P-avskiljning Prio 1-åtgärder (kg/år)	P-avskiljning Prio 2-åtgärder (kg/år)	Summa
Björklingeån–Vendelån	170	450	620
Ulva–Björklingeån	220	300	520
Jumkilsån–Sävjaån	30	120	150
Summa	420	870	1290

6.2.2 Åtgärder för tätortsbebyggelse

Åtgärder för dagvatten från Storvreta tätort

Fyra dagvattenåtgärder föreslås för Storvreta tätort (Figur 28). Samtliga åtgärder är så kallade end-of-pipe lösningar, i detta fall dagvattendammar, som renar större avrinningsområden. Den huvudsakliga reningsmekanismen är sedimentation för avskiljning av partiklar, däribland fosfor. Om dagvattendammarna utformas med varierande vattendjup och riklig vegetation kan även filtrering bidra till ytterligare

avskiljning. Då de föreslagna åtgärderna är placerade på lera eller finlera rekommenderas att de anläggs utan tät botten. Tätortens tillförsel av fosfor till Fyrisån uppskattas vara 120 kg/år (se stycke 5.2.4) varav drygt 110 kg når ån via de utloppspunkter dessa fyra åtgärder syftar åt. Samlad avskiljningspotential av åtgärderna uppgår till drygt 50 kg fosfor per år. Åtgärderna beskrivs i detalj i bilaga 1.



Figur 28. Platsförslag för fyra dagvattenåtgärder i Storvreta.

6.3 Nås betingen för fosfor?

Uppdragets åtgärdsdel har genomförts utifrån målsättningen att ta fram förslag motsvarande 150 % av arbetsbetinget på 800 kg fosfor per år (Tabell 1), vilket innebär förslag motsvarande en sammanlagd avskiljning på 1200 kg fosfor per år.

Av sammanställningen nedan framgår att den sammanlagda förväntade avskiljningen av samtliga åtgärder motsvarar drygt 1 450 kg fosfor per år (Tabell 17). Utifrån arbetsbetinget på 800 kg fosfor per år nås alltså målsättningen.

Tabell 17. Förväntad fosforavskiljning per år med föreslagna åtgärder för dagvatten och samtliga åtgärdsförslag för enskilda avlopp, hästgårdar, avloppsreningsverk och jordbruksmark

Redan planerade åtgärder och nya åtgärdsförslag	Förväntad fosforavskiljning (kg/år)
<i>Åtgärder för enskilda avlopp</i>	
Åtgärda bristfälliga och okända avlopp	15
<i>Summa enskilda avlopp</i>	15
<i>Åtgärder för hästgårdar</i>	
Ändrad foderstat	15
Daglig mockning av hagar och rastfällor	45
Mockning av sommarhagar minst en gång i vecka	30
<i>Summa hästgårdar</i>	80*
<i>Åtgärder för avloppsreningsverk</i>	
Spillvattenvåtmark Storvreta ARV	30
<i>Summa avloppsreningsverk</i>	30
<i>Åtgärder för dagvatten Storvreta</i>	
4 dagvattendammar	50
<i>Summa dagvattenåtgärder</i>	50
<i>Åtgärder för jordbruksmark</i>	
Björklingeån–Vendelån	620
Ulva–Björklingeån	520
Jumkilsån–Sävjaån	150
<i>Summa jordbruksåtgärder</i>	1 290
Summa alla åtgärder	1 465

*Överlappande åtgärder ger lägre summa.

6.4 Övriga åtgärder

6.4.1 Kunskapshöjande åtgärder för minskad tillförsel av PAH:er och TBT från båttrafik, båtklubbar och båtuppställningsplatser (miljöförvaltningen)

PAH:er bildas vid ofullständig förbränning och återfinns i avgaser från värme pannor och bränsledrivna motorer, däribland båtmotorer. Vi föreslår en utredning, till exempel i form av ett examensarbete, för att försöka besvara följande frågor: Kan man schablonmässigt kvantifiera båtbensin användningen i Fyrisåns nedre delar och därigenom kvantifiera båttrafikens tillförsel av PAH:erna antracen och fluoranten, samt om den är betydande, undersöka de juridiska möjligheterna att begränsa den genom exempelvis lokala trafikföreskrifter?

TBT som återfinns i sedimentet bedöms generellt härröra från båtbottnfärger och uppvisar vanligen mycket stark rumslig koppling till båtklubbar och marinor. Vi föreslår en utredning (eller examensarbete) för att försöka besvara följande frågor: Är sanering (avlägsnande) en kostnadseffektiv och miljösäker åtgärd som kan vidtas för att minska spridningen av TBT från färg som hamnat i sediment och i jord i anslutning till

båtklubbar och båtuppställningsplatser, utan att nya problem skapas vid genomförande eller vid deponering? Hur ska en sanering i sådana fall genomföras? Eller finns det andra alternativ?

6.4.2 Åtgärder för minskad tillförsel av PFAS

Förekomst av PFAS bedöms utifrån nuvarande kunskapsläge i första hand härröra från tidigare användning av brandsläckningsskum på brandövningsplatser, däribland Ärna flygplats. Exempel finns också på användning i industriens sprinklersystem, vilket medfört återkommande utsläpp via dagvattenledningsnätet då systemen funktionstestats. Åtgärdsarbete inom verksamhetsområdet för dagvatten pågår inom ramen för miljöförvaltningens löpande verksamhet eller har slutförts. En juridisk process pågår också mellan kommunen och Fortifikationsverket rörande PFAS från Ärna flygplats.

6.4.3 Strukturalkning av jordbruksmark

Jordbruksmarken i Fyrisåns avrinningsområde består till stora delar av lerjordar, där de största fosforförlusterna oftast sker i samband med häftiga regn eller snösmältning när fosfor transporteras med uppslammade lerpartiklar i vattnet. En åtgärd som minskar fosforförlust från lerig jordbruksmark till vattendrag är så kallad strukturalkning (Jordbruksverket, 2015b). Strukturalkning gör att lerjordar blir mer lättarbetade och torkar upp snabbare samtidigt som grödans uppkomst blir jämnare. Tillförsel och nedplöjning av kalken förbättrar markstrukturen genom att det bildas fler och stabilare aggregat som gör att jorden inte krymper och sväller lika mycket. När lerpartiklarna klumpar ihop sig till aggregat blir de dessutom mycket svårare att transportera med vatten. Kalkning bidrar också till att det bildas ett finmaskigt nät av sprickor över hela markytan som gör att regnvattnet infiltrerar jämt på hela ytan. På obehandlade lerjordar kan sprickbildning leda till ojämn infiltration genom större sprickor som i sin tur leder till förluster av fosfor och uppslammat material till dräneringsrören och vidare ut i vattendragen. Strukturalkning skall på grund av kostnader och förväntad nytta endast utföras på den arealen av jordbruksmarken som efter jordbrukarnas lokalkännedom har mindre än optimal dränering idag (Strand, 2019). Inom projektet Life IP Rich Waters pågår ett pilotprojekt med gårdsvisa vattenplaner i samarbete med markägare.

6.4.4 Anpassade skyddszoner på åkermark

Syftet med anpassade skyddszoner är att minska erosionen och därmed fosforförlusterna via ytavrinning från åkermarken. Skyddszoner anläggs där det finns en uppenbar risk för erosion, till exempel på erosionsstråk inne på fält, längs åkerdiken, vid brunnar som fungerar som ytvattenintag. På en anpassad skyddszon odlas vallgräs, vallbaljväxter eller en blandning av dessa.

För att vara så effektiva som möjliga bör skyddszoner prioriteras för platser där erosion av jordbruksmark är som tydligast.

6.4.5 Ekologiskt funktionella kantzoner

Ett annat åtgärdsförslag är anläggandet av så kallade ekologiskt funktionella kantzoner. Åtgärden innebär förenklat att man skapar en flerskiktad zon bestående av gräs, örter, buskar och träd som innefattar strandzonen och det angränsande fastmarksområde med direkt påverkan på ytvattnet. Zonen bör inkludera utströmningsområden och våtmarker.

Inom zonen gynnas etablering av en naturlig vegetation och närmast vattnet bör träd och buskar dominera (med undantag för betesmarker). Storleken på zonen bör minst omfatta 15 meter men också anpassas till den omgivande marken (till exempel lutning) samt att den bör vara bredare (20–30 m) vid vatten med höga naturvärden. Kantzoner mellan terrestriska and akvatiska miljöer, särskild de som är trädbevuxna är effektiva filter för näringsfällor för avrinning från jordbruksmark (Petts, 1990). Kantzonen kan i vissa fall även innefatta en skötselzon med begränsat uttag av träd och skörd av fånggrödor. De tio meter som ligger närmast vattnet ska dock vara orörd. Betesmark och slåttervall samt övriga naturliga stränder och våtmarker utgör en del av en ekologiskt funktionell kantzon. Att återställa större sträckor längs ån till naturligt tillstånd skulle dock betyda stora ingrepp på intill liggande produktiva åkermarken till sannolikt orimliga kostnader. Den offentliga finansieringen som stödprogram och medel för lokala natur- och vattenvårdprojekt (Lona och Lova) är också otillräcklig för att genomföra alla åtgärder som skulle behövas.

6.4.6 Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet

När det gäller problem med felkopplade spillvattenserviser till dagvattenledningsnätet som visat sig vara ett betydande problem i Stockholm så bedömer VA-huvudmannen Uppsala Vatten och Avfall AB inte att detta är något stort problem. Vid den omfattande filmning av dagvattenledningarna som görs så avslöjas felkopplingar tydligt genom den påväxt av så kallad biohud som bildas på ledningarnas insida. Även förekomst av bland annat toapapper ger tydliga signaler om felkoppling. Man uppskattar att det uppstår cirka en felkoppling vart annat år och att det främst rör nya servisanslutningar.

6.4.7 Tillsyn och information riktad till miljöfarliga verksamheter

Tillsyn med avseende på dagvattenhantering vid miljöfarliga verksamheter (se stycke 5.1.5) pågår löpande och bör om möjligt intensifieras.

6.4.8 Ökade krav vid planläggning

Dagvattenhanteringen inom nya detaljplaner måste utformas så att arbetet för att uppnå god status i vattenförekomsterna inte försvåras genom ökad tillförsel av fosfor via dagvatten. När det är möjligt ska nya planer helst bidra till arbetet genom att medföra minskad belastning.

7 Prioritering av åtgärder

7.1 Prioritering mellan åtgärder för punktkällor

I området finns enskilda avlopp med icke godkänd/okänd reningsanläggning. Dessa bör åtgärdas först, och detta är på gång genom miljöförvaltningens tillsynsarbete.

Investering i en våtmark som efterpoleringssteg till Storvreta avloppsreningsverk bedöms vara kostnadsmässigt rimligt ur ett ensidigt fosforavskiljningsperspektiv, men med hänsyn till planerad utbyggnad av Storvreta och förväntad avskiljning av andra problemämnen som ammonium, nitrat, totalkväve, läkemedelsrester (till exempel diklofenak), mikroplaster och smittämnen i våtmarken, bedöms åtgärden ännu mer motiverad.

Information och dialog med hästägare är en mer långsiktig åtgärd, som involverar många personer och bygger på frivillighet. Denna åtgärd har prioriterats som nr 3, då resultatet är mindre tydligt än de övriga och inte heller lika permanent.

Föreslagen prioritetsordning mellan åtgärder för punktkällor är därför:

- 1) Förelägga fastighetsägare att åtgärda icke-godkända avlopp.
- 2) Anlägga en våtmark för efterpolering av avloppsvattnet från Storvreta avloppsreningsverk.
- 3) Information och dialog med hästägare, för att åstadkomma ökad mockning av hagar, säker gödselhantering, översyn av foderstater etcetera, med början på hästgårdar närmast ån.

7.2 Prioritering mellan åtgärder för diffus fosfortillförsel

Samtliga föreslagna platsspecifika åtgärder för diffusa källor bedöms ge relevanta reningseffekter. Skillnaden mellan föreslagen prioritet 1 och prioritet 2 grundar sig i första hand på bedömd teknisk genomförbarhet och kostnadsbild, där de högst prioriterade åtgärdsplatserna är de platser där förutsättningarna bedöms vara något gynnsammare (lämpligare höjdförhållanden, mindre schaktbehov).

Eftersom Storvreta som är en av planerade tillväxtkärnor i Uppsala kommun förväntas växa kraftigt de kommande åren, samtidigt som fosfortillförseln via dagvatten redan idag beräknas till cirka 120 kg, bedöms det viktigt att prioritera åtgärder för rening av dagvatten, trots att de är mer kostsamma än åtgärder i jordbrukslandskapet. Förutom avskiljning av fosfor motiveras dammarna även av att de har god förmåga att avskilja andra relevanta föroreningar (PAH:er, koppar, m.m.) Tre av de fyra föreslagna åtgärder ligger också på kommunal mark, vilket innebär att kommunen/VA-huvudmannen har rådighet för genomförandet.

Vi tror att det finns en stor pedagogisk poäng med att kommunen/VA-huvudmannen som markägare/verksamhetsutövare ”går före och visar vägen” och tidigt påbörjar åtgärder för sina egna verksamheter.

Det strategiska arbetet för att realisera åtgärder på jordbruksmark som involverar enskilda markägare föreslås bedrivas med början i norr och sedan områdesvis vidare nedströms.

Genom att börja uppströms får man vid genomförande nytta av de positiva effekterna på en så lång sträcka som möjligt nedströms. Ett områdesvis arbetssätt som fokuserar på ett område i taget tror vi chanserna ökar att få ”tryck” i frågan lokalt. Kanske krävs det också av resursskäl. Att informera och förankra lokalt är i alla fall med största sannolikhet nödvändigt för att lyckas med denna process. Till exempel underlättas genomförande av informationsmöten, platsbesök och fortlöpande stödinsatser till markägare och lokala krafter. Vi tror också att chanserna ökar för att vinna gehör, om den enskilde känner att frågan landar hos flera markägare i bygden samtidigt och blir en gemensam angelägenhet.

Utifrån dessa principer bedöms Storvreta och dess omgivning vara ett naturligt första fokusområde för åtgärdsarbetet.

7.3 Sammanfattning prioritering

Tabell 18. Sammanfattade bedömning av förutsättningar, genomförbarhet och prioritering av de presenterade åtgärdsförslagen. Gul färg=jordbruksåtgärder (endast prio 1 här), brun färg=dagvattenåtgärder och blå färg=åtgärder för punktkällor.

Plats	ID	Bedömning av förutsättningar	Bedömd genomförbarhet	Prioritets klass	Kostnadseff tkr/kg P	Årlig P-avskiljn. kg
1 Våtmark Ärentuna bron	F 01	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Båtnadsområde Fyrisåns regleringsföretag. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,81	50
2 Våtmark i f.d. kraftdammar Husby	F 09	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Båtnadsområde Fyrisåns regleringsföretag. Utredningsbehov kraftdammar och dricksvattenfiltration intill. Tillståndsansökan.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och tillståndsansökan	1	0,54	73
3 Våtmark Granbacken	F 10	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Båtnadsområde Fyrisåns regleringsföretag. Tillståndsansökan. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och tillståndsansökan	1	0,43	60
4 Fosfordamm vid Ulva/Ärna	F 34	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Avstämning med förtifikationsverket. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,94	12
5 Fosfordamm vid Ulva/Skörkulla	F 35	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Avstämning med förtifikationsverket. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,12	10
6 Fosfordamm vid Ärna	F 38	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Avstämning med förtifikationsverket. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,62	50
7 Fosfordamm / dämning Ulva Faxan 1	F 41	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Markavtättningsföretag. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,25	50
8 Fosfordamm / dämning Ulva Faxan 2	F 44	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Markavtättningsföretag. Avstämning med lantbrukaren. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	2,28	5
9 Fosfordamm vid Storvad	F 45	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Markavtättningsföretag. Avstämning med lantbrukaren. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,07	28
10 Fosfordamm vid Husby	F 48	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Avstämning med lantbrukaren. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,56	25
11 Fosfordamm / dämning stora Vallskog	F 52	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Avstämning med lantbrukaren. Utredningsbehov dricksvattenfiltration intill. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,38	38
13 Fosfordamm Librobäck	F83	Ej Kommunal mark. Förlust av åkermark. Markavtättningsföretag. Avstämning med lantbrukaren. Anmälan vattenverksamhet. Drift av lantbrukaren	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,16	32
14 Dagvattendamm Storvreta Ärentunavägen	F 02	Kommunal mark. Förlust av åkermark. Båtnadsområde Fyrisåns regleringsföretag. Drift och skötsel UVAB. Anmälan miljöfarlig verksamhet.	Genomförbar nu	1	7,1	10
15 Dagvattendamm Storvreta vid ARV	F 03	Kommunal mark. Förlust av åkermark. Båtnadsområde Fyrisåns regleringsföretag. Drift och skötsel UVAB. Synergieffekter med åtgärder för ARV. Anmälan miljöfarlig	Genomförbar nu	1	8,1	18
16 Dagvattendamm vid Storvretabadet	F 05	Kommunal mark. Förlust av åkermark. Båtnadsområde Fyrisåns regleringsföretag. Drift och skötsel UVAB. Anmälan miljöfarlig verksamhet.	Genomförbar nu	1	6,8	10
16 Dagvattendamm södra Storvreta	F 27	Ej kommunal mark. Kräver markavtal eller markköp. Förlust av åkermark. Båtnadsområde Fyrisåns regleringsföretag. Drift och skötsel UVAB. Anmälan miljöfarlig verksamhet.	Utredningsbehov, markavtal, förankring	1	5,5	14
17 Åtgärda 40 st icke-godkända avlopp	-	Det är lagkrav på att dessa avlopp åtgärdas. Arbetet pågår.	Genomförbar nu	1	20	15
18 Spillvattenvätmark Storvreta	-	Kommunal mark. Förlust av åkermark. Nytt tillstånd eller ändring av tillstånd. Skötsel och drift Uppsala vatten och avfall.	Utredningsbehov, krävs förankring	2	6,3	30
19 Hästgårdar	-	Informationsinsatser/tillsyn/incitament för berörda hästgårdar men intresse bedöms finnas.	Genomförbar nu efter förankring med hästgårdar	3	3,5	80

8 Referenser

- ARONSSON, H., BERGLUND, K., F. DJODJIC, ETANA, A., GERANMAYEH, P., JOHNSON, H., och WESSTRÖM, I., 2019. *Effekter av åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark och åtgärdsutrymme*. SLU, HaV, Nr. Ekohydrologi 160.
- BRANDT, M. och ULÉN, B., 1988. Beräkning av avrinning och kväveläckage från ett vattendrag med olika markanvändning. *Vatten*, Vol. 44, Nr. 4, s. 287–294.
- DAHLIN, S. % JOHANSSON, G., 2008. *Miljöeffekter av hästhållning*. SLU.
- FLYCKT, L., 2010. *Reningsresultat, drifterfarenheter och kostnadseffektivitet i svenska våtmarker för spillvattenrening*. Linköping: Institutionen för fysik, kemi och biologi, Linköpings universitet, Examensarbete Nr. LITH-IFM-A-EX-10/2377-SE.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016. *Havs- och Vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållspillvatten*. Nr. HVMFS 2016:17.
- HELLBLOM, F. & RYBAK, F., 2019. *Projektplan - Oxunda och hästhållning*. Oxunda Vattensamverkan.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, 2012. *Fånga fosfor – Dammar, filter och tvåstegsdiken*.
- HYTTBORN, J., WIDÉN-NILSSON, E., och TENGDÉLIUS BRUNELL, J., 2016. *Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet*. Havs- och vattenmyndigheten, Myndighetsrapport Nr. 2016:12.
- ISAKSSON, J., ERIKSSON, S. & HERMANSSON, A., 2017. *Hästen och miljön inom Oxundaåns avrinningsområde*. Hushållningssällskapet.
- JOHNSON, H., MÅRTENSSON, K., LINDSJÖ, A., PERSSON, K., ANDRIST RANGEL, Y., och BLOMBÄCK, K., 2016. *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark*. Norrköping: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, SMED Nr. SMED Rapport Nr 189 2016.
- JORDBRUKSVERKET, 2008. *Fosforförluster från jordbruksmark – vad kan vi göra för att minska problemet?* Nr. Jordbruksinformation 27.
- JORDBRUKSVERKET, 2015a. *Nationell jordartskartering - Matjordens egenskaper i åkermarken*. Jönköping: Jordbruksverket, Nr. 2015:19.
- JORDBRUKSVERKET, 2015b. *Praktiska råd. Greppa näringen. Strukturkalkning – bra för både mark och miljö*. Nr. Nr 23, 2015.
- JORDBRUKSVERKET, 2016. *Från idé till fungerande tvåstegsdike*. Nr. 16:15.
- JORDBRUKSVERKET, 2017. *Praktiska råd. Greppa näringen. Bra hagar för både hästen och miljön*. Nr. Nr 26, 2017.
- JÖNSSON, R., 2016. *Mikroplast i dagvatten och spillvatten - Avskiljning i dagvattendammar och anlagda våtmarker*. Uppsala: Institutionen för geovetenskaper, Uppsala Universitet, Examensarbete Nr. UPTEC W 16030, ISSN 1401-5765.
- MALGERYD, J., FORSBERG, L., KYLLMAR, K., HEEB, A., GUSTAFSSON, J., SVENSSON, A.A., och ALSTRÖM, T., 2015. *Åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark – erfarenheter från tre avrinningsområden i Västmanland, Östergötland och Halland*. Nr. Jordbruksverket 2015:2.
- NATURVÅRDSVERKET, 2005. *Fosforförluster från mark till vatten*. Naturvårdsverket, Nr. 5507.
- NÄSLUND, M., 2010. *Behandlingsvåtmarkers reningseffekt på aktiva läkemedelssubstanter under vinterförhållanden*. Stockholm: Institutionen för tillämpad miljövetenskap, Stockholms universitet, Examensarbete Nr. UPTEC W10026, ISSN1401-57.
- OWENIUS, S., 2012. *WRS. Identifiering av riskområden med särskilda åtgärdsbehov för att förebygga näringsförluster. Julmyrans Vänner*. Nr. 2012–0427.
- PARVAGE, M. M., 2015. *Impact of horse-keeping on phosphorus concentrations in Soil and water*. SLU.

- PARVAGE, M. M., KIRCHMANN, H., KYNKÄÄNNIEMI, P., och ULÉN, B., 2011. Impact of horse grazing and feeding on phosphorus concentrations in soil and drainage water. *Soil Use and Management*, Vol. 27, Nr. 3, s. 367–375.
- PETTS, G.E., 1990. The role of ecotones in aquatic landscape management. *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. R.J. Naiman and H. Décamps, Vol. 4, s. 301.
- RANDEFELT, J., 2019. *Spillvattenvåtmarkers reningseffekt på aktiva läkemedelssubstanser*. Uppsala: Institutionen för geovetenskaper, Uppsala Universitet, Examensarbete Nr. UPTEC W, ISSN 1401-5765 ; 19 044.
- RIDDERSTOLPE, P., HYLANDER, L., ERIKSSON, B., och GRINELL, A., 2016. *Bedömning av självrening och retention i mark vid prövning av små avlopp – smittskydd och fosfor. VA-guiden rapport*. Nr. 2016:2.
- SMHI, 2016. *s-hype2016*. Norrköping: SMHI, Modellrapport.
- STRAND, L., 2019. Hushållningssällskapet Stockholm, Uppsala, Södermanland.
- STRÅE, D., VAN DER NAT, D., och GRANATH, M., 2019. *Uppsala dagvattenplan – Uppsala Vatten och Avfall*. Uppsala.
- SVENSKA MILJÖ EMISSIONS DATA, 2011. *Teknikenkät - enskilda avlopp 2009*. Nr. SMED Rapport Nr 44.
- WEISNER, S., JOHANNESSON, K., och TONDESKI, K., 2015. *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket - Analys av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet*. Jordbruksverket, Nr. 2015–7.

Bilaga 1E, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnaån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävjaån och Olandsån med som åtgärder.



Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån

Uppsala kommun

Slutversion 1.0, 2021-09-30

TITEL	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån
RAPPORTNUMMER	2021-1573-A
BESTÄLLARE	Uppsala kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Caroline Holm, WRS
FÖRFATTARE	Jenny Näslund, Ebba af Petersens, Dimitry van der Nat, Hannes Öckerman, Caroline Holm, Malin Smith, Linus Halvarsson, Victoria Eriksson Russo, Maja Granath, Barbro Beck-Friis och Frida Hermansson, WRS.
GRANSKNING	Daniel Stråe och Jonas Andersson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion 1.0
DATUM	2021-09-30
OMSLAGSBILD	Jonas Andersson, fotograf
FOTON	Alla fotografier i rapporten tagna av WRS om inget annat anges

Sammanfattning

Kommunen har en nyckelroll i arbetet med att nå miljö kvalitetsnormerna för vattenförekomsterna inom kommunen. För arbetet behövs välunderbyggda handlingsplaner, så kallade åtgärdsprogram, som gör det möjligt för kommunen att prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapport är ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram för femton vattenförekomster i Sävjaåns avrinningsområde som helt eller till största delen ligger inom Uppsala kommun. Beställare av arbetet har varit stadsbyggandsförvaltningen på Uppsala kommun. WRS har fått uppdraget att ta fram ett underlag till det lokala åtgärdsprogrammet. Rapporten och dess bilagor ska fungera som beslutsunderlag för själva åtgärdsplanen och ska underlätta för Uppsala kommun att besluta vilka vattenvårdsåtgärder som ska implementeras och prioriteras för att säkerställa att recipienterna ska nå miljö kvalitetsnormen för god ekologisk och kemisk status.

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning har alla vattenförekomster i utredningsområdet måttlig ekologisk status. Ån uppnår heller inte god kemisk status. De huvudsakliga lokalt orsakade problemen är övergödning och hydromorfologiska brister. Enligt miljö kvalitetsnormen för Sävjaån ska god ekologisk och kemisk status uppnås senast 2027.

Den aktuella sträckan av Sävjaån omfattar femton vattenförekomster enligt Vattenmyndighetens indelning. Avrinningsområdet till dessa vattenförekomster är 525 km² stort och domineras av skogsmark, men rymmer också betydande inslag av Uppsalaslättnens jordbruksmark samt urbana ytor inom Uppsala och tätorterna Almunge, Gunsta, Gävsta, Lindbacken, Länna, Skölsta och Sävja. Även annan öppen mark ingår i avrinningsområdet.

Eftersom övergödningen är en av huvudorsakerna till den måttliga ekologiska statusen är fosfor en central parameter denna utredning fokuserar på. Betingen för minskad tillförsel av fosfor till vattenförekomsterna är mycket stora för avrinningsområden med betydande andelar av produktiv jordbruksmark. För sex av de femton vattenförekomsterna räcker inte dataunderlaget för en statusbedömning. För dessa kan således inget fosforbeting fastställas men på grund av tillståndet i närliggande vattenförekomster kan övergödning förväntas i dessa vattenförekomster ändå. Sammanlagt beting för alla vattenförekomsterna uppskattas till cirka 2,5 ton fosfor per år. Högst fosforbeting gäller åsträckan Sävjaån Storån-Spångtorp som har ett beting på 0,9 ton/år följt av Tomtaån motsvarande 0,5 ton/år.

Utredningen har analyserat och bearbetat befintliga data, men också tagit fram nya såsom förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, samt beräknade föroreningsmängder i dagvattnet från tätorterna utanför Uppsala. Näringsförlust för jordbruksmarken har beräknats med underlag från SMED PLC7 utifrån jordartsfördelning och för Mälardalen typisk fördelning av grödor. Näringsförluster för skog och övrig öppen mark har beräknats med uppgifter från Havs- och Vattenmyndigheten. Dagvattentillförsel från tätorter och E4:an har beräknats med programmet Stormtac efter en kartering av urban markanvändning i avrinningsområdena.

Den samlade fosfortillförseln från punktkällor och diffusa källor till Sävjaån beräknas till cirka 12,8 ton per år. Näringsförluster från jordbruksmarken står med 9,9 ton per år för knappt 80 % av fosfortillförseln till recipienterna. Skogsmark den näst största fosforbidragen och står för cirka 8 % av belastningen. Bidragen från dagvatten och enskilda avlopp motsvarar vardera cirka 5 % av totalbelastningen till recipienterna.

En viss rening av fosfor kan förväntas i befintliga dagvattenanläggningar och redan anlagda jordbruksvåtmarker. Utifrån en uppskattning av befintlig reningskapacitet, beräknas

nettotillförsel av fosfor som når recipienterna från de lokala avrinningsområdena till 12,7 ton per år.

Rapporten pekar ut 35 åtgärdsplatser inom utredningsområdet för att avskilja fosfor från jordbrukslandskapet. Tretton av åtgärderna prioriteras högst. Åtgärderna har prioriterats utifrån en översiktlig analys av avskiljningspotential, juridisk och teknisk genomförbarhet samt kostnadsbild. Åtgärder av prioriteringsklass 1 och 2 beskrivs i detalj i Bilaga 1. Åtgärdsförslag med prioriteringsklass 3 bör betraktas som åtgärder som är mindre gynnsamma eller svårare att genomföra. Dessa åtgärder kan genomföras i mån av behov.

Åtgärderna för enskilda avlopp handlar om att åtgärda de avlopp som har bristfällig eller okänd rening, vilket beräknas kunna ge en minskning av fosfortillförseln med cirka 130 kg fosfor per år. Åtgärder för förbättrad gödselhantering på hästgårdar uppskattas kunna avskilja 180 kg per år. Fosforavskiljningen av åtgärdsförslagen för jordbruksmark uppskattas till cirka 960 kg fosfor per år.

Sammanlagt bedöms alla åtgärdsförslag för punktkällor och diffusa källor kunna avskilja cirka 1 270 kg fosfor per år vilket motsvarar cirka 50 % av det totala betinget.

Endast för vattenförekomsterna Funbosjön, Trehörningen och Fladån-Fladen Almunge räcker den förväntade avskiljningen i åtgärdsförslagen till för att nå de uppsatta betingen. Enbart för Fladån-Fladen Almunge räcker åtgärderna även till för att nå 150 % av betinget.

För de jordbruksdominerade avrinningsområdena på Uppsalaslätten (Sävjaån, mynning-Storån, Sävjaån, Storån-Spångtorp, Sävjaån, Funbosjön-Spångtorp, Tomtaån, Lejstaån och Fyrisån bäck från Trehörningen) uppnås betingen inte. De samlade åtgärderna bedöms för dessa vattenförekomsterna bara kunna uppnå mellan 20 % och 56 % av betingen.

Att betingen för dessa vattenförekomster kan uppnås med bibehållet produktivt jordbruk är mycket osannolikt. För att uppnå betingen i dessa avrinningsområden skulle produktiv åkermark behöva omvandlas till vallodling som läcker mindre fosfor och därför har lägre arealläckagekoefficient. Att överge produktiv åkermark står dock i direkt konflikt med målet för självförsörjning från Sveriges livsmedelsstrategi och bedöms inte som en lämplig åtgärd. Betingen för vattenförekomster med en stor andel produktiv jordbruksmark i avrinningsområdet bedöms därför vara orimliga att uppnå.

Hydromorfologi

Sävjaåns vattenförekomster har idag mestadels dålig eller otillfredsställande status med avseende på hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Åtgärdsbehovet för att uppnå god status är stort och innebär att konventionellt brukande av jord och skog behöver upphöra längs majoriteten av åsträckan med tillhörande sjöar. Denna utredning har därför avgränsats till att i första hand ta fram åtgärdsförslag för vandringshinder för att förbättra kvalitetsfaktorn *konnektivitet*.

Arbetsgången har inkluderat att sammanställa en GIS-databas och sammanställa underlag från bland annat dammregister, biotopkarteringar, inventeringar, historiska kartor, vattendomar, elfisken och provfisken. En bedömning av avrinningsområdets limniska värden och fiskfauna har genomförts. Synpunkter och information kring vandringshinder har även inhämtats från relevanta aktörer, intresseorganisationer och privatpersoner.

Efter fältbesök och inmätningar identifierades totalt tio platser med vandringshinder för fisk. För varje plats har åtgärdsförslag tagits fram med aspen som målart. Förslagen är endast principiellt idégivna och behöver detaljutredas före genomförande. Åtgärdsplatserna har även

prioriterats baserat på bedömd teknisk och praktisk genomförbarhet, kostnader och ekologisk effekt av åtgärd.

Vid genomförande av åtgärder för avlägsnande av vandringshinder (*konnektivitet*) förselsås att arbetet sker i geografiska kluster och i princip utifrån den prioritetsordnings som har tagits fram. Åtgärder för Långsjödammen (nr. 2) och Vixtorp (nr. 3) ges första prioritet. Därefter åtgärdas i ordning Torslund kvarndamm (nr. 5), Körlingedammen (nr. 7) och Lafsängsdammen (nr. 6), de tre vandringshindren vid Marielund (nr. 8, 9 och 10) och sist två vandringshinder vid Länna (nr. 1a och 1b).

Parallellt kan åtgärder för förbättrad *morfologi* och *hydrologisk regim* genomföras där åtgärdsvilja hos lokala markägare och dikningsföretag finns. Totalt har ett trettiootal sådana åtgärder identifierats under utredningsarbetet, i form av återställande av sänkta sjöar och återmeandring. För att uppnå god status med avseende på dessa två parametrar kräver dock än mer omfattande åtgärder. Det finns även ett behov av inventeringar, provfiske och andra biotopförbättrande åtgärder i ån, exempelvis restaurering och skapandet av strömsträckor och leklokaler.

Inom vattenförvaltningens statusklassning ges hydromorfologiska parametrar en lägre viktning relativt biologiska och fysikalisk-kemiska parametrar. Därför bör möjligen åtgärder för exempelvis minskad fosforbelastning prioriteras högre än hydromorfologiska åtgärder. Samtidigt är det inte troligt att vattenförekomsternas biologi får en god status utan att åtgärda en stor del av hydromorfologin.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund och syfte	9
2	Sävjaåns avrinningsområde.....	10
2.1	Allmän beskrivning	10
2.2	Sävjaån-Funbosjöns Natura 2000-område	14
2.2.1	Ingående arter enligt art- och habitatdirektivet – livsmiljöer och bevarandetillstånd.....	16
2.2.2	Hotbilder	17
2.3	Statusklassning	17
2.3.1	Hydromorfologi	20
2.4	Förbättringsbehov	22
2.4.1	Fosfor	22
2.4.2	Hydromorfologi	23
3	Underlag	25
3.1	Underlag punktkällor.....	25
3.2	Underlag diffusa källor	25
3.3	Underlag hydromorfologi	26
4	Metod	27
4.1	Metod tillförsel från punktkällor	27
4.1.1	Enskilda avlopp	28
4.1.2	Hästgårdar	30
4.2	Metod tillförsel från diffusa källor	31
4.2.1	Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark	31
4.2.2	Dagvatten från tätortsbebyggelse.....	37
4.3	Metod hydromorfologi	43
4.3.1	Avgränsning	43
4.3.2	Metod konnektivitet	43
4.3.3	Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd	44
5	Fosfor	46
5.1	Punktkällor	46
5.1.1	Enskilda avlopp	46
5.1.2	Reningsverk.....	49
5.1.3	Hästhållning	51
5.1.4	Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden	55
5.2	Diffusa källor	57
5.2.1	Jordbruksmark	59
5.2.2	Skogsmark och sankmark.....	60
5.2.3	Öppen mark.....	61

5.2.4	Atmosfärisk deposition av fosfor.....	61
5.2.5	Dagvatten	61
5.3	Sammanfattande slutsatser kring bruttotillförseln av fosfor.....	62
5.4	Genomförda åtgärder inom utredningsområdet	63
5.4.1	Åtgärder avseende punktkällor.....	63
5.4.2	Platsspecifika åtgärder inom jordbruket.....	64
5.4.3	Dagvattenåtgärder	71
5.4.4	Övriga genomförda åtgärder enligt vattenmyndigheten	72
5.5	Nettotillförsel av fosfor och beting	72
6	Hydromorfologi.....	76
6.1	Fiskfauna.....	76
6.2	Befintliga vandringshinder	80
6.3	Inventerade platser – ej vandringshinder.....	83
6.4	Genomförda åtgärder inom utredningsområdet	85
7	Åtgärdsförslag	87
7.1	Kunskapshöjande åtgärder	87
7.2	Åtgärder för punktkällor	87
7.2.1	Åtgärder för enskilda avlopp	87
7.2.2	Åtgärder för reningsverk	89
7.2.3	Åtgärder för hästgårdar.....	89
7.2.4	Åtgärder för tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden	94
7.3	Åtgärder för diffusa källor	94
7.3.1	Åtgärder för jordbruksmark	94
7.3.2	Åtgärder för tätortsbebyggelse.....	95
7.4	Åtgärder i sjöar	95
7.5	Åtgärder för förbättrad hydromorfologi.....	96
7.5.1	Åtgärder för förbättrad konnektivitet.....	96
7.5.2	Åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi.....	104
7.6	Övriga åtgärder.....	107
7.6.1	Strukturkalkning av jordbruksmark.....	107
7.6.2	Anpassade skyddszoner på åkermark.....	107
7.6.3	Ekologiska funktionella kantzoner.....	107
7.6.4	Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet	108
7.6.5	Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter.....	108
7.6.6	Ökade krav vid planläggning	108
7.6.7	Inventering och kartering av hydromorfologiska parametrar och fiskfauna	108
7.6.8	Biotopförbättrande åtgärder.....	108
7.6.9	Fiskeförbud.....	109
8	Genomförande av åtgärder – väg framåt.....	110
8.1	Åtgärder för punktkällor	110
8.2	Åtgärder för diffusa källor	110

8.3	Åtgärder för konnektivitet.....	114
8.4	Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi.....	115
8.5	Nås förbättringsbehov?.....	115
9	Referenser	118
	Bilaga 1. Platsspecifika åtgärdsförslag för minskad fosforbelastning	
	Bilaga 2. Identifierande vandringshinder och platsspecifika åtgärdsförslag för förbättrad konnektivitet	
	Bilaga 3. Platsspecifika åtgärdsförslag för hydrologisk regim och morfologi	

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Sävjaån är Fyrisåns största biflöde och avvattnar ett 730 km² stort område. Enligt Vattenmyndighetens statusklassning uppnår Sävjaån varken god ekologisk status eller god kemisk status. De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och hydromorfologiska brister, men i nedre delen av området även perfluoroktansulfonsyra (PFOS) och dess derivater.

I arbetet med att förbättra de ekologiska och kemiska förhållandena och nå miljö kvalitetsnormerna har kommunen en nyckelroll. Vattenmyndigheten tillhandahåller principiella åtgärdsförslag, men dessa anses inte kunna ligga till grund för beslut om prioriteringar och genomförande av åtgärder.

Enligt beslut i översiktsplanen (ÖP 2016) ska Uppsala kommun därför ta fram underlag till lokala åtgärdsprogram för vattenförekomsterna inom kommunen. Denna rapport utgör åtgärdsdelen i underlaget till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaåns delavrinningsområden inom Uppsala kommuns gränser.

Rapporten syftar till att ge kvantitativt relevanta och kostnadseffektiva åtgärdsförslag för avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom för punktkällor som avloppsreningsverk, större djurgårdar, enskilda avlopp och industrier. I rapporten ges också förslag på åtgärder för att förbättra konnektiviteten i vattendraget, alltså möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget. Eftersom Uppsala Vatten och Avfall AB (Uppsala Vatten) arbetar med reningsåtgärder för dagvatten från Uppsala tätort omfattar uppdraget inte att ta fram förbättringsförslag för dessa delar.

Åtgärdsförslagets reningseffekter, tekniska och juridiska genomförbarhet och kostnadsbild redovisas i rapporten på en översiktlig nivå och är tänkta att ligga till grund för förslag till kommande åtgärdsrioriteringar.

Vattenmyndigheten har vid pågående utredning inte beslutat Sävjaåns vattenförekomsters status för den tredje förvaltningscykeln (2017–2021) eller beslutat nya miljö kvalitetsnormer. Förslag finns dock att god ekologisk och god kemisk status ska uppnås senast 2027 eller 2033. De statusklassningar, förbättringsbehov och lokala beting som använts kommer från rapporten *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1- Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder* (Naturvatten AB, 2020).

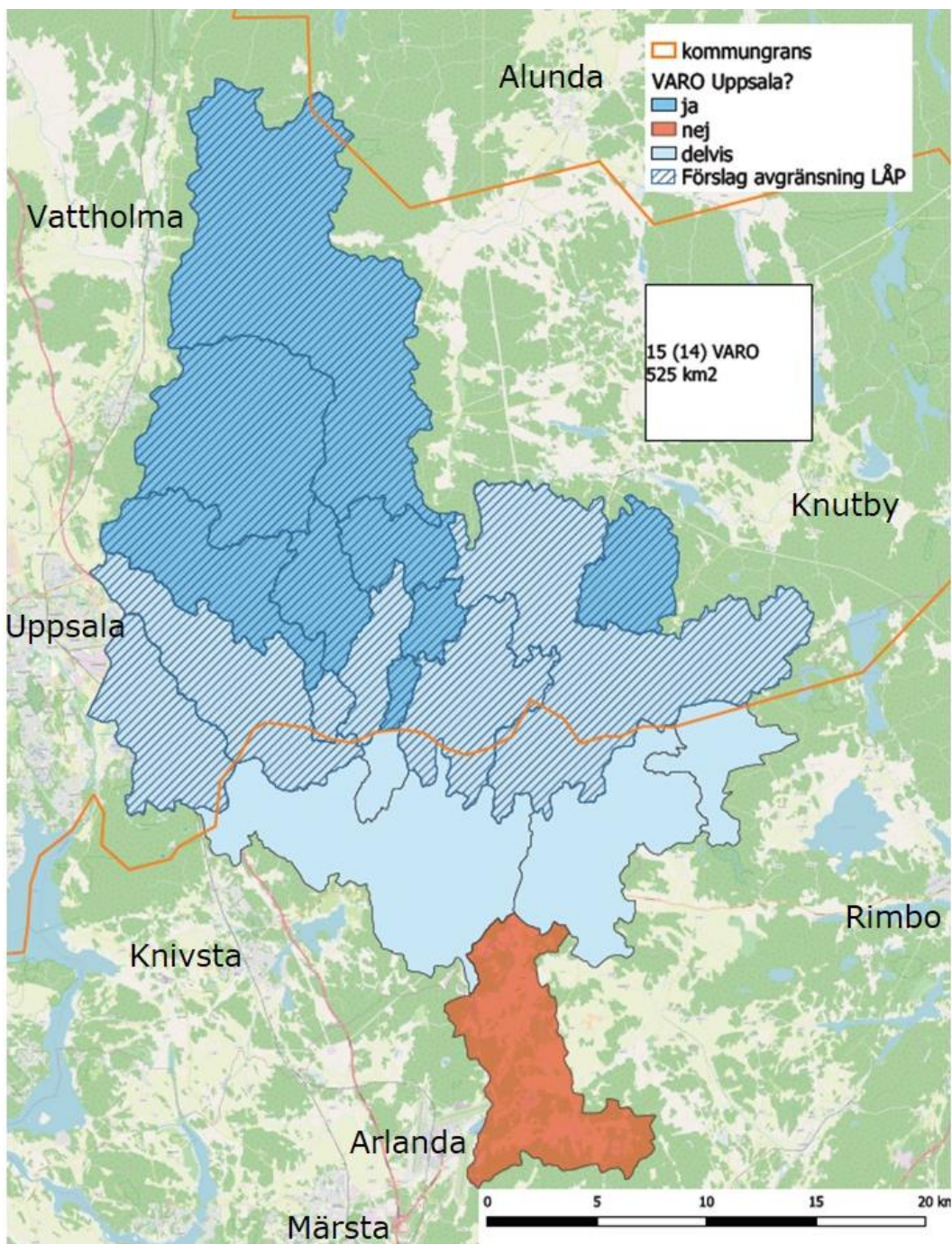
Med utgångspunkt i de beting som tagits fram för Sävjaåns delavrinningsområden har målsättningen varit att ta fram åtgärdsförslag motsvarande 150 % av behovet. Motivet till att lämna ett överskott av förslag har varit att ta höjd för att en del åtgärdsförslag, av ett eller annat skäl, i slutänden sannolikt inte kommer att kunna genomföras.

2 Sävjaåns avrinningsområde

2.1 Allmän beskrivning

Sävjaån är Fyrisåns största biflöde som mynnar vid Övre Föret i Fyrisån strax söder om Uppsala tätort. I Sävjaåns avrinningsområde finns flertalet sjöar och vattendrag. Sävjaån har sitt ursprung en bit öster om Almunge, där ån rinner i en västlig riktning och vid Långsjöarna ansluter Lejstaån från norr. Ån fortsätter sedan i en sydlig riktning och på sin väg mot Fyrisån passerar den näringsrika Funbosjön och rinner genom odlingslandskapet. Strax 8 km uppströms utloppet i Fyrisån viker ån västerut och biflödet Storån tillrinner från öster. Storån ingår inte i denna utredning på grund av att dess avrinningsområdet huvudsakligen ligger i Knivsta kommun.

Sävjaåns avrinningsområde inkluderar 20 vattenförekomster med en sammanlagd yta på drygt 730 km². Vattenförekomsterna ligger i kommunerna Uppsala, Knivsta, Sigtuna och Norrtälje. Eftersom detta uppdrag utfördes åt Uppsala kommun har utredningen begränsats till vattenförekomster med avrinningsområden som till största del ligger i Uppsala kommun (Figur 1). De 15 vattenförekomster som utredningen inkluderar utgör ett 525 km² stort område, se Figur 2.

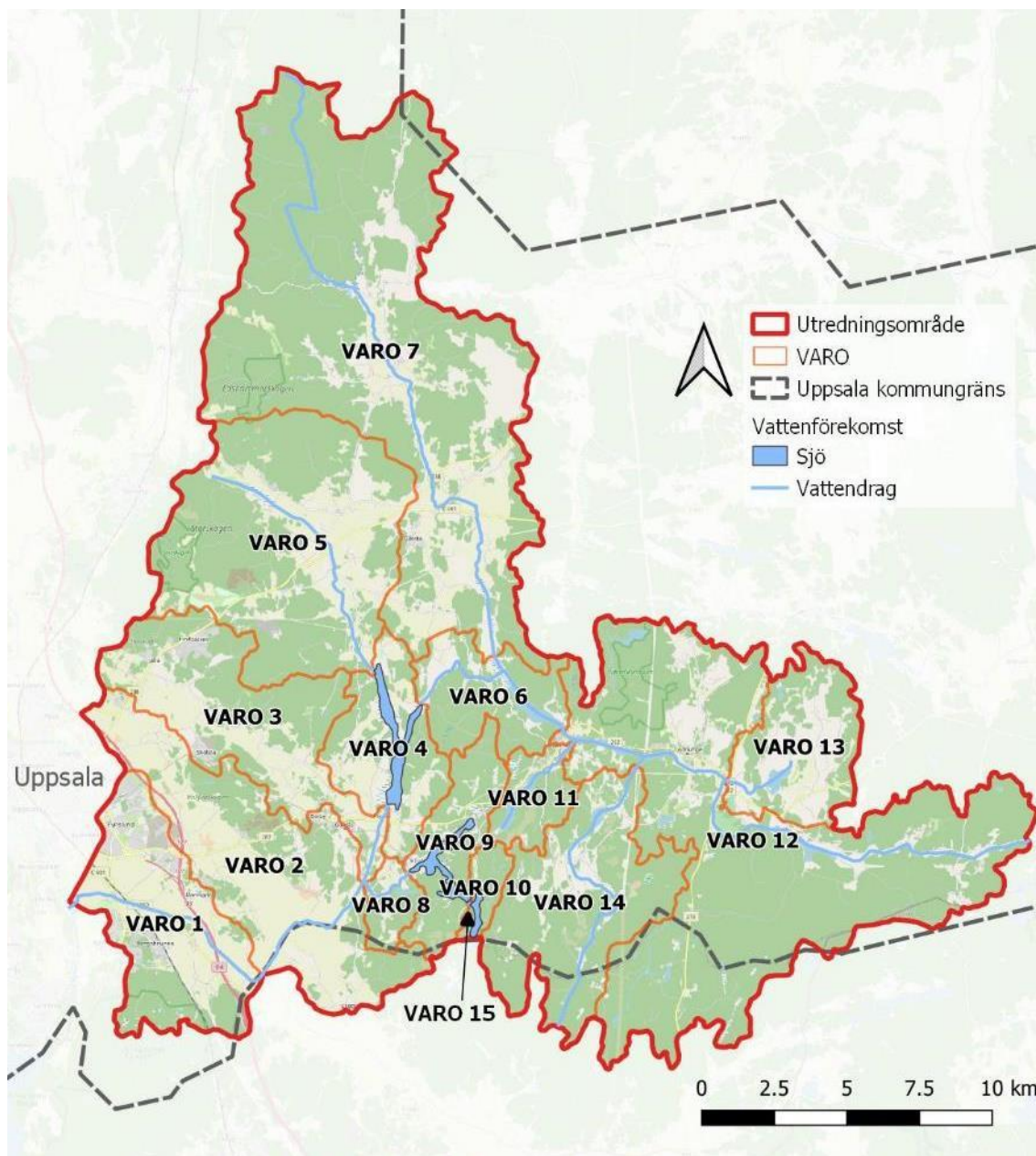


Figur 1. De 20 avrinningsområden till vattenförekomster (VARO – Vattenförekomsts AvRinningsOmråde) som ingår i Sävjaåns avrinningsområde. Streckade ytor indikerar VARO som inkluderats i utredningen. Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

Avrinningsområdet domineras av skogsmark (343 km²), framförallt i de nordliga och nordöstra delarna. Den näst största andelen av arealen utgörs av jordbruksmark (123 km²).

Jordbruksområdena domineras framförallt i de södra delarna (Uppsalaslätten) och sträcker sig längs med de större vattendragen. I området finns också mindre andelar öppen mark (40 km²), vattenytor (8 km²) samt urbana ytor (11 km²) som utgörs av Uppsala tätort (östra delarna) och samhällena Almunge, Länna, Gunsta, Gåvsta, Skölsta och Lindbacken.

De sydöstra delarna av Uppsala tätort, framförallt industri- och handelsområdena i Boländerna samt delar av stadsdelen Sävja, är de största områden som tillför dagvatten till Sävjaån. Den vältrafikerade E4:an korsar även områdets sydvästra del.



Figur 2. Sävjaåns avrinningsområde med de 15 vattenförekomsterna och deras vattenförekomstavrinningsområden (VARO) som ingår i utredningen. Se Tabell 1 för närmare beskrivning av respektive vattenförekomst. Observera att VARO 15 är mycket litet och inte går att urskilja på kartan. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Utredningsområdet för denna rapport utgörs av 15 vattenförekomster som ligger till största del i Uppsala kommun, vilka listas med fullständiga namn i Tabell 1. För att underlätta lokaliseringar av respektive vattenförekomst har vi i denna utredning valt att namnge vattenförekomsterna med varsitt nummer från 1–15. Varje vattenförekomstavrinningsområde (VARO) visas i Figur 2 och Tabell 1. Fem av vattenförekomsterna utgör delsträckor av Sävjaån. Två större vattendrag tillrinner Sävjaån. Lejstaån ansluter från norr och Tomtaån från nordväst. Även flera mindre vattenförekomster i form av bäckar ansluter till Sävjaån. Tre av de 15 vattenförekomsterna utgör sjöar där Funbosjön ligger centralt i området och ån ansluter från norr och fortsätter söder ut. Sjöarna Ramsen och Trehörningen tillrinner Sävjaån via en mindre bäck från öster. Förutom de 15 vattenförekomsterna finns även flera sjöar och vattendrag som enligt Vattenmyndigheten bedöms som övrigt vatten i området.

Tabell 1. Ingående namn på vattenförekomster, ID nummer enligt VISS. Vattenförekomstavrinningsområden (VARO) visas samt beräknat lokalt fosforbeting för respektive vattenförekomst som tidigare beräknats i "Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån Del 1 – Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder" (Naturvatten AB, 2020). Se Figur 2 för lokalisering av respektive vattenförekomst VARO.

Benämning	Namn	ID (VISS)	Vattenkategori	VARO area (km ²)	Sträcka (km)	Beting (kg P/år)
VARO 1	Sävjaån mynning – Storån*	WA82797609	Vattendrag	31.9	8	299
VARO 2	Sävjaån Storån – Spångtorp*	WA75155233	Vattendrag	46.2	5	861
VARO 3	Sävjaån Funbosjön – Spångtorp*	WA82042009	Vattendrag	35.4	3	360
VARO 4	Funbosjön*	WA86698985	Sjö	19.2	-	190
VARO 5	Tomtaån	WA23518679	Vattendrag	61.6	10	483
VARO 6	Sävjaån Vistebyån*	WA61369847	Vattendrag	16.4	4	0
VARO 7	Lejstaån	WA73538296	Vattendrag	123.4	27	309
VARO 8	Fyrisån - Bäck från Trehörningen	WA44144760	Vattendrag	4.6	2	12
VARO 9	Trehörningen	WA52862075	Sjö	14.2	-	17
VARO 10	Ramsen	WA60734924	Sjö	3.5	-	0
VARO 11	Bäck Lötsjön - Långsjön	WA50306430	Vattendrag	7.6	4	0
VARO 12	Sävjaån Almunge Långsjön	WA94521175	Vattendrag	105.3	23	0
VARO 13	Fladån Fladen - Almunge	WA85119916	Vattendrag	20.1	3	30
VARO 14	SE663708-162263 bäck mynnar Almunge Långsjön	WA71780179	Vattendrag	35.8	12	0
VARO 15	SE663632-161807 Norrnsjön - Trehörningen	WA99714212	Vattendrag	0	0,12	0
Totalt				525	101	2 560

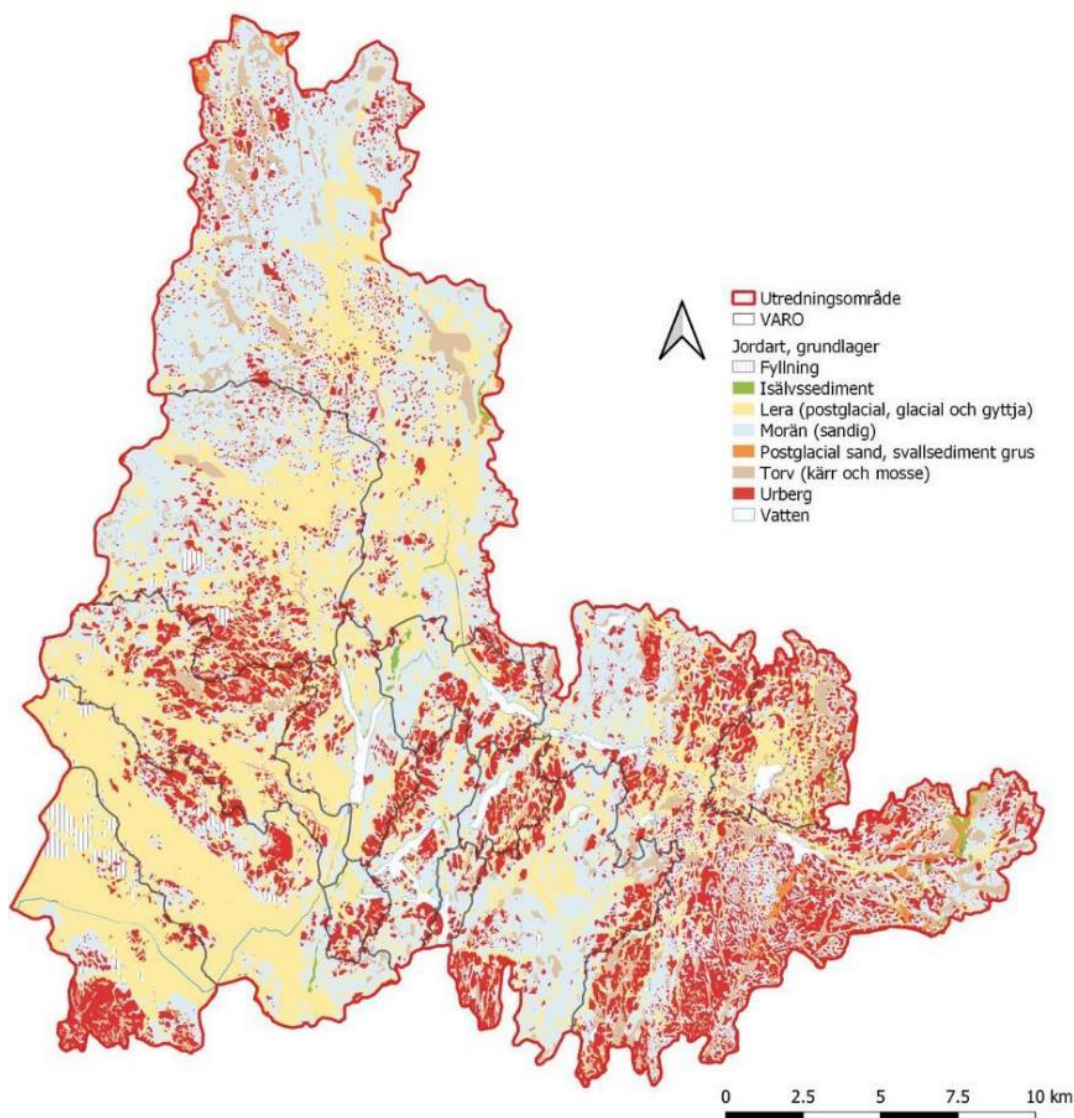
* Ingår i Natura 2000-området Sävsjön-Funbosjön SE0210345 (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017)

Sävsjöns nedre del från mynningen i Fyrisån upp till Funbosjön och Vistebyån utgör Natura 2000-område och klassas som ett *särskilt bevarandeområde* (SAC) enligt art- och habitatdirektivet. Funbosjön är en näringsrik och fiskrik slättsjö som tillsammans med åsystemet hyser en rik flora och fauna med sällsynta fiskarter som asp, nissöga och faren samt stam av utter (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Den rödlistade aspen utgör även Upplands landskapsfisk. En bevarandeplan finns för Natura 2000-området Sävsjön-Funbosjön (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Tabell 1 anger vilka vattenförekomster som berörs av Natura 2000-området. En mer detaljerad beskrivning vad Natura 2000-området innebär förklaras i avsnitt 2.2.

I Sävsjöns avrinningsområde finns utpekade områden av riksintresse för kulturmiljövård enligt miljöbalken. Hela eller delar av följande områden omfattas:

- Området Rasbo-Funbo är ett odlingslandskap med mycket rikt innehåll av fornlämningsmiljöer samt herrgårdslandskap av medeltida ursprung.
- Området Långhundraleden har en forntida betydande kommunikationsmiljö och fornlämningsmiljö.
- Området Vaksala har omfattande fornlämningsmiljöer och visar på kolonisation från bland annat bronsåldern och äldre järnåldern. Området speglar även epoker knutna till Vaksala sockencentrum.
- Området nära Uppsala stad är starkt präglad av centralmakt, kyrka och lärdomsinstitutioner från medeltiden till nutid.

Enligt SGU:s jordartskarta domineras avrinningsområdet av lera, morän och urberg. I odlingslandskapen finns framförallt de finkorniga jordarterna postglacial lera eller gytjelera med inslag av glacial lera. Högre upp i terrängen och i avrinningsområdets nordliga delar dominerar istället morän och urberg med inslag av lera. Jordarterna redovisas översiktligt i Figur 3, där likartade jordarter återges med samma färg på grund av figurens begränsade upplösning.



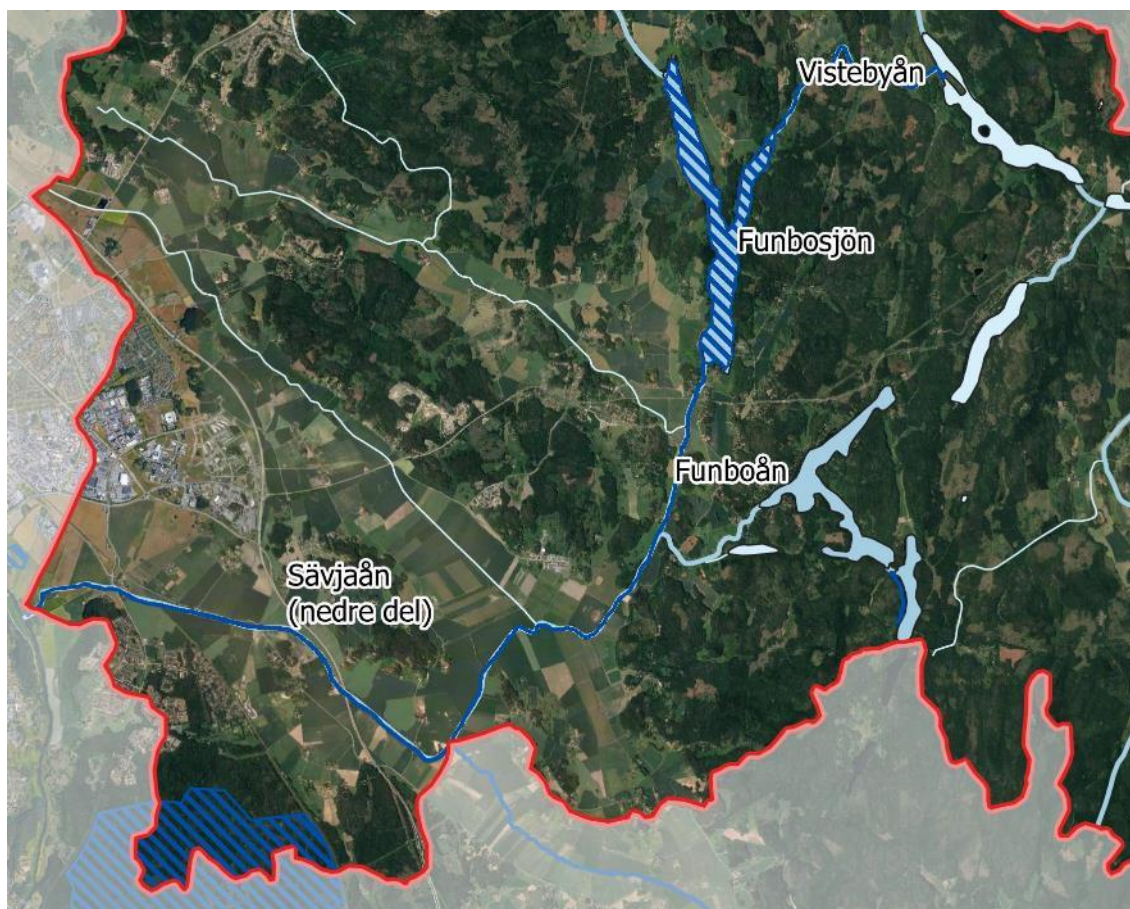
Figur 3. Jordarter (grundlager förenklad) inom utredningsområdet för de 15 ingående vattenförekomsterna inom Savjaåns avrinningsområde. Källa: SGU.

2.2 Savjaån-Funbosjöns Natura 2000-område

Natura 2000 är EU:s nätverk för att skapa värdefulla naturområden i enlighet med de så kallade naturvårdsdirektiven (art- och habitatdirektivet och fågeldirektivet). Direktivens syfte är att säkerställa den biologiska mångfalden inom EU genom att motverka utrotningen av djur och växter och stävja att deras livsmiljöer förstörs (Naturvårdsverket, 2017, 2020).

Savjaån-Funbosjön är ett av cirka 4 000 Natura 2000-områden i Sverige där alla åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i området kräver ett särskilt tillstånd (Naturvårdsverket, 2017). Området innefattar Savjaåns nedre delar, Funboån, Funbosjön samt Vistebyån (Figur 4) och är drygt 260 hektar stort (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Det är ett

så kallat *särskilt bevarandeområde* (SAC; Special Areas of Conservation) som fastställs utifrån art- och habitatdirektivet (EUR-Lex, 2020).



Figur 4. Sävjaån-Funbosjöns Natura 2000-område i mörkblått inkluderar Sävjaåns nedre delar, Funboån, Funbosjön och Vistebyån (i söder syns även Lunsens Natura 2000-område). Bakgrundskarta: © Google Earth.

Funbosjön är en näringsrik och fiskrik slättsjö med ett prioriterat bevarandevärde där utter och de sällsynta fiskarna asp, faren och nissöga påträffas, vilka ingår i art- och habitatdirektivet. Tillsammans med Sävjaån och Funboån inkluderar systemets artrikedom även det sällsynta gräset kasgräs (som förekommer endast i Funbosjöns norra del) och ovanliga sötvattenmusslor som äkta målarmussla och flat dammussla.

Sävjaån med biflöden är också en av få åar i Uppland där fisk vandrar relativt fritt och de tillhörande åsystemen har ovanligt få vandringshinder.

Sävjaån-Funboån-Funbosjön är även utpekad som ett ”värdefullt vatten” ur fisk- och natursynpunkt. Sveriges mest värdefulla sötvattensmiljöer har sammanställts av Naturvårdsverket, Fiskeriverket och Riksantikvarieämbetet tillsammans med länsstyrelserna inom arbetet med miljö kvalitetsmålet *Levande sjöar och vattendrag*. Sjö- och åsystemet anses vara värdefullt på grund av aspen men även på grund av de bevuxna, flacka och tidvis översvämmade stränderna kring Funbosjön som utgör viktiga lokaler för häckande och rastande fåglar (Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Framför allt de södra och nordvästra delarna av sjön är välkända fågellokaler (Upplands Fågelskådare, 2021).

2.2.1 Ingående arter enligt art- och habitatdirektivet – livsmiljöer och bevarandetillstånd

I områdets bevarandeplan anges att populationerna av asp, nissöga, stensimpa och utter ska vara livskraftiga. Dessutom ska Funbosjön bevaras som en naturligt näringsrik sjö med livskraftiga populationer av även faren och gös (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Som en eutrof sjö är Funbosjön känslig mot övergödning. Den hotas även av igenväxning i strandzonen vid upphörd beteshävd. Risk för förändrad artsammansättning finns om flytbladsvegetation regelbundet avlägsnas eller klipps samt vid ensidigt eller för intensivt fiske (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). I den senaste makrofynt-inventeringen av sjön (2006) bedömdes sjöns tillstånd som gynnsamt men i behov av kontinuerlig övervakning.

Asp

Aspen förekommer främst i oligotrofa och mesotrofa sjöar. Den vandrar upp i strömmande vatten på västkanten där den letar lämpliga lekplatser över grus- och stenbottnar. Den kan också leka över mer växtrika områden med rent och syrerikt vatten. I Natura 2000-området bör de befintliga leklokalerna skyddas mot exploatering.

I Sävjaån och Funbosjön finns en liten men livskraftig population med asp. Storleken på populationen gör den sårbar för förändringar i miljön och den anses inte ha ett gynnsamt bevarandetillstånd i området (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Som en vandrande fisk påverkas aspen starkt negativt av vandringshinder. Den påverkas även negativt av ingrepp i vattenmiljön som damm- och brobyggnationer, muddring, årensning och andra fysiska ingrepp, framför allt i vegetationsrika strandmiljöer. Övergödning av vattendrag kan leda till försämrade lekbottnar och reproduktion. Att aspen ibland fångas som bifångst vid fiske kan eventuellt påverka bestånden negativt (Havs- och vattenmyndigheten, 2016a, 2017; Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Nissöga och stensimpa

Nissöga är en liten, decimeterlång fisk som trivs på mjuka och sandiga bottnar i grunda och lugna vatten, ofta i eutrofa slättlandssjöar som Funbosjön. Lämpliga bottnar är viktigt för arten, både som skydd mot rovfiskar och för födosökande. Fyrisån och Sävjaån utgör de nordligaste avrinningsområdena där arten har påträffats.

Stensimpan är också en mindre bottenlevande fisk, men trivs bättre i rinnande vatten bland sten och grus. Vattnet behöver vara klart och syrerikt.

Båda dessa arter är känsliga för avlägsnande av skuggande träd och buskar, förändrade bottenförhållanden samt försämrade syreförhållanden i bottarna. Precis som för aspen hindras även dess spridning av vandringshinder (Havs- och vattenmyndigheten, 2017).

Bevarandetillståndet för dessa två arter har dock inte kunnat bedömas på grund av bristande underlag (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

Utter

Idag finns endast cirka 40 uttrar i Uppland (totalt 1 700 i hela Sverige) och de förekommer i hela Natura 2000-området med angränsande sjösystem. Stammen i Sävjaån är fåtalig men skyntas regelbundet, främst i den nedre delarna av åsystemet (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Spår av utter har konstaterats vid Nedre Långsjön men uppgifterna är äldre och osäkra (Brunberg och Blomqvist, 1998).

Uttern lever vid näringsrika vatten och varje individ rör sig över områden som kan vara flera kvadratmil. För ett livskraftigt bestånd krävs därför stora områden med sammanhängande vattensystem samt en begränsad belastning av miljögifter, biltrafik och reglering av vattendrag. Arten kan också störas av fasta fiskeredskap och det rörliga friluftslivet. Det bör enligt bevarandeplanen säkerställas uttersäkra passager vid samtliga broar över Sävjaån-Funboån-Vistebyån.

Precis som för nissöga och stensimpa är okunskapen stor gällande förekomsten av utter inom Sävjaån och beståndet behöver inventeras (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

2.2.2 Hotbilder

Natura 2000-området kan påverkas negativt av flertalet olika ingrepp i närområdet. Nedan listas en översikt av möjliga hotbilder (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017).

- Försämrade vattenkvalitet till följd av utsläpp från både jordbruk (både näringsämnen och bekämpningsmedel), dagvatten och punktkällor (t.ex. miljögifter)
- Exploatering av strandområden och en ökning av andelen hårdgjorda ytor som riskerar att orsaka flödesförändringar och grumling
- Förstörda eller försämrade fisklekplatser
- Vandringshinder, både befintliga och etablering av nya
- Fysiska ingrepp som förändrar flödet och riskerar att erodera bort lämpliga bottensubstrat, t.ex. rensning
- Övergödning till följd av intensivt jordbruk kan leda till igenväxta sjöar och försämrade bottenförhållanden
- Minskat bete i omkringliggande marker riskerar igenväxning av Funbosjöns strandzon
- Avverkning av skuggande sly och träd längs med vattendragen
- Intensivt sportfiske och fiskeredskap
- Biltrafik

2.3 Statusklassning

Enligt Vattenmyndighetens arbetsmaterial (ej beslutat ännu) för statusklassning av förvaltningscykeln, 2017–2021, bedöms samtliga 15 vattenförekomster till *måttlig* ekologisk status (daterad 2020-12-10 i VISS). De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och hydromorfologiska brister. Övergödning visas av att kvalitetsfaktorn näringsämnen (totalfosfor) och/eller kiselalger är klassificerade till sämre än god status till följd av höga näringshalter. Statusklassningen för näringsämnen bedöms till måttliga för samtliga vattenförekomster undantaget Sävjaån Funbosjön-Spångtorp (VARO 3, åsträckan vid utloppet från Funbosjön och Tomtaån) och bäcken som mynnar i Almunge Långsjön där vattenmyndigheten ej klassat näringsämnen. I flera av vattenförekomsterna finns även negativ påverkan på de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna som beskrivs nedan i avsnitt 2.3.1.

Samtliga vattenförekomster uppnår ej god kemisk status enligt Vattenmyndigheten avseende de överallt överskridande ämnen kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE). Gränsvärdet för dessa två ämnen bedöms överskridas för samtliga vattenförekomster i Sverige till följd av långväga luftburen spridning och atmosfärisk deposition. För övriga prioriterade ämnen som

ingår i bedömningen för kemisk status saknas, med några få undantag, underlag för en bedömning. PFOS och dess derivater klassas som ”uppnår ej god” i Sävjaåns nedre del (Sävjaån mynning – Storån) men god kemisk status uppnås för bly, kadmium och nickel i vattenfasen. Klassningen för PFOS baseras på endast två mätningar under 2016 och ytterligare provtagning behövs för att bättre bedöma föroreningssituationen. Parametrarna ammoniak och nitrat klassas till måttlig status i Tomtaån. I Funbosjön klassas de särskilda förorenade ämnena ammoniak och koppar till måttlig status. På grund av få mättillfällen bedömer VISS att både klassningen av PFOS i Sävjaåns nedre del och klassningen av ammoniak och koppar i Funbosjön har låg tillförlitlighet. Klassningen för nitrat och ammoniak i Tomtaån anses av VISS ha tillförlitlighetsklassning 2 (medel). Klassningen baseras dock endast på 12 månadsmätningar för år 2013. God kemisk status avseende bly och nickel uppnås för andra delsträckor (VARO 3, 5 och 6) av Sävjaån där tillräckligt underlag finns och Vattenmyndigheten gjort en bedömning. I Trehörningen är myndighetens bedömning att god kemisk status uppnås för bly, kadmium och nickel. En sammanfattning av statusklassningen för de 15 vattenförekomsterna ges i Tabell 2.

Tabell 2. Sammanfattning av statusklassning för de 15 vattenförekomsterna inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde. Källa: VISS (Länsstyrelserna m.fl., 2021)

VARO	Namn	Vatten-kategori	Status			Ekologisk status - Fysikalisk kemiskt				Kemisk status	
			Ekologisk status och potential	Kemisk status	Kemisk status utan överallt överskridande ämnen	Näringsämnen	Särskilda förorenande ämnen	Ammoniak	Nitrat	Prioriterade ämnen	PFOS - Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater
1	Sävjaån mynning - Storån	Vattendrag	M	U	-	M	G	G	G	U	U
2	Sävjaån Storån - Spångtorp	Vattendrag	M	U	-	M	-			U	-
3	Sävjaån Funbosjön - Spångtorp	Vattendrag	M	U	-	O	G	G	G	U	-
4	Funbosjön	Sjö	M	U	-	M	M	M	-	U	
5	Tomtaån	Vattendrag	M	U	-	O	M	M	M	U	-
6	Sävjaån Vistebyån	Vattendrag	M	U	-	M	G	G	G	U	
7	Lejstaån	Vattendrag	M	U	-	M	G	G	G	U	-
8	Fyrisån - Bäck från Trehörningen	Vattendrag	M	U	-	M	-			U	
9	Trehörningen	Sjö	M	U	-	M	G	G	G	U	
10	Ramsen	Sjö	M	U	-	M	-			U	
11	Bäck Lötsjön - Långsjön	Vattendrag	M	U		M					
12	Sävjaån Almunge Långsjön	Vattendrag	M	U	-	M	-	-		U	-
13	Fladån Fladen - Almunge	Vattendrag	M	U		M					
14	SE663708-162263 bäck mynnar Almunge Långsjön	Vattendrag	M	U	-	-	-			U	
15	SE663632-161807 Norrsjön - Trehörningen	Vattendrag	M	U	-	M	-			U	

	Ekologisk status	Kemisk status
H	Hög	God
G	God	
M	Måttlig	
O	Otillfredsställande	
D/U	Dålig	Uppnår ej god, otillfredsställande
-	Ej klassad	Ej klassad

Vattenmyndigheten har vid pågående utredning inte fastställt vattenförekomsternas status för den tredje förvaltningscykeln eller beslutat nya miljö kvalitetsnormer men förslag till förlängd tidsfrist att uppnå god status till antingen år 2027 eller 2033 finns för vattenförekomsterna. För detaljerad klassning av respektive vattenförekomst och ingående kvalitetsfaktorer se VISS.

2.3.1 Hydromorfologi

I tidigare underlag till lokala åtgärdsprogram för Uppsala kommun har fokus legat på fysikalisk-kemiska parametrar så som *Näringsämnen*. I detta underlag ingår även en utredning av hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, varför dessa beskrivs kortfattat nedan.

De tre hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna *konnektivitet*, *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* ingår i den ekologiska statusen. *Konnektivitet* kan ses som en beskrivning av tillståndet i vattenförekomsten som möjliggör spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendrag, längs grunda vatten i sjöar men även till omkringliggande mark. Den *hydrologiska regimen* beskriver vattenflödet och vattenståndsförändringar. Det *morfologiska tillståndet* ses som den fysiska formen hos vattenförekomsten och inkluderar exempelvis djup- och formförhållanden, bottensubstratet, svämplan med mera.

Alla kvalitetsfaktorer och dess ingående parametrar relaterar till ett referensförhållande som är det tillstånd som vattenförekomsten uppvisar vid ”ingen eller mycket liten mänsklig påverkan” (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Exempelvis kan ett dämme vid utloppet av en sjö påverka statusklassningen av *konnektivitet* negativt men inte en naturligt förekommande tröskel i en å, även om den skulle begränsa spridningen av fisk och organismer i vattendraget. På samma sätt påverkar inte snabba flödesförändringar under en kraftig vårflood statusklassningen för *hydrologisk regim*, däremot gör förändrade flöden vid hårdgörning eller markavvattning det.

Inget av de ingående vattendragen i Sävjaån uppnår idag god status med avseende på hydromorfologi. De flesta statusklassningarna är otillfredsställande eller dåliga (Tabell 3). Av de tre sjöarna som utgör vattenförekomsten har Funbosjön och Trehörningen hög status avseende hydrologisk regim. Trehörningen har även god status avseende morfologiskt tillstånd (Tabell 4). I övrigt uppnås inte god status. Det ska poängteras att många av de ingående parametrarna är oklassade för samtliga vattenförekomsten. I Tabell 3 och Tabell 4 anges statusklassningen för varje enskild parameter enligt VISS färgkodning.

Tabell 3. Sammanfattning av statusklassning för hydromorfologiska parametrar för de tolv vattendrag inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde.

Ej klassad
Dålig
Otillfredsställande
Måttlig
God
Hög



VARO nr.	Konnektivitet		Hydrologisk regim				Morfologiskt tillstånd							
	Upp- och nedströms	Sidled och svämplan	Specifik flödesenergi	Volymavvikelse	Avvikelse i flödets förändringstakt	Vattenståndets förändringstakt	Vattendragsfårans form	Vattendragets planform	Vattendragsfårans bottenstrat	Död ved i vattendrag	Strukturer i vattendraget	Vattendragsfårans kanter	Vattendragets närområde	Svämplanets strukturer och funktion
1	Yellow	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Orange	Red
2	Yellow	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Orange	Red
3	Yellow	Grey	Orange	Blue	Blue	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Orange	Red
5	Grey	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Orange	Orange
6	Red	Grey	Orange	Blue	Blue	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Green	Yellow
7	Yellow	Grey	Orange	Blue	Blue	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Orange	Orange
8	Red	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Yellow	Yellow
11	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Yellow	Green
12	Red	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Yellow	Orange
13	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Orange	Orange
14	Grey	Grey	Red	Blue	Blue	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow	Orange	Orange
15	Green	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Blue	Blue

Tabell 4. Sammanfattning av statusklassning för hydromorfologiska parametrar för de tre sjöarna inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde.

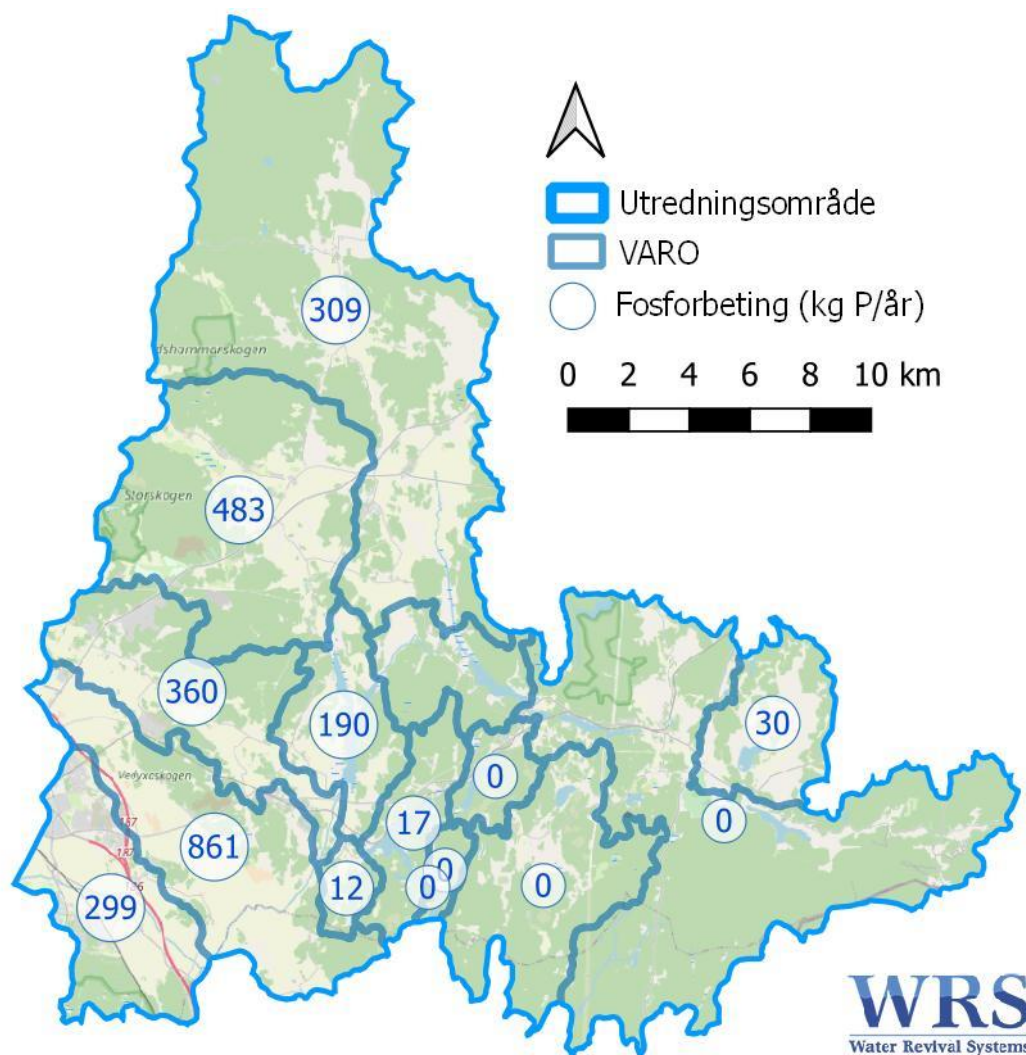
VARO nr.	Konnektivitet		Hydrologisk regim			Morfologiskt tillstånd				
	Långgående konnektivitet	Konnektivitet till närområde och svämplan	Vattenståndsvariation	Avvikelse vinter- och sommarvattenstånd	Vattenståndets förändringstakt	Förändring av sjöars planform	Bottenstrat i sjöar	Strukturer på det grunda vattenområdet	Närområdet runt sjöar	Svämplanets strukturer och funktion
4	Grey	Grey	Grey	Blue	Blue	Grey	Grey	Grey	Blue	Yellow
9	Yellow	Grey	Grey	Blue	Blue	Grey	Grey	Grey	Blue	Green
10	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Blue	Yellow

2.4 Förbättringsbehov

Ingen av de femton vattenförekomsterna uppnår god ekologisk status vilket i de flesta fall beror på kvalitetsfaktorn näringsämnen som visar på förhöjda halter av fosfor. I sötvatten begränsar och styr fosfor i regel primärproduktionen vilket gör att minskning av fosfortillförseln är centralt. Utredningens del kring näringsbelastning har därför valt att fokusera på minskad transport av fosfor och fosforreducerande åtgärder. Klassningen för de enstaka andra parameter som inte når god status, såsom PFOS i Sävjaån samt nitrat, ammonium och koppar i Tomtaån och Funbosjön anses av VISS ha låg eller som bäst medel tillförlitlighet. Det som främst behövs för dessa parameter innan ett förbättringsbehov kan tas fram eller åtgärder kan föreslås är införskaffandet av ett bättre dataunderlag genom ökad provtagning.

2.4.1 Fosfor

Förbättringsbehov avseende övergödningsparametrar beskriver mängden närsalt, i det här fallet fosfor, som behöver minska för att vattenförekomsterna ska uppnå god ekologisk status. Den minskade fosformängden brukar ofta benämnas ”beting” och beskriver åtgärdsbehovet. Naturvatten i Roslagen AB har tagit fram fosforbudgetar och beräknat beting för att vattenförekomsterna ska ges möjlighet att uppnå god ekologisk status. De beräknade fosforbetingen för utredningens vattenförekomster finns sammanställda i Tabell 1, avsnitt 2.1. För detaljerad metodbeskrivning av framräknande av beting hänvisas till Naturvattens rapport (2020). I de fall det varit möjligt har totalt beting samt lokalt beting för vattenförekomsterna tagits fram. Det totala betinget beskriver hur mycket mängden tillförd fosfor behöver minska, beräknat utifrån mätdata för vattenförekomsten. Det lokala betinget är det beting som kvarstår efter att god status för fosfor uppnåtts i uppströms belägna vattenförekomster. Det samlade lokala betinget för alla vattenförekomster, inom utredningsområdet, uppgår till 2 560 kg P/år. De största enskilda betingen återfinns i de vattenförekomster med störst andel jordbruksmark inom avrinningsområdet. Högst fosforbeting gäller åsträckan Sävjaån Storån-Spångtorp, där minskningsbehovet är 860 kg/år följt av Tomtaån med ett beting på 480 kg/år (Figur 5). För vattenförekomster där relevant mätdata saknats för bedömning av beting har det lägsta åtgärdsutrymmet som indikerats av modellberäkningarna använts enligt beskriven metodik (Naturvatten AB, 2020). Detta berör sex av de 15 vattenförekomsterna vilket resulterar i ett nollbeting, se Tabell 1. Trots avsaknaden av beting har dessa avrinningsområden analyserats för möjliga åtgärdsplatser som skulle kunna minska fosforbelastningen på aktuell vattenförekomst samt ge positiva effekter på nedströms belägna vatten. I prioritetsklassningen har dock dessa åtgärdsplatser fått lägre prioritet än åtgärder i avrinningsområden med beting.



Figur 5. Fosforbeting per vattenförekomst i utredningsområdet i kg fosfor per år. (Naturvatten AB, 2020). Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

I utredningens uppdrag anges att de framtagna åtgärderna för minskad externfosfortillförsel ska uppnås med 150 %. Detta för att i efterhand kunna välja bort åtgärder som visar sig vara svåra att genomföra utan att riskera att förbättringsbehovet inte uppnås.

För två av de tre sjöarna Funbosjön och Trehörningen är fosforbetinget 190 kg/år respektive 17 kg/år. För sjön Ramsen saknas underlag för att göra en bedömning av beting (Naturvatten AB, 2020). Parallellt med denna utredning har Naturvatten utrett om det sker en intern belastning i sjöarna, det vill säga att fosfor läcker från bottensedimentet till den fria vattenmassan. Slutsatsen av Naturvattens utredning är att även om dataunderlaget för bedömning ännu är knapphändigt är det mycket troligt att internbelastningen är kraftigt förhöjd i samtliga tre sjöar. Eventuella åtgärder för att reducera den interna fosforbelastningen bör dock först genomföras i ett läge då den externa näringspåverkan ligger på en acceptabel nivå.

2.4.2 Hydromorfologi

Vid klassning av ekologisk status är de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna underordnade på så sätt att om de biologiska eller fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna uppvisar sämre än god status blir dessa utslagsgivande. Det är först om de biologiska och fysikalisk-kemiska faktorerna visar minst god status som hydromorfologin kan bli utslagsgivande för den ekologiska statusen.

Dock bör det understrykas att goda hydromorfologiska betingelser ofta är en nödvändig förutsättning för att uppnå god status för de biologiska kvalitetsfaktorerna. Som exempel poängteras i aspens åtgärdsprogram att fisken kräver minst god status för flera hydromorfologiska parametrar för att uppnå gynnsam bevarandestatus (Havs- och vattenmyndigheten, 2016a).

För de hydromorfologiska parametrar som finns klassade i Tabell 3 och Tabell 4 har det i utredningen beräknats vilket åtgärdsbehov som finns för att dessa parametrar ska uppnå god status. Det totala åtgärdsbehovet för alla 15 vattenförekomster presenteras nedan. För att uppnå god status krävs att (*parameter som påverkas inom parantes*):

- Alla artificiella vandringshinder i avrinningsområdet åtgärdas, totalt tio stycken (se avsnitt 6.2) så att minst 75 % av alla vandringsbenägna fiskarter enligt referensförhållandet kan passera (*konnektivitet upp- och nedströms*)
- 58 av vattendragens totalt 101 kilometer ska utgå från markavvattningsföretag eller upphöra vara tydligt rätat (*specifik flödesenergi*)
- 69 av vattendragens totalt 101 kilometer får framledes ej påverkas genom grävning, rensning eller markavvattning (*vattendragsfårans form och vattendragsfårans kanter*)
- Närområdet, definierat som inom 30 meter från vattendraget, för 26 av vattendragens 101 kilometer ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark* (*vattendragets närområde*)
- Svämplanet för 39 av vattendragens 101 kilometer ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark* (*svämplanets strukturer och funktion*)
- 13 % av Funbosjöns svämplan och 8 % av Ramsens svämplan ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark* (*svämplanets strukturer och funktion*)

* Som brukad mark räknas kalhyggen, aktivt brukad åkermark och fruktodling (men inte bete och slåttervall). Som anlagda ytor räknas hårdgjorda ytor i samband med exploateringar av olika slag, t.ex. bebyggelse, hus, väg eller järnväg.

Förbättringsbehovet för hydromorfologin är alltså stort och åtgärdsbehoven går i många fall emot andra samhällsintressen. En avgränsning för hydromorfologin har därför gjorts inom detta uppdrag, vilket beskrivs i avsnitt 4.3.

3 Underlag

Vattenförekomsternas beräknade beting för fosfor som används som underlag i denna utredning kommer från rapporten *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1-Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder* och där till tillhörande bilagor av Naturvatten AB (2020). Övrigt underlagsmaterial för utredningen har bestått av flertalet olika källor som presenteras i detalj nedan.

3.1 Underlag punktkällor

För beräkning av tillförsel av fosfor från punktkällor till Sävjaån med tillflöden, har underlag om enskilda avlopp, hästgårdar, reningsverk och andra punktkällor används. Framförallt har dessa underlag använts:

- Miljörapporter för Gåvsta och Lagga reningsverk och utsläppsdata från Lövsta reningsverk.
- Uppgifter om enskilda avlopp (status, lokalisering med mera) från Miljöförvaltningen, Uppsala kommun.
- Utdrag ur slamregistret (lokalisering), Knivsta kommun.
- Schablonsiffror för föroreningsbelastning från Havs- och vattenmyndighetens allmänna råd (HVMFS 2016:17) om små avloppsanläggningar för hushållspillvatten.
- Ortofoton och allmänt tillgängliga kartor, hemsidor och annat underlag för identifiering av hästgårdar.
- Länsstyrelsens register över potentiellt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

3.2 Underlag diffusa källor

Vid beräkning av tillförsel av fosfor till de 15 recipienterna har olika GIS-underlag bearbetats och använts för att representera avrinningsområdena olika markanvändningstyper. Underlag som används i utredningen för beräkning av fosfortillförsel via diffusa källor är:

- SMHI:s avrinningsområden (VARO 2016) för respektive recipient.
- Dagvattenverksamhetsområden och dagvattenledningsnät för tätorterna Almunge, Länna, Gunsta, Gåvsta, Lindbacken, Skölsta, Sävja och Uppsala från Uppsala Vatten.
- Markhöjdmodell GDS-Höjddata, grid 2+ © Lantmäteriet via geodatasamverkan.
- Årsmedeldygnstrafik (ÅDT) från nationell vägdatatabas (Trafikverket, 2021).
- Markanvändning och föroreningsbelastning för delar av Uppsala och Sävja tätort från Uppsala Vatten och Avfall AB (2015) samt årsmedelnederbörd (636 mm/år) som användes av Uppsala Vatten vid beräkningarna av föroreningsbelastning.
- Jordbruksverkets jordbruksblock för år 2020, inkluderande stödberättigade våtmarker (Jordbruksverket, 2020).
- Jordartskarta, raster 25x25m, representerande egenskaper i åkermarkens matjord (Jordbruksverket, 2015a).
- Våtmarksdatabasen för identifiering av anlagda våtmarker (SMHI, 2020a).

- Lantmäteriets GSD-väggkarta i vektorformat (daterad 2020-05-28). Heltäckande GIS-lager för markanvändning my_riks användes för skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor medan lager vl_riks användes för större vägar inom området (Lantmäteriet, 2020).
- För näringsläckage från åkermark användes läckagekoefficienter (kg/ha och år) framtagen i SMED rapport Nr 5 år 2019, *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark* (Johnsson m.fl., 2019).
- Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 med typhalter (mg/l) för läckage från skogsmark, sankmark och öppen mark (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b).
- Specifik avrinning (mm/år) inom området för perioden 1981-2010 (medelvärde) användes från SMHI:s delavrinningsområden (SMHI, 2020b).
- Atmosfärisk fosfordeposition (kg/km²) till vattenytor inom avrinningsområdena (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018).
- Naturvårdsverkets kartverktyg skyddad natur (2021).

3.3 Underlag hydromorfologi

Både GIS-underlag och annat tryckt material har använts för att kartera och utreda potentiella åtgärdsplatser för förbättrad hydromorfologisk status. Dessa inkluderar bland andra:

- Damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
- Historiska kartor (Häradsekonomiska kartan 1859-1869 och 1901-1906, ekonomiska kartan 1952 och 1978) från Lantmäteriet (2021).
- Intervjuer och samtal med tjänstemän, intresseorganisationer och privatpersoner.
- Länsstyrelsernas Biotopkarteringsdatabas (2018) med data om vandringshinder och dammar.
- Naturvårdsverkets kartverktyg skyddad natur (2021).
- Rapporter av särskild betydelse för utredningsarbetet innefattar den så kallade "Vattenbibeln" *Vatten i Uppsala län 1997* (Brunberg och Blomqvist, 1998), *Fria vandringsvägar i Mälar- och Hjälmarmynnade vattendrag* (Länsstyrelserna, 2009) och *Aspens leklokaler i Uppsala län* (Berglund, 2006).
- SMHI:s dammregister (2013) med både geografisk och hydrologisk information.
- Svenskt elfiskeregister (SERS) och Nationellt Register över Sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2021a, 2021b).
- Vattendomar inhämtade från Uppsala Vatten och Länsstyrelsen i Uppsala län.

4 Metod

Den övergripande metodiken för arbetet med åtgärdsförslag har bestått i att:

- Analysera data om enskilda avlopp i avrinningsområdet erhållna från miljöförvaltningen, se avsnitt 4 och 5.1.1.
- Studera data på utsläpp från avloppsreningsverk samt bräddningar från avloppledningsnätet, se avsnitt 4 och 5.1.2.
- Studera förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, se avsnitt 4 och 5.1.3.
- Beräkna diffus fosfortillförsel från jordbruksmark utifrån underlagsmaterial från Jordbruksverket och SMED, se avsnitt 4.2.1.
- Kartering av urban markanvändning och modellering av fosfortillförsel via dagvatten från tätorter med modellverktyget Stormtac, se avsnitt 4.2.2.
- Undersöka och kartlägga naturvärden, skyddade områden och fiskfauna, se avsnitt 2.2 och 6.1.
- Undersöka konstaterade och potentiella artificiella vandringshinder för fisk, se avsnitt 6.2 och 6.3.
- Beräkna förbättringspotential för enskilda avlopp, reningsverk och hästgårdar, se avsnitt 5.1 och 7.2.
- Identifiera strategiska platser för åtgärder för minskad tillförsel av fosfor från jordbruksmark och tätortsbebyggelse genom kartanalys och fältbesök och sedan beräkna avskiljningspotential, se avsnitt 4.2 och 7.3 samt Bilaga 1.
- Prioritetsordna åtgärder för minskad tillförsel av fosfor utifrån beting, kostnadseffektivitet, avskiljningspotential och genomförbarhet, se avsnitt 8 och Bilaga 1.
- Beskriva platsspecifika åtgärdsplatser och åtgärdsförslag för minskad tillförsel av fosfor, se Bilaga 1.
- Föreslå åtgärder för fri passage vid identifierade vandringshinder, se avsnitt 7.5.1 och Bilaga 2.
- Beskriva och prioritetsordna åtgärder för vandringshinder utifrån åtgärdsbehov och genomförbarhet, se avsnitt 8.3 och Bilaga 2.

4.1 Metod tillförsel från punktkällor

Punktkällorna inkluderar enskilda avlopp, reningsverk, hästhållning samt förorenade områden och tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet. Uppgifter om enskilda avlopp har erhållits från Miljöförvaltningen i Uppsala och Renhållningsavdelningen i Knivsta. I avsnitt 4.1.1 beskrivs vilka antaganden som gjorts och hur tillförseln av fosfor från enskilda avlopp har beräknats. Uppgifter om utsläpp från reningsverk har inhämtats från miljörapporter. Förekomst, lokalisering och bestämning av storlek på hästgårdar har gjorts genom studier av ortofoton samt genom besök i området, och detta beskrivs i avsnitt 4.1.2. För bedömning av fosforbelastning

från övriga punktkällor har utgått från Länsstyrelsens register över potentiella och konstaterade förorenade områden samt tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

4.1.1 Enskilda avlopp

Belastningsberäkning

Beräkningar av utsläpp från enskilda avloppsanläggningar till Sävjaån har gjorts utifrån typ av avloppsanläggning, närvaroegrad och avstånd till recipient. Beräkningarna har gjorts med hjälp av schablonvärden.

Inkommande mängder till avloppsanläggningarna har beräknats utifrån de schablonsiffror för innehåll i avloppsvatten som anges i de allmänna råden för små avloppsanläggningar (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b) och av SMED (SMED, 2011). Eftersom de flesta människor tillbringar viss tid av dagen utanför hemmet, t.ex. då de arbetar, har hemmavaron antagits vara 65 % för permanentboende. Antalet boende i varje fastighet har antagits vara 2,4 personer utifrån SCB:s nationella statistik. För fritidshus har en närvaroegrad på 49 % för en person räknats fram utifrån SMED:s antagande om 180 persondagar (personer x dagar) per år för fritidshus. Detta motsvarar en närvaroegrad på 16 % per person om det istället är 3 personer som nyttjar fritidshuset. Schablonsiffror för beräkning av inkommande belastning anges i Tabell 5.

Tabell 5. Schablonsiffror som använts för beräkningar av inkommande fosforbelastning till enskilda avloppsanläggningar.

	Permanentboende	Fritidsboende
Specifik P-belastning WC+BDT (g/pers. dygn)	1,7	1,7
Specifik P-belastning BDT (g/pers. dygn)	0,15	0,15
Närvaroegrad (%)	65	49*
Antal personer/hushåll	2,4	1,0
Mängd till reningsanläggning (kg P/hushåll och år)	0,97	0,31

*beräknat utifrån 180 persondagar per år med 100 % hemmavaro

För beräkning av fosforreduktion i olika typer av avloppsanläggningar har schablonsiffror använts enligt Tabell 6.

Tabell 6. Reduktion av fosfor i olika avloppsanläggningar för enskilda avlopp. Avskiljning i procent av inkommande belastning (Svenska Miljö Emissions Data, 2011).

Anläggningstyp	Reduktion i anläggning (%)
WC+BDT	
A Enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande	15
B Infiltration/markbädd	50
C Minireningsverk	80
E Markbädd med fosforfälla	80
F Sluten tank för WC + infiltration/markbädd för BDT	95
BDT	
G Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	90
H Torrtoalett och BDT-rening	95
Övrigt	
I Ej indraget vatten	100

Status på anläggningar

I underlagsmaterialet från Uppsala kommun finns en mängd förkortningar och noteringar om olika tekniker för avloppsrening. Utifrån informationen i underlaget har anläggningarna delats upp i åtta olika anläggningstyper (se Tabell 6). Följande antaganden har gjorts:

- Markbädd, infiltration och minireningsverk har antagits ta emot både BDT- och WC-avlopp, oavsett vad som anges i underlaget.
- Anläggningar för WC, BDT eller WC och BDT som är noterade med "ej klassad" eller "förbud" har antagits kategori A (enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande).
- Torra system för fritidsboende och andra icke-permanenta boenden som är noterade med "ej klassad" utan information om BDT-hantering har antagits kategori G (Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening).
- Torra komposterande system utan information om BDT-hantering, oberoende av bostadstyp, har antagits kategori G.
- Hushåll utan indraget vatten har antagits inte heller ha något avlopp.

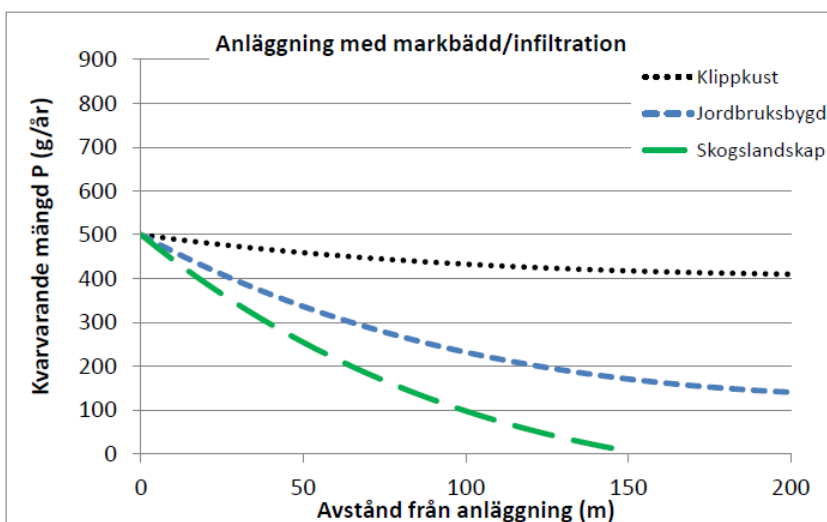
För den del av avrinningsområdena som ligger i Knivsta kommun har renhållningsavdelningens slamregister använts som underlag, då miljökontorets uppgifter inte var tillgängliga. I slamregistret ingår alla avloppsanläggningar som slamtöms regelbundet, det vill säga anläggningar med slamavskiljare eller sluten tank. Specifik information om anläggningstyp finns endast om anläggningar med sluten tank. Övriga anläggningar, de med slamavskiljare, har antagits ha en efterföljande rening enligt samma fördelning mellan de åtta kategorierna i Tabell 6 som anläggningarna i Uppsala kommun.

Retention

Behandlat vatten från en enskild avloppsanläggning tas ofta emot av omgivande mark. I marken sker ytterligare avskiljande processer som kvarhåller fosfor, så kallad retention. Retentionen kan vara betydande och reducerar då risken för påverkan på ytvatten. Beräkningarna har utförts så att retentionen i marken beror av avstånd till Sävjaån, liksom till Sävjaåns anslutande biflöden och större jordbruksdiken. Antagen retention är baserad på en rapport om markretention för enskilda avlopp och beskrivs i Tabell 7 och Figur 6 (Ridderstolpe m.fl., 2018). Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten och baseras på en omfattande litteraturgenomgång. Ytterligare ett antagande som gjorts är att alla enskilda avlopp i utredningsområdet för Sävjaån ligger i "jordbruksbygd", vilket motsvarar medelhög retention.

Tabell 7. Antagen retention (kg P/år) vid olika avståndintervall till närmaste sjö, vattendrag, anslutande biflöde eller jordbruksdike. Baserad på (Ridderstolpe m.fl., 2018).

Avstånd till recipient (m)	Retention (kg P/hushåll och år)		
	Klippkust	Jordbruksbygd	Skogslandskap
0-20	0	0,05	0,05
20-100	0,05	0,20	0,3
>100	0,08	0,25	0,4



Figur 6. Kvarvarande mängd fosfor i avloppsvattnet efter utsläpp till mark från ett hushåll med markbaserad anläggning. Baserad på (Ridderstolpe m.fl., 2018).

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Sävjaån

Den utsläppta mängden fosfor per hushåll har beräknats enligt följande:

$$\text{Mängd fosfor [kg/år]} = \text{Belastning per hushåll och år} * \text{antal hushåll} * (1 - \text{reduktion i anläggningen} - \text{retention i mark})$$

4.1.2 Hästgårdar

Inventeringsmetod

Det finns inget heltäckande register över hästgårdar, antal hästar eller var hästar finns, vare sig nationellt eller regionalt. Det beror bland annat på att den person som är registrerad ägare till hästen ofta bor på en annan plats än där hästen finns.

Hästgårdar har lokaliserats genom sökningar på Internet och via ortofoto över utredningsområdet för Sävjaån genom att identifiera fastigheter med ridbanor, hästtransporter och gödselplattor. Uppföljande fältbesök har gjorts till ett tiotal av dessa för att bekräfta gjorda iakttagelser. Antal hästar per gård har uppskattats utifrån uppgifter på hemsidor, storlek på stall och rastgårdar, antal hästtransporter med mera.

Beräkningar

Utifrån ett antal antaganden har beräkningar gjorts för mängd producerad fosfor i hästgödsel, fördelning mellan stall, rastfällor/bete nära stallet respektive sommarbete, samt hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Sävjaån årligen.

I beräkningarna har vi utgått från följande:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005)
- Varje häst konsumerar 8 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder och mineraler (Jordbruksverket)
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Sävjaån (egen bedömning)

- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (höst, vinter, vår).
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning).
- Fosforläckage till Sävjaån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 30 %.
- 90 dagars sommarbete som inte mockas, och där ingen tillskottsutfodring sker.
- Om sommarhagarna är stora, antalet hästar inte är för högt och ingen tillskottsutfodring sker så har det antagits att det är balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

Vid beräkning av möjlig minskning av fosforbelastningen från hästgårdar till Sävjaån har vi utgått från ovanstående antaganden, men gjort vissa förändringar. Detta beskrivs i avsnitt 7.2.3.

4.2 Metod tillförsel från diffusa källor

Vid beräkning av teoretisk fosfortillförsel från land till recipient sammanställdes tillgängligt GIS-underlag för olika typer av markanvändning inom området. Den diffusa näringstillförseln från land är beroende av flertalet faktorer och lokala förutsättningar. Markanvändning, markens läckagekoefficient, jordart och dess egenskaper samt klimatfaktorer är några av de styrande faktorerna för transporten av näringsämnen. Vid bearbetning av överlappande GIS-underlag prioriterades marktyper enligt följande prioritetsordning: verksamhetsområde för dagvatten, Jordbruksverkets jordbruksblock följt av vägar (E4:an) och markskikt från GSD-väggkartan (skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor). Mindre andel marktyper som inte ingick i ovan nämnda kategorier, vilket främst berör glesbebyggda område utanför verksamhetsområde för dagvatten, inkluderades i kategorin öppen mark vid belastningsberäkningar. I öppen mark ingår annars generellt obrukade grönytor, vägkanter och gårdsplaner.

Den diffusa näringstillförseln redovisas i denna utredning indelat på jordbruksmark, dagvatten inklusive E4:an, skogsmark, sankmark samt öppen mark. Utöver detta redovisas även mängden atmosfärisk fosfordeposition för vattenytor inom avrinningsområdet. Bruttobelastning beräknades för de diffusa källorna, det vill säga den teoretiska näringsbelastningen som tillrinner respektive VARO årligen. Den näringsreduktion som befintliga åtgärder bidrar med inom respektive VARO drogs ifrån bruttobelastningen så att en nettobelastning erhöles. Befintliga åtgärder inkluderar stödberättigade våtmarker inom jordbruksområden samt befintliga dagvattendammar.

4.2.1 Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark

Jordbruksblocken för år 2020 innehåller den stödberättigande jordbruksmarken enligt EU:s definition med indelning av ägoslag: ”åker”, ”åkermark med långliggande vall” alternativt ”åkermark med permanenta grödor”, ”betesmark” och till mindre andel definierat som ”okänt” och stödberättigade ”våtmarker”. Vid beräkning av fosfortillförsel från dessa områden grupperades ägoslagen ”betesmark”, ”åkermark med långliggande vall”, ”åkermark med permanenta grödor” och kategorin ”okänt” till en enda kategori som i beräkningar har betraktats som betesmark. Fortsättningsvis benämns denna kategori som ”bete/övrig åkermark” i denna rapport, marken bedöms som mindre produktiv jordbruksmark med lägre läckagekoefficient. Mark tillhörande kategorin åker bedöms som mer produktiv åkermark och räknas därmed separat och benämns vidare som ”åker”. Våtmarksytor beräknades inte bidra med näringsämnen utan istället sker en viss avskiljning i dessa system.

I SMED:s arbete med beräkning av den svenska åkermarkens näringsförluster till omgivande hav som används vid rapportering till HELCOM:s PLC7 (Pollution Load Compilation) har noggranna beräkningsmodeller tagits fram (Johnsson m.fl., 2019). I denna utredning har SMED:s framtagna läckagekoefficienter för aktuell region (region 6, Mälars- & Hjälmarsbygden) används vid beräkning av jordbruksmarkens ("åkermark" samt "bete/övrig mark") årliga tillförsel av fosfor. Modellerna bygger bland annat på klimatdata, fosforhalter i marken, jordartsförhållande (förutom organiska jordar), markens lutning samt grödor som odlas (Johnsson m.fl., 2019). Modellens resultat är förväntade normalläckage för olika grödor, jordarter och regioner inom Sverige.

Flertalet faktorer som påverkar fosforläckage från jordbruksmark ändras med åren, bland annat nederbörd, avrinning, temperatur och val av odling. Förutom nederbörd och avrinningsförhållanden inom jordbruksmarken har jordartens egenskaper stor betydelse för fosforläckage. Områden med lerjordar, som ger upphov till makroporer i markprofilen och områden med hög erosionskänslighet har generellt högre fosforläckage. Vid beräkning av fosforförlust för "åker" och "bete/övrig åkermark" användes markens jordartsfördelning (Jordbruksverket, 2015a) och tillhörande läckagekoefficient (Johnsson m.fl., 2019). För varje åker bestämdes mittpunkten där jordarten avlästes ur rastret med jordartsfördelningen i GIS. För åkrar där mittpunkten låg utanför polygonen (till exempel L- och U-formade åkrar) bestämdes en slumpmässig punkt inuti polygonen för avläsning av rastret i GIS. För fosforläckage från "åker" användes därefter jordartens genomsnittliga läckagekoefficient och för "bete/övrig mark" användes läckagekoefficient från vall. För att inte underskatta näringsförluster för de jordarter utan angiven läckagekoefficient, har störst läckagekoefficient från närmaste jordart enligt FAO:s (FN:s Food and Agriculture Organisation) klassificeringssystem valts. Detta berör jordarterna sandy clay loam och silt (ungefär sandig lättlera och mjäla). Underlag kring fosforläckage relaterat till olika grödor har inte använts i denna utredning och anses inte vara relevant då grödor ändras över tid.

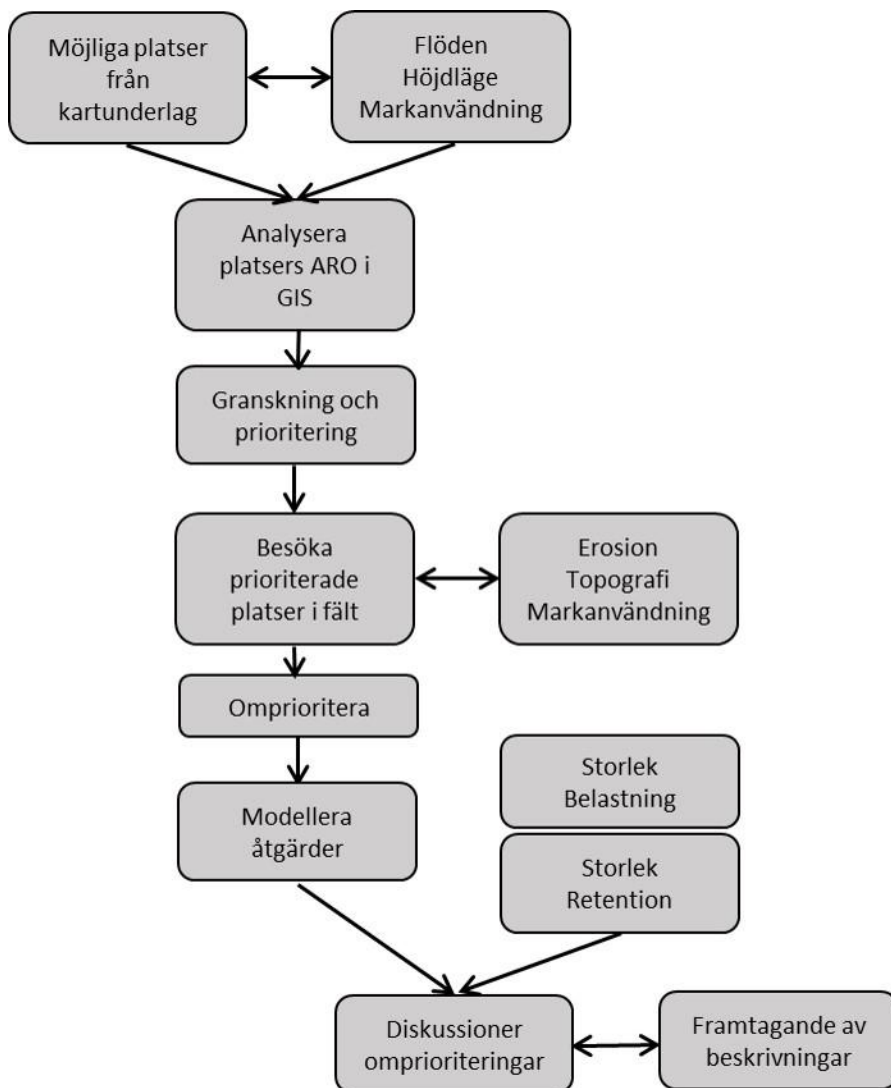
Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 anger för regionen fosforläckage från skogsmark, sankmark och öppen mark som typhalt i mg per liter (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b), vilket tillsammans med den specifika avrinning (mm/år) för området (SMHI, 2020b) användes vid beräkning av fosforläckage för dessa tre markkategorier.

Val av åtgärdsplatser

Arbetet med att ta fram åtgärdsplatser i avrinningsområdet har utförts i flera steg med olika analysmetoder. Figur 7 visar den övergripande metodiken som använts vid bearbetning av potentiella åtgärdsplatser. Som första steg har topografiska förhållanden, olika kartunderlag samt ortofoton analyserats och har en bruttolista med tänkbara platser upprättats. Tillrinningsområden för respektive platsförslag har bedömts utifrån höjdmodellen. Intern granskning av de utvalda platserna har använts för att tilldela platserna en prioritetsklass enligt en fyrgradig skala med högst prio (1) till lägst prio (4), där prio 4 innebär att åtgärdsförslaget avfärdades. Åtgärdsförslagen med prio 1 och 2 besöktes på plats. Vid platsbesöket undersöktes platsernas lämplighet bland annat utifrån topografiska förhållanden, släntlutningar och eventuella spår av erosion samt nuvarande markanvändning och genomförbarhet. Eventuell justering av lokalisering och prioritering gjordes baserat på lokala förutsättningar. Granskningen och fältbesökets resulterade således i en nettolista med platsförslag av prioritet 1, 2 och 3. Åtgärdsförslag av prioritet 1 och 2 presenteras i detalj i Bilaga 1. Platser med prioritet 3 bör ses som möjliga åtgärder att fortsätta arbetet mot god ekologisk och kemisk status med, efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2.

För de åtgärdsplatser som valdes ut till prio 1 och prio 2 karterades tillrinningsområdena med hjälp av Lantmäteriets höjdmödel 2x2 m i Scalgo Live (2021). Eftersom modellen saknar information om bl.a. täckdiken och mindre vägtrummor korrigerades tillrinningsområdena dels utifrån fältobservationer och dels utifrån täckdikessystem från Länsstyrelsens kartsikt för markavvattningsföretag (2021). Områdets markanvändning samt ett platsspecifikt förslag togs fram.

Teoretisk fosfortillförsel för tillrinnande mark beräknades enligt tidigare nämnd metodik i avsnitt 4.2.1. Åtgärdsförslagen dimensionerades därefter och åtgärdens reningsförmåga beräknades utifrån litteraturuppgifter på avskiljningsförmåga. En slutlig prioritering av åtgärdsförslagen gjordes därefter med hänsyn till förväntad fosforavskiljning och åtgärdens genomförbarhet och kostnadseffektivitet. De platsspecifika åtgärderna beskrivs i Bilaga 1 och den slutliga prioriteringen mellan åtgärdsförslagen finns beskrivet i avsnitt 8.2.



Figur 7. Översiktligt flödesschema för val av åtgärdsplatser i avrinningsområdet (ARO).

Åtgärdstyper

I detta kapitel beskrivs de åtgärdstyper som bedöms vara mest lämpliga för att minska tillförseln av fosfor från jordbrukslandskapet till vattenförekomsterna i utredningsområdet.

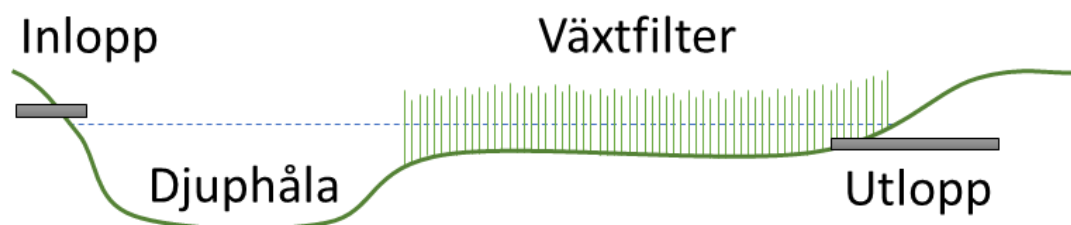
Litteraturuppgifter på åtgärdernas avskiljningsförmåga har använts för att beräkna de föreslagna åtgärdernas reningspotential.

Den fosfor som avrinner från åkermark är främst i partikulär form, det vill säga bunden till jordpartiklar. De största fosforförlusterna från mark sker i regel när avrinningen är stor. Åtgärder med syfte att avskilja och sedimentera partiklar kan anläggas för att minska transporten av fosfor från land till berörda recipienter. Sedimentation av partiklar stimuleras genom att minska vattnets hastighet. När hastigheten avtar hinner partiklar sjunka till botten och näringsämnen bundna till dessa avskiljs innan de når recipienten. Effektiva sedimentationsåtgärder är anläggande av fosfordammar för små tillrinningsområden eller våtmarker för större tillrinningsområden. För att uppnå maximal avskiljningsgrad i en anläggning bör den placeras där förlusterna av fosfor är som störst. En annan metod att åstadkomma fosforavskiljning är att anlägga tvåstegsdiken där växter bidrar med filtrering av vattnet vid högre flöden. Nedan beskrivs funktionen hos fosfordammar, våtmarker och tvåstegsdiken.

Anläggande av våtmarker över 5 hektar, anläggande av tvåstegsdiken samt återställande av sjöar är tillståndspliktigt. Anläggande av våtmarker och fosfordammar under 5 hektar samt anläggande av tvåstegsdiken utanför markavvattningsföretag är anmälningspliktiga.

Fosfordammar

Fosfordammar anläggs vanligtvis i jordbruksdominerade områden och har visat sig ge en hög fosforavskiljning i relation till använd markyta. Fosfordammens yta ska motsvara minst 1 ‰ av tillrinningsområdets storlek för att ha en bra funktion, men bör ha en yta som utgör upp till 5 ‰ av tillrinningsområdets om plats finns (Jordbruksverket, 2010; Hushållningssällskapet, 2012). Vid mindre yta minskar avskiljningen betydligt i dammarna (Kynkäänniemi, 2014). Dammen består av två delar där vattnet först passerar en djupare del för sedimentation och därefter filtreras genom en grundare del med rik våtmarksvegetation, se Figur 8. Undersökningar visar att djuphålan har en viktig funktion för sedimentering (Kynkäänniemi, 2014). Den djupare delen bör vara 20–30 % av dammytan med ett djup på 1–1,5 m (Hushållningssällskapet, 2012). Den vegetationsrika och grunda delen ska motsvara resterande 70–80 % av dammytan och ha ett djup på 0,2–0,4 m. Dammens slänter ska vara någorlunda flacka, cirka 1:3, för att undvika erosionsrisk. Den grundare vegetationsdelen har olika funktioner, exempelvis sänka vattenhastigheten för att gynna sedimentation men också sprida flödet jämnt över dammen. Växterna bidrar även till att stabilisera botten och tar upp näring och gynnar även biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2010). För att fosfordammen ska ha en god funktion är det viktigt med ett bra längd-breddförhållande (Kynkäänniemi, 2014) där en långsmal damm är att föredra.



*Figur 8. Illustration av fosfordamm med djuphåla och efterföljande vegetationsdel.
Illustration: WRS.*

Ett rimligt antagande för uppskattning av reningspotentialen i en fosfordamm är strax under 50 % avskiljning av inkommande fosfor (Jordbruksverket, 2015b). Avskiljningen styrs i sin tur av flertalet faktorer, exempelvis inkommande närings- och hydraulisk belastning (Kynkäänniemi, 2014). För att underlätta skötsel av dammen i form av släntklippning och

sedimenttömning är det viktigt att dammen placeras åtkomligt för traktor och grävmaskin. Vid rensning av fosfordammar i dammen kan det därefter återföras till åkermarken (Hushållningssällskapet, 2012). Viktigt att beakta vid anläggande av fosfordammar på produktiv åkermark är att ersättningen är jämförbar med inkomst från marken (Malgeryd m.fl., 2015), se Bilaga 1 avsnitt 3 möjliga stöd för åtgärder.

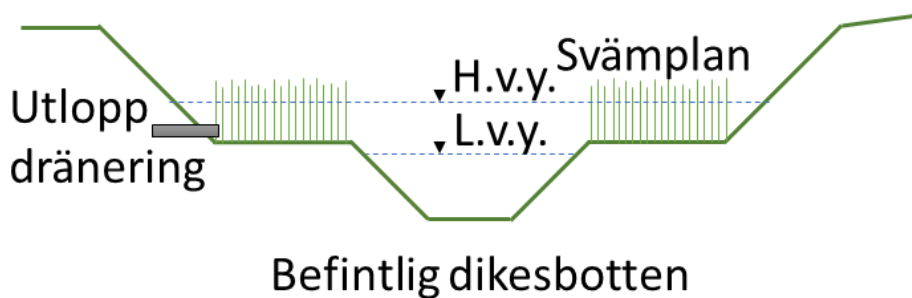
Våtmarker

Våtmarker anläggs ofta för att minska näringstransporten i vattendraget samt även bidra till biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2015b). Våtmarker anläggs oftast längre ned i avrinningsområdet vilket innebär att de är betydligt större än fosfordammar. Vanligtvis har anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet en yta motsvarande 0,5–1,0 % av avrinningsområdet (Jordbruksverket, 2010). Dock kan även våtmarker som är betydligt mindre än 0,5 % avskilja betydande mängder närsalter om tillförseln är tillräckligt hög (Jordbruksverket, 2015b). Utöver sedimentering av partikelbunden fosfor i dess djupare delar bidrar våtmarker även till avskiljning av kväve via nitrifikation och denitrifikation. Då våtmarken oftast anläggs längre ned i systemet kommer större jordpartiklar redan ha fastnat på vägen dit, bland annat i diken, vilket leder till att de partiklar som når våtmarken är mindre och kräver längre uppehållstid för att sjunka till botten. Att våtmarkers avrinningsområde är större än för fosfordammar gör att koncentrationen av fosfor är något lägre då vattnet ofta späds med näringsfattigare vatten från skogsmark. Både ovannämnda faktorer bidrar till en något lägre avskiljningsgrad, per anlagd åtgärdsyta, i våtmarker än i fosfordammar (Jordbruksverket, 2015b). Enligt Jordbruksverket finns dock potential att förbättra avskiljningseffekten i våtmarker genom riktade placeringar i de odlingslandskap med högst näringsförlust och med fokus på näringsreduktion när våtmarker gestaltas. Om dessa prioriteringar beaktas kan avskiljning som uppgår till 50 kilo fosfor och 500 kväve per hektar och år våtmark uppnås (Jordbruksverket, 2015b).

Tvästegsdike

En metod som visat sig fungera bra i USA är att gräva om diken till så kallade tvästegsdiken. Detta görs genom att man cirka 50 cm ovanför dikesbotten schaktar fram en plåtå på vardera sida om diket. Dessa plåtåer ska vara 1–2 gånger så breda som dikesbotten (Figur 9). Vid normal vattenföring ligger vattenytan i den gamla dikesfåran. Under perioder med högre avrinning kommer vattnet att brädda upp på de växtbevuxna sidorna där fosfor kan silas av.

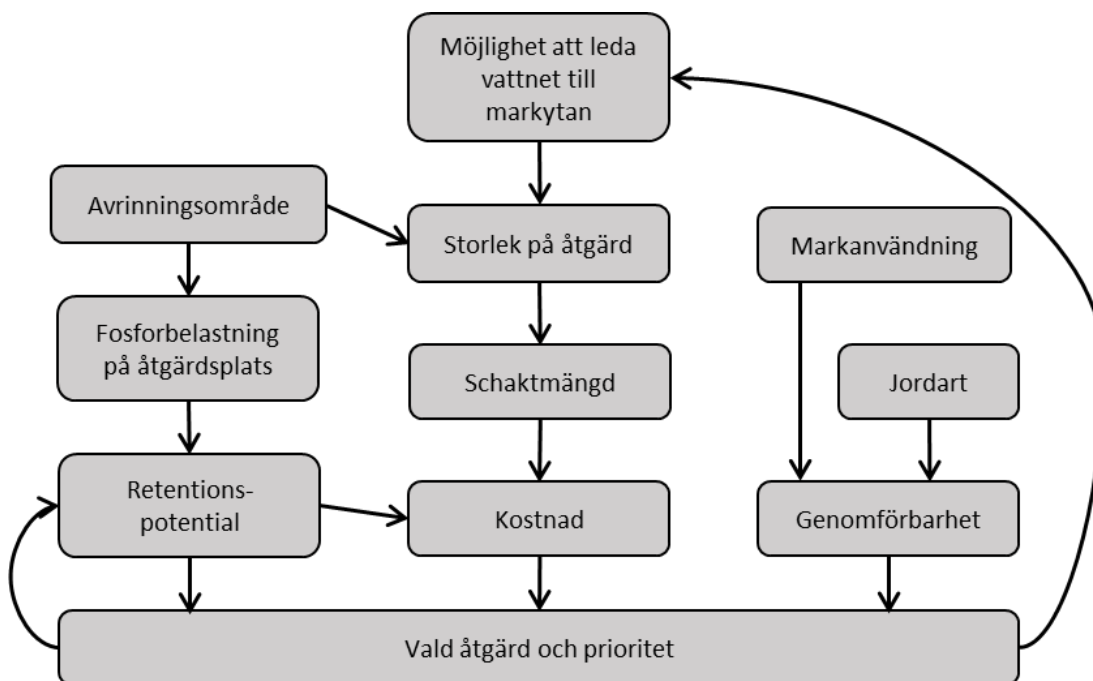
Ett tvästegsdike bör ha en längd på minst 800 m för att ge önskad effekt. Fosforavskiljningen har hittills bara kvantifierats i studier utförda i USA och varierar mellan 10 % och 40 % av den totala fosforhalten i vattnet. Studier av tvästegsdiken pågår även i Sverige, men i dagsläget saknas kvantitativa data på reningseffekter (Aronsson m.fl., 2019). Förutom näringsavskiljningen ökar dikets kapacitet betydligt med de breda avsatserna och risken för översvämningar kan således minskas. Med en tät växtlighet utmed kanterna minskar även erosionskadorna på diket (Hushållningssällskapet, 2012). En osäkerhet med tvästegsdiken är att det inte med önskvärd tydlighet framgår hur avskiljningen av fosfor går till, om dikesplåtåerna måste rensas för långvarig funktion och vilka risker för erosion sådan rensning då medför.



Figur 9. Principsektion på ett tvåstegsdike. Illustration WRS.

Val av åtgärdstyp och prioritering av åtgärder

De parametrar som vägts in vid val av åtgärdstyp och prioritering framgår av diagrammet i Figur 10. De parametrar som getts störst vikt vid prioriteringen har varit den teoretiska fosforavskiljningen för åtgärden och åtgärdens bedömda genomförbarhet.



Figur 10. Konceptuell skiss över vilka parametrar som vägts in vid val av åtgärder och prioritering av dessa.

Vi vill belysa att det är av stor betydelse att i ett tidigt skede koordinera åtgärdsförslag med berörda markägare för att åtgärder ska bli genomförda och bidra med positiva effekter för recipienten och miljön. Detta eftersom de flesta åtgärder för jordbruksmark inte är bindande. Effektivast är om myndigheter kan bistå lantbrukaren med rådgivning om konkreta åtgärder som lantbrukaren kan genomföra direkt utan att det påverkar ekonomin negativt. Ofta finns det skäl till att åtgärder som föreslås inte blir genomförda. Dessa skäl kan vara lagstiftning, regelverk kring EU-stöd, åkermarkens värde, oro för påverkan på grannfastigheter och brist på tid eller pengar. Åtgärder som inte inkräktar på produktionen och dessutom får stöd för merkostnaden har störst chans att bli genomförda. I Bilaga 1, avsnitt 3 redogörs för vilka stöd som kan sökas.

Anpassning av åtgärder för förbättrad hydromorfologi (HÖ)

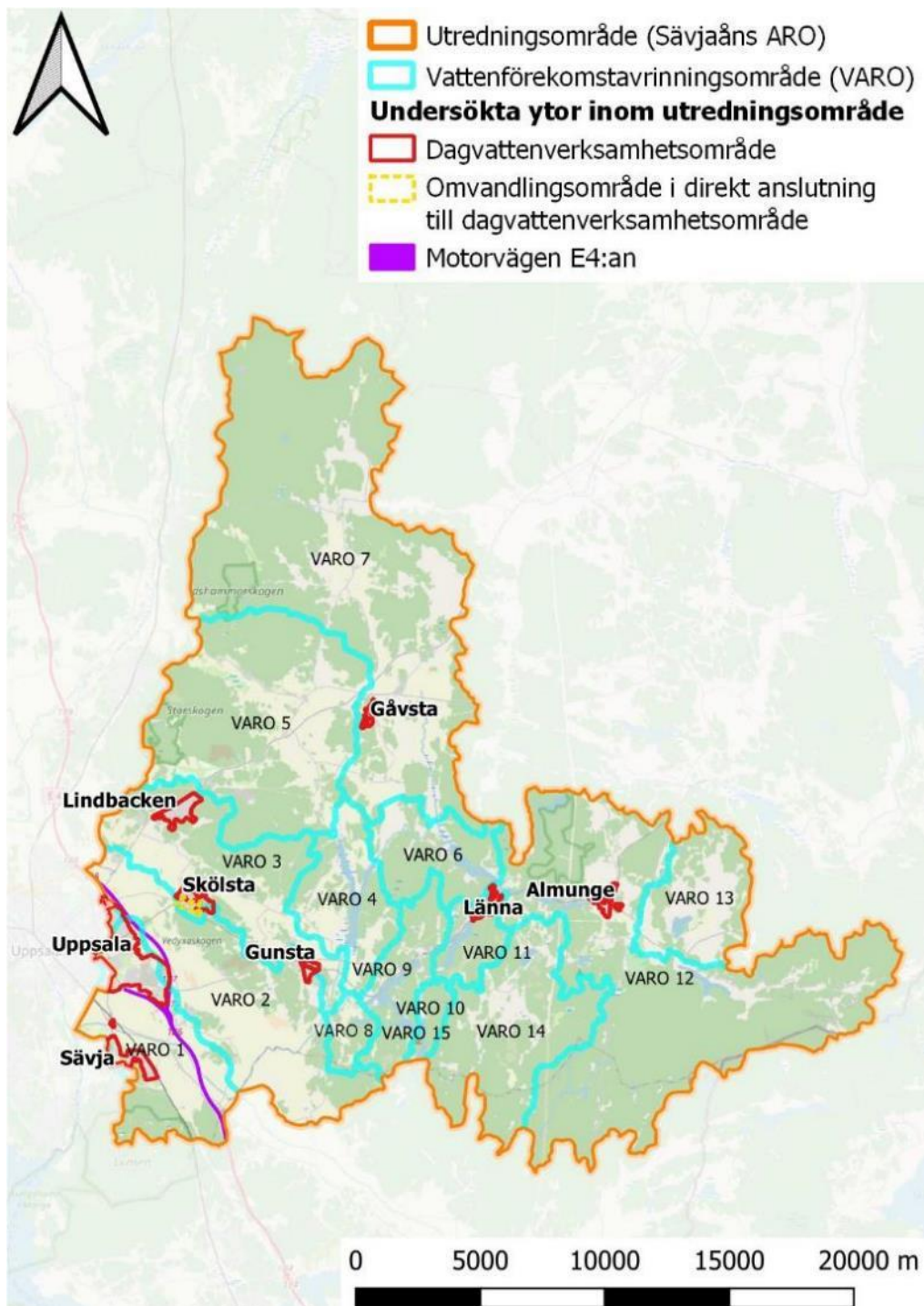
Alla 15 vattenförekomsterna i denna utredning har hydromorfologiska kvalitetsfaktorer för ekologisk status som bedöms till otillfredsställande eller dålig status, se avsnitt 2.3.1. Att uppnå det morfologiska förbättringsbehovet för Sävjaåns vattenförekomster, se avsnitt 2.4.2, kommer vara en stor utmaning då ån på långa sträckor är rensat till förmån för markavvattningsföretag och på grund av att åns närområde präglas av intensivt jordbruk.

Markavvattningsföretagen har både rättighet och skyldighet att rensa ån för att bevara nuvarande avvattningsförhållanden; något som försvårar genomförande av åtgärder för förbättrad konnektivitet, hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Sävjaåns närmiljö, särskild på Uppsalaslätten, brukas intensivt och saknar ekologiskt funktionella kantzoner. Problemen kan åtgärdas genom restaureringsinsatser, men lagstiftning saknas för att få till stånd flera av åtgärderna. Andra åtgärder kan kräva omfattande utredningar och eventuell omprövning av vattendomar innan de kan genomföras. Att återställa hela åns svämplan till naturligt tillstånd skulle medföra stora ingrepp på den intilliggande produktiva åkermarken till orimliga kostnader. Den offentliga finansieringen som stödprogram och medel för lokala natur- och vattenvårdprojekt (Lona och Lova) är också otillräcklig för att genomföra alla åtgärder som skulle behövas.

Vid val och utformningsförslag för de åtgärder som rör avskiljning av fosfor från jordbrukslandskapet har denna utredning dock försökt att ta så mycket hänsyn som möjligt till eventuella synergieffekter som bidrar till förbättrad hydromorfologi. Bland annat kan detta inkludera att vid åtgärdsförslag för jordbruksmark (åter)skapa svämplan, meandra ut- och inloppsdikeyn och säkerställa vandringsväg för fisk (om nödvändigt). Många av åtgärderna förbättrar även naturligt hydromorfologin endast med sin implementering, så som tvåstegsdiken, buffertzoner, kantzoner och våtmarker.

4.2.2 Dagvatten från tätortsbebyggelse

Inom utredningsområdet (Sävjaåns avrinningsområde) har dagvattenpåverkan undersökts inom varje dagvattenverksamhetsområde samt för motorvägen E4:an (Figur 11).



Figur 11. Undersökta ytor (dagvattenverksamhetsområden samt motorvägen E4:an) inom utredningsområdet och varje vattenförekomstavrinningsområde. Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

Bakgrundsmaterial

Bakgrundsunderlag inhämtades från Uppsala Vatten och Uppsala kommun i form av GIS-lager med bland annat avgränsning av verksamhetsområden för dagvatten, dagvattensystem (huvudledningar och serviser), befintliga och planerade dagvattendammar (Uppsala Vatten). Höjddkurvor togs fram utifrån den digitala höjdmodellen över Sverige. (Lantmäteriet)Årsmedeldygnstrafik (ÅDT) inhämtades från Trafikverket (2021).

Markanvändning och föroreningsbelastning för delar av Uppsala och Sävja tätort hämtades från Uppsala Vatten och Avfall AB (2015).

Dagvattenverksamhetsområdena inom Sävjaåns avrinningsområde ligger inom åtta tätorter: Almunge, Gunsta, Gåvsta, Lindbacken (del av Jälla tätort), Länna, Skölsta, Sävja och Uppsala. Inom Skölsta har även ett villaområde (omvandlingsområde) utanför, men i direkt anslutning till, verksamhetsområdet för dagvatten inkluderats. (Detta område inkluderas härnäst i termen 'dagvattenverksamhetsområde'.) För Sävja och Uppsala har enbart de delar av dagvattenverksamhetsområdena som avrinner till Sävjaån inkluderats. Vissa av dagvattenverksamhetsområdena sträcker sig över två vattenförekomstavrinningsområden (Figur 11).

De två största dagvattenverksamhetsområdena, Uppsala och Sävja, utgör totalt cirka 64 % (680 hektar) av den totala arean (1 100 hektar) för de undersökta dagvattenverksamhetsområdena. Därefter följer Lindbacken (10 %) och Skölsta (8,7 %) som utgör cirka 200 hektar av de undersökta områdena.

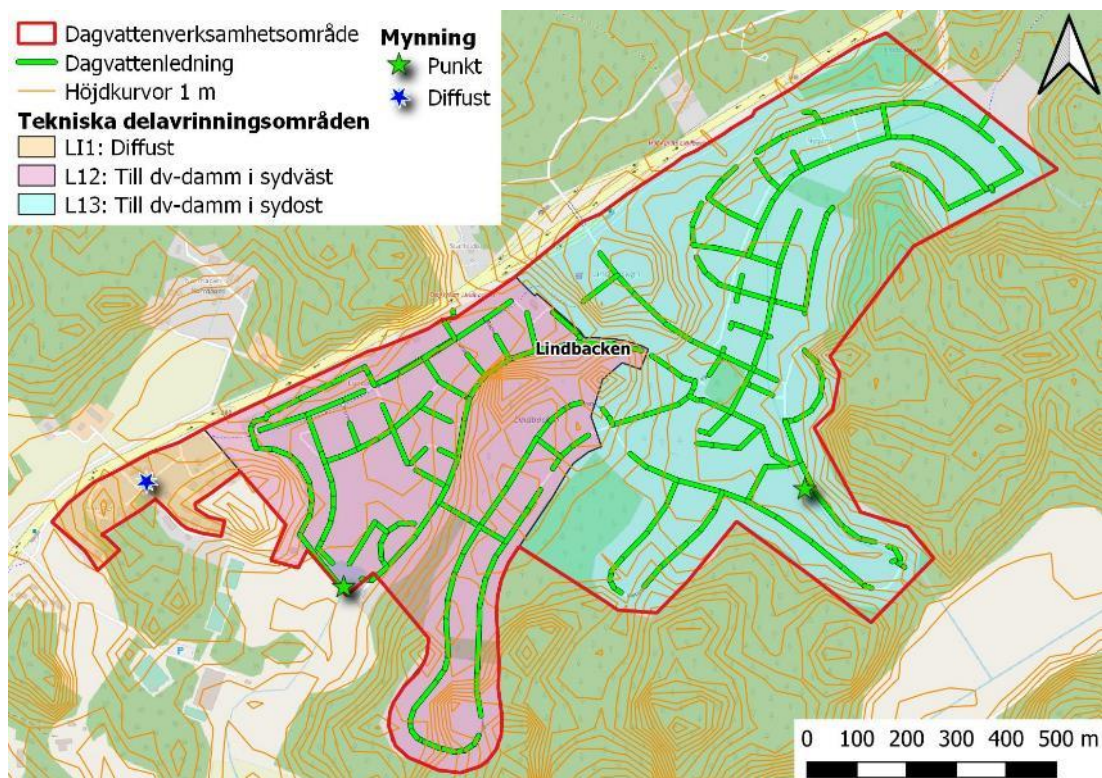
Tabell 8. Yta för dagvattenverksamhetsområdena samt E4:an inom Sävjaåns avrinningsområde. Avrundat till två värdesiffror.

Område	Area (ha)	Area (%)
Almunge	41	3,9
Gunsta	35	3,3
Gåvsta	24	2,3
Lindbacken	110	10
Länna	43	4,0
Skölsta*	92	8,7
Sävja	130	12
Uppsala	540	51
E4:an	41	3,9
Totalt	1 100	100

*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill dagvattenverksamhetsområdet

Tekniska avrinningsområden

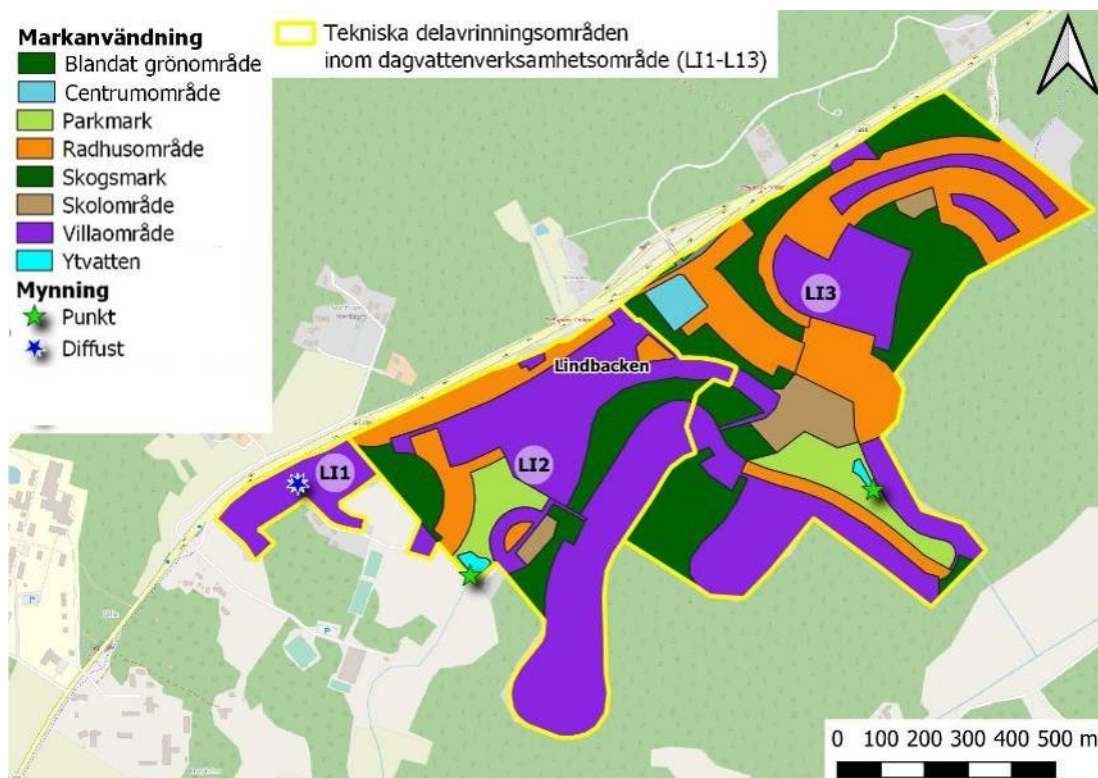
Utifrån dagvattenledningsnätet och höjdkurvor delades dagvattenverksamhetsområdena upp i olika tekniska avrinningsområden. Information om dagvattenledningars lutning användes tillsammans med topografin för att bestämma de tekniska avrinningsområdena och deras mynningspunkter. Diken och vissa dagvattenledningar (till exempel privata) saknades i underlaget och då har gränserna uppskattats utifrån befintligt ledningsnät och höjdkurvor. En yttre begränsning av avrinningsområdena sattes vid dagvattenverksamhetsområdenas yttre gräns, förutom för Skölsta där ett intilliggande villaområde (omvandlingsområde) togs med. Exempelvis delades Lindbacken in i tre tekniska avrinningsområden med hjälp av underlaget (Figur 12).



Figur 12. Exempel på kartering av tekniska avrinningsområden inklusive mynningspunkter i Lindbacken tillsammans med underlag i form av huvudledningar för dagvatten och höjdkurvor. Källor Uppsala Vatten och Lantmäteriet. Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

Markanvändning

En manuell kartering av alla ytor inom dagvattenverksamhetsområdena utfördes med hjälp av ortofoton (Scalgo, 2021; Google Satellite, u.å.), Google street view (Google, 2021) och en viss lokalkännedom samt informationssökning om aktuella verksamheter, aktiviteter och planerade byggnationer inom dagvattenverksamhetsområdena. Varje yta tilldelades en markanvändningskategori enligt de kategorier som används i programmet Stormtac (2021). Mindre lokalgator och kvartersgator ingår i dessa markanvändningar; undantaget är huvudvägar som går genom tätorterna samt E4:an. Dessa vägar karterades separat och data om årsmedeldygnstrafik (ÅDT) inhämtades från Trafikverkets nationella vägdatabas (2021). Exempel på markanvändning syns för Lindbacken i Figur 13.



Figur 13. Markanvändning Lindbacken. Bakgrundskarta: Bakgrundskarta © OpenStreetMap bidragsgivare.

För Uppsala och Sävja användes markkarteringen från Uppsala Vatten och Avfall (2015). Ytor utanför dagvattenverksamhetsområdena och Sävjaåns avrinningsområde exkluderades. För ytor inom dagvattenverksamhetsområdena som saknade markkartering gjordes kompletterande markkartering.

Den dominerande markanvändningen är villaområde som totalt utgör 350 hektar (34 %) av den totala ytan (Tabell 9). Därefter kommer industriområde (220 hektar, 21 %). Ingen annan enskild markanvändning utgör mer än 7 % av den totala markanvändningen. Totalt sett är hårdgörningsgraden relativt låg med en beräknad sammanvägd volymavrinningskoefficient (φ) på 0,35. Avrinningskoefficienten är 0,22 för de minst hårdgjorda och 0,39 för de mest hårdgjorda dagvattenverksamhetsområdena. För E4:an har den satts till 0,8.

Tabell 9. Area av olika markanvändningsslag (hektar) i olika dagvattenverksamhetsområden inom Sävjaåns avrinningsområde, samt verksamhetsområdenas sammanvägda volymavrinningskoefficienter (ϕ).

Markanvändning	Almunge	Gunsta	Gävsta	Lind-backen	Länna	Skölsta	Sävja	Uppsala	E4	Summa
Banvall	0,49				0,12					0,62
Begravningsplats			1,1							1,1
Bensinstation					0,14					0,14
Blandat grönområde	0,77	15	0,47	18	2,5	11	11	1,4		60
Centrumområde	2,0	0,24	2,2	1,0	1,0		3,9	63		73
Flerfamiljshusområde	2,9	3,5	0,25		4,5			41		52
Gräsyta	0,10	0,31	2,1	0,10	0,93			21		24
Gård vid jordbruksmark					1,1					1,1
Industriområde	0,37				4,0		0,36	220		220
Jordbruksmark						1,7				1,7
Koloniområde								0,42		0,42
Parkering								7,3		7,3
Parkmark		0,78	0,17	5,4			4,1	43		54
Radhusområde	0,38	3,2	3,4	25	1,2					33
Skogsmark	2,1			4,9	7,9		12	17		44
Skolområde	0,66	0,23	3,9	3,5	1,3	1,0				11
Villaområde	30	12	11	47	17	78*	99	60		350
Väg 1, ÅDT 400						0,90				0,90
Väg 2, ÅDT 600				0,28						0,28
Väg 3, ÅDT 3000	0,69									0,69
Väg 4, ÅDT 4000					0,83					0,83
Väg 5, ÅDT 9000									6,2	6,2
Väg 6, ÅDT 10 000							0,67	3,3		4,0
Väg 7, ÅDT 11 000									5,9	5,9
Väg 8, ÅDT 14 000									14,8	15
Väg 9, ÅDT 19 000									14,5	14
Väg, ÅDT osäker**							0,78	11		11
Ytvatten				0,37		0,12				0,49
Återvinningscentral	0,13									0,13
Ängsmark							0,59	49		50
Totalt	41	35	24	105	43	92	130	540	41	1 050
ϕ	0,29	0,22	0,30	0,25	0,27	0,24	0,24	0,39	0,80	0,35

*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill Skölstas dagvattenverksamhetsområde

**Stormtac-beräkningar gjordes av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015). WRS har inte tillgång vilken ÅDT Uppsala Vatten ansatte för respektive väg.

Stormtac-beräkningar

För att beräkna uppskattad årsbelastning av näringsämnen, tungmetaller, suspenderat material och Bens(a)pyren (BaP, ett polyaromatiskt cancerframkallande kolväte) användes programvaran Stormtac v20.2.2 (2021). Markanvändningskategoriernas respektive area användes som indata i Stormtac tillsammans med årsmedelnederbörd. Årsmedelnederbörden ansattes till 636 millimeter, samma årsmedelnederbörd som användes i Uppsala Vattens beräkningar för Uppsala och Sävja Uppsala Vatten och Avfall AB (2015). Detta för att kunna relatera och jämföra föroreningsbelastningen från Uppsala Vattens beräkningar med de nya beräkningarna.

För att kunna redovisa belastningsdata på olika sätt delades markanvändningen som användes som indata i Stormtac upp på följande tre sätt:

1. per dagvattenverksamhetsområde och E4:an
2. per delavrinningsområde inom dagvattenverksamhetsområdena och E4:an

3. per VARO (vattenförekomstavrinningsområde)

För tätort inom Uppsala och Sävja beräknades enbart föroreningsbelastningen från mark som ej fanns med i belastningsberäkningarna som utförts av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015). Föroreningsmängderna adderades därefter till Uppsala Vattens mängder för att erhålla total mängd för respektive delavrinningsområde.

4.3 Metod hydromorfologi

4.3.1 Avgränsning

Sävjaån med biflöden är starkt påverkat av framför allt jordbruk med tillkommande dikning och markavvattning. Tillsammans med avsänkning och reglering av i princip alla sjöar i avrinningsområdet, är den hydromorfologiska statusen dålig eller otillfredsställande.

För att uppnå god status krävs att en stor del av Sävjaåns åsträcka upphör vara rätad, dikad, rensad och markavvattnad. En stor del av dess närområde och svämplan behöver dessutom upphöra vara anlagda ytor eller aktivt brukad mark. För att i realiteten uppnå god status med avseende på *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* krävs alltså betydande förändringar av markanvändning kring åfåran vilket rimligen medför stora intressekonflikter. Åtgärderna bedöms vara av sådan magnitud att de varken ryms inom detta uppdrag eller kan anses vara genomförbara inom en överskådlig framtid.

Med detta som bakgrund inriktades uppdraget för hydromorfologi huvudsakligen på åtgärder som avser kvalitetsfaktorn *konnektivitet*. Arbetsmetoder för *konnektivitet* respektive *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* beskrivs nedan.

4.3.2 Metod konnektivitet

1. En GIS-databas framarbetades som bland annat sammanställde underlag från biotopkarteringar av vandringshinder (Länsstyrelserna, 2018) och ett dammregister (SMHI, 2013). En preliminär sammanställning av vandringshinder (se avsnitt 6.2) togs fram utifrån dessa digitala databaser. Viss information om vandringshindrens bredd, fallhöjd, konstruktion, samt om de var definitiva eller partiella hinder fanns i databaserna men var till stor del bristfällig.
2. Kartering av ytterligare vandringshinder samt kompletterande information om vandringshindren gjordes med hjälp av skriftliga källor, främst den senaste upplagan av *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998) och en inventering av Mälarmynnande vattendrag (Länsstyrelserna, 2009).
3. Ytterligare komplettering av detta register av vandringshinder gjordes med hjälp av historiska kartor från arkiv tillhörande Rikets allmänna kartverk, Lantmäteristyrelsen och Lantmäterimyndigheterna (Lantmäteriet, 2021) samt ett damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
4. Eventuella vattendomar som påverkar vandringshindren inhämtades från Uppsala Vatten och Länsstyrelsen.
5. En bedömning av fiskfauna och de limniska värdena i Sävjaåns huvudfåra och biflöden sammanställdes med grund i de inventeringar som finns registrerade i Svenskt elfiskeregister (SERS) och det Nationella Registret över Sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2021a, 2021b), samt icke-registrerade provfisken beskrivna i *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998).

6. Relevanta aktörer, intresseorganisationer och privatpersoner kontaktades för att få ytterligare lokalkännedom om vandringshinder samt synpunkter kring potentiella åtgärdsförslag. De aktörer som har medverkat eller fått möjlighet att medverka i utredningen inkluderar: Länsstyrelsen i Uppsala län, Upplandsstiftelsen, Sportfiskarna, Naturskyddsföreningen Uppsala län, Upplands Fågelskådare (UOF), Lantbrukarnas Riksförbund Mälardalen, Friluftsrådet, Anders Larsson, f.d. VD Fyrisåns vattenförbund, Roland Jonsson, fiskeentusiast från Almunge samt ytterligare tre privatpersoner; en boende på Marielunds gård, fastighetsägaren av Söderby kvarndamm och ordförande för fiskevårdsföreningen Lötsjön.
7. Utifrån insamlat underlag gjordes en preliminär bedömning och prioritering av åtgärder för vandringshinder. Bedömningen baserades främst på genomförandepotential och förbättringspotential för den ekologiska statusen och fiskfaunan, det vill säga hur stor del av åfåran som skulle öppnas upp genom åtgärdandet av ett vandringshinder, samt om det bedömdes att fisk skulle söka sig in i den öppnade åfåran utifrån potentiella lekplatser och storlek på flöden. Målart för åtgärder har varit aspen men hänsyn har även tagits till andra fiskarter. Aspen valdes som målart för dess status som *Nära hotad* på Rödlistan och som ingående art i Sävjaån-Funbosjöns Natura 2000-område. Aspen är dessutom relativt känslig för grumligt och bubblig vatten och inte den mest starksimmande arten, vilket gör att fiskvägar som anpassas för aspen också fungerar för många andra fiskar.
8. Platsbesök genomfördes för att undersöka de fysiska förutsättningarna för fiskvägar och andra åtgärdsalternativ. Vid varje platsbesök gjordes mätningar av nivåer på dikesbotten, vattenyta, mark och dämmen. Vandringshindren dokumenterades med fotografier och fältprotokoll med observationer kring utformning, vattenföring, markförhållanden, kulturmiljö med mera.
9. Efter fältbesök gjordes en mer detaljerad prioritering av åtgärder baserad på genomförbarhet, kostnadsuppskattning och bedömd effekt av åtgärd, se avsnitt 7.5.1.
10. Varje åtgärdsförslag, det vill säga fiskväg eller liknande, listas i avsnitt 7.5.1 och beskrivs i Bilaga 2. Bilagan inkluderar en kort teknisk beskrivning och skiss av åtgärden, bedömning av genomförandepotential (markägarförhållanden, jordart, topografi, tillgänglighet, eventuell berörd vattendom eller markavvattningsföretag, intressekonflikter, hävd och kulturmiljö), en kostnadsuppskattning (investering, drift och stödmöjligheter) och bedömd effekt av åtgärd (på konnektivitet, fiskfauna, rekreation och eventuella negativa effekter). Även behov av framtida utredningsarbete identifierades.

4.3.3 Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd

1. I samma GIS-databas som för konnektivitet inkluderades även nationella äldre historiska kartor som de häradsekonomiska kartorna från 1859-1869 och 1901-1906 (Lantmäteriet, 2021).
2. Underlag som bland annat register över sänkta och torrlagda sjöar (SMHI, 1995) togs fram.
3. Inför framtagandet av en bruttolista med åtgärder för diffus tillförsel av fosfor (se avsnitt 6.1) hölls en intern projektgenomgång där det togs fram översiktliga förslag på hur åtgärder i jordbrukslandskapet kan utformas för att bidra till förbättrad hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Dessa åtgärder inkluderar exempelvis tvåstegsdiken,

ekologiskt funktionella kantzoner samt åtgärder som att våtmarker och fosfordammar anläggs med meandrande inloppsdiken, svämplan och vandringsväg för fisk. Dessa utformningar för förbättrad hydromorfologi har alltså integrerats i åtgärdsförslagen för minskad fosforbelastning i Bilaga 1.

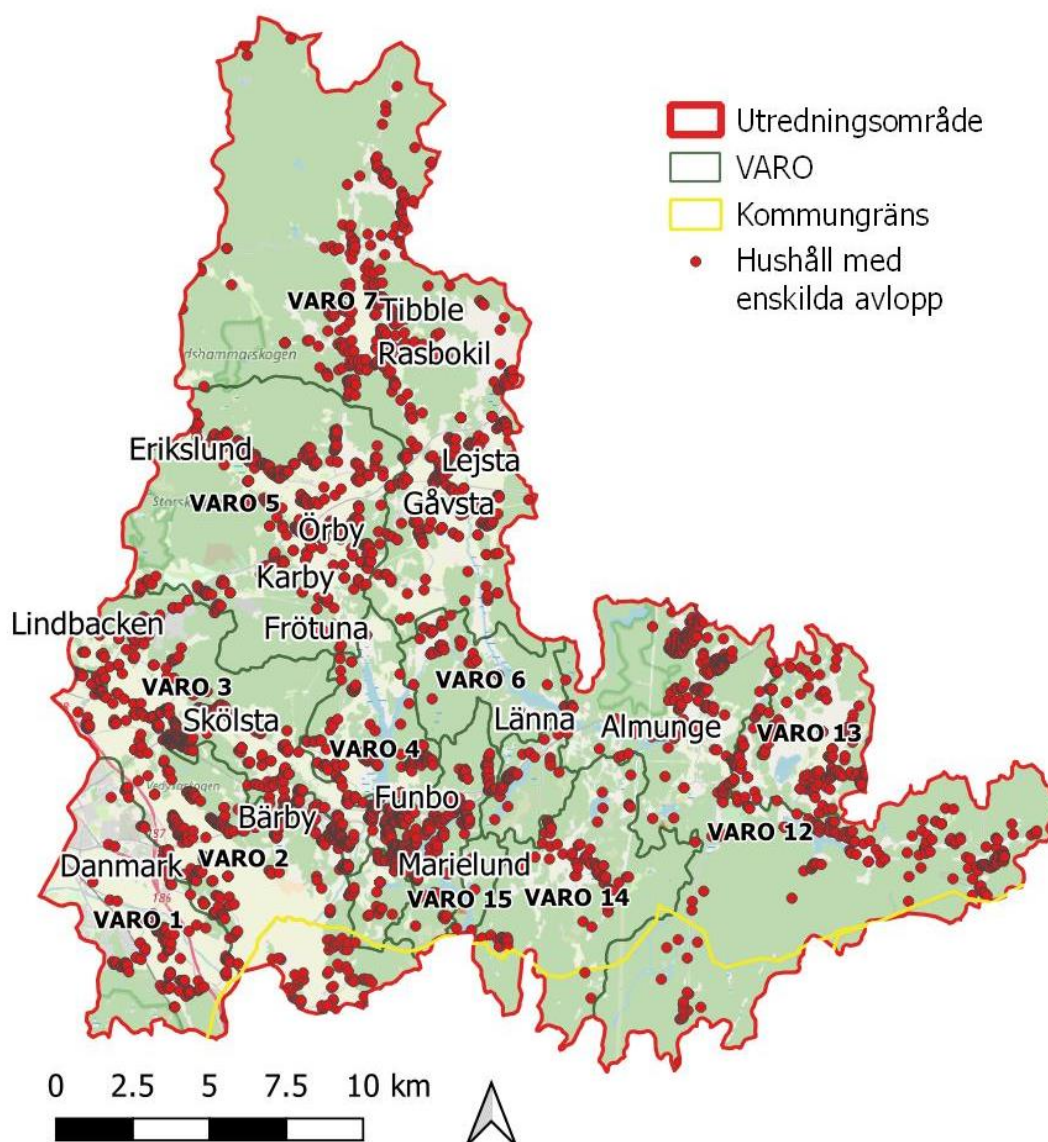
4. Förutom åtgärder enligt punkt 3 togs en bruttolista fram med åtgärder som återställande av avsänkta sjöar och återmeandring av åsträckor, se Bilaga 4. Dessa åtgärder identifierades dels under arbetet med att ta fram åtgärder för minskad fosforbelastning (men dessa åtgärder ansågs inte bidra nämnvärt till minskad fosforbelastning), dels genom att översiktligt kartera utredningsområdet i GIS med underlag från punkt 1 och punkt 2 ovan.
5. Åtgärdsförslagen för återställande av avsänkta sjöar och återmeandring av åsträckor (Bilaga 3) beskrevs sedan översiktligt utifrån tillgängligt kartmaterial. De har prioriterats utifrån genomförbarhet, främst topografi och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk, men ej besökts i fält.

5 Fosfor

5.1 Punktkällor

5.1.1 Enskilda avlopp

Enligt underlag från Uppsala kommun och Knivsta kommun finns 3388 hushåll med enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån (se Figur 14), varav 3285 i Uppsala kommuns del av utredningsområdet hushåll och 103 stycken i Knivsta kommun. Av dessa ligger 679 stycken mindre än 100 meter från Sävjaån, anslutande biflöden till Sävjaån eller större jordbruksdiken. Antalet enskilda avlopp i respektive VARO samt fördelning mellan Uppsala och Knivsta kommuner visas i Tabell 10.



Figur 14. Hushåll med enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån. De mörkgröna linjerna visar gränser för respektive VARO som ingått i utredningen och gul linje är kommungränsen mellan Uppsala och Knivsta. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 10. Antal hushåll med enskilda avlopp i utredningsområdet fördelat på VARO och kommun.

Avrinningsområde	Antal hushåll med enskilda avlopp Uppsala	Antal hushåll med enskilda avlopp Knivsta	Antal hushåll med enskilda avlopp totalt
VARO 1	129	1	130
VARO 2	412	80	492
VARO 3	436	0	436
VARO 4	274	0	274
VARO 5	394	0	394
VARO 6	42	0	42
VARO 7	573	0	273
VARO 8	33	1	34
VARO 9	237	0	237
VARO 10	4	0	4
VARO 11	38	0	38
VARO 12	448	19	467
VARO 13	170	0	170
VARO 14	95	2	97
VARO 15	0	0	0
Summa	3285	103	3388

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Sävjaån

De enskilda avloppen inom utredningsområdet för Sävjaån beräknas, med hänsyn taget till retention i mark, belasta Sävjaån med cirka 700 kg fosfor årligen, se Tabell 11. Om alla avlopp leddes ut direkt från anläggningen till vattendrag via ledningar och ingen retention således kunde ske, skulle belastningen av fosfor från de enskilda avloppen vara ungefär dubbelt så stor.

Tabell 11. Beräknade årliga mängder fosfor från enskilda avlopp inom utredningsområdet som belastar Sävjaån.

Typ av reningsanläggning	Antal hushåll	Belastning (kg/år)	Reduktion anläggning (%)	Utsläpp från anläggning (kg/år)	Retention (kg/år)	Till Sävjaån (kg/år)
Enbart slamavskiljning	343	332	15	283	82	200
Infiltration/markbädd	2021	1957	50	978	480	499
Minireningsverk	401	388	80	78	78	0
Fosforfälla Infiltration/markbädd	75	73	80	15	15	0
Sluten tank + infiltration BDT	390	377	95	19	19	0
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	77	24	90	2	2	0
Endast BDT m rening	62	19	95	1	1	0
Ej indraget vatten	18	0	100	0	0	0
Summa:	3388	3170		1375	676	699

I Tabell 12 nedan redovisas beräknad tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån.

Tabell 12. Beräknad årlig tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom utredningsområdets olika VARO till Sävjaån fördelat på Uppsala och Knivsta kommuner.

Avrinningsområde	Kg P/ år Uppsala	Kg P/ år Knivsta	kg P/ år totalt
VARO 1	41	0	41
VARO 2	92	17	108
VARO 3	83	0	83
VARO 4	46	0	46
VARO 5	87	0	87
VARO 6	9	0	9
VARO 7	122	0	122
VARO 8	12	0	12
VARO 9	43	0	43
VARO 10	1	0	1
VARO 11	9	0	9
VARO 12	74	4	79
VARO 13	39	0	39
VARO 14	20	0	21
VARO 15	0	0	0
Summa	680	20	700

5.1.2 Reningsverk

Gåvsta reningsverk

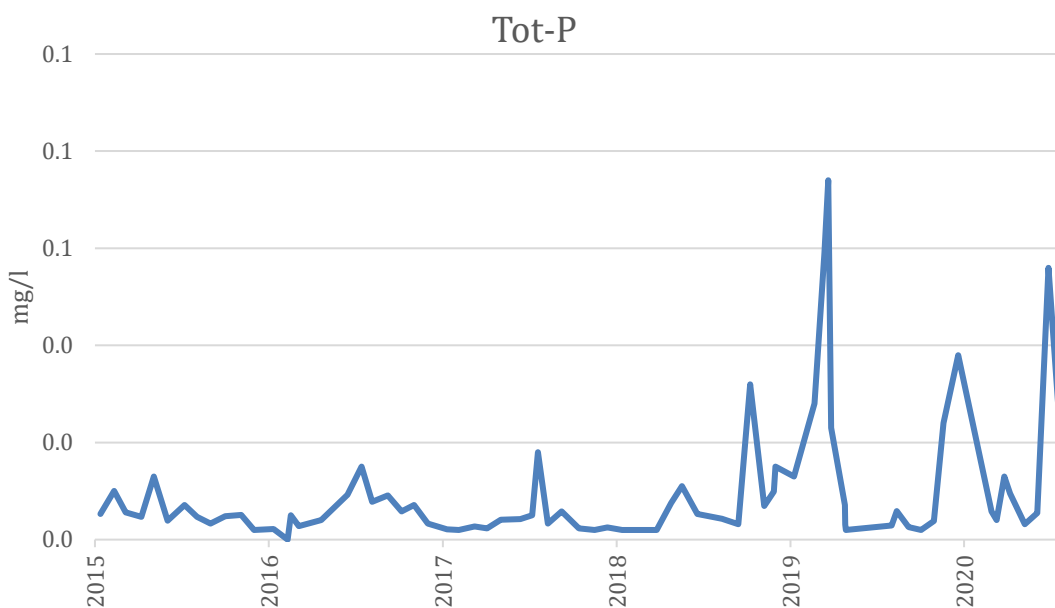
Inom utredningsområdet för Sävjaån inom Uppsala kommun finns ett kommunalt reningsverk – Gåvsta reningsverk. Reningsverket är dimensionerat för 900 personekvivalenter (pe) och har idag cirka 740 anslutna personer. Reningsverket behandlar cirka 300 m³ avloppsvatten/dygn. Recipient för utgående vatten från reningsverket är ett dike som ansluter till Lejstaån vilken senare mynnar i Långsjön. Gåvsta reningsverk ligger inom VARO 7.

Avloppsvattnet behandlas mekaniskt med rensfilter och ett sandfång. Avloppsvattnet renas sedan biologiskt i en luftningsbassäng. Efter bädden följer kemisk fällning med järnklorid och slamavskiljning i en sedimenteringsbassäng. Reningsgraden för fosfor är cirka 98 % och mindre än 10 kg fosfor släpps ut varje år (Tabell 13).

Tabell 13. Utgående halter och mängder BOD, fosfor och kväve från Gåvsta reningsverk samt reningsgrad, årsmedelvärden 2017 och 2018. Uppgifter från Uppsala Vatten och Avfall.

Parameter	Utgående halt mg/l		Utgående mängd kg/år		Reningsgrad	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
BOD ₇	<3	<4	150	475	98 %	94 %
Fosfor	0,03	0,07	1,6	5	99 %	98 %
Kväve	18	23	1400	2200	20 %	20 %

Figur 15 visar utgående halter från Gåvsta ARV under perioden 2015–2020. Halterna ligger ganska jämnt under runt 0,1 mg/l förutom vid några enstaka tillfällen. Dessa provtagningsstillfällen sammanfaller med höga flöden beroende på riklig nederbörd och stort inläckage av dagvatten i ledningsnätet. Höga flöden orsakar slamflykt och ger höga fosforhalter i utgående vatten. Uppsala Vatten och Avfall undersöker om det finns några felkopplingar så att dagvatten leds in i spillvattensystemet, och hoppas kunna minska detta problem i framtiden.



Figur 15. Utgående halter totalfosfor från Gåvsta reningsverk åren 2015–2020.

Under perioden 2017–2019 har inga bräddningar skett vid reningsverket. Bräddningar har dock skett vid några tillfällen från två pumpstationer.

Lagga reningsverk

Ett av de tre mindre kommunala reningsverk som finns i Knivsta, Lagga reningsverk i Lagga kyrkby, ligger inom utredningsområdet för Sävjaån i VARO 2. Reningsverket är dimensionerat för 150 personekvivalenter och ett flöde på 60 m³ per dygn. Vid årsskiftet 2019/2020 var 27 permanentboende personer anslutna. Avloppsvattnet renas i slamavskiljare, öppna markbäddar, dammar och med kemisk fällning. Det behandlade avloppsvattnet mynnar i ett dike som i sin tur mynnar ut i Funboån och vidare till Sävjaån. Producerat slam transporteras vidare till ett annat reningsverk för behandling och omhändertagande (Roslagsvatten, 2019).

Under 2019 var flödet ut från reningsverket totalt 4436 m³. Utgående halter BOD₇ och totalfosfor visas i Tabell 14 tillsammans med beräknad årlig utsläppsmängd. Utgående halter baseras på ett medelvärde av sex stycken provtagningar under 2019. Utgående mängd totalfosfor är knappt 0,5 kg per år.

Tabell 14. Provtagen halt och mängd BOD₇ och totalfosfor i utgående vatten från Lagga reningsverk baserad på sex stycken dygnsstickprov som tagits under 2019 (Roslagsvatten, 2019).

Parameter	Utgående halt [mg/l]	Utgående mängd [kg/år]
BOD ₇	6,5	29
Totalfosfor	0,1	0,44

I VA-planen för Knivsta kommun ingår Lagga kyrkby i ett område med befintlig bebyggelse för vilka allmänt VA planeras att byggas ut under perioden 2022-2026 (Knivsta kommun, 2017).

Lövsta reningsverk

Lövsta avloppsreningsverk tar huvudsakligen emot hushållspillvatten från Lövsta Lantbruksforskning, som är en forskningsstation ägd av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) samt närliggande bostäder och verksamheter. Anläggningen är dimensionerad för 500 pe, och består av ett biosteg, ett kemsteg och en våtmark för efterpolering. Anläggningen ligger inom VARO 2.

Utgående flöde från våtmarken var 52 m³/dygn 2019 och 58 m³/dygn 2020. Utgående mängd fosfor var cirka 0,5 kg per år (Tabell 15).

Tabell 15. Utgående halter och mängder från Lövsta reningsverk. Årsmedelvärden 2019 och 2020. Uppgifter från Uppsala kommun.

Parameter	Utgående halt mg/l		Utgående mängd kg/år	
	2019	2020	2019	2020
BOD ₇	3,1	1,5	57	32
Fosfor	0,02	0,02	0,41	0,5
Kväve	33	39	618	818

Ytterligare avloppsreningsverk enligt EBH-kartan

Enligt Länsstyrelsens karta över potentiellt förorenade områden (EBH-kartan) ska det utöver ovan nämnda avloppsreningsverk även finnas ett avloppsreningsverk i Gunsta, ett i Länna och ett mellan Lindbacken och Skölsta. Dessa reningsverk är numera nedlagda och fastigheterna är anslutna till Kungsängverket.

5.1.3 Hästhållning

Fosfor i hästgödsel

En vuxen häst avger lika mycket fosfor med träck och urin som den tar upp med fodret. Fosformängden i den vuxna hästens träck och urin beror således på hur mycket den äter, vilket i sin tur beror på hästens storlek och hur den används. Till exempel producerar en tävlingshäst på 500 kg 10 kg fosfor, i träck och urin, per år. Det är framförallt träcken som innehåller fosfor, 90 %, och resten, 10 %, återfinns i urinen (Steinbeck, S. m.fl., 1991).

Enligt Jordbruksverket är tumregeln att en 500 kg tung häst producerar 8–10 ton gödsel per år. Varje ton gödsel innehåller cirka 1 kg fosfor vilket innebär att 8–10 kg fosfor genereras per häst och år. Från en ponny i lätt träning är mängden gödsel betydligt mindre och mängden fosfor drygt 5 kg per år.

Fosforläckage från hästgårdar

Kännetecknande för många hästgårdar är att fosformängden i hästgarna ackumuleras. Det beror på att det inte sker något uttag av fosfor från hästgarn. Det hästarna äter återförs till marken med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder i form av hö och kraftfoder. Många hästgarn är dessutom hårt upptrampade och saknar vegetation, speciellt vid grindhål och utfodringsplatser. I en studie har man från ett antal rastfällor för hästar i Uppsalatrakten gjort mätningar på fosforläckage (Parvage, M. M., u.å.). Rastfällorna har haft varierande lerhalt och olika antal hästar. Den bedömda tillförda mängden fosfor i rastfällorna per hektar var 60 kg/år, vilket kan jämföras med den tillåtna mängden organiska gödselmedel på åkermark som är 22 kg per hektar och år för (SJVFS 2015:21). I studien framkom att fosforläckage från rastfällorna var i genomsnitt 1,1 kg per hektar. Från åkermark kan förlustnivån variera mellan 0,03–1,5 kg/hektar och år med medelvärdet 0,4 kg/hektar och från vanlig betesmark är medelvärdet 0,1 kg fosfor per hektar, Tabell 16. För att inte överskrida den maximala gränsen för spridning av fosfor med stallgödsel på 22 kg så kan man ha en hästäthet på max 2,5 hästar per hektar (Larsson, M., 2018).

Tabell 16. Beräknat fosforläckage från hästgårdar vid olika markanvändning.

Markanvändning	Fosforläckage kg P/ha år
Hästrastfällor (Parvage, M. M. m.fl., 2011)	1,1
Betesmark (Brandt, M. och Ulén, B., 1988)	0,1
Åkermark (Jordbruksverket, 2008)	0,4

Faktorer som påverkar fosforläckage från betesmark är jordart, topografi, ytvattenhantering (om ytvatten rinner in i hagen från omgivningen) och dräneringsförhållanden med öppna och täckta diken samt skyddsåtgärder för kvarhållning av avrinnande vatten och fosfor. Hur intensivt hagarna utnyttjas och sköts påverkar också i hög grad.

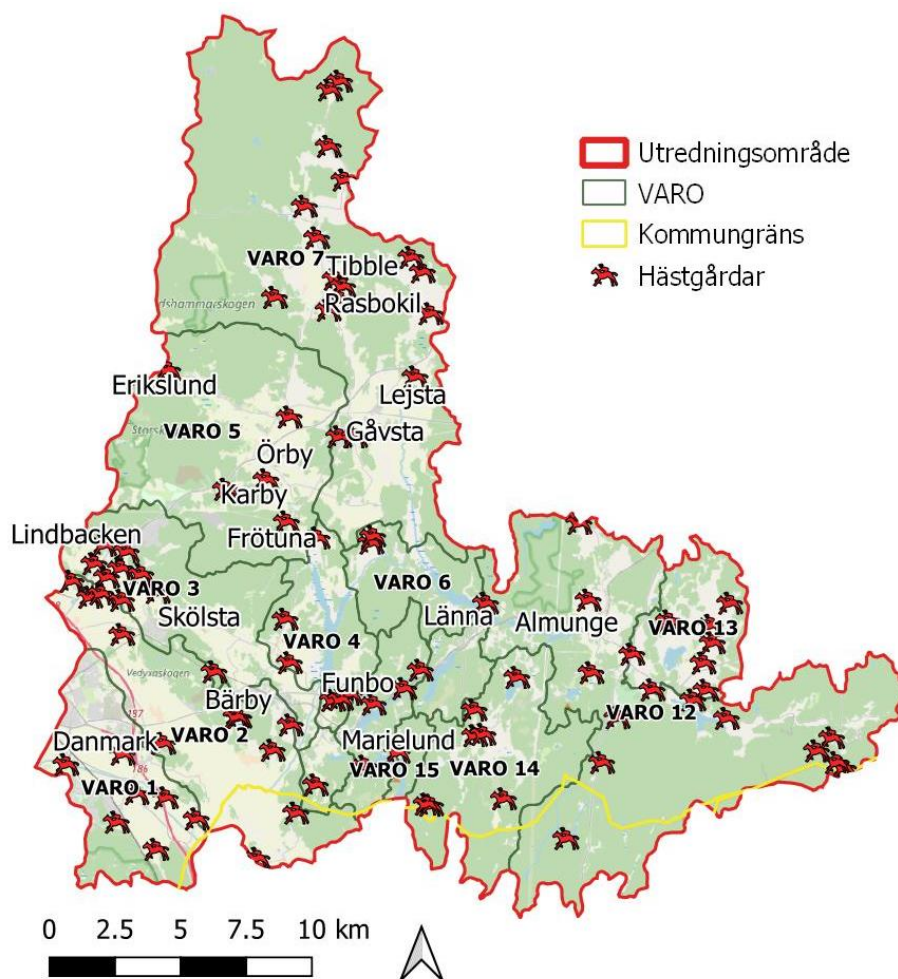
Om vuxna hästar på sommarbete inte tillskottsodras, är det balans mellan upptag av fosfor och återförd fosfor genom gödseln. Däremot kan en rumslig omfördelning ske inom hagen.



Figur 16. Under regniga höstar är risken för trampskador stora i grindhål och vid utfodringsplatser. Foto: Barbro Beck-Friis, WRS.

Resultat

91 hästgårdar har identifierats inom utredningsområdet för Sävjaån (Figur 17).



Figur 17. Identifierade hästgårdar inom utredningsområdet för Sävjaån, 91 stycken. De mörkgröna linjerna visar gränser för respektive VARO som ingått i utredningen och gul linje är kommungränsen mellan Uppsala och Knivsta. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Uppskattat antal hästgårdar och antal hästar per VARO inom utredningsområdet för Sävjaån visas också i Tabell 17.

Tabell 17. Uppskattat antal hästgårdar och antal hästar inom utredningsområdet för Sävjaån.

Avrinningsområde	Antal hästgårdar	Antal hästar
VARO 1	6	50
VARO 2	11	90
VARO 3	10	117
VARO 4	6	31
VARO 5	5	48
VARO 6	2	15
VARO 7	17	119
VARO 8	1	3
VARO 9	4	18
VARO 10	1	5
VARO 11	0	0
VARO 12	13	111
VARO 13	8	90
VARO 14	7	68
VARO 15	0	0
Summa	91	765

Drygt 30 av dessa gårdar, med tillsammans cirka 300 hästar, har gödselplatsen närmare än hundra meter från Sävjaån, större diken eller biflöden. Ytterligare cirka 10 gårdar med cirka 100 hästar har rastfällor närmare än 100 m från större diken eller vattendrag som leder till Sävjaån.



Figur 18. Det är inte ovanligt att hästhagar ligger nära diken, vattendrag eller sjöar.

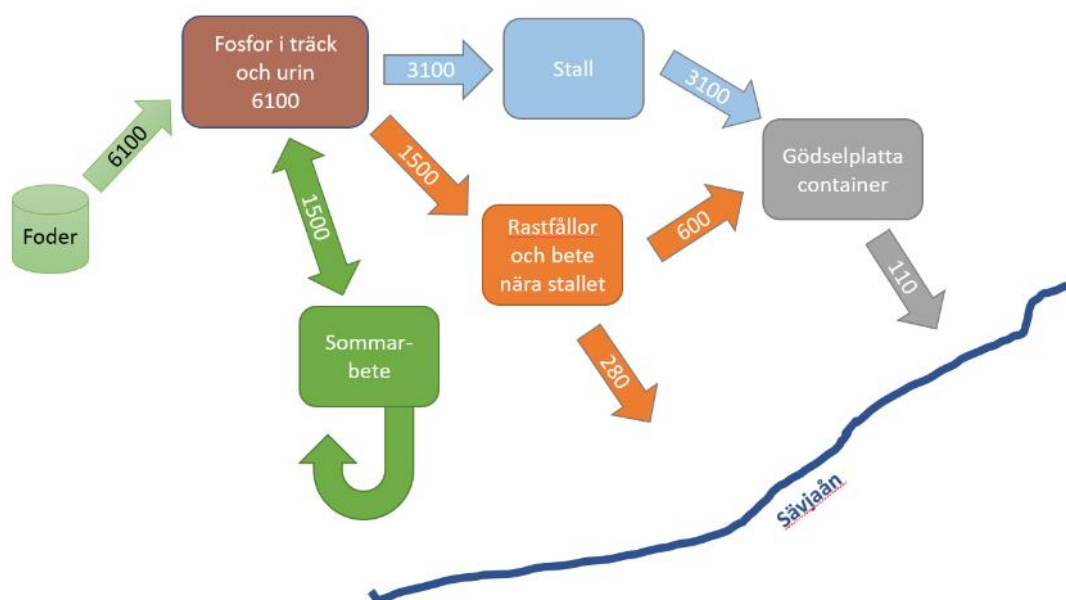
I inventeringen identifierades 91 hästgårdar inom utredningsområdet för Sävjaån. Cirka åtta-tio av dessa bedöms medföra särskilt hög risk för fosforläckage, på grund av närhet till diken och vattendrag som leder till Sävjaån.

Det totala antalet hästar inom utredningsområdet för Sävjaån uppskattades till cirka 750 – 800 stycken.

Gödseln från hästgårdar i Sävjaåns avrinningsområde innehåller drygt 6 ton fosfor per år. Av detta antas cirka hälften hamna inne i stallet och flyttas vidare till gödselplatta, en fjärdedel i rastfällor och beten nära stallet, och en fjärdedel ute på sommarbetet (Figur 19). Rastgårdar och beten nära stallet antas mockas till 40 % (se avsnitt 4.1.2). Läckage från gödselhantering och rastgårdar beräknas till nästan 400 kg/år (Tabell 18).

Tabell 18. Uppskattad årlig fosforbudget i kg för hästhållningen inom Sävjaåns avrinningsområde (ARO) beräknat för 765 hästar.

Fosforbudget hästhållning	Totalt kg P/år
Träck och urin totalt	6100
Till gödselplatta/container (mockning inne och ute)	3700
Kvar i rastfällor och beten nära stallet efter mockning	900
Gödsel i hage sommarbete	1500
Läckage gödselplatta	110
Läckage från rastfällor och beten nära stallet	280
Totalt läckage hästverksamheten	390



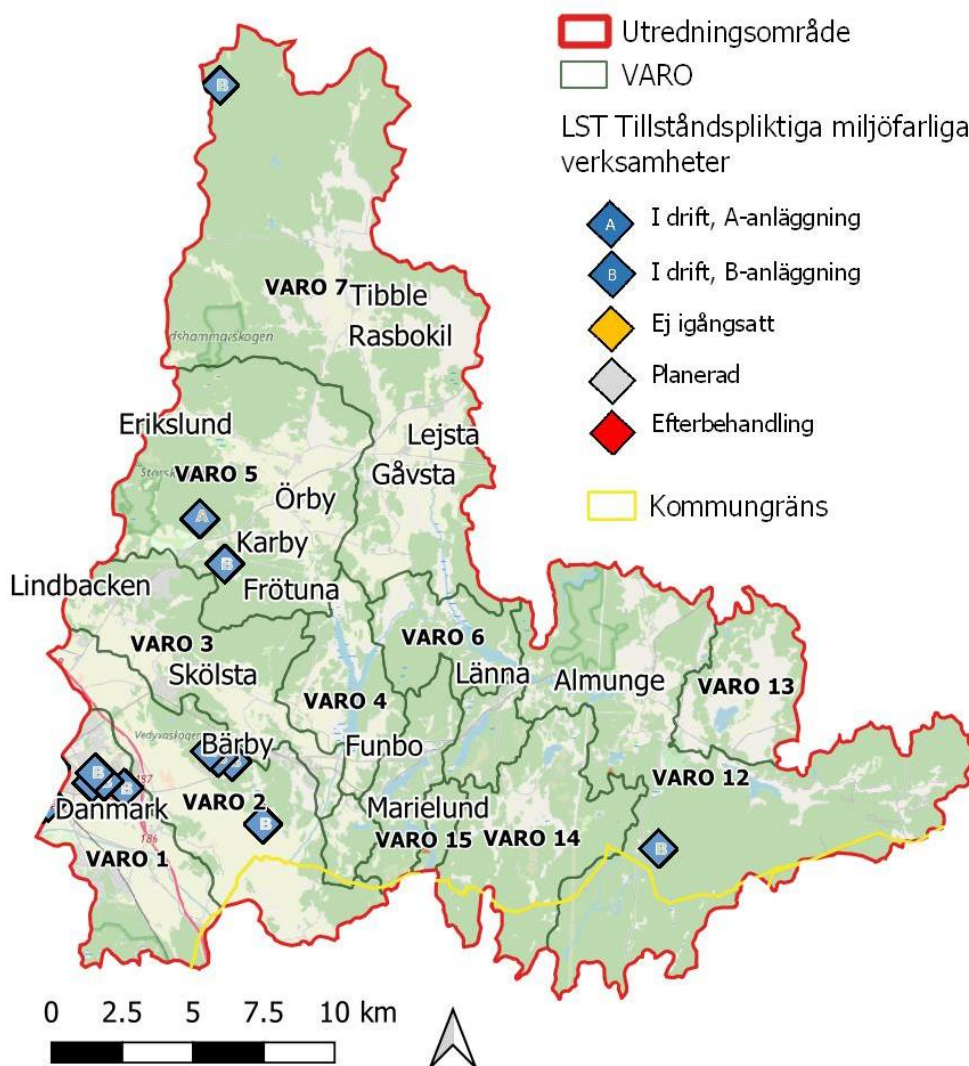
Figur 19. Fosforbudget (kg/år). Uppskattad mängd fosfor i träck och urin från hästar i Sävjaåns avrinningsområde årligen, hur denna mängd fördelas till stall, rastfällor/bete nära stallet samt till sommarbete, och hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Sävjaån. I beräkningarna har för sommarbetet antagits en balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

5.1.4 Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

Inom utredningsområdet för Sävjaån finns 12 stycken verksamheter som av Länsstyrelsen klassas som tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet. Av dessa har 11 stycken provningspliktkategori B och en har provningsplikt i kategori A (Figur 35). Bland annat finns industriell tillverkning genom kemisk eller biologisk reaktion av kväveinnehållande organiska föreningar utanför Fyrislund. Deponier finns i Vedyxa. Övriga nämnda verksamheter förväntas inte släppa ut eller läcka någon fosfor till Sävjaån.

Hovgårdens avfallsanläggning för farligt avfall är den enda tillståndspliktiga verksamheten i kategori A. Vad gäller fosforutsläpp överskrider inte några gränsvärden enligt en miljörapport från Uppsala Vatten och Avfall (2018).

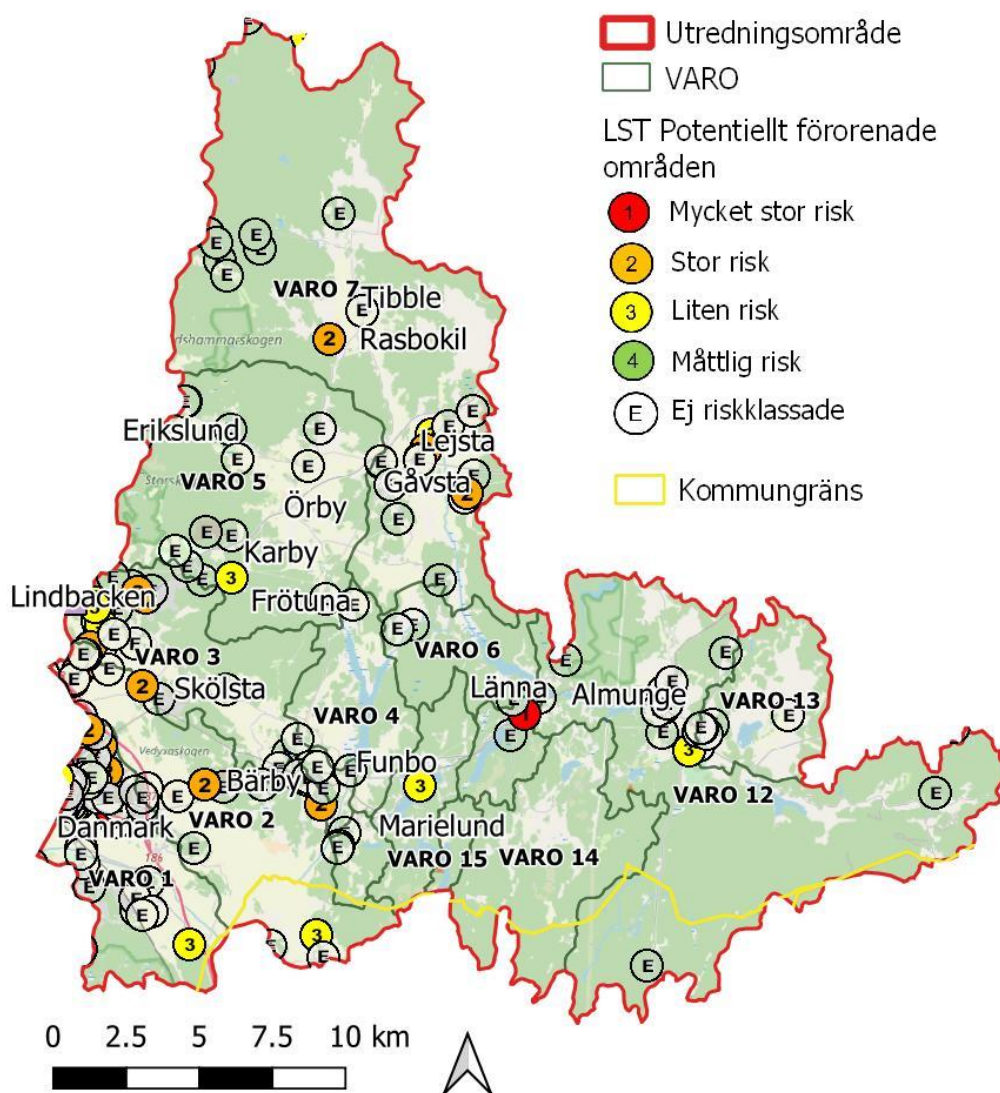
En bergtäkt finns söder om Hovgårdens avfallsanläggning samt även längst i norr inom Sävjaåns utredningsområde. Ytterligare en bergtäkt finns cirka fem kilometer söder om Almunge. Från en bergtäkt kan det ske avsevärda läckage av främst kväve som kan bidra till eutrofiering i recipienten. Det finns dock i nuläget inget förbättringsbehov för kvävehalten i Sävjaån.



Figur 20. Det finns 12 stycken verksamheter med tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet inom utredningsområdet för Sävjaån (Länsstyrelserna, 2021). Bakgrundskarta: ©OpenStreetMap, bidragsgivare.

Det finns 190 områden som enligt Länsstyrelsens karta över förorenade områden är potentiellt eller konstaterat förorenade inom Sävjaåns utredningsområde (Figur 21). Det handlar om avfallsdeponier för icke-farligt avfall, avloppsreningsverk (beskrivs i avsnitt 5.1.2), bilverkstäder och bilskrotor, gruvor och upplag, deponier, kemtvätt, motorbanor, plantskolor, skjutbanor och industrier med mera. Ett område av dessa har bedömts innebära mycket hög risk, i Länna (röd nr. 1). Detta har historiskt varit en masugn som sedan blev ett sågverk och som nu är en dryckeshandel.

Inget av dessa förorenade områden bedöms bidra till fosforbelastningen på Sävjaån, med undantag för avloppsreningsverken som beskrivits i avsnitt 5.1.2 ovan. Det kan dock uppmärksammas att växtskyddsmedel som används i växthus har påträffats i ytvatten nedströms växthus på flertal platser, bland annat enligt en rapport om svenska växthusvatten från Hushållningssällskapet Skåne (2019). Det innebär att plantskolor vars odling inte sker i helt täta system även kan läcka fosfor. Med dagens kunskapsläge har det dock inte kunnat kvantifieras för denna utredning.

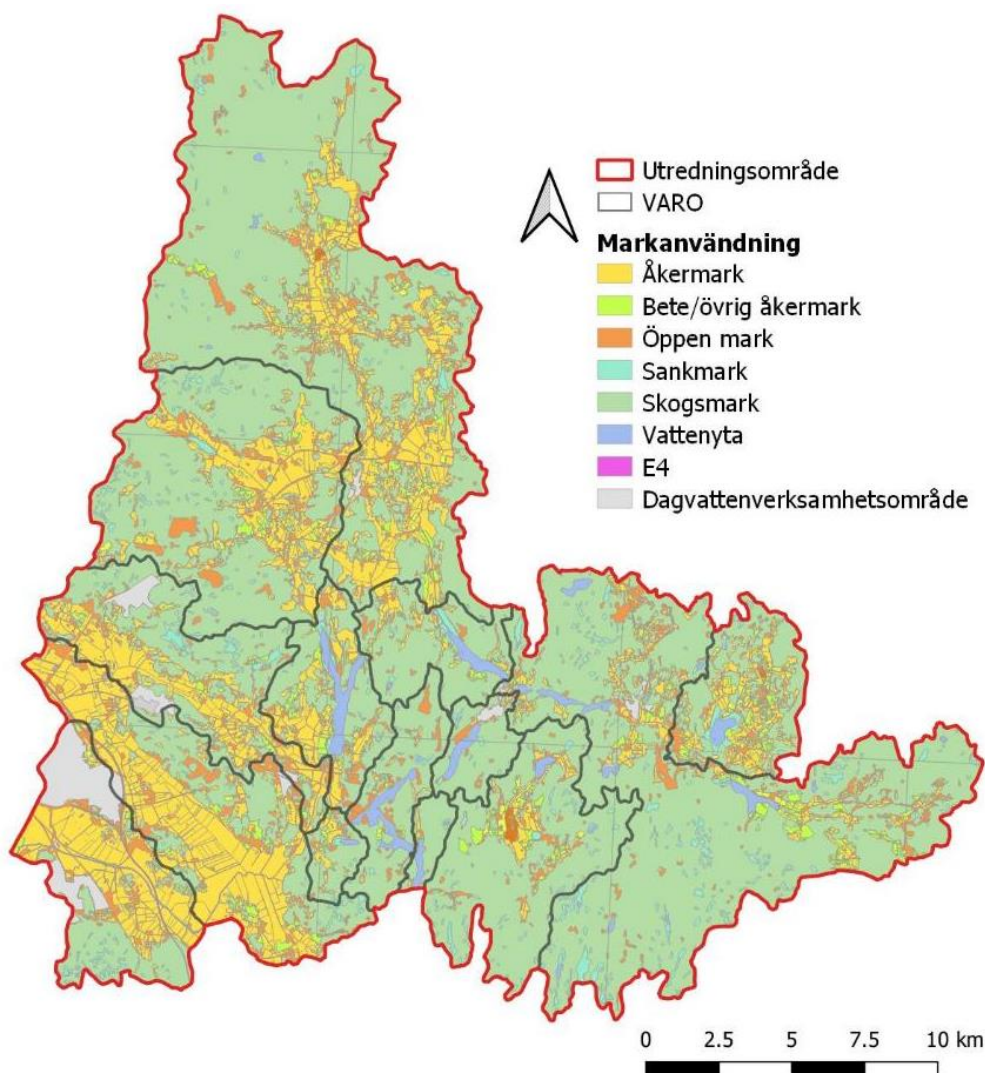


Figur 21. Potentiella och konstaterade förorenade områden inom Sävjaåns utredningsområde. Området med mycket hög risk, i Länna (röd nr. 1), var historiskt en masugn som sedan blev ett sågverk och som nu är en dryckeshandel. Källa: (EBH-kartan, 2021). Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

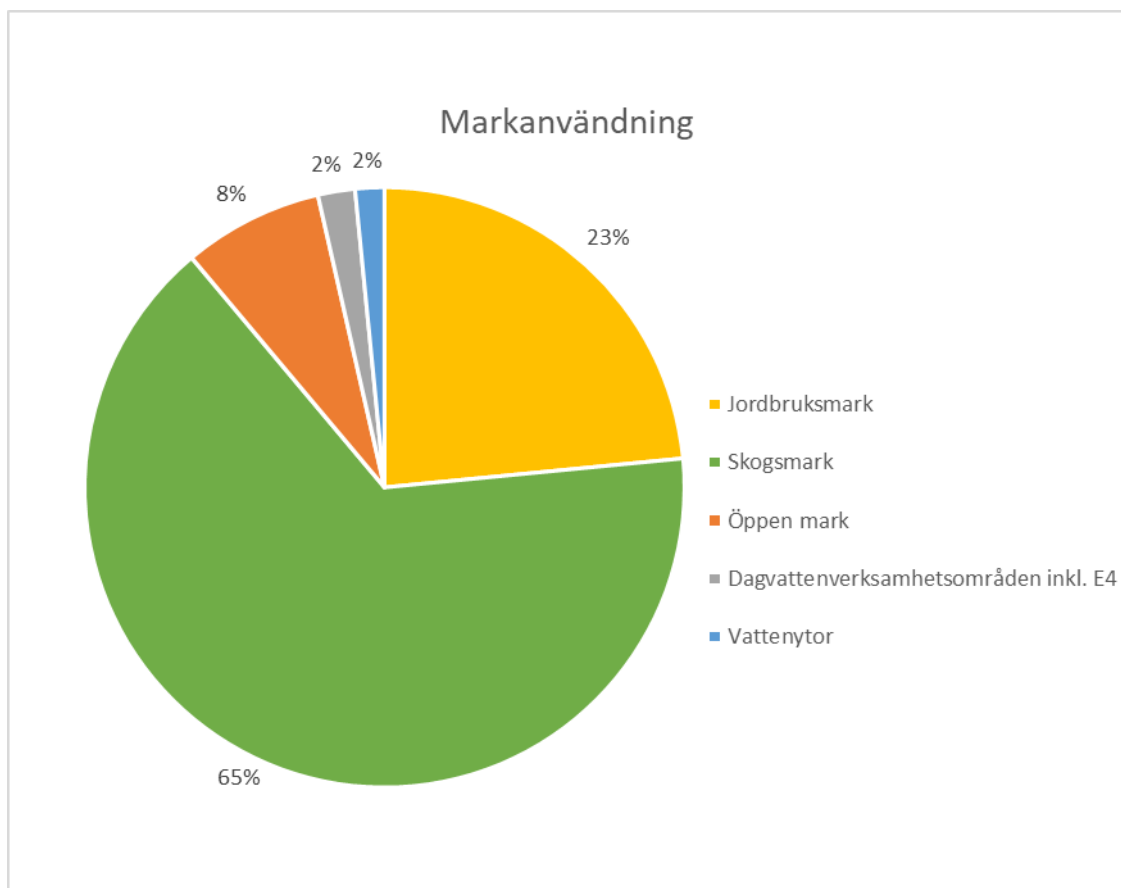
5.2 Diffusa källor

I detta avsnitt redovisas modellerad tillförsel av fosfor från diffusa källor indelat på jordbruksmark, skogsmark respektive sankmark samt öppen mark. Avsnittet beskriver även tillförseln av fosfor via dagvatten samt tillförsel av andra dagvattenföroreningar. För vattenytor inom avrinningsområdena har atmosfärisk deposition av fosfor beräknats.

Utredningsområdets totala yta uppgår till 525 km². Figur 22 åskådliggör översiktligt hur markanvändningen fördelas inom området och varje VARO. Skogsmark utgör den största andelen (65 %) av den totala markanvändningen (Figur 23) och dominerar framförallt i avrinningsområdets mest uppströms belägna områden. Jordbruksmark är den näst vanligaste markanvändningen (23 %) och dominerar framförallt längs vattendrag och i de nedströms belägna avrinningsområdena. Resterande markkategorier (öppen mark och vattenytor) utgör mindre andelar av området. De områden som bidrar med dagvatten motsvarar totalt 2 % av markanvändning, där Uppsala, Sävja och E4:an är de största ytorna vilka bidrar med störst fosfortillförsel (se avsnitt 5.2.5). Tabell 19 sammanställer markanvändningen för de ingående VARO.



Figur 22. Markanvändning inom utredningsområdet för Sävjaån med de 15 ingående vattenförekomstavrinningsområdena (VARO) för beräkning av diffusa källor. Inga detaljer går att utläsa av figuren med anledning av områdets storlek och skala. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.



Figur 23. Fördelning av markanvändning inom utredningsområdet, totala yta 525 km².

Tabell 19. Markanvändning fördelat på vattenförekomstavrinningsområde (VARO) inom utredningsområdet.

VARO	Jordbruksmark ha	Skogsmark ha	Öppen mark ha	DV-verksamhets- områden inkl. E4 ha	Vattenytor ha	Totalt ha
VARO 1	1306	855	312	696	21	3190
VARO 2	2563	1399	575	46	5,1	4588
VARO 3	1186	1811	343	200	0,33	3541
VARO 4	608	944	187	0	170	1908
VARO 5	1516	4100	536	0	1,6	6154
VARO 6	205	1255	94	0	85	1638
VARO 7	2703	8819	775	24	18	12 340
VARO 8	88	324	36	0	10	458
VARO 9	60	1094	132	0	133	1418
VARO 10	13	291	10	0	40	354
VARO 11	12	600	45	38	63	758
VARO 12	977	8770	526	46	198	10 516
VARO 13	675	1065	222	0	49	2011
VARO 14	397	2993	166	0	29	3585
VARO 15	0	1	0	0	0,27	1,3
Totalt	12 310	34 320	3 960	1 050	825	52 500
Andel (%)	23	65	8	2	2	

Tabell 20 visar fördelningen av fosforbelastning för de diffusa källorna. Sammantaget uppgår den modellerade fosforbelastningen för hela området till 11,7 ton per år, där jordbruksmark är den största bidragande källan och står för 85 % av den diffusa belastningen. Den externa (diffusa) fosforbelastningen är som störst för VARO 7 och 2 med nästan 2,4 ton per år vardera. VARO 1 är det tredje mest belastande området, med 1,8 ton per år. Om belastningen sätts i relation till ytan för varje VARO är fosforläckaget som störst för mark i VARO 1 och 2 vilket beror på stor andel jordbruksmark och/eller urban mark (dagvatten) i dessa områden.

Tabell 20. Fosforbelastning (kg/år) per vattenförekomstavrinningsområde (VARO) inom utredningsområdet för diffusa källor: jordbruksmark, skogsmark, öppen mark, dagvattenverksamhetsområden (inklusive E4) samt atmosfärisk deposition av fosfor.

VARO	Jordbruksmark kg/år	Skogsmark kg/år	Öppen mark kg/år	DV-verksamhets- områden inkl. E4 kg/år	Atm. P-deposition kg/år	Totalt kg/år
VARO 1	1248	22	15	516	1,1	1802
VARO 2	2262	36	28	30	0,26	2357
VARO 3	979	47	16	72	0,016	1114
VARO 4	446	25	9,0	0	8,5	488
VARO 5	1240	107	26	0	0,079	1373
VARO 6	156	33	4,5	0	4,2	197
VARO 7	2104	229	37	10	0,92	2382
VARO 8	60	8	1,7	0	0,52	70
VARO 9	42	28	6,3	0	6,6	83
VARO 10	9,1	8	0,49	0	2,0	19
VARO 11	10	16	2,2	17	3,2	48
VARO 12	576	228	25	19	9,9	858
VARO 13	471	28	11	0	2,5	512
VARO 14	271	78	8,0	0	1,5	358
VARO 15	0	0,026	0	0	0,013	0,040
Totalt	9873	892	190	664	41	11 661
Andel (%)	85	8	2	6	0,35	

Åtgärder som redan vidtagits inom området, exempelvis odlingsfria kantzoner och strukturkalkning, är inte inräknade i denna beräkning. Det gäller även den rening som sker i anlagda våtmarker inom jordbrukslandskapet samt dagvattenrelaterade dammar. Befintliga åtgärders avskiljningsförmåga och deras bidrag till rening redogörs i avsnitt 5.4 *befintliga åtgärder inom utredningsområdet*. Åtgärdernas rening räknas sedan bort från den externa bruttobelastningen för att få fram en nettobelastning, vilket beskrivs i avsnitt 5.5.

I följande avsnitt redovisas beräknad fosforbelastningen för området indelat per markanvändningskategori.

5.2.1 Jordbruksmark

Fosforläckage från jordbruksmark påverkas av många faktorer och lokala förutsättningar, inte minst jordart, avrinning och val av gröda. Vid beräkning av jordbruksläckage användes SMED:s framtagna läckagekoefficienter för regionen (Johnsson m.fl., 2019). Baserat på markens jordartsfördelning och regionens genomsnittliga läckagekoefficient, oavsett val av gröda, beräknades fosforläckage för åkermark. För mark tillhörande bete/övrig åkermark beräknades

läckaget på samma sätt men baserat på kategorin vall som läckagekoefficient. Fosforläckage i relation till gröda har inte tillämpats i denna utredning då det inte anses relevant då val av gröda ändras över tid.

Inom utredningsområdet totala area på 525 km² utgör jordbruksmark 123 km² (23 %) och utgörs av åkermark och bete/övrig åkermark, baserat på jordbruksblockdata från Jordbruksverket (2020). Som tidigare beskrivits varierar andelen jordbruksmark mellan de ingående VARO. Sett till respektive områdes markanvändning dominerar andelen jordbruksmark inom framförallt VARO 1–2 men finns till stor utsträckning även i VARO 3–5, 7 och 13, se Figur 22 och Tabell 19.

Av jordbruksmarkens 123 km² är 83 % produktiv åkermark och resterande 17 % utgör bete/övrig åkermark. Totalt beräknades jordbruksmarken årligen tillföra cirka 9,9 ton fosfor till Sävjaån, se Tabell 20 för uppdelning per VARO. Åkermarken står för cirka 9,2 ton per år. Även om jordbruksmark inte är den dominerande markanvändningen så bidrar läckage från denna mark med störst mängd fosfor till recipienterna, se Tabell 20, vilket förklaras av läckagekoefficienterna. Åkermarkens läckagekoefficient för utredningsområdet är i medel 0,91 kg P/ha och år och varierar mellan 0,76 till 1,03 kg P/ha och år för olika VARO. Variationen av läckagekoefficient beror på åkermarkens jordartsfördelning. Lerjordar dominerar inom åkermarken, vilka är de jordar som har störst modellerade läckagekoefficient av fosfor. Åkermarken i området domineras av ”silty clay”, ”clay”, ”silty clay loam” samt ”clay loam”. Medelfosforläckaget för regionen är 0,87 kg/ha och år enligt SMED (Johnsson m.fl., 2019). Utredningsområdets beräknade medelläckagekoefficient avviker följaktligen inte nämnvärt från regionens medelvärde.

Av jordbruksmarkens årliga tillförsel av 9,9 ton fosfor utgör bete/övrig åkermark en mindre del, 0,68 ton per år. Medelfosforläckaget för denna markkategori beräknades till 0,34 kg P/ha och år för området. Läckaget varierade mellan de olika VARO med som lägst 0,25 kg P/ha och år till som högst 0,40 kg P/ha och år. Detta är jämförbart med SMED:s beräknade medelläckage för regionen av vall på 0,36 kg P/ha och år (Johnsson m.fl., 2019). Likt åkermarken i området dominerar lerjordar även på mark brukad som bete/övrig åkermark, där följande jordar dominerar i fallande ordning ”silty clay”, ”silty clay loam”, ”clay” och ”clay loam”.

5.2.2 Skogsmark och sankmark

Skogsmark och sankmark bidrar likt jordbruksmark med fosforläckage även om det specifika läckaget är betydligt lägre. För regionen är fosforläckage för dessa två markanvändningskategorier 0,013 mg/l och år (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b). Beräknat med en specifik avrinning (medel av perioden 1981-2010) för området på 200 mm/år (SMHI, 2020b) resulterar det i en tillförsel på cirka 0,026 kg P/ha och år för skogs- respektive sankmark. Inom utredningsområdet finns cirka 343 km² skogs- och sankmark där merparten är skogsmark och årligen bidrar med en fosfortillförsel motsvarande 892 kg. Fördelningen av skogs- respektive sankmark varierar mellan VARO men bägge markanvändningar har störst relativ andel av den totala arealen framförallt i de mest uppströms belägna VARO som domineras av skogsmark. VARO 5, 7 och 12 har alla stora arealer skogs- och sankmark och således även de större beräknade mängderna fosfor från dessa marker. Trots detta är belastningen från skogs- och sankmarker liten i relation till den totala belastningen i dessa VARO, jordbruket står ändå för den största delen. Tabell 20 sammanställer fosforläckaget från skogs- och sankmark för respektive VARO.

5.2.3 Öppen mark

Öppen mark är den mark som inte ingår i någon av de övriga markkategorierna. Generellt representerar öppen mark obrukade grönytor och vägkanter samt glesbebyggda områden utanför verksamhetsområde för dagvatten. Öppen mark omfattar totalt cirka 40 km² vilket är en mindre andel (8 %) av områdets markanvändning, se Tabell 19. Fosfortillförseln från öppen mark beräknades på samma sätt som för skogs- och sankmark, baserat på en medelhalt på 0,024 mg/l och år. Detta resulterade i en fosfortillförsel på 0,048 kg/ha och år för öppen mark i området motsvarande en årlig belastning på 190 kg.

5.2.4 Atmosfärisk deposition av fosfor

För årlig atmosfärisk deposition av fosfor användes mängden 5 kg/km², vilket används inom HELCOM vid beräkning av deposition av fosfor till Östersjön (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018). Då utredningsområdet ligger i nära anslutning till Östersjön anses belastningen vara representativ även här. Totala vattenytan inom området uppgår till 825 ha, där de största enskilda ytorna utgör sjöar och den årliga atmosfärisk deposition av fosfor har beräknats till 41 kg. Några av de stora sjöarna är Funbosjön, Trehörningen, Nedre- och Övre Långsjön, Lötsjön och Södersjön. Atmosfärisk deposition av fosfor kan variera mycket enligt Karlsson och Phil Karlsson (2018), vilket gör beräkningen osäker men samtidigt är belastningen från atmosfärisk deposition liten i jämförelsen med bidragen från andra källor.

5.2.5 Dagvatten

Utifrån markanvändning och årsmedelnederbörd har den årliga fosformängden i dagvatten innan befintlig och planerad rening inom dagvattenverksamhetsområdena och E4:an beräknats till 660 kg (Tabell 21)), varav 420 kg (cirka 64 %) kommer från Uppsala tätort. Därefter är fosforbelastningen störst för E4:an (62 kg/år; 9 %), Sävja (49 kg/år; 7 %), Lindbacken (38 kg/år; 6 %) och Skölsta (33 kg/år; 5%). För E4:an bör dock observeras att det faktiska utsläppet till recipienterna sannolikt är betydligt lägre på grund av fastläggning av dagvattenburna föroreningar i vägslänter och vägdiken (Andersson, J. m.fl., 2018) som inte tas hänsyn till i schablonhalter i Stormtac.

Tabell 21. Föroreningsbelastning (kg/år) för dagvattenverksamhetsområdena samt E4:an inom Sävjaåns avrinningsområde. Avrundade till 2 värdesiffror.

Område	P
Almunge	17
Gunsta	12
Gåvsta	10
Lindbacken	38
Länna	18
Skölsta*	33
Sävja**	49
Uppsala**	420
E4:an***	62
Total	660

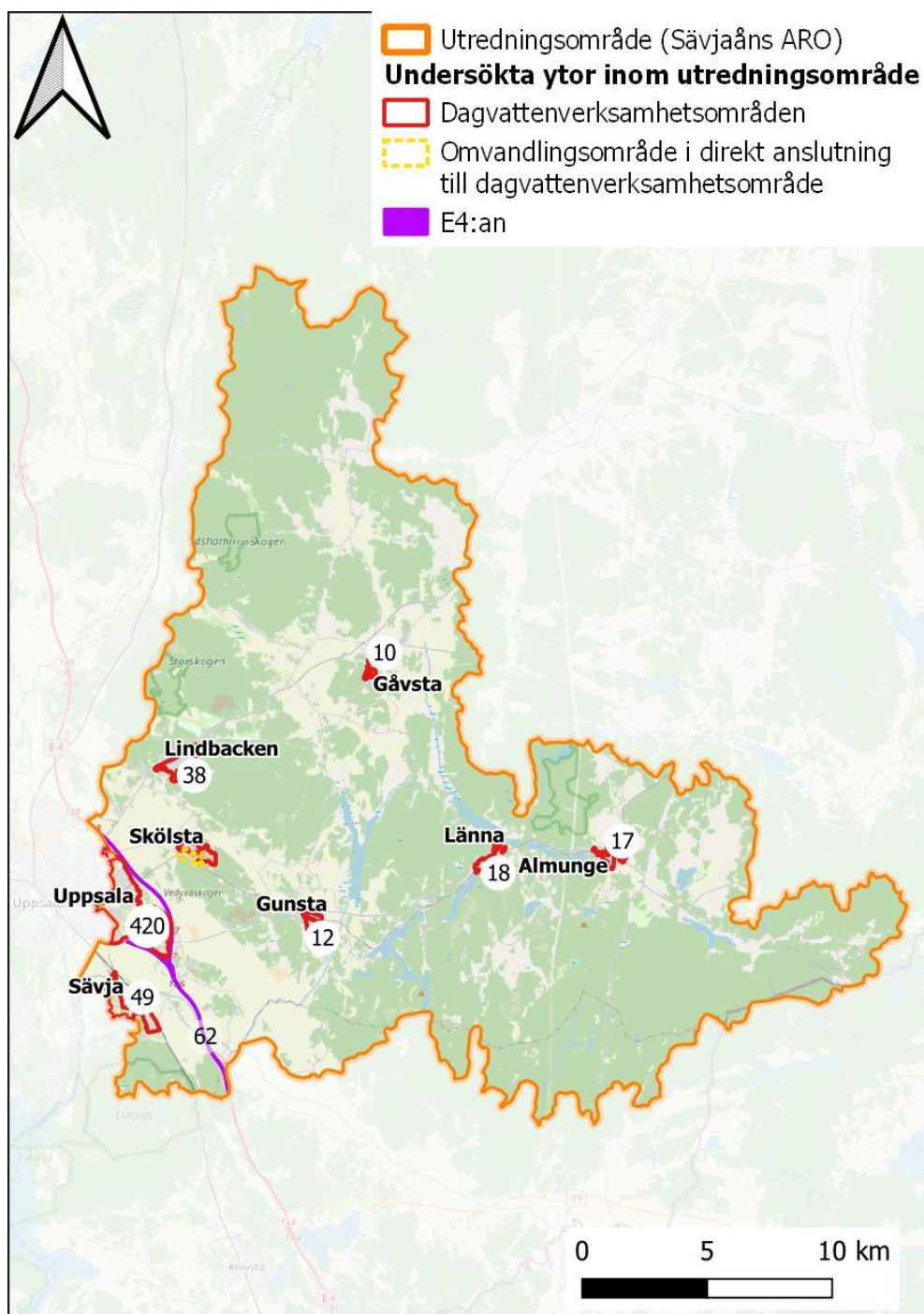
*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill dagvattenverksamhetsområdet

** Siffror framtagna genom att lägga ihop föroreningsbelastning beräknad av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015) med föroreningsbelastning för de områden som saknades i Uppsala Vattens beräkningar.

*** Mängder på E4:an tar ingen hänsyn till avskiljning i vägslänter och diken och är därmed sannolik en överskattning

Av andra undersökta föroreningar uppgår exempelvis mängden kväve till 5 300 kg/år, koppar 93 kg/år och zink 480 kg/år (Tabell 21).

Fosforbelastningen per område innan befintlig och planerad rening ses i Figur 24.



Figur 24. Belastning av fosfor (angivet i cirklarna i [kg/år]) från de olika dagvattenverksamhetsområdena och E4:an. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

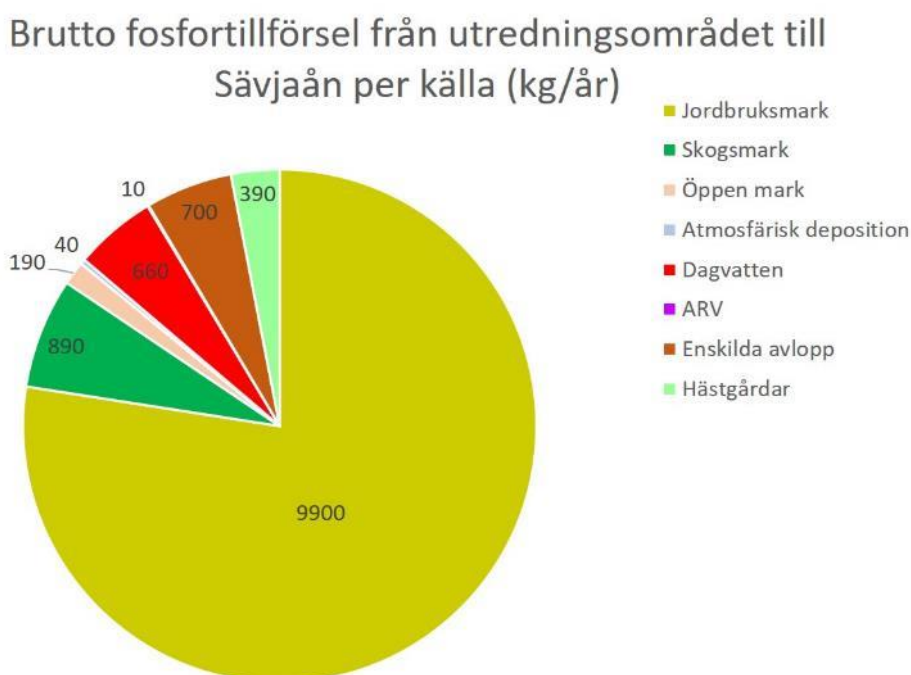
5.3 Sammanfattande slutsatser kring bruttotillförseln av fosfor

Jordbruksmarken beräknas tillföra cirka 9,9 ton fosfor per år till Sävjaån. Bidraget från skogs- och skogsbruksmark beräknas till cirka 890 kg per år. Näringsförlust från övrig öppen mark har

beräknats till cirka 190 kg per år. Atmosfärisk deposition på vattenytor har uppskattats till cirka 40 kg per år. Verksamhetsområden för dagvatten och E4:an beräknas bidra med 660 kg fosfor per år. Bidragen från diffusa källor blir således sammantaget cirka 11,7 ton fosfor per år.

Från punktkällor belastas Sävjaån med cirka 10 kg fosfor per år från Gåvsta avloppsreningsverk och de övriga små reningsverken. Enskilda avlopp beräknas bidra med cirka 700 kg fosfor per år. Hästgårdar uppskattas bidra med 390 kg fosfor per år.

Den samlade tillförseln från punkt- och diffusa källor till avrinningsområdet i denna utredning beräknas således till cirka 12,8 ton per år. Jordbruksmarken står för drygt ¾ av tillförseln (Figur 25). Skogsmark är det näst största bidraget med cirka 7 %. Bidragen från enskilda avlopp motsvarar cirka 5 % av totalbelastningen.



Figur 25. Fördelning av årlig bruttotillförsel av fosfor (kg/år) från olika diffusa källor och punktkällor i utredningsområdet.

5.4 Genomförda åtgärder inom utredningsområdet

5.4.1 Åtgärder avseende punktkällor

Tillsyn av enskilda avlopp pågår kontinuerligt och bristfälliga avlopp åtgärdas som ett resultat av den tillsynen. När VA-verksamhetsområden utökas och enskilda avlopp ansluts till de kommunala reningsverken minskar utsläppen från enskilda avlopp lokalt och det utsläpp som ändå sker hamnar på en annan plats via utgående vatten från reningsverket. I beräkningarna av avloppens påverkan på Sävjaån har vi utgått från kommunens register över status på enskilda avlopp, och därmed bör hänsyn ha tagits till eventuella tidigare åtgärder rörande enskilda avlopp.

Reningsverkens reningsresultat sammanfattas i årsrapporter och eventuella brister uppmärksammas i samband med detta. Begränsningsvärde för utsläpp (oftast mätt som en halt) finns i reningsverkens utsläppstillstånd. Som beskrivits i avsnitt 5.1.2 har några mindre

reningsverk lagts ner de senaste åren och de anslutna hushållen har anslutits till Kungsängsverket som har en högre reningsgrad och som ligger utanför utredningsområdet.

Tillsyn av miljöfarlig verksamhet görs av länsstyrelsen. Alla verksamheter som måste ha tillstånd för att bedriva sin verksamhet är skyldiga att årligen lämna in en miljörapport. Vid misstanke om att den miljöfarliga verksamheten inte följer bestämmelser i miljöbalken anmäls detta till Polismyndigheten eller Åklagarmyndigheten.

5.4.2 Platsspecifika åtgärder inom jordbruket

Genomförda åtgärder inom jordbruket

Inom utredningsområdet för Sävjaån finns idag flera befintliga platsspecifika åtgärder/våtmarksområden (Figur 26) som främst är anlagd för näringsreduktion men också för att gynna biologisk mångfald med ersättning från Jordbruksverket (SMHI, 2020a). I denna utredning har markanvändning tagits fram och fosfortillförsel beräknats för tillrinnande mark för dessa våtmarker på samma sätt som tidigare beskriven metodik. Våtmarkernas potentiella avskiljning av fosfor har beräknats på samma sätt som för de föreslagna åtgärder som tagits fram i och med denna utredning (om inte annat anges), se avsnitt 11.3. Samtliga platser har besökts i fält under våren 2021 där det kunde fastställas att en av våtmarken som enligt registret skulle ha anlagts 2019 inte fanns ännu. Det saknas uppgifter om anledningen till att denna våtmark inte är/har blivit anlagd. Den aktuella platsen ligger nordväst om sjön Fladen inom VARO 13 och beskrivs inte närmare i denna utredning.

De anlagda våtmarkerna och fosfordammarna med ersättning från Jordbruksverket beskrivs nedan och potentiell avskiljning redovisas i Tabell 22.



Figur 26. Position av genomförda och planerade åtgärder mot närsaltsförluster från jordbruket. Källa SJV. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 22. Befintliga åtgärder anlagda för näringsreduktion samt biologisk mångfald med ersättning från Jordbruksverket (SMHI, 2020a). Platsernas tillrinningsområde, årlig fosfortillförsel samt potentiella avskiljning har karterats och beräknats.

WRS namn	VARO	Åtgärdsyta (ha)	Tillrinningsområde (ha)	Beräknad fosfortillförsel (kg/år)	Beräknad potentiell avskiljning (kg/år)
04_bef_01	4	10	125	41	18
04_bef_02	4	0,25	60	25	11
07_bef_01	7	0,53	9,6	2	0,9
12_bef_01	12	2,3	378	51	22
14_bef_01	14	5,9	69	2	0,80
Summa					53

Frötuna våtmark (04_bef_01)

Strax norr om inloppet till Frötunaviken i Funbosjön har en större våtmark anlagts med jordbruksstöd under år 2014 (SMHI, 2020a). Våtmarken ligger i VARO 4 och är totalt cirka 10 ha stor med både permanenta vattenytor och ytor för överdämning samt anlagda öar, se Figur 27. Vid fältbesöket noterades att området runt våtmarken används som betesmark samt att våtmarken utgör en attraktiv miljö för fåglar. Tillrinningsområdet för våtmarken är cirka 125 ha stort och utgörs av åker- och betesmark samt även skogsmark. Totala fosfortillförsel beräknades till 41 kg/år och den potentiella fosforavskiljningen till 18 kg P/år.



Figur 27. Våtmark (04_bef_01) vid Frötuna inom VARO 4, cirka 10 ha stor.

Våtmark Frötuna viken (04_bef_02)

Under 2020 har en våtmark anlagts vid Frötunaviken västra strand på fastigheten Rasbo-Årby 5:1. Våtmarken har ett tillrinningsområde på cirka 60 hektar som till en tredjedel består av åkermark. Vattenytan för våtmarken uppgår till cirka 2 500 m² och fosforavskiljningen uppskattas till cirka 11 kg per år.



Figur 28. Bild över den nedre delen av våtmarken vid Frötunaviken. Källa Sören Eriksson Naturvård AB. Fotograf Sören Eriksson.

Frötuna fosfordamm (07_bef_01)

Vid Frötuna finns förutom ovan beskriven våtmarker även en mindre fosfordamm anlagd under 2011 med ersättning från Jordbruksverket (SMHI, 2020a). Fosfordammen ligger i VARO 7 och är cirka 0,5 ha stor med ett mindre tillrinningsområde (10 ha) med låg beräknad fosfortillförsel på cirka 2 kg/år. Anläggningens potentiella avskiljning har beräknats till 1 kg/år. Figur 29 visar den anlagda fosfordammen vid Frötuna.



Figur 29. Fosfordamm/våtmark (07_bef_01) vid Frötuna inom VARO 7.

Hagby våtmark (12_bef_01)

Vid Hagby finns en anlagd våtmark från 2014 avsedd för bland annat näringsreduktion (SMHI, 2020a). Våtmarken ligger inom VARO 12 och har en total yta på 2,3 ha med både permanent vattenyta och överdämningsytor, se Figur 30. Tillrinningsområdet är cirka 378 ha stort. Närmast våtmarken ligger åker- och betesmarker men tillrinningsområdet domineras av skogsmark och våtmarken tillförs också vatten från Jönsbolssjön. Fosfortillförseln för området har beräknats till 51 kg/år och den potentiella avskiljningen i våtmarken är cirka 22 kg/år.



Figur 30. Våtmark (12_bef_01) vid Hagby inom VARO 12.

Nyhems våtmark (14_bef_01)

Vid Nyhem öster om Fjällnora finns en cirka 6 ha stor våtmark som anlades/restaurerades under 2008 med ersättning av Jordbruksverket med huvudsyftet att öka den biologiska mångfalden, se Figur 31. Tillrinnande mark utgörs av skogsmark och fosforbelastningen till våtmarken är därmed låg (beräknad till cirka 2 kg/år). Även om våtmarkens primära syfte är biologisk mångfald beräknas våtmarken kunna avskilja cirka 1 kg P/år. Våtmarken ligger inom VARO 14.

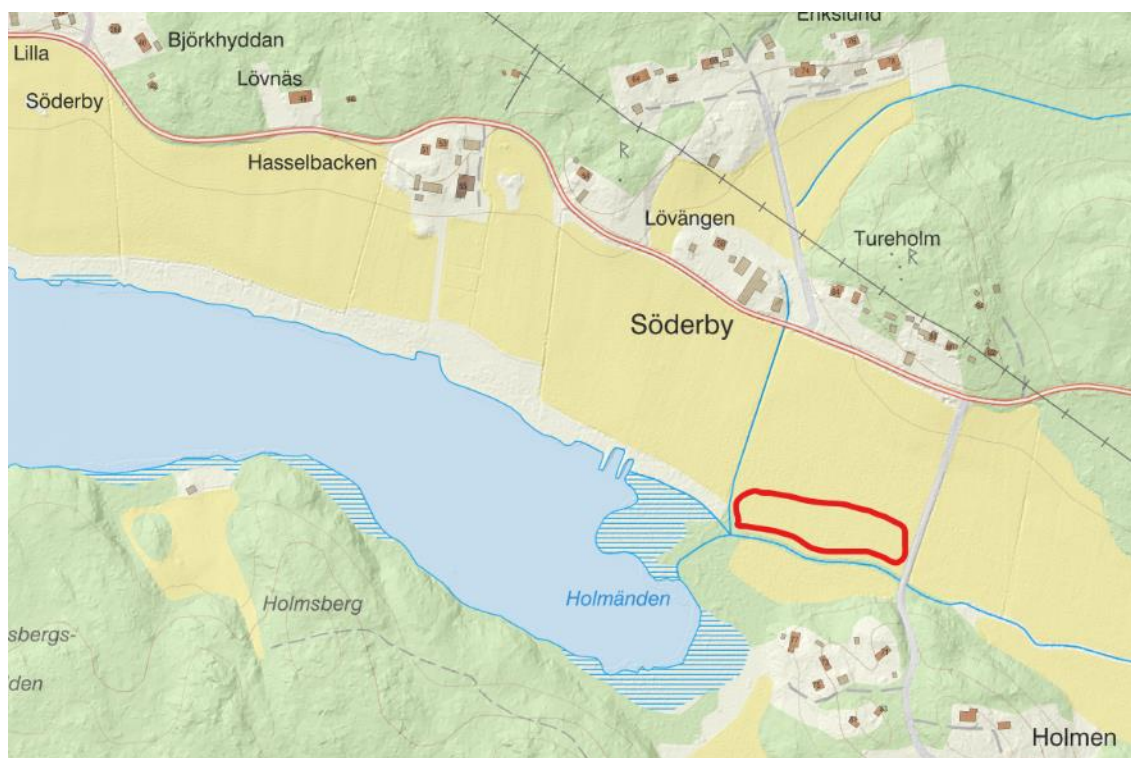


Figur 31. Våtmark (bef_14_01) vid Nyhem inom VARO 14. Karta: © Google Earth.

Planerade åtgärder inom jordbruket

Strax uppströms inloppet till Södersjön planeras en cirka 3 ha stor våtmark att anläggas, se Figur 32. Den planerade våtmarken ligger inom VARO 12 i de östra delarna av Sävjaåns avrinningsområde. Våtmarken har ett stort tillrinningsområde på minst 2100 ha enligt projektplanen (Hushållningssällskapet, u.å.). Syftet med våtmarkens är att avskilja näringsämnen från tillrinnande vatten för att motverka igenväxning av sjön, men den ska även bidra till en ökad biologisk mångfald. Våtmarken är projekterad att anläggas genom att djupare och grundare ytor grävs samt att mindre öar anläggs/behålls och tillrinnande vatten leds in i anläggningen. I projektplanen beskrivs inte våtmarkens reningspotential för näringsämnen. Då den planerade våtmarken är liten i relation till tillrinningsområdet har inte den potentiella fosforavskiljningen beräknats på samma sätt som för andra åtgärder i denna utredning. I stället har avskiljningen uppskattats utifrån undersökningar av några svenska våtmarker med likande förutsättningar. Dessa har uppvisat näringsavskiljning av fosfor inom spannet 2–10 kg per hektar våtmark och år (WRS AB & Vattenresurs AB, 2008). Detta kan jämföras med en global studie som sammanställde anlagda och restaurerade våtmarkers effektivitet avseende näringsavskiljning. Studien visade att våtmarkerna i genomsnitt avskilde 12 kg fosfor per hektar

våtmark årligen (Land m.fl., 2016). Baserat på detta intervall (2–12 kg avskild P/ha våtmark och år) bedöms våtmarken på 3 ha kunna avskilja mellan 6–36 kg P/år. För att inte överskatta framtida våtmarkens reningspotential har 6 kg P/år använts i fortsatta beräkningar.



Figur 32. Planerad våtmark (12_pla_01) innan inloppet till Södersjön, inom VARO 12, vid Söderby. Bakgrundskarta © Lantmäteriet.

5.4.3 Dagvattenåtgärder

Befintlig och planerad dagvattenrening undersöktes för att beräkna hur dessa påverkar belastningen av fosfor. Enligt underlag från Uppsala Vatten samt studier av ortofoton (Google, 2021) finns befintliga dagvattendammar i Lindbacken, Skölsta och Uppsala. Dessutom finns planerade dagvattendammar i Gunsta och Skölsta. Avskiljningsgraden hos en dagvattendamm beror på olika faktorer, såsom inflöde (t.ex. föroreningskoncentrationer), utformning (t.ex. vegetation och längd-breddförhållande) samt lokala förhållanden (t.ex. väder och årstid) (Blecken, 2016). För en korrekt utformad damm kan fosforavskiljningen uppskattas till cirka 50 % (Stockholm Vatten och Avfall, 2016).

Genom att anta att dammarna är/blir rätt utformade enligt gällande principer för god fosforsavskiljning uppskattades fosforreningen till 50 % för dagvattendammar i industriområden (inom Uppsala) och 40 % för dammar i villaområden (inom Gunsta, Lindbacken och Skölsta), på grund av lägre inkommande föroreningskoncentration i villaområden. Fosforbelastningen beräknad i Stormtac korrigerades genom att subtrahera fosforreningen för de delavrinningsområden inom tätorterna där det finns dagvattendammar.

Med befintliga och planerade dagvattendammar avskiljs ungefär 90 kg fosfor (14 %) från dagvattnet (Tabell 23). Efter rening i dessa anläggningar har den årliga fosforbelastningen från dagvatten inom Sävjaåns avrinningsområde beräknats till 570 kg (Tabell 23). Uppsala tätort står fortfarande för majoriteten (360 kg/år; 63 %) av den totala fosforbelastningen från dagvatten. Därefter är fosforbelastningen störst för E4:an (62 kg/år; 11 %), Sävja (49 kg/år; 9 %), Skölsta (25 kg/år; 4 %) och Lindbacken (23 kg/år; 4 %), se Tabell 23.

Tabell 23. Fosforbelastning innan och efter rening i befintliga och planerade dagvattendammar (inom vissa delavrinningsområden i Gunsta, Lindbacken, Skölsta och Uppsala) inklusive avskiljning per område.

Område	P innan rening [kg/år]	P efter rening [kg/år]	Avskiljning [%]
Almunge	17	17	0
Gunsta	12	7,6	37
Gåvsta	10	10	0
Lindbacken	38	23	39
Länna	18	18	0
Skölsta*	33	25	25
Sävja**	49	49	0
Uppsala**	420	360	15
E4:an	62	62	0
Total	660	570	14

*Inkl. 29 hektar villaområde (omvandlingsområde) intill dagvattenverksamhetsområdet

** Siffror framtagna genom att lägga ihop föroreningsbelastning beräknad av Uppsala Vatten och Avfall AB (2015) med föroreningsbelastning för de områden som saknades i Uppsala Vattens beräkningar

5.4.4 Övriga genomförda åtgärder enligt vattenmyndigheten

De åtgärder som genomförts i eller omkring vattenförekomsterna för att förbättra vattenkvalitén och för att uppnå de fastställda miljökvalitetsnormerna enligt Vattenmyndigheten finns redovisade i VISS. Totalt 79 genomförda åtgärder finns registrerade (VISS, 2021-07-14) för de ingående vattenförekomsterna vilka inkluderar genomförande av dagvattendammar i Uppsala och Lindbacken samt åtgärder för att minska tillförseln från jordbruksmark (VISS - Vatteninformationssystem Sverige, 2020) och åtgärder för enskilda avlopp. Åtgärder för enskilda avlopp har främst bestått av anslutning till kommunalt VA. Genomförda åtgärder i jordbrukslandskapet är anlagda våtmarker för näringsreduktion vilka är beskrivna i avsnitt 5.4.2.1. Andra åtgärder som genomförts i jordbrukslandskapet är olika former av miljöersättningar till miljöskyddsåtgärder, ekologisk odling (utan bekämpningsmedel), gräsbevuxna skyddszoner och extensiv vallodling. Strukturkalkning för att minska sedimenttransport och fosforförluster från lerjordar inom jordbruket har även genomförts (2015–2016). Då dessa åtgärder redan har genomförts och betingen är beräknade utifrån nyligen utförda vattenprovtagningar, det vill säga efter åtgärdernas implementering, görs inget avdrag från betingen för dessa åtgärder. Ytterliga strukturkalkning har genomförts efter 2016 som inte har tagits med i beräkningar för befintliga åtgärder.

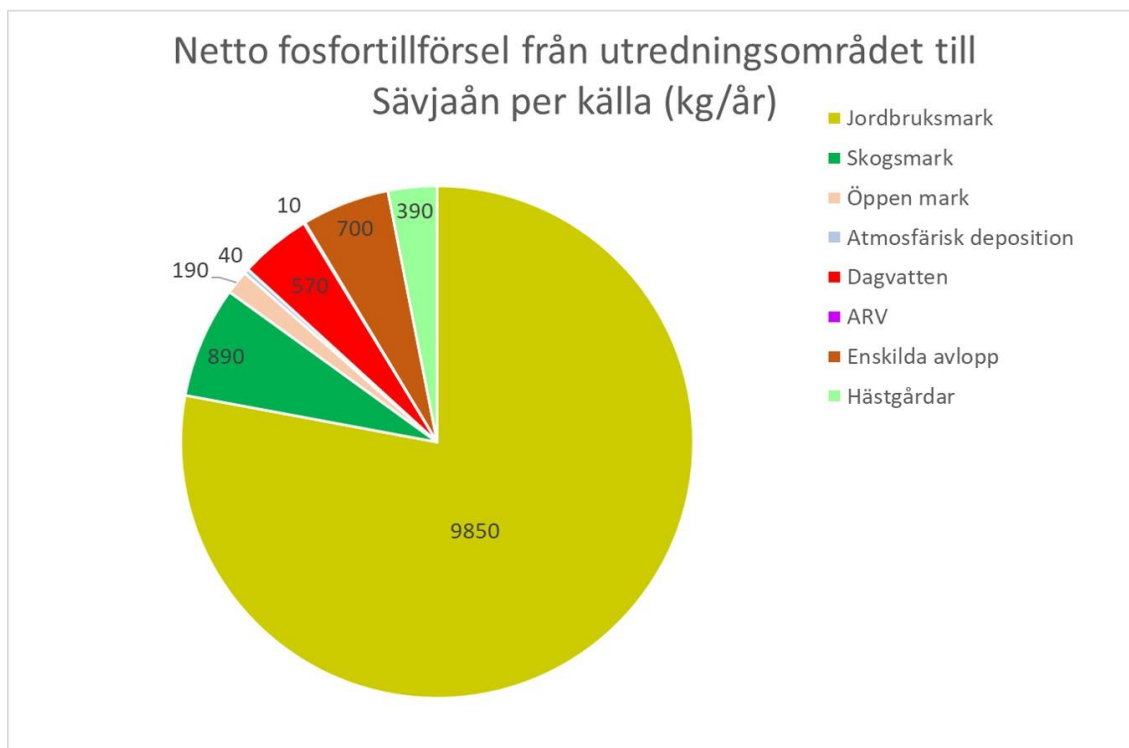
Vattenmyndigheten listar även möjliga åtgärder som ej är genomförda ännu. Dessa åtgärdsförslag överlappar till stor del de åtgärder som föreslås i denna utredning.

5.5 Nettotillförsel av fosfor och beting

Summerad avskiljning från befintliga våtmarker och dagvattendammar i vattenförekomsternas avrinningsområden uppgår till cirka 145 kg eller (Tabell 24), som innebär en minskning med endast 1,1 % av bruttotillförseln som redovisas i avsnitt 5.3. Nettotillförsel av fosfor som når recipienterna från deras lokala avrinningsområden beräknas till 12 700 kg per år. Fördelningen av nettotillförsel över de olika källorna redovisas i Figur 33.

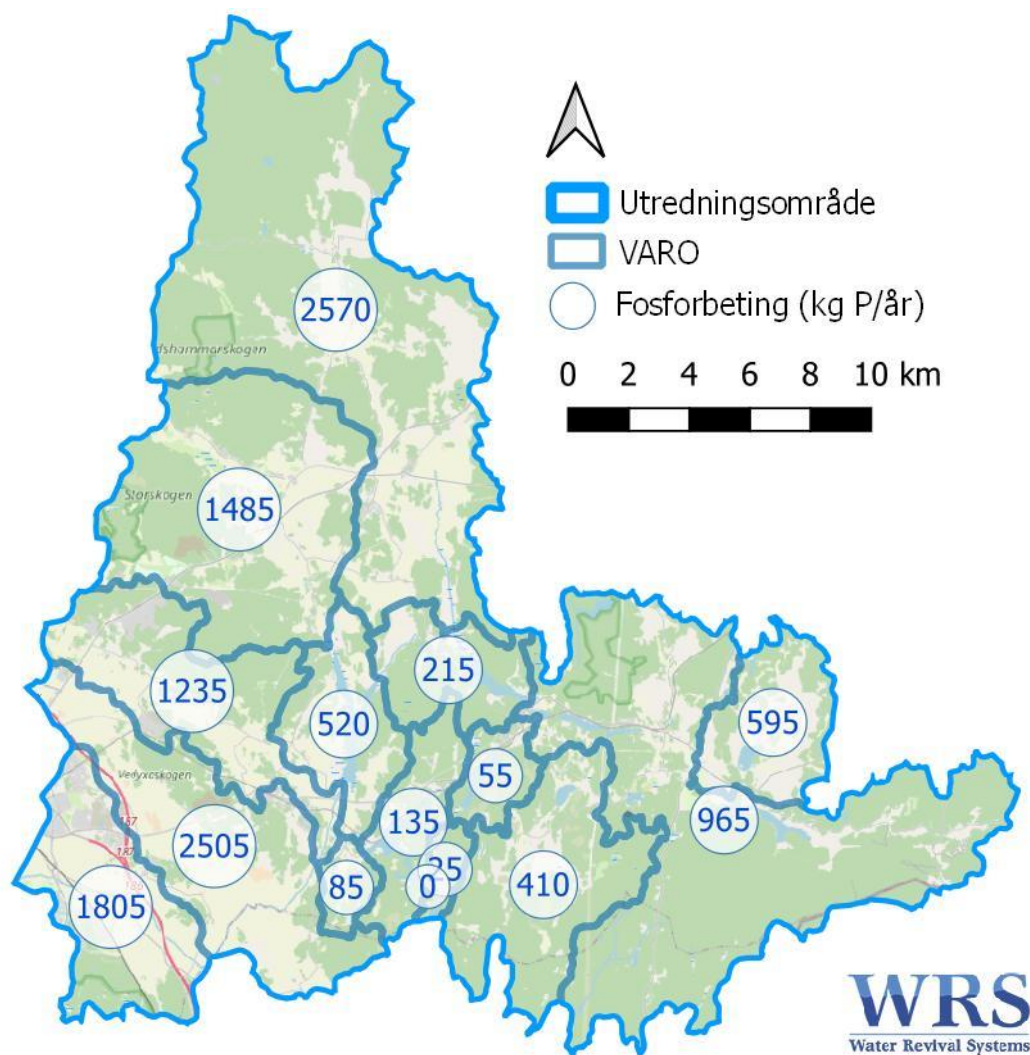
Tabell 24. Summerad bruttofostillförsel från diffusa och punktkällor, avskiljning i befintliga våtmarker och dagvattendammar och resulterande netttofostillförsel från utredningsområdet till Sävjaån i kg per år.

Brutto P-tillförsel diffusa källor (kg/år)	Brutto P-tillförsel punktkällor (kg/år)	Summa brutto (kg/år)	Avskiljning våtmarker (kg/år)	Avskiljning dagvatten dammar (kg/år)	Netto (kg/år)
11 700	1 100	12 800	53	90	12 700



Figur 33. Fördelning av årlig nettotillförsel av fosfor (kg/år) från olika diffusa källor och punktkällor i utredningsområdet med hänsyn till avskiljning i befintliga dagvattendammar och jordbruksvåtmarker.

Beräknad nettobelastning av fosfor för de ingående VARO visas i Figur 34.



Figur 34. Nettobelastning av fosfor från per VARO från diffusa- och punktkällor. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Det samlade lokala betinget för alla vattenförekomster, inom utredningsområdet, uppgår till 2 560 kg P/år (se avsnitt 2.4.1). De största enskilda betingen föreligger för de vattenförekomster som har störst andel jordbruksmark inom avrinningsområdet. Högst fosforbeting har åsträckan Sävjaån Storån-Spångtorp på 860 kg/år följt av Tomtaån på 480 kg/år (Figur 5 och Tabell 25). I utredningens uppdrag anges att de framtagna åtgärderna för minskad externfosfortillförsel ska uppnås med 150 %. Detta för att i efterhand kunna välja bort åtgärder som visar sig vara svåra att genomföra utan att riskera att förbättringsbehovet inte uppnås. De relativa betingen som redovisas i Tabell 25 anger vilken andel av nettotillförseln från avrinningsområdena som behöver avskiljas för att uppnå betingen. För de jordbruksdominerade avrinningsområdena på Uppsalaslätten ligger de relativa betingen kring 30 % med undantag för VARO 1 där det relativa betinget är drygt 16 % (Tabell 25). Om 150 % av betingen ska uppnås ligger de relativa betingen på Uppsalaslätten på cirka 50 %. Då de flesta åtgärder för avskiljning av fosfor från jordbruksmark baseras på sedimentation, med typiska avskiljningsgrader på cirka 50 %, betyder 150 % betingen att nästan allt tillrinnande vatten till recipienterna ska genomgå någon form av rening. Med tanken på kostnaderna och hur mycket produktiv jordbruksmark skulle behövas tas i anspråk för att rena allt tillrinnande vatten, bedöms betingen som orimliga.

Tabell 25. Netto fosfortillförsel (kg/år), fosforbeting (kg/år), fosforbeting om 150 % av betingen ska uppnås (kg/år), samt relativt beting i procent som ska uppnås per VARO.

VARO	Netto P-tillförsel (kg P/år)	P-beting 100 % (kg P/år)	P-beting 150 % (kg P/år)	Relativt beting (%)	Relativt beting 150 % (%)
1	1805	299	449	16,6	24,9
2	2505	861	1292	34,4	51,6
3	1235	360	540	29,1	43,65
4	520	180	270	34,6	51,9
5	1485	483	725	32,5	48,75
6	215	0	0	0	0
7	2570	309	464	12	18
8	85	12	18	14,1	21,15
9	135	17	26	12,6	18,9
10	25	0	0	0	0
11	55	0	0	0	0
12	965	0	0	0	0
13	595	30	45	5	7,5
14	410	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
Summa	12 600	2 560	3 840		

6 Hydromorfologi

6.1 Fiskfauna

Överlag är fiskfaunan i Sävjaåns åsystem dåligt känd. De senaste större inventeringarna skedde med elfiske 1990 på fyra lokaler i ån (Gullberg m.fl., 1993), samt 1993 med bottennät i nio av sjöarna. Ett mindre omfattande elfiske utfördes 2002 vid Funbo kyrka och bottennätsfiske 2008 i Funbosjön och Trehörningen. Inventeringen 1990 har bland annat använts som underlag till det senaste sammanställningen av *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998), även känd som ”Vattenbibeln”.

Limniska värden

I ”Vattenbibeln” bedöms Sävjaån hysa några av de högsta limniska värdena i länet. Sävjaåns huvudfåra mellan Funbosjön och utloppet till Fyrisån, vid Övre Föret, är värdefull trots en stark påverkan från jordbruket och dikning. Detta då denna del av Sävjaån är det enda biflödet till Fyrisån som är en öppen vandringsled för fisk.

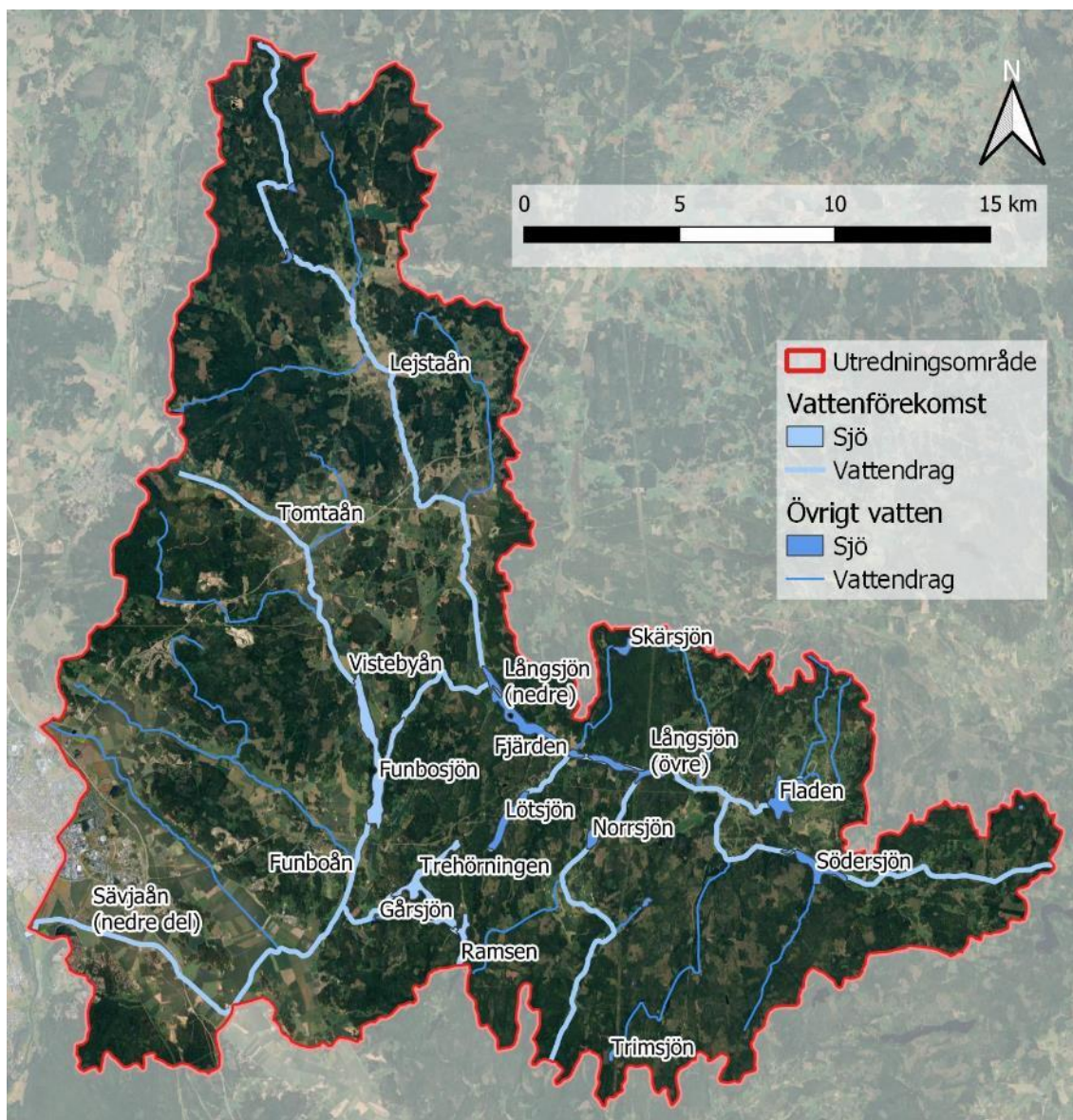
Flertalet sjöar och sjösystem pekas också ut med särskilt höga limniska värden, varav systemet med sprickdalssjöarna Trehörningen-Ramsen-Norrnsjön-Edasjön¹ är ett. De anses relativt opåverkade av mänskliga ingrepp och är dessutom viktiga rekreatiomsområden. Den näringsrika slättsjön Funbosjön är en annan viktig sjö, som ingår i Natura 2000-området (se avsnitt 2.2) och hyser ett bestånd av den rödlistade aspen, Upplands landskapsfisk, som vandrar upp från Mälaren.

På grund av mänsklig påverkan har ett antal aspbestånd isolerats från Mälarens bestånd. Ett sådant bestånd finns i sjösystemet öster om Funbosjön; Nedre Långsjön, Fjärden, Övre Långsjön och Norrsjön (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Längre uppströms i Södersjön, sydöst om Almunge, finns också en isolerad population av asp (Lifvendahl, 2020, muntlig ref.). Ett annat isolerat aspbestånd ska även finnas i Lötsjön vid Länna (Brunberg och Blomqvist, 1998; Berglund, 2006) men uppgifterna är gamla och det finns troligen ingen asp kvar i Lötsjön idag (Bernardsson, 2021, muntl. ref.).

Uppströms Övre Långsjön finns flertalet sjöar med mycket höga limniska värden, bland andra de relativt opåverkade skogssjöarna Skärsjön i norr och Trimsjön i södra delen av avrinningsområdet (Brunberg och Blomqvist, 1998). Se Figur 35 för översikt av sjöar och vattendrag som bedöms ha höga limniska värden, samt där inventering av fisk har utförts (se även Tabell 26).

I övriga delar av Sävjaån och dess biflöden, framför allt de norra delarna som Tomtaån och Lejstaån, saknas inventeringar och underlag för att göra en bedömning om eventuella limniska värden.

¹ Norrsjön och Edasjön ligger utanför utredningsområdet då de tillhör Knivsta kommun.



Figur 35. Utredningsområde för Sävjaåns avrinningsområde med namn på sjöar och vattendrag som antingen har inventerats (eller noterats) avseende fisk alternativt bedöms ha limniska värden. Bakgrundskarta: © Google Earth.

Förekommande arter

I det nationella registret över sjöprovfisken (NORS) och databasen för svenskt elfiskeregister (SERS) finns standardiserade och utförda fisken registrerade (SLU, 2021b, 2021a). Tabell 26 visar en sammanställning av de arter som fångats inom utredningsområdet för Sävjaåns avrinningsområde samt noterats i äldre och mera osäkra data. Utav dessa arter noteras även vilka som finns på Rödlistan och riskerar att dö ut i Sverige (SLU, 2020).

Med tanke på att en mer omfattande elfiskeinventering inte har utförts på drygt 30 år bör kunskapen om förekommande arter anses något osäker. Sammanställningen (Tabell 26) visar dock att abborre, asp, björkna, braxen, mört, gärs, gädda är arter som finns i många av systemets delar. Även gös, id, lake, löja, ruda, sarv och sutare har fångats eller påvisats på ett antal platser. Faren finns i Funbosjön men fanns tidigare även längre uppströms i Nedre Långsjön, vilket skulle kunna bero på vandringshinder (Jonsson, 2021; muntl. ref.)

Enligt äldre uppgifter kan det åtminstone periodvis även finnas stäm, flodnejonöga och nors i Vistebyån (Wallsten och Blomqvist, 1982) och småspigg ska tidigare ha fångats i Funbosjön (Brunberg och Blomqvist, 1998). Enligt ett gammalt fynd från Naturhistoriska riksmuseet så ska också grönling ha fångats i Lejstaån, men det anses vara en ganska osäker uppgift (Loreth, 2020; Persson, 2020; e-post).

Aspen får anses vara den ekologiskt viktigaste förekommande fiskarten då den både är rödlistad (*Nära hotad*), en skyddsvärd art enligt bevarandeprogrammet för Natura 2000-området Sävjaån-Funbosjön (Länsstyrelsen Uppsala län, 2017; SLU, 2020) och skyddad enligt artskyddsförordningen (SFS 2007:845). Även nissöga (påträffad i Sävjaåns nedre delar och i Ramsen) och stensimpa (har ej påträffats vid fiskinventeringar) ingår i Natura 2000-områdets skyddsvärda arter. Lake, som finns både i huvudfåran och långt uppströms i Tomtaån, är *Sårbar*. Vid ett elfiske i Funboån 2002 ska ål (*Akut hotad*) ha påträffats. Ål ska också ha påträffats längre upp i åsystemet vid provfisken innan 1990 (Brunberg och Blomqvist, 1998). Flodkräfta är en annan *akut hotad* art som något oväntat fångades i Funboån vid elfisket 1990 (Gullberg m.fl., 1993).

Övriga fiskarter som med säkerhet finns i ån är *Livskraftiga* enligt rödlistan. Med tanke på det bristfälliga och föråldrade underlaget finns det dock ett behov av ytterligare fiskinventering för att kunna ta fram förslag till exempelvis biotopförbättrande åtgärder (Persson, 2020, e-post).

Uppgifter om inplanterad fisk i olika sjöar redovisas inte här. De anses inte utgöra underlag för prioriteringar av åtgärder. Det har heller inte funnits några data eller information om att inplanterad fisk i någon betydande utsträckning skulle påverka den endemiska fiskfaunan sett till Sävjaåns hela avrinningsområde.

Tabell 26. Fiskarter som har inventerats i Sävjaån och dess biflöden en sammanställning av provfiske, elfiskeinventeringar samt äldre och mer osäkra uppgifter. Utredningsområdet har delats in i fyra områden: Sävjaåns huvudfåra, östra, nordöstra och norra delen.

Art	Kategori rödlistan	Natura 2000	Sävjaåns huvudfåra				Östra delen				Nordöstra delen						Norra delen			
			Sävjaån (nedre del)	Funboån	Funbosjön	Vistebyån	Funboån (Marielund)	Ramsen	Gårnsjön	Trehörningen	Nedre Långsjön	Fjärden	Lötsjön (vid Länna)	Övre Långsjön (vid Almunge)	Norrnsjön	Skärsjön	Fladen	Södersjön	Tomtaån (Landbro såg)	Lejstaån
Abborre	Livskraftig		/	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Asp	Nära hotad	X	X	X	X	X				X	X	*	X	X		*	*	*		
Björkna	Livskraftig				X			X	X	X		X				*	X			
Braxen	Livskraftig				X			X	X	X		X	*	X	X	X	*	X		
Faren	Livskraftig				X	*														
Flodkräfta	Akut hotad			X																
Flodnejonöga	Livskraftig					*														
Grönling	Livskraftig																			*
Gädda	Livskraftig				*		X	X	X	X		*				*	X			
Gärs	Livskraftig				X	X		X	X	X		X	*	X	X	X	*	X		
Gös	Livskraftig				X	*					X	X						X		
Id	Livskraftig		/	/	*												*			
Lake	Sårbar			X	X							*				*		X		
Löja	Livskraftig			X	X				X		X			X	X	*	X			
Mört	Livskraftig		/	X	X	X		X	X	X		X		X	X	*	X			
Nissöga	Livskraftig	X	/	*				X									*			
Nors	Livskraftig					*														
Ruda	Livskraftig				X				X								*			
Sarv	Livskraftig				X			X	X		X	X	X			*				
Småspigg	Livskraftig				*															
Sutare	Livskraftig				X						X	X				*				
Stensimpa	Livskraftig	X																		
Stäm	Livskraftig					*														
Ål	Akut hotad			X	*						*					*				

X) arter som har noterats vid inventeringar genom provfiske och/eller elfiske

/) arter som finns enligt uppgifter som är yngre än 30 år men inte kommer från inventeringar

*) arter som kan finnas; uppgifter äldre än 30 år eller osäkra uppgifter

Inventerade leklokaler och strömsträckor

Det finns flertalet kända och potentiella leklokaler och värdefulla strömsträckor för aspen längs med Sävjaåns huvudfåra, i Funboån, Vistebyån, och även till viss del längre uppströms (Berglund, 2006; Länsstyrelserna, 2009; Länsstyrelsen Uppsala län, 2017). Totalt beskrivs tre värdefulla leklokaler i nedre delen av Sävjaåns huvudfåra, fem lokaler i Funboån, åtta i Vistebyån och ytterligare åtta i sjösystemet uppströms Vistebyån (Tabell 27).

Tabell 27. Kända och potentiella leklokaler (tillika strömsträckor) i Sävjaåns utredningsområde.

Vatten	Kända och potentiella leklokaler
Sävjaån (nedre)	3 (Kuggebro, Åby järnvägsbron, Falebro)
Funboån	5 (Väsby, Spångtorp, Funbo järnvägsbro, Funbo vägbro, Funbo kyrka)
Vistebyån	8 (Enbyle, Visteby, Vixtorp, uppströms Vixtorp, nedströms Flånkbron, Flånkbron, uppströms vägen mot Brännbol, Långsjöns utlopp)
Sträckan Nedre Långsjön-Fjärden-Övre Långsjön-Fladen	8 (Länna vägbro, Länna Kolbo, Länna järnvägsbron, Utloppet Övre Långsjön, Almunge nedre, Almunge mellersta, Åkroken, Förgreningen)

I åsträckan nedströms Funbosjön (Sävjaån nedre och Funboån) klassas totalt fem av åtta lekplatser som klass 3 – mycket goda eller optimala lekmöjligheter (Länsstyrelserna, 2009). Vid dessa lekplatser tros även fiskebestånd från Mälaren och Funbosjön mötas, vilket gör denna sträcka viktig för exempelvis aspen och andra lekande fiskar. I Vistebyån är en av åtta lokaler av klass 3 (Länsstyrelserna, 2009). Utav de åtta övriga leklokalerna uppströms bedömdes ingen vara av klass 3 (Berglund, 2006).

Övriga biflöden till Sävjaån är inte inventerade med avseende på lekplatser för aspen.

Flera lekplatser i Sävjaån och Vistebyån är dock i behov av biotopvård, ofta på grund av hård rensning och dikning. Lekplatsen närmast Uppsala, Kuggebro, hotas dessutom av planer på ett nytt bostadsområde söder om ån (Länsstyrelserna, 2009).

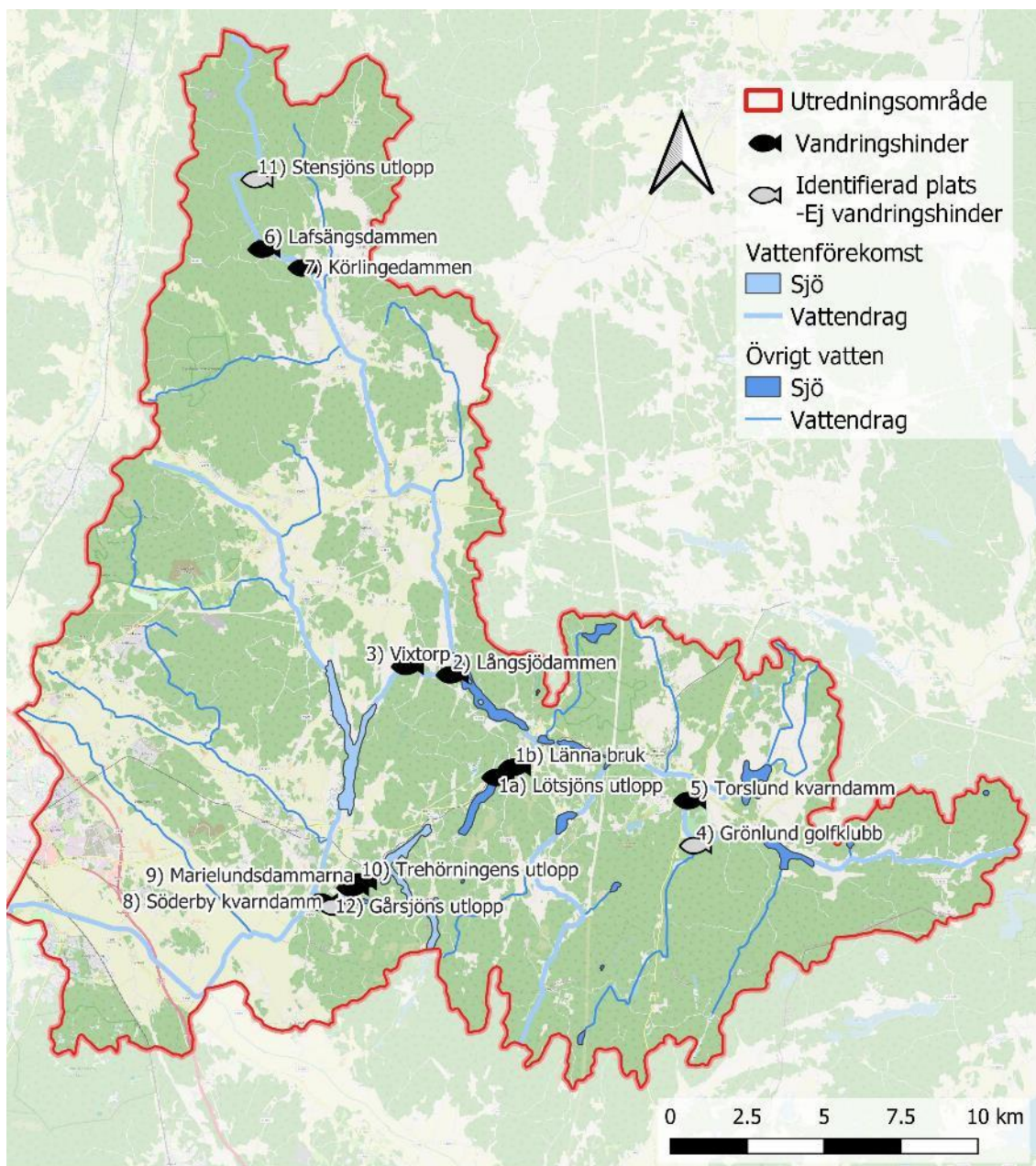
6.2 Befintliga vandringshinder

Människans nyttjande av sjöar, åar och älvar för exempelvis anläggning av dammar, kvarnar och infrastruktur, samt sjösänkningar, uträtningar och markavvattning har skapat vandringshinder för sötvattent fisken. Mängden fisk i våra vatten skulle kunna vara betydligt större om de kunde utnyttja större områden för vandring och fortplantning än vad som är fallet idag. Fiskars vandringsfas sker vanligtvis under vår och sommar då förflyttningar sker mellan lek-, uppväxt- och födoområden samt för övervintring eller för att undvika temporärt ofördelaktiga förhållanden. Vikten av intakt konnektivitet där fiskar kan röra sig fritt över hela sitt naturliga habitat främjar fiskfaunan direkt och hela den akvatiska mångfalden indirekt (exempelvis stormusslor vars larver sprids med fisk).

Inom utredningsområdet identifierades initialt tolv potentiella vandringshinder. Under fältbesök tillkom ytterligare ett vandringshinder medan tre avfärdades som vandringshinder efter platsbesök (avsnitt 6.3). Även ett tidigare vandringshinder som har åtgärdats under utredningens gång besöktes (se avsnitt 6.4). Totalt genomfördes fjorton platsbesök under mars 2021.

Många av vandringshindren är placerade direkt i vattendragen eller i utloppen till anslutande sjöar. Vandringshindrens karaktär, huvudsakliga syfte samt historik skiljer sig åt. Exempelvis har några vandringshinder gamla anor men har sedan byggts om under senare årtionden, andra vandringshinder har tillkommit under 2000-talet.

En sammanställning av identifierande vandringshinder samt avfärdade vandringshinder finns nedan i Figur 36 och Tabell 28. De tre platser som har inventerats men som inte bedöms vara vandringshinder beskrivs kort i avsnitt 6.3. De tio vandringshinder som finns inom avrinningsområdet beskrivs mer i detalj i Bilaga 2 tillsammans med framtagna åtgärdsförslag för varje vandringshinder.



Figur 36. Karta över vandringshinder och identifierade platser som vid fältbesök inte bedömdes som vandringshinder inom Sävjaåns utredningsområde. Bakgrundskarta: ©OpenStreetMap.

Tabell 28. Identifierade vandringshinder inom Sävjaåns avrinningsområde (utredningsområdet) med beskrivning av vandringshindrets karaktär och egenskaper. Uppgifter som saknas eller är osäkra är markerade med ett streck (-). Identifierade platser men ej vandringshinder visas längst ned i tabellen. För geografisk placering se Figur 36.

Nr.	Namn	VARO nr.	Typ	Konstruktion	Åtgärdshöjd*	Passerbart för**	
					(m)	Mört	Öring
1a	Lötsjöns utlopp	11	Dämme/manuell reglering	Betong	0,38	Nej	Nej
1b	Länna bruk	11	Dämme/manuell reglering	Sten, betong med mera	5***	Nej	Nej
2	Långsjödammen	6	Spärrdamm/manuell reglering	Betong	0,57	Nej	Partiellt
3	Vixtorp	6	Fast tröskel/överfall	Block och sten	0,3	Partiellt	Partiellt
5	Torslund kvarndamm	12	Dämme för kvarn	Block och sten	0,54	Nej	Ja
6	Lafsängsdammen	7	Västra: (a) Vall med (b) bräddutlopp Södra: (c) dämme	(a) Jord och (b, c) betong	2,2	Nej	Nej
7	Körlingedammen	7	Fast dämme	Stål	2,1	Nej	Nej
8	Söderby kvarndamm	8	Dämme för kvarn	Betong med mera	2,9	Nej	Nej
9	Marielundsammarna	8	Spärrdamm/manuell reglering	Betong	1,3	Nej	Nej
10	Trehörningens utlopp	9	Spärrdamm/manuell reglering	Betong	0,55	Nej	Nej
Inventerade platser - ej vandringshinder (avsnitt 6.3)							
4	Grönlund golfklubb	12	-	-	0	Ja	Ja
11	Stensjöns utlopp	7	Förfallet dämme	Trä och plåt	0	Ja	Ja
12	Gårsjöns utlopp	8	Klack i moränen	Naturliga stenar	0,15	-	-

* Åtgärdshöjden har uppskattats som den höjd som behöver åtgärdas för att den tröskel som vandringshindret utgör helt ska försvinna. Detta kan exempelvis vara fallhöjden vid ett dämme eller skillnaden i nivå på vattenytan precis uppströms och precis nedströms ett hinder (helst vid normalvattenföring). Åtgärdshöjden bör ses som ungefärlig för de vandringshinder där höjden kan variera med exempelvis i- och uttagande av träsättar i ett dämme. Se detaljer för respektive åtgärdsförslag i Bilaga 2.

** Ett vandringshinder i vattenförvaltningen definieras som ett hinder där mindre än 5 % av vandringsbenägna fiskarter kan passera. Definitiva och partiella vandringshinder för mört och öring har bedömts i Länsstyrelsernas Biotopkarteringsdatabas (2018).

*** Grov uppskattning, ej inmätt.

6.3 Inventerade platser – ej vandringshinder

Vandringshinder 4. Grönlund golfklubb

I vattenförekomsten *Sävjaån Almunge Långsjön* finns en bevattningsdamm för Grönlund golfbana (SMHI, 2013). Dammen finns dock inte med i Länsstyrelsens biotopkartering (2018) och bedöms inte utgöra ett vandringshinder då den är sidoställd från åfåran. Ingen dämning sker alltså i själva ån.

Enligt uppgifter från driftpersonal på golfklubben sker pumpning från en breddning av åfåran till golfklubbens dammar. Pumpning sker framförallt under sommarperioder för att reglera vattennivån i dammarna. Enligt uppgift är flödesvariationerna i vattendraget stora under året där åfåran nästan går torr sommartid och svämmar över delar av golfbanan vid snösmältning och högflöden.

Vandringshinder 11. Stensjöns utlopp

Högst upp i *Lejstaåns* avrinningsområde, uppströms Lafsängsdammen (vandringshinder nr. 6), finns den lilla skogssjön Stensjön. Sjöns vattennivå har tidigare hållits uppe av ett trädämme vid utloppet som var starkt förfallet redan på 1990-talet (Brunberg och Blomqvist, 1998). Vid fältbesök (2021-03-19) noterades att ett eventuellt dämme i princip var helt borta och det fanns endast enstaka rester kvar av plank/stockar och takplåt vid sjöns utlopp (Figur 37). Bäverbon noterades även på samma plats. Platsen bedömdes inte utgöra något vandringshinder, troligen inte heller under lågflöden. Istället regleras antagligen Stensjön tidvis vid högflöden av en trumma (ø800 mm) under en korsande skogsväg cirka 300 meter nedströms utloppet.



Figur 37. Stensjöns utlopp ligger högt upp i Lejstaåns avrinningsområde. Vattennivån vid fältbesök (2021-03-19) var högt. Inget dämme noterades vid utloppet, endast rester av takplåt och stockar.

Vandringshinder 12. Gårsjöns utlopp

Nära utloppet från Trehörningen finns den grunda Gårsjön, som troligen fungerat som gammal kvarndamm till Skällerö och Lunds kvarnar (Beronius Jörpeland m.fl., 2013). Idag används den som privat badsjö men är kraftigt igenvuxen (Larsson, 2021). En höjning av sjöns vattenyta är önskvärd för att förhindra igenväxning och syrebrist i sjön (Brunberg och Blomqvist, 1998) men är troligen svår genomförbar på grund av lågt liggande omgivande mark.

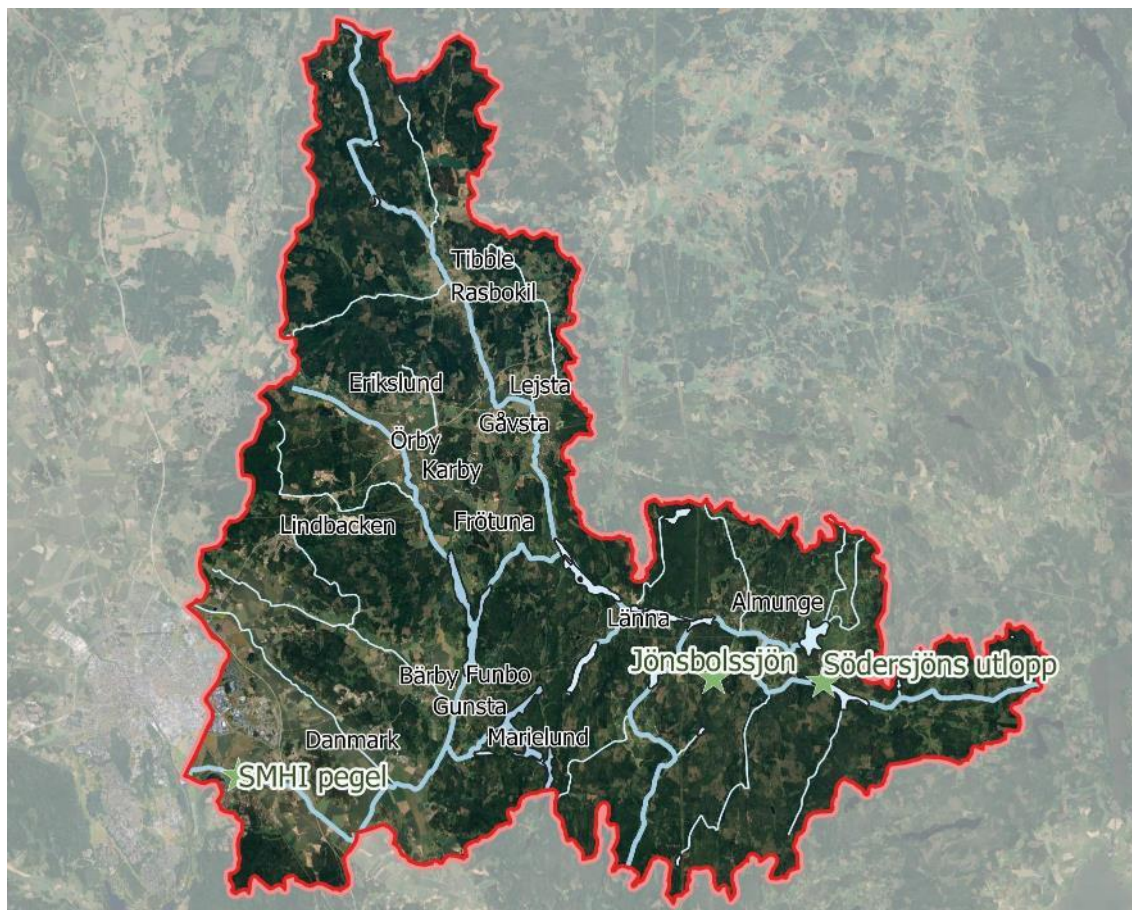
Drygt 100 meter nedströms sjön finns rester av vad som kan vara ett förfallet dämme. En sektion med sten bildar en klack på cirka 0,30 m (Figur 38). Troligen kan tröskeln skapa ett vandringshinder vid lägre flöden. Det bör vara relativt enkelt att antingen riva ut klacken eller tröskla upp åsträckan nedströms för att höja vattenytan i ån som är relativt djupt nedskuren i den omgivande moränterrängen. Då ån här leds i parallella fåror finns även möjlighet för fisk att vandra i den norra åfåran.



Figur 38. En mindre tröskelsektion cirka 100 m nedströms Gårsjöns som möjligen kan vara rester av ett dämme. Fältbesök 2021-03-26.

6.4 Genomförda åtgärder inom utredningsområdet

Tidigare genomförda åtgärder i utredningsområdet för att förbättra Sävjaåns hydromorfologi som framkommit under utredningen listas nedan och visas i Figur 39. En aktiv kartläggning av genomförda åtgärder har inte ingått i uppdraget varför listan på intet sätt ska ses som heltäckande.



Figur 39. Från utredningen framkomna genomförda åtgärder för hydromorfologi. Bakgrundskarta: © Google Earth.

SMHI:s pegel

Strax uppströms Ostkustbanans järnvägsbro i Sävjaåns huvudfåra fanns tidigare en fast tröskel med en fallhöjd på cirka 0,3 m i vattendraget. Tröskeln i betong utgjorde en bestämmande sektion där vattennivån över tröskeln mättes med en pegel och användes av SMHI för vattenföringsdata (Figur 40). Den bedömdes utgöra ett vandringshinder för fisk vid framför allt lågflöden (Länsstyrelserna, 2009).

Vid Länsstyrelsens kartläggning av vandringshinder (2009) ansågs det högprioriterat att åtgärda pegeln. Efter en tillsynskampanj beslutades det att hindret skulle rivas, vilket genomfördes i december 2020 (Berglund, 2020, e-post). Detta möjliggör för fisk och andra vattenlevande organismer att vandra och sprida sig upp- och nedströms i systemet. Inte minst är utrivningen gynnsam för aspen som har flertalet kända leklokaler uppströms den utrivna pegeln i både Funboån och i Vistebyån (Länsstyrelserna, 2009). Rivningen (Figur 40) möjliggör även att aspens leklokaler i biflödet Storån (ingår ej i utredningsområdet) lättare tillgängliggörs från Fyrisån.



Figur 40. T.v. SMHI:s pegel vid lågvatten före utrivning. Foto: Anders Larsson.
T.h. Pegeln revs i december 2020. Bild från fältbesök 2021-03-26.

Jönsbolssjön

Drygt 2 kilometer söder om Almunge ligger Jönsbolssjön som är en tidigare avsänkt sjö. Den började dikas ut i slutet av 1800-talet och torrlades helt 1931 för att bereda plats för åkermark. Fram till 1997 pumpades vatten regelbundet ur sjön men sjön tilläts därefter att sakta försumpas igen. Fem år senare initierades ett restaureringsprojekt för Jönsbolssjön och vattennivån höjdes genom att skapa en dammvall i sjöns östra delar, där ängarna också hålls öppna med betande djur. Våren 2004 blev restaureringen klar och har sedan dess även fungerat som en välbesökt fågellokal (Upplands Fågelskådare, 2021).

Södersjöns utlopp

Det pågår ett restaureringsarbete vid Södersjöns utlopp, drygt 4 kilometer sydöst om Almunge. Det tidigare utloppet från sjön bestod av ett dämme med en plank som utgjorde ett vandringshinder vid låg- och normalflöden. Utloppet har nu utformats med ett nedsänkt utskov i mitten för lågflöden. Bakom och framför utskovet har det skett en upptröskling med grus för att skapa slutningar som fisk kan vandra uppför. Den slutgiltiga utformningen och nivån på sjön kommer dock att fastställas senare då vattendomen för närvarande är uppe i domstol (Jonsson, 2021, muntl. ref.).

7 Åtgärdsförslag

7.1 Kunskapshöjande åtgärder

Sex av de 15 ingående VARO har enligt Naturvatten (Naturvatten AB, 2020) inget angivet beting för fosfor (se Tabell 1, Tabell 25 och Figur 5). Som framgår av Naturvattens översiktliga redovisning av status avseende övergödning och miljögifter saknas i stor utsträckning mätdata för bedömning av status, miljöproblem och beting för dessa vattenförekomster. Även klassningen för andra parameter som inte når god status som PFOS i Sävjaån, och nitrat, ammonium och koppar i Tomtaån och Funbosjön anses av VISS ha låg eller som bäst medel tillförlitlighet. Det som främst behövs för dessa parameter, innan ett förbättringsbehov kan tas fram eller åtgärder kan föreslås, är införskaffandet av ett bättre dataunderlag genom ökad provtagning. Underlaget bedöms därmed inte tillräckligt vara sig för beräkning av referensvärde eller för statusklassificering. I syfte att komplettera bilden av Sävjaåns miljötillstånd, inte minst som underlag för åtgärdsplanering, har Naturvatten tagit fram förslag till förändrat miljöövervakningsprogram för dessa vattenförekomster. Nedan sammanfattas Naturvattens förslag. För en detaljerad redovisning där programmet beskrivs i sin helhet hänvisas till bilagan till Naturvattens huvudrapport. För att nå god kostnadseffektivitet utformades programmet med övervakning av olika omfattning och intensitet för olika vattenförekomster (Tabell 29).

Tabell 29. Omfattning av Naturvattens förslag till utökat miljöövervakning sett till kvalitetsfaktorer/parametrar samt undersökningsfrekvenser vid olika övervakningsnivåer

Nivå	Vattendrag	Sjöar
Intensiv	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år Kiselalger 1 gång/år Bottenfauna 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år Klorofyll 1 gång/år Växtplankton 2 gånger/6 år Kiselalger 2 gånger/6 år Nätprovfiske 1 gång/6 år Vattenvegetation 1 gång/6 år
Intermediär	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år, vart 6 år Kiselalger 2 gånger/6 år	-
Extensiv	Kiselalger 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år, 3 gånger/6 år Klorofyll 1 gång/år, 3 gånger/6 år

För vissa vattenförekomster föreslås ingen övervakning. Övervakningens omfattning avgjordes bland annat av vattenförekomstens läge i avrinningsområdet, där mer omfattande övervakningsinsatser föreslås för åns huvudfåra och större biflöden. Även status och påverkansanalys påverkade utformningen.

7.2 Åtgärder för punktkällor

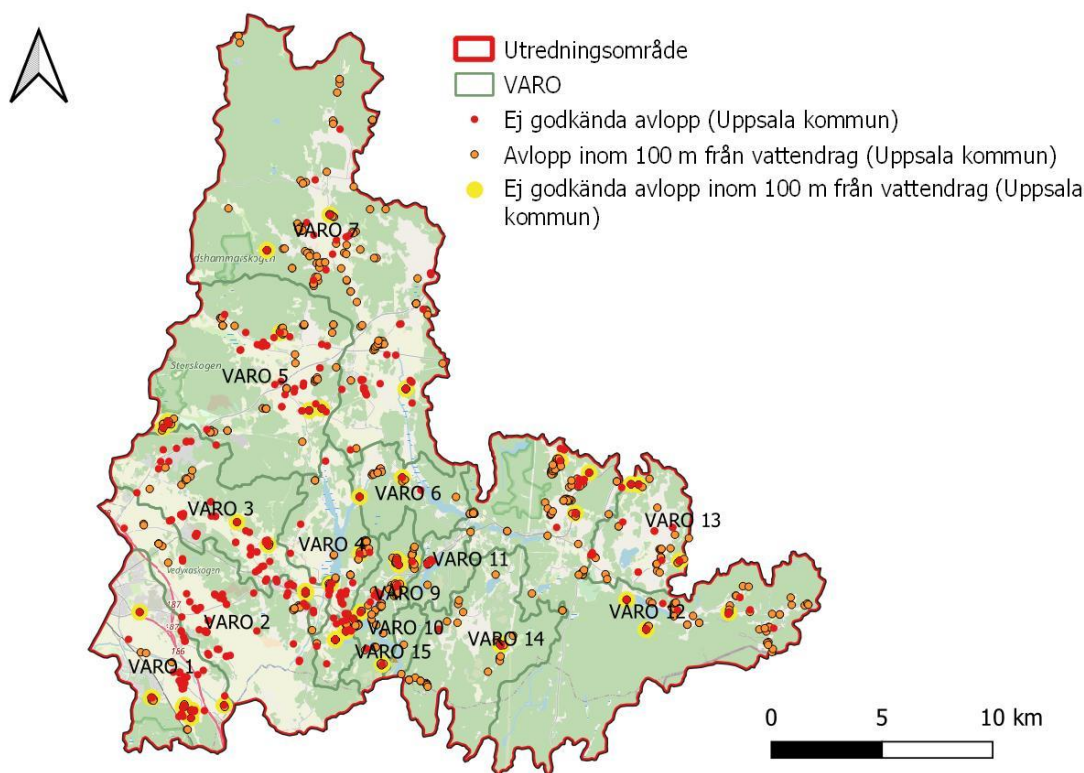
7.2.1 Åtgärder för enskilda avlopp

Enligt Uppsala kommuns underlag och enligt uppskattningar för Knivsta kommun finns det idag ungefär 340 hushåll med enskilda avlopp inom utredningsområdet för Sävjaån som har bristfällig eller okänd rening. När dessa åtgärdas med en ny markbädd eller infiltration motsvarande normal skyddsnivå, beräknas fosforbelastningen till Sävjaån minska med cirka 120

kg årligen. Det motsvarar 17 % av den beräknade fosfortillförseln från enskilda avlopp idag. Vid tillsyn prioriteras de sämsta avloppen först så detta är någonting som förväntas ske inom de närmaste åren. Åtgärderna görs inte enbart för att förbättra fosforreningen utan även minska risken för förorening av dricksvattenbrunnar och minska utsläpp av smittämnen, syreförbrukande ämnen och kväve till vattendragen.

Av de avlopp inom Uppsala kommun som har bristfällig eller okänd rening ligger cirka 70 stycken närmare än 100 meter från Sävjaån eller anslutande biflöden (Figur 41).

Uppgifter saknas om lokalisering av bristfälliga avlopp inom Knivsta kommun. Om dessa 70 stycken skulle uppgraderas till en reningsnivå motsvarande hög skyddsnivå för fosfor (90 % reduktion) och övriga till motsvarande normal skyddsnivå som beskrivits ovan, skulle fosforbelastningen enligt beräkningar kunna minska med ytterligare 20 kg, det vill säga totalt cirka 140 kg fosfor årligen jämfört med dagens belastning. Det motsvarar 20 % av den beräknade totala fosforbelastningen från enskilda avlopp idag. Den merkostnad som extra fosforrening motsvarande kraven för hög skyddsnivå medför beräknas till cirka 15 000 kr per kg fosfor, att jämföra med andra åtgärder för minskning av fosforbelastningen på Sävjaån. Bedömning huruvida krav ska ställas på normal eller hög skyddsnivå för avloppsreningen ska dock alltid göras i det enskilda fallet.



Figur 41. Enskilda avlopp som inte är godkända och/eller ligger mindre än 100 meter från Sävjaån, biflöden eller större diken inom Uppsala kommun. Ej godkända avlopp nära ån bör åtgärdas snarast, ej godkända längre från ån så snart som möjligt. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Om samtliga 343 hushåll med enskilda avlopp som har bristfällig eller okänd rening idag uppgraderades till en reningsnivå motsvarande hög skyddsnivå för fosfor skulle fosforbelastningen enligt beräkningar kunna minska med totalt 200 kg årligen. Det motsvarar en minskning på nästan 30 % jämfört med fosforbelastningen från enskilda avlopp idag. Åtgärden bedöms dock ha dålig kostnadseffektivitet och därför inte önskvärd att genomföra. Den

merkostnad som extra fosforrening motsvarande kraven för hög skyddsnivå medför beräknas till minst 19 000 kr per kg fosfor, att jämföra med andra åtgärder för minskning av fosforbelastningen på Sävjaån. Den totalt sett begränsade reningspotentialen i förhållande till stora kostnader för den enskilde, gör att det bedöms tveksamt att införa högre reningskrav än normala för de avlopp som ligger längre än 100 m från Sävjaån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken.

I Tabell 30 sammanfattas den potentiella minskningen av fosfor till Sävjaån med de tre diskuterade åtgärderna ovan, vilka alla utgår från avlopp som inte har godkänt tillstånd idag och ändå behöver åtgärdas. Den potentiella minskningen redovisas per VARO och totalt för hela utredningsområdet. Minskningspotentialen per VARO baseras på andel hushåll med ej godkänt avlopp i respektive VARO.

Tabell 30. Potentiell minskning av fosforbelastning på Sävjaån i och med åtgärdande av a) bristfälliga enskilda avlopp till markbädd/infiltration, b) bristfälliga enskilda avlopp till hög skyddsnivå (90 % P-reduktion) närmare än 100 m från vattendrag och till markbädd/infiltration längre bort än 100 m samt c) samtliga enskilda avlopp till en reningsgrad motsvarande hög skyddsnivå.

Åtgärd	a)	b)	c)
	Normal skyddsnivå	Hög skyddsnivå nära vattendrag	Hög skyddsnivå
Avrinningsområde	Minskning kg P/år	Minskning kg P/år	Minskning kg P/år
VARO 1	13	16	23
VARO 2	19	22	33
VARO 3	21	25	37
VARO 4	7	8	12
VARO 5	14	16	23
VARO 6	1	1	2
VARO 7	13	15	22
VARO 8	5	6	9
VARO 9	7	8	12
VARO 10	0	0	0
VARO 11	1	1	2
VARO 12	9	10	15
VARO 13	6	7	10
VARO 14	1	1	2
VARO 15	0	0	0
Summa	120	140	200

7.2.2 Åtgärder för reningsverk

De tre reningsverk som finns inom Sävjaåns avrinningsområde fungerar bra och utsläppen av fosfor är låga enligt den provtagning som görs. Åtgärder för förbättrad fosforavskiljning i form av efterbehandling eller åtgärder i reningsverken bedöms därför inte bli kostnadsmissigt rimliga. Däremot är det viktigt att minimera inläckage på ledningsnätet för att bibehålla en stabil drift och undvika bräddningar som kan leda till fosforutsläpp.

7.2.3 Åtgärder för hästgårdar

Nedan listas en rad generella åtgärder som är svåra att kvantifiera reningen för men som kan ha god effekt på många platser för att minska näringsläckaget. Åtgärdsförslagen utgår från

generella åtgärder föreslagna av SLU, Jordbruksverket. Länsstyrelsen, WRS och Hushållningssällskapet (Parvage, M. M., 2015, Dahlin, S. & Johansson, G., 2008, Isaksson, J., Eriksson, S. & Hermansson, A., 2017, Hellblom, F. & Rybak, F., 2019, (Jordbruksverket, 2017), (Owenius, 2012).

- Etablera rasthagar på säkert avstånd från diken och vattendrag.
- Anlägga skydds-zoner mot vattendrag för att förhindra jorderosion.
- Anlägga beten med grässorter som är trampåliga och toleranta för fuktiga förhållanden
- Kringdika hagar nära Sävjaån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken för att fånga upp ytavrinnande vatten som rinner in eller ut från hagen.
- Anlägga svackdiken för att kvarhålla avrinnande vatten och näringsämnen. Svackdiken är en typ av buffertzona där en gräsbevuxen del av terrängen vid höga flöden fylls med vatten men som i normalfallet är torrlagda. Svackdiket måste dimensioneras efter storleken på hagen.
- Erosionsskydda marken på särskilt utsatta och upptrampade ställen, till exempel vid grindhål, vid foderhäckar och vattenkoppar.
- Ge hästarna tillräckliga ytor för bete och utevistelse - begränsa antalet hästar per hektar till maximalt tre.
- Minimera spill vid utfodring ute.
- Skapa en säker gödselhantering – platta, container, kompostering, spridning, tak över platta.
- Ändra markanvändningen från rasthage till något annat efter 10–20 år.
- Anlägga fosfordammar för att förhindra att näringsrikt vatten når Sävjaån.



*Figur 42 Exempel på förstärkning av underlag vid grindhål, bra skottkärror för mockning i rastfällor och hagar, gödselhantering som fungerar, betesdammsugare.
Foto: Barbro Beck-Friis (bild 1–3), <http://www.greystonescandinavia.com> (bild 4).*

De föreslagna åtgärderna ovan riktar sig till hästhållarna. Det bästa är om åtgärder på hästgårdar sker på hästhållarnas egna initiativ, men för att detta ska kunna ske behövs en kunskapshöjning bland dessa. Sedan hösten 2020 erbjuder Greppa näringen rådgivning riktad till gårdar med fler än 15 hästar. Rådgivningen är kostnadsfri, sker på frivillig basis och utförs av rådgivare inom Greppa Näringen. Målet är att göra hästhållarna medvetna om hur deras verksamhet påverkar miljön, identifiera vad som görs bra, vad som kan göras bättre samt ge förslag på åtgärder (Greppa näringen, 2021).

För hästgårdar med mindre än 15 hästar finns idag ingen motsvarande rådgivning, samtidigt som kunskapsbehovet kan vara större bland dessa. För denna grupp finns därför ett behov av att kunskapshöjning, t ex genom ett projekt som drivs av kommunen. Ett exempel på ett sådant initiativ är Oxunda vattensamverkan som med medel från LOVA nyligen har startat ett projekt för hästhållare inom Oxundaåns avrinningsområde. Projektet riktar sig till lite mindre hästgårdar, med bland annat kostnadsfria möten, seminarier, studiebesök och gårdsvisa rådgivningar, där gårdar nära vattendrag och gårdar med hög hästtätet prioriteras.

Inom Sävjaåns avrinningsområde finns ett 30-tal hästgårdar som ligger mindre än 100 m från Sävjaån, biflöden eller större jordbruksdiken (Figur 43) där åtgärder är särskilt prioriterade.



Figur 43. Lokalisering av hästgårdar belägna inom en zon på 100 meter från Sävjaån eller biflöden till Sävjaån (32 stycken). Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

För att exemplifiera hur fosfortillförseln till Sävjaån kan minskas med åtgärder inom hästgårdar har teoretiska beräkningar gjorts för två olika åtgärder, som beskrivs nedan.

- Ändrad foderstat. Ta foderanalyser och se över foderstaten och åtgärda om det är överutfodring med fosfor. Om fosforförbrukning via foder minskar med 0,5 kg per häst och år på grund av ändrad foderstat kan man minska fosforläckaget med cirka 25 kg i Sävjaåns avrinningsområde.
- Dagligen mocka hagar och rastfällor som används mycket, t.ex. med en betesdammsugare, en fördubbling av den mockning som antas ske idag. Med denna åtgärd skulle man kunna minska fosforbelastningen från hästgårdar i Sävjaåns avrinningsområden med cirka 165 kg.

Om båda ovanstående åtgärder genomförs på alla hästgårdar skulle bedömda fosforförluster kunna minskas med cirka 180 kg i Sävjaåns avrinningsområde (Tabell 31).

Tabell 31. Uppskattad minskning av fosfortillförsel till Sävjaån vid åtgärder på hästgårdar, fördelat per VARO.

Avrinningsområde	Uppskattad tillförsel idag kg P	Ändrad foderstat kg P	Ökad mockning kg P	Foder + mockning* kg P
VARO 1	25	2	11	12
VARO 2	46	3	20	21
VARO 3	59	4	25	28
VARO 4	16	1	7	7
VARO 5	24	2	10	11
VARO 6	8	1	3	4
VARO 7	60	4	26	28
VARO 8	2	0	1	1
VARO 9	9	1	4	4
VARO 10	3	0	1	1
VARO 11	-	-	-	-
VARO 12	56	4	24	26
VARO 13	46	3	20	21
VARO 14	34	2	15	16
VARO 15	-	-	-	-
Summa	387	27	166	181

*Överlappande åtgärder ger lägre summa.

Ovanstående åtgärder handlar om att minska mängden tillkommande fosfor som kan bidra till läckage. De flesta hästgårdar har dock ett ackumulerat näringsförråd i marken efter många års hästverksamhet, vilket gör att förhöjda näringsämnesshalter kan förväntas under lång tid framöver i avrinning från området.

Beräkningar

I beräkningarna har vi gjort följande antaganden:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005).
- Varje häst konsumerar 8 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder och mineraler (Jordbruksverket). I förslaget om ändrad foderstat har vi istället räknat med en fosforkonsumtion på 7,5 kg.
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Lövstaån eller Garnsviken (egen bedömning).
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (ej under sommaren).
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning). I förslaget om ökad mockning har vi istället räknat med 80 % daglig mockning.

- Fosforläckage till Sävjaån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 30 %.

Det bör poängteras att många av antagandena i beräkningarna är tämligen osäkra, då hästantalet endast är uppskattat, och då hästgårdars utformning och skötsel skiljer sig mycket mellan olika storlekar - hobbyhästar, ridskolor, stuterier samt även mellan hästgårdar i samma storleksklass. Större hästgårdar genererar mer gödsel och behöver därför ofta av praktiska skäl investera i en bra gödselhantering medan mindre gårdar sannolikt i större utsträckning använder befintliga äldre byggnader där gödselhanteringen är mindre bra.

Kostnader och kostnadseffektivitet

Många av åtgärderna som beskrivits ovan handlar om förändrade rutiner snarare än stora investeringar. Det är därför svårt att ange kostnader, men nedan ges ett räkneexempel:

Antag att 10 gårdar köper in var sin betesdammsugare modell medelstor, och att alla hästgårdar varje dag lägger 2 minuter extra per häst under höst, vinter och vår på att mocka rasthagarna. Med en timkostnad på 200 kr per timme, ett inköpspris på 40 000 kr samt en avskrivning på fem år, medför detta en kostnad på cirka 9 000 kr per kg fosfor. En sådan åtgärd görs dock inte enbart för att minska på fosforläckaget, utan borttagning av hästgödsel bidrar till exempel också till att minska parasittrycket på betesmarken.

7.2.4 Åtgärder för tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

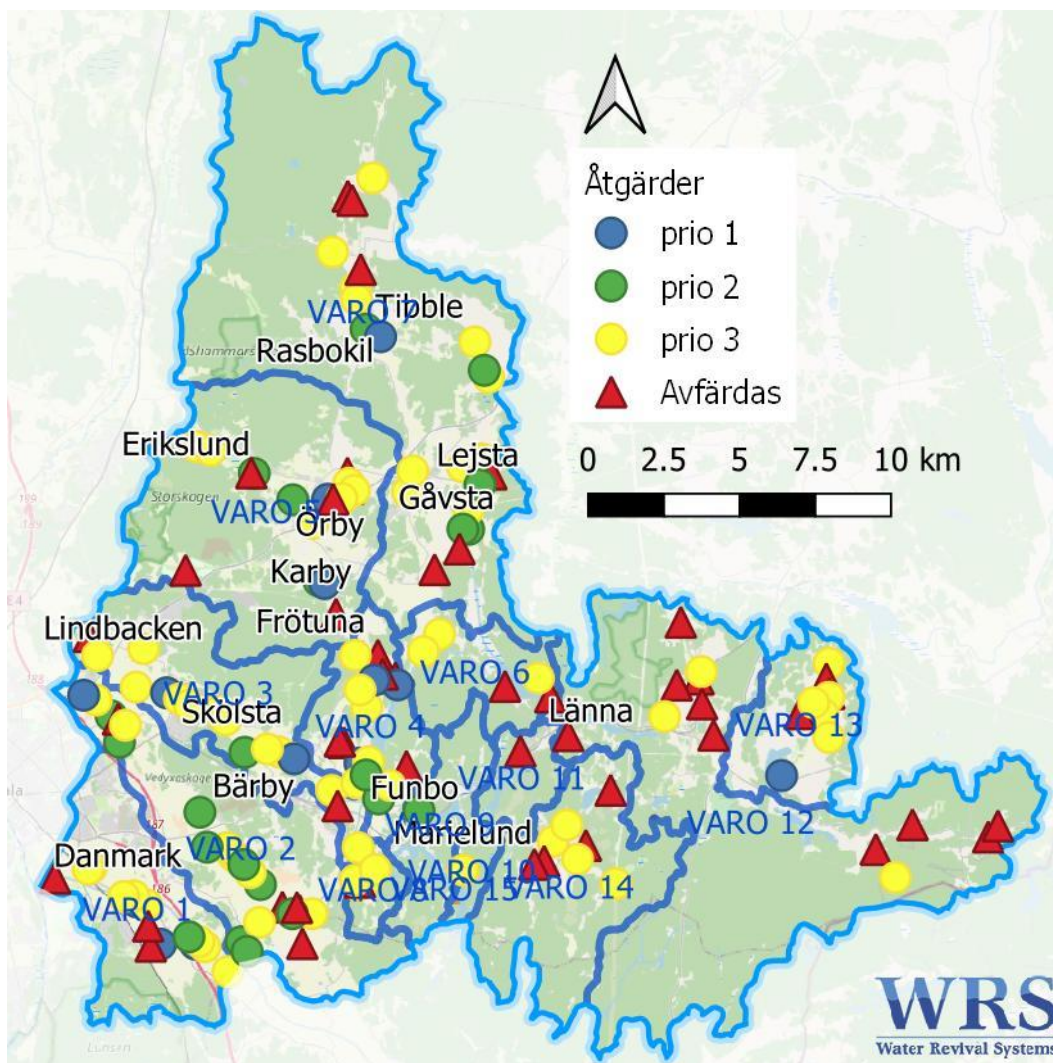
De tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheterna inom Sävjaåns utredningsområde förväntas inte släppa ut eller läcka någon större mängd fosfor till Sävjaån, och några förslag på åtgärder har därför inte tagits fram för dessa.

7.3 Åtgärder för diffusa källor

7.3.1 Åtgärder för jordbruksmark

Resultat av möjliga åtgärdsplatser

Totalt identifierades 137 åtgärdsplatser inom Sävjaåns avrinningsområde där 109 av åtgärdsplatserna främst är riktade till minskat fosforläckage från jordbruksmark. Av de platserna som syftar åt minskat fosforläckage har 13 stycken klassats som prioritet 1, 22 stycken som prioritet 2 och 74 som prioritet 3. Åtgärdsförslagen av prioritet 1 och 2 presenteras i detalj i Bilaga 1. De plats-specifika åtgärdsförslagen med prioritet 1 och 2 uppskattas tillsammans årligen kunna minska fosfortillförseln med cirka 940 kg till Sävjaån. Antalet platser som avfärdades från bruttolistan var 48. För förbättrad hydromorfologi har 28 åtgärdsplatsförslag identifierats. Samtliga identifierade åtgärdsplatser redovisas i Figur 44.



Figur 44. Identifierade och avfärdade åtgärdsplatser för Sävjaåns avrinningsområde. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

7.3.2 Åtgärder för tätortsbebyggelse

Åtgärder för Uppsala tätort och Sävja har redan föreslagits i Uppsala dagvattenplan (WRS AB, 2019) och behandlas därför inte i denna rapport. Fosforbelastningen från övriga dagvattenverksamhetsområden och E4:an är liten i förhållande till den totala fosforbelastningen till Sävjaån. Därför föreslås inga åtgärder i befintlig bebyggelse. I samband med nybyggnation ska rening och fördröjning ske enligt Dagvattenprogram för Uppsala kommun (2014).

7.4 Åtgärder i sjöar

Parallellt med denna utredning har Naturvatten i Roslagen AB tagit fram en kort rapport som beskriver rådande kunskap om eventuell internbelastning av fosfor i sjöarna Funbosjön, Trehörningen och Ramsen (Naturvatten, 2021). Rapportens slutsats är att dataunderlaget för bedömning av situationen i sjöarna är knapphändigt men att det ändå är mycket troligt att internbelastningen i samtliga tre sjöarna är kraftigt förhöjd. Eventuella åtgärder för att reducera den interna belastningen, såsom fällning med aluminium, bör dock inte genomföras förrän den externa näringspåverkan ligger på en acceptabel nivå. Det vill säga först efter genomförande av åtgärder på land.

7.5 Åtgärder för förbättrad hydromorfologi

7.5.1 Åtgärder för förbättrad konnektivitet

Platsanpassade åtgärdsförslag har tagits fram för de vandringshinder som identifierades i utredningsområdet i avsnitt 6.2. Vandringshindren och åtgärdsförslagen beskrivs i Bilaga 2.

Åtgärdstyper

De fiskvägar som föreslås, eller som har övervägts i utredningsarbetet, beskrivs kortfattat nedan. Fiskvägar brukar delas in i två huvudtyper; (1) naturlika och (2) tekniska. Naturlika fiskvägar utgörs generellt av en konstruerad fåra som går runt ett vandringshinder och möjliggör passage för arter både i upp- och nedströms riktning. Dessa kräver större ytor så att fallhöjden inte blir för stor, men är att föredra om plats finns, då såväl fisk som botten djur, däggdjur och groddjur kan passera om de anläggs rätt.

Tekniska fiskvägar konstrueras oftast på platser med litet utrymme och begränsade förutsättningar, där andra lösningar inte tillåts eller är möjliga. Dessa fiskvägar är generellt branta och har starkt strömmande vatten. Detta möjliggör uppströmspassage för starksimmande fiskar vid relativt stora höjder men minskar möjligheterna för passage av andra mindre arter (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

Vid anläggande av fiskvägar är det ofta svårt att dimensionera dem så att vattenföring, vattennivåer och vattenhastigheter blir de önskade. Placering och utformning av fiskvägarna är viktigt för att skapa ett lockande vattenflöde och för att göra det lätt för fisken att hitta. Några grundläggande frågor att beakta när fiskvägar designas inkluderar (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Havs- och vattenmyndigheten, 2013a)

- Vilka arter ska passera? Vissa fiskar som öring och mört kan hoppa 2–3 gånger sin egen längd. Om upprepade hinder ska passeras är grundregeln att högsta höjdskillnad bör vara 15 centimeter.
- Hur passerbart var hindret förr, både vid eventuella ombyggnationer och innan mänsklig påverkan?
- När på året ska fisken passera?
- Hur bra simmare är de? Fiskar som abborre, faren och mört klarar en vattenhastighet på ungefär 0,5 m/s. Starksimmande arter som lax, öring och röding klarar högre hastigheter medan typiskt bottenlevande arter har något sämre simförmåga (0,3–0,4 m/s).
- Har de beteende som kan användas för att underlätta passage?
- Vilka predatorer finns i systemet?

Naturlika fiskvägar

(a) Omlöp

Ett omlöp är en passage som anläggs runt ett hinder med lämpligt flöde för att möjliggöra passage (Figur 45). Lutningen på omlöpet är viktigt och bör vara kring 2 % för kortare omlöp (under 50 m) och 1,5 % för längre omlöp. Lutningar upp till 5 % kan dock vara möjligt om fisken får möjlighet till vila under vägen genom omlöpet. Oavsett bör omlöpet utformas med en naturlig variation av höljor (fördjupning med lugnare vatten) och strömsträckor.

Medelvattenhastigheten bör vara cirka 0,5–1,0 m/s men minst 0,3 m/s och lägre nära botten för att tillåta passage av små fiskar. Ett minsta tillåtet vattenflöde bör definieras och botten kan

exempelvis utformas med dubbelprofil (v-skuren fåra) för att möjliggöra vandring även vid lågvattenföring. Bottensubstratet av grus och sten behöver vara minst två decimeter tjockt och kan behöva fyllas på med jämna mellanrum på grund av bortspolning (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

(b) Inlöp

Inlöp kan beskrivas som en naturlig väg genom hindret inbyggt i själva vattendraget (Figur 45). Det är lämpligt att anlägga om utrymme saknas kring vandringshindret eller om det omges av branta stränder. Ett inlöp är dock dyrare än ett omlöp då det kräver en stabil skiljevägg mot vattendraget (exempelvis spontad eller gjuten) och erosionskyddade strandkanter för högvattenflöden (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

(c) Överlöp/upptröskling

En upptröskling, eller ett så kallat överlöp (Figur 45), kan var lämpligt om dämnet exempelvis håller mycket sediment som är förorenat eller inte bör förflyttas. Det kan även användas vid mindre dämmen där vattennivån i åfåran kan tillåtas höjas nedströms vandringshindret. Vattennivån höjs oftast med sten tills dämmets nivå nås. Det kan ske stegvis eller i ett stycke beroende på höjdskillnader. En variant av upptröskling är då block och stenar läggs ut omväxlande på sidorna av fiskvägen för att bilda sträckor med både strömmande och lugnare vatten, och kallas då *naturlik bassängtrappa*. Även här kan v-formade bottnar eller rännor anläggas för att säkerställa passage vid lågvattenföring. En upptröskling med block- och stenbotten bör ha en lutning på maximalt 3,5 % (men upp till 6–7 % för laxfiskar) (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(d) Utrivning

Ett fjärde alternativ är utrivning av själva hindret med efterföljande etablering av strömsträcka i den befintliga fåran. Vid utrivning rekommenderas att erosionssäkra strandkanten och beakta om dämnet kan ha fungerat som sedimentationsbassäng med potentiell ackumulering av förorenat sediment bakom dämnet (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).

Utrivning av befintliga dammar eller hinder betraktas som vattenverksamhet enligt MB 11 kap. Vanligtvis är de tillståndspliktiga med tillföljande MKB men sedan en lagändring 2007 kan utrivning av små vattenverksamheter betraktas som anmälningspliktiga istället (Riksdagsförvaltningen, 1998; Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008). Om vattenverksamheten sker i ett Natura 2000-område kan ett särskilt tillstånd även krävas enligt MB 7 kap.



Figur 45. Ovan: Omlöp i Storådammen Tämnaån, Jönköping (Länsstyrelserna m.fl., 2016).
 Nedan t.v.: Inlöp vid Hemsjö övre som avgränsas med stålspons mot Mörrumsån
 (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).
 Nedan t.h.: Ett överlöp i Spegeldammen Nedre Gavleån, Gävle (Länsstyrelserna m.fl., 2016).

Tekniska fiskvägar

Det finns flera typer av tekniska fiskvägar än de som listas nedan som inte har ansetts tillämpbara inom detta projekt; ålledare, fiskslussar, fiskhissar och fiskpumpar. Visserligen kan ål finnas i Sävjaån men uppgifterna är äldre och osäkra (se avsnitt 6.1). Fiskslussar och fiskhissar fungerar likt en sluss för fartyg och används framför allt i större vatten och höga dammar, upp till 60 meter (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016). Fiskpumpar används exempelvis i Nederländerna när fisk behöver transporteras från havsnivå till lägre liggande vattenområden och ger oftast inte tillträde till större fiskar (Qviberg, 2009).

(a) Byggande av utskov eller trappsteg

Vid lägre dammar upp till en meters höjd är det tänkbart att skapa en öppning i dammen (en skåra eller utskov) eller att gjuta trappsteg (likt en kammartrappa nedan). Fisken ska då kunna simma upp i vattenstrålen eller hoppa. Djupet på skåran eller utskovet bör vara 1,5 gånger fiskens kroppshöjd och bredden 50 gånger fiskens bredd enligt HaV (2013a). Dock medger denna teknik endast passage av vissa arter och storlekar.

(b) Kammartrappa/bassängtrappa

Detta är den vanligaste typen av teknisk fiskväg i Sverige och består av en lång serie av trösklar med pooler däremellan (Figur 46). I poolerna kan fisken vila och mellan poolerna tar de sig antingen genom att simma/hoppa över varje tröskel eller genom underströmsöppningar i

tvärväggen. Generellt får höjdskillnaden inte överstiga 15 cm för de flesta sötvattensfiskar och bassänglängden för varje pool ska vara minst tre gånger fiskens längd. Bassängerna behöver också vara tillräckligt stora för att bromsa vattnets energi, flödet genom trappan bör ligga mellan 0,1 och 5,0 m³/s. Lutningen bör helst vara 10–12 % men upp till 30 % fungerar för enstaka individer (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(c) Slitsränna

En slitsränna liknar en kammartrappa men har en (vertikal) öppning i tvärväggen hela vägen från överkant av slitsen ned till botten (Figur 46). Detta medför likartade vattenhastigheter genom hela vattenprofilen och gör den relativt okänslig för vattenståndet uppströms. Vattenhastigheten vid botten kan bromsas genom att gjuta in stenar i botten eller anlägga låga trösklar. Lutningen i slitsrännor bör vara mellan 3 – 10 % (kan vara upp till 15 %) och ett flöde kring 0,5 m³/s passar de flesta fiskarter (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(d) Denilränna/motströmsränna

En denilränna är en utveckling av slitsrännan där vattenströmmen bromsas genom tvärväggar i form av tätt satta lameller riktade snett uppströms (Figur 46). De klarar därmed större lutningar (10–15 % för de flesta vuxna sötvattensfiskar, upp till 25 % för laxfiskar) och stora variationer i vattenföring. De tål dock sämre variationer vattennivå uppströms (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).



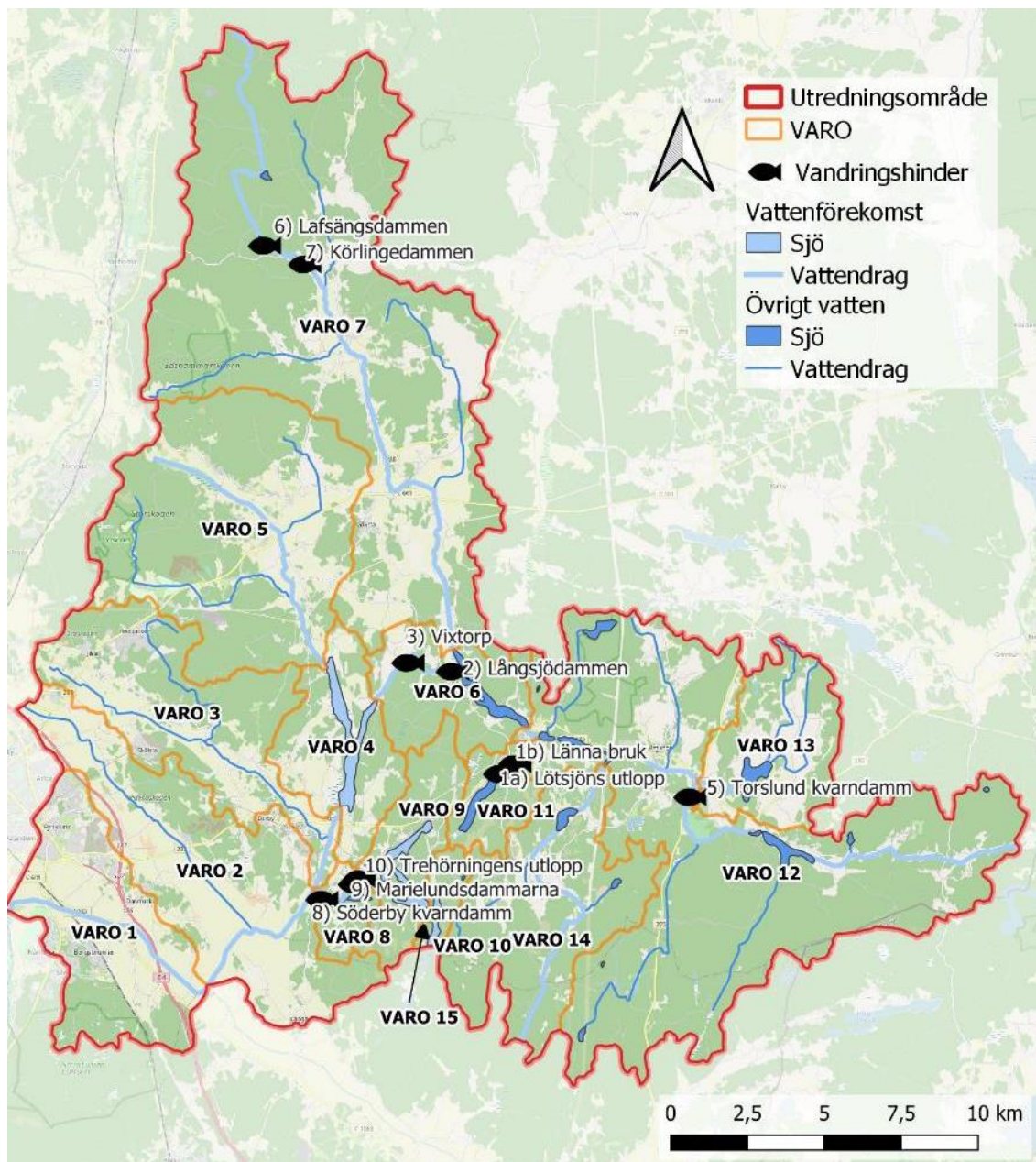
Figur 46. Ovan t.v: Bassängtrappa i Columbiafloden, NV USA (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

Ovan t.h: Denilränna/motströmsränna. Lameller sitter i 45° vinkel mot botten och dess öppning bör vara minst 20 cm, helst 30 cm (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).

Nedan: Ränna vid Slotten i Örebro, Svartån, där fisk vandrar genom de smala slitsarna. Vyn är nedströms (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

Resultat

De tio åtgärdsförslagens, tillika vandringshindrens, plats visas i Figur 47. De listas även översiktligt i Tabell 32 men beskrivs framför allt närmare i Bilaga 2.



Figur 47. Inom Sävjaåns avrinningsområde har tio vandringshinder identifierats och åtgärdsförslag tagits fram för varje hinder för att uppnå förbättrad konnektivitet. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 32. Översikt av åtgärdsförslag för konnektivitet som finns beskrivna i Bilaga 2.

Nr	Namn	Typ av vandringshinder	Föreslagen åtgärd
1a	Lötsjöns utlopp	Betongdämme med reglerbara träsättar	Omlöp
1b	Länna bruk	Damm med träreglar med efterföljande lutande rör till kanal	Denilränna eller annan teknisk fiskväg
2	Långsjödammen	Betongtröskel med två reglerbara luckor i trä	"Lucka-i-luckan": slusslucka i befintlig eller ny dammlucka
3	Vixtorp	Fast tröskel/överfall av större block och sten	Nedsänkt V-överfall i befintlig tröskel + upptröskling nedströms
5	Torslund kvarndamm	Gammal kvarndamm med tröskel/fall på två ställen	Upptröskling nedströms + tröskel med v-profil + biotopförbättring nedströms
6	Lafsängsdammen	Betongdämme vid södra utloppet, jordvall vid östra utloppet med bräddutlopp i betong	Omlöp från östra utloppets bräddutlopp
7	Körlingedammen	Dämning i form av stål balk underbyggd med sten och efterföljande stenavsatser	Omlöp i torrlagd parallell åfåra
8	Söderby kvarndamm	Trummor med efterföljande fall	Slitsränna
9	Marielundsdammarna	Betongdämme med reglerbara träsättar	Slitsränna
10	Trehörningens utlopp	Betongdämme med reglerbara träsättar	Slitsränna

Prioritering

För att skapa en prioriteringsordning har förhållandena kring varje vandringshinder (*markägarförhållanden, tillgänglighet, intressekonflikter* med mera) kategoriserats och sedan poängsatts. Se Tabell 33 för de olika kategorierna, struktur för poängsättning och slutlig prioritering. Poäng har givits på en skala 0 till 2 med undantag för kategorierna *omgivande mark, investeringskostnad* och *effekt på konnektivitet*. Här har en skala från 0 till 4 poäng använts då dessa aspekter anses vara av större vikt. I Tabell 34 redovisas poängsättning och prioritering av åtgärdsförslagen. Två fiskvägar bedöms ha prioritet 1; Vixtorp och Långsjödammen, fyra bedöms ha prioritet 2, tre stycken prioritet 3 och en prioritet 4.

Tabell 33. Poängsättning av kategorier för bedömning av prioritering av åtgärdsförslag för konnektivitet.

Kategori	Poängsättning
Markägareförhållanden (2p)	0p – Fler än 2 markägare berörs 1p – 1-2 markägare berörs 2p – Kommunal mark
Omgivande mark (4p)	0p – Ofördelaktiga markförhållanden och topografi 4p – Fördelaktiga markförhållanden och topografi
Tillgänglighet (2p)	0p – Svåråtkomligt för fordon och maskiner 2p – Bra åtkomst för fordon och maskiner
Juridik (2p)	0p – Både vattendom och markavvattningsföretag finns 1p – Vattendom eller markavvattningsföretag finns 2p – Ingen vattendom eller markavvattningsföretag finns
Intressekonflikter (2p)	0p – Potentiell konflikt finns med flera områden (t.ex. jordbruk, skogsbruk eller rekreation) 1p – Potentiell konflikt finns med ett område 2p – I princip fritt från potentiella konflikter
Kulturmiljö (2p)	0p – Fornlämning finns enligt Fornsök 1p – Ingen fornlämning enligt Fornsök men bedömd historisk miljö 2p – Kulturmiljö bedöms ej beröras
Investeringskostnad (4p)	0p – >1 000 000 kr 1p – 500 000 – 1 000 000 kr 2p – 250 000 – 500 000 kr 3p – 100 000 – 250 000 kr 4p – <100 000 kr
Effekt på konnektivitet (4p)	0p – Öppnar upp en begränsad sträcka långt uppströms 4p – Öppnar upp en stor sträcka av ån med flera potentiella lekplatser
Andra vandringshinder som påverkar (2p)	0p – Flera andra vandringshinder upp- eller nedströms behöver åtgärdas för att få önskad effekt 1p – Ett annat vandringshinder upp- eller nedströms behöver åtgärdas för att få önskad effekt 2p – Åtgärdsförslag i princip oberoende av andra vandringshinder
Ev. negativa effekter	0p – Flera negativa effekter 1p – Någon negativ effekt på exempelvis jordbruk, skogsbruk eller rekreation 2p – I princip inga negativa effekter
Totalt	> 18 p – Prio 1 12–18 p – Prio 2 6–12 p – Prio 3 0–6 p – Prio 4

Tabell 34. Poängsättning och prioritering av åtgärdsförslag för konnektivitet.

	Genomförbarhet (14 p)						Kostnad (4p)	Effekter (8 p)			Totalt (26 p)	Prio
	Markägarförhållanden	Omgivande mark	Tillgänglighet	Juridik	Intrassekonflikter	Kulturmiljö	Investering	Effekt på konnektivitet	Andra vandringshinder som påverkar	Ev. negativa effekter		
1a. Lötsjöns utlopp	1	4	2	1,5	1	2	2	0	1	2	16,5	2
1b. Länna bruk	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	5	4
2. Långsjödammen	1	2	1	0	0	2	4	4	1	2	16	1*
3. Vixtorp	1	4	1	2	2	2	4	2	1	2	21	1
5. Torslund kvarndamm	0	3	2	1	1	1	4	2	2	1	17	2
6. Lafsängsdammen	1	1	2	1	2	2	0	1	1	2	13	2
7. Körlingedammen	1	4	2	2	2	2	0	1	1	2	17	2
8. Söderby kvarndamm	1	1	2	1,5	1	1	0	1	0	2	10,5	3
9. Marielundsdamarna	1	3	2	1,5	0	1	1	0	0	1	10,5	3
10. Trehörningens utlopp	1	0	1	2	1	1	2	1	0	1	10	3

* Har bedömts som prio 1 trots lägre poäng då det är den åtgärd som ger den enskilt största effekten på konnektiviteten i Sävjaån.

7.5.2 Åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi

Arbetet med att ta fram åtgärder för förbättrad *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* har avgränsats enligt avsnitt 4.3.1. En bruttolista av möjliga åtgärder som framkommit under utredningens gång finns i Bilaga 3. Övriga åtgärder för hydrologisk regim och morfologi har beaktats och integrerats i åtgärdsförslag för diffusa källor, se avsnitt 7.3.1 och Bilaga 1.

Åtgärdstyper

Åtgärdstyper som föreslås i denna utredning och främst anses påverka hydrologisk regim och morfologi (men i vissa fall även tillförsel av fosfor) är:

Återställande av sänkta sjöar

I Uppsala län beräknas endast två sjöar vara opåverkade av sjösänkningar (Brunberg och Blomqvist, 1998). Sänkningarna av sjöar har framför allt gjorts för att dränera skog- och åkermark men har skapat igenväxta sjöar, torrlagda våtmarker och oxidering av organogena jordar. Genom att åter höja eller återställa, helt eller delvis, tidigare vattentrösklar kan sjöarna till viss del återfå sin naturliga utformning och hydrologiska regim. Detta kräver alltid en vattendom och är troligen enklast att genomföra för sjöar där jordbruksmark har övergivits (och ofta planterats igen med träd) eller påverkas marginellt. På vissa ställen kan även de gamla markavvattningsföretagen vara upphävda.

Återmeandring

Samtidigt med sjösänkningarna har även många diken och åar rätats och dikats. Här finns möjlighet att återskapa meandrande sträckor för en mer naturlig deposition och transport av sediment, vilket får en positiv påverkan på flertalet hydromorfologiska parametrar; *specifik flödesenergi, vattendragsfårans form och vattendragsfårans kanter*.

För åtgärder för minskad fosfortillförsel har följande beaktats när dessa har tagits fram och utformats:

Skapande av svämplan

Svämplanet är den yta kring en sjö eller vattendrag som översvämmas helt eller delvis vid flöden upp till ett 100-årsflöde. Genom höjdsättning och utformning av utlopp (exempelvis v-utskov, strypt flöde eller liknande) kan vattennivån i åtgärden fluktuera och överdämma omgivande svämplan vid högre flöden. Om svämplanet kring åar och sjöar upphöra att vara brukad mark påverkas statusen för *morfologiskt tillstånd* positivt.

Tvåstegsdiken

Tvåstegsdiken föreslås som åtgärd för minskad fosfortillförsel (se avsnitt 7.3.1) men bidrar även till en förbättrad hydromorfologi. Denna typ av terrasserat dike passar typisk i jordbruksområden med svag lutning. Med tvåstegsdiken minskas andelen brukad mark inom vattenförekomstens närområde och svämplan, vilket bidrar till förbättrad *morfologiskt tillstånd*. Se även avsnitt 7.3.1.

Kantzoner/buffertzoner

På samma sätt som tvåstegsdiken kan buffertzoner eller kantzoner i jordbrukslandskapet förbättra en vattenförekomst morfologi. Kantzoner eller buffertzoner med obrukad mark anläggs i strängar mellan åkern och ytvattnet, helst mellan 15 och 30 meter breda. Zonerna kan bestå av gräs, örter, buskar eller träd och utgör betesmark, slåttervall, naturliga stränder eller även skogsbrynslika partier. I Sveriges används oftast termerna lokalt anpassad kantzon (LAK) eller ekologiskt funktionell kantzon (EFK), vilka skiljer sig åt något. En integrerad buffertzon (IBZ) är en tredje variant där åkerdräneringen dräneras till ett dike som grävs parallellt till vattendraget med en cirka 5 meter bred träd- eller buskbeklädd infiltrationsbank mellan diket och vattendraget.

Meandring

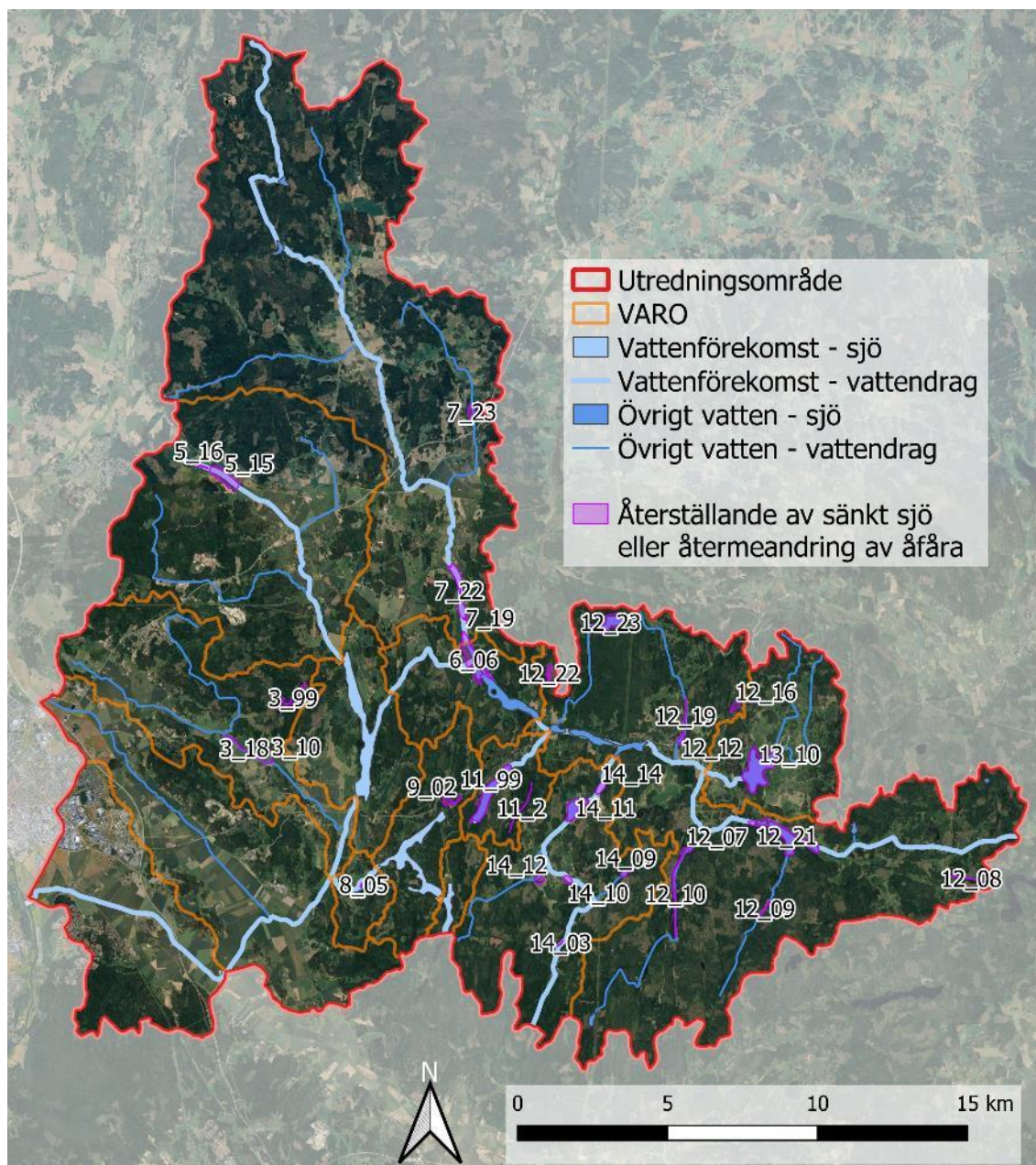
Vid anläggandet av nya åtgärder finns möjlighet att meandra exempelvis en mindre åfåra eller ett inloppsdike till en våtmark eller fosfordamm. Meandring passar i stora delar av Sävjaåns avrinningsområde där lutningen är svag eller måttlig. Dock får inte sedimenttillförseln vara för stor.

Säkerställa vandringsväg för fisk

Om en åtgärd, exempelvis våtmark eller fosfordamm, anläggs vid sidan av huvudfåran utgör de inget vandringshinder. Om en åtgärd planeras i huvudfåran bör det dock säkerställas att fisk kan vandra upp- och nedströms via exempelvis omlöp eller upptröskling. Se möjliga åtgärder i avsnitt 7.5.1.

Resultat

Totalt identifierades 30 åtgärdsförslag som främst bedöms påverka hydrologisk regim och morfologi, se Figur 48. Av dessa är 10 åtgärder återmeandering av åsträckor och 20 åtgärder återställande av sänkta sjöar. Se Bilaga 3 där det för varje åtgärd ges en kortare beskrivning och en bedömning av åtgärdens genomförbarhet.



Figur 48. Översikt av åtgärdsförslag för förbättrad hydrologisk regim och morfologi, som återskapande av sänkt sjö eller återmeandering. Bakgrundskarta: © Google Earth.

Prioritering

Varje åtgärd i Bilaga 3 har även givits en prioritering från 1 till 4, likt åtgärder i Bilaga 1 och Bilaga 2. En åtgärd med prioritet 1 anses ha störst genomförandepotential och ge en stor ekologisk effekt. Prioriteringen är baserad på översiktliga förhållanden som topografi, markförhållanden och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk. Utav 30 åtgärder bedöms fyra ha prioritet 1, elva ha prioritet 2, tio ha prioritet 3 och slutligen fem prioritet 4.

7.6 Övriga åtgärder

7.6.1 Strukturkalkning av jordbruksmark

Jordbruksmarken i Sävjaåns avrinningsområden består till stora delar av lerjordar, där de största fosforförlusterna oftast sker när fosfor transporteras med uppslammade lerpartiklar i vattnet i samband med häftiga regn eller snösmältning. En åtgärd som minskar fosforförlust från lerig jordbruksmark till vattendrag är så kallad strukturkalkning (Jordbruksverket, 2015c).

Strukturkalkning gör att lerjordar blir mer lättarbetade och torkar upp snabbare samtidigt som grödans uppkomst blir jämnare. Tillförsel och nedplöjning av kalken förbättrar markstrukturen genom att det bildas fler och stabilare aggregat som gör att jorden inte krymper och sväller lika mycket. När lerpartiklorna klumpar ihop sig till aggregat blir de dessutom mycket svårare att transporteras bort av vattnet. Kalkning bidrar också till att det bildas ett finmaskigt nät av sprickor över hela markytan som gör att regnvattnet infiltrerar jämt på hela markytan. På obehandlade lerjordar kan sprickbildning leda till ojämn infiltration genom sprickor som i sin tur leder till förluster av fosfor och uppslammat material till dräneringsrören och vidare ut i vattendragen. Reduktionseffekten för fosfor med strukturkalkning kan antas vara cirka 30 % (Gyllström m.fl., 2016).

Strukturkalkning ska bara göras på väl-dränerade lerjordar. Spridning ska inte ske när det är blött eller för sent på hösten. Kalken ska blandas in snabbt, helst vid spridning. Bränd eller släckt kalk ger en snabb och märkbar struktureffekt medan kalkstensmjöl inte är lika effektivt. (Jordbruksverket, 2015c).

Strukturkalkning skall på grund av kostnader och förväntad nytta endast utföras på den arealen av jordbruksmarken som efter jordbrukarnas lokalkännedom har mindre än optimal dränering idag (Strand, 2019).

7.6.2 Anpassade skyddszoner på åkermark

Syftet med anpassade skyddszoner är att minska erosionen och därmed fosforförlusterna via ytavrinning från åkermarken. Skyddszoner anläggs där det finns en uppenbar risk för erosion, till exempel på erosionsstråk inne på fält, längs åkerdiken, vid brunnar som fungerar som ytvattenintag. På en anpassad skyddszon odlas vallgräs, vallbaljväxter eller en blandning av dessa.

Skyddszoner som är 10 m breda kan minska fosforläckaget med 60–89% (Syversen, 2005). För att vara så effektiva som möjliga bör skyddszoner prioriteras för platser där erosion av jordbruksmark är som tydligast.

7.6.3 Ekologiska funktionella kantzoner

Ett annat åtgärdsförslag är anläggandet av så kallade ekologiskt funktionella kantzoner. Åtgärden innebär förenklat att man skapar en flerskiktad zon bestående av gräs, örter, buskar och träd som innefattar strandzonen och det fastmarksområde med direkt påverkan på ytvattnet. Zonen bör inkludera utströmningsområden och våtmarker. Inom zonen gynnas etablering av en naturlig vegetation och närmast vattnet bör träd och buskar dominera (med undantag för betesmarker). Storleken på zonen bör minst omfatta 15 meter men också anpassas till den omgivande marken (till exempel lutning) samt att den bör vara bredare (20–30 m) vid vatten med höga naturvärden. Kantzoner mellan terrestra och akvatiska miljöer, särskilt sådana som är trädbevuxna är effektiva filter för näringsfällor för avrinning från jordbruksmark (Petts, 1990). Kantzonen kan i vissa fall även innefatta en skötselzon med begränsat uttag av träd och skörd av fånggrödor. De 10 m som ligger närmast vattnet ska dock vara orörda. Betesmark och slättervall

samt övriga naturliga stränder och våtmarker utgör en del av en ekologiskt funktionell kantzoon. Att återställa större sträckor längs ån till naturligt tillstånd skulle dock betyda stora ingrepp på den intilliggande produktiva åkermarken till sannolikt orimliga kostnader.

7.6.4 Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet

Felanslutningar av spillvatten till dagvattennätet bidrar troligen på ett inte obetydligt sätt till fosforbelastningen på Sävjaån. Bedömningen av felkopplingarnas betydelse grundar sig på erfarenheter från åtgärdsarbeten i andra områden, samt att ett mindre dagvattenutsläpp konstaterats vara avloppspåverkade i samband med fältbesök inom uppdraget.

7.6.5 Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter

Tillsyn med avseende på dagvattenhantering vid miljöfarliga verksamheter pågår löpande och bör om möjligt intensifieras. Detta gäller inte minst avseende dokumentation, egenkontroll, sedimentrensning och skötsel av befintliga dagvattenreningsanläggningar.

7.6.6 Ökade krav vid planläggning

En utformning av bebyggelsen och dagvattenhanteringen som säkerställer långtgående flödesutjämning och i det närmaste fullständig avskiljning av den partikulära föroreningsfraktionen bör vara det minikrav som ställs. Eftersom det i dagsläget inte finns några beprövade tekniker för att effektivt avskilja lösta dagvattenföroreningar måste ett nollscenario troligen uppnås genom kompensationsåtgärder. Verktyg för att styra vilka byggmaterial som används och därmed undvika förorening av dagvattnet, t ex att förbjuda användning av koppar och zink med hänsyn till vattenkvaliteten i recipienten, saknas dessvärre idag i Plan- och bygglagen.

7.6.7 Inventering och kartering av hydromorfologiska parametrar och fiskfauna

För att skapa en bättre bild av Sävjaåns hydromorfologiska status krävs inventeringar och karteringar av avrinningsområdet. I statusklassningen för Sävjaåns vattenförekomster saknas i många fall underlag och sex av 14 parametrar är inte klassade i någon av de vattenförekomster som är vattendrag. För sjöarna är motsvarande siffra fem av tio (se avsnitt 2.3). För många av de klassade parametrarna bygger bedömningen på översiktliga digitala karteringar. Även om den generella påverkansbilden är relativt tydlig saknas mycket information om vattenförekomsterna, särskilt de längre uppströms.

Nuvarande status och utbredning av fiskfaunan i åarna är också relativt okänd. Mycket av den information som sammanställningen av fiskfaunan i avsnitt 6.1 bygger på är två större inventeringar 1990 och 1993 (samt två mindre fisken 2002 och 2008). Dataunderlaget är alltså i många fall cirka 30 år gammalt. Det bör därför genomföras provfisken, fiskstudier och inventeringar både i områdets sjöar och åar för att skapa sig en bättre bild av dagens fiskfauna.

7.6.8 Biotopförbättrande åtgärder

Behovet av att genomföra biotopförbättrande åtgärder har uppkommit flertalet gånger under utredningens gång (Loreth, 2020; Persson, 2020; Kärki, 2021; e-post). Utredningar som ger bättre information om fiskarters utbredning i systemet skulle kunna användas som underlag liksom även *Aspens leklokaler i Uppsala län* (Berglund, 2006). Både restaurering av förstörda leklokaler och skapandet av nya produktiva strömsträckor och leklokaler med hårda stenbottnar är åtgärder som skapar en relativt stor ekologisk nytta i förhållande till kostnad. Dessa platser är

få idag i utredningsområdets ofta starkt dikade, rätade och rensade åar. Kontakt behöver då tas med eventuella dikningsföretag för att diskutera lösningar där vissa sträckor av ån undantas från rensning och kan återskapas med sten- och grusbottnar. Vistebyån bör vara lämplig att börja med för biotopförbättringar, särskilt om de två vandringshindren i Vixtorp och Långsjödammen åtgärdas (se Bilaga 2).

Andra biotopförbättringar som bör övervägas är möjligheten att lägga ut död ved, återskapa naturliga strukturer (sten, bottensubstrat, strandbrinkar med mera), trösklar, svämplan och bestämmande sektioner, lägga igen eller öppna upp sidofåror som har ändrats historiskt, bredda åfåran och höja vattennivån och bottennivån (tillbaka mot ursprungliga nivåer). I allmänhet bör en mångformighet av vattendragets miljö eftersträvas, då det är väl belagt att detta ökar artrikedomen (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008)

7.6.9 Fiskeförbud

Idag råder förbud mot fiske av aspen under april och maj i alla Mälarens tillrinnande vattendrag (Havs- och vattenmyndigheten, 2013b). Inom vissa områden råder även totalt förbud för aspfiske, som i Fyrisåns fiskevårdsområde (Fyrisåns vattenförbund, 2021). En åtgärd inom Sävjaån kan vara att överväga liknande totalförbud som i Fyrisån på vissa sträckor. Det kan också övervägas att skydda enskilda leklokaler med totalt fiskeförbud under leken, inte bara asp, för att undvika tjuvfiske eller bifångst. Dessa förbudsområden kan då göras väldigt små och lokala för att inte begränsa fritidsfisket.

8 Genomförande av åtgärder – väg framåt

8.1 Åtgärder för punktkällor

I området finns drygt 340 enskilda avlopp med bristfällig eller okänd reningsanläggning. Dessa bör åtgärdas först, och detta ligger inom miljöförvaltningens ordinarie tillsynsarbete.

Information och dialog med hästägare är en långsiktig åtgärd, som involverar många personer och bygger på frivillighet och är därmed inte lika lätt att genomföra.

Föreslagen prioriteringsordning mellan åtgärder för punktkällor är därför:

- 1) Förelägga fastighetsägare att åtgärda bristfälliga avlopp.
- 2) Information och dialog med hästägare, för att åstadkomma ökad mockning av hagar, säker gödselhantering, erosionskydd vid utfodringsplatser, översyn av foderstater etcetera, med början på hästgårdar närmast vattendrag.

8.2 Åtgärder för diffusa källor

Vi vill poängtera att det är viktigt att underhålla befintliga åtgärder, såväl dagvattendammar i Uppsala tätort som etablerade jordbruksåtgärder, för att vidmakthålla anläggningarnas syfte och att de ska fungera ändamålsenligt. Detta inkluderar uppföljning av avskiljningsgrad, underhåll och skötsel av anläggningarna. Att fortsättningsvis minska tillförseln från tätbebyggda områden och inte minst vid framtida exploateringar kommer vara av stor vikt i den nödvändiga dialogen med markägare för genomförandet av åtgärder i jordbrukslandskapet. För att minska näringsförluster från det jordbruksdominerade områdena är det viktigt med fortsatt arbete. Det innefattar exempel gårdsvisa vattenplaner, förbättrad dränering, underhåll av befintliga diken och brunnar och riktade insatser för strukturkalkning och kantzoner där erosion sker. Alla sådana åtgärder skall självfallet utföras i dialog och nära samarbete med berörda lantbrukare där kommunen tydlig kommunicerar att åtgärderna är frivilliga och att kommunen erbjuder hjälp för att implementera åtgärder.

Det är även viktigt att planerade åtgärder genomförs. Vid genomförande av åtgärder är det även viktigt att ta hänsyn och att ”ingreppen” inte skapar negativ påverkan för de värdefulla naturvärden som Sävjaån med omgivning hyser. Av de platsspecifika åtgärdsförslagen som tagits fram riktade till minskad näringstillförsel från framförallt jordbruksmark i denna utredning har 13 stycken givits prio 1 och 22 stycken till prio 2 (se Tabell 35). Åtgärdsförslagen är numrerade med nummer som är en kombination av VARO-nummer och numret av åtgärdsförslaget, där till exempel åtgärd 1-03 är den tredje åtgärden från bruttolistan för VARO 1. Åtgärdsförslagen prioriterades enligt rangordningen nedan. Platser med prioritet 3 från nettolistan bör ses som möjliga åtgärder efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2. Samtliga platsspecifika åtgärdsförslag redovisas i detalj i Bilaga 1 och en översikt av bedömningen för de högst prioriterade åtgärdsförslagen visas i Tabell 36.

Prioritering av platsspecifika åtgärdsförslag inom Sävjaåns avrinningsområde:

1. Av de sex föreslagna våtmarkerna gavs förslagen 1-03 (nordost om Bergsbrunna), 1-06 (sydost om Bergsbrunna) och 13-09 (invid Sjön Fladen) högsta prioritet på grund av att de möjliggör för kombination av fosforavskiljning med effekter för ökad biologisk mångfald och skapande av rekreationsyta. Av de platsspecifika åtgärdsförslagen som tagits fram med syfte att minska näringstillförseln från framförallt jordbruksmark har 13 stycken givits prio 1 och 22 stycken prio 2 (se Tabell 35). Åtgärdsförslagen

prioriterades enligt rangordningen nedan. Samtliga platsspecifika åtgärdsförslag redovisas i detalj i Bilaga 1 och en översikt av bedömningen för de högst prioriterade åtgärdsförslagen visas i Tabell 36. Samtliga platsförslag är tätortsnära eller ligger nära invid bebyggt område och skulle kunna bli populära utflyktsmål. Dessutom tar de ingen eller väldigt lite produktiv åkermark i anspråk. Åtgärdsförslag 2-18 (mellan Jälla och Bälinge), som även denna är en våtmark, gavs högsta prioritet på grund av att en damm redan skapats naturligt i den befintliga gamla lertäkten och att relativt små ingrepp krävs för att omforma den till en våtmark med god fosforavskiljning.

2. Av de 24 föreslagna fosfordammarna gavs nio förslag högsta prioritet. De som givits högst prioritet är framför allt förslag där marken är naturligt sumpig eller improduktiv eller där lutningen i landskapet möjliggör anläggandet genom kombination av schakt och dämning eller schakt och invallning. Vissa av förslagen kräver mer schakt men samtliga har en hög fosforavskiljning i förhållande till dess tillrinningsområde.
3. Åtgärdsförslag 4-17 och 9-01 är båda våtmarker som givits prio 2. Åtgärdsförslag 9-01 innebär relativt låg fosforavskiljning men är det enda våtmarksåtgärdsförslaget som ligger på kommunal mark. Att påbörja genomförandet av åtgärder på kommunal mark har ett stort pedagogiskt värde inför samarbetet med markägare för andra platsförslag. Dessutom bedöms höga värden för biologisk mångfald och rekreation kunna uppnås i och med åtgärden. Förslag nummer 4-17 är en alternativ åtgärd till en fosfordamm som föreslagits högre uppströms. Anledningen till att våtmarken fått lägre prioritering är för att risken för negativ påverkan av omkringliggande åkermark är något större i och med dämningen.
4. Antal förslag till fosfordammar som givits prio 2 är 15 stycken. Till skillnad från fosfordammar som givits högsta prioritet så innebär fosfordammar med prio 2 ofta något större mängd schaktmassor eller att produktiv åkermark behöver tas i anspråk. Fosforavskiljning i förhållande till storlek på tillrinningsområdet är fortfarande hög.
5. De åtgärdsförslag som innebär ett flertal mindre fosfordammar har givits prio 2 av samma anledning som de ovan nämnda fosfordammar som givits prio 2. Det gäller åtgärdsförslag 2-15, 5-05, 7-25 och 21-23.
6. Det tvåstegsdike som beskrivits platsspecifikt, det vill säga åtgärdsförslag 2-16, har givits prio 2. Detta eftersom det påverkar en stor areal av jordbruksmark även om åtgärden skulle leda till ökad biologisk mångfald. Kunskapsläget kring tvåstegsdikens funktion är dock begränsad varför högsta prioritet inte kunde ges.

Tabell 35. Översikt slutgiltig prioritering av platsbeskrivna åtgärdsförslag från Bilaga 1, per åtgärdstyp. Åtgärdsförslagen är numrerade med nummer som är en kombination av numret av VARO och numret av Åtgärdsförslag, där till exempel åtgärd 1-03 är den tredje åtgärden från bruttolistan för VARO 1.

Åtgärdstyp	Prio	Antal åtgärdsförslag	Åtgärdsförslag nr.
Våtmark	prio 1	4	1-03, 1-06, 13-09 och 13-09
Fosfordamm	prio 1	9	1-02, 3-05, 3-12, 4-03, 4-07, 4-10, 5-10, 5-18 och 7-24
Totalt	prio 1	13	
Våtmark	prio 2	2	4-17 och 9-01
Fosfordamm	prio 2	15	1-13, 2-2.2, 2-04, 2-11, 2-12, 2-13, 2-21, 3-16, 4-14, 5-04, 5-09, 7-01, 7-04, 7-06, och 7-27
Flertalet mindre fosfordammar	Prio 2	4	2-15, 5-05, 7-25 och 21-23
Tvåstegsdike	prio 2	1	2-16
Totalt	prio 2	22	

Tabell 36. Sammanfattande beskrivning av bedömda förutsättningar, bedömd genomförbarhet och fosforavskiljningskostnad (tkr/kg P) för åtgärder med högst prioritering.

Åtgärdsförlags nr.	Beskrivning av åtgärd	Bedömning av förutsättningar	Bedömd genomförbarhet	Prioritetsklass	Kostnadseff. [tkr/kg P]
1-02	Våtmarkslik fosfordamm utanför Bergsbrunna	Ej kommunal mark. Förlust av öppen mark i ravin. Inget dikningsföretag. Dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,42
1-03	Våtmark nordost om Bergsbrunna	Ej kommunal mark. Förlust av öppen mark i ravin. Inget dikningsföretag. Dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,68
1-06	Våtmark sydost om Bergsbrunna	Ej kommunal mark. Förlust av betesmark och öppen mark. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig. Potentiellt förorenat, ej risiklassat.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,8
2-18	Mellan Jälla och Brillinge föreslås en våtmark i den gamla lertäkten	Ej kommunal mark. Förlust av vattenyllid gammal lertäkt. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,65
3-05	Fosfordamm vid Norrhällby	Ej kommunal mark. Förlust av åkermark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,4
3-12	Fosfordamm mellan Halmbö och Broby	Ej kommunal mark. Förlust av åkermark. Inget dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	2,0
4-03	Fosfordamm öster om Näset	Ej kommunal mark. Förlust av betesmark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	2,4
4-07	Fosfordamm väster om Näset	Ej kommunal mark. Förlust av åkant. Dikningsföretag. Schaktning möjlig för djuphåla.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,71
4-10	Våtmarkslik fosfordamm intill Funbosjön	Ej kommunal mark. Förlust av jordbruksmark och öppen mark. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,89
5-10	Våtmarkslik fosfordamm i Kaiby	Ej kommunal mark. Förlust av öppen mark i ravin. Dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,44
5-18	Våtmarkslik fosfordamm vid väg 288 i Vallby	Ej kommunal mark. Förlust av sank åkermark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig. Marken kan vara förorenad.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,29
7-24	Fosfordamm i Rasbokil öster om kyrka	Ej kommunal mark. Förlust av åkermark. Inget dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	1,4
13-09	Multifunktionell våtmark invid sjön Fladen	Ej kommunal mark. Förlust av sankmark. Dikningsföretag. Schaktning möjlig för djuphåla.	Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet	1	0,87

8.3 Åtgärder för konnektivitet

I och med utrivningen av SMHI-pegelns finns nu fria vandringsvägar i Sävjaåns system från Fyrisån (Övre föret) till Funbosjön. Detta borde rimligen medföra att VARO 1, 2, 3 och 4 (ej klassad) får god status med avseende på *konnektivitet*. Från Funbosjön kan fisken vandra upp i den mindre Tomtaån (VARO 5, ej klassad) eller fortsätta halvvägs upp genom Vistebyån.

De två vandringshindren i Vistebyån (Vixtorp och Långsjödammen) är de som fortsättningsvis begränsar migrationen till och från Sävjaåns stora östra tillrinningsområde. Dessa två hinder bör därför åtgärdas i första hand. Om dessa åtgärdas bör VARO 6 men även VARO 13 och 14 (ej klassade) få god status med avseende på *konnektivitet*. En stor ekologisk vinst uppnås då flertalet leklokaler tillgängliggörs, samt att de olika populationerna av asp från Mälaren och Långsjön kan blandas och få en större genetisk diversitet. Det isolerade beståndet i Långsjön är idag troligen mer sårbart på grund av ett begränsat antal lekplatser och kan lättare slås ut av exempelvis förändrade förhållanden som grumling, övergödning eller sjukdomar.

Om åtgärdsarbetet fortsätter uppströms Långsjön blir Torslund kvarndamm (prio 2) nästa åtgärdsplats för god status i VARO 12. Biotopförbättringar och en förbättring av dagens situation av vandringshindret medför fler lekplatser för aspen. Möjligen vandrar inte aspen högre, men andra fiskar kommer kunna fortsätta uppströms mot Södersjön där utloppet nu har åtgärdats för lättare passage (se avsnitt 6.2).

Generellt bör sedan arbetet med att åtgärda vandringshinder ske i geografiska kluster. Vandringshindren Körlingedammen och Lafsängsdammen (prio 2) ligger visserligen högt uppströms i systemet men bör kunna åtgärdas med relativt enkla metoder och utan större intressekonflikter. Om dessa åtgärdas bör god status uppnås i VARO 7.

Nästa kluster av vandringshinder som kan åtgärdas bör ge god status i VARO 8, 9 och möjligen 10 (som ej är klassad idag); Trehörningens utlopp, Marielundsdammarna och Söderby kvarndamm (prio 3). Dessa tre vandringshinder är tekniskt mer komplicerade och belägna i kulturmiljöhistoriska områden.

Slutligen kan god status uppnås i VARO 11 om Lötsjöns utlopp (prio 2) och Länna bruk (prio 4) åtgärdas. Framför allt på grund av den stora fallhöjden och behov av teknisk utformning vid Länna bruk är det svårt att motivera dessa åtgärdsplatser högt, för att öppna upp en mindre sidofåra med ett begränsat avrinningsområde.

Tabell 37. En sammanfattning av ovan text med förslag på arbetsgång för åtgärdande av vandringshinder i geografiska kluster.

Föreslagen arbetsordning	Vandringshinder som åtgärdas	Prio	Medför god status i VARO*
0 (genomförd)	99) SMHI:s pegel		1, 2, 3 Ev. 4, 5 (ej klassade)
1	3) Vixtorp 2) Långsjödammen	1 1	6 Ev. 13, 14 (ej klassade)
2	5) Torslund kvarndamm	2	12
3	7) Körlingedammen 6) Lafsängsdammen	2 2	7
4	8) Söderby kvarndamm 9) Marielundsdammarna 10) Trehörningens utlopp	3 3 3	8, 9 Ev. 10 (ej klassad)
5	1b) Länna bruk 1a) Lötsjöns utlopp	4 2	11

* VARO 15 har redan god status med avseende på konnektivitet.

8.4 Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi

Det är mycket svårt rent praktiskt att uppnå god status för dessa parametrar i Sävjaån utan att kraftigt påverka eller inskränka andra intressen såsom konventionellt jordbruk, konventionellt skogsbruk och bebyggelse. De åtgärder som har tagits fram i Bilaga 3 är väldigt översiktliga. De motsvarar inte det totala åtgärdsbehovet för att uppnå god status för *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd*.

Förslagsvis utreds i första hand därför möjligheterna att åtgärda de fyra förslag till återställande av sänkt sjö som har prio 1 i Bilaga 3 (Broby mosse, Lillsjön Almunge, Lillsjön Ösby och Käringsjön). Ett arbetssätt kan sedan vara att åtgärda vissa sjöar eller åsträckor i samband med andra åtgärder i området, eller kontakta markägare och markavvattningsföretag för att sondera viljan att genomföra åtgärder och därigenom prioritera områden där åtgärdsviljan är större.

8.5 Nås förbättringsbehovet?

De 13 åtgärdsförslagen för minskad näringsförlust från jordbruket med prioritet 1 bedöms kunna avskilja 344 kg fosfor per år, medan de 22 åtgärdsförslagen av prioritet 2 förväntas avskilja 615 kg fosfor årligen (Tabell 38). Åtgärderna för minskat näringsläckage från hästgårdarna bedöms kunna bidra med en fosforavskiljning på 180 kg per år och åtgärder för enskilda avlopp förväntas kunna bidra med en fosforavskiljning på 135 kg per år. Sammanlagt förväntas alla åtgärder bidra med en avskiljning av cirka 1270 kg fosfor per år (Tabell 38). Endast för tre av 15 vattenförekomster nås betinget med åtgärdsförslagen (feta värden i Tabell 32:s näst sista kolumn). För VARO 4 (Funbosjön), VARO 9 (Trehörningen) och VARO 13 (Fladån-Fladen Almunge) räcker alltså åtgärdsförslagen till för att nå betinget. Bara för VARO 13 (Fladån-Fladen Almunge) räcker åtgärderna även till för att nå 150 % av betinget (Tabell 38). För fem av vattenförekomsterna (VARO 6, 10, 11, 12 och 14) nås betingen eftersom betingen var noll (markerad med kursiv text i de högre två kolumnerna i Tabell 38). Detta gäller även för VARO 15 (vattendraget mellan Ramsen och Trehörningen) som dock bara är 1 hektar stort och inte har något beting. På grund av den ringa storleken redovisas VARO 15 inte i Tabell 38.

För de jordbruksdominerade VARO på Uppsalaslätten (VARO 1, 2, 3, 5, 7 och 8) uppnås betingen inte. De samlade åtgärderna bedöms för dessa vattenförekomster bara kunna uppnå mellan 20 % och 56 % av betinget (Tabell 38). Att betingen för dessa vattenförekomster kan uppnås med bibehållet produktivt jordbruk är mycket osannolikt. För att uppnå betingen i dessa avrinningsområden skulle produktiv åkermark behöva omvandlas till vallodling som har lägre arealläckage. Att överge produktiv åkermark står dock i direkt konflikt med målet för självförsörjning från Sveriges livsmedelsstrategi och bedöms inte som en lämplig åtgärd.

För att underlätta förståelse för varför betingen inte går att uppnå redovisar Tabell 39 ett hypotetiskt exempel för VARO 2 (Sävjaån, Storån-Spångtorp); den vattenförekomst som har högst fosforbeting. Vattenförekomsten har ett fosforbeting på drygt 860 kg fosfor per år varav 415 kg bedöms kunna uppnås med de samlade åtgärdsförslagen (Tabell 38). För att uppnå det kvarvarande betinget på knappt 450 kg fosfor per år (Tabell 39) skulle, baserat på skillnaden i arealläckagekoefficient mellan åkermark och vall, 690 hektar eller knappt 30 % av den totala åkermarksarealen behöva omvandlas till vallodling (Tabell 39). Detta är förstås inte en rimlig åtgärd och ingenting denna utredning vill föreslå. Exemplet tjänar bara för att illustrera att betingen för vattenförekomster med en stor andel produktiv jordbruksmark i avrinningsområdet bedöms vara orimliga.

Tabell 38. Fosforbeting per VARO både i kg per år och procent av tillförseln, samt uppskattad avskiljning i kg fosfor per år i åtgärder för jordbrukslandskapet av prioritet 1 och 2, åtgärder för hästgårdar och åtgärder för enskilda avlopp. Summerad avskiljning samt andelen av betinget som uppnås redovisas till höger. Fet text i de två högre kolumnerna indikerar att betinget eller 150 % av betinget uppnås. Kursiv text indikerar att betingen uppnås eftersom betingen var noll. På grund av den ringa storleken och noll beting redovisas inga värden för VARO 15.

VARO	P tillförsel (kg/år)	P-Beting (kg/år)	Förbättringsbehov (%)	150 % P-Beting (kg/år)	150 % Förbättringsbehov (%)	Avskiljning diffus Prio 1 (kg/år)	Avskiljning diffus Prio 2 (kg/år)	Avskiljning hästgårdar (kg/år)	Avskiljning enskilda avlopp (kg/år)	Summa (kg/år)	Andel 100% beting (%)	Andel 150% beting (%)
1	1805	299	17 %	449	25 %	63	7	12	16	97	33 %	22 %
2	2505	861	34 %	1292	52 %	32	339	21	22	415	48 %	32 %
3	1235	360	29 %	540	44 %	18	3	27	25	73	20 %	14 %
4	530	190	36 %	285	54 %	78	110	7	8	203	107 %	71 %
5	1485	483	33 %	725	49 %	119	38	11	16	184	38 %	25 %
6	215	0	0 %	0	0 %			3	1	5	100 %	100 %
7	2570	309	12 %	464	18 %	10	103	28	15	156	50 %	34 %
8	85	12	14 %	18	21 %			1	6	7	56 %	37 %
9	135	17	13 %	26	19 %		5	4	8	17	101 %	68 %
10	25	0	0 %	0	0 %			1	0	1	100 %	100 %
11	55	0	0 %	0	0 %			0	1	1	100 %	100 %
12	965	0	0 %	0	0 %			26	10	36	100 %	100 %
13	595	30	5 %	45	8 %	23		21	7	51	169 %	113 %
14	410	0	0 %	0	0 %		10	16		26	100 %	100 %
Summa	12 610	2561	20 %	3842	30 %	344	615	178	135	1272	50 %	33 %

Tabell 39. Fosfortillförsel i kg per år fördelad på olika källor samt kvarvarande beting efter genomförande av åtgärdsförslagen och ett hypotetiskt omvandlingsbehov från produktiv åkermark till vallodling för att uppnå det kvarvarande betinget (ha) för VARO 2 (Sävjaån, Storån-Spångtorp); den vattenförekomst som har högst fosforbeting.

Källa	VARO 2 P-tillförsel (kg/år)		
Åkermark	2210	Beting VARO 2 (kg/år)	861
Vall	50	Kvarvarande beting efter åtgärderna (kg/år)	446
Skogsmark	35	Arealförlust åker (kg/ha och år)	0,93
Öppen mark	30	Arealförlust vall (kg/ha och år)	0,28
Dagvatten	25		
Atmosfärisk deposition	0	Hypotetiskt omvandlingsbehov till vall (ha)	690
Enskilda avlopp	110	Andel av åkermark som behöver omvandlas till vall (%)	29
Hästgårdar	45		
ARV	0		
Summa (kg/år)	2505		

Om alla tio vandringshinder åtgärdas med fiskvägar (se Bilaga 2) bör utredningsområdet 15 vattenförekomster få god status avseende *konnektivitet*². Fiskvägarna bedöms möjliggöra

² Med konnektivitet här avses i upp- och nedströmsriktning. Det finns även en parameter för konnektivitet i sidled till närområde och svämplan, men denna parameter är oklassad för alla 15 vattenförekomster, se avsnitt 2.3.1.

passage för minst 75 % av de vandringsbenägna fiskarterna som ska finnas enligt referensförhållandet, vilket är gränsen för god status.

Även om alla åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi i Bilaga 3 genomförs kommer inte god status uppnås för dessa kvalitetsfaktorer. Se förbättringsbehov i avsnitt 2.4.2 och utredningens avgränsning i avsnitt 4.3.1 för vidare förklaring.

9 Referenser

- ANDERSSON, J., MÁCSIK, J., VAN DER NAT, D., NORRSTRÖM, A., ALBINSSON, M., ÅKERMAN, S., HERNEFELDT, P.C., och JÖNSSON, R., 2018. Reducing Highway Runoff Pollution (REHIRUP). Sustainable design and maintenance of stormwater treatment facilities. *Trafikverket*, Vol. 2018, Nr. 155.
- ARONSSON, H., BERGLUND, K., F. DJODJIC, ETANA, A., GERANMAYEH, P., JOHNSSON, H., och WESSTRÖM, I., 2019. *Effekter av åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark och åtgärdsutrymme*. SLU, HaV, Nr. Ekohydrologi 160.
- BERGLUND, J., 2006. *Aspens leklokaler i Uppsala län*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 2006:25.
- BERGLUND, J., 2020. Mail: Angående rivning av SMHI pegel.
- BERNARDSSON, B.A., 2021. Fisk och vandringshinder i Lötsjön. Muntligt.
- BERONIUS JÖRPELAND, L., QVISTRÖM, L., och ÅGREN, H., 2013. *Kvarnar och kvarnlandskap i Rasbo under tidigmodern tid - Arkeologisk undersökning av en kvarnholme i Lejstaån*. Uppsala: Upplandsmuseet, Nr. 2013:30.
- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapssammanställning Dagvattenrening*. Svenskt Vatten AB, Nr. 2016-05.
- BRANDT, M. och ULÉN, B., 1988. Beräkning av avrinning och kväveläckage från ett vattendrag med olika markanvändning. *Vatten*, Vol. 44, Nr. 4, s. 287-294.
- BRUNBERG, A.-K. och BLOMQVIST, P., 1998. *Vatten i Uppsala län 1997 - Beskrivning, utvärdering, åtgärdsförslag*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 8/1998.
- DAHLIN, S. % JOHANSSON, G., 2008. *Miljöeffekter av hästhållning*. SLU. EBH-kartan, 2021.
- EUR-LEX, 2020. Ordlista till sammanfattningarna - EUR-Lex [internet]. Tillgängligt: <https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/natura.html?locale=sv> [Hämtad 2020-11-5].
- FYRISÅNS VATTENFÖRBUND, 2021. Regler för fiske [internet]. *Fyrisån*. Tillgängligt: <https://fyrisan.se/fyrisan/regler-for-fiske/> [Hämtad 2021-5-28].
- GOOGLE, 2021. Google Maps [internet]. *Google Maps*. Tillgängligt: <https://www.google.se/maps/@59.8520611,17.6189353,14z> [Hämtad 2021-4-29].
- GOOGLE MAPS, 2021. Google Satellite WMS.
- GOOGLE SATELLITE, u.å. Google Satellite.
- GREPPA NÄRINGEN, 2021. Rådgivning miljövänlig hästhållning [internet]. *Greppa.nu*. Tillgängligt: <https://greppa.nu/vara-tjanster/radgivning/startbesok-miljovanlig-hasthallning>.
- GULLBERG, K., OLOFSSON, H., och NYBERG, P., 1993. *Elfiskeinventering av vattendrag i Uppsala län 1990*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 1993/1.
- GYLLSTRÖM, M., LARSSON, M., MENTZER, J., PETERSSON, J.F., CRAMÉR, M., BOHOLM, P., och WITTER, E., 2016. *Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologiskt status - underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram*. Länsstyrelsen.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013a. *Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft*. Göteborg: Olle Calles, Erik Degerman, Håkan Wickström, Jonas Christiansson, Stina Gustafsson och Ingemar Näslund, Nr. 2013:14.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013b. Asp [internet]. Tillgängligt: <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/asp.html> [Hämtad 2021-5-28].
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016a. *Åtgärdsprogrammet för asp*. Göteborg: Sallmén, N., Nr. 2016:27.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016b. *Havs- och Vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållsvatten*. Nr. HVMFS 2016:17.

- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2017. *Sötvattenanknutna Natura 2000-värdens känslighet för hydromorfologisk påverkan*. Göteborg: von Wachenfeldt, E. och Bjelke, U., Nr. 2017:15.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019a. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Göteborg, Nr. HVMFS 2019:25.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019b. *Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet 2017. Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation*. Göteborg, Nr. 2019:20 Havs-och vattenmyndighetens rapport.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2020. *Värdefulla vatten* [internet]. Tillgängligt: <https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/kartor-och-gis/karttjanster/karttjanster-fran-oss/vardefulla-vatten.html> [Hämtad 2021-3-31].
- HELLBLOM, F. & RYBAK, F., 2019. *Projektplan - Oxunda och hästhållning*. Oxunda Vattensamverkan.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, 2012. *Fånga fosfor – Dammar, filter och tvåstegsdiken*.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, u.å. *Projektplan för anläggning av våtmark Almunge-Söderby 1:21*.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET SKÅNE, 2019. *Provtagning av svenska växthusvatten, hösten 2019 - Identifiering av växtskyddskontaminerade vattenflöden från växthus* [internet]. Tillgängligt: https://jvdoc.sharepoint.com/sites/FoU/Delade%20dokument/10209_19.pdf?originalPath=aHR0cHM6Ly9qdmRvYy5zaGFyZXBvaW50LmNvbS86Yjovcy9Gb1UvRyI1NXFoZ3pXaFJCakN1bkZ1ODJQVVFccnRQNGROajk3NVFtcnVWS2tlMnRYQT9ydGltZT1mVjRlTEpveDJVZw [Hämtad 2021-6-17].
- ISAKSSON, J., ERIKSSON, S. & HERMANSSON, A., 2017. *Hästen och miljön inom Oxundaåns avrinningsområde*. Hushållningssällskapet.
- JOHNSON, H., MÅRTENSSON, K., LINDSÖ, A., PERSSON, K., ANDRIST RANGEL, Y., och BLOMBÄCK, K., 2019. *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark - Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2016*. Norrköping: SMED (Svenska MiljöEmissionsData), Nr. 5.
- JONSSON, R., 2021. *Vandringshinder Torsslunds kvarn*.
- JORDBRUKSVERKET, 2008. *Fosforförluster från jordbruksmark- vad kan vi göra för att minska problemet?* Nr. Jordbruksinformation 27.
- JORDBRUKSVERKET, 2010. *Dammar som samlar fosfor*. Nr. jordbruksinformation 11-2010.
- JORDBRUKSVERKET, 2015a. *Nationell jordartskartering - Matjordens egenskaper i åkermarken*. Jönköping: Jordbruksverket, Nr. 2015:19.
- JORDBRUKSVERKET, 2015b. *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket. Analysdata av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet*. Jönköping, Nr. 2015:7.
- JORDBRUKSVERKET, 2015c. *Praktiska råd. Greppa näringen. Strukturkalkning – bra för både mark och miljö*. Nr. Nr 23, 2015.
- JORDBRUKSVERKET, 2017. *Praktiska råd. Greppa näringen. Bra hagar för både hästen och miljön*. Nr. Nr 26, 2017.
- JORDBRUKSVERKET, 2020. *Jordbruksblock 2020* [internet]. *Kartor och Geografiska informationssystem*. Tillgängligt: <https://jordbruksverket.se/e-tjanster-databaser-och-appar/e-tjanster-och-databaser-stod/kartor-och-gis> [Hämtad 2020-9-18].
- KARLSSON, P.E. och PIHL KARLSSON, G., 2018. *Deposition av fosfor till Östersjön. Kunskapsläge och möjligheter till löpande mätningar*. Norrköping: SMED, Nr. SMED rapport Nr 18, 2018.
- KNIVSTA KOMMUN, 2017. *VA-plan för Knivsta kommun* [internet]. Tillgängligt: <https://vaguiden.se/wp-content/uploads/2012/04/Knivsta-VA-planantagen170320-1.pdf> [Hämtad 2021-6-14].
- KYNKÄÄNNIEMI, P., 2014. *Small Wetlands Designed for Phosphorus Retention in Swedish Agricultural Areas*.

- KÄRKI, J., 2021. Mail angående Sävjäns avrinningsområde.
- LAND, M., GRANÉLI, W., GRIMVALL, A., HOFFMANN, C.C., MITSCH, W.J., TONDERSKI, K.S., och VERHOEVEN, J.T.A., 2016. How effective are created or restored freshwater wetlands for nitrogen and phosphorus removal? A systematic review. *Environmental Evidence*, Vol. 5, Nr. 1, s. 9.
- LANTMÄTERIET, 2020. *GSD-Väggkartan, vektor*. Nr. 4.7.
- LANTMÄTERIET, 2021. Historiska kartor [internet]. *Lantmäteriet - Historiska kartor*. Tillgängligt: <https://historiskakartor.lantmateriet.se/>.
- LARSSON, A., 2021. Vandringshinder och hydromorfologiska åtgärder i Sävjaåns avrinningsområde. Teams.
- LIFVENDAHL, Z., 2020. Letande av åtgärder för hydromorfologi. Teams.
- LORETH, T., 2020. Sävjaån - hydrologiska och morfologiska förhållanden.
- LÄNSSTYRELSEN, 1987. Damminventeringsprotokoll Länsregister.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA LÄN, 2017. *Bevarandeplan Sävjaån-Funbosjön*. Uppsala, Nr. 511-8141-16.
- LÄNSSTYRELSENA, 2009. *Fria vandringsvägar i Mälars- och Hjälmarmynnade vattendrag - En kartläggning av vandringshinder och lekomyråden för fisk*. Uppsala: Författare: Svensson, L., Nr. 2009_06.
- LÄNSSTYRELSENA, 2018. Biotopkarteringsdatabasen [internet]. Tillgängligt: <https://biotopkartering.lansstyrelsen.se/Default.aspx>.
- LÄNSSTYRELSENA, 2021. GeodataKatalogen [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>.
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, RIKSANTIKVARIÉÄMBETET, och NATURVÅRDSVERKET, 2016. Fiskvägar. *Åtgärder i Vatten - Sveriges åtgärder för en bättre vattenmiljö*.
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, och VATTENMYNDIGHETERNA, 2021. VISS [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2021-8-30].
- MALGERYD, J., FORSBERG, L., KYLLMAR, K., HEEB, A., GUSTAFSSON, J., SVENSSON, A.A., och ALSTRÖM, T., 2015. *Åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark – erfarenheter från tre avrinningsområden i Västmanland, Östergötland och Halland*. Nr. Jordbruksverket 2015:2.
- NATURVATTEN, 2021. *Intern fosforbelastning i sjöar inom Sävjaåns avrinningsområde - Funbosjön, Trehörningen och Ramsen*.
- NATURVATTEN AB, 2020. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1- Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder*. Nr. 2018-1306 A.
- NATURVÅRDSVERKET, 2017. *Förutsättningar för prövningar och tillsyn i Natura 2000-områden*. Stockholm: Utgåva 1, Nr. Handbok 2017:1.
- NATURVÅRDSVERKET, 2020. Syftet med Natura 2000 [internet]. *Naturvårdsverket*. Tillgängligt: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhället/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Skydd-av-natur/Natura-2000/> [Hämtad 2020-11-5].
- NATURVÅRDSVERKET, 2021. Skyddad natur [internet]. Tillgängligt: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> [Hämtad 2021-2-3].
- NATURVÅRDSVERKET och FISKERIVERKET, 2008. *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Stockholm och Göteborg.
- OWENIUS, S., 2012. *WRS. Identifiering av riskområden med särskilda åtgärdsbehov för att förebygga näringsförluster. Julmyrans Vänner*. Nr. 2012-0427.
- PARVAGE, M. M., 2015. *Impact of horse-keeping on phosphorus concentrations in Soil and water*. SLU.
- PARVAGE, M. M., KIRCHMANN, H., KYNKÄNNIEMI, P., och ULÉN, B., 2011. Impact of horse grazing and feeding on phosphorus concentrations in soil and drainage water. *Soil Use and Management*, Vol. 27, Nr. 3, s. 367-375.

- PERSSON, J., 2020. Sävjaån - hydrologiska och morfologiska förhållanden.
- PETTS, G.E., 1990. The role of ecotones in aquatic landscape management. *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. R.J. Naiman and H. Décamps, Vol. 4, s. 301.
- QVIBERG, S., 2009. *Konsekvenser för laxfiskars lekvandring om Göteborg invallas*. Göteborg: Institutionen för växt- och miljövetenskaper, Göteborgs universitet.
- RIDDERSTOLPE, P., HYLANDER, L., ERIKSSON, B., och GRINELL, A., 2018. *Bedömning av självrening och retention i mark vid prövning av små avlopp – smittskydd och fosfor*. Uppsala: Va-guiden, Nr. 2016:2.
- RIKSDAGSFÖRVALTNINGEN, 1998. *Förordning om vattenverksamheter*. Svensk författningssamling.
- ROSLAGSVATTEN, 2019. *Miljörapport Lagga reningsverk 2019*. Nr. 20191202–28605.
- SCALGO, 2021. Scalgo Live [internet]. Tillgängligt: <https://scalgo.com/live/> [Hämtad 2021-3-9].
- SLU, 2020. Artfakta - SLU Artdatabanken [internet]. Tillgängligt: <https://artfakta.se/> [Hämtad 2020-11-30].
- SLU, 2021a. Nationellt Register över Sjöprovfisken – NORS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/databaser/databas-for-sjoprovfiske-nors/> [Hämtad 2021-1-15].
- SLU, 2021b. Svenskt elfiskeregister - SERS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <https://www.slu.se/elfiskeregistret> [Hämtad 2021-1-15].
- SMED, 2011. *Teknikenkät - enskilda avlopp 2009*. Nr. SMED Rapport Nr 44.
- SMHI, 1995. *Sänkta och torrlagda sjöar*. Norrköping, Nr. 62.
- SMHI, 2013. Damm- och sjöregister [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/svarwebb/> [Hämtad 2020-10-7].
- SMHI, 2020a. Anlagda våtmarker [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/wetlands/> [Hämtad 2020-10-28].
- SMHI, 2020b. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.
- STEINBECK, S., DJURBERG, L., och ERICSSON, J., u.å. *Stallgödsel, Sveriges lantbruksuniversitet, speciella skrifter 43, 1991*.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2016. Reningstabell.
- STORMTAC, 2021. StormTac Web v.20.2.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T*. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STRAND, L., 2019. Hushållningssällskapet Stockholm, Uppsala, Södermanland.
- SYVERSEN, N., 2005. Effect and design of buffer zones in the Nordic climate: The influence of width, amount of surface runoff, seasonal variation and vegetation type on retention efficiency for nutrient and particle runoff. *Ecological Engineering*, Vol. 2005, Nr. Volume 24, Issue 5, s. Pages 483-490.
- TRAFIKVERKET, 2021. *Nationell vägdatas*. Nr. v. 1.0.7.12.
- UPPLANDS FÅGELSKÅDARE, 2021. Fågellokaler. *UOF*.
- UPPSALA KOMMUN, 2014. *Dagvattenprogram för Uppsala kommun*.
- UPPSALA VATTEN OCH AVFALL AB, 2015. *Belastningsberäkning för dagvattenutsläpp i Uppsala*.
- UPPSALA VATTEN OCH AVFALL AB, 2018. Miljörapport 2018 - Hovgårdens avfallsanläggning [internet]. Tillgängligt: <https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/rapporter-och-exjobb/miljorapporter/miljorapport-hovgarden-2018.pdf> [Hämtad 2021-6-15].
- VISS - VATTENINFORMATIONSSYSTEM SVERIGE, 2020. Mälaren-Garnsviken, WA97039841 [internet]. Tillgängligt: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA97039841> [Hämtad 2020-12-4].
- WALLSTEN, M. och BLOMQVIST, P., 1982. *Vatten i Uppsala län 1982*. Uppsala: Stiftelsen för fritidsområden och naturvård i Uppsala län.
- WRS AB, 2019. *Uppsala dagvattenplan*.

WRS AB & VATTENRESURS AB, 2008. *Vattenplan för Garnsviken.*

Bilaga 1F, Rapport Landskapsanalys Tämnarån

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnarån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävåån och Olandsån med som åtgärder.

RAPPORT
LANDSKAPSANALYS TÄMNRÅN



SLUTRAPPORT
2021-03-11

UPPDRAG 304744, Landskapsanalys
Titel på rapport: LANDSKAPSANALYS TÄMNNARÅN
Status: Slutrapport
Datum: 2021-03-11

MEDVERKANDE

Beställare: Heby kommun
Kontaktperson: Camilla Winqvist

Konsult: Tyréns
Uppdragsansvarig: Anne Thorén, Tyréns
Handläggare: Elin Jantze, Terese Renström, Oskar Benderius
Kvalitetsgranskare: Henrik Schreiber

Uppdragsansvarig:
Anne Thorén

Datum: 2021-03-11

Handlingen granskad av:
Henrik Schreiber

Datum: 2020-12-18

SAMMANFATTNING

Heby, Uppsala och Tierps kommun samt föreningen Tämnarens Vatten har gett Tyréns i uppdrag att ta fram en landskapsanalys för Tämnaråns avrinningsområde. Med landskapsanalys avses ett lokalt åtgärdsprogram på en övergripande geografisk nivå. Syftet med analysen är att konkretisera vattenmyndighetens åtgärdsprogram och fungera som underlag till kommunernas arbete med en handlingsplan med konkreta vattenvårdsåtgärder.

Uppdraget avser att utreda och definiera behovet av fysiska åtgärder för att ytvattenförekomsterna inom åtgärdsområdet ska uppnå och bibehålla god status för de biologiska, morfologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna. Idag uppnår endast tre av ytvattenförekomsterna både miljö kvalitetsnormerna (MKN) för ekologisk och kemisk status med undantag av överallt överskridande ämnen. MKN för ekologisk och kemisk status ska uppnås senast 2027.

För respektive ytvattenförekomst har en påverkansanalys genomförts och förbättringsbehovet fastställts. Utifrån analysen har kriterier för att välja ut åtgärder bestämts och ett antal möjliga åtgärder identifierats. Slutligen har tio åtgärder valts ut för de prioriterade miljöproblemen övergödning och fysisk påverkan. En prioriteringsordning för genomförandet har föreslagits utifrån kostnadseffektivitet, bedömd nytta och teknisk genomförbarhet. De prioriterade åtgärderna, föreslagen genomförandeordning samt vilka miljöproblem de avser att åtgärda är följande:

1. Våtmark för näringsretention vid Kyrkån. Övergödning.
2. Möjliggöra upp- och nedströmspassage vid Västland. Vandringshinder.
3. Våtmark för näringsretention vid Abyån. Övergödning.
4. Våtmark för näringsretention vid Tämnaren. Övergödning.
5. Möjliggöra upp- och nedströmspassage vid Tämnarens regleringsdamm. Vandringshinder.
6. Lokalt anpassad kantzon i Bjurvallabäcken. Morfologisk påverkan.
7. Lokalt anpassad kantzon i Tämnarån – Harboån. Morfologisk påverkan.
8. Lokalt anpassad kantzon i Tämnarån. Morfologisk påverkan.
9. Möjliggöra upp- och nedströmspassage vid Lindstadammen. Vandringshinder.
10. Möjliggöra upp- och nedströmspassage vid Vibydammen. Vandringshinder.

Andra moment i uppdraget har varit att identifiera kunskapsluckor och utarbeta ett förslag till övervakningsprogram för Tämnarån med biflöden med syfte att följa upp hur vattenkvaliteten förändras över tid och effekten av genomförda åtgärder.

Generellt saknas data för att bedöma och klassificera vattenkemin (kemisk status; prioriterade och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer; särskilda förorenande ämnen) i åtgärdsområdet. För näringsämnen finns dock underlag för bedömning i majoriteten av vattenförekomsterna. Det saknas även underlag för att bedöma vissa biologiska kvalitetsfaktorer samt om det finns problem med främmande arter.

Det förslag till övervakningsprogram för Tämnarån med biflöden som redovisas syftar till att täcka kunskapsluckor, följa förändringar i vattenkvaliteten och vilken effekt de åtgärder som genomförs har.

I rapporten finns även förslag till kommunernas fortsatta vattenvårdsarbete.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UPPDRAGET	8
1.1	AVGRÄNSNING	8
1.2	HANTERING AV DATA.....	9
1.3	REDOVISNING.....	10
2	OMRÅDESBESKRIVNING	11
2.1	OMRÅDESSKYDD, RIKSINTRESSE M.M.....	14
2.2	MILJÖKVALITETSNORMER.....	16
2.2.1	EKOLOGISK STATUS.....	16
2.2.2	KEMISK STATUS.....	17
2.2.3	SKYDDADE OMRÅDEN, EU DIREKTIV.....	17
2.3	NUVARANDE STATUS.....	17
2.3.1	EKOLOGISK STATUS.....	17
2.3.2	KEMISK STATUS.....	19
3	PROBLEMBESKRIVNING	20
3.1	ÖVERGÖDNING.....	20
3.2	FYSISK PÅVERKAN.....	23
3.2.1	KONNEKTIVITET.....	24
3.2.2	FLÖDEFÖRÄNDRINGAR.....	27
3.2.3	MORFOLOGISKA FÖRÄNDRINGAR.....	29
3.3	KEMISKA ÄMNEN.....	30
3.4	FRÄMMANDE ARTER.....	31
3.5	ÖVRIGA MILJÖPROBLEM.....	32
4	FÖRBÄTTRINGSBEHOV	33
4.1	ÖVERGÖDNING.....	33
4.2	FYSISK PÅVERKAN.....	34
5	MÖJLIGA ÅTGÄRDER	36
5.1	ÖVERGÖDNING.....	36
5.2	FYSISK PÅVERKAN.....	39
5.2.1	KONEKTIVITET.....	39
5.2.2	FÖRÄNDRINGAR I FLÖDE OCH MORFOLOGI.....	41
6	URVAL AV ÅTGÄRDER	43
6.1	METOD FÖR URVAL AV ÅTGÄRDER.....	43
6.1.1	MILJÖNYTTA.....	43
6.1.2	KOSTNAD.....	44
6.1.3	SYNERGISTISKA EFFEKTER.....	44

7	FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER	45
	ÅTGÄRD 1. VÅTMARK FÖR NÄRINGSRETENTION VID SE667750-157386 (KYRKÅN).....	47
	ÅTGÄRD 2. VÄSTLAND - MÖJLIGGÖRA UPP- OCH NEDSTRÖMSPASSAGE.....	48
	ÅTGÄRD 3. VÅTMARK FÖR NÄRINGSRETENTION VID SE667274-157931 (ÅBYÅN).....	49
	ÅTGÄRD 4: VÅTMARK FÖR NÄRINGSRETENTION VID SE667402-158923 (TÄMNAREN)	50
	ÅTGÄRD 5: TÄMNARENS REGLERINGSDAMM.....	51
	ÅTGÄRD 6: LOKALT ANPASSAD KANTZON VID BJURVALLABÄCKEN	52
	ÅTGÄRD 7: LOKALT ANPASSAD KANTZON VID TÄMNARÅN - HARBOÅN.....	53
	LOKALT ANPASSAD ÅTGÄRD 8: KANTZONER VID TÄMNARÅN.....	54
	ÅTGÄRD 9: LINDSTADAMMEN - MÖJLIGGÖRA UPP- OCH NEDSTRÖMSPASSAGE 55	
	ÅTGÄRD 10: VIBYDAMMEN - MÖJLIGGÖRA UPP- OCH NEDSTRÖMSPASSAGE .	56
8	KUNSKAPSLUCKOR	57
9	ÖVERVAKNING	58
	9.1 FÖRSLAG TILL STRATEGI FÖR MILJÖÖVERVAKNING	58
	9.1.1 KEMISKA PARAMETRAR.....	59
	9.1.2 BIOLOGISKA PARAMETRAR	61
	9.1.3 PROVTAGNINGSPLATSER	62
	9.1.4 FÖRSLAG TILL PROGRAM FÖR MILJÖÖVERVAKNING	62
10	FORTSATT ARBETE	69
	DEFINITIONER OCH BEGREPP	70
	REFERENSER	72
	BILAGOR	74

FIGURER:

<i>Figur 1. Geografiskt läge för Tämnnaråns avrinningsområde (markerat med blått). Källa: SCB, SMHI, data hämtat 2020-07-09.</i>	11
<i>Figur 2. Ytvattenförekomster inom Tämnnaråns avrinningsområde samt ekologisk status i ytvattenförekomsterna. De lila pilarna visar flödesriktningen. Källa: VISS, data hämtat 2020-08-11.</i>	12
<i>Figur 3. Markanvändning inom Tämnnaråns avrinningsområde. Underlag från Heby-, Tierps- och Uppsala kommuner.</i>	13
<i>Figur 4. Områden med utpekade riksintressen,områdeskydd och fornlämningar och ytvatten inom avrinningsområdet. Områden som omfattas av strandskydd och biotopskydd visas inte, generellt strandskydd gäller vid sjöar och vattendrag. Källa: Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet, data hämtat 2020-08-12.</i>	15
<i>Figur 5. Miljö kvalitetsnormer för ekologisk status inom Tämnnaråns åtgärdsområde. Källa: VISS, data hämtat 2020-08-11.</i>	16
<i>Figur 6. Källfördelning av fosfor för Tämnnaråns åtgärdsområde. Källa: Länsstyrelsen Västmanlands län, Vattenmyndigheten Norra Östersjön. Tämnnaråns åtgärdsområde – underlag till åtgärdsprogram.</i>	20
<i>Figur 7 Vattenförekomster med övergödningsproblem inom Tämnnaråns avrinningsområde Källa: VISS, data hämtat 2020-08-12.</i>	21
<i>Figur 8. Antropogen fosforbelastning inom avrinningsområdet. Källa: Vattenmyndigheterna, data hämtad från länsstyrelsernas geodataportal 2020-07-09.</i>	22
<i>Figur 9. Fosforbelastning från urban markanvändning, avloppsreningsverk, jordbruk, skogsbruk och små avlopp för de 31 avrinningsområden som visas till höger i figuren. Källa: Vattenmyndigheterna, data hämtat 2020-08-12.</i>	23
<i>Figur 10. Vattenförekomster med betydande påverkan kopplat till förändring av morfologiskt tillstånd eller förändring av konnektivitet genom dammar, barriärer och slussar inom Tämnnaråns åtgärdsområde. Källa: VISS, data hämtat 2020-08-12.</i>	24
<i>Figur 11. Dammar enligt SMHI:s dammregister, biotopkartering och VISS samt ytvatten inom avrinningsområdet, Källa: SMHI (2020-08-24), Länsstyrelserna (2020-09-23), VISS (2020-08-24). Det tidigare vandringshindret vid utloppet vid Karlholm är idag åtgärdat.</i>	26
<i>Figur 12. Markavvattningsföretag och båtnadsområden inom Tämnnarens åtgärdsområde. Båtnadsområdet för de största markavvattningsföretagen visas med orange respektive grön/svartrandig färg. Övriga små markavvattningsföretag markeras med lila i kartan. För att lättare se utbredningen av båtnadsområdet för de större markavvattningsföretagen presenteras en förstora bild till höger. Källa: Länsstyrelsen Uppsala län, data hämtat 2020-07-09.</i>	28
<i>Figur 13. Miljöfarlig verksamhet inom åtgärdsområdet. Källa: VISS, data hämtad 2020-07-09.</i>	31
<i>Figur 14. Beting för olika delavrinningsområden inom avrinningsområdet samt status för näringsämnen i vattenförekomsterna. Siffrorna i figuren anger beting i kg fosfor per hektar för respektive delavrinningsområde. Vattenmyndigheten har inte tagit fram något beting för de delområden där det står "noll" enligt kontakt med vattenmyndigheten 2020-10-16. Källa: Vattenmyndigheten, data hämtat från länsstyrelsernas geodatakatalog 2020-08-12.</i>	34
<i>Figur 15. Lokalisering av de tio fysiska åtgärder som Tyréns föreslår ska vara prioriterade i Tämnnaråns avrinningsområde. Färgen på vattendragen avser endast att visa respektive sträckning.</i>	46
<i>Figur 16. Redovisade provpunkter i VISS. Flaggorna visar föreslaget läge för provpunkter. Huvudsakligen 3 års provtagningsserier men även 6 års mätserie förekommer.</i>	68

TABELLER:

<i>Tabell 1. Möjliga åtgärder för att begränsa fosforbelastningen i de delavrinningsområden som har identifierats ha en belastning som är större än 80 kg /hektar och ligger högt upp i avrinningsområdet. Källa VISS, data hämtat 2020-10-12.</i>	<i>37</i>
<i>Tabell 2. Relevanta åtgärder för att möjliggöra upp- och nedströmspassage. Data hämtat från VISS 2020-08-24. Koordinater anges i systemet sweref 99 TM.</i>	<i>40</i>
<i>Tabell 3. Möjliga åtgärder för att begränsa den fysiska påverkan i de vattendrag och sjöar som idag har otillfredsställande status. Åtgärder som gynnar en yta ≥ 5 ha har valts ut. Källa: VISS data hämtat 2020-10-12.</i>	<i>42</i>
<i>Tabell 4. Prioriterade fysiska åtgärder i Tämnråns avrinningsområde. Åtgärderna redovisas i prioriteringsordning. Åtgärdernas geografiska läge visas i Figur 15.</i>	<i>45</i>
<i>Tabell 5. Kemiska parametrar som föreslås ingå i miljöövervakningsprogrammet för Tämnråns vattensystem. Dessa parametrar benämns "baspaket" i det föreslagna miljöövervakningsprogrammet.</i>	<i>60</i>
<i>Tabell 6. De biologiska parametrar som föreslås ingå i miljöövervakningsprogrammet för Tämnråns avrinningsområde:.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabell 7. Förslag till uppföljning av föreslagna åtgärder.</i>	<i>63</i>
<i>Tabell 8. Förslag till miljöövervakning av Tämnråns avrinningsområde som underlag för bedömning av ekologisk och kemisk status. Kolumnen "pågående program" redovisar om det i dagsläget utförs provtagning inom programmen; Samordnad rescipeintprovtagning (SRK), Regional miljöövervakning (RMÖ) eller Nationell miljöövervakning (NMÖ).</i>	<i>64</i>

1 UPPDRAGET

Heby, Uppsala och Tierps kommuner samt föreningen Tämnares Vatten har gett Tyréns i uppdrag att ta fram en landskapsanalys för Tämnares avrinningsområde. Med landskapsanalys avses här ett lokalt åtgärdsprogram på en övergripande geografisk nivå. Syftet med analysen är att konkretisera det åtgärdsprogram som Vattenmyndigheten i norra Östersjöns vattendistrikt (vattenmyndigheten).

Uppdraget avser att utreda och definiera behovet av fysiska åtgärder för att ytvattenförekomsterna inom Tämnares åtgärdsområde ska uppnå och bibehålla god status avseende de ekologiska, morfologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna. Ytvattenförekomsterna i avrinningsområdet uppnår idag inte miljö kvalitetsnormerna (MKN) för ekologisk och kemisk status. MKN för ekologisk och kemisk status ska uppnås senast 2027.

Syftet med landskapsanalysen är att den ska fungera som underlag till kommunernas handlingsplan för att åtgärda orsaker till övergödning och igenväxning, öka vattnets uppehållstid i landskapet, förbättra grundvattenbildningen och vattenkvaliteten, utjämna flöden, bidra till klimatanpassning och gynna biologisk mångfald.

Följande moment ingår i landskapsanalysen,

- A. Påverkansanalys och fastställande av förbättringsbehov (beting), för respektive ytvattenförekomst.
- B. Identifiera ca tio möjliga åtgärder för de berörda ytvattenförekomsterna.
- C. Urval av åtgärder, utifrån bedömd kostnad, nytta och teknisk genomförbarhet. Föreslå en prioritetsordning för genomförandet av de prioriterade åtgärderna.

I uppdraget ingår även att ta fram ett förslag till provtagningsprogram för Tämnares med biflöden med syfte att följa upp hur vattenkvaliteten förändras över tid och effekten av genomförda åtgärder.

AVGRÄNSNING

Följande förtydliganden och avgränsningar används i genomförandet av uppdraget;

Landskapsnivå: En övergripande geografisk nivå. Avser ett område inom Tämnares avrinningsområde, inte en specifik plats.

Fysisk åtgärd: Åtgärder i VISS som avser ett utpekat geografiskt område redovisas som en fysisk åtgärd, även då genomförandet innebär en administrativ åtgärd (som t.ex. planering, prövning eller tillsyn).

Genomförbarhet: I detta uppdrag bedöms en åtgärd vara genomförbar om den inte påverkar ett markområde som omfattas av ett annat samhällsintresse som t.ex. områdesskydd, riksintresse eller detaljplan. En åtgärd som inte påverkar ett område som omfattas av dessa intressen bedöms vara genomförbar. Den fortsatta detaljprojekteringen av en åtgärd som i den övergripande analysen har bedömts påverka ett samhällsintresse kan visa att åtgärden är förenligt eller tom gynnar intresset.

Åtgärden ska även kunna genomföras med beprövad teknik för att den ska bedömas vara genomförbar.

Ytvattenförekomst: Vattenmyndigheten pekar ut och avgränsar yt- och grundvattenförekomster. Ytvattenförekomster kan vara vattendrag, sjöar och kustområden. Uppdraget avser ytvattenförekomster. Sjöar och vattendrag som inte är en utpekad ytvattenförekomst beskrivs inte i denna rapport.

De åtgärder som föreslås ska vara **koordinerade med och konkretisera vattenmyndighetens åtgärdsprogram**¹. Analysen av påverkan, förbättringsbehov och möjliga åtgärder baseras därför på underlag i VISS och vattenmyndighetens underlag till åtgärdsprogram.

Aluminiumfällning: En vanligt förekommande åtgärd för att begränsa mängden tillgänglig fosfor, som inte nämns i VISS och därför inte valts ut. Aluminiumfällning kan vara en effektiv åtgärd för att binda fosfor i sedimentet². Åtgärden ger dock bäst effekt över tid när belastningen från tillrinnande vattendrag har begränsats. Åtgärden är förhållandevis dyr att genomföra, men kostanden per kg avskilt fosfor bedöms vara låg. Om det bedöms att Tämnaren har en stor internbelastning av fosfor, det vill säga att fosfor läcker från sedimentet till vattenmassan, kan det vara idé att överväga aluminiumfällning i ett senare skede när den externa belastningen är mindre än vad den är idag.

HANTERING AV DATA

Avrinningsområdet omfattar 30 vattenförekomster. För att på ett systematiskt sätt hantera data för samtliga vattenförekomster har information sammanställts i en databas i Excel. Informationen i databasen inhämtades från VISS under perioden september till december 2020. Databasen finansieras av föreningen Tämnarens Vatten. Ett urval från databasen redovisas i tabeller i rapporten.

Exempel på sammanställningar och information som kan tas ut från databasen är vattenförekomsternas status och miljö kvalitetsnormer, påverkanskällor, förbättringsbehov för att nå god status samt de åtgärder som föreslås i VISS för respektive vattenförekomst. I arbetet har databasen använts för att jämföra effekt av olika åtgärder kopplat till påverkanskällan för att på så sätt välja ut de mest effektiva åtgärderna.

Underlag, som initialt erhållits från kommunerna inom åtgärdsområdet, och hur underlaget använts i arbetet redovisas i Bilaga 1.

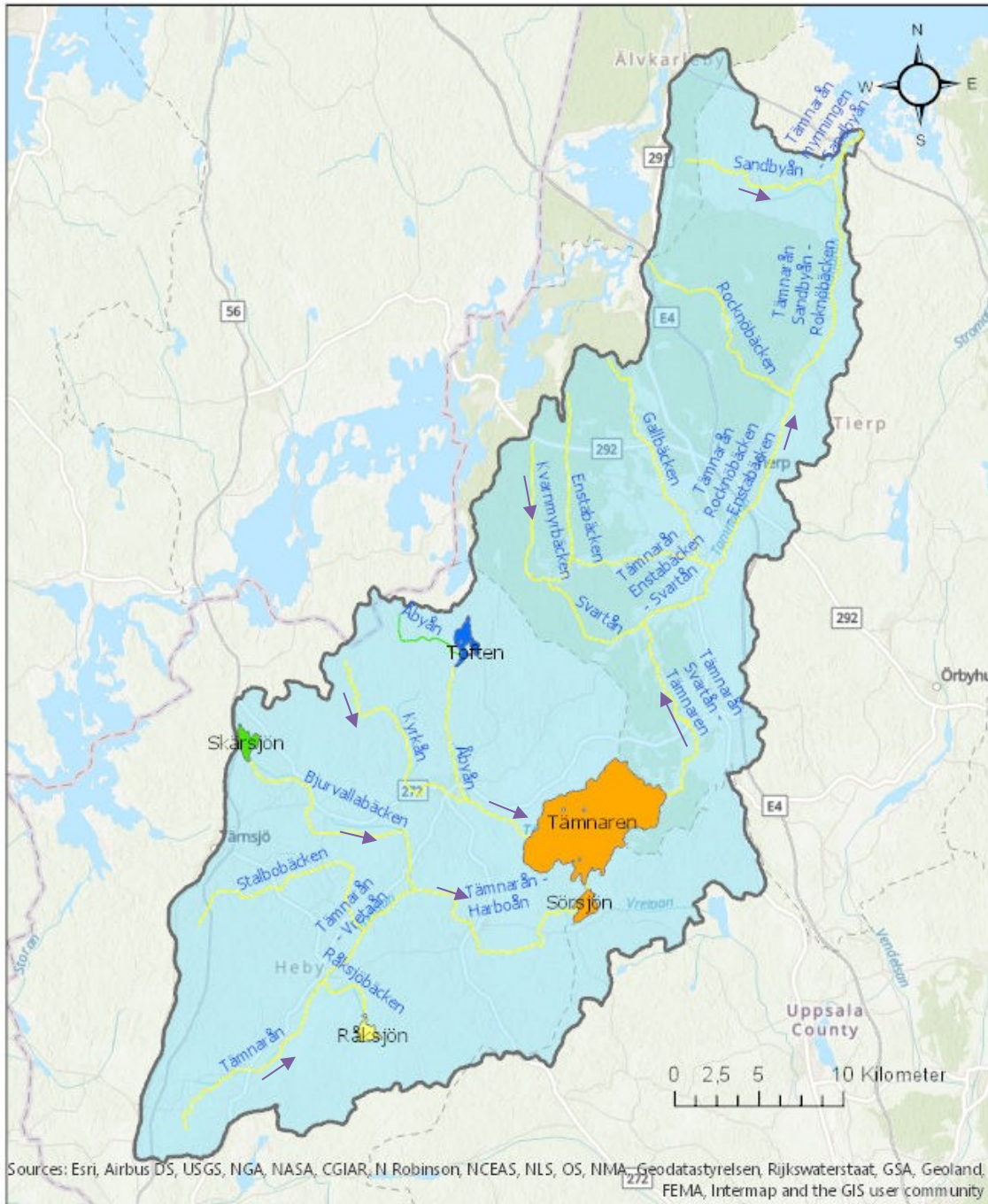
¹ Länsstyrelsen Västmanlands län, Vattenmyndigheten Norra Östersjön. Tämnaråns åtgärdsområde – underlag till åtgärdsprogram

² Brian Huser, Stefan Löfgren & Hampus Marksten, Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden - en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen, SLU rapport 2016:6

REDOVISNING

Utöver denna rapport redovisas viss information i GIS-skikt. Nedan följer en förteckning över de GIS-skikt som inkluderas i leveransen samt en beskrivning av dessa. Alla skikt är i koordinatsystem Sweref99 TM. De flesta lager levereras i shp-format samt lyrx-format. I det senare filformatet behålls den formatering som visas i figuren i rapporten.

Lagernamn	Beskrivning	Källa
Tämnaråns avrinningsområde	Tämnaråns avrinningsområde (Huvudavrinningsområdet).	SMHI, hämtat 2020-07-09.
Delavrinningsområden_Tämnarån	Delavrinningsområden inom Tämnaråns huvudavrinningsområde.	SMHI, hämtat 2020-07-09.
Åtgärder	Översiktlig lokalisering av föreslagna åtgärder i punkt-format. Utbredning av åtgärderna redovisas i skiktets attributtabell.	---
Belastning	Fosfor och kvävebelastningen från de olika delavrinningsområdena i Tämnaråns huvudavrinningsområde. lyrx-filen visar fosforbelastningen. I attributtabellen visas belastning från olika antropogena källor.	Vattenmyndigheterna, hämtad från länsstyrelsernas geodataportal 2020-07-09.
Potentiellt förorenade områden	Potentiella punktkällor för föroreningar. Riskklassade områden. shp-filen är konverterad från Excel format.	VISS, hämtad 2020-07-09.



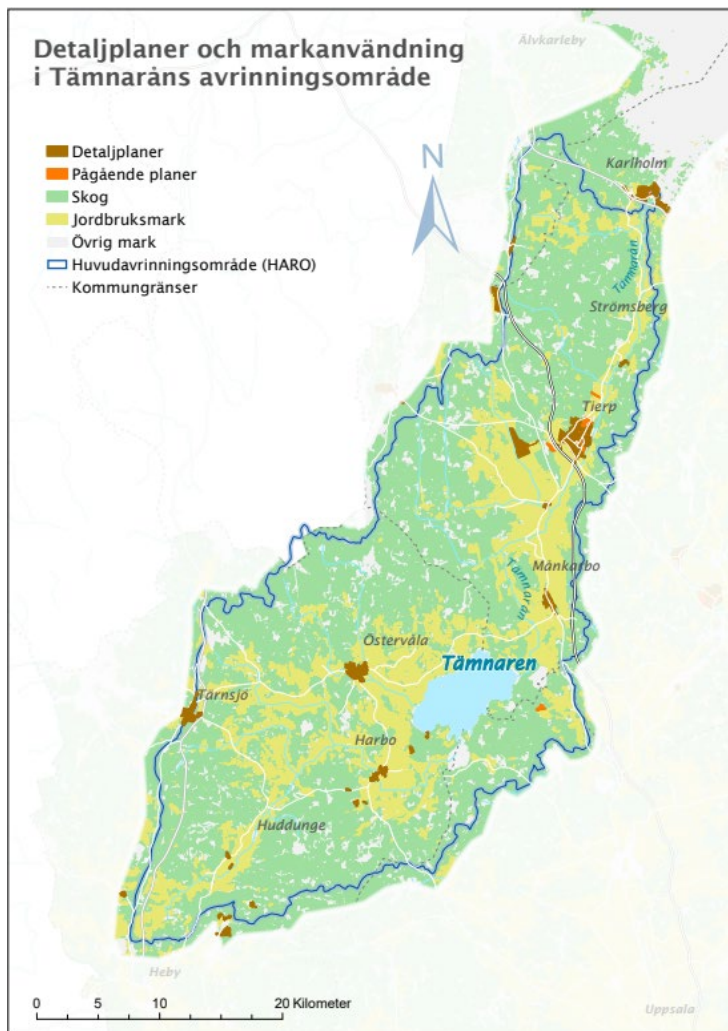
EKOLOGISK STATUS	
■	HÖG
■	GOD
■	MÅTTLIG
■	OTILLFREDSTÄLLANDE

Figur 2. Ytvattenförekomster inom Tamnaråns avrinningsområde samt ekologisk status i ytvattenförekomsterna. De lila pilarna visar flödesriktningen. Källa: VISS, data hämtat 2020-08-11.

Åtgärdsområdet är 1 200 km² varav drygt hälften är bevuxet med skog och en fjärdedel är jordbruksmark, se *Figur 3*. Knappt 15 000 personer är bosatta i området varav drygt hälften bor i tätorterna Karlholmsbruk, Tierp och Månkarbo.

De övre delarna av Tämnrån (Harboån och Vretaån) är påverkade genom uträtning, dikning och sjösänkning. Nedströms Tämnrån är påverkan från jordbruk och enskilda avlopp tydlig, vilket märks såväl vattenkemiskt som för de biologiska indikatorerna för övergödning. Flera definitiva eller partiella vandringshinder försvårar för fisk och andra vattenlevande djur att vandra upp i ån för att hitta lämpliga områden för lek och uppväxt.

För de som bor i Tämnråns avrinningsområde upplevs Tämnråns reglering och den hastiga avvattningen av ån som ett problem. De som bor uppströms sjön Tämnrån får sina marker översvämmade, de som bor nedströms kan sommartid uppleva vattenbrist i ån.



Figur 3. Markanvändning inom Tämnråns avrinningsområde. Underlag från Heby-, Tierps- och Uppsala kommuner.

OMRÅDESSKYDD, RIKSINTRESSE M.M.

Bedömningen av om en åtgärd är lämplig att genomföra på viss plats kan påverkas av om åtgärdsområdet ligger inom eller i anslutning till områden som omfattas av områdesskydd och/eller riksintresse. Inom utredningsområdet finns flera områden som är utpekade som riksintressen för naturvård och kulturmiljö samt omfattas av formella skydd som naturreservat, strandskydd, biotopskydd, Natura 2000, kulturmiljö och fornlämningar m.m., se *Figur 4*. Strandskyddade områden visas inte i figuren men vid sjöar och vattendrag gäller generellt strandskydd 100 meter åt vardera hållet från stranden. Vid kusten är det vanligare med ett utökat strandskydd om 300 meter.

Tämnaren och Sörsjön är utpekade som riksintresse för naturvård. Det finns även tre områden som är utpekade som riksintresse för naturvårdkulturmiljö. I eller i anslutning till Tämnaren finns fyra naturreservat; Aspenäs och Kalvnäs i Tierps kommun och Iggelbo och Långnäset i Uppsala kommun. Aspenäs är det till ytan största naturreservatet. Det täcker en stor del av Tämnaren. Landarealen består till största delen av öppna, tidvis översvämmade och till stor del kreatursbetade strandängar. Det finns även mindre partier med åker och björksumpskog. Det finns en skötselplan kopplad till området.

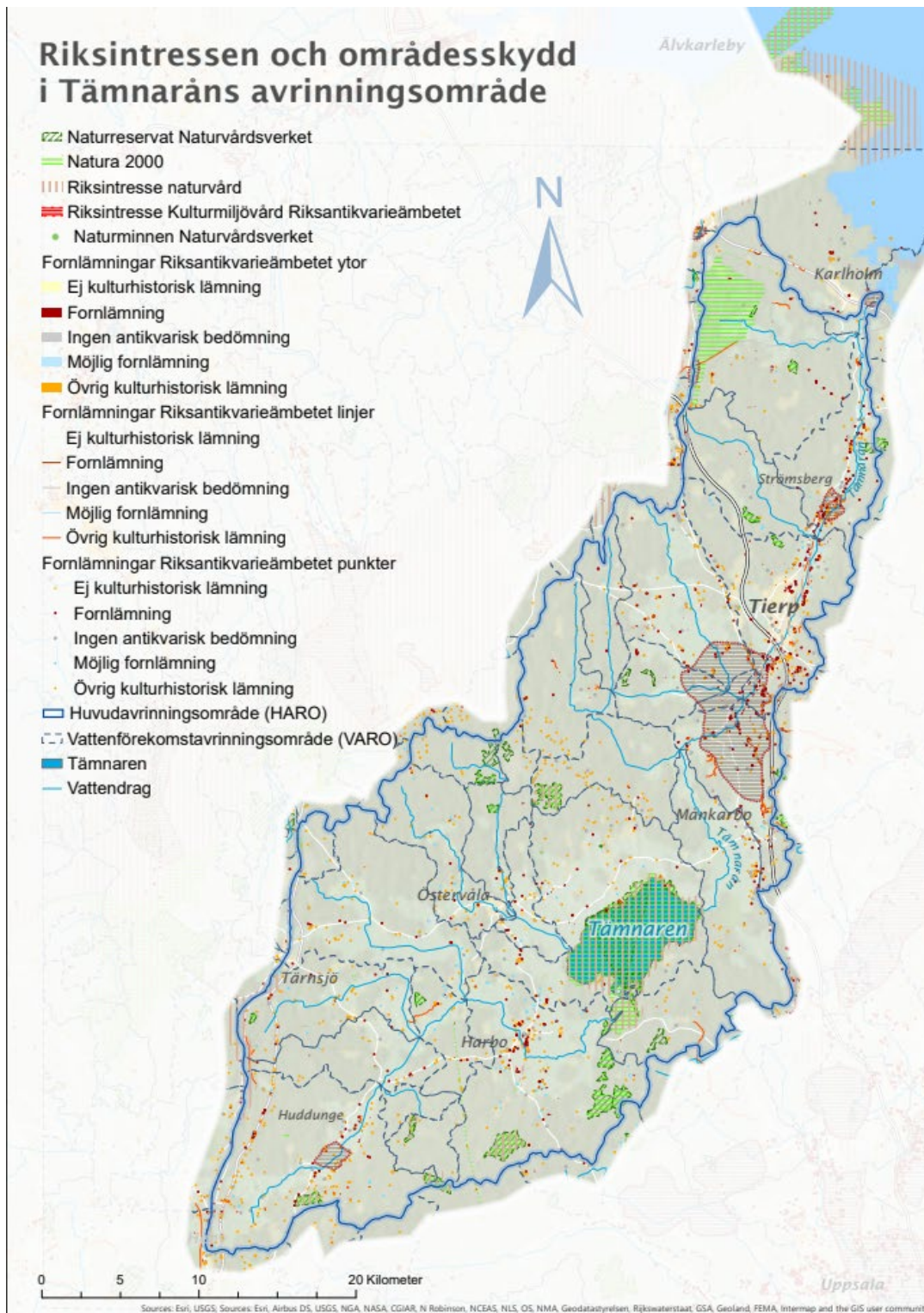
Tämnarån, Tämnaren inklusive Sörsjön omfattas av två Natura 2000-områden; Tämnaren väst och Tämnaren öst. Syftet med Natura 2000-områdena är att bevara Tämnaren och Sörsjön som riksintressanta fågelsjöar och att gynna den rika fågelfaunan. Bevarandestatusen är inte fastställd i bevarandeplanerna. En utvärdering har gjorts med avseende på makrofyter, den visar på gynnsam bevarandestatus.

I bevarandeplanerna listas hot mot Natura 2000-områdena. Tre av de angivna hoten berör Tämnaren det är;

- Ökad eutrofiering pga. näringsläckage från omgivande åkermark, vägar och enskilda avlopp.
- Regleringen av Tämnaren som medför minskade vattenståndsfluktuationer och försämrade förutsättningar för fuktängarna och den eutrofa sjön.
- Felaktig, för svag eller utebliven hävd medför att fuktängarna och betesmarkerna snabbt växer igen.

Inom avrinningsområdet finns många fornlämningar i form av bland annat stensättningar, vägmärken, husgrunder och kvarnar (Kulturmiljölagen (1988:950).

Tämnaren är ett fiskevårdsområde. Föreningen för fiskevårdsområdet består av de markägare som har del i fisket i sjön. Syftet med fiskevårdsområdet är att erbjuda allmänheten möjlighet att fiska. En fiskevårdsområdesförening definieras som en "föreningsförvaltd rättighetsamfällighet". Förvaltning av fiskevårdsområden regleras i Lagen om fiskevårdsområden, LOFO (1981:533).



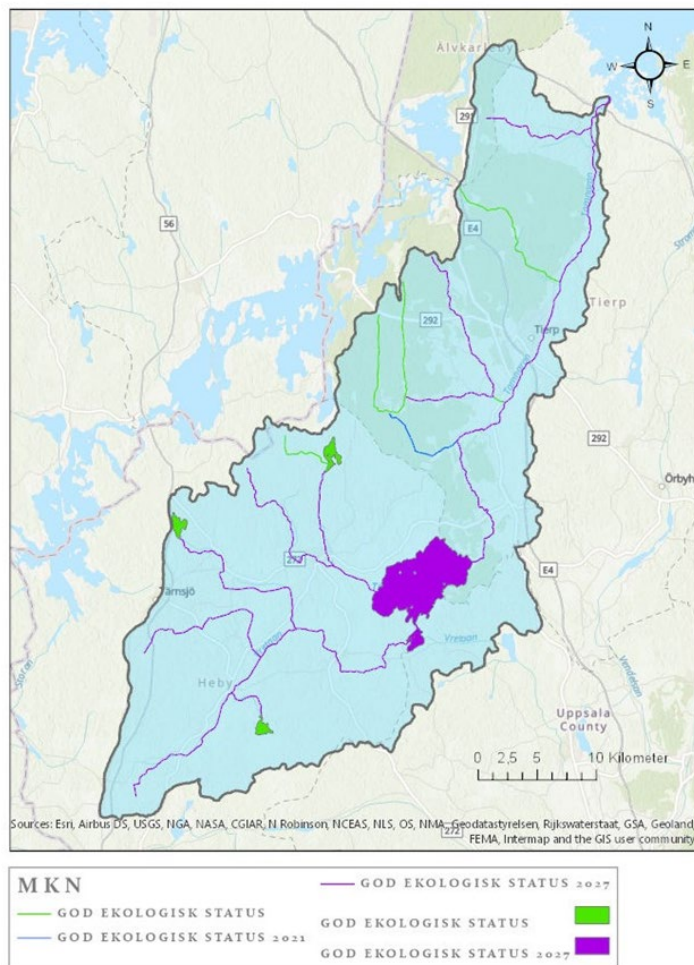
Figur 4. Områden med utpekade riksintressen, områdesskydd och fornlämningar och ytvatten inom avrinningsområdet. Områden som omfattas av strandskydd och biotopskydd visas inte, generellt strandskydd gäller vid sjöar och vattendrag. Källa: Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet, data hämtat 2020-08-12.

MILJÖKVALITETSNORMER

Miljö kvalitetsnormer (MKN) är bestämmelser som anger kvalitetskrav för vatten, luft och buller. Syftet med normerna för ytvatten är att säkra Sveriges vattenkvalitet. För ytvattenförekomsterna fastställer vattenmyndigheten miljö kvalitetsnormer för kemisk och ekologisk status. En miljö kvalitetsnorm för vatten är juridiskt bindande och beskriver den kvalitet en vattenförekomst ska uppnå vid en viss tidpunkt. En miljö kvalitetsnorm kan till exempel vara God ekologisk status 2015, det innebär att tidpunkten då god status skulle uppnåtts har passerats. För de vattenförekomster som omfattas av andra skydd enligt EU-direktiv gäller även dessa direktivs krav på vattenkvaliteten. Det strängaste kravet ur miljösynpunkt gäller i dessa fall.

2.1.1 EKOLOGISK STATUS

Sjöar i åtgärdsområdet har miljö kvalitetsnormen (MKN) god ekologisk status till 2015 eller med tidsfrist till 2027, se Figur 5. Vattendragen har MKN god ekologisk status som med tidsundantag till 2021 eller 2027, beroende på vilken kvalitetsfaktor som tidsundantaget är kopplat till, se Bilaga 2. MKN är satt till god ekologisk status med precisering av tidsfrist för kvalitetsfaktorerna konnektivitet 2021 samt för morfologiska förändringar och övergödning till 2027. Tidsundantag tillämpas när åtgärder har bedömts vara orimligt dyra eller tekniskt omöjliga att genomföra.



Figur 5. Miljö kvalitetsnormer för ekologisk status inom Tamnaråns åtgärdsområde. Källa: VISS, data hämtat 2020-08-11.

2.1.2 KEMISK STATUS

Samtliga vattenförekomster i Tämnaånns åtgärdsområde har miljö kvalitetsnormen god kemisk status 2015 men med sänkta kvalitetskrav för kvicksilver och polybromerade difenyletrar på grund av förhöjda bakgrundshalter genom atmosfärisk deposition. Undantagen är mindre stränga krav utan specificering av gränsvärde med skälet att det bedöms vara tekniskt omöjligt att åtgärda de övergripande problemen med för höga halter av kvicksilver och polybromerade bifenyletrar. Se Bilaga 2 för detaljerad information om MKN för respektive vattenförekomst.

2.1.3 SKYDDADE OMRÅDEN, EU DIREKTIV

Enligt EU-direktiv gäller följande kompletterande krav inom åtgärdsområdet.

Dricksvatten

Ytvattenförekomst, Tämnaån Sandbyån – Roknöbäcken (SE670389-159935) omfattas av dricksvattendirektivet. Bestämmelserna syftar till att säkerställa dricksvatten av god kvalitet för att skydda människors hälsa.

Avloppskänsligt vatten – fosfor

Hela åtgärdsområdet, liksom Sverige i övrigt, bedöms vara avloppskänsligt med avseende på fosfor. Avloppsvatten från tätbebyggelse behöver renas från fosfor.

Nitratkänsligt område

Tämnaånns åtgärdsområde är utpekad som nitratkänsligt område. Generellt är det fosformängden, 22 kg totalfosfor per hektar och år, som reglerar gödselmängden som får spridas. Inom de utpekade områdena får inte mer kväve spridas än vad grödan behöver för att utnyttja växtplatsen. Vidare begränsas både tiden och sättet för spridning av gödsel inom de utpekade områdena.

Natura 2000

Tämnaån och Sörsjön är utpekade Natura 2000-områden. Natura 2000 är ett nätverk av skyddade områden i EU. Målet med dessa områden är att bevara och utveckla förekommande naturvärden. Tämnaån är naturligt näringsrik, för att behålla sin bevarandestatus bör den inte övergödas ytterligare. De sänkningar av vattennivån som har skett i sjön har ökat igenväxningen vilket på sikt kan hota bevarandestatusen.

Målet gynnsam bevarandestatus gäller för en större region, det behöver inte alltid uppnås i varje enskilt Natura 2000-område. Särskilda mål, ett så kallat gynnsamt tillstånd, införs för de enskilda Natura 2000-områdena som tillsammans ska bidra till en gynnsam bevarandestatus i regionen.

NUVARANDE STATUS

2.1.4 EKOLOGISK STATUS

Inom Tämnaånns åtgärdsområde finns 30 ytvattenförekomster som alla bedöms vara naturliga vatten. Ingen av dem bedöms vara kraftigt modifierad eller konstgjord. Den ekologiska statusen är en sammanvägd bedömning av biologiska kvalitetsfaktorer, fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer i enlighet med föreskriften HVMFS 2019:25.

Inom Tämnaånns åtgärdsområde har 24 av 25 vattendragssträckor måttlig ekologisk status, se *Figur 2*. Av sjöarna har Tämnaån och Sörsjön otillfredsställande ekologisk status, Toften har hög ekologisk status, Skärsjön har god ekologisk status och Råksjön har måttlig ekologisk status. Vattenkvaliteten i sjöarna påverkas av både övergödning

och av fysisk påverkan som till exempel dammar, uträtningar, rensningar och dikningar. Vattenkemiska mätserier, kiselalgsprovtagningar och fiskundersökningar visar att ån är övergödd och i behov av åtgärder för att kunna nå MKN.

Då majoriteten av vattenförekomsterna saknar underlag för att klassificera status utifrån biologiska och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer har extrapoleringar och expertbedömningar använts. Statusklassificeringen på parameternivå redovisas i Bilaga 3 för vattendrag och Bilaga 4 för sjöar. Alla bedömningar för sjöar och vattendrags ekologisk status är hämtade ur VISS 2020-08-28.

Följande kvalitetsfaktorer styr klassificeringen av ekologisk status för vattenförekomsterna i avrinningsområdet:

Biologiska kvalitetsfaktorer

Vattendrag

För vattendrag baseras de biologiska bedömningarna i alla fall utom två på kvalitetsfaktorn *Fisk*. För majoriteten av vattenförekomsterna har *Fisk* måttlig status (25 av 27). Två av vattenförekomsterna saknar bedömning av biologiska kvalitetsfaktorer. Tre vattenförekomster är klassificerade enligt bedömningsgrunderna (HVMFS 2019:25), de övriga är expertbedömda enligt samma föreskrift. Tämnrån mynningen – Sandbyån är den enda vattenförekomsten med bedömning av *Påväxt-kiselalger och IPS-index för Kiselalger*, båda med god status.

Sjöar

Av åtgärdsområdets fem sjöar har Toften, Sörsjön och Skärsjön hög status och Tämnrån har god status för kvalitetsfaktorn *Växtplankton*. Råksjön saknar bedömningar för biologiska kvalitetsfaktorer.

Fysikalisk – kemiska kvalitetsfaktorer

Vattendrag

För kvalitetsfaktorn *Näringsämnen* har en vattenförekomst otillfredsställande status, 18 har måttlig status och resterande sju saknar klassificering. Alla vattendrag utom en har god eller saknar status för *Särskilda förorenande ämnen*, se Bilaga 3.

Sjöar

Sjöarna Toften och Råksjön har hög status för *Näringsämnen* och god status för *Särskilda förorenande ämnen*. Skärsjön har god status för *Näringsämnen*. Sörsjön och Tämnrån har otillfredsställande status för *Näringsämnen*. Tämnrån har måttlig status för *Särskilda förorenande ämnen*, se Bilaga 4.

Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer

Vattendrag

Kvalitetsfaktorn *Konnektivitet* i vattendrag bedöms i fem vattenförekomster till dålig status, sex har måttlig status och tre har god status. Tio vattenförekomster saknar klassificering för *Konnektivitet* i vattendrag. Beträffande kvalitetsfaktorn *Morfologiskt tillstånd* har tre vattenförekomster god status, resterande 24 har måttlig till dålig status.

För alla vattendrag saknas en bedömning av kvalitetsfaktorn *Hydrologisk regim*, se Bilaga 3.

Sjöar

Kvalitetsfaktorn *Konnektivitet* i sjöar bedöms som måttlig i tre av fem sjöar. För två sjöar saknas bedömning av konnektivitet. Kvalitetsfaktorn *Morfologiskt tillstånd* bedöms i tre sjöar till hög eller god status och för två sjöar till måttlig status. Alla sjöar saknar bedömning för kvalitetsfaktorn *Hydrologisk regim*, se Bilaga 4.

2.1.5 KEMISK STATUS

Samtliga ytvattenförekomster inom åtgärdsområdet har, liksom i övriga Sverige, sänkt kemisk status med avseende på de överallt överskridande parametrarna kvicksilver (Hg), kvicksilverföreningar och polybromerade difenyletrar (PBDE). Om kvicksilver och polybromerade difenyletrar undantas från bedömningen uppnår alla vattenförekomster inom åtgärdsområdet god kemisk status.

3 PROBLEMBESKRIVNING

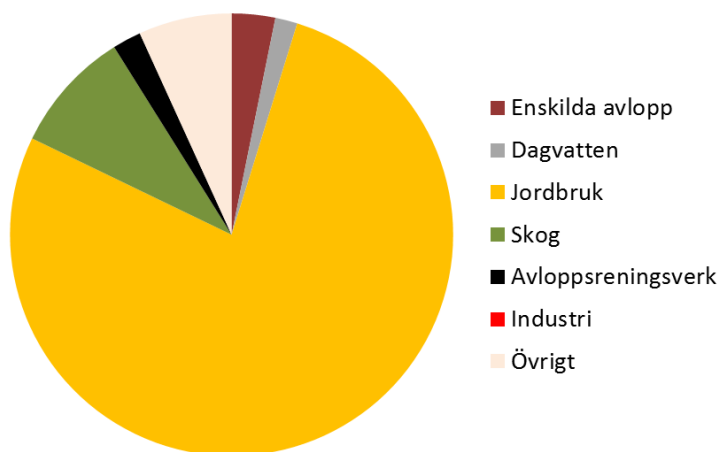
De generella problem som kommunerna har identifierat i åtgärdsområdet är övergödning, igenväxning, för kort uppehållstid av vattnet i landskapet, reducerad grundvattenbildning, försämrade vattenkvalitet, onaturliga flöden. Genom att åtgärda dessa problem förväntas resultatet även bidra till klimatanpassning samt ökad biologisk mångfald.

De generella problemen enligt VISS är 1) övergödning som främst orsakas av påverkan från jordbruket, enskilda avlopp och reningsverk 2) fysisk påverkan kopplat till jordbruk, skogsbruk, urban markanvändning, vattenkraft och kvarndammar och 3) miljögifter kopplat till atmosfärisk deposition, transport och infrastruktur samt punktkällor för förorenade områden, deponier och reningsverk.

Nedan beskrivs respektive miljöproblem övergripande samt förutsättningarna för utredningsområdet.

ÖVERGÖDNING

Övergödning kan medföra oönskade konsekvenser i hav, sjöar och vattendrag som en ökad igenväxning, algbloomning, försämrade syreförhållanden och förändringar i ekosystemets funktion. Fosfor och kväve är de näringsämnen som oftast begränsar tillväxten av växtplankton (primärproduktionen) och kan leda till övergödning. I sjöar och vattendrag är normalt fosfor begränsande medan kväve oftast begränsar primärproduktionen i havet. Enligt vattenmyndighetens underlag är jordbruk den dominerande källan för fosfor i åtgärdsområdet. Andra källor är t.ex. skogsbruk, enskilda avlopp, reningsverk och internbelastning, se *Figur 6*.



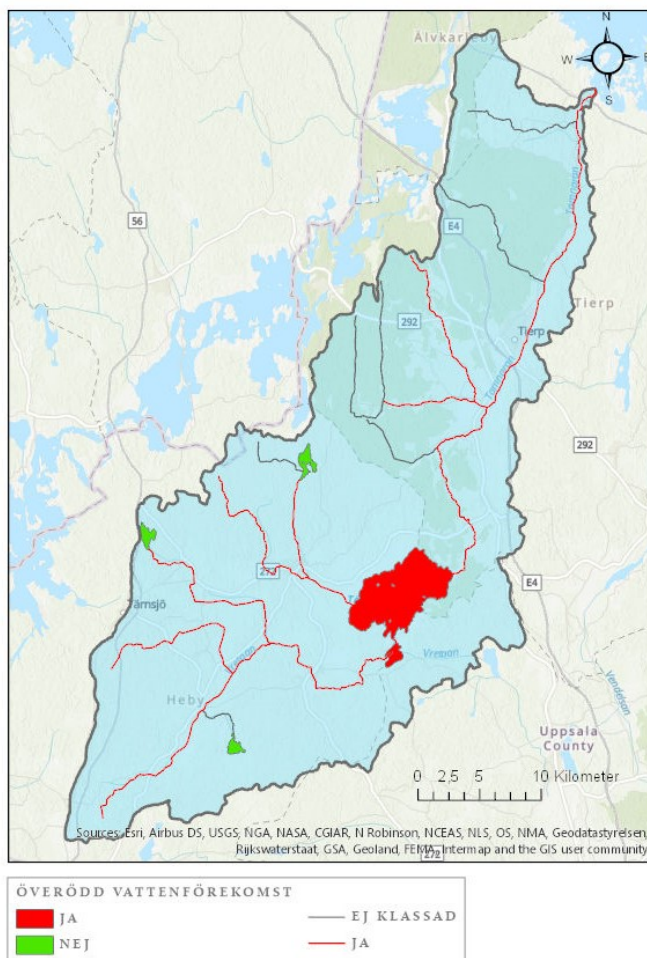
Figur 6. Källfördelning av fosfor för Tämnråns åtgärdsområde. Källa: Länsstyrelsen Västmanlands län, Vattenmyndigheten Norra Östersjön. Tämnråns åtgärdsområde – underlag till åtgärdsprogram.

Halten av kväve och fosfor varierar naturligt mellan olika ytvatten, bland annat beroende på vilken berggrund och jordmån som dominerar i tillrinningsområdet. Utöver den naturliga tillförseln kan mänskliga aktiviteter som jord- och skogsbruk samt hantering av avloppsvatten medföra utsläpp av kväve och fosfor. I övergödda sjöar förekommer även en intern belastning, genom att fosfor frisätts från sedimenten. Enligt VISS har Tämnrån troligen problem med internbelastning, vilket innebär att bottensedimenten avger fosfor. Vid beräkning av åtgärdsbehovet finns en skillnad

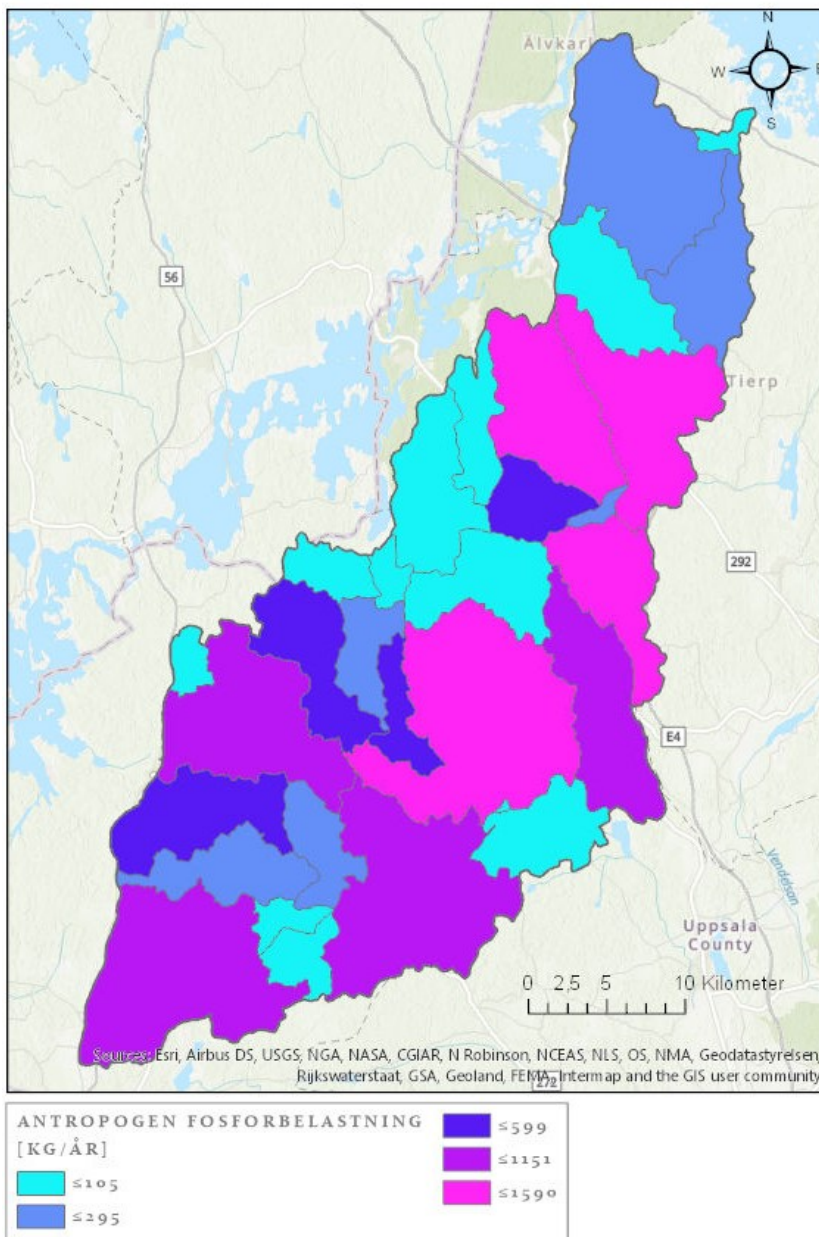
mellan de uppmätta fosforkoncentrationerna och den beräknade externa fosforbelastningen som identifierats som en möjlig intern belastning. Även Sörsjön bedöms vara påverkad av jordbruk och enskilda avlopp som orsakar övergödning. Då det saknas mätdata är bedömningen gjord som en extrapolering från Tämnaren.

Figur 7 visar de sjöar och vattendrag som är övergödda inom Tämnarens åtgärdsområde. Det underlag som finns tillgängligt för åtgärdsområdet avseende övergödning avser fosfor. Den antropogena fosforbelastningen inom Tämnaråns olika delåtgärdsområden, visas i Figur 8. Den antropogena belastningen är summan av beräknad fosforbelastning per år från enskilda avlopp, jordbruk, skogsbruk, industri, avloppsreningsverk och urban markanvändning. Fosforbelastningen från urban markanvändning visas i Figur 9. Under perioder med syrgasfria förhållanden i Tämnaren är den interna fosforbelastningen en viktig källa.

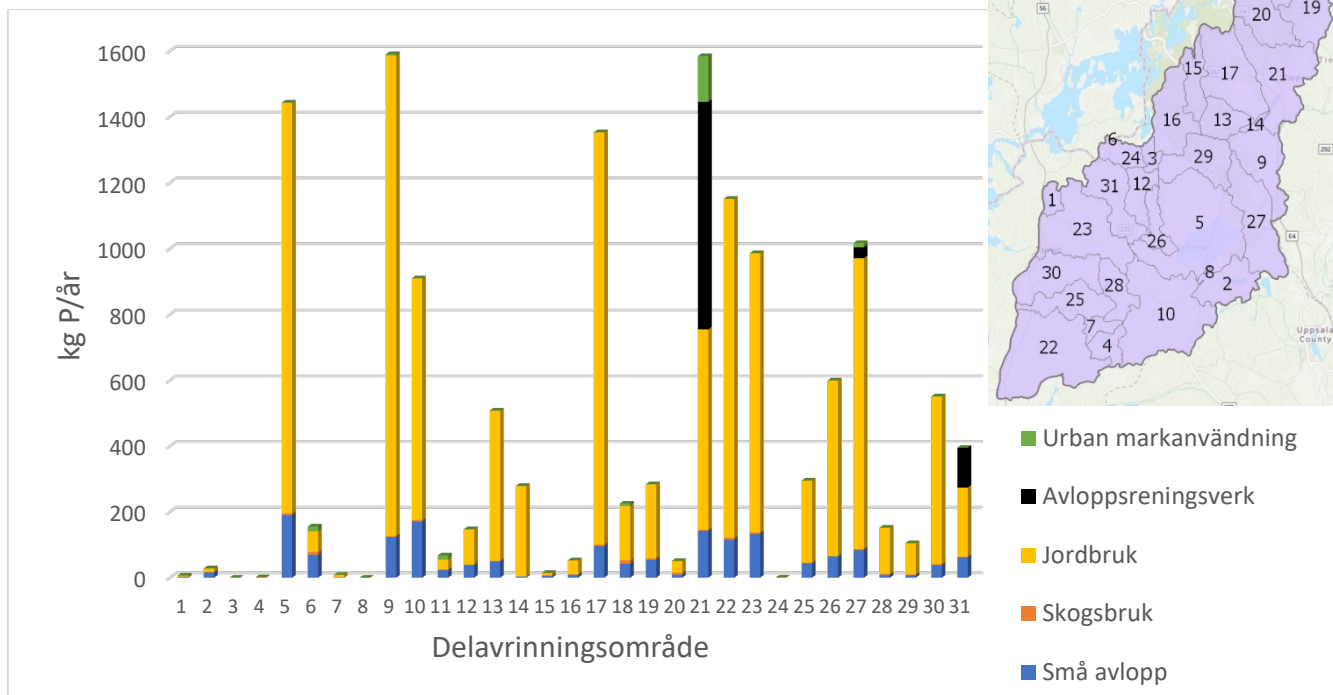
I åtgärdsområdet finns 20 vattenförekomster som har betydande påverkan från jordbruk och enskilda avlopp med risk för sänkt status av totalfosfor. Sex av vattenförekomsterna har en betydande påverkan från punktkällor med risk för sänkt status för parametern totalfosfor. I VISS anges avloppsreningsverk, förorenade områden och deponier som källor för bl.a. fosforbelastningen. Exempel på övriga punktkällor som kan finnas men inte nämns i VISS är bräddning från pumpstationer och utsläpp från industrier.



Figur 7 Vattenförekomster med övergödningssproblem inom Tämnaråns avrinningsområde
Källa: VISS, data hämtat 2020-08-12.



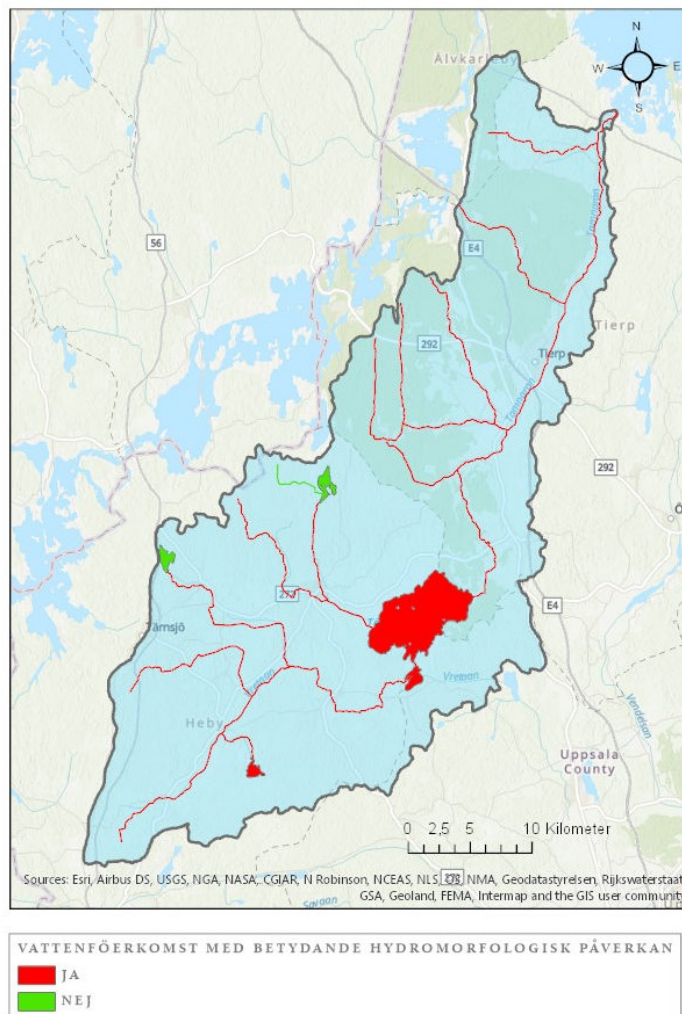
Figur 8. Antropogen fosforbelastning inom avrinningsområdet. Källa: Vattenmyndigheterna, data hämtad från länsstyrelsernas geodataportal 2020-07-09.



Figur 9. Fosforbelastning från urban markanvändning, avloppsreningsverk, jordbruk, skogsbruk och små avlopp för de 31 avrinningsområden som visas till höger i figuren. Källa: Vattenmyndigheterna, data hämtat 2020-08-12.

FYSISK PÅVERKAN

Miljöproblemen *Flödesförändringar*, *Morfologiska förändringar* och *Kontinuitet* avser alla typer av fysiska förändringar som människan orsakat i eller i anslutning till ytvattnet. Exempel på fysisk påverkan är sjösänkning, dämning, rätning, utdikning, muddring och förändring av den naturliga vegetationen i anslutning till vattnet. I vattenförvaltningen är miljöproblemet indelat i tre underkategorier; förändring av konnektivitet (vandringshinder), förändring av hydrologisk regim och förändring av morfologiskt tillstånd, beroende på vilken typ av påverkan de fysiska förändringarna medför. Fysisk påverkan på vattendrag och sjöar i Tämnaånens åtgärdsområde orsakas främst av jordbruk, skogsbruk, urban markanvändning, vattenkraft och kvarndammar.



Figur 10. Vattenförekomster med betydande påverkan kopplat till förändring av morfologiskt tillstånd eller förändring av konnektivitet genom dammar, barriärer och slussar inom Tämnaånens åtgärdsområde. Källa: VISS, data hämtat 2020-08-12.

Sammanlagt bedöms 28 av de 30 ytvattenförekomsterna inom åtgärdsområdet ha risk för att MKN inte uppnås pga. miljöproblemet *Morfologiska förändringar och kontinuitet*, se Figur 10. Den största delen av påverkan orsakas av morfologiska förändringar, men det har även identifierats konnektivitetsförändringar i flera vattenförekomster.

3.1.1 KONNEKTIVITET

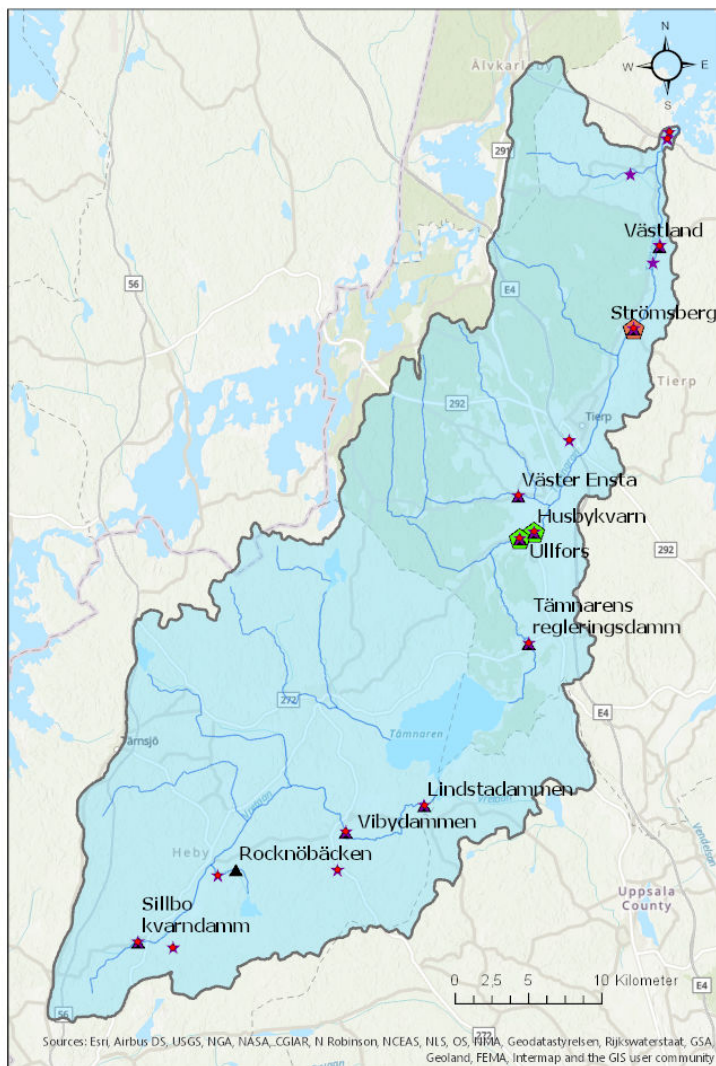
Konnektivitet (fria vandringsvägar) beskriver möjligheten till spridning och fria passager för djur, växter, sediment och organiskt material i vattenförekomster. Eftersom vandringshinder fragmenterar vattendrag har de stor påverkan på ekosystemet och den biologiska mångfalden genom att påverka näringskedjan. Om en viktig fiskart försvinner kan det ge effekter på ekosystemnivå genom att processer kopplade till vattenkvalitet och näringscykler påverkas.

Konnektiviteten bedöms längs med vattenförekomsten (i uppströms och nedströms riktning), samt från vattenförekomsten till omgivande landområden. Vandringshinder består av till exempel dammar (undantaget naturliga såsom bäverdammar), vattenkraftverk och felaktigt placerade vägtrummor.

Sammanlagt har, enligt VISS, 14 vattenförekomster inom åtgärdsområdet problem med konnektivitetsförändringar orsakade av vattenkraft och gamla kvarndammar, se *Figur 11*. Mellan mynningen i havet och sjön Tämnaån är cirka en tredjedel av fallhöjden uppdammd. Strömsträckorna är koncentrerade till de nedre delarna, framförallt nedströms nedersta vandringshindret, samt mellan andra och tredje vandringshindret. Kraftproduktion sker vid Husby, Ullfors, Strömsberg och Västland. Enligt länsstyrelsen³ finns idag en fiskväg vid Strömsberg. Lindstadammens luckor är enligt Uppsala Vatten (2018) stängda under perioden maj till september. Övriga delar av året är dammen öppen och uppströms liggande Harboån följer då Tämnaåns nivå. Dammen vid Västland är inte i bruk för kraftproduktion. Vattennivån i dammen är i nivå med Tämnaån. Enligt länsstyrelsen³ finns ett skibord som utgör ett vandringshinder. Det finns förorenade massor i anslutning till denna damm som behöver beaktas vid eventuella restaureringsåtgärder.

Samtliga kända vandringshinder inom åtgärdsområdet är vattenkraftsdammar, gamla kvarndammar eller damm för dricksvattentäkt. Det finns nio dammar som är placerade relativt jämnt längs med Tämnaåns huvudfåra. Åtgärdsområdets mindre vattenförekomster är inte tillräckligt undersökta varför flera är oklassificerade med avseende på konnektivitet.

³ Telefonkontakt med Länsstyrelsen (Daniel Melin) 2020-11-02



Figur 11. Dammar enligt SMHI:s dammregister, biotopkartering och VISS samt ytvatten inom avrinningsområdet, Källa: SMHI (2020-08-24), Länsstyrelserna (2020-09-23), VISS (2020-08-24). Det tidigare vandringshindret vid utloppet vid Karlholm är idag åtgärdat.

3.1.2 FLÖDEFÖRÄNDRINGAR

Flödesförändringar benämns i VISS som förändring av hydrologisk regim. Det innebär att det finns en mänsklig fysisk påverkan på det hydrologiska tillståndet i en vattenförekomst när det gäller vattenstånd, flödesvolym, flödesdynamik och tillgänglig flödesenergi. För att bedöma hur den hydrologiska regimen i en vattenförekomst påverkats av mänsklig verksamhet jämförs reglerade och oreglerade förhållanden. Datamodelleringen av hydrologisk regim i sjöar och vattendrag har huvudsakligen utförts på nationell nivå av SMHI.

I åtgärdsområdet bedöms flödesförändringar inte vara ett miljöproblem enligt VISS. Troligtvis är flödesförändringar ett miljöproblem i flera vattenförekomster som är dämnda (se *Figur 11*) och/eller ligger inom båtnadsområden (se *Figur 12*) men detta fångas inte upp av SMHIs modellering eftersom mätdata med den detaljeringsnivån inte ingår i modellen.

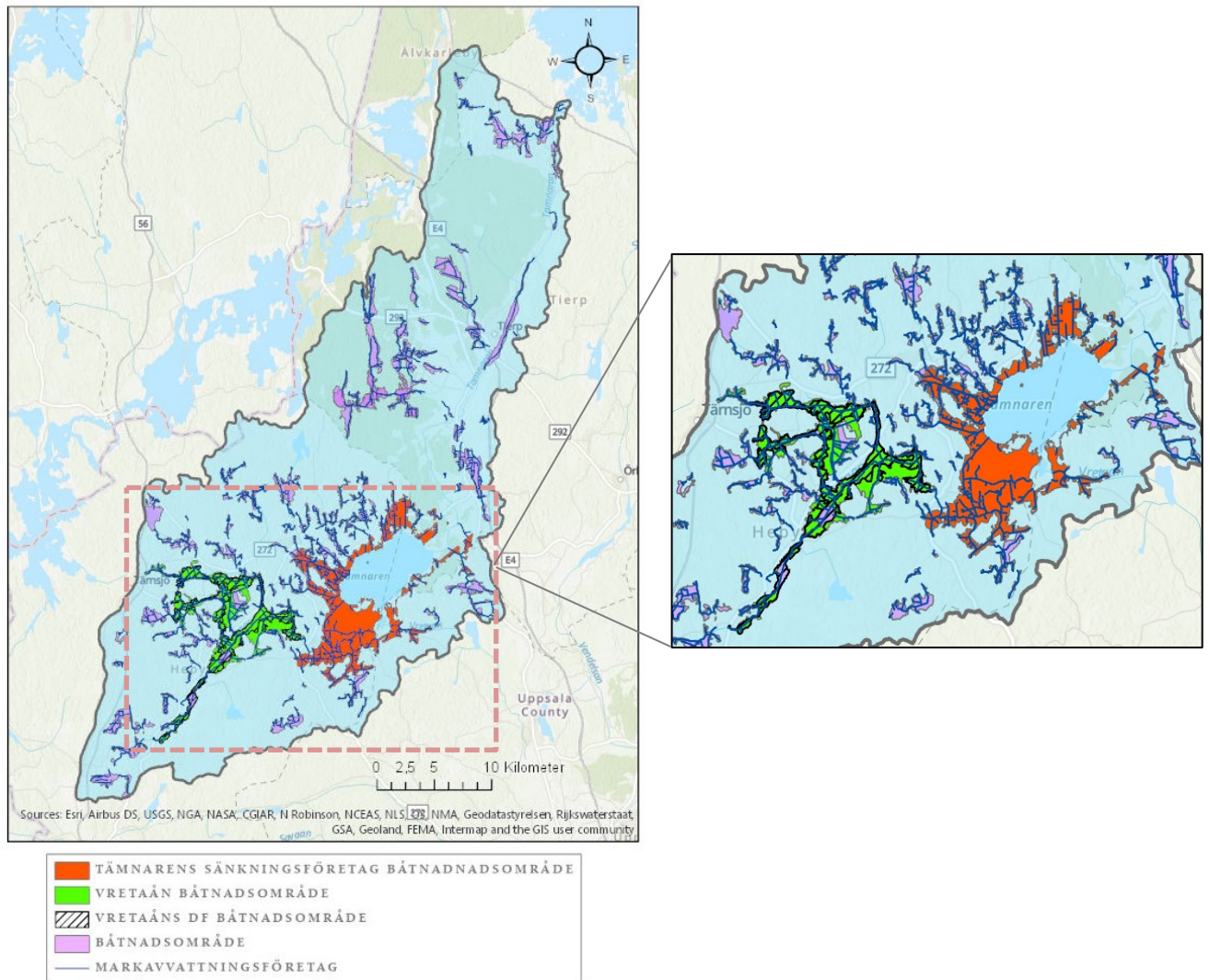
I uppdragsbeskrivningen har de hydrologiska aspekterna avseende vattnets fördröjning i landskapet lyfts fram som ett av de större problemen inom åtgärdsområdet, då främst orsakad av markavvattning och regleringen av Tämnaån.

MARKAVVATTNING

Större delen av Tämnaårens åtgärdsområde omfattas av markavvattningsföretag vilket påverkar de hydrologiska förutsättningarna, bl.a. vattnets uppehållstid i landskapet. Markavvattning påverkar även våtmarkernas funktion som sänkor för näringsämnen.

Inom åtgärdsområdet finns 116 markavvattningsföretag, se *Figur 12* och Bilaga 6. De tre största är Tämnaårens sänkingsföretag som omfattar en yta av 52 km² (orange färg) samt Vretaåns dikningsföretag och Vretaån. De två senare överlappar varandra och har tillsammans en area på ca 57 km² (grön färg samt svartrandig markering). I underlaget från Länsstyrelsen Uppsala län nämns att kartunderlaget för Tämnaårens sänkingsföretag är ofullständigt varför markeringen för båtnadsområdet i *Figur 12* kan vara missvisande.

Länsstyrelsen har under de senaste åren arbetat med att kartlägga markavvattningsföretagens omfattning. Vilka av företagen som idag är aktiva är i många fall okänt. Aktiviteten i företagen varierar, många har inte genomfört några åtgärder sedan markavvattningsföretaget bildades och andra genomför regelbundet återkommande rensningar. Även om företagen inte har varit aktiva på länge kan de fortfarande ha stor negativ effekt genom ökad erosion och genom den habitatförstöring som de medfört. Cirka 30 procent av sträckan upp till Tämnaån är omgrävd eller rensad.



Figur 12. Markavvattningsföretag och båtnadsområden inom Tämnarens åtgärdsområde. Båtnadsområdet för de största markavvattningsföretagen visas med orange respektive grön/svartrandig färg. Övriga små markavvattningsföretag markeras med lila i kartan. För att lättare se utbredningen av båtnadsområdet för de större markavvattningsföretagen presenteras en förstord bild till höger. Källa: Länsstyrelsen Uppsala län, data hämtat 2020-07-09.

REGLERING AV TÄMNAREN

Vattennivån i Tämnaren är reglerad med stöd av en vattendom från den 24 februari 1977, mål VA 16/73. Tillståndet omfattar reglering av vattennivån och bortledning av vatten. Enligt domen är regleringen av sjön mer omfattande än sänkingsföretagets sänkning. Uppsala Vatten reglerar Tämnaren eftersom sjön är reservvattentäkt. I slutet av 1870-talet och på 1950-talet sänktes sjön för att tillgängliggöra mer odlingsbar mark (Länsstyrelsen Uppsala, 2015).

Enligt domen gäller att den reglerade minimitappningen till Tämnarån har företräde framför bortledning av vatten från Tämnaren. Om minimitappningen riskerar att inte kunna framsläppas ska därför bortledningen minskas eller upphöra så att minimitappningen alltid kan framsläppas.

Enligt VISS påverkar regleringen sjöns morfologi genom en stor förändring av dess planform och svämplan. Sjöns planform är en beskrivning av strandlinjens längd och

sjöns area medan parametern svämplan bedömer om markanvändningen i sjöns svämplan avviker från naturliga förhållanden. Markanvändningen i svämplanet omfattar jordbruk, skogsbruk och kraftproduktion.

Enligt VISS har Tämnares betydande påverkan för konnektivitet på grund av dammarna i sjöns in- och utlopp.

Enligt VISS har Tämnares hög status för hydrologisk regim vilket beskriver att sjön har låg regleringspåverkan. Klassificeringen bygger på SMHIs modellering av sjöns hydrologi. Modelleringen syftar främst till att beskriva förändringar i hydrologin kopplat till vattenkraft. Eftersom Tämnares regleras som dricksvattentäkt beskriver inte modellen problem med Tämnares hydrologi. Länsstyrelsen i Uppsala beskriver naturliga begränsningar i området vilket ger svårigheter med att reglera Tämnares:

”Tämnares är svår att reglera. Vid höga flöden dämmer själva Tämnares nedströms Tämnares, oavsett om luckorna i Ubblixbo är vidöppna. Domen går då inte att hålla. Vid låga flöden, som ofta råder under sommaren, är avdunstningen från sjön betydande och tillrinningen förmår inte hålla sjöns nivå uppe, oavsett om dammen hålls stängd. Dessutom måste regleringen av Ubblixbodammen samordnas med övriga dammar i Tämnares.” (Länsstyrelsen Uppsala, 2015).

Bedömning av parametrarnas status för Tämnares finns i Bilaga 4. Detaljerade beskrivningar av påverkanskällor och miljöproblem i åtgärdsområdet finns i Bilaga 5.

3.1.3 MORFOLOGISKA FÖRÄNDRINGAR

Förändring i morfologiskt tillstånd innebär att det har gjorts ingrepp i vattenförekomsternas djup, bredd eller läge. Kvalitetsfaktorn morfologiskt tillstånd omfattar även markanvändningen i vattenförekomstens omgivning.

Sammanlagt har 20 vattendrag och en sjö inom åtgärdsområdet betydande morfologiska förändringar. I Tämnares övre delar (Harboån och Vretaån) har uträtningar, dikningar och sjösänkningar bidragit till att vattnet rinner undan snabbare vilket ger en ökad partikeltransport jämfört med ett referenstillstånd. Då vattnets uppehållstid kortas, minskar retentionen och sedimentationen vilket är naturens eget sätt att minska närsalthalterna. Partiklar i Vretaån och Harboån transporteras ända ned till Sörsjön. I Sörsjön har en fåra muddrats genom sjön och partiklarna passerar snabbt genom sjön och avsätts sedan i sundet mellan Sörsjön och Tämnares. Detta dämmer Sörsjön och kan skapa en nivåskillnad mellan Sörsjön och Tämnares.

Tämnares huvudfåra är biotopkarterad mellan mynningen och sjön Tämnares. Det finns god kunskap om morfologin i denna del av åtgärdsområdet. Då landskapet huvudsakligen är flackt finns få strömsträckor och cirka en tredjedel av fallhöjden är överdämd av dammar. Totalt finns 1,2 km strömsträckor där huvuddelen ligger norr om Tierp mellan första vandringshindret i Västland och det tidigare vandringshindret i Strömsberg.

Jordbrukets påverkan på morfologin inom åtgärdsområdet är omfattande. Detta både genom markavvattning (se ovan) och intensiv markanvändning i närmiljön. Majoriteten av vattenförekomsternas morfologi är påverkade av markavvattning. Markavvattning påverkar även hydrologin i landskapet. Närmiljön består dessutom till stora delar av mark som även är påverkad av hyggen, åker, betesmark och tätort/tomtmark. Även

bristen på naturliga kantzoner med buskar och träd längs ån är ett problem genom att viktiga ekologiska funktioner uteblir.

Uträtning och kanalisering av vattenförekomsterna har lett till minskad variationsrikedom och färre livsmiljöer för vattenlevande växter och djur. Strömsträckorna har rensats på sten eller dämpts upp via dämmen. De få strömsträckor som finns kvar har därför stort värde för många organismer. För sjöarna inom åtgärdsområdet finns brister i underlagen för bedömning av morfologiskt tillstånd. Troligen är alla sjöar i viss mån sänkta.

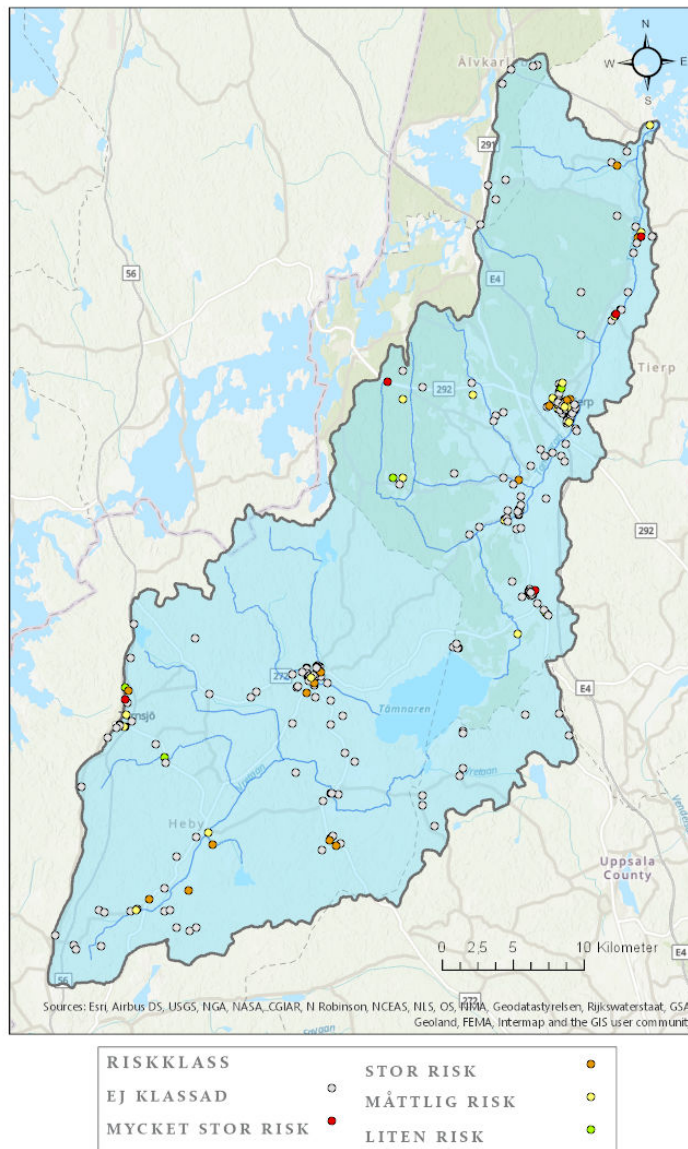
KEMISKA ÄMNEN

Miljöproblemet miljögifter omfattar särskilda förorenande ämnen (kvalitetsfaktor under Ekologisk status) och prioriterade ämnen (kemisk status). I påverkansanalysen bedöms om det finns punktkällor eller diffusa källor som medför risk att föroreningar sprids till en vattenförekomst i så stora mängder att miljökvalitetsnormen inte kan nås. Inom Tämnarens åtgärdsområde finns betydande påverkan av diffusa källor för atmosfärisk deposition, transport och infrastruktur samt punktkällor i form av förorenade områden, deponier och reningsverk. Dessa påverkanskällor ger risk för sänkt status för fenoler, tungmetaller, klorerade alifater, PAH:er och bekämpningsmedel, men mätdata saknas för att kunna göra en säker bedömning av parametrarnas status.

Inom åtgärdsområdet finns ett antal platser med potentiellt förorenade områden, se Figur 13. Sju av områdena utgör riskklass 1 vilket innebär mycket stor risk för förorening. Verksamheter som bedrivits i områdena med riskklass 1 utgörs bland annat av avfallsdeponier och skrothantering.

Inom åtgärdsområdet är det delavrinningsområdet till sjön Tämnarens och Åbyån som har utpekats som miljöproblem med särskilda förorenande ämnen (SFÄ). Betydande påverkan för miljögifter har identifierats i 17 vattenförekomster men brist på mätdata gör att hela åtgärdsområdet är oklassat för kemisk status – prioriterade ämnen. Inom åtgärdsområdet har även benso(g,h,i)perylen, nonylfenol och oktylfenol påträffats i vatten, dock under respektive gränsvärde.

Detaljerade beskrivningar av påverkanskällor och miljöproblem i åtgärdsområdet finns i Bilaga 5.



Figur 13. Miljöfarlig verksamhet inom åtgärdsområdet. Källa: VISS, data hämtad 2020-07-09.

FRÄMMANDE ARTER

Främmande arter är arter som introducerats i våra vatten med människans hjälp. De kan utgöra ett stort hot mot våra inhemska arter om de är konkurrenskraftiga och kallas då invasiva. De kan också sprida sjukdomar som drabbar inhemska arter. I Uppsala län finns flera olika arter som räknas som främmande varav signalkräftan är vanligt förekommande. Den har i stort sett konkurrerat ut den svenska flodkräftan genom spridning av den för flodkräftan dödliga kräftpesten.

I Tamnaråns åtgärdsområde finns signalkräfta och i Tamnaren finns både vattenpest och jättegröe, som räknas som främmande arter. Det går dock inte att avgöra i vilken utsträckning dessa arter påverkar den ekologiska statusen. Ingen främmande art har bedömts utgöra ett så allvarligt miljöproblem att den ekologiska statusen sänkts. Inga bedömningar av främmande arter har gjorts i Tamnaråns åtgärdsområde i cykel 3.

ÖVRIGA MILJÖPROBLEM

Det finns områden uppströms Tämnaren där de sänkta sjöarna översvämmas på ett sätt som gynnar översvämningsmyggan, *Aedes sticticus*. Därutöver är inga övriga miljöproblem redovisade för åtgärdsområdet.

Försurning bedöms inte vara ett problem inom åtgärdsområdet.

4 FÖRBÄTTRINGSBEHOV

För att uppnå och bibehålla god status avseende ekologiska, morfologiska och fysikalisk-kemiska aspekter i Tämnrån krävs åtgärder. I vattenmyndighetens rapport *Tämnråns åtgärdsområde – underlag till åtgärdsprogram* anges ett preciserat åtgärdsbehov för miljöproblemen övergödning och fysisk påverkan. Även i VISS redovisas ett förbättringsbehov.

För miljöproblemen miljögifter och främmande arter saknas idag underlag för att ange förbättringsbehovet. För dessa problem behöver kunskapen förbättras genom en utvecklad miljöövervakning.

I detta avsnitt beskrivs det förbättringsbehov som utifrån tillgängliga kunskapsunderlag har identifierats för miljöproblemen övergödning och fysisk påverkan.

ÖVERGÖDNING

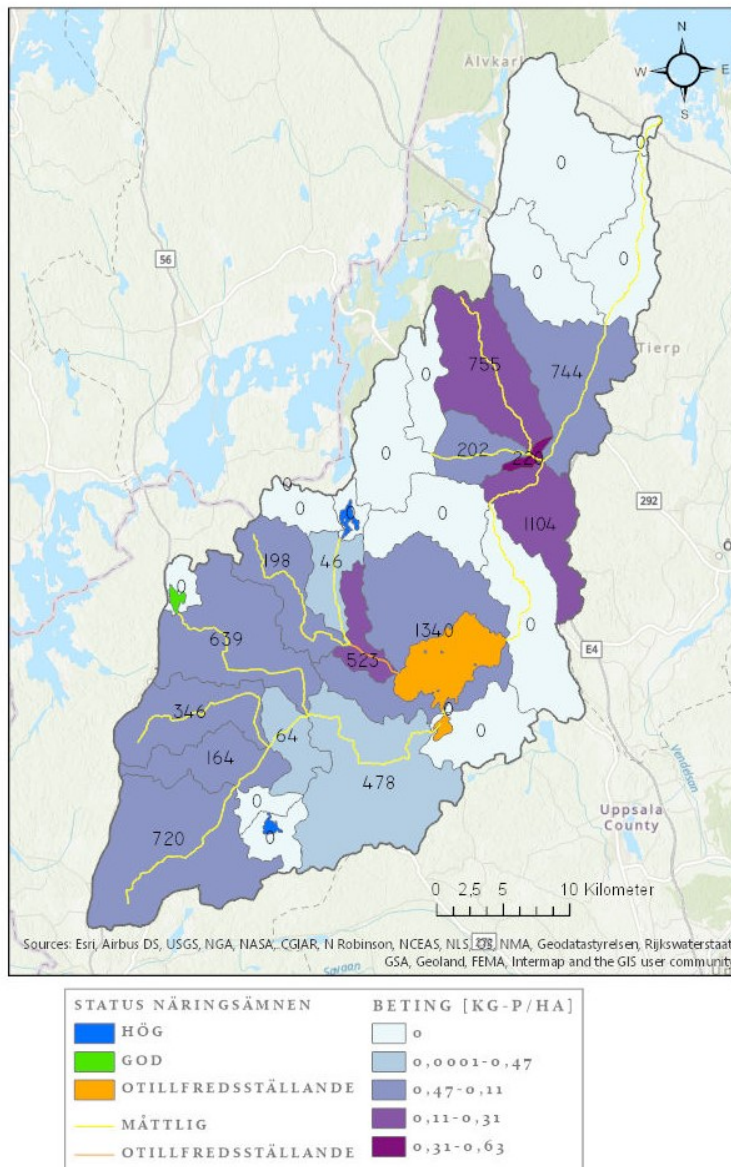
För att åtgärda problemen med övergödning behöver fosforbelastningen minska. För att nå god status med avseende på näringsämnen i åtgärdsområdet behöver den årliga tillförseln av fosfor till vatten minska med ca 7 200 kg⁴. För att nå god ekologisk status i den nedströms liggande Karlholmsfjärden behöver tillförseln från åtgärdsområdet minska ytterligare.

Vattenmyndigheten har beräknat förbättringsbehovet för att vattenförekomsterna ska uppnå kriterierna för god status med avseende på fosfor. Figur 14 visar hur omfattande behovet är av att minska fosforläckaget i respektive delavrinningsområde för att god ekologisk status ska kunna uppnås. Förbättringsbehovet har beräknats utifrån skillnaden mellan uppmätt koncentration av fosfor i vattenförekomsten och den koncentration som krävs för att nå god ekologisk status. Genom att använda modellerade värden på vattenföring har mängden transporterad fosfor beräknats. Vilka påverkanskällor som förbättringsbehovet kopplar till beskrivs i Bilaga 5.

Behovet av att begränsa fosforbelastningen är särskilt stort i Tämnråns närområde. Några exempel, fosfortransporten till Tämnrån via Harboån behöver minska med minst 2 100 kg fosfor³. Strax nedströms Tämnrån behöver belastningen minska med 4 200 kg fosfor³.

Utöver tillförseln av fosfor behöver även den interna belastningen från sedimenten i Tämnrån minska.

⁴ Källa: Vattenmyndigheterna, data hämtad från länsstyrelsernas geodataportal 2020-07-09



Figur 14. Beting för olika delavrinningsområden inom avrinningsområdet samt status för näringsämnen i vattenförekomsterna. Siffrorna i figuren anger beting i kg fosfor per hektar för respektive delavrinningsområde. Vattenmyndigheten har inte tagit fram något beting för de delområden där det står "noll" enligt kontakt med vattenmyndigheten 2020-10-16. Källa: Vattenmyndigheten, data hämtat från länsstyrelsernas geodatakatalog 2020-08-12.

FYSISK PÅVERKAN

Förbättringsbehovet för fysisk påverkan omfattar samtliga hydromorfologiska kvalitetsfaktorer d.v.s. konnektivitet, hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd.

För att återställa möjligheten till spridning och fria passager för djur, växter, sediment och organiskt material behöver de befintliga vandringshindren i Tämnrån åtgärdas. I åtgärdsområdet finns enligt Biotopkarteringsdatabasen 14 vandringshinder, samtliga är dammar. Av dessa ligger tio i vattenförekomster och fem i övrigt vatten. Enligt Nationella dammregistret (SMHI, 2020-10-23) har de fyra dammarna Husbykvarn, Ullfors, Västland och ej namngiven damm i Råksjöbäcken kraftproduktion. Utöver

vattenkraftsdammarna finns fem s.k. kvarndammar vilket är äldre dammar utan kraftproduktion. Enligt VISS finns även en gammal kvarndamm i Råksjöbäcken. Samtliga nio dammar bör åtgärdas så att fria vandringsvägar återskapas.

För att åtgärda problem med förändringar avseende flöde och morfologi krävs att biotopvårdande åtgärder utförs på en yta av 160 hektar vattendrag samt att 190 hektar ekologiskt funktionella kantzoner anläggs på båda sidor om vattendragen, enligt Bilaga 5. De angivna ytorna motsvarar totala ytorna för de åtgärder som tas upp i Åtgärdsdatabasen för respektive åtgärd. När det gäller flödesförändringar gäller förbättringsbehovet i första hand minimitappning i fiskvägar.

En viktig åtgärd inom avrinningsområdet är att anlägga ekologiskt funktionella kantzoner längs ån samt restaurera rensade och rätade vattendrag, se Tabell 3. Genom denna åtgärd förbättras även status för den hydrologiska parametern specifik flödesenergi i vattendrag. I de övre delarna av ån behöver flodplanet återskapas. I de nedre delarna av avrinningsområdet behöver stora arealer lek- och uppväxtområden för öring återställas.

I hela åtgärdsområdet behöver 190 hektar ekologiskt funktionella kantzoner anläggas. Med kantzoner avses strandzonen samt det område med fastmark som direkt påverkar vattendraget, normalt 15–30 meter. En varierad strandzon ger förutsättningar för ett rikt djur- och växtliv. Biotopvårdsåtgärder behöver utföras på 160 hektar. För några sträckor i de nedre delarna av ån finns detaljerade åtgärdsförslag framtagna. Dessa består av biotopvård av rensade strömsträckor.

Vattnets uppehållstid i landskapet bör förbättras. Biotopvårdande åtgärder i vattendrag och sjöar är en bred åtgärdskategori i VISS som främst syftar till att förbättra morfologin för att återskapa eller restaurera naturliga habitat. Flera biotopvårdande åtgärder såsom att återskapa våtmarker för fisk, återställa sänkt sjöutlopp, tillföra död ved och stenblock eller att återskapa vattendragets ursprungliga fåra och form ökar vattnets uppehållstid i landskapet och förändrar flödena i vattendragen vilket gynnar vattenlevande organismer.

5 MÖJLIGA ÅTGÄRDER

Utifrån de problem och förbättringsbehov som finns i åtgärdsområdet har vattenmyndigheten redovisat ett antal möjliga åtgärder för att nå miljö kvalitetsnormerna, se Bilaga 9 (Databasen). Av dessa har Tyréns valt ut ett antal som bedöms vara relevanta för att åtgärda miljöproblemen övergödning och fysisk påverkan. Åtgärderna har valts ut efter bedömd nytta.

Nedan beskrivs de kriterier som har använts i urvalet av relevanta åtgärder samt vilka åtgärder som valts ut för respektive miljöproblem. De kriterierna som används har diskuterats med kommunerna.

ÖVERGÖDNING

Vid urvalet av åtgärder har i första hand de delområden som har hög belastning av fosfor och som ligger högt upp i systemet (uppströms Tämnaren) prioriterats. Skälet till denna prioritering är att åtgärder som vidtas högt upp i ett åtgärdsområde även gynnar nedströms liggande recipienter. I andra hand har delområden med hög belastning längre ner i systemet (nedströms Tämnaren) valts ut. Urval av möjliga åtgärder för att minska övergödning i vattenförekomsterna har gjorts utifrån kriterierna nedan.

Kriterier för urval av åtgärder med avseende på övergödning:

- 1) Delavrinningsområdets totala förbättringsbehov ska överstiga 80 kg P/år.
- 2) Delavrinningsområdet ligger uppströms Tämnaren.
- 3) Förväntad reducerad mängd av totalfosfor till följd av åtgärden ska överstiga eller vara lika med 30 kg/år.

I Tabell 1 redovisas de delåtgärdsområden som valts ut utifrån ovanstående kriterier samt de åtgärder avseende övergödning som redovisas i VISS.

Tabell 1. Möjliga åtgärder för att begränsa fosforbelastningen i de delavrinningsområden som har identifierats ha en belastning som är större än 80 kg /hektar och ligger högt upp i avrinningsområdet. Källa VISS, data hämtat 2020-10-12.

Effektplats (ID)	Beting (kg P)	Åtgärd	Åtgärds-kategori	Beting	Effekter	Påverkan som åtgärden riktas mot	Synergieffekter	Total åtgärds-kostnad
Åbyån (SE667274-157931)	523	Kalkfilterdiken vid SE667274-157931	Kalkfilterdiken	200 ha	Minskning av totalkväve kg/år (värde saknas i VISS) Minskning av totalfosfor 30 kg/år	Diffusa källor - Jordbruk	Förbättrar markens infiltrationsförmåga	1 400 000 kr (5 400 kr/kg P)
		Strukturkalkning vid SE667274-157931	Strukturkalkning	540 ha	Minskning av totalkväve kg/år (värde saknas i VISS), Minskning av totalfosfor 81 kg/år	Diffusa källor - Jordbruk	Förbättrar markens infiltrationsförmåga	2 800 000 kr (3 700 kr/kg P)
		Våtmark - fosfordamm vid SE667274-157931	Våtmark - fosfordamm	0,75 ha	Minskning av totalkväve 510 kg/år, Minskning av totalfosfor 51 kg/år	Diffusa källor - Jordbruk	Fördröjer vattnet i landskapet	640 000 kr (1 400 kr/kg P)
		Våtmark för näringsretention vid SE667274-157931	Våtmark för näringsretention	19 ha	Minskning av totalkväve 6100 kg/år, Minskning av totalfosfor 720 kg/år	Punktkällor - reningsverk Diffusa källor - Urban markanvändning Diffusa källor - Jordbruk Diffusa källor - Enskilda avlopp	Fördröjer vattnet i landskapet	5 300 000 kr (1 400 kr/kg P)
Tämnaren (SE667402-158923)	1340	Kalkfilterdiken vid SE667402-158923	Kalkfilterdiken	490 ha	Minskning av totalkväve kg/år, Minskning av totalfosfor 74 kg/år	Diffusa källor - Jordbruk	Förbättrar markens infiltrationsförmåga	3 400 000 kr (5 400 kr/kg P)
		Strukturkalkning vid SE667402-158923	Strukturkalkning	1300 ha	Minskning av totalkväve kg/år, Minskning av	Diffusa källor - Jordbruk	Begränsar spridning av bekämpningsmedelsrester,	6 700 000kr (3 700 kr/kg P)

					totalfosfor 200 kg/år		förbättrar siktdjupet	
		Tvästegsdiken vid SE667402-158923	Tvästegsdiken	7400 m	Minskning av totalkväve 1800 kg/år, Minskning av totalfosfor 180 kg/år	Diffusa källor - Jordbruk	Födröjer vattnet i landskapet, ökad biologisk mångfald	5 600 000 kr (4 700 kr/kg P)
		Våtmark - fosfordamm vid SE667402-158923	Våtmark - fosfordamm	2,6 ha	Minskning av totalkväve 740 kg/år, Minskning av totalfosfor 89 kg/år	Diffusa källor - Jordbruk	Födröjer vattnet i landskapet	2 200 000 kr (1 400 kr/kg P)
		Våtmark för näringsretention vid SE667402-158923	Våtmark för näringsretention	69 ha	Minskning av totalkväve 22000 kg/år, Minskning av totalfosfor 2600 kg/år	Punktkällor - reningsverk Diffusa källor - Urban markanvändning Diffusa källor - Jordbruk Diffusa källor - Enskilda avlopp	Födröjer vattnet i landskapet	19 000 000 kr (1 400 kr/kg P)
Kyrkån (SE667750-157386)	198	Våtmark - fosfordamm vid SE667750-157386	Våtmark - fosfordamm	0,5 ha	Minskning av totalkväve 340 kg/år, Minskning av totalfosfor 34 kg/år	Diffusa källor - Jordbruk	Födröjer vattnet i landskapet	430 000 kr (1 400 kr/kg P)
		Våtmark för näringsretention vid SE667750-157386	Våtmark för näringsretention	14 ha	Minskning av totalkväve 4 500 kg/år, Minskning av totalfosfor 530 kg/år	Punktkällor - reningsverk Diffusa källor - Urban markanvändning	Födröjer vattnet i landskapet	3 900 000 (1 400 kr/kg P)

FYSISK PÅVERKAN

5.1.1 KONEKTIVITET

För att nå god ekologisk status för fisk behöver framförallt vandringshinder åtgärdas för att möjliggöra fiskarnas upp- och nedströmspassage. De tio dammarna i Tämnrånens huvudfåra är prioriterade att åtgärda antingen genom att dammar rivs ut eller genom att fiskvägar anläggs. Prioriteringen bör vara från havet och uppåt i Tämnrån samt i Tämnrånens tillflöden. Prioriterat är att åtgärda det vandringshinder vid Västland som idag är det nederst belägna definitiva vandringshindret i ån.

Regeringen har beslutat om en nationell plan⁵ för omprövning av befintliga tillstånd för vattenkraftsanläggningar. Syftet med den nationella planen är att vattenkraftsanläggningar ska få moderna miljövillkor. Den nationella planen anger bland annat turordningen för omprövning av landets vattenkraftsanläggningar. Vattenkraftverken i Tämnrån ingår i den första prövningsgruppen, i vilken verksamhetsutövarna ska ha lämnat in en ansökan om omprövning av tillstånd till mark- och miljödomstolen senast den 1 februari 2022.

En del i omprövning är sannolikt att se över och åtgärda befintliga vandringshinder. Av de vandringshinder som finns i Tämnrån, se *Figur 11*, är det två dammar (Husbykvarn och Ullfors) som hör till vattenkraftverk som ingår i den nationella planen.

Nedan anges kriterier för urval av åtgärder med avseende på fria vandringsvägar.

Kriterier för urval avseende fria vandringsvägar:

- 1) Storleken på den yta i sjön eller den längd mynnande vattendrag som tillgängliggörs för vandrande fisk.
- 2) Vandringshindret ingår inte i Nationella planen.
- 3) Vandringshinder långt ned i vattendraget prioriteras, prioriteringsordningen är från havet och uppåt i vattendraget

I *Tabell 2* redovisas de åtgärder som valts ut utefter kriterierna ovan. Till följd av att åtgärder angivna i VISS för vandringshinder är så få inkluderas i *Tabell 2* även åtgärder för hinder som är lokaliserade långt upp i systemet. Detta (Kriterium 3) kommer dock att tas i beaktande i senare urval av åtgärder. I *Tabell 2* anges den längd vandringsvägar som frigörs då ett vandringshinder åtgärdats. Längden är uppmätt översiktligt i GIS genom att mäta längsta frigjorda sträckan i vattenförekomsterna uppströms vandringshindret. Detta kan antingen vara till nästa vandringshinder eller en längre sträcka som frigörs i en vattenförekomst utan hinder.

⁵ Regeringsbeslut 18, 2020-06-25, M2019/01769/Nm m.fl.

Tabell 2. Relevanta åtgärder för att möjliggöra upp- och nedströmspassage. Data hämtat från VISS 2020-08-24. Koordinater anges i systemet sweref 99 TM.

Vandringshinder (Vattenförekomst VISS-ID)	Kommun	Påverkan	Beting (meter)	Längd frigjorda vandringsvägar	x-koordinat	y-koordinat	Total åtgärds-kostnad
Lindstadammen (SE666480-157905)	Heby	Föråldrad verksamhet - kvarndamm	1	9 km	6666689	629024	530 000 kr (61 000 kr/km fri vandringsväg)
Möjliggöra upp- och nedströmspassage SE666287-157039	Heby	Föråldrad verksamhet - kvarndamm	1	4 km	6661962	615150	530 000 kr (140 000 kr/km fri vandringsväg)
Sillbo Kvarndamm SE665794-156494	Heby	Föråldrad verksamhet - kvarndamm	2,1	6 km	6657015	608475	1 100 000 kr (200 000 kr/km fri vandringsväg)
Tämnarens Regleringsdamm SE667860-159012	Tierp	Föråldrad verksamhet. Dricksvatten-försörjning	1,5	34 km	6677433	635146	790 000 kr (23 000 kr/km fri vandringsväg)
Väster Ensta SE668805-158746	Tierp	Föråldrad verksamhet - kvarndamm	3	19 km	6687341	631913	1 600 000 kr (86 000 kr/km fri vandringsväg)
Västland SE670389-159935	Tierp	Vattenkraft (nu nedlagd) Föråldrad verksamhet - kvarndamm	5	46 km	6713365	647813	2 600 000 kr (57 000 kr/km fri vandringsväg)
Vibydammen SE666480-157905	Heby	Föråldrad verksamhet - kvarndamm	1	26 km	6663507	614867	530 000 kr (20 000 kr/km fri vandringsväg)

5.1.2 FÖRÄNDRINGAR I FLÖDE OCH MORFOLOGI

Åtgärder för att förbättra förutsättningarna avseende flöde och morfologi är inriktade på att återskapa en mer naturlig hydrologi i landskapet och mer naturliga förhållanden i och vid ytvatten. Åtgärder för det ena problemet gynnar ofta även det andra. Åtgärder för att restaurera bottenförhållanden och kantzoner är även viktiga för att återskapa biologiska värden och förutsättningarna för att nå ekologiska kvalitetsfaktorerna.

Exempel på biotopvårdande åtgärder i och vid vattendrag:

- Restaurering av kantzoner och bottenytor
- Ekologiskt funktionella kantzoner anläggs.
- Utläggning av död ved
- Ersätta artificiella erosionsskydd mot mer naturliga
- Återskapa en mer naturlig åfåra med naturlig utformning och variation avseende djup, bredd och läge.

Återskapande av våtmarker och sjöar är åtgärder för att fördröja vattnet i landskapet. En fördröjning i landskapet är önskvärd dels ur hydrologisk synpunkt, dels ur övergödningssynpunkt då reduktionen av kväve och fosfor ökar vid en längre uppehållstid. Utrivning av damm som orsakar konstgjord fördämning i en sjö eller ett vattendrag återställer (utöver konnektiviteten) sedimenttransport, hydrologin och de naturliga habitaterna i en sjö eller ett vattendrag.

Kriterier som valts för urval av möjliga åtgärder i vattenförekomsterna med avseende på förändringar i flöde och morfologi anges nedan.

Kriterier för urval avseende förändringar i flöde och morfologi:

- 1) Storlek på båtadsområde för markavvattningsföretag. I detta skede har åtgärder i de vattenförekomster som ingår i de tre största markavvattningsföretagen inkluderats i urvalet. En omprövning av dessa antas ge störst effekt.
- 2) Yta på biotopvårdande åtgärd. Urval har gjorts utifrån att den ytan som omfattas av en biotopvårdande åtgärd ska maximeras. De åtgärder vars beting överstiger eller är lika med 5 ha har valts ut.

Tabell 3. Möjliga åtgärder för att begränsa den fysiska påverkan i de vattendrag och sjöar som idag har otillfredsställande status. Åtgärder som gynnar en yta ≥ 5 ha har valts ut. Källa: VISS data hämtat 2020-10-12.

Åtgärdsplats (ID)	Åtgärd	Åtgärds-kategori	Beting	Påverkan t	Synergieffekt	Total åtgärds-kostnad
Tämnrån (SE665794-156494)	Lokalt anpassad kantzon i Tämnrån	Lokalt anpassad kantzon	5 ha	Förändring av morfologiskt tillstånd - för jordbruket	Minskar övergödning, minskar risk för förhöjda temperaturer och förändrade habitat.	450 000 kr (90 000 kr/ha)
Tämnrån-Harboån (SE666480-157905)	Biotopvård i vattendrag i Tämnrån - Harboån	Biotopvård i vattendrag	20 ha	Förändring av morfologiskt tillstånd - för jordbruket		2 100 000 kr (105 000 kr/ha)
	Lokalt anpassad kantzon i Tämnrån - Harboån	Lokalt anpassad kantzon	5,7 ha	Förändring av morfologiskt tillstånd - för jordbruket	Minskar övergödning, minskar risk för förhöjda temperaturer och förändrade habitat.	510 000 kr (89 000 kr/ha)
Stalbobäcken (SE666949-156706)	Lokalt anpassad kantzon i Stalbobäcken	Lokalt anpassad kantzon	5,4 ha	Förändring av morfologiskt tillstånd - för jordbruket	Minskar övergödning, minskar risk för förhöjda temperaturer och förändrade habitat.	480 000 kr (89 000 kr/ha)
Bjurvallabäcken (SE667194-156906)	Biotopvård i vattendrag i Bjurvallabäcken	Biotopvård i vattendrag	6,8 ha	Förändring av morfologiskt tillstånd - för jordbruket		710 000 kr (104 000 kr/ha)
	Lokalt anpassad kantzon i Bjurvallabäcken	Lokalt anpassad kantzon	9,2 ha	Förändring av morfologiskt tillstånd - för jordbruket	Minskar övergödning, minskar risk för förhöjda temperaturer och förändrade habitat.	820 000 kr (89 000 kr/ha)

6 URVAL AV ÅTGÄRDER

Utifrån de åtgärder som identifierats som möjliga utifrån uppsatta kriterier, se avsnitt 5, har tio åtgärder valts ut. Urvalet har utgått från bedömd effekt utifrån kommunens kriterier, kostnad samt om den föreslagna åtgärden medför synergistiska effekter, dvs. gynnar flera aspekter. Exempel på synergistiska effekter är en åtgärd som primärt syftar till att reducera fosfor men medför en reduktion av kväve, minskar fysiska påverkan eller fördröjer vattnet i landskapet, t.ex. en våtmark. Parametrarna för urvalet har även använts för att prioritera ordningen för genomförandet av åtgärderna sinsemellan. Processen att värdera och välja ut åtgärder har skett i diskussion med kommunerna.

METOD FÖR URVAL AV ÅTGÄRDER

De åtgärdsförslag som redovisas i avsnitt 5 *Möjliga åtgärder* har jämförts sinsemellan genom att för respektive åtgärdsförslag värdera de aspekter som valts ut (miljönytta, kostnad och synergistiska effekter). För att jämföra de olika aspekterna har plus (+), noll (0) och minus (-) använts. Värderingen kan förstärkas genom att flera plus eller minus används. Nedan beskrivs vad en värdering för respektive aspekt grundas på.

- Miljönytta avseende reducerad övergödning och fysisk påverkan utifrån kommunens kriterier.
- Kostnad.
- Synergistiska effekter.

Högst prioritet får de åtgärder som har stor miljönytta, låg kostnad och positiva effekter på andra aspekter. Då syftet är att jämföra åtgärder inom varje kategori med varandra har intervaller för respektive kriterium valts utifrån de värden som anges i VISS för respektive åtgärder, se Bilaga 7. Hur åtgärderna har bedömts utifrån kriterierna för miljönytta, kostnad och synergieffekter redovisas nedan och i Bilaga 8.

6.1.1 MILJÖNYTTA

För att jämföra miljönyttan för de åtgärder som syftar till att minska övergödning har mängden avskilt fosfor använts enligt följande:

Övergödning:

<80 kg P/år (+)

81–200 kg P/år (++)

>200 kg P/år (+++)

Fysisk påverkan:

För fysisk påverkan i form av vandringshinder har längd tillgängliggjord vattendragssträcka använts för att jämföra effekten av åtgärderna. Ytterligare ett kriterium som använts är om vandringshindret är lokaliserat uppströms eller nedströms Tämnaren.

<20 km (+)

>20 km (++)

Lokalisering av vandringshinder:

Uppströms Tämnaren (o)

Nedströms Tämnaren (+)

För övrig fysisk påverkan har restaurerad yta använts för att jämföra effekten av åtgärderna enligt kriterierna nedan.

Restaurerad yta:

- <6 ha (+)
- 6 – 10 ha (++)
- >10 ha (+++)

Valet av intervaller för kriterierna baseras på angivna effekter för åtgärder inom varje åtgärdskategori. Detta förklaras närmare i Bilaga 7.

6.1.2 KOSTNAD

För att prioritera åtgärderna sinns emellan har kostnaden för respektive åtgärd jämförts. Kostnaden har satts i relation till åtgärdens effekt. För de åtgärder som avser övergödning anges kostnaden som kronor per kilogram reducerad fosfor och för fysisk påverkan som kronor per hektar restaurerad yta respektive kronor per meter fria vandringsvägar. Jämförelsen utgår från den totala åtgärdskostnaden som anges i VISS. Alla åtgärds kostnader som anges i VISS är schablonvärden, för mer precisa kostnader krävs projektering före respektive åtgärdslokal. I den sammanvägda bedömningen görs följande värdering:

Övergödning:

- <2 000 kr/kg reducerad P (-)
- 2 000 – 4 000 kr/kg reducerad P (--)
- >4 000 kr/kg reducerad P (---)

Vandringshinder:

- <50 000 kr/km fri vandringsväg (-)
- 50 000 – 100 000 kr/km fri vandringsväg (--)
- >100 000 kr/km fri vandringsväg (---)

Annan fysisk påverkan:

- <80 000 kr/ha (-)
- 80 000 – 100 000 kr/ha (--)
- >100 000 kr/ha (---)

Valet av intervaller för kriterierna baseras på angivna kostnader för åtgärder inom varje åtgärdskategori. Detta förklaras närmare i Bilaga 8.

6.1.3 SYNERGISTISKA EFFEKTER

De synergistiska effekter som bedöms är de som anges i *Tabell 1* och *Tabell 3*, vilka är baserade på informationen i VISS. Då underlaget i VISS troligtvis inte är fullständigt vad gäller synergieffekter värderas inte antalet synergieffekter. Däremot klassificeras synergieffekter som gynnar en annan åtgärdskategori högre, till exempel en fysisk åtgärd som även bidrar till att motverka övergödning.

Synergistiska effekter:

- Inga synergistiska effekter (o)
- Finns endast synergistiska effekter som inte gynnar annan åtgärdskategori (+)
- Finns synergistiska effekter som gynnar annan åtgärdskategori (++)

7 FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

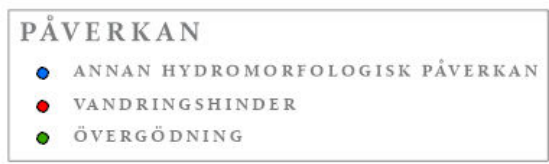
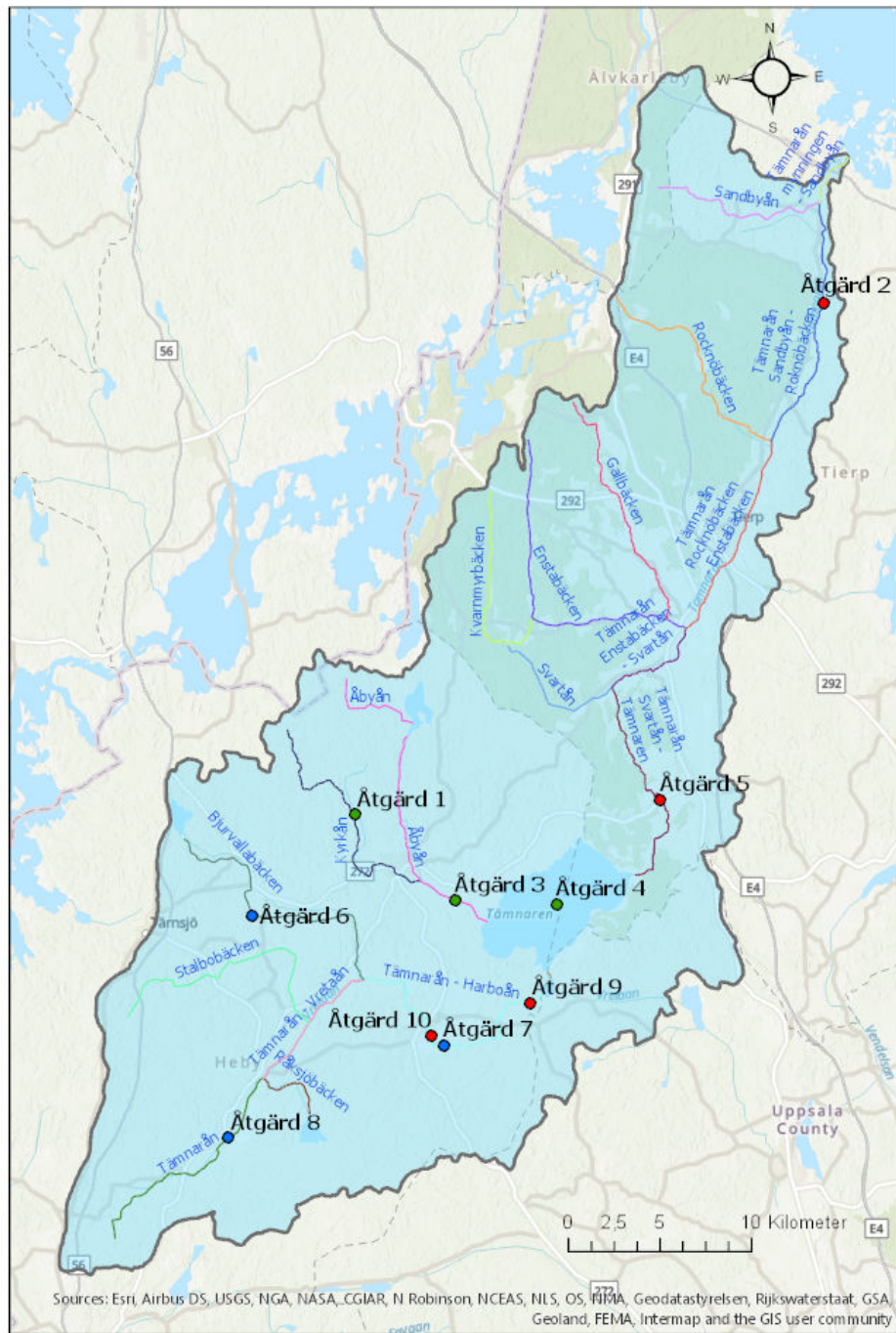
I detta avsnitt beskrivs de tio fysiska åtgärder som Tyréns föreslår prioriteras i kommunernas fortsatta arbete för att Tämnaråns ytvattenförekomster ska nå god status till år 2027 och för att de vattenförekomster som idag har god status inte får försämrade status.

För att slutligen välja ut 10 åtgärder och prioritera genomfröandeordningen mellan dessa har främst resultatet av analysen av effekt och kostnadseffektivitet (Bilaga 8) använts. I vissa fall då resultatet bedöms avvika från de fastlagda kriterierna, till exempel då analysen visar att ett vandringshinder uppströms Tämnanaren ska prioriteras framför ett vandringshinder nedströms, har resultatet av analysen frångåtts. För att bedöma prioriteringsordningen för liknande åtgärder med samma resultat i analysen har faktisk beräknad effekt, kostnadseffektivitet och geografisk placering av åtgärden tagits i beaktande. För de valda åtgärderna har det kontrollerats om åtgärden ligger inom ett skyddat område. Eventuellt områdesskydd och hinder beskrivs under rubriken genomförbarhet för varje åtgärd. Ingen åtgärd har valts bort till följd av att den ligger inom ett skyddat område.

De utvalda åtgärderna beskrivs i *Tabell 4* och i avsnitt 7.1-7.10. De geografiska platserna för de föreslagna åtgärderna visas i *Figur 15*. I VISS anges oftast platsen för åtgärden som hela vattenförekomsten. En åtgärd som saknar geografisk placering är kantzoner. Skälet är att det behövs en biotopkartering i fält för att bedöma lämpligt läge för restaurering. I *Figur 15* visas således ingen geografisk plats för denna åtgärd utan punkterna visar endast i vilken vattenförekomst åtgärden ska utföras.

Tabell 4. Prioriterade fysiska åtgärder i Tämnaråns avrinningsområde. Åtgärderna redovisas i prioriteringsordning. Åtgärdernas geografiska läge visas i Figur 15.

Åtgärd	Miljöproblem
Åtgärd 1. Våtmark för näringsretention vid SE667750-157386 (Kyrkån)	Övergödning
Åtgärd 2. Västland - Möjliggöra upp- och nedströmspassage	Vandringshinder
Åtgärd 3. Våtmark för näringsretention vid SE667274-157931 (Åbyån)	Övergödning
Åtgärd 4. Våtmark för näringsretention vid SE667402-158923	Övergödning
Åtgärd 5. Tämnanarens regleringsdamm - Möjliggöra upp- och nedströmspassage	Vandringshinder
Åtgärd 6. Lokalt anpassad kantzona i Bjurvallabäcken	Morfologisk påverkan
Åtgärd 7. Lokalt anpassad kantzona i Tämnanrån - Harboån	Morfologisk påverkan
Åtgärd 8. Lokalt anpassad kantzona i Tämnanrån	Morfologisk påverkan
Åtgärd 9. Lindstadammen - Möjliggöra upp- och nedströmspassage	Vandringshinder
Åtgärd 10. Vibydammen - Möjliggöra upp- och nedströmspassage	Vandringshinder



Figur 15. Lokalisering av de tio fysiska åtgärder som Tyréns föreslår ska vara prioriterade i Tamnaråns avrinningsområde. Färgen på vattendragen avser endast att visa respektive sträckning.

ÅTGÄRD 1. VÄTMARK FÖR NÄRINGSRETENTION VID SE667750-157386 (KYRKÅN)

Vad avser åtgärden: Anlägga en våtmark på 14 ha inom delavrinningsområdet för vattenförekomsten Kyrkån (se *Figur 15*).

Syfte: Åtgärden syftar till att minska näringsbelastningen till Kyrkån och nedströms liggande vattenförekomster.

Effekt: Enligt VISS medför åtgärden att fosforbelastningen minskar med ca 530 kg/år och kvävebelastningen med 4 500 kg/år.

Markanvändning: Kyrkåns avrinningsområde består till största del av åkermark och skogsmark. I de södra delarna av vattenförekomsten förekommer även detaljplanerade områden.

Synergieffekter: Åtgärden fördröjer vattnet i landskapet.

Genomförbarhet: Placering av våtmarken och markägarförhållanden bör undersökas vidare.

Vattenförekomsten ligger inom båtnadsområdet för ett markavvattningsföretag. Enligt Havs- och vattenmyndigheten (2018) kan det krävas en omprövning av samfälligheten och/eller tillståndet om anläggandet av våtmarken innebär en påverkan på markavvattningsföretaget. Eftersom våtmarksytan är större än 5 ha krävs tillstånd för vattenverksamhet för att anlägga den. Tillstånd söks hos mark- och miljödomstolen.

Vattenförekomsten omfattas av strandskydd och dispens behöver sökas för att genomföra åtgärden.

Kostnad: Åtgärden bedöms vara kostnadseffektiv. Totalkostnaden beräknas vara 3,9 miljoner kr, varav investeringskostnaderna står för 3,2 miljoner kr. Kostnaden per kilo reducerat fosfor beräknas vara 7 400 kr, vilket är en av de lägre kostnaderna för åtgärder som avser övergödning.

Kvalitetsfaktorer som berörs: De kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är de biologiska kvalitetsfaktorerna klorofyll a och växtplankton samt de fysikalisk- kemiska kvalitetsfaktorerna som näringsämnen, ljusförhållanden och syrgasförhållanden.

Bedömning:

Enligt analysen av bland annat kostnad, effekt och synergieffekter (Bilaga 8) är denna åtgärd en av tre som värderas högst av de möjliga åtgärder som beskrivs i avsnitt 5. De tre åtgärderna som har högst värdering är alla våtmarker för näringsretention. Prioriteringsordningen av dessa har helt styrts av åtgärdens lokalisering. De åtgärder som är lokaliserade högt upp i vattensystemet får en högre prioritet. Eftersom Kyrkån är högst upp i vattendraget prioriteras en våtmark där högre än de som ligger längre ner.

ÅTGÄRD 2. VÄSTLAND - MÖJLIGGÖRA UPP- OCH NEDSTRÖMSPASSAGE

Vad avser åtgärden: Vandringsvägar för fauna vid Västland damm, cirka 10 km från Tämnaråns mynning i Karlholmsfjärden (se *Figur 15*). Dammen har en fallhöjd på fem meter.

Syfte: Åtgärden syftar till att förbättra konnektiviteten i avrinningsområdet genom att åtgärda vandringshinder för fauna, framför allt fisk. Det vandringshinder som föreslås åtgärdas är lokaliserat långt ned i systemet.

Effekt: Om vandringshindret i Västland åtgärdas beräknas att vattendragssträckor med upp till 46 km med fria vandringsvägar frigörs.

Synergieffekter: Åtgärden är direkt kopplad till fisk. Att frigöra vandringsvägar för fisk har positiv effekt för den biologiska mångfalden i det berörda området. Eftersom vandringshinder fragmenterar ett vattendrag har de stor påverkan på ekosystemet och den biologiska mångfalden genom att påverka näringskedjan. Om en viktig fiskart försvinner kan det ge effekter på ekosystemnivå genom att processer kopplade till vattenkvalitet och näringscykler påverkas.

Genomförbarhet: Vattenförekomsten omfattas av strandskydd varför dispens kan behöva sökas för åtgärden.

Kostnad: Enligt VISS är totalkostnaden för åtgärden 2,6 miljoner, varav investeringskostnaderna är 2,5 miljoner kr. Kostnaden per kilometer tillgängliggjord vattendragssträcka blir ca 57 000 kr, vilket ligger i mittenspannet av kostnader för liknande åtgärder.

Kvalitetsfaktorer som berörs: De kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är konnektivitet i vattendrag samt fisk.

Bedömning: Utifrån kriterierna för urvalet av åtgärder bör detta vandringshinder prioriteras högre än de övriga vandringshindren, trots att analysen (Bilaga 8) visar att det i två fall är mer kostnadseffektivt att åtgärda uppströms liggande vandringshinder.

ÅTGÄRD 3. VÅTMARK FÖR NÄRINGSRETENTION VID SE667274-157931 (ÅBYÅN)

Vad avser åtgärden: Anlägga våtmark med en yta av 19 ha inom delavrinningsområdet för vattenförekomsten Åbyån (se *Figur 15*).

Syfte: Åtgärden syftar till att minska näringsbelastningen på Åbyån och nedströms liggande vattenförekomster.

Effekt: Enligt information i VISS medför åtgärden att fosforbelastningen minskar med ca 720 kg/år och kvävebelastningen med 1 600 kg/år.

Markanvändning och påverkanskällor: Åbyåns avrinningsområde består till stor del av åkermark, vilket förklarar den höga fosforbelastningen från delavrinningsområdet och det stora åtgärdsbehovet (530 kg/P per år). Andra påverkanskällor är enligt VISS enskilda avlopp, reningsverk och urban markanvändning.

Synergieffekter: Åtgärden fördröjer vattnet i landskapet.

Genomförbarhet: Det finns inget förslag på geografisk placering av våtmarken. Var den ska placeras och markägarförhållanden bör undersökas vidare.

Vattenförekomsten ligger inom båtnadsområdet för ett markavvattningsföretag. Enligt Havs- och vattenmyndigheten (2018) kan det krävas en omprövning av samfälligheten och/eller tillståndet om anläggandet av våtmarken innebär en påverkan på markavvattningsföretaget. Eftersom våtmarksytan är större än 5 ha är åtgärden tillståndspliktig. Tillstånd för vattenverksamhet söks hos mark- och miljödomstolen.

Vattenförekomsten omfattas av strandskydd. Dispens från strandskyddsbestämmelserna behöver sökas för åtgärden.

Kostnad: Åtgärden bedöms vara kostnadseffektiv. Totalkostnaden för åtgärden är 5,3 miljoner kr, varav investeringskostnaderna står för 4,4 miljoner. Kostnaden per kilo reducerat fosfor beräknas vara 7 400 kr, vilket är en av de lägre kostnaderna för övergödningsåtgärder.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är biologiska kvalitetsfaktorer som klorofyll a och växtplankton samt fysikaliskt kemiska kvalitetsfaktorer som näringsämnen, ljusförhållanden och syrgasförhållanden.

Bedömning:

Enligt analysen av bland annat kostnad, effekt och synergieffekter (Bilaga 8) är denna åtgärd en av tre som värderas högst av de möjliga åtgärder som redovisas i avsnitt 5. De tre åtgärderna som har högst värdering är alla våtmarker för näringsretention. Prioriteringsordningen av dessa har helt styrts av lokaliseringen av åtgärden, de åtgärder som ligger uppströms har fått en högre prioritet.

ÅTGÄRD 4: VÅTMARK FÖR NÄRINGSRETENTION VID SE667402-158923 (TÄMNAREN)

Vad avser åtgärden: Anläggande av våtmark med en storlek på 69 ha invid vattenförekomsten Tämnaren (se *Figur 15*).

Syfte: Åtgärden syftar till att minska näringsbelastningen på Tämnaren och nedströms liggande vattenförekomster.

Effekt: Enligt information i VISS medför den föreslagna åtgärden en reduktion av fosforbelastningen med ca 2 600 kg/år och kvävebelastningen med 22 000 kg/år.

Markanvändning och påverkanskällor: Tämnarens avrinningsområde består till stor del av åkermark, vilket förklarar den höga fosforbelastningen från delavrinningsområdet. Andra påverkanskällor är enligt VISS enskilda avlopp, reningsverk och urban markanvändning.

Synergieffekter: Åtgärden fördröjer vattnet i landskapet.

Genomförbarhet: Enligt VISS bedöms åtgärden vara möjlig, dock saknas förslag till placering av våtmarken. Var den ska lokaliseras och markägareförhållanden bör undersökas vidare.

Att ytbehovet för åtgärden är stort kan medföra att genomförbarheten blir mer komplex, då flera markägare troligtvis behöver involveras. Tämnaren är en fågelsjö som omfattas av Natura 2000-skydd samt riksintresse för naturvård. En våtmark i anslutning till sjön kan gynna fågellivet och bidra till att bevara skyddsvärda arter.

Vattenförekomsten omfattas av strandskydd varför dispens kan behöva sökas för åtgärden.

Kostnad: Åtgärden bedöms vara kostnadseffektiv. Totalkostnaden för åtgärden är 19 miljoner kr, varav investeringskostnaderna står för 16 miljoner. Kostnaden per kilo reducerat fosfor beräknas till 7 300 kr, vilket är en av de lägre kostnaderna för övergödningsåtgärder.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är biologiska kvalitetsfaktorer som klorofyll a och växtplankton samt fysikaliskt kemiska kvalitetsfaktorer som näringsämnen, ljusförhållanden och syrgasförhållanden.

Bedömning:

Enligt analysen av bland annat kostnad, effekt och synergieffekter (Bilaga 8) är denna åtgärd en av de tre åtgärder som värderas högst av de möjliga åtgärder som redovisas i avsnitt 5. De tre åtgärderna med högst värdering är alla våtmarker för näringsretention. Prioriteringsordningen av dessa har helt styrts av åtgärdens lokalisering. Av de tre föreslagna våtmarkerna är denna lokaliserad längst ned i vattensystemet och får därför en lägre prioritet.

ÅTGÄRD 5: TÄMNARENS REGLERINGSDAMM

Vad avser åtgärden: Fria vandringsvägar vid Tämnarens regleringsdamm, norr om Tämnaren (se *Figur 15*). Dammen har en fallhöjd på 1,5 meter.

Syfte: Åtgärden syftar till att öka konnektiviteten i avrinningsområdet genom att åtgärda vandringshinder för fisk. Det vandringshinder som föreslås åtgärdas är lokaliserat nedströms Tämnaren.

Effekt: Om Tämnarens regleringsdamm åtgärdas beräknas cirka 34 km vattendragssträcka tillgängliggöras uppströms och hela sjön Tämnaren öppnas. Eftersom sjön har låga syregashalter vintertid är det viktigt att fisk kan vandra nedströms för att undvika kvävning.

Synergieffekter: Åtgärden är direkt kopplad till fisk. Att frigöra vandringsvägar för fisk har positiv effekt för biologisk mångfald i det berörda området.

Genomförbarhet: Vattenförekomsten omfattas av strandskydd varför dispens kan behöva sökas för åtgärden.

Kostnad: Enligt VISS är totalkostnaden för åtgärden 790 000 kr, varav investeringskostnaderna är 750 000 kr. Kostnaden per kilometer frigjorda vandringsvägar blir cirka 23 000 kr, vilket gör åtgärden till en av de mer kostnadseffektiva bland de åtgärder som berör vandringshinder.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är konnektivitet i vattendrag samt fisk.

Bedömning: Utifrån kriterierna för urval av åtgärder bör detta vandringshinder prioriteras, då det är det andra vandringshindret i Tämnaråns huvudfåra räknat från mynningen vid kusten. Analysen (Bilaga 8) visar att åtgärdandet av vandringshindret är kostnadseffektivt och åtgärden värderas högst av alla åtgärder som innefattar vandringshinder.

ÅTGÄRD 6: LOKALT ANPASSAD KANTZON VID BJURVALLABÄCKEN

Vad avser åtgärden: Avsikten är att skapa en 9,2 ha lokalt anpassad kantzon vid Bjurvallabäcken. Kantzonen anpassas till de lokala förutsättningarna som exempelvis topografi och dränering och kan tillåtas variera i bredd och vegetation. Inom kantzonen ska etablering av naturlig vegetation gynnas och delvis återställa ett naturligt tillstånd. I de fall zonen inte är inom betesmark bör träd och buskar dominera närmast vattnet för att skapa skuggiga områden.

Syfte: Gynna den biologiska mångfalden, stabilisera åfårans kanter och skapa bättre förutsättningar för organismer i vattendraget.

Effekt: Åtgärdens effekt är att anlägga 9,2 ha kantzon längs ena sida av vattendraget. Det bidrar till att förbättra de ekologiska funktionerna hos vattendragets akvatiska ekosystem.

Synergieffekter: Åtgärden minskar näringsläckaget till vattendraget och risken för förhöjda temperaturer i vattendraget genom att skapa skuggiga områden. Åtgärden motverkar igenväxning och behovet av rensning.

Genomförbarhet: Vattenförekomsten omfattas av strandskydd och dispens från strandskyddet kan behöva sökas för åtgärden.

Åtgärdsområdet ligger inom båtadsområdet till ett markavvattningsföretag. Om åtgärden påverkar avvattningen i området, en vattenanläggning (dike) eller samfälligheten kan det krävas en omprövning av tillståndet.

Kostnad: Enligt VISS är total- och investeringskostnaden för åtgärden 820 000 kr, Kostnaden per ha kantzonsyta blir cirka 89 000 kr.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är fisk, näringsämnen, morfologiskt tillstånd och konnektivitet i sidled.

Bedömning: Åtgärden bedöms vara kostnadseffektiv och får näst högsta poäng i analysen. Den har också flera synergieffekter. Åtgärden har ett högre beting än övriga åtgärder för kantzoner och värderas således högst.

ÅTGÄRD 7: LOKALT ANPASSAD KANTZON VID TÄMNRÅN - HARBOÅN

Vad avser åtgärden: Avsikten är att skapa en 5,7 ha stor kantzon i Tämnrån - Harboån. Kantzonen ska vara anpassad till de lokala förutsättningarna som exempelvis topografi och dränering och kan tillåtas variera i bredd och vegetation. Inom kantzonen ska etablering av naturlig vegetation gynnas och delvis återställa ett naturligt tillstånd. I de fall zonen inte är inom betesmark bör träd och buskar dominera närmast vattnet för att skapa skuggiga områden.

Syfte: Syftet med kantzonen är att gynna den biologiska mångfalden, stabilisera åfårans kanter och skapa bättre förutsättningar för organismer i vattendraget.

Effekt: Åtgärdens effekt är att anlägga 5,7 ha kantzon längs ena sida av vattendraget. Det bidrar till att förbättra de ekologiska funktionerna hos vattendragets akvatiska ekosystem.

Synergieffekter: Åtgärden minskar näringsläckaget till vattendraget och minskar risken för förhöjda temperaturer genom att skapa skuggiga områden. Åtgärden motverkar igenväxning och behovet av rensning.

Genomförbarhet: Vattenförekomsten omfattas av strandskydd och dispens kan behöva sökas för åtgärden.

Åtgärdsområdet ligger inom båtadsområdet till ett markavvattningsföretag. Om åtgärden påverkar avvattningen i området, en vattenanläggning (dike) eller samfälligheten kan det krävas en omprövning av tillståndet.

Kostnad: Enligt VISS är total- och investeringskostnaden för åtgärden 510 000 kr, Kostnaden per ha kantzonsyta blir ca 89 000 kr.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är fisk, näringsämnen, morfologiskt tillstånd och konnektivitet genom att status för parametern konnektivitet i sidled förbättras.

Bedömning: Åtgärden bedöms vara relativt kostnadseffektiv och får tredje högsta poäng i analysen. Till följd av att den har ett flertal synergieffekter, varav en dem påverkar en annan åtgärdskategori positivt, prioriteras åtgärden högre än andra åtgärder med likvärdig poäng. Till följd av att den har ett högre beting värderas den högre än åtgärd 8.

LOKALT ANPASSAD ÅTGÄRD 8: KANTZONER VID TÄMNRÅN

Vad avser åtgärden? Åtgärden avser att återskapa kantzoner vid Tämnrån. Kantzonen föreslås vara 5 ha och ska vara anpassad till de lokala förutsättningarna som exempelvis topografi och dränering och kan tillåtas variera i bredd och vegetation. Inom kantzonen ska etablering av naturlig vegetation gynnas och delvis återställa ett naturligt tillstånd. I de fall zonen inte är inom betesmark bör träd och buskar dominera närmast vattnet för att skapa skuggiga områden.

Syfte: Syftet med kantzonen är att gynna den biologiska mångfalden, stabilisera åfårans kanter och skapa bättre förutsättningar för organismer i vattendraget.

Effekt: Åtgärdens effekt är att anlägga 5 ha kantzon längs ena sida av vattendraget. Det bidrar till att förbättra de ekologiska funktionerna hos vattendragets akvatiska ekosystem.

Synergieffekter: Åtgärden har som synergieffekt att den minskar näringsläckaget till vattendraget och risken för förhöjda temperaturer i vattendraget genom att skapa skuggiga områden. Åtgärden motverkar igenväxning och behovet av vegetationsrensning.

Genomförbarhet: Vattenförekomsten omfattas av strandskydd och dispens kan behöva sökas för att genomföra åtgärden.

Åtgärdsområdet ligger inom båtadsområdet till ett markavvattningsföretag. Om åtgärden påverkar avvattningen i området, en vattenanläggning (dike) eller samfälligheten kan det krävas en omprövning av tillståndet.

Kostnad: Enligt VISS är total- och investeringskostnaden för åtgärden 450 000 kr, Kostnaden per ha kantzonsyta blir ca 90 000 kr.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är fisk, näringsämnen, morfologiskt tillstånd, konnektivitet (i sidled).

Bedömning: Åtgärden bedöms vara relativt kostnadseffektiv och får tredje högsta poäng i analysen. Till följd av att den har ett flertal synergieffekter, varav en dem påverkar en annan åtgärdskategori positivt, prioriteras åtgärden högre än andra åtgärder med likvärdig poäng.

ÅTGÄRD 9: LINDSTADAMMEN - MÖJLIGGÖRA UPP- OCH NEDSTRÖMSPASSAGE

Vad avser åtgärden: Fri vandringsväg för fisk vid Lindstadammen, söder om, och uppströms Tämnaren (se *Figur 15*).

Syfte: Åtgärden syftar till att öka konnektiviteten i avrinningsområdet genom att åtgärda vandringshinder för fisk.

Effekt: Åtgärden innebär att en 9 km lång sträcka av vattendraget tillgängliggörs för fisk. Åtgärdandet av Lindstadammens vandringshinder är en förutsättning för att skapa fria vandringsvägar uppströms Tämnaren, då denna damm är det första vandringshindret uppströms Tämnaren.

Synergieffekter: Att frigöra vandringsvägar för fisk har positiv effekt för biologisk mångfald i det berörda området.

Genomförbarhet: Vattenförekomsten omfattas av strandskydd varför dispens kan behöva sökas för åtgärden. Dammen ligger inom området Tämnaren - Sörsjön som utgör riksintresse för naturvård. Den ligger även i anslutning till naturreservatet Lindsta.

Åtgärdsområdet ligger inom båtadsområdet till ett markavvattningsföretag. Om åtgärden påverkar avvattningen i området, en vattenanläggning (dike) eller samfälligheten kan det krävas en omprövning av tillståndet.

Kostnad: Enligt VISS är totalkostnaden för åtgärden 530 000 kr, varav investeringskostnaderna är 500 000 kr. Kostnaden per kilometer frigjorda vandringsvägar blir ca 61 000 kr. Den höga kostnaden per kilometer vattendragssträcka som tillgängliggörs för fisk kommer sig av att avståndet till nästa vandringshinder i huvudfåran är relativt kort.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är konnektivitet i vattendrag samt fisk och fisk i rinnande vatten.

Bedömning: Enligt analysen (Bilaga 8) är denna åtgärd inte så kostnadseffektiv och värderas således lågt i analysen. Åtgärden är dock en förutsättning för att skapa fria vandringsvägar nedströms Tämnaren och bör utföras i kombination med åtgärd 10, att skapa fria vandringsvägar vid nästa vandringshinder, Vibydammen. Åtgärd 10 får en hög poäng i analysen och öppnar långa sträckor med fria vandringsvägar men är beroende av att vandringshindret vid Lindstadammen åtgärdas varför åtgärd 9 bör utföras först.

ÅTGÄRD 10: VIBYDAMMEN - MÖJLIGGÖRA UPP- OCH NEDSTRÖMSPASSAGE

Vad avser åtgärden: Öppna upp 26 km fria vandringsvägar uppströms Vibydammen, söder om Tämnaren (se *Figur 15*).

Syfte: Åtgärden syftar till att öka konnektiviteten i avrinningsområdet genom att åtgärda vandringshinder för fiskar. Det vandringshinder som föreslås åtgärdas är lokaliserat uppströms Tämnaren.

Effekt: Om vandringshindret åtgärdas beräknas cirka 26 km vattenvägar frigörs.

Synergieffekter: Att frigöra vandringsvägar för fisk har positiv effekt för biologisk mångfald i det berörda området.

Genomförbarhet: Vattenförekomsten omfattas av strandskydd varför dispens kan behöva sökas för åtgärden. Dammen ligger inom området Viby som utgör riksintresse för naturvård. Delar av vattenförekomsten ligger inom Huddunge by, som är ett område som har höga kulturmiljövärden.

Åtgärdsområdet ligger inom båtnadsområdet till ett markavvattningsföretag. Om åtgärden påverkar avvattningen i området, en vattenanläggning (dike) eller samfälligheten kan det krävas en omprövning av tillståndet.

Kostnad: Enligt VISS är totalkostnaden för åtgärden 530 000 kr, varav investeringskostnaderna är 500 000 kr. Kostnaden per kilometer frigjorda vandringsvägar blir ca 20 000 kr.

Kvalitetsfaktorer som berörs: Kvalitetsfaktorer som förväntas påverkas positivt av åtgärden är konnektivitet i vattendrag samt fisk och fisk i rinnande vatten.

Bedömning: Enligt analysen (Bilaga 8) är denna åtgärd kostnadseffektiv. Dock är vandringshindret lokaliserat nedströms Tämnaren, vilket gör att åtgärden värderas lägre jämfört med åtgärder för vandringshinder uppströms Tämnaren. Åtgärden är dock en förutsättning för att skapa fria vandringsvägar nedströms Tämnaren och bör utföras i kombination med åtgärd 9.

8 KUNSKAPSLUCKOR

Det saknas generellt underlag för att bedöma status för MKN med avseende på vattenkemi (kemisk status; prioriterade och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer; särskilda förorenande ämnen) i åtgärdsområdet. Av de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna finns underlag för bedömningar av näringsämnen och delvis för ammoniak. Majoriteten av särskilda förorenande ämnen saknar klassificering på grund av brister i mätdata. För prioriterade ämnen finns inga klassificeringar för vattendrag och för sjöarna är det endast Råksjön som har statusbedömningar för särskilda förorenande ämnen och prioriterade ämnen. Underlaget kan förbättras om det finns verksamhetsutövare som har mätdata enligt kontrollprogram som kan användas i statusbedömningen.

Det saknas underlag för att bedöma biologiska kvalitetsfaktorer. Fisk är i stor utsträckning bedömt utifrån kännedom om vandringshinder i eller i nära anslutning till vattenförekomsterna.

Inga bedömningar finns för miljöproblemet främmande arter.

För att klassificera hydromorfologi finns behov av biotopkartering för att bedöma morfologiskt tillstånd, framför allt parametrarna vattendragets planform, vattendragsfårans bottensubstrat, död ved i vattendrag och strukturer i vattendraget. Bedömning av hydrologisk regim saknas.

Kvalitetsfaktorn för näringsämnen är bedömd för majoriteten av vattenförekomsterna men bedömningen är i stor utsträckning gjord genom att extrapolera bedömningarna från de vattenförekomster där mätvärden finns. Det saknas underlag för att bedöma totalfosfor i majoriteten av vattenförekomsterna.

9 ÖVERVAKNING

En del i detta uppdrag är att utarbeta ett förslag till övervakningsprogram för Tämnrån med biflöden. Övervakning av ytvatten syftar till att genom en systematisk provtagning beskriva den allmänna statusen för de vattendrag, sjöar och kustvatten som finns inom ett geografiskt område. Genom att jämföra olika ytvatten, eller samma ytvatten, kan förändringar över tid upptäckas. Syftet med övervakningsprogrammet är att öka kunskapen, följa förändringar i vattenkvalitén och genomförda åtgärders effekter.

Generellt gäller att ett enstaka vattenprov endast visar vattens tillstånd vid provtagningstillfället. Då det kan vara stora variationer över ett år, men även mellan olika år, krävs provtagning vid olika tidpunkter. För att få säkrare mätdata behöver provtagning ske över en längre tid och vid olika tidpunkter på året. Provtagning i vattendrag görs i regel på ytvattnet (0–0,5 meters vattendjup). För provtagning i sjöar med djup över 5 meter ska provtagning utföras av ytvatten och bottenvatten vid sjöns djupaste plats. Mätning av syrgas och temperatur i hela vattenkolumnen rekommenderas för att kunna detektera eventuellt språngskikt. För biologiska parametrar styrs provtagningsfrekvensen ofta av de berörd organismernas livscykel. Det innebär att olika tidpunkt kan vara lämplig för biologisk respektive kemisk provtagning.

För att analysresultaten ska vara jämförbara mellan olika vattenförekomster och över tid bör provtagningen ske på ett enhetligt sätt. Havs- och vattenmyndigheten vägleder om standarder för provtagning vid bland annat miljöövervakning⁶ i sjöar och vattendrag. En certifierad provtagare eller provtagare med motsvarande kompetens bör ansvara för provtagningen.

Nedan föreslås en strategi för övervakning av Tämnares avrinningsområde, vilka parametrar som bör ingå samt var det kan vara lämpligt att ta prover.

FÖRSLAG TILL STRATEGI FÖR MILJÖÖVERVAKNING

Enligt vattenförvaltningen finns fyra typer av övervakningsprogram:

- kontrollerande, som ska ge en övergripande och representativ bild av statusen i vattnet
- operativt, som används då en vattenförekomst inte har god status och åtgärder ska följas upp
- undersökande, som är övervakning som läggs upp då orsaken till ett miljöproblem ska utrönas;
- kvantitativt, som enbart gäller grundvattennivåer.

Övervakningen av Tämnares avrinningsområde avser de tre första punkterna.

Idag sker en viss övervakning i avrinningsområdet. I VISS finns information om nationella och regionala miljöövervakningsstationer (NMÖ och RMÖ) samt recipientkontrollprogram (SRK) med pågående övervakning.

För att kommunernas framtida miljöövervakning ska bli kostnadseffektiv är det lämpligt att i möjligaste mån samordna den med pågående övervakning. Den pågående övervakningen behöver dock kompletteras dels med de vattenförekomster

⁶ De metaller som tas upp i Havs- och vattenmyndighetens, Vattenkemi i vattendrag 1:4 2016-11-01 som valbara metaller i parameterlistan.

där det idag saknas provtagning, dels avseende t.ex. kemiska föroreningar och främmande arter, underlag som idag generellt saknas.

De åtgärder som behöver följas upp avser övergödning (fosfor) och vandringshinder (faunapassager). När övervakningen har genomförts under en period av 3 år bör utfallet utvärderas och följas upp. Resultatet används sedan för att vid behov komplettera eller ändra övervakningen.

Det föreslagna övervakningsprogrammet avser att i ett första skede ge grundläggande information om avrinningsområdet. Framöver är det lämpligt att utveckla det genom att inventera var det kan finnas behov av att analysera vattenkvaliteten utifrån historiska föroreningar och punktutsläpp. Det kan då vara lämpligt att komplettera programmet med de kemiska parametrar som ingår i vattenförvaltningens statusklassificering för särskilt förorenande ämnen och prioriterade ämnen.

9.1.1 KEMISKA PARAMETRAR

Det har konstaterats att det inom åtgärdsområdet är stora brister i kunskapen om ytvattenkemin. För att förbättra kunskapen föreslås att den framtida övervakningen bör omfatta metaller, näringsämnen (kväve och fosfor), kalcium, pH, löst organiskt kol, konduktivitet och temperatur. Ett förslag till vilka parametrar som bör ingå i ett s.k. "baspaket" redovisas i *Tabell 5*. Dessa parametrar ger en bra grundläggande information om ytvattnen i området. Analyserna i det föreslagna baspaketet är i regel standardiserade hos laboratorerna och ger en grundläggande information till en förhållandevis låg kostnad.

Metaller har inte provtagits i vattendragen. Kunskap om metallhalter i ytvatten bedöms vara grundläggande information. Metaller ingår bland de parametrar som ligger till grund för statusklassificering och föreslås ingå i övervakningsprogrammet.

Status för näringsämnen i de berörda vattendragen är måttlig på grund av hög fosforhalt. För flera av vattendragen saknas data och expertbedömningar har gjorts.

För att avgöra vilka kemiska föreningar som bör ingå i övervakningen framöver, utöver de som ingår i det föreslagna baspaketet, bör en inventering göras av föroreningskällor i avrinningsområdet. Det gäller både historiska och pågående utsläpp.

Analyser av flera ämnen som ingår i statusbedömningen har låga detektionsgränser vilket gör att de är relativt dyra. Listpriset för ett paket som avser särskilt förorenande ämnen med 77 parametrar är 24 000 kr/vattenprov. Det analyspaket som avser prioriterade ämnen kostar även det 24 000 kr/vattenprov och innehåller 164 parametrar⁷. Då kostnaden för att analysera dessa ämnen är hög är det lämpligt att begränsa provtagningen till platser där det utifrån inventeringen av föroreningskällor bedöms finnas risk för föroreningar.

Provtagningsfrekvensen för vattenkemiska analyser föreslås vara 4 gånger per år under 3 år i följd. Provtagning bör ske under vår, sommar, höst och vinter eftersom det normalt finns stora säsongsvariationer. En provtagningsperiod på 3 år behövs på grund av mellanårsvariationer (enbart två år kan ge ett högt och ett lågt värde vilket är svårt att utvärdera vilket som är normalfallet).

⁷ Eurofins.se

Tabell 5. Kemiska parametrar som föreslås ingå i miljöövervakningsprogrammet för Tämnråns vattensystem. Dessa parametrar benämns "baspaket" i det föreslagna miljöövervakningsprogrammet.

Parameter	Bearbetning	Kommentar	Syftar till
Metaller inklusive kvicksilver och arsenik** Cd*, Pb*, Ni*, Cu*, Cr*, Zn*, Hg*, As*, Al**, Fe**, Mn**, V**, Co**	Filtrering	MKN avser filtrerade prov och för Cu, Ni, Pb, Zn avses biotillgänglig halt.	Screening av metaller i vatten för att öka kunskapsläget och ligga till grund för fortsatt övervakningsprogrammet.
Dissolved organic carbon, DOC		Enligt handledning för miljö kvalitetsnormen går det att räkna om TOC till DOC.	DOC används för att modellera fram biotillgänglig halt av metaller i vatten.
Kalcium, Ca			Stödparameter som används för att modellera fram biotillgänglig halt av metaller i vatten.
Fosfor Total fosfor	24 h analys		Övervakning av näringsinnehåll i vattendraget. Kontroll av funktion på utförd åtgärd som riktar sig mot övergödning.
Kväve Total-, nitrit-, nitrat och ammoniumkväve	24 h analys		Övervakning av näringsinnehåll i vattendraget. Kontroll av funktion på utförd åtgärd som riktar sig mot övergödning.
pH, Konduktivitet, temperatur	Mäts i fält och/eller på Labb	Parametrarna varierar beroende av temperatur och kan mätas i fält.	Övervaknings för dokumentation på förändring i vattendraget över tid samt stödparameter.

* Metaller som tas upp i statusklassningen.

** Metaller som tas upp i Havs- och vattenmyndighetens, *Vattenkemi i vattendrag 1:4 2016-11-01 som valbara metaller i parameterlistan.*

9.1.2 BIOLOGISKA PARAMETRAR

De biologiska parametrar som föreslås ingå i övervakningsprogrammet för Tämnrån är påväxtalger, provfiske, eDNA och kameraövervakning, se *Tabell 6*.

Provfiske med översiktsnät i sjöar syftar till att visa artsammansättning, storleksfördelning inom arten och rekryteringsframgång. Resultatet kan användas vid statusklassning av vattendraget där olika index används för att beskriva påverkan av näringsämnen, surhet och hydrologisk och morfologisk påverkan. Provfiske genomförs under sensommar eller tidig höst. Normalt fångas inte alla förekommande arter vid provfiske. En kompletterande analys av eDNA kan ge kunskap om vilka arter som finns.

Kameraövervakning kan användas för att mäta antalet fiskpassager vid en specifik plats. Undervattenskameror registrerar de fiskar som passerar vid en specifik plats under en viss period. Metoden kan användas för att följa upp effekten av att vandringshinder tas bort samt funktionen av faunapassager.

eDNA i vattenprov är en metod som används för att få kunskap om förekomsten av främmande arter av fisk, musslor och groddjur. Resultatet av en eDNA-undersökning kan även användas för att bedöma effekten av dammutrivningar samt funktionen av faunapassager.

Inventering av bottenfauna och makrofyter (vattenvegetation) kan användas för att visa om det finns främmande arter i systemet. En makrofytinventering utförs under sensommaren. Bottenfauna provtas i rinnande vatten på hösten. Makrofyter ingår i klassificeringen av ekologisk status för sjöar. Bottenfauna har ingått i klassificeringen av ekologisk status för sjöar och vattendrag men har enligt uppgifter från länsstyrelsen utgått och ersatts av kiselalger.

Provtagningsprogrammet föreslår eDNA som metod då det ger god information om artförekomst inom organismgrupperna groddjur, fisk och musslor.

Tabell 6. De biologiska parametrar som föreslås ingå i miljöövervakningsprogrammet för Tämnråns avrinningsområde.

Parameter	Index	Beskrivning	Provtagningsintervall*	Syfte
Påväxtalger- Kiselalger*	IPDS	Index för att bedöma näringsämnen och lättnedbrytbara organiska föroreningar	Vid trendövervakning 1 gång per år, sensommar/höst	Bedömning av status för näringsämnen.
Fisk**	VIX EQR8	Nätfiske i sjöar. Index visar påverkan av surhet och näringsämnen.	Vart sjätte år.	Övervakning av näringspåverkan och främmande arter.
Fisk	VIXsm VIXh VIXmorf	Tre index som visar på påverkan från försurning, hydrologisk- och morfologisk påverkan i vattendrag.		Övervakning morfologisk påverkan. Uppföljning av åtgärder
eDNA	Fisk Musslor Groddjur	DNA-analys av vattenprover för att utvärdera vilka arter som finns inom respektive organismgrupp. Kräver en noggrann planering innan provtagningen	Screening av främmande arter: Uppföljning av funktionen av faunapassage, effekten av borttagande av	Övervakning av artförekomst. Främmande arter. Uppföljning av funktionen av faunapassager samt borttagande av vandringshinder

		påbörjas för att minimera antalet provpunkter och maximera resultatet	vandringshinder: Provatas före och efter åtgärd.	
Fiskkameror		En undervattenskamera som vid en specifik plats registrerar de fiskar som passerar.		Uppföljning av funktion för faunapassager och effekten av borttagande av vandringshinder.

* Havs- och vattenmyndighetens provtagningsstandard Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys Version 4:0 2017-01-10

** Havs- och vattenmyndighetens provtagningsstandard Fisk i rinnande vatten - Vadningselfiske Version 1:8 2017-04-25.

9.1.3 PROVTAGNINGSPLATSER

För den provtagning som ingår i miljöövervakningen väljs representativa provtagningsplatser ut för respektive ytvatten. Om möjligt sker en samordning med de provtagningsplatser som ingår i pågående övervakning.

För att följa upp de åtgärder som genomförs väljs provpunkter uppströms och nedströms dessa.

9.1.4 FÖRSLAG TILL PROGRAM FÖR MILJÖÖVERVAKNING

I *Tabell 7* redovisas ett förslag till vad ett övervakningsprogram för Tämnrån avrinningsområde för att följa upp de åtgärder som vidtas. I *Tabell 8* redovisas ett förslag till övervakningsprogram som syftar till att höja kunskapen om ytvattnet i området. Förslag till var geografiskt läge för provtagningen visas i *Figur 16*. Platsen är ungefärlig, vid det första provtagningstillfället väljs lämplig den exakta platsen för provtagning, den dokumenteras med GPS-koordinater och en beskrivning av lokalen.

När valet av exakt provtagningsplats görs i fält tas hänsyn t.ex. till de naturgivna förutsättningarna och om det finns risk för att proverna kan påverkas av lokala utsläpp. Provtagningsplatsen ska vara representativ.

Provtagningsprogrammet är planerat att pågå i 6 år (en förvaltningscykel). Enbart punkter av särskilt intresse har provtagning i 6 år. Däribland är Tämnråns mynning. Övriga provtagningspunkter är planerade att pågå i 3 år.

Tabell 7. Förslag till uppföljning av föreslagna åtgärder.

EU_CD	Vattenförekomst	Åtgärd	Parameter och provtagningspunkt	Intervall	Syfte
SE667750-157386	Kyrkån	Våtmark för minskad övergödning	Provtagning av baspaketet (näringsämnen och metaller) uppströms och nedströms våtmarken.	6 ggr/år under 3 år	Se effekt av åtgärd genom att jämföra utgående halt med inkommande.
SE670389-159935	Tämnarån Sandbyån - Roknöbäcken	Faunapassage	Provtagning av eDNA uppströms faunapassage. Fiskkamera vid åtgärd	eDNA före och efter åtgärd. Fiskkamera 2-3 säsonger	eDNA för att fastställa förekommande fiskarter innan och efter utförd åtgärd. Fiskkameror för att se om faunapassage fungerar.
SE667274-157931	Abyån (mynningen till Tämnaren)	Våtmark för minskad övergödning	Provtagning av baspaketet (näringsämne och metaller) uppströms och nedströms våtmarken	6 ggr/år under 3 år	Se effekt av åtgärd genom att jämföra utgående halt med inkommande
SE667402-158923	Tämnaren	Våtmark för minskad övergödning	Provtagning av baspaketet samt siktdjup och syrgas enligt Tabell 8.	4 ggr/år under 4 år	U
SE667860-159012	Tämnarån Svartån - Tämnaren	Faunapassage	Provtagning av eDNA uppströms faunapassage. Fiskkamera vid åtgärd.	eDNA före och efter färdigställandet av faunapassagen. Fiskkamera 2-3 säsonger	eDNA för att fastställa förekommande fiskarter innan och efter utförd åtgärd. Fiskkameror för att se om faunapassage fungerar.
SE667194-156906	Bjurvalla-bäcken	Lokalt anpassad kantzoon	Bedöms vara svårt och lite överkurs att följa upp kantzoner.	-	-
SE666480-157905	Tämnarån - Harboån	Lokalt anpassad kantzoon	Bedöms vara svårt och lite överkurs att följa upp kantzoner	-	-
SE666480-157905	Tämnarån - Harboån	Faunapassager	Provtagning av eDNA uppströms faunapassage. Fiskkamera vid åtgärd.	eDNA före och efter färdigställandet av faunapassagen. Fiskkamera 2-3 säsonger	eDNA för att fastställa förekommande fiskarter innan och efter utförd åtgärd. Fiskkameror för att se om faunapassage fungerar.

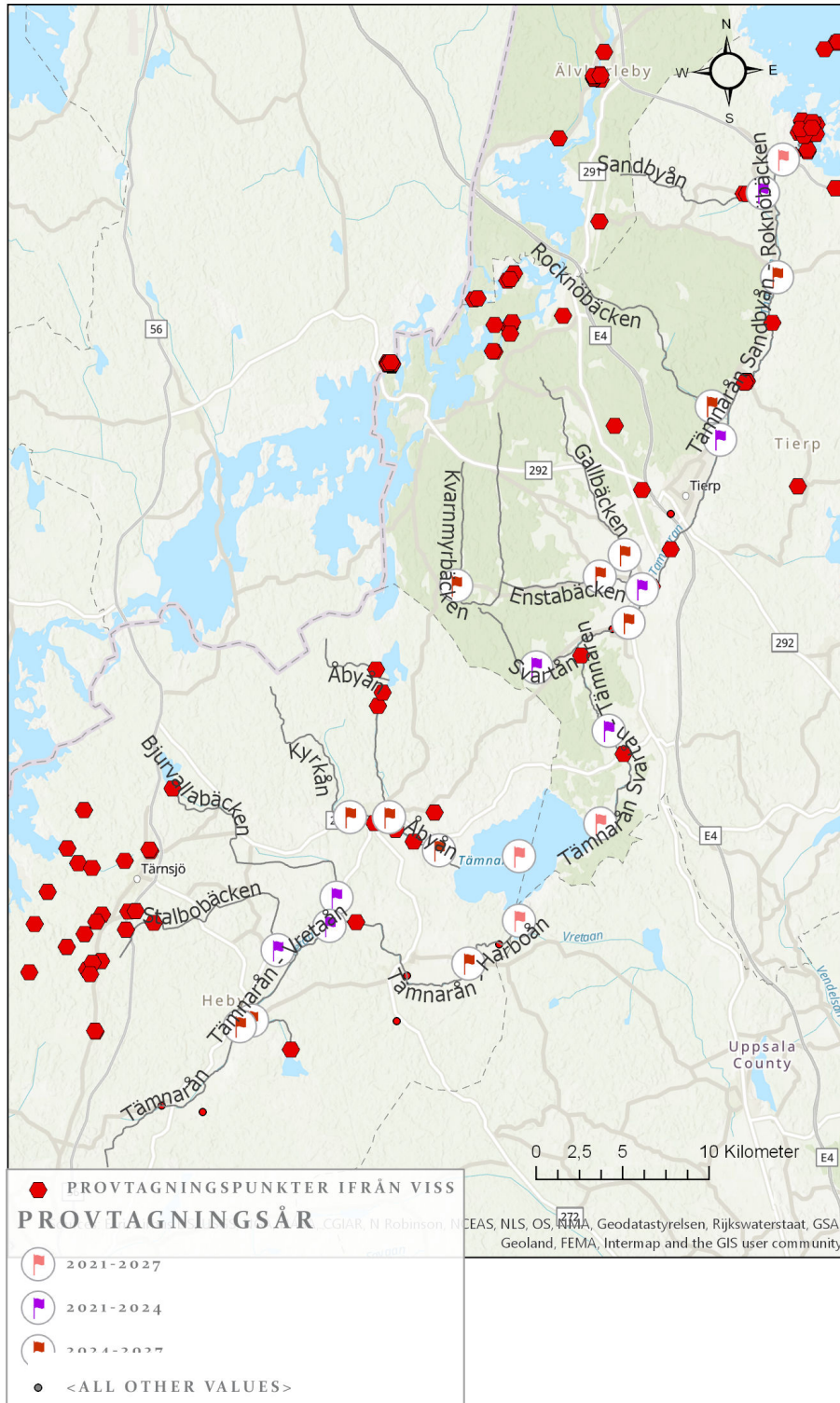
Tabell 8. Förslag till miljöövervakning av Tämnrånens avrinningsområde som underlag för bedömning av ekologisk och kemisk status. Kolumnen "pågående program" redovisar om det i dagsläget utförs provtagning inom programmen; Samordnad resceintprovtagning (SRK), Regional miljöövervakning (RMÖ) eller Nationell miljöövervakning (NMÖ).

EU_CD	Vattenförekomst	Parametrar och provtagningsfrekvens	Provtagningsplats	Pågående program enligt VISS
SE671215-160017	Tämnrån mynningen - Sandbyån	Baspaket 3 år á 4 ggr/år	Vid vägbron för riksväg 76. SRK station kan återanvändas. Kan samordnas med SRK om program fortgår (inget slutår redovisat).	SRK har startår 0, provtagning av näringsämne, försurning, syrgas. RMÖ för påväxtalger.
SE671000-159509	Sandbyån	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år	Provtagning i vid Sandby.	Inget pågående program för vattenkemi.
SE670389-159935	Tämnrån - Sandbyån - Roknöbäcken	Baspaket (3 år á 4 ggr/år)	Provtagning i höjd med Stav, nedströms damm.	Inget pågående program för vattenkemi.
SE670202-159314	Roknöbäcken	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år Provfiske vart sjätte år Påväxt, 3 år 1 ggr/år.	Uppströms Roknö. Är även en bra jämförelse vid uppföljning av åtgärder för faunapassage. Förslagsvis e-DNA.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parametrar.
SE669418-158867	Gallbäcken	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år.	Vid Halls.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parametrar.
SE668765-159159	Enstabäcken (Nedströms)	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år. Provfiske Påväxtalger-kiselalger, 3 år 1 ggr/år.	Mynningen till nedströms liggande vattendrag för att se uttransport av närsalter.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parametrar.
SE668805-158746	Enstabäcken (Uppströms)	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år).	I höjd med Väster-Ensta.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parametrar.
SE668530-159053	Tämnrån Enstabäcken - Svartån	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år.	Provtagning i höjd med Husbyborg.	Inget pågående program för vattenkemi.

EU_CD	Vattenförekomst	Parametrar och provtagningsfrekvens	Provtagningsplats	Pågående program enligt VISS
SE668915-158139	Kvarnmyrbäcken	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år Kiselalger, 3 år 1 ggr/år.	Provtagning i höjd med Djupa.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parametrar.
SE668351-158451	Svartån	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år. Kiselalger, 3 år 1 ggr/år.	Provtagning vid skogsväg som går över vattendraget. Provtagning i skogen för att bedöma skogsdriftens tillförsel av näringsämnen.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parametrar.
SE667860-159012	Tämnarån Svartån - Tämnaren	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år).	Provtagning i höjd Ålfors. Där finns en RMÖ provtagningslokal sedan tidigare. Påväxtalger har provtagits med klassningen god status.	RMÖ/NMÖ provtagning av bl.a. Näringsämnen och SFÅ vart 6 år.
SE667402-158923	Tämnaren (sjö)	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år Siktdjup och syreprofil Nätprovfiske vart sjätte år. eDNA vart sjätte år.	Provtagning i utlopp för basparametrar. Provtagning av basparametrar vid djuphålan, över och under språngskiktet om sjön är djupare än 5 m. siktdjup och syreprofil vid provtagning. Provfiskestationer slumpas ut enligt standard. eDNA för att undersöka främmande och naturliga arter.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parameter redovisas i VISS
SE667274-157931	Åbyån (myningen till Tämnaren)	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år.	Provtagning vid RMÖ provtagningspunkt för att se belastningen till Tämnaren. Provtagning i höjd av SRK vid Helganbo	SRK har startår 0, provtagning av näringsämne, försurning, syrgas. RMÖ för påväxtalger.
SE668350-157479	Åbyån (uppströms Toften)	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år. Kiselalger. 3 år 1 ggr/år.	Provtagning i höjd med Västra Toften. Påväxtalger, dels för att ha som komplement till vattenkemin dels för att ha som referens för ett vattendrag med god status. Går att samordna med NMÖ.	NMÖ provtagning vart 6år provtagningen omfattar bl.a. prioriterade ämnen, näringsämnen,

				temperatur, SFÄ.
EU_CD	Vattenförekomst	Parametrar och provtagningsfrekvens	Provtagningsplats	Pågående program enligt VISS
SE667768-157635	Åbyån (nedströms Toften)	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år.	Provtagning i höjd av Östervåla.	Inget pågående program för vattenkemi. Provtagning av påväxtalger utförs inom RMÖ vart 3 år
SE667750-157386	Kyrkån	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år	Provtagning av baspaketet i höjd av Östervåla.	SRK har startår 0, provtagning av näringsämne, försurning, syrgas. Provtagning 12 ggr/år.
	Sörsjön	Baspaket 4 ggr/år 6 år	Bedöms från utgående punkt i Gallbäcken.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parameter redovisas i VISS.
SE666480-157905	Tämnrån - Harboån	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år Provfiske vart sjätte år Påväxt 3 år 1 ggr/år	Provtagning i höjd med Klockargårdsängen. (obs ej samma lokal som föreslagen ytvattenprovtagning). Provfiske för att se på effekter av åtgärder i vattenförekomsten uppströms dämmen.	Inget pågående program för vattenkemi. Det finns ett RMÖ program för påväxtalger.
SE667194-156906	Bjurvallabäcken	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år	Provtagning i höjd med Tolbo. Basparametrar för vattenkemiskt innehåll.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parameter redovisas i VISS.
SE666742-157265	Tämnrån - Vretaån	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år)	Provtagning uppströms sammanflödet med Bjurvallabäcken av basparametrar.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parameter redovisas i VISS.

EU_CD	Vattenförekomst	Parametrar och provtagningsfrekvens	Provtagningsplats	Pågående program enligt VISS
SE666949-156706	Stalbobäcken	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år) Påväxt 3 år 1 ggr/år	Provtagning i höjd med Boda för det vattenkemiska innehållet. Påväxtalger som komplement vid bedömning.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parameter redovisas i VISS.
SE666287-157039	Råksjöbäcken	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år.	Provtagning av baspaketet nedströms Rödje sågdamm. Påväxt kommer nog att vara svårt i detta vattendrag då det rinner igenom vad som på karta ser ut som myr/mosse.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parameter redovisas i VISS (dock RMÖ för sjöns utlopp).
SE665794-156494	Tämnrån	Baspaket, 3 år á 4 ggr/år Kiselalger, 3 år 1 ggr/år eDNA vart sjätte år	Provtagning i höjd med Hertigbo. Syftar till att följa upp åtgärder i vattendraget och transporten nedströms. eDNA för främmande arter och allmän inventering längst upp i Tämnrån.	Inget pågående program för vattenkemi eller biologiska parameter redovisas i VISS.



Figur 16. Redovisade provpunkter i VISS. Flaggorna visar föreslaget läge för provpunkter. Huvudsakligen 3 års provtagningsserier men även 6 års mätserie förekommer.

10 FORTSATT ARBETE

I det fortsatta arbetet behöver de åtgärder som kommunerna beslutar att gå vidare med konkretiseras, det gäller såväl att avgränsa specifika platser och precisera hur de ska utföras. I detta skede bör genomförbarheten för respektive åtgärd analyseras avseende bl.a. geologi och geoteknik, tekniskt utförande, juridik och ekonomi.

Det nu redovisade uppdraget avser fysiska åtgärder i ytvatten. En strategisk vattenplanering för att nå miljökvalitetsnormerna bör omfatta både yt- och grundvatten samt kommunernas administrativa åtgärder. I kommunernas fortsatta arbete med vattenplaneringen bör därför även grundvatten och administrativa åtgärder inkluderas.

När det gäller vattenrelaterade problem finns ett stort antal administrativa åtgärder som bör vidtas för att begränsa påverkan. Exempel på sådana åtgärder är att kommunernas arbete med tillsyn, prövning och fysisk planering prioriteras utifrån de identifierade vattenrelaterade problemen, t.ex. avseende enskilda avlopp, jordbruk, djurhållning, strandskydd. I avrinningsområdet är enskilda avlopp och jordbruk de dominerande källorna till övergödning. För att minimera denna påverkan krävs en betydande administrativ insats.

När det gäller regleringen av vatten i landskapet är det lämpligt med en översyn av det stora antal markavvattningsföretag som finns i området, behöver de drivas vidare? Har de tillstånd? Kan tillstånden prövas om och verksamheten miljöanpassas. Även tillståndet för regleringen av Tämnamnen bör ses över då den upplevs som ett problem.

I kommunerna finns olika roller och ansvar avseende vatten. Exempel på ansvariga är tillsyns- och tillståndsmyndigheter, kommuner (sammanslagning), VA-huvudmän, dricksavattenproducenter, markägare och verksamhetsutövare. För att undvika dubbelarbete och att vissa frågor hamnar mellan stolarna kan en del i det fortsatta arbetet vara att tydliggöra ansvarsområdena i en aktörsanalys.

I början av 2021 uppdaterades uppgifterna i VISS för avrinningsområdet. Uppgifter om åtgärder i VISS uppdateras kontinuerligt och vid genomförandet av uppdraget var det inte känt att uppgifterna skulle uppdateras. De åtgärderna som nu anges i VISS har ett tidsspänn på 2021 – 2027. Flera typer av åtgärder har tillkommit och vissa tidigare angivna åtgärder har modifierats. Därutöver har Vattenmyndigheten beräknat effekten för fler åtgärder än tidigare. I kommunernas fortsatta åtgärdsarbete bör databasen uppdateras med de ändringar som gjorts samt slutsatser och de utvalda åtgärderna i denna rapport ses över.

DEFINITIONER OCH BEGREPP

Miljö kvalitetsnorm (MKN): Miljö kvalitetsnormer (MKN) är bestämmelser som anger kvalitetskrav för vatten, luft och buller. Syftet med normerna för ytvatten är att säkra Sveriges vattenkvalitet. För ytvattenförekomsterna fastställer Vattenmyndigheten miljö kvalitetsnormer för kemisk och ekologisk status. En miljö kvalitetsnorm för vatten är juridiskt bindande och beskriver den kvalitet en så kallad vattenförekomst ska uppnå vid en viss tidpunkt. En miljö kvalitetsnorm kan till exempel vara God ekologisk status 2015, det innebär att tidpunkten då god status skulle uppnåtts har passerats. För de vattenförekomster som även omfattas av andra skydd enligt EU-direktiv gäller även dessa direktivs krav på vattenkvaliteten. Det strängaste kravet ur miljösynpunkt gäller i dessa fall.

Ekologisk status: Beskriver det ekologiska tillståndet i en vattenförekomst. Den ekologiska statusen ska vägas samman utifrån de biologiska, fysikalisk-kemiska, och hydromorfologiska bedömningsgrunderna. Den ekologiska statusen klassificeras utifrån en femgradig skala (hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig) enligt HVMFS 2019:25.

Kemisk status: Beskriver om halterna av giftiga ämnen i vattnet är högre än de "gränsvärden" som anges HVMFS 2019:25. Klassificeringen av kemisk status görs med en tvågradig skala (god och uppnår ej god status).

Vattenförekomst: Sjöar och vattendrag delas in i geografiska enheter som kallas vattenförekomster. Avgränsningen är gjord utifrån vattnets naturliga förutsättningar och eventuella påverkanskällor som finns i området.

Konnektivitet: konnektivitet i sjöar och vattendrag beskrivs enligt HVMFS 2019:25 som möjligheten till spridning och fria passager för djur, växter, sediment och organiskt material i uppströms och nedströms riktning samt från vattendraget till omgivande landområden, i relation till referensförhållandena.

Hydrologisk regim: Kvalitetsfaktorn hydrologisk regim i vattendrag beskrivs enligt HVMFS 2019:25 som det hydrologiska tillstånd en ytvattenförekomst uppvisar avseende vattenflödesvolym, vattenflödesdynamik och tillgänglig flödeseffekt relativt referensförhållandet. För sjöar beskrivs hydrologisk regim som vattenflödesvolym, vattnets uppehållstid och vattenflödesdynamik samt förbindelser med grundvattenförekomster, i relation till referensförhållandet.

Morfologiskt tillstånd: Morfologiskt tillstånd beskrivs enligt HVMFS 2019:25 som de fysiska strukturer och funktioner en ytvattenförekomst uppvisar avseende variation i vattendragets djup och bredd, dess morfologiska strukturer och substrat samt strandzonens och svämplanets strukturer relativt referensförhållandet.

Våtmark – fosfordamm: Fosfordammar (sedimentationsdamm för fosfor eller dammar som samlar fosfor) är små dammar som anläggs på eller i anslutning till jordbruksmark för retention av fosfor (och kväve). Dammens yta bör vara mellan 0,1 och 1 procent av avrinningsområdet. Mest aktuellt är det att anlägga dammar på arealer med stora förluster av partikulär fosfor och i djurtäta områden med höga markfosforhalter (VISS, 2020-03-08).

Våtmarker med näringsretention: Våtmark för retention av kväve och fosfor från områden med jordbruksmark (VISS, 2020-03-08).

Ekologiskt funktionella kantzoner: Med ekologiskt funktionella kantzoner, avses obrukad mark vilket inkluderar strandzonen samt det fastmarksområde som direkt påverkar ytvattnen. Kantzonen kan i vissa fall även innefatta en skötselzon med begränsat uttag av träd och skörd av fånggrödor. De 10 m som ligger närmast vattnet ska dock vara orörd. Den ekologiskt funktionella kantzonen ska generellt vara flerskiktad och bestå av gräs, örter, buskar och träd. Betesmark och slåttervall samt övriga naturliga stränder och våtmarker utgör en del av en ekologiskt funktionell kantzon. Den ekologiska funktionen i vattendragen påverkas bl a av beskuggning, nedfall av organiskt material och en filtrering av sediment, närsalter, försurade ämnen vid helträd och GROT-uttag, vatten mm på mark. Åtgärden innebär förenklat att man skapar en zon innefattande strandzonen samt det fastmarksområde som direkt påverkar ytvattnet. Zonen bör inkludera utströmningsområden och våtmarker. Inom zonen gynnas etablering av en naturlig vegetation och närmast vattnet bör träd och buskar dominera (med undantag för betesmarker). Storleken på zonen bör minst omfatta 15 meter men också anpassas till den omgivande marken (tex lutning) samt att den bör vara bredare (20 - 30 m) vid vatten med höga naturvärden. Till exempel bör raviner och branter generellt ha en ekologiskt funktionell kantzon. Åtgärden kan innefatta allt från gallring av skog där man tillåter en naturlig föryngring till plantering av gräs, träd och buskar utmed jordbruksmark. För mer info läs kapitel 5.3 i ekologisk restaurering av vattendrag. Att avgränsa kantzoner vid avverkningar kan motverka transport av vätejoner via nitratläckage från marken och förhindra både försurning av vatten och körsador i dessa områden. Forskningsläget på vilken effekt som åtgärden har mot markförsurning är dock osäkert varför åtgärden inte finns medtagen under miljöproblemet försurning (VISS, 2020-03-08).

Lokalt anpassad kantzon: Kantzonen kan definieras som övergångsområdet mellan det terrestra och det akvatiska ekosystemet. En naturlig och vegetationsbeklädd kantzon kan ha en positiv effekt på många av de ekologiska funktionerna hos ett akvatiskt ekosystem. Att återställa kantzonen i jordbrukslandskapet till ett naturligt tillstånd är dock en kostsam åtgärd, som dels tar produktiv jordbruksmark i anspråk, dels riskerar att försämra markavvattningen.

En lokalt anpassad kantzon (LAK) är en kompromiss mellan jordbrukets och det akvatiska ekosystemets behov. Restaureringen av kantzonen är då mindre omfattande, och återställer den bara delvis till ett naturligt tillstånd. En LAK anpassas till de lokala förutsättningarna, som exempelvis topografi och dränering, och kan tillåtas variera i bredd och vegetation. En LAK har en viss positiv påverkan på det akvatiska ekosystemet: Vattnets närområde får ett marktäckte med mer naturlig vegetation, det skapas möjlighet till utbyte av material och organismer mellan vattnet och strandzonen, den har en stabiliserande effekt, och man får en viss filtrerande funktion vid ytavrinning. Åtgärden förutsätts heller inte påverka markavvattningen negativt, och vattendraget ska kunna rensas och underhållas för att bibehålla en god dränering.

Åtgärden LAK har en delvis positiv påverkan på parametrarna Vattendragets närområde, Vattendragsfårans kanter, samt Konnektivitet i sidled till närområde och svämplan i vattendrag. Det är dock osäkert om åtgärden kan anses återställa kantzonen till ett tillstånd som inte avviker väsentligt från referensvärdet. I så fall har åtgärden ingen egentlig inverkan på klassningen av vattendragets ekologiska status, även om vattendragets ekologiska tillstånd i praktiken har förbättrats (VISS, 2020-03-08).

REFERENSER

Brian Huser, Stefan Löfgren & Hampus Marksten (2016). *Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden - en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen*. SLU rapport 2016:6.

Eurofins Environment 2020, <https://analyiskatalog.eurofins.se/>

Havs- och vattenmyndigheten, Energimyndigheten & Svenska kraftnät (2019a). Förslag till nationell plan för omprövning av vattenkraft. Redovisning av regeringsuppdrag 2019.

Havs- och vattenmyndigheten (2019). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten* (HVMFS 2019:25).

Havs- och vattenmyndigheten (2018). *Vilka typer av åtgärder ryms inom begreppet "anläggande av våtmark" enligt 19 § punkten 1 vattenverksamhetsförordningen?* <https://www.havochvatten.se/vattenkraft-och-arbete-i-vatten/vattenverksamhet/anmalan-om-vattenverksamhet/fragor-och-svar-om-vattenverksamhet/anmalan-om-vattenverksamhet/2018-06-26-vilka-typer-av-atgarder-ryms-inom-begreppet-anlaggande-av-vatmark-enligt-19--punkten-1-vattenverksamhetsforordningen.html>.

Havs och vattenmyndigheten (2017a). *Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys*. (Version 4:0 2017-01-10).

Havs och vattenmyndigheten (2017b). *Fisk i rinnande vatten – Vadningsselfiske*. (Version 1:8 2017-04-25).

Havs och vattenmyndigheten (2016). *Undersökningstyper för miljöövervakning*. <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/vagledning-ovriga-vagledning-undersokningstyper-for-miljoovervakning.htm>

Hushållningssällskapet (2012). *Fånga fosfor – Dammar, filter och tvåstegsdiken*.

SFS 1988:950. *Kulturmiljölagen*.

Länsstyrelsen Västmanlands län & Vattenmyndigheten Norra Östersjön. (u.å.) *Tämnaråns åtgärdsområde – underlag till åtgärdsprogram*.

Länsstyrelsen i Uppsala län (2020). *Markavvattningsföretag dike och vall*. Data hämtat från geodatakatalogen 2020-07-09.

Länsstyrelserna (u.å.). *Vandringshinder i Uppsala län, Huvudavrinningsområde Tämnarån*. Data hämtat från biotopkarteringsdatabasen 2020-09-23.

Länsstyrelsen i Uppsala län (2018). *Utdrag ur vattendom för Tämnarens reglering*. (Dnr 535-xx-201x).

Naturvårdsverket. (u.å.). *Skyddad natur*. <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>. data hämtat 2020-08-12.

Regeringsbeslut 18 M2019/01769/Nm m.fl. *Nationell plan för moderna miljövillkor för vattenkraften.*

<https://www.havochvatten.se/download/18.1bd43926172bdc4d64881cc0/>

Riksantikvarieämbetet. *Fornsök.* <https://pub.raa.se/>. Data hämtat 2020-08-12.

Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/147/EG av den 30 november 2009 om bevarande av vilda fåglar. *Europeiska unionens officiella tidning*, L 20/7, 26 januari 2010.

Rådets direktiv 91/271/EEG av den 21 maj 1991 om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse. *Europeiska gemenskapernas officiella tidning*, L 135, 30 maj 1991.

Rådets direktiv 92/43/EEG av den 21 maj 1992 om bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter. *Europeiska gemenskapernas officiella tidning*, L 206, 22 juli 1992.

Rådets direktiv 98/83/EG av den 3 november 1998 om kvaliteten på dricksvatten. *Europeiska gemenskapernas officiella tidning*, L 330, 5 december 1998.

SCB. (u.å.). *Digitala gränser.* <https://www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/digitala-granser/>. Data hämtat 2020-07-09.

SFS 1998:808. *Miljöbalken.*

SMHI (2019). *Svenskt vattenarkiv (SVAR).* <https://www.smhi.se/data/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/ladda-ner-data-fran-svenskt-vattenarkiv-1.20127>. data hämtat 2020-07-09.

Trafikverket (2020). *Kartor över riksintressen,* <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Riksintressen/Kartor-over-riksintressen/>. Data hämtat 2020-08-12.

Uppsala vatten (2018). *PM Tämnarens roll i Uppsalas vattenförsörjning,* <https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/verksamhet-och-drift/tamnarens-roll-i-uppsalas-vattenforsorjning---fordjupning.pdf>.

Vattenmyndigheterna (2020). *VM bruttobelastning kväve och fosfor.* Data hämtat från länsstyrelsernas geodatakatalog 2020-08-12.

VISS (VattenInformationSystemSverige). (u.å.). www.viss.lansstyrelsen.se.

BILAGOR

- Bilaga 1 - Underlag som ingår i studien
- Bilaga 2 - Miljö kvalitetsnormer ytvattencykel 2 och cykel 2,5
- Bilaga 3 - Sammanställning av statusbedömning för vattendrag
- Bilaga 4 - Sammanställning av statusbedömning för sjöar
- Bilaga 5 - Påverkan och miljöproblem - sjöar och vattendrag
- Bilaga 6 - Markavvattningsföretag
- Bilaga 7 - Intervall för värdering enligt kriterier för urval
- Bilaga 8 - Utvalda åtgärder och värderade kriterier för urval
- Bilaga 9 - Databas för MKN, påverkan och åtgärdsförslag

Bilaga 1G, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnaån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävåån och Olandsån med som åtgärder.



Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån

Uppsala kommun

Slutversion 1.0, 2022-06-30

TITEL	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån
RAPPORTNUMMER	2022-1690-A
BESTÄLLARE	Uppsala kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Dimitry van der Nat, WRS
FÖRFATTARE	Malin Smith, Jenny Näslund, Linus Halvarsson, Victoria Eriksson Russo, Barbro Beck-Friis, Frida Hermansson, Peter Ridderstolpe, Ebba af Petersens, Hannes Öckerman och Dimitry van der Nat, WRS.
GRANSKNING	Daniel Stråe och Jonas Andersson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion 1.0
DATUM	2022-06-30
OMSLAGSBILD	Malin Smith, fotograf
FOTON	Alla fotografier i rapporten tagna av WRS om inget annat anges

Sammanfattning

Kommunen har en nyckelroll i arbetet med att nå miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsterna inom kommunen. För arbetet behövs välunderbyggda handlingsplaner, så kallade åtgärdsprogram, som gör det möjligt för kommunen att prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapport är ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram för tio vattenförekomster i Vattholmaån avrinningsområde som ligger i Uppsala och Östhammars kommuner. Kommunerna avgör på vilket sätt underlaget används och förvaltas inom respektive kommun. Avrinningsområdet inkluderar även mindre delar som ligger i Tierps kommun. Beställare av arbetet har varit stadsbyggandsförvaltningen på Uppsala kommun. WRS har fått uppdraget att ta fram ett underlag till det lokala åtgärdsprogrammet. Rapporten och dess bilagor ska fungera som beslutsunderlag för själva åtgärdsplanen och ska underlätta för Uppsala och Östhammars kommun att besluta vilka vattenvårdsåtgärder som ska implementeras och prioriteras för att säkerställa att recipienterna ska nå miljökvalitetsnormen för god ekologisk och kemisk status.

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning för tredje förvaltningscykeln, 2017–2021, bedöms samtliga tio vattenförekomster till måttlig ekologisk status (daterat 2020-12-10 i VISS). Det huvudsakliga lokala problemet är hydromorfologisk påverkan. Övergödning är ett identifierat problem i två av vattendragen; Fyrisån Vattholma-Dannemorasjön och Sundbroån. För de övriga vattendragen räcker inte dataunderlaget för en bedömning av näringspåverkan. De fyra sjöarna Dannemorasjön, Stordammen, Harvikadammen och Slagsmyren har inte problem med övergödning utan är istället klassade med hög status avseende näringsämnen. De tre vattenförekomsterna Dannemorasjön, diken genom Gruvsjön samt Fyrisån-Sundbroån har måttlig status med avseende på särskilt förorenande ämnen. I de två sistnämnda vattenförekomsterna har förhöjda halter av zink, koppar och arsenik observerats. Enligt miljökvalitetsnormen ska god ekologisk och kemisk status uppnås senast 2027.

Avrinningsområdet till de tio vattenförekomsterna som ingår i Vattholmaån är 290 km² stort och domineras av skogsmark, men rymmer också knappt 30 hektar jordbruksmark samt urbana ytor i tätorterna Vattholma, Skyttorp, Dannemora och Österbybruk.

Eftersom hydromorfologisk påverkan är huvudorsaken till den måttliga ekologiska statusen är hydromorfologi en central parameter denna utredning fokuserar på. Vid sidan om hydromorfologin fokuserar dock utredningen även på övergödningens problematiken.

Övergödning

Naturvatten i Roslagen AB (Naturvatten AB, 2020) har tagit fram fosforbudgetar och beräknat beting som har varit del av förfrågningsunderlaget och har använts som underlag till denna rapport. Betingen för minskad tillförsel av fosfor till vattenförekomsterna är endast 30 kg och beror på behovet av minskad belastning till endast en av vattenförekomsterna; Fyrisån Vattholma-Dannemorasjön. För sjöarna är näringsstatus hög och betingen noll. För fem av sex vattendrag räcker inte dataunderlaget för en betingsbedömning. Dessa vattendrag har således heller inte ett beting fast av annan anledning. Nedströmsbelägna vattenförekomster i Fyrisåns avrinningsområde har dock förhöjda närsaltshalter. För att kunna minska fosfortillförsel till dessa vattenförekomster har det ändå bedömts vara befogat att leta efter kostnadseffektiva åtgärder för fosforavskiljning i vattenförekomster utan eget beting. I VISS finns sedan årsskiftet 2021/2022 nya formulerade förbättringsbehov för Sveriges vattenförekomster. För vattenförekomsten Fyrisån Vattholma-Dannemorasjön beräknas betinget till 150 fosfor per år i stället för de 30 kg fosfor per år som beräknades av Naturvatten. Vattenförekomsterna

Dannemorasjön och Sundbroån har fått nya fosforbeting på 77 respektive 200 kg fosfor per år. Då de nya betingen i VISS kom först i slutskedet av arbetet med denna utredning används Naturvattens ursprungliga beting som förutsättning i denna rapport.

Utredningen har analyserat och bearbetat befintliga data, men också tagit fram nya såsom förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar för att kunna beräkna fosfortillförsel därifrån, samt beräknade föroreningsmängder i dagvattnet från tätorterna. Näringsförlust för jordbruksmarken har beräknats med underlag från SMED PLC7 utifrån jordartsfördelning och för Mälardalen typisk fördelning av grödor. Näringsförluster för skog och övrig öppen mark har beräknats med uppgifter från Havs- och Vattenmyndigheten.

Den samlade fosfortillförseln från punktkällor och diffusa källor till Vattholmaån beräknas till cirka 2,6 ton per år. Näringsförluster från jordbruksmarken står med 1,4 ton per år för drygt 50 % av fosfortillförseln till recipienterna. Skogsmark är den näst största fosforbidragen och står för cirka 25 % av belastningen. Bidraget från dagvatten uppgår till 170 kg vilket motsvarar cirka 7 % av tillförsel. Utsläpp från avloppsreningsverk och näringsförluster från öppen mark uppgår både till cirka 4 % av den totala fosfortillförseln. Enskilda avlopp och hästgårdar motsvarar vardera cirka 3 % av totalbelastningen till recipienterna. Resterande 2 % utgörs av atmosfärisk deposition på vattenytor.

Rapporten pekar ut 12 åtgärdsförslag i utredningsområdet för avskiljning av fosfor från jordbrukslandskapet. Två av åtgärderna prioriteras högst och fyra har fått näst högst prioriteringsklass. Åtgärderna har prioriterats utifrån en översiktlig analys av avskiljningspotential, juridisk och teknisk genomförbarhet samt kostnadsbild. Åtgärder av prioriteringsklass 1 och 2 beskrivs i detalj i Bilaga 1. Utöver detta har sex åtgärder med prioriteringsklass 3 identifierats som bör betraktas som åtgärder som är mindre gynnsamma eller svårare att genomföra. Dessa åtgärder kan genomföras i mån av behov. Fosforavskiljningen för åtgärdsförslagen för jordbruksmark uppskattas till cirka 70 kg fosfor per år. För rening av dagvatten utpekade två åtgärdsplatser med prioritet 1 i Österbybruk som tillsammans bedöms kunna avskilja cirka 20 kg fosfor.

Åtgärderna för enskilda avlopp handlar om att åtgärda de avlopp som har bristfällig eller okänd rening, vilket beräknas kunna ge en minskning av fosfortillförseln med cirka 8 kg fosfor per år. Åtgärder för förbättrad gödselhantering på hästgårdar uppskattas kunna avskilja 28 kg per år.

Sammanlagt bedöms alla åtgärdsförslag för punktkällor och diffusa källor kunna avskilja cirka 180 kg fosfor per år vilket är drygt sex gånger det totala betinget.

Hydromorfologi

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna för en vattenförekomst kan beskrivas som de fysiska livsbetingelser som både vattenlevande och landlevande organismer i eller i närheten av vattenmiljön behöver. Dessa inkluderar tillstånd som möjliggör spridning och rörlighet av växter och djur (*konnektivitet*), vattenflöden och vattenståndsförändringar (*hydrologisk regim*) samt den fysiska formen hos ån eller sjön (*morfologiskt tillstånd*). Vattholmaåns vattenförekomster har idag mestadels måttlig, och i vissa fall otillfredsställande eller dålig status med avseende på hydromorfologiska kvalitetsfaktorer.

För att uppnå god status med avseende på hydromorfologi behöver bland annat konventionellt brukande av jord och skog upphöra längs majoriteten av åsträckan med tillhörande sjöar. Då detta i många fall utgör ett realistiskt åtgärdsbehov och motsätter sig andra samhällsintressen har denna utredning avgränsats till att i första hand ta fram åtgärdsförslag för vandringshinder i

syfte att förbättra kvalitetsfaktorn *konnektivitet*, även om vissa förslag även ges som åtgärder för kvalitetsfaktorerna *hydrologisk regi* och *morfologiskt tillstånd*.

Arbetsgången har inkluderat att sammanställa underlag från bland annat dammregister, biotopkarteringar, inventeringar, historiska kartor, vattendomar, elfisken, provfisken, kommunalt arbetsmaterial avseende reglering av befintliga dämmen och privat framtaget historiskt material. En bedömning av avrinningsområdets limniska värden och fiskfauna har genomförts utifrån litteratur. Synpunkter och information kring vandringshinder har även inhämtats från fastighetsägare och intresseorganisationer.

Vattholmaåns avrinningsområde är starkt präglad av historiska dämningar och reglering av vattenflöden, som idag på många platser utgör vandringshinder för fisk. Vi ser dock att flertalet dämningar fortfarande spelar en viktig roll i att förbättra förutsättningarna för både vattenlevande organismer och människor nedströms i åsystemet. Därför bör den övergripande principen för hela dammsystemet i Vattholmaåns övre del, Fyris Östra Källor, vara att jämna ut och buffra flöden för att motverka torka, översvämningar och syrebrist. Detta innebär i vissa fall en förändring av reglering som kan göras inom ramarna för gällande vattendomar, men vi ser även ett behov av att modernisera vattendomarna för att medge maximal nytta i framtida förändrade avrinningsmönster.

Efter fältbesök och inmätningar vid alla kända dämmen och regleringar identifierades totalt tolv platser med vandringshinder för fisk. För varje plats har föreslagna åtgärder tagits fram. För de flesta vandringshinder har olika typer av fiskvägar föreslagits. Vid några platser har dock inte fiskvägar ansetts nödvändiga eller försvarbara ur ett nytto-kostnadsperspektiv. Förslagen för fiskvägar är endast principiellt idégivna och behöver detaljutredas före genomförande. Åtgärderna har prioriterats baserat på bedömd teknisk och praktisk genomförbarhet, kostnader och ekologisk effekt av åtgärd.

Vid genomförande av fiskvägar förselsås att arbetet sker i geografiska kluster och det principiellt arbetas nedströms och uppåt. Utifrån prioriteringsordningen som föreslås här åtgärdas först Hammardammen vid Vattholma (01A). Därefter följer i ordning Karmdammen (07A), de två vandringshindren i Harvikadammen (05A Dalådammen och 05B Kvarndammsbäcken), två vandringshinder i Slagsmyren-Hammardammen (03A Norrängsdammen och 03B Skjutbanedammen) och slutligen de fyra vandringshinder som ligger inne i Österbybruk tätort (09A Sågdammen, 09B Herrgårdsdammen, 09C Oppdammen och 10A Stordammen).

Parallellt kan åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd genomföras där åtgärdsvilja hos lokala markägare och dikningsföretag finns. Totalt har elva sådana åtgärder identifierats under utredningsarbetet, i form av återställande av sänkta sjöar och anläggande av våtmarker, utöver de åtgärdsförslag som framkommit i tidigare utredningar. För att uppnå god status med avseende på dessa två kvalitetsfaktorer krävs dock än mer omfattande åtgärder. Det finns även ett behov av inventering av fiskfauna och av ytterligare potentiella vandringshinder, samt genomförande av andra biotopförbättrande åtgärder i ån, exempelvis restaurering och skapande av strömsträckor och leklokaler.

Inom vattenförvaltningens statusklassning ges hydromorfologiska parametrar en lägre viktning relativt biologiska och fysikalisk-kemiska parametrar. Därför bör möjligen åtgärder för exempelvis minskad fosforbelastning prioriteras högre än hydromorfologiska åtgärder. Samtidigt är det inte troligt att vattenförekomsternas biologi får en god status utan att åtgärda en stor del av hydromorfologin.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund och syfte.....	9
2	Vattholmaån och dess avrinningsområde	10
2.1	Allmän beskrivning	10
2.2	Fyris östra källor – historia och regleringar	14
2.2.1	Följdverkan på klassning av vattenförekomster	19
2.3	Natura 2000-område och naturreservat.....	20
2.4	Statusklassning	21
2.4.1	Hydromorfologi	23
2.5	Förbättringsbehov	25
2.5.1	Fosfor	25
2.5.2	Hydromorfologi	28
2.5.3	Särskild förorenande ämnen (SFÅ) och prioriterade ämnen.....	28
3	Underlag	30
3.1	Underlag punktkällor.....	30
3.1.1	För fosfor	30
3.1.2	För SFÅ och prioriterade ämnen	30
3.2	Underlag diffusa källor	30
3.3	Underlag hydromorfologi	31
4	Metod	33
4.1	Metod för beräknad tillförsel från punktkällor	33
4.1.1	Enskilda avlopp	34
4.1.2	Hästgårdar	36
4.1.3	Dannemora gruva.....	38
4.2	Metod för beräknad tillförsel från diffusa källor	38
4.2.1	Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark	39
4.2.2	Dagvatten från tätortsbebyggelse.....	42
4.3	Metod för hydromorfologi	46
4.3.1	Avgränsning	46
4.3.2	Metod konnektivitet	46
4.3.3	Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd	47
5	Fosfor	49
5.1	Punktkällor	49
5.1.1	Enskilda avlopp	49
5.1.2	Reningsverk.....	52
5.1.3	Hästhållning	57
5.1.4	Miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden .	61
5.2	Diffusa källor	65

5.2.1	Jordbruksmark	67
5.2.2	Skogsmark och sankmark.....	67
5.2.3	Öppen mark.....	68
5.2.4	Atmosfärisk deposition av fosfor.....	68
5.2.5	Dagvatten	68
5.3	Genomförda åtgärder inom utredningsområdet	70
5.3.1	Åtgärder avseende punktkällor.....	70
5.3.2	Platsspecifika åtgärder inom jordbruket.....	70
5.3.3	Dagvattenåtgärder	71
5.3.4	Övriga genomförda åtgärder enligt vattenmyndigheten	72
5.4	Nettotillförsel av fosfor och beting	72
6	Hydromorfologi	75
6.1	Fiskfauna.....	75
6.2	Befintliga vandringshinder	77
6.3	Identifierade platser – ej åtgärdsförslag	79
6.4	Andra ej inventerade eventuella vandringshinder.....	81
6.5	Genomförda åtgärder inom utredningsområdet	84
6.6	Nedströms vandringshinder	84
7	Särskilt förorenande och prioriterade ämnen	85
7.1	Miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden	85
7.2	Dannemora gruva.....	85
7.2.1	Kort historik.....	85
7.2.2	Grunder för bedömningar och avgränsningar	86
7.2.3	Förorenade utsläpp.....	87
7.2.4	Sediment	88
8	Åtgärdsförslag	89
8.1	Kunskapshöjande åtgärder	89
8.1.1	Fysikalisk-kemiska parametrar	89
8.1.2	Biologiska parametrar - fisk.....	89
8.1.3	Hydromorfologiska parametrar.....	90
8.2	Åtgärder för fosfortillförsel från punktkällor.....	90
8.2.1	Åtgärder för enskilda avlopp	90
8.2.2	Åtgärder för reningsverk	92
8.2.3	Åtgärder för hästgårdar.....	94
8.2.4	Åtgärder för miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden.....	97
8.3	Åtgärder för fosfortillförsel från diffusa källor	97
8.3.1	Åtgärder för jordbruksmark	97
8.3.2	Åtgärder för tätortsbebyggelse.....	101
8.4	Åtgärder för hydromorfologi.....	102
8.4.1	Allmänna tankar kring åtgärder för reglering av Fyris Östra Källor.....	102

8.4.2	Åtgärder för konnektivitet.....	104
8.4.3	Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi.....	112
8.4.4	Inventering och eventuell utrivning av ej inventerade vandringshinder	115
8.4.5	Biotopförbättrande åtgärder.....	115
8.5	Åtgärder för särskilt förorenande och prioriterade ämnen	116
8.5.1	Dannemora gruva.....	116
8.5.2	Dannemorasjön.....	117
8.6	Övriga åtgärder.....	117
8.6.1	Strukturkalkning av jordbruksmark.....	117
8.6.2	Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet	118
8.6.3	Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter.....	118
8.6.4	Ökade krav vid planläggning	118
8.6.5	Fiskeförbud.....	118
9	Genomförande av åtgärder – väg framåt.....	119
9.1	Åtgärder för punktkällor	119
9.2	Åtgärder för diffusa källor	119
9.3	Åtgärder för konnektivitet.....	121
9.4	Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi.....	122
9.5	Nås förbättringsbehovet för fosfor?.....	123
10	Referenser	125
	Bilaga 1. Platsspecifika åtgärdsförslag för minskad fosforbelastning	
	Bilaga 2. Identifierande vandringshinder och platsspecifika åtgärdsförslag för konnektivitet	
	Bilaga 3. Platsspecifika åtgärdsförslag för hydrologisk regim och morfologi	

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Vattholmaån utgör en biflod till Fyrisån och avvattnar ett 290 km² stort område. Enligt Vattenmyndighetens statusklassning uppnår Vattholmaån varken god ekologisk status eller god kemisk status. Det huvudsakliga lokala problemet är hydromorfologisk påverkan, som beskrivs vidare nedan i avsnitt 2.4.1. Även övergödning utgör ett av problemen, på grund av förhöjda halter av fosfor i två av åns delsträckor, men problemen är inte alls lika utmanande här som i vissa nedströms delar av Fyrisån. Det samlade fosforbeting för alla vattenförekomster är endast 30 kg fosfor per år. Samtidigt finns en lång historia av gruvverksamhet vid Dannemora, vilken stått för betydande utsläpp av föroreningar som kadmium, bly, arsenik, zink och koppar. Även antracen, fluoranten och benso(a)pyrene har påträffats i förhöjda halter.

I arbetet med att förbättra de ekologiska och kemiska förhållandena och nå miljökvalitetsnormerna i Sveriges vattenförekomster har kommunen en nyckelroll. Vattenmyndigheten tillhandahåller principiella åtgärdsförslag, men dessa anses inte kunna ligga till grund för beslut om prioriteringar och genomförande av åtgärder. Enligt beslut i översiktsplanen (ÖP 2016) ska Uppsala kommun därför ta fram underlag till lokala åtgärdsprogram för vattenförekomsterna inom kommunen.

Denna rapport utgör ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån. Uppdraget har utförts åt Uppsala kommun, i nära samarbete med Östhammar kommun och delvis även med Tierp kommun.

Rapporten syftar till att ge kvantitativt relevanta och kostnadseffektiva åtgärdsförslag för avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom för punktkällor som avloppsreningsverk, större djurgårdar, enskilda avlopp och industrier. I rapporten ges också förslag på åtgärder för att förbättra konnektiviteten i vattendraget, alltså möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget.

Åtgärdsförslagets potentiella reningseffekter, tekniska och juridiska genomförbarhet samt kostnadsbild redovisas i rapporten på en översiktlig nivå och är tänkta att ligga till grund för åtgärdsrioriteringar.

Vattenmyndigheten har i sin tredje förvaltningscykeln (2017–2021) beslutat att Vattholmaåns vattenförekomster ska uppnå god ekologisk status till 2027. Kvalitetskravet god kemisk ytvattenstatus ska uppnås med undantag för de överallt överskridande ämnena polybromerade difenyleter och kvicksilver samt kvicksilverföreningar. En tidsfrist är beslutad för de vattenförekomster där kadmium, bly, antracen, fluoranten och PAH:er (polyaromatiska kolväten) utgör problem, där det mindre stränga kvalitetskravet är att god kemisk ytvattenstatus ska uppnås 2027.

De förbättringsbehov och lokala beting som använts kommer från rapporten *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1- Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskaphöjande åtgärder* (Naturvatten AB, 2020).

Med utgångspunkt i de beting som tagits fram för Vattholmaåns delavrinningsområden har målsättningen varit att ta fram åtgärdsförslag motsvarande 150 % av behovet. Motivet till att lämna ett överskott av förslag har varit att ta höjd för att en del åtgärdsförslag, av ett eller annat skäl, i slutänden sannolikt inte kommer att kunna genomföras.

2 Vattholmaån och dess avrinningsområde

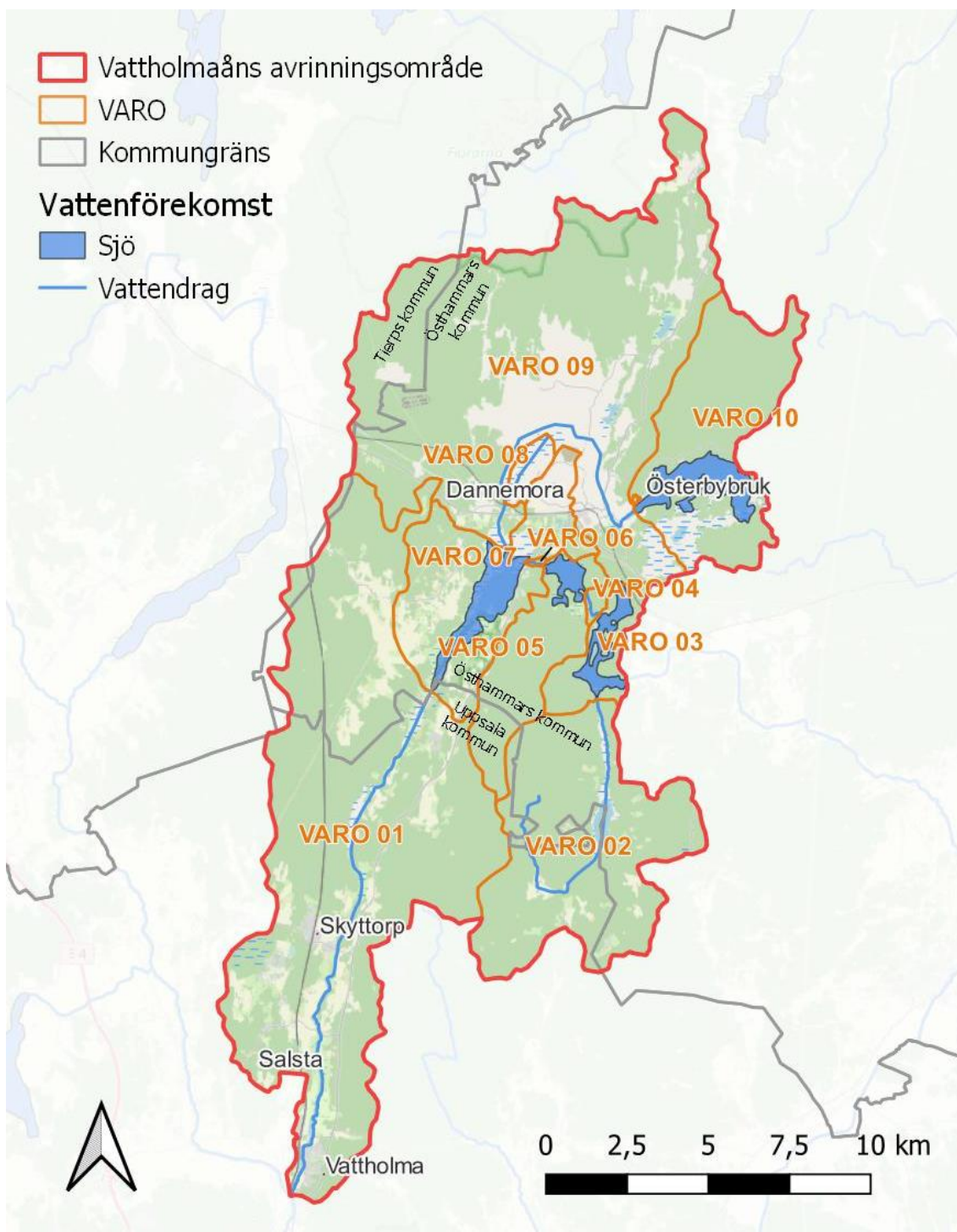
2.1 Allmän beskrivning

Avrinningsområdets norra del med Dannemorasjön och dess tillflöden kallas ofta ”Fyris Östra Källor”. Detta område är starkt påverkat av det brukssamhälle som historiskt har funnits i Österbybruk och Dannemora. Fyris Östra Källor beskrivs närmare i följande avsnitt 2.2.

Själva Vattholmaån är cirka 18 km lång och rinner från Dannemorasjöns utlopp till Vattholma, där ån rinner ihop med Vendelån och bildar Fyrisån. Området med Vattholmaåns huvudfåra dränerar ett till stora delar utdikad landskap med skoglig karaktär, spridda smågårdar och vissa sammanhängande partier av odlingslandskap. Vattholmaån rinner parallellt med Vattholmaåsen som den korsar på tre ställen. Ån passerar också genom samhällena Skyttorp och Vattholma. Ett av åns biflöden rinner genom Österbybruk

Efter omfattande grävningar i samband med sänkningar på 1760- och 1880-talet har Vattholmaån nu en onaturlig jämn bottenlutning. Längs åsystemet finns ett antal avsänkta sjöar; Skärnässjön, Stocksjön, Knivstasjön, Salstasjön, Dannemorasjön, Gruvsjön och Filmsjön. Förutom Dannemorasjön som har öppna vattenytor kvar och Salstasjön som betas, är sjöarna igenväxta.

Vattholmaåns avrinningsområde inkluderar tio vattenförekomster som ligger i Uppsala och Östhammars kommuner (Figur 1). Avrinningsområdet inkluderar även mindre delar i nordväst som ligger i Tierps kommun. Totalt är avrinningsområdet 290 km² stort och utgörs till allra största del av skogsmark (230 km²). Jordbruksmark utgör endast 29 km² av avrinningsområdets areal och förekommer framförallt allt i de västra delarna av avrinningsområdet och längs med huvudfåran och de större biflöden. I området finns mindre andelar öppen mark (18 km²), vattenytor (9 km²) samt urbana ytor (0,4 km²) som utgörs av Vattholma, Skyttorp, Dannemora och Österbybruk tätorter.



Figur 1. Vattholmaåns avrinningsområde med de tio vattenförekomsterna och deras vattenförekomstavrinningsområden (VARO). Se Tabell 1 för närmare beskrivning av respektive vattenförekomst. Observera att VARO 6 (Dalån) är litet och svårt att urskilja på kartan. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Vattenförekomsterna som ingår i Vattholmaåns avrinningsområde listas med fullständiga namn i Tabell 1. För att underlätta lokaliseringar av respektive vattenförekomst har vi i denna utredning valt att namnge vattenförekomsterna med varsitt nummer från 1–10. Varje vattenförekomstavrinningsområde (VARO) visas i Figur 1 och Tabell 1. Vattenförekomsten ”Fyrisån Vattholma – Dannemorasjön” utgör Vattholmaåns huvudfåra och har till exempel VARO 1. Sjö- och åsystemet beskrivs vidare i avsnitt 2.2.

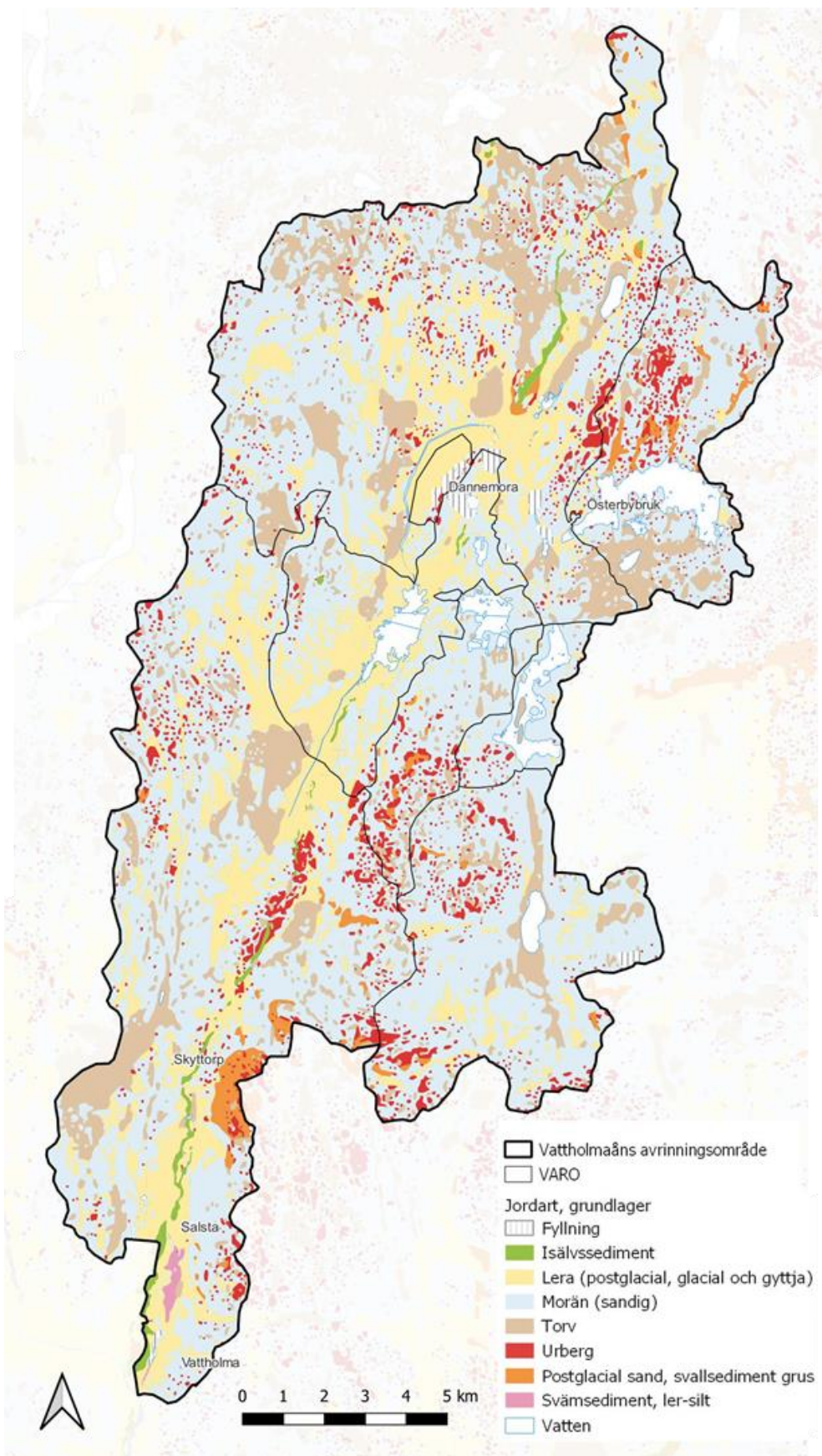
Tabell 1. Ingående namn på vattenförekomster, ID nummer enligt VISS. Vattenförekomstavrinningsområden (VARO) visas samt beräknat lokalt fosforbeting för respektive vattenförekomst som tidigare beräknats i "Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån Del 1 – Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder" (Naturvatten AB, 2020). Se Figur 1 för lokalisering av respektive vattenförekomst VARO.

Benämning	Namn	ID (VISS)	Vatten-kategori	VARO area (km ²)	Sträcka (km)	Beting (kg P/år)
VARO 1	Fyrisån Vattholma – Dannemorasjön	WA80503959	Vattendrag	95	18	30
VARO 2	Dalån (söder om Hammardammen)	WA75646695	Vattendrag	37	11	Nej
VARO 3	Slagsmyren	WA60730346	Sjö	6,3	-	Nej
VARO 4	Dalån Slagsmyren – Harvikadammen	WA86891438	Vattendrag	0,6	1	Nej
VARO 5	Harvikadammen	WA55002939	Sjö	13	-	Nej
VARO 6	Dalån (mellan Harvikadammen och Dannemorasjön)	WA94973409	Vattendrag	0,1	0,63	Nej
VARO 7	Dannemorasjön	WA71444841	Sjö	23	-	Nej
VARO 8	Diken genom Gruvsjön Dannemora	WA85976314	Vattendrag	1,8	2	Nej
VARO 9	Fyrisån – Sundbroån	WA96853726	Vattendrag	88	10	Nej
VARO 10	Stordammen	WA88771310	Sjö	32	-	Nej
Totalt				300	43	30

I Vattholmaåns avrinningsområde finns utpekade områden av riksintresse för kulturmiljövård enligt miljöbalken. Följande områden omfattas (Länsstyrelserna, 2020):

- Området mellan Vattholma och strax norr om Salsta tillhör ett större område av riksintresse som har stor betydelse för rikets historia med kontinuitet sedan bronsåldern.
- Området Dannemora–Österbybruk är ett teknikhistoriskt intressant industrilandskap av enastående betydelse för svensk järnhantering. Gruv- och bruksmiljö och omfattande fördämningssystem är även av arkitekturhistoriskt intresse.

Enligt SGU:s jordartskarta dominerar marken i avrinningsområdet av morän, lera och torvmark, med inslag av berg i dagen och svallsediment. I odlingslandskapen finns framförallt de finkorniga jordarterna postglacial lera och gyttjelera men även partier med glacial lera. Högre upp i terrängen dominerar moränmarker, där det även förekommer inslag av berg i dagen och isälvsediment. Längre ner i terrängen återfinns torvmarkerna. Jordarterna redovisas översiktligt i Figur 2, där likartade jordarter återges med samma färg på grund av figurens begränsade upplösning.



Figur 2. Jordarter (grundlager förenklat) inom Vattholmaåns avrinningsområde med gränser för delavrinningsområden för ingående vattenförekomster. Källa: SGU.

2.2 Fyris östra källor – historia och regleringar

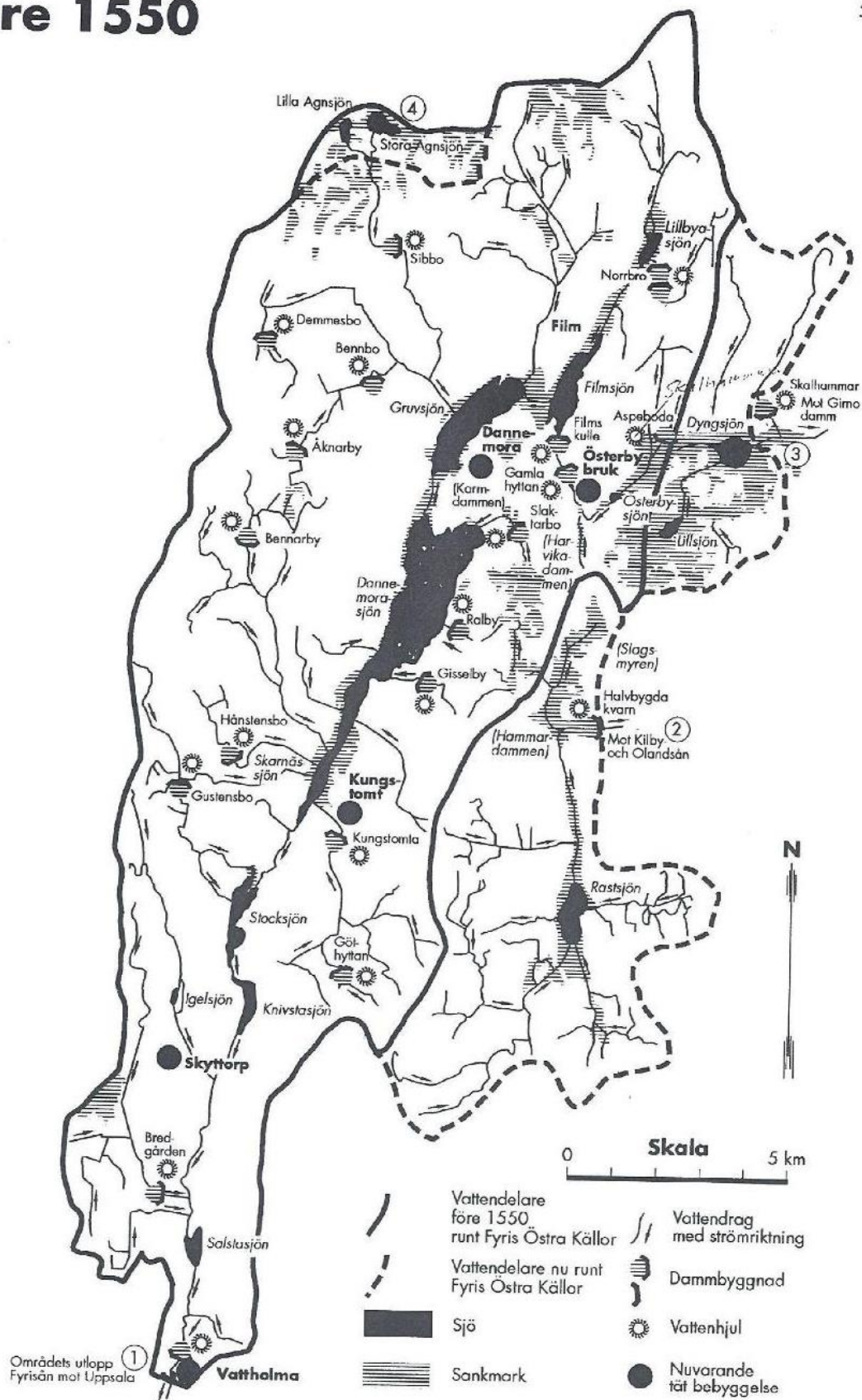
Detta avsnitt beskriver översiktligt den norra delen av avrinningsområdets vattensystem, uppströms om Dannemorasjöns utlopp, ett område som också kallas Fyris östra källor. Beskrivningen görs för att visa på hur området länkas samman men även för att visa på de historiska förändringarna som medfört en viss komplexitet i systemet.

Fyris Östra Källor är Fyrisåns nordöstligaste biflöde. Vattensystemet har under århundranden präglats av både av gruv- och bruksverksamheten i Österbybruk och Dannemora, samt av jord- och skogsbrukets utbredning och modernisering. Inte bara områdets sjöar och vattendrag har förändrats genom tiderna utan även hela avrinningsområdets utbredning. Exempelvis avvattades på 1550-talet Rastsjön och Slagsmyren-Hammardammen inte till Vattholmaån som idag, utan leddes istället till Olandsån via Kilbyån i öster (se Figur 3).

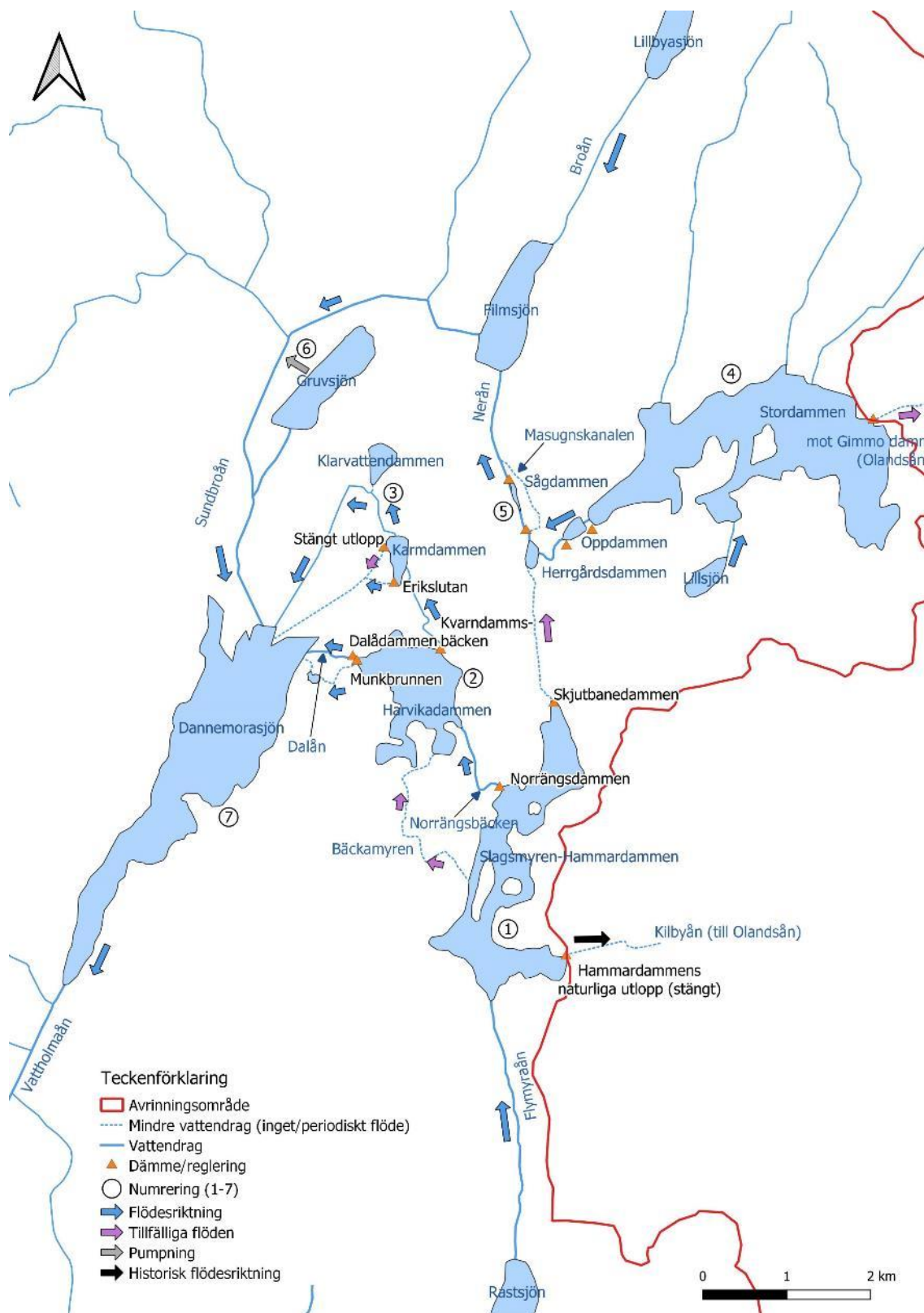
Många av de naturliga sänkorna i närheten av Österbybruk och Dannemora som tidigare bestod av kärr- och myrmarker har dämats upp och skapat dagens damm- och sjösystem. Hammardammen, Slagsmyren, Harvikadammen och Karmdammen är alla exempel på sådana områden. Idag rymmer många av fördämningarna viktiga magasin för vattenhushållningen i Vattholmaån och nedströms för Fyrisån. Vid sidan om dessa skapade sjöar är många av de naturliga sjöarna någon gång sänkta och påverkade av mänsklig aktivitet.

I stora drag kan vattensystemet uppströms om Dannemorasjön beskrivas som två större huvudgrenar som båda tillrinner Dannemorasjön. Österifrån tillrinner vatten från Dalån, Harvikadammen, Slagsmyren-Hammardammen och Rastsjön. Från norr och nordost tillrinner vatten mot Dannemorasjön från Sundbroån och uppströms system med Filmsjön, Nerån, Sågdammen, Herrgårdsdammen, Oppdammen och Stordammen. Lillbyasjön rinner till Filmsjön från norr och den torrlagda Gruvsjön ansluter till Sundbroån. Ett mindre system med Karmdammen och Klarvattendammen tillrinner även Dannemorasjön från norr.

Figur 3 är en karta över Fyris Östra Källor från före 1550 innan genomgripande sjösänkningar och byggande av de stora dammarna. Denna figur kan användas som kontrast till Figur 4 som visar en översiktskarta över dagens sjöar, vattendrag och dammar, samt hur vattnet regleras och transporteras i systemet. Numrerade platser i figuren beskrivs närmare nedan. För detaljerad beskrivning av dagens reglerbara dammar hänvisas till Bilaga 2.



Figur 3. Fyris Östra Källor före år 1550, innan genomgripande sjösänkningar och byggande av de stora dammarna. Källa: Lager (2003; opublicerad).



Figur 4. Översikt över Vattholmaåns sjöar, vattendrag och dammsystem. Flödesriktning och viktiga dämmen/regleringar är markerade. Numrerade objekt förklaras i text.

Nedan följer en beskrivning av de numrerade delarna i kartan i Figur 4.

1. Slagsmyren-Hammardammen

Idag är Hammardammen och Slagsmyren sammanbundna via en mindre kanal. Förutom områdets lokala tillrinning rinner vatten även från den mindre påverkade skogssjön Rastsjön via Flymyraån. Historiskt var Slagsmyren-Hammardammen skogs- och myrmark innan det under senare delen av 1600-talet dämades för att skapa reglerbar vattenkraft till smedjor och hyttor i Österbybruk. Då fanns tre regleringar av vattenflödet nedströms via Skjutbanedammen, Norrängsdammen och Bäckamyrdämet.

Vid Skjutbanedammen tappades förut vattnet till Herrgårdsdammen inne i Österbybruk (5). Idag sker dock normalt ingen avtappning denna väg även om vatten ska släppas via Skjutbanedammen mellan vårflod och 15 augusti om tappning inte sker från Stordammen (dom VA 15/89). Slagsmyren-Hammardammen regleras idag primärt istället av Norrängsdämet för transport via Norrängsbäcken mot Harvikadammen. Vid högvattenstånd i Slagsmyren-Hammardammen kan vatten även rinna över en klack vid Bäckamyrdämet och vidare mot Askmyren innan det mynnar ut i Harvikadammen. I Hammardammens östra del ligger det tidigare naturliga utloppet som före 1500-talet rann till Kilbyån och vidare mot Olandsån. Idag finns där ett stängt dämme och vatten avtappas inte längre denna väg.

2. Harvikadammen

Harvikadammens primära tillrinning är just från systemet kring Slagsmyren-Hammardammen (1). Harvikadammen är även den en sjö skapad på gammal sumpmark. Dämning skedde på 1680-talet för att ge vattenkraft till gruvorna. I senare historisk tid, med start 1915, användes Harvikadammen till fiskodling när behovet av vattenkraft minskade.

Förut skedde regleringen primärt norrut via Kvarndammsbäcken, vid vilken vattnet leddes vidare till Karmdammen och gruvområdet. Idag leds endast ett mindre flöde förbi Kvarndammsbäcken. Det huvudsakliga utloppet från Harvikadammen sker istället västerut mot den av människor skapade Dalån och vidare till Dannemorasjön via Dalådämet. I närheten av Dalådämet finns även en munkbrunn som kan leda vattnet till den före detta fiskodlingen i Kaggbol, som en alternativ väg till Dannemorasjön.

3. Karmdammen och Klarvattendammen

Karmdammen är en konstgjord sjö på tidigare åkermark som ägdes av bonden Karm. Marken dämades upp 1638 när Harviks masugn anlades. Ytterligare dämning skedde 1680 för att skapa en kraftöverföring via en stånggång till Dannemora gruvor. Kraftöverföringen skedde fram till cirka 1880. På senare tid har dammen bland annat använts till *put and take* fiske och till bad.

Karmdammens huvudsakliga utlopp ligger i norr. Vattnet leds här vidare via flera enklare dämmen som kan regleras så att vatten antingen leds in eller ut från Klarvattendammen via rörledningar. Klarvattendammen, tillsammans med ett sandmagasin, anlades 1955 i samband med modernisering av gruvverksamheten. De användes fram till gruvans nedläggning 1992 då slamvatten från gruvan pumpades till sandmagasinet varifrån dränvatten avleddes till Klarvattendammen för återanvändning. Vattendraget vänder snävt söderut vid Klarvattendammens in/uttag för att därefter rinna mot Dannemorasjön.

Ett mindre utflöde från Karmdammen sker idag även från den raserade Erikslutan i södra delen. I nordväst finns ett tredje möjligt utlopp som idag är en mestadels stängd rörledning. Utloppet användes tidigare för reglering av stånggången.

4. Stordammen

I början av 1600-talet anlades även Stordammen, samt en serie dammar nedströms, för att nyttja vattenkraft till olika verksamheter i Österbybruk. Området för Stordammen var tidigare sumpmark. Efter nedläggning av bruket år 1920 nyttjades dammarna i området istället till såg-, kvarn- och tröskverk. Mellan 1925 och 1947 användes även dammen för timmerflottning. En kanal anlades i öst och timret flottades till Gimo damm. Idag är utloppet till kanalen igensatt men kan öppnas vid behov vid exempelvis höga vattenstånd. Förutom tillrinning från omkringliggande mark finns även den mindre påverkade Lillsjön i Stordammens avrinningsområde. Dammen regleras idag av ett dämme vid utloppet i väster som ligger intill campingen inne i Österbybruk.

5. Oppdammen, Herrgårdsdammen, Sågdammen

Nedströms Stordammen ligger flera mindre tätt länkade dammar som alla kom till för brukets verksamhet; Oppdammen, Herrgårdsdammen och Sågdammen. Likt övriga dammar i området har även dessa anor från kring 1550-talet. Dammarnas syfte och funktion har under tiden förändrats, men de har bland annat producerat vattenkraft för sågverk, smedjor, masugnar, kvarnar och tröskverk.

Från Herrgårdsdammen rinner en kanal, från vilken vatten kan tas vid behov till dagens gjuteri genom ventiler. Merparten av vattnet rinner dock från Herrgårdsdammen vidare till Sågdammen, genom Nerån (där vattnet från gjuteriet släpps ut), Filmsjön och Sundbroån, vidare till Dannemorasjön.

6. Gruvsjön

Gruvsjön är i hög grad påverkad av verksamheten vid Dannemora gruva. I takt med gruvans utbredning under sjöns botten ökade riskerna för inläckage och ras. Gruvsjön torrlades därför i mitten av 1960-talet. Sjön vallades in och en kanal anlades för förbiledning av Sundbroån väster om sjön. Nivån i sjön regleras genom pumpning av sjöns vatten över vallen till Sundbroån. Se även avsnitt 7.2.

7. Dannemorasjön

Den näringsrika slättsjön Dannemorasjön sammanför vattnet från de östliga och nordliga grenarna. Det östliga systemet tillrinner via Dalån och från norr kommer Sundbroån. Det kommer även ett mindre flöde från systemet kring Karmdammen norrifrån. Dannemorasjön har sedan sitt utlopp i söder där vattnet rinner till Vattholmaån och vidare mot Fyrisåns huvudfåra och Uppsala.

Sjön är präglad av flera sänkningar och lider bland annat av övergödning, igenväxning och säsongsvisa syrefattiga förhållanden och fiskdöd.

Vattendomar

Det finns ett antal gällande vattendomar för reglering, dämning och sänkning av dammarna och sjöarna i systemet. Samtidigt finns flera dämmen och sjöar som saknar vattendomar som explicit reglerar dem. De allra flesta sjöar och vattendrag i området kring Österbybruk och Dannemora berörs dock av en eller flera av domarna nedan. De domar som påverkar platsspecifika åtgärdsförslag för konnektivitet beskrivs mer i Bilaga 2, där förslag till vandringsvägar ges.

Dannemora-Vattholma sjösänkning (1881)

Detta är den senaste sjösänkningen av Dannemorasjön efter flera tidigare sänkingsföretag, varav den största utfördes på 1760-talet. Kunskaper om 1881 års sänkingsföretag, inklusive

uppgifter om bottenivåer och bredd på åsträckor, är tyvärr bristfälliga samtidigt som dessa fortfarande är rättsligt gällande. Den sammanlagda sänkningen har angetts till 0,9 m men det finns tecken på att sänkningen har varit ännu kraftigare (över 1 meter) och därefter sänkts ytterligare, bland annat på 1950-talet (Stenius, 2007). Förutom Dannemorasjön har uppströms liggande Lillbyasjön, Filmsjön och Gruvsjön, samt nedströms liggande Stocksjön, Knivstasjön och Salstasjön kraftigt påverkats av sänkningarna.

Markavvattningsföretag

Det finns ett stort antal markavvattningsföretag som kan beröras av regleringen i Österbybruks dammar. Det ytmässigt största är Fyrisåns regleringsföretag (arkivnummer CK0652 hos Länsstyrelsen), men ytterligare 18 markavvattningsföretag antas beröras (Östhammars kommun, 2021; Tabell 1).

VA 49/1964 (1966-02-02)

Domen kom till för torrläggning av Gruvsjön. Domen styr dock även Slagsmyren-Hammardammen och Stordammen som fick ändrad reglering som kompensation för torrläggningen.

VA 47/81 (1982-02-16)

Denna vattendom reglerar flödena från Stordammen och de tre nedströms liggande små dammarna Oppdammen, Herrgårdsdammen och Sågdammen. Domen gav även tillstånd till att bygga om regleringen i Oppdammen och Herrgårdsdammen till så kallade bordsdämmen.

VA 15/89 (1996-03-03)

Den senaste vattendomen kom under 90-talet i samband med en förändrad reglering av Slagsmyren-Hammardammen. Avtappningen av vattennivån tillåts ske långsammare och vattennivån vintertid höjdes med 20 cm. Domen tillät även en ombyggnad av utskovsluckorna i Norrängsdämnet.

Harvikadammen med sitt huvudsakliga utlopp vid Dalådämnet har ingen vattendom men innefattas indirekt av VA 15/89.

Generellt kan sägas att vattendomarna medger högre vattennivåer under sommaren. Under hösten ska nivån sänkas gradvis för att vid ett givet datum nå en given vattennivå som ska hållas fram till vårfloden. Vattennivåerna tillåts dock avvika från regeringsnivåerna under speciella förhållanden, exempelvis vid risk för översvämningar, syrefattiga förhållanden eller vid mycket låg vattenföring i Fyrisån.

2.2.1 Följdverkan på klassning av vattenförekomster

Beskrivningen ovan visar att hela å- och sjösystemet är kraftigt påverkat av människans aktiviteter under minst fem århundranden, framför allt kopplat till gruvbrytningen. Sjöarna på slätten är avsänkta och de större skogssjöarna anlagda. Åar har dikats ur och nya vattenvägar har skapats.

Idag klassas alla ingående sjöar och åar i Vattholmaåns avrinningsområde, totalt tio stycken, som vattenförekomster av naturlig härkomst. I vattendirektivet finns möjligheten att förklara en vattenförekomst som kraftigt modifierad (KMV) eller som konstgjord (KV). Dessa kategorier erkänner många vattenförekomsters stora fysiska förändringar och möjliggör en samhällslig användning av vattenresurser.

En vattenförekomst kan klassas som kraftigt modifierad om vattnet har *”fått en väsentligt ändrad fysisk karaktär till följd av en mänsklig verksamhet med stor samhällsnytta”*. De flesta kraftigt modifierade vattenförekomster i Sverige är påverkade av vattenkraftsproduktion, men

även dricksvattenförsörjning, markavvattning och översvämningsskydd anges som möjliga skäl (Havs- och vattenmyndigheten, 2022; Länsstyrelserna, 2022a).

En konstgjord vattenförekomst definieras som vatten som har skapats genom mänsklig verksamhet, exempelvis kanaler och dammar som anlagts där det tidigare inte funnits vatten (Länsstyrelserna, 2022b).

Gemensamt för att en vattenförekomst ska klassas som kraftigt modifierad eller konstgjord är att insatserna för att uppnå god ekologisk status är orimliga av miljömässiga eller ekonomiska skäl. Om de hydromorfologiska förändringar som krävs för att uppnå ekologisk status kan antas på ett betydande sätt negativt påverka exempelvis *”miljön i stort, [...] rekreationsintressen, [...] verksamhet för vilken vatten lagras, verksamhet för skydd mot översvämning, markavvattning eller annan vattenreglering”* ska vattenmyndigheten förklara vattenförekomsten som konstgjord eller kraftigt modifierad (Vattenförvaltningsförordningen 2004:660, 4kap, 3§).

I Vattholmaån finns minst sex vattenförekomster för vilka klassningen som naturliga kan ifrågasättas; Stordammen, Harvikadammen, Slagsmyren-Hammardammen, Dalån, Gruvsjön samt Sundbroån. De fem förstnämnda är alla skapade genom mänskliga aktiviteter där det tidigare endast har funnits sankmark, mindre sjöar eller inga vattendrag alls. Den sistnämnda, Sundbroån, är starkt påverkad av den historiska gruvverksamheten. För dessa sex vattenförekomster kan så kallad ekologisk potential vara rimlig att ha som målbild.

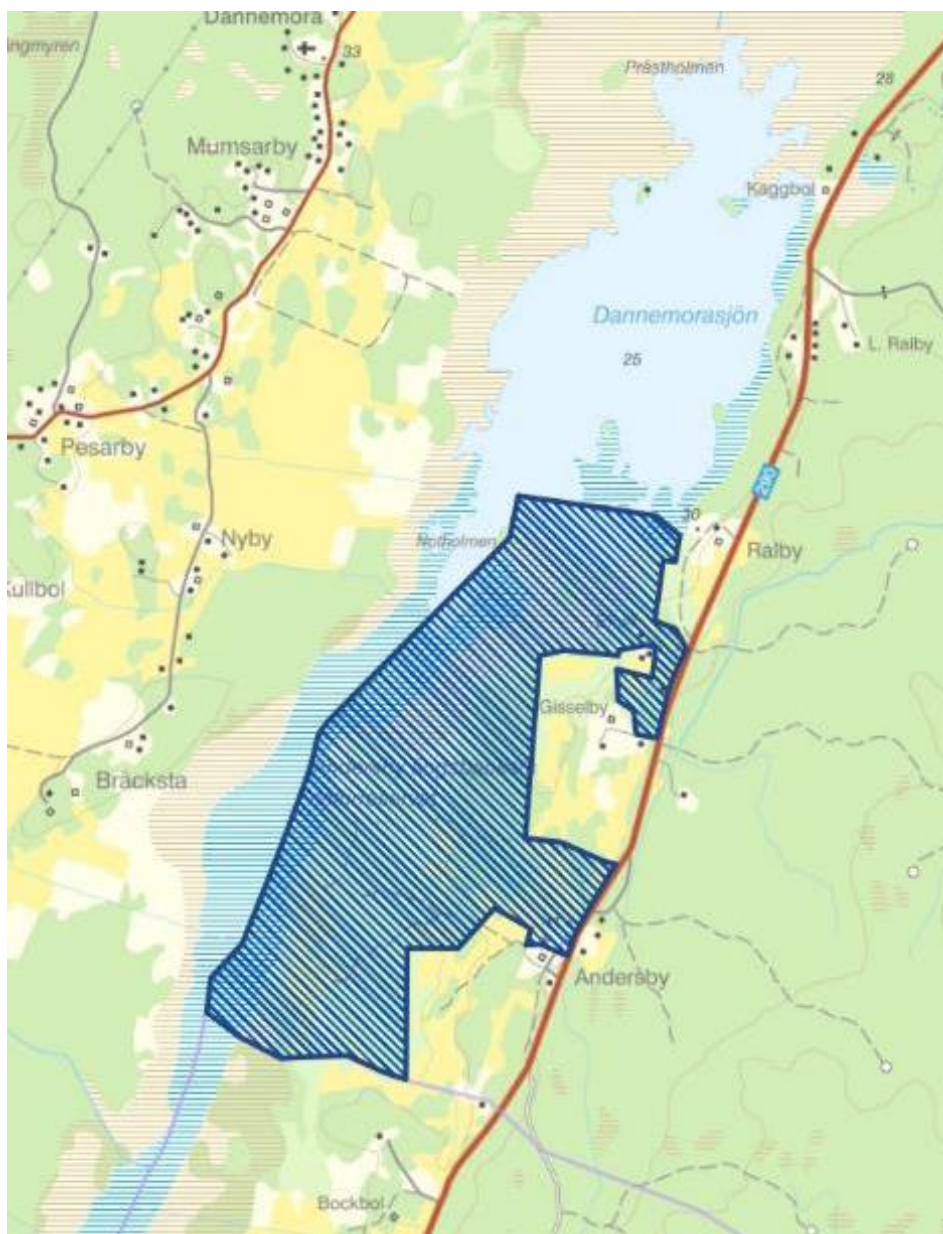
För kraftigt modifierade och konstgjorda vattenförekomster används nämligen inte ekologisk status utan istället ekologisk potential, som också klassificeras i en femgradig skala. Vid bedömningen av ekologisk potential ställs lägre krav på växt- och djurlivet. God ekologisk potential kan fastställas om *”alla åtgärder har vidtagits som har en betydande ekologisk nytta och som inte har en betydande negativ inverkan på miljön i stort eller på den verksamhet som ligger till grund för att vattenförekomsten har förklarats som konstgjord eller kraftigt modifierad”* (Länsstyrelserna, 2022c).

2.3 Natura 2000-område och naturreservat

Natura 2000 är EU:s nätverk för att skapa värdefulla naturområden i enlighet med de så kallade naturvårdsdirektiven (art- och habitatdirektivet och fågeldirektivet). Direktivens syfte är att säkerställa den biologiska mångfalden inom EU genom att motverka utrotningen av djur och växter och stävja att deras livsmiljöer förstörs (Naturvårdsverket, 2017, 2020).

Andersby ängsbackar är ett av cirka 4 000 Natura 2000-områden i Sverige där åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i området kräver ett särskilt tillstånd (Naturvårdsverket, 2017). Området är 204 hektar och innefattar strandängar längs Dannemorasjöns sydöstra delar och skogs- och jordbruksmark invid Andersby och utanför Gisselby (Figur 5). Det är främst utpekad för att Dannemorasjön är en *”naturligt näringsrik sjö”* och för trädklädd betesmark och nordlig ädellövskog (Naturvårdsverket, 2021). Området är ett så kallat *särskilt bevarandeområde* (SAC; Special Areas of Conservation) som fastställs utifrån art- och habitatdirektivet (EUR-Lex, 2020).

En bevarandeplan finns för området, där syftet beskrivs vara att bevara eller återställa gynnsamt tillstånd för de prioriterade bevarandevärdena: naturligt näringsrika sjöar, silikatgräsmarker, fuktängar, slätterängar i låglandet, taiga, nordlig ädellövskog, näringsrik granskog, trädklädd betesmark och arten citronfläckad kärrtrollslända.



Figur 5. Andersby ängsbackar Natura 2000-område och naturreservat visas i mörkblått och inkluderar Dannemorasjöns södra delar och skogs- och jordbruksmark intill (Naturvårdsverket, 2021).

2.4 Statusklassning

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning för tredje förvaltningscykeln, 2017–2021, bedöms samtliga tio vattenförekomster ha *måttlig* ekologisk status (daterat 2020-12-10 i VISS). Det huvudsakliga lokala problemet är hydromorfologisk påverkan, som beskrivs vidare nedan i avsnitt 2.4.1. Övergödning är ett problem i två av vattenförekomsterna. Övriga har inte problem med övergödning utan är istället klassade med hög status avseende näringsämnen. De tre vattenförekomsterna Dannemorasjön, diken genom Gruvsjön och Dannemora samt Fyrisån–Sundbroån har måttlig status med avseende på särskilt förorenande ämnen. I de två sistnämnda vattenförekomsterna har uppmätts förhöjda halter av zink, koppar och arsenik.

Samtliga vattenförekomster uppnår ej god kemisk status enligt Vattenmyndigheten avseende de överallt överskridande ämnena kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE).

Gränsvärdet för dessa ämnen bedöms överskridas i samtliga vattenförekomster i Sverige till följd av långväga luftburen spridning och atmosfärisk deposition. För övriga prioriterade ämnen som ingår i bedömningen för kemisk status saknas till stor del bedömningsunderlag men förhöjda halter av kadmium och kadmiumföreningar har uppmätts i de tre vattenförekomsterna Dannemorasjön, diken genom Gruvsjön och Dannemora samt Fyrisån–Sundbroån. För den sistnämnda vattenförekomsten har även förhöjda halter av antracen, fluoranten, benso(a)pyrene, och bly uppmätts.

För Slagsmyren, Harvikadammen och Stordammen är tillförlitligheten i klassningen för ekologisk status låg. För Fyrisån Vattholma–Dannemorasjön, Dalån (mellan Harvikadammen och Dannemorasjön), Fyrisån–Sundbroån är den medelhög. Den ekologiska statusen för Dannemorasjön och diken genom Gruvsjön Dannemora har klassats med hög tillförlitlighet. Bland de särskilt förorenande ämnena som medför sämre än god ekologisk status i Dannemorasjön och Fyrisån–Sundbroån är tillförlitligheten i klassningen låg, förutom för arsenik och zink, där den är medelhög.

Tillförlitligheten i klassningen av kemisk status är medelhög för samtliga tio vattenförekomster. För kadmium och kadmiumföreningar är tillförlitligheten i bedömningen medelhög eller låg och för övriga prioriterade ämnen är tillförlitligheten i bedömningen låg. Ett undantag är för bly i vattenförekomsten Fyrisån–Sundbroån där klassningen är medelmåttlig. En sammanfattning av statusklassningen för de tio vattenförekomsterna ges i Tabell 2.

Tabell 2. Sammanfattning av statusklassning för de tio vattenförekomsterna inom Vattholmaåns avrinningsområde. Källa: VISS (Länsstyrelserna m.fl., 2021).

VARO	Namn	Vatten-kategori	Status			Ekologisk status - Fysikalisk kemiskt					Kemisk status					
			Ekologisk status	Kemisk status	Kemisk status utan överallt överskridande ämnen	Näringsämnen	Särskilda förorenande ämnen	Ammoniak	Nitrat	Zink, koppar, arsenik	Prioriterade ämnen	Kadmium och kadmiumföreningar	Antracen	Fluoranten	Polyaromatiska kolväten	Bly och blyföreningar
1	Fyrisån Vattholma – Dannemorasjön	Vattendrag	M	U	-	M	G	G	G	-	U	-	-	-	-	-
2	Dalån (söder om Hammardammen)	Vattendrag	M	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-	-	-	-
3	Slagsmyren	Sjö	M	U	-	H	G	-	-	-	U	-	-	-	-	-
4	Dalån Slagsmyren – Harvikadammen	Vattendrag	M	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-	-	-	-
5	Harvikadammen	Sjö	M	U	-	H	G	-	-	-	U	-	-	-	-	-
6	Dalån (mellan Harvikadammen och Dannemorasjön)	Vattendrag	M	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-	-	-	-
7	Dannemorasjön	Sjö	M	U	U	H	M	-	-	M	U	U	-	-	-	-
8	Diken genom Gruvsjön Dannemora	Vattendrag	M	U	U	-	M	-	-	M	-	U	-	-	-	-
9	Fyrisån – Sundbroån	Vattendrag	M	U	U	M	M	-	-	M	U	U	U	U	U ²	U
10	Stordammen	Sjö	M	U	-	H	G	-	-	-	U	-	-	-	-	-

	Ekologisk status	Kemisk status
H	Hög	God
G	God	
M	Måttlig	
O	Otillfredsställande	
D/U	Dålig	Uppnår ej god, otillfredsställande
-	Ej klassad	Ej klassad

Enligt vattenmyndigheten är beslutad miljö kvalitetsnorm för samtliga ingående vattenförekomster i Vattholmaåns avrinningsområde god ekologisk status 2027 samt god kemisk status. Vattenförekomsternas återhämtning tar tid och åtgärder bör sättas in så snart som möjligt för att nå målet. Tidsfristen till 2027 motiveras med att det inte är tekniskt möjligt att uppnå tidigare, delvis på grund av kunskapsbrist. Miljö kvalitetsnorm god kemisk status gäller med undantag för bromerade difenyletrar och kvicksilver då dessa ämnen generellt överskrider gällande gränsvärden i svenska ytvatten. För detaljerad klassning av respektive vattenförekomst och ingående kvalitetsfaktorer hänvisas till VISS.

2.4.1 Hydromorfologi

De tre hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna *konnektivitet*, *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* ingår i den ekologiska statusen. *Konnektivitet* kan ses som en beskrivning av tillståndet i vattenförekomsten som möjliggör spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendrag, längs grunda vatten i sjöar men även till omkringliggande mark. Den *hydrologiska regimen* beskriver vattenflödet och vattenståndsförändringar. Det *morfologiska tillståndet* ses som den fysiska formen hos vattenförekomsten och inkluderar bland annat djup- och formförhållanden, bottensubstrat och svämplan.

Alla kvalitetsfaktorer och dess ingående parametrar relaterar till ett referensförhållande som är det tillstånd som vattenförekomsten uppvisar vid ”ingen eller mycket liten mänsklig påverkan” (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Exempelvis kan ett dämme vid utloppet av en sjö påverka statusklassningen av *konnektivitet* negativt men inte en naturligt förekommande tröskel i en å, även om den skulle begränsa spridningen av fisk och organismer i vattendraget. På samma sätt påverkar inte snabba flödesförändringar under en kraftig vårflood statusklassningen för *hydrologisk regim*. Däremot gör förändrade flöden vid hårdgörning eller markavvattning det.

Vid sammanvägning av kvalitetsfaktorernas parametrar ska parametern med sämst status vara utslagsgivande för klassificering av *konnektivitet* respektive *hydrologisk regim*. För statusbedömning av *morfologiskt tillstånd* utgör istället ett genomsnitt av ingående parametrar kvalitetsfaktorernas statusklassning.

Statusklassningen för varje enskild parameter enligt VISS färgkodning visas för de tio ingående vattenförekomsterna i Vattholmaåns avrinningsområde i Tabell 3 (vattendrag) och

Tabell 4 (sjöar). Det ska poängteras att många av de ingående parametrarna för respektive kvalitetsfaktor ej är klassade.

För de sex vattendragen har Vattenmyndigheten gjort bedömningen att alla har någon form av negativ hydromorfologisk påverkan. Samtliga av vattendragens kvalitetsfaktorer *konnektivitet* och *hydrologisk regim* som är klassade har måttlig eller sämre status. Vattendragens *morfologiska tillstånd* uppnår inte heller god status med undantag för ”Dalån Slagsmyren-Harvikadammen” som bedöms ha hög status (Tabell 3).

Även avrinningsområdets fyra sjöar har tydlig påverkad hydromorfologi. Sjöarnas status för *konnektivitet* är bedömd till måttlig för Slagsmyren, Harvikadammen och Stordammen. Dannemorasjön är ej klassad för denna kvalitetsfaktor. Dannemorasjön bedöms ha god *hydrologisk regim*, övriga sjöar har måttlig eller otillfredsställande status. Slutligen har de *morfologiska tillstånden* i sjöarna bedömts till sämre än god status (måttlig) genom expertbedömning på grund av att i princip alla sjöar i Uppsala län är påverkade av sjösänkningar eller höjningar (Länsstyrelserna m.fl., 2022). Detta trots att de parametrar som har klassats inom kvalitetsfaktorn visar på hög eller god status (Tabell 4).

Tabell 3. Sammanfattning av statusklassning för hydromorfologiska parametrar för de sex vattendrag inom Vattholmaåns avrinningsområde enligt VISS.

VARO	Namn (vattendrag)	Konnektivitet		Hydrologisk regim				Morfologiskt tillstånd							
		Upp- och nedströms	Sidled och svämplan	Specifik flödesenergi	Volymavvikelse	Avvikelse i flödets förändringstakt	Vattenståndets förändringstakt	Vattendragsfårens form	Vattendragets planform	Vattendragsfårens bottenstrukt	Död ved i vattendrag	Strukturer i vattendraget	Vattendragsfårens kanter	Vattendragets närområde	Svämplanets strukturer och funktion
1	Fyrisån Vattholma – Dannemorasjön	Dålig		Dålig				Otillfredsställande							
2	Dalån (söder om Hammardammen)	Ej klassad		Otillfredsställande				Måttlig							
4	Dalån Slagsmyren-Harvikadammen	Måttlig		Otillfredsställande				Hög							
6	Dalån (mellan Harvikadammen och Dannemorasjön)	Måttlig		Måttlig*				Måttlig							
8	Diken genom Gruv-sjön Dannemora	Dålig		Ej klassad				Måttlig							
9	Fyrisån – Sundbroån	Måttlig		Dålig				Otillfredsställande							

* Annan expertbedömning

Tabell 4. Sammanfattning av statusklassning för hydromorfologiska parametrar för de fyra sjöarna inom Vattholmaåns avrinningsområde enligt VISS.

VARO	Namn (sjöar)	Konnektivitet		Hydrolog. regim			Morfologiskt tillstånd					
		Långgående konnektivitet	Konnektivitet till närområde och svämplan	Vattenstandsvariation	Avvikelse vinter- och sommarvattenstånd	Vattenståndets förändringstakt	Förändring av sjöars planform	Bottensubstrat i sjöar	Strukturer på det grunda vattenområdet	Närområdet runt sjöar	Svämplanets strukturer och funktion	
3	Slagsmyren	Måttlig		Otillfredsställande								
5	Harvikadammen	Måttlig		Måttlig								
7	Dannemorasjön	Ej klassad		God								
10	Stordammen	Måttlig		Måttlig								

* I princip alla sjöar i Uppsala län är påverkade av sjösänkningar eller höjningar. På grund av denna påverkan har morfologiskt tillstånd satts till sämre än god status. Bedömningen är en expertbedömning med låg säkerhet. Ytterligare utredningar krävs för att säkerställa klassningen (Länsstyrelserna m.fl., 2022).

2.5 Förbättringsbehov

2.5.1 Fosfor

Förbättringsbehov avseende övergödningsparametrar beskriver mängden närsalter, i det här fallet fosfor, som behöver minska för att vattenförekomsterna ska kunna uppnå god ekologisk status. Den minskade fosformängden brukar ofta benämnas ”beting” och beskriver åtgärdsbehovet. Naturvatten i Roslagen AB (Naturvatten AB, 2020) har tagit fram fosforbudgetar och beräknat beting för att vattenförekomsterna ska ges möjlighet att uppnå god ekologisk status. De beräknade fosforbetingen för utredningens vattenförekomster finns sammanställda i Tabell 1, avsnitt 2.1. För detaljerad metodbeskrivning för framräknande av beting hänvisas till Naturvattens rapport (2020). I de fall det varit möjligt har totalt beting samt lokalt beting för vattenförekomsterna tagits fram. Det totala betinget beskriver hur mycket mängden tillförd fosfor behöver minska, beräknat utifrån mätdata för vattenförekomsten, det vill säga det ackumulerade betinget eller förbättringsbehovet. Det lokala betinget är det beting som kvarstår efter att god status för fosfor uppnåtts i uppströms belägna vattenförekomster. Då endast vattenförekomsten Fyrisån Vattholma – Dannemorasjön (VARO 1) beräknas ha ett beting för fosfor uppgår det totala betinget för alla vattenförekomster inom utredningsområdet till 30 kg P/år (Figur 6). För vattenförekomster där relevant mätdata saknats för bedömning av beting har det lägsta åtgärdsutrymmet som indikerats av modellberäkningarna använts enligt beskriven metodik (Naturvatten AB, 2020). Detta berör sex av de nio vattenförekomsterna vilket resulterar i ett nollbeting, se Tabell 1. Trots avsaknaden av beting har dessa avrinningsområden analyserats för möjliga åtgärdsplatser som skulle kunna minska fosforbelastningen på aktuell vattenförekomst, samt bidra till uppfyllelsen av det totala betinget och ge positiva effekter på nedströms belägna vatten i den tredje förvaltningscykeln (2017–

2021) i VISS finns sedan årsskiftet 2021/2022 nya formulerade förbättringsbehov för Sveriges vattenförekomster. För vattenförekomsten Fyrisån Vattholma-Dannemorasjön beräknas betinget till 150 kg fosfor per år (Tabell 5) i stället för de 30 kg fosfor per år som beräknades av Naturvatten (Naturvatten AB, 2020). Vattenförekomsterna Dannemorasjön och Sundbroån har fått nya fosforbeting på 77 respektive 200 kg fosfor per år (Tabell 5). Enligt Naturvattens beräkning är betingen för dessa vattenförekomster noll. Jämfört med det av Naturvatten beräknade åtgärdsutrymmet verkar de nya betingen i VISS orimligt höga. Åtgärdsutrymmet som Naturvatten har beräknat i samband med det lokala åtgärdsprogrammet för Fyrisåns huvudfåra definieras som skillnaden mellan den faktiska fosforbelastningen och den teoretiska fosforbelastningen som tillhör gränsen för betydande påverkan (övergång från god till måttlig status). Den gränsen går vid tillförsel som motsvarar det som anses vara den dubbla bakgrundsbelastningen (bakgrundsbelastningen motsvarar tillförsel från naturmark utan mänsklig påverkan).

För Fyrisån Vattholma-Dannemorasjön och Sundbroån överstiger de nya betingen åtgärdsutrymmet (Tabell 5), vilket i klartext betyder att dessa inte går att uppnå även om all mänsklig aktivitet i avrinningsområden upphör. För Dannemorasjön motsvarar det nya betinget 82 % av åtgärdsutrymmet vilket innebär att även uppfyllande av detta beting är mycket svårt. Åtgärder för avskiljning av fosfor från jordbruket baseras till stora delar på sedimentation vilket innebär att den högsta möjliga avskiljningen ligger i häraden kring 50 % eftersom ungefär hälften av fosfor föreligger i löst form.

För avrinningsområden där betinget överstiger eller är i nivå med åtgärdsutrymmet föreslår vi i framtida LÅP arbete att leta åtgärder som motsvarar halva åtgärdsutrymmet som en rimlig kompromiss. Då de nya betingen i VISS kom först i slutskedet av arbetet med denna utredning används Naturvattens ursprungliga beting som förutsättning i denna rapport.

Tabell 5. De av Naturvatten i Roslagen beräknade fosforbetingen, de nya betingen enligt den tredje förvaltningscykeln (2017–2021) i VISS och åtgärdsutrymme som beräknas finnas i vattenförekomsternas avrinningsområde samt andel antropogen fosfor i den totala tillförseln till recipienterna.

VARO	Namn	P-beting Naturvatten (kg)	P-beting VISS III (kg)	Åtgärds- utrymme (kg)	Andel antropogen P (%)
1	Fyrisån Vattholma - Dannemorasjön	30	150	139	50–70
2	Dalån (söder om Hamnardammen)	-	-	0	<30
3	Slagsmyren	-	-	0	<30
4	Dalån Slagsmyren- Harvikadammen	-	-	0	<30
5	Harvikadammen	-	-	0	<30
6	Dalån (mellan Harvikadammen och	-	-	0	50–70
7	Dannemorasjön	-	77	94	50–70
8	Diken genom Gruvsjön Dannemora	-	-	2	50–70
9	Fyrisån - Sundbroån	-	200	193	50–70
10	Stordammen	-	-	0	<30
Summa		30	427	428	

2.5.2 Hydromorfologi

Statusklassning av hydromorfologiska kvalitetsfaktorer och dess parametrar sammanställs i avsnitt 2.4.1. Vid klassning av ekologisk status är de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna underordnade de andra kvalitetsfaktorerna. Först om biologiska kvalitetsfaktorer visar minst god status och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer visar på hög status ska hydromorfologiska kvalitetsfaktorer bli utslagsgivande för vattenförekomstens ekologiska status. Det bör dock understrykas att goda hydromorfologiska betingelser ofta är en nödvändig förutsättning för att uppnå god status för de biologiska kvalitetsfaktorerna. En mer naturlig hydromorfologi ger nödvändiga habitat och förutsättningar för fisk och andra vattenlevande djur.

För de hydromorfologiska parametrar Tabell 3 och Tabell 4 som har en klassning och tillräckliga underlag har det åtgärdsbehov beräknats som krävs för att dessa parametrar ska uppnå god status. Det totala åtgärdsbehovet för alla tio vattenförekomster presenteras nedan. Notera att flertalet parametrar ej är klassade.

För att uppnå god status för följande parametrar krävs att:

- ✓ *Konnektivitet: upp- och nedströms:* Alla artificiella vandringshinder i avrinningsområdet åtgärdas, totalt tio stycken (se avsnitt 6.2) så att minst 75 % av alla vandringsbenägna fiskarter enligt referensförhållandet kan passera
- ✓ *Specifik flödesenergi:* 29 av vattendragens totalt 43 kilometer utgår från markavvattningsföretag eller upphör vara tydligt rätat
- ✓ *Vattendragsfårans form och vattendragsfårans kanter:* 30 av vattendragens totalt 43 kilometer ej påverkas genom grävning, rensning eller markavvattning
- ✓ *Vattendragets närområde:* Närområdet (definierat som inom 30 meter från vattendraget) för 1 av vattendragens 43 kilometer ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark*
- ✓ *Svämplanets strukturer och funktion:* Svämplanet för 2 av vattendragens 43 kilometer ska upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark*

* Som brukad mark räknas kalhyggen, aktivt brukad åkermark och fruktodling (men inte bete och slåttervall). Som anlagda ytor räknas hårdgjorda ytor i samband med exploateringar av olika slag, t.ex. bebyggelse, hus, väg eller järnväg.

Dessutom finns ett antal klassade parametrar där åtgärdsbehov inte har beräknats då data mellan Vattenwebb (SMHI och Havs- och vattenmyndigheten, 2022a) och VISS (Länsstyrelserna m.fl., 2022) delvis är motstridiga:

För vattendrag:

- ✓ *Volymavvikelse*
- ✓ *Avvikelse i flödets förändringstakt*

För sjöar:

- ✓ *Vattenståndsvariation*
- ✓ *Avvikelse i vinter- och sommarvattenstånd*
- ✓ *Vattenståndets förändringstakt*

Förbättringsbehovet för hydromorfologin är stort och åtgärdsbehoven går i många fall emot andra samhällsintressen. En avgränsning för hydromorfologin har därför gjorts inom detta uppdrag, vilket beskrivs i avsnitt 4.3.1.

2.5.3 Särskild förorenande ämnen (SFÄ) och prioriterade ämnen

För några av vattenförekomsterna i denna utredning finns inga påverkanskällor för särskilda förorenande- och prioriterade ämnen angivna i VISS och därmed heller inte ett beting. För vattenförekomster där VISS anger påverkanskällor saknas det dock pålitligt underlag för

bedömning av beting (Naturvatten AB, 2020). Bedömningen för de enskilda vattenförekomsterna redovisas i Tabell 6 nedan. Inga beting för särskilda förorenande- och prioriterade ämnen har således tagits fram för vattenförekomsterna. Däremot får halterna av bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver, ämnen som i Sverige generellt överskrider miljökvalitetsnormerna, inte öka. I Dannemorasjön och Sundbroån bör även halterna av arsenik, koppar, kadmium och zink minska. I Sundbroån bör därutöver även halterna av antracen, fluoranten och benso(a)pyren minska.

Tabell 6. Förbättringsbehov för miljögifter inklusive särskild förorenande ämnen (SFÄ) och prioriterade ämnen enligt Naturvatten i Roslagens bedömning (Naturvatten AB, 2020).

VARO	Namn	Bedömning	Ämnen som inte får öka	Ämnen som bör minska
1	Fyrisån Vattholma – Dannemorasjön	Underlag saknas för bedömning	PBDE, Hg	
2	Dalån (söder om Hammardammen)	Underlag saknas för bedömning	PBDE, Hg	
3	Slagsmyren	Underlag saknas för bedömning	PBDE, Hg	
4	Dalån Slagsmyren – Harvikadammen	-		
5	Harvikadammen	-		
6	Dalån (mellan Harvikadammen och Dannemorasjön)	-		
7	Dannemorasjön	Underlag saknas för bedömning	PBDE, Hg	As, Cu, Zn, Cd
8	Diken genom Gruvsjön Dannemora	Underlag saknas för bedömning	PBDE, Hg	
9	Fyrisån – Sundbroån	-	PBDE, Hg	As, Cu, Zn, Cd, antracen, fluoranten, benso(a)pyren
10	Stordammen	-		

3 Underlag

Vattenförekomsternas beräknade beting för fosfor som används som underlag i denna utredning kommer från rapporten *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1-Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder* och där till tillhörande bilagor av Naturvatten AB (2020). Övrigt underlagsmaterial för utredningen har bestått av flertalet olika källor som presenteras i detalj nedan.

3.1 Underlag punktkällor

3.1.1 För fosfor

För beräkning av fosfortillförsel från punktkällor till Vattholmaån med tillflöden, har underlag om enskilda avlopp, hästgårdar, reningsverk och andra punktkällor använts. Framförallt har följande underlag använts:

- Miljörapporter för Österbybruk reningsverk för åren 2017–2020.
- Dokumentation av utsläppskontroller från Skyttorp reningsverk och Vattholma reningsverk för perioden 2016–2020.
- Uppgifter om enskilda avlopp (status, lokalisering med mera) från Miljöförvaltningen i Uppsala kommun och miljökontoren i Östhammars och Tierps kommuner.
- Schablonsiffror för föroreningsbelastning från Havs- och vattenmyndighetens allmänna råd (HVMFS 2016:17) om små avloppsanläggningar för hushållsspillvatten.
- Ortofoton och allmänt tillgängliga kartor, hemsidor och annat underlag för identifiering av hästgårdar.
- Länsstyrelsens register över potentiellt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

3.1.2 För SFÄ och prioriterade ämnen

- Länsstyrelsens register över potentiellt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

För fakta om påverkan från Dannemora gruva och föroreningar i Dannemorasjön har bl.a. följande underlag använts:

- Dannemora Mineral AB miljörapporter för perioden 2011–2014.
- Geosigma. Miljöteknisk undersökning inom delar av Dannemora gruvområde.
- Engdahl miljöteknik. Miljöteknisk undersökning och utredning. Sandmagasinet inom fastigheten Films-Österby 3:39 i Dannemora.

3.2 Underlag diffusa källor

Vid beräkning av tillförsel av fosfor till de tio recipienterna har olika GIS-underlag bearbetats och använts för att representera avrinningsområdenas olika markanvändningstyper. Underlag som används i utredningen för beräkning av fosfortillförsel från diffusa källor är:

- SMHI:s avrinningsområden (VARO 2016) för respektive vattenförekomst.

- Dagvattenverksamhetsområden och dagvattenledningsnät för tätorterna Österbybruk, Dannemora, Skyttorp och Vattholma från Gästrikre Vatten och Uppsala Vatten.
- Markhöjddmodell GDS-Höjddata, grid 2+ © Lantmäteriet via geodatasamverkan.
- Årsmedeldygnstrafik (ÅDT) från nationell vägdatabas (Trafikverket, 2021).
- Jordbruksverkets jordbruksblock för år 2020, inkluderande stödberättigade våtmarker (Jordbruksverket, 2020).
- Jordartskarta, raster 25x25m, representerande egenskaper i åkermarkens matjord (Jordbruksverket, 2015a).
- Våtmarksdatabasen för identifiering av anlagda våtmarker (SMHI, 2020a).
- Lantmäteriets GSD-vägkarta i vektorformat (daterad 2020-05-28). Heltäckande GIS-lager för markanvändning my_riks användes för skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor medan lager vl_riks användes för större vägar inom området (Lantmäteriet, 2020).
- SMED rapport Nr 5 år 2019, *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark* (Johnsson m.fl., 2019).
- Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 med typhalter (mg/l) för läckage från skogsmark, sankmark och öppen mark (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b).
- Specifik avrinning (mm/år) inom SMHI:s delavrinningsområden för perioden 1981-2010 (medelvärde) (SMHI, 2020b).
- Atmosfärisk fosfordeposition (kg/km²) på vattenytor inom avrinningsområdena (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018).
- Nationell jordartskartering i jordbruksmarker (Jordbruksverket, 2015a)
- Snödeponier Östhammars kommun (Östhammars kommun, 2022)

3.3 Underlag hydromorfologi

Både GIS-underlag och annat tryckt material har använts för att kartera och utreda potentiella åtgärdsplatser för förbättrad hydromorfologisk status. De främsta källorna inkluderar bland andra:

- Länsstyrelsernas Biotopkarteringsdatabas (2018) med data om vandringshinder.
- SMHI:s dammregister (2013) med geografisk och hydrologisk information om dammar.
- Historiska kartor; häradsekonomiska kartan 1859-1863 och 1901-1906, ekonomiska kartan 1952 och 1978 från Lantmäteriet (2022).
- Damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
- SMHI:s register över sänkta och torrlagda sjöar (1995).
- Svenskt elfiskeregister (SERS) och Nationellt Register över Sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2021a, 2021b)
- Vattendomar inhämtade från Östhammars kommun.
- Rapporter av särskild betydelse för utredningsarbetet innefattar *Vatten i Uppsala län 1997* (Brunberg och Blomqvist, 1998), *Fria vandringsvägar i Mälar- och*

Hjälmarmynnade vattendrag (Länsstyrelserna, 2009), *Fysisk restaurering av akvatiska miljöer - Vattendrag och sjöar med kantzon och våtmarker* (Degerman och Näslund, 2021) samt opublicerat material av Ingemar Lager, framtaget för studiecirkel i Sveriges Pensionärsförbund (SPF) Rospiggens sektion i Österbybruk (Lager, 2002, 2003, 2005).

- Intervjuer och samtal med representanter för Vattenrådet Fyris Östra källor (2022).

4 Metod

Den övergripande metodiken för arbetet med åtgärdsförslag har bestått i att:

- Analysera data om enskilda avlopp i avrinningsområdet erhållna från miljöförvaltningen, se avsnitt 4 och 5.1.1.
- Studera data på utsläpp från avloppsreningsverk samt bräddningar från avloppledningsnätet, se avsnitt 5.1.2.
- Studera förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, se avsnitt 4 och 5.1.2.
- Beräkna diffus fosfortillförsel från jordbruksmark utifrån underlagsmaterial från Jordbruksverket och SMED, se avsnitt 4.2.1.
- Kartering av urban markanvändning och modellering av fosfortillförsel via dagvatten från tätorter med modellverktyget Stormtac, se avsnitt 4.2.2.
- Bedöma utsläpp/läckage av särskilt förorenande ämnen och prioriterade ämnen utifrån tillgängliga underlag. Se 5.1.4, 7.1 och 7.2
- Undersöka identifierade och potentiella vandringshinder för fisk, se avsnitt 6.2, 6.3 och 6.4.
- Beräkna förbättringspotential för enskilda avlopp och hästgårdar, se avsnitt 5.1 och 8.2.
- Identifiera strategiska platser och föreslå åtgärder för minskad tillförsel av fosfor från avloppsreningsverk, jordbruksmark och tätortsbebyggelse genom kartanalys och fältbesök och sedan beräkna avskiljningspotential, se avsnitt 8.2.2 och 8.3 samt Bilaga 1.
- Prioritetsordna åtgärder för minskad tillförsel av fosfor utifrån beting, kostnadseffektivitet, avskiljningspotential och genomförbarhet, se avsnitt 8 och Bilaga 1.
- Beskriva platsspecifika åtgärdsförslag för minskad tillförsel av fosfor, se Bilaga 1.
- Diskutera åtgärdsalternativ för särskilt förorenande ämnen och prioriterade ämnen.
- Föreslå åtgärder för fri passage vid identifierade vandringshinder, se avsnitt 8.4.2 och Bilaga 2.
- Beskriva och prioritetsordna åtgärder för vandringshinder utifrån åtgärdsbehov och genomförbarhet, se avsnitt 9.3 och Bilaga 2.

4.1 Metod för beräknad tillförsel från punktkällor

Punktkällorna inkluderar enskilda avlopp, reningsverk, hästhållning samt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter. Uppgifter om enskilda avlopp har erhållits från Miljöförvaltningen i Uppsala och miljökontoren i Östhammar och Tierp. I avsnitt 4.1.1 beskrivs vilka antaganden som gjorts och hur tillförseln av fosfor från enskilda avlopp har beräknats. Uppgifter om utsläpp från reningsverk har inhämtats från miljörapporter och utsläppskontroller. Förekomst, lokalisering och bestämning av storlek på hästgårdar har gjorts genom studier av ortofoton samt genom besök i området, och detta beskrivs i avsnitt 4.1.2. För bedömning av fosforbelastning från övriga punktkällor har utgått från Länsstyrelsens register över potentiella och konstaterade förorenade områden samt tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

4.1.1 Enskilda avlopp

Belastningsberäkning

Beräkningar av utsläpp av fosfor från hushåll med enskilda avloppsanläggningar till Vattholmaån har gjorts utifrån typ av avloppsanläggning, närvarograd och avstånd till recipient. För beräkningarna har schablonvärden använts.

Inkommande mängder fosfor till avloppsanläggningarna har beräknats utifrån de schablonsiffror för innehåll i avloppsvatten som anges i de allmänna råden för små avloppsanläggningar (Havs- och vattenmyndigheten, 2016a) och av SMED (SMED, 2011). Eftersom de flesta människor tillbringar viss tid av dagen utanför hemmet, t.ex. då de arbetar, har hemmavaron antagits vara 65 % för permanentboende. Antalet boende i varje fastighet har antagits vara 2,4 personer utifrån SCB:s nationella statistik. För fritidshus har en närvarograd på 49 % för en person räknats fram utifrån SMED:s antagande om 180 persondagar (personer x dagar) per år för fritidshus. Detta motsvarar en närvarograd på 21 % per person om det istället är 2,4 personer som nyttjar fritidshuset. Schablonsiffror för beräkning av inkommande belastning anges i Tabell 7.

Tabell 7. Schablonsiffror som använts för beräkningar av inkommande fosforbelastning till enskilda avloppsanläggningar.

	Permanentboende	Fritidsboende
Specifik P-belastning WC+BDT (g/pers. dygn)	1,7	1,7
Specifik P-belastning BDT (g/pers. dygn)	0,15	0,15
Närvarograd (%)	65	49*
Antal personer/hushåll	2,4	1,0
Mängd till reningsanläggning (kg P/hushåll och år)	0,97	0,31

*beräknat utifrån 180 persondagar per år med 100 % hemmavaro

För beräkning av fosforreduktion i olika typer av avloppsanläggningar har schablonsiffror enligt Tabell 8 använts.

Tabell 8. Reduktion av fosfor i olika avloppsanläggningar för enskilda avlopp. Avskiljning i procent av inkommande belastning (Svenska Miljö Emissions Data, 2011).

Anläggningstyp	Reduktion i anläggning (%)
WC+BDT	
A Enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande	15
B Infiltration/markbädd	50
C Minireningsverk	80
E Markbädd med fosforfälla	80
F Sluten tank för WC + infiltration/markbädd för BDT	95
BDT	
G Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	90
H Torrtoalett och BDT-rening	95
Övrigt	
I Ej indraget vatten	100

Status på anläggningar

I underlagsmaterialet från Uppsala kommun finns en mängd förkortningar och noteringar om vilken typ av anläggning finns på fastigheter. Utifrån informationen i underlaget kategoriserades anläggningarna in i någon av de åtta anläggningstyperna i Tabell 8. Kategoriseringen har skett per hushåll och följande antaganden har gjorts:

- Markbädd, infiltration och minireningsverk har antagits ta emot både BDT- och WC-avlopp, om inget annat anges.
- Anläggningar för WC, BDT eller WC och BDT som är noterade med ”förbud” har antagits kategori A (enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande).
- Torra system för fritidsboende och andra icke-permanenta boenden som är noterade med ”ej klassad” utan information om BDT-hantering har antagits tillhöra kategori G (Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening).
- Torra komposterande system utan information om BDT-hantering, oberoende av bostadstyp, har antagits tillhöra kategori G.
- Hushåll utan indraget vatten har antagits inte heller ha något avlopp.

För den del av avrinningsområdet som ligger i Östhammars kommun har separat underlag erhållits för enskilda avloppsanläggningar. De antaganden som gjorts för anläggningarna i Uppsala kommun gäller även för anläggningarna i Östhammars kommun. Samtliga anläggningar kategoriserades enligt Tabell 8.

Vad gäller den del av Vattholmaåns avrinningsområde som tillhör Tierps kommun så finns ingen information att tillgå i Tierp kommuns register för enskilda avlopp, men två stycken aktuella fastigheter med bostadshus finns¹. Dessa har antagits tillhöra kategori A.

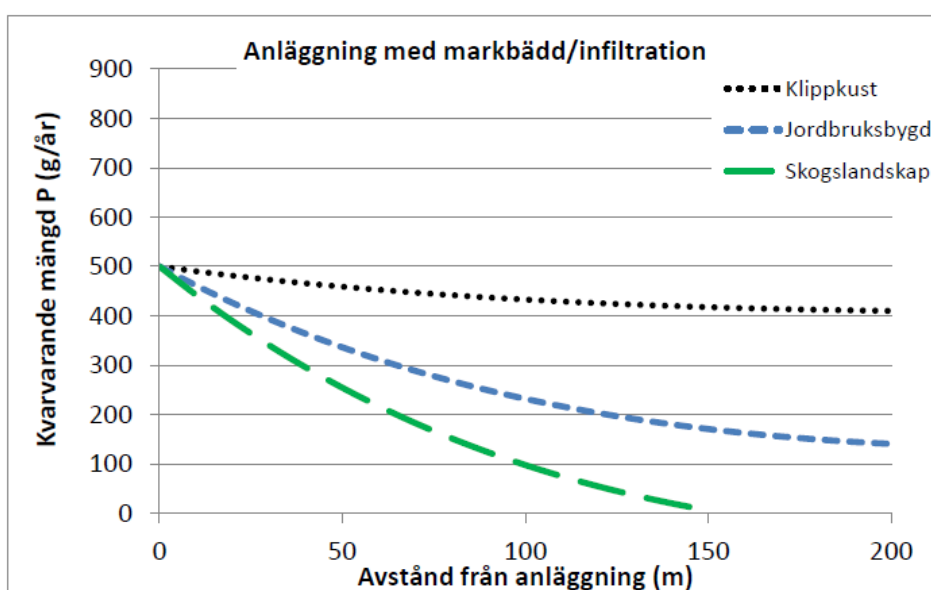
Retention

Behandlat vatten från en enskild avloppsanläggning tas ofta emot av omgivande mark. I marken sker ytterligare avskiljande processer som kvarhåller fosfor, så kallad retention. Retentionen kan vara betydande och reducerar då risken för påverkan på yt- och grundvatten. Beräkningarna har utförts så att retentionen i marken beror av avstånd till Vattholmaån, liksom till Vattholmaåns anslutande biflöden och större jordbruksdiken. Antagen retention är baserad på en rapport om markretention för enskilda avlopp och beskrivs i Tabell 9 och Figur 7 (Ridderstolpe m.fl., 2017). Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten och baseras på en omfattande litteraturgenomgång. Ytterligare ett antagande som gjorts är att alla enskilda avlopp i avrinningsområdet för Vattholmaån ligger i ”jordbruksbygd”, vilket motsvarar medelhög retention.

¹ Wiltrud Neumann, Miljö- och hälsoskyddsinspektör, Tierps kommun, e-mail 2021-10-13

Tabell 9. Retention (kg P/år) i olika landskapstyper och vid olika avståndintervall till närmaste sjö, vattendrag, anslutande biflöde eller jordbruksdike. Baserad på en omfattande litteraturgenomgång (Ridderstolpe m.fl., 2017).

Avstånd till recipient (m)	Retention (kg P/hushåll och år)		
	Klippkust	Jordbruksbygd	Skogslandskap
0-20	0	0,05	0,05
20-100	0,05	0,20	0,3
>100	0,08	0,25	0,4



Figur 7. Kvarvarande mängd fosfor i avloppsvattnet efter utsläpp till mark från ett hushåll med markbaserad anläggning. Baserad på litteraturgenomgång (Ridderstolpe m.fl., 2017).

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Vattholmaån

Den utsläppta mängden fosfor per hushåll har beräknats enligt följande:

*Mängd fosfor [kg/år] = Belastning per hushåll och år * antal hushåll * (1 - reduktion i anläggningen - retention i mark)*

4.1.2 Hästgårdar

Inventeringsmetod

Det finns inget heltäckande register över hästgårdar, antal hästar eller var hästar finns, vare sig nationellt eller regionalt. Det beror bland annat på att den person som är registrerad ägare till hästen ofta bor på en annan plats än där hästen finns.

Hästgårdar har lokaliserats genom sökningar på internet och via ortofoto över avrinningsområdet för Vattholmaån genom att identifiera fastigheter med ridbanor, hästransporter och gödselplattor. Uppföljande fältbesök har gjorts till en tredjedel av gårdarna för att bekräfta gjorda iakttagelser. Antal hästar per gård har uppskattats utifrån uppgifter på hemsidor, storlek på stall och rastgårdar, antal hästransporter och räknade hästar på plats.

Beräkningar

Utifrån ett antal antaganden har beräkningar gjorts för mängd producerad fosfor i hästgödsel, fördelning mellan stall, rastfällor/bete nära stallet respektive sommarbete, samt hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Vattholmaån årligen.

I beräkningarna har vi utgått från följande:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005)
- Varje hästs träck och urin innehåller 8,9 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder, mineraler och strömedel (Jordbruksverket)
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras på gödselplatta eller i container. Av den gödseln läcker 3 % till Vattholmaån (egen bedömning)
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (höst, vinter, vår).
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning).
- Fosforläckage till Vattholmaån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 25 %.
- 90 dagars sommarbete som inte mockas, och där ingen tillskottsutfodring sker.
- Om sommarhagarna är stora, antalet hästar inte är för högt och ingen tillskottsutfodring sker så har det antagits att det är balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

Vid beräkning av möjlig minskning av fosforbelastningen från hästgårdar till Vattholmaån har vi utgått från ovanstående antaganden, men gjort vissa förändringar. Detta beskrivs i avsnitt 8.2.3.



Figur 8. Under vintern när allt är fruset är det svårt att mocka i hagarna.

4.1.3 Dannemora gruva

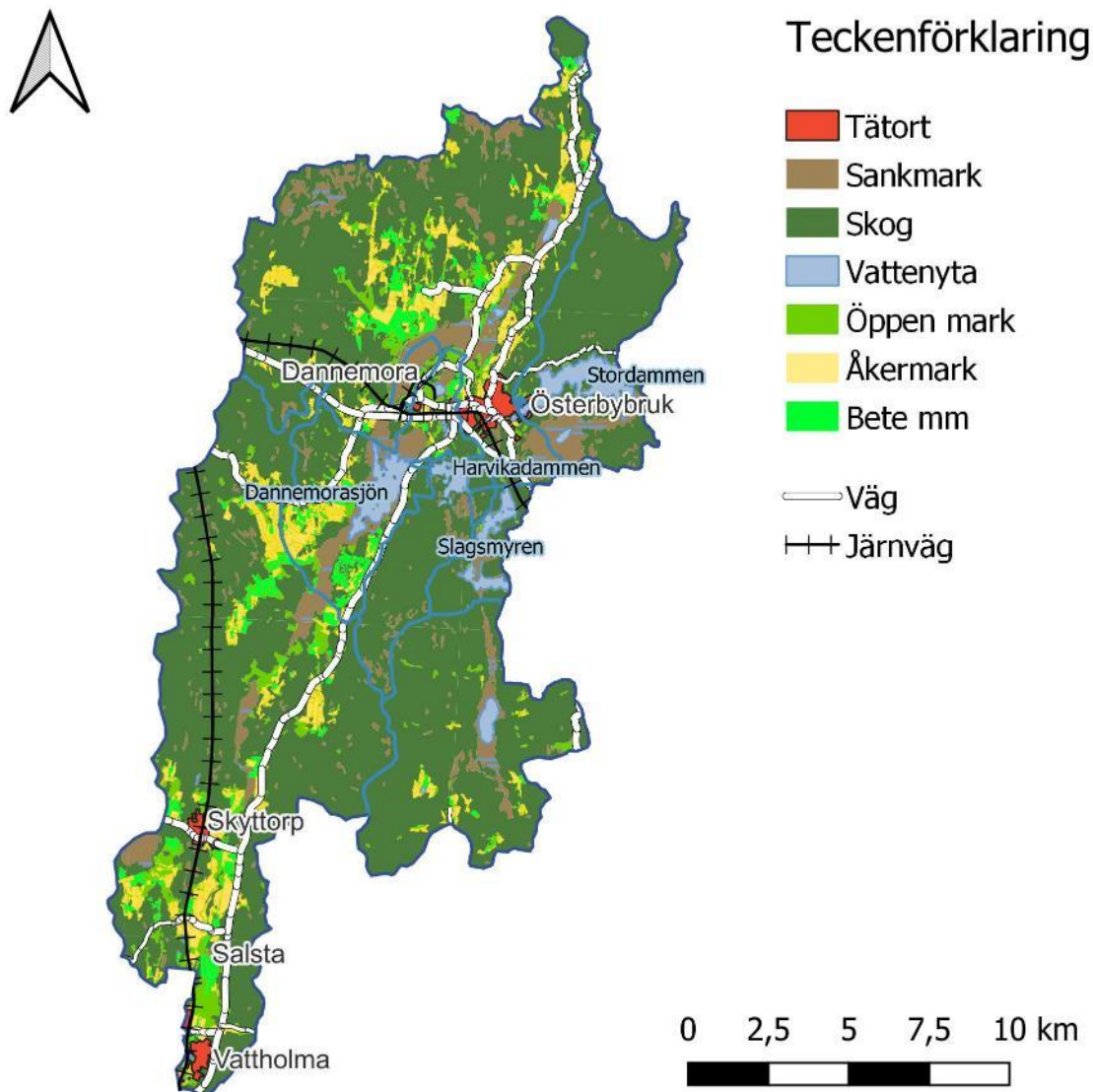
För sammanställningen om föroreningar från Dannemora gruva har en litteraturgenomgång gjorts av det material i form av miljörapporter, tidigare undersökningar etcetera som tillhandahållits av beställaren.

4.2 Metod för beräknad tillförsel från diffusa källor

Vid beräkning av teoretisk fosfortillförsel från land till recipient sammanställdes tillgängligt GIS-underlag för olika typer av markanvändning inom området. Den diffusa näringstillförseln från land är beroende av flertalet faktorer och lokala förutsättningar. Markanvändning, topografi, markens läckagekoefficient, jordart och fosforhalter i marken samt klimatfaktorer är några av de styrande faktorerna för transporten av näringsämnen. Vid bearbetning av överlappande GIS-underlag prioriterades marktyper enligt följande prioritetsordning: verksamhetsområde för dagvatten, Jordbruksverkets jordbruksblock följt av markskikt från GSD-väggkartan (skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor). I Österbybruk uppskattades ett område för dagvatten enligt nästa stycke. I öppen mark ingår generellt obrukade grönytor, vägkanter, tomter och gårdar i glesbygd.

Då gränsen för verksamhetsområde för dagvatten för Österbybruk inte varit tillgänglig i GIS-format har ett område för dagvattenberäkningar tagits fram genom markkartering av tätorten. Detta område inkluderar underlagen för avrinningsområden i Östhammars kommun och tätorten i Vägkartan. Därefter har en viss handpåläggning gjorts för att även inkludera övriga villafastigheter i Österbybruk enligt Googles satellitbilder. Detta område, tillsammans med verksamhetsområdena för dagvatten inom Vattholma och Skyttorp, kallas härnäst tätort i figurer och text.

Bearbetningen resulterade i markanvändningen som ses i Figur 9.



Figur 9. Karterad markanvändning i Vättholmaåns avrinningsområde. Kartan har sammanfogats enligt beskrivningen ovan. Vägar och järnvägar visas i orienterande syfte.

Den diffusa fosfortillförseln redovisas i denna utredning fördelat på jordbruksmark, skogsmark, sankmark, öppen mark och dagvatten (tätort). Utöver detta redovisas även mängden atmosfärisk fosfordeposition på vattenytor inom avrinningsområdet. Bruttobelastning beräknades för de diffusa källorna, det vill säga den teoretiska näringsbelastningen som tillrinner respektive VARO årligen. Den näringsreduktion som befintliga åtgärder bidrar med inom respektive VARO dras sedan ifrån bruttobelastningen så att en nettobelastning erhålls, vilken redovisas i avsnitt 5.4. Befintliga åtgärder inkluderade två stödberättigade våtmarker inom jordbruksmark.

4.2.1 Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark

Jordbruksblocken för år 2021 innehåller den stödberättigande jordbruksmarken enligt EU:s definition med indelning av ägoslag: ”åker”, ”åkermark med långliggande vall” alternativt ”åkermark med permanenta grödor”, ”betesmark” och till mindre andel definierat som ”okänt” och stödberättigade ”våtmarker”. Vid beräkning av fosfortillförsel från dessa områden grupperades ägoslagen ”betesmark”, ”åkermark med långliggande vall”, ”åkermark med permanenta grödor” och kategorin ”okänt” till en enda kategori som i beräkningar har hanterats som betesmark. Fortsättningsvis benämns denna kategori som ”bete/övrig åkermark” i denna

rapport. Marken i denna kategori bedöms som mindre produktiv jordbruksmark med lägre läckagekoefficient. Mark tillhörande kategorin åker bedöms som mer produktiv åkermark och räknas därmed separat och benämns fortsättningsvis som ”åker”.

I SMED:s arbete med beräkning av den svenska åkermarkens näringsförluster till omgivande hav som används vid rapportering till HELCOM:s PLC7 (Pollution Load Compilation) har noggranna beräkningsmodeller tagits fram (Johnsson m.fl., 2019). I denna utredning har SMED:s framtagna läckagekoefficienter för aktuell region (region 6, Mälars- & Hjälmarsbygden) används vid beräkning av jordbruksmarkens (”åkermark” samt ”bete/övrig mark”) årliga tillförsel av fosfor. Modellerna bygger bland annat på klimatdata, fosforhalter i marken, jordartsförhållande (förutom organiska jordar), markens lutning samt grödor som odlas (Johnsson m.fl., 2019). Modellens resultat är förväntade normalläckage för olika grödor, jordarter och regioner inom Sverige.

Flertalet faktorer som påverkar fosforläckage från jordbruksmark ändras med åren, bland annat nederbörd, avrinning, temperatur och val av odling. Förutom nederbörd och avrinningsförhållanden inom jordbruksmarken har jordartens egenskaper stor betydelse för fosforläckage. Områden med lerjordar, som ger upphov till makroporer i markprofilen och områden med hög erosionskänslighet har generellt högre fosforläckage. Vid beräkning av fosforförlust för ”åker” och ”bete/övrig åkermark” användes markens jordartsfördelning (Jordbruksverket, 2015a) och tillhörande läckagekoefficient (Johnsson m.fl., 2019). Jordarterna integrerades i jordbruksblocken genom att plocka den centrala jordarten i varje block genom en ”zonal” operation i QGIS. För fosforläckage från ”åker” användes därefter jordartens genomsnittliga läckagekoefficient och för ”bete/övrig mark” användes läckagekoefficient för vall. Underlag kring fosforläckage relaterat till olika grödor har inte använts i denna utredning och anses inte vara relevant då val av grödor kan förändras snabbt över tid.

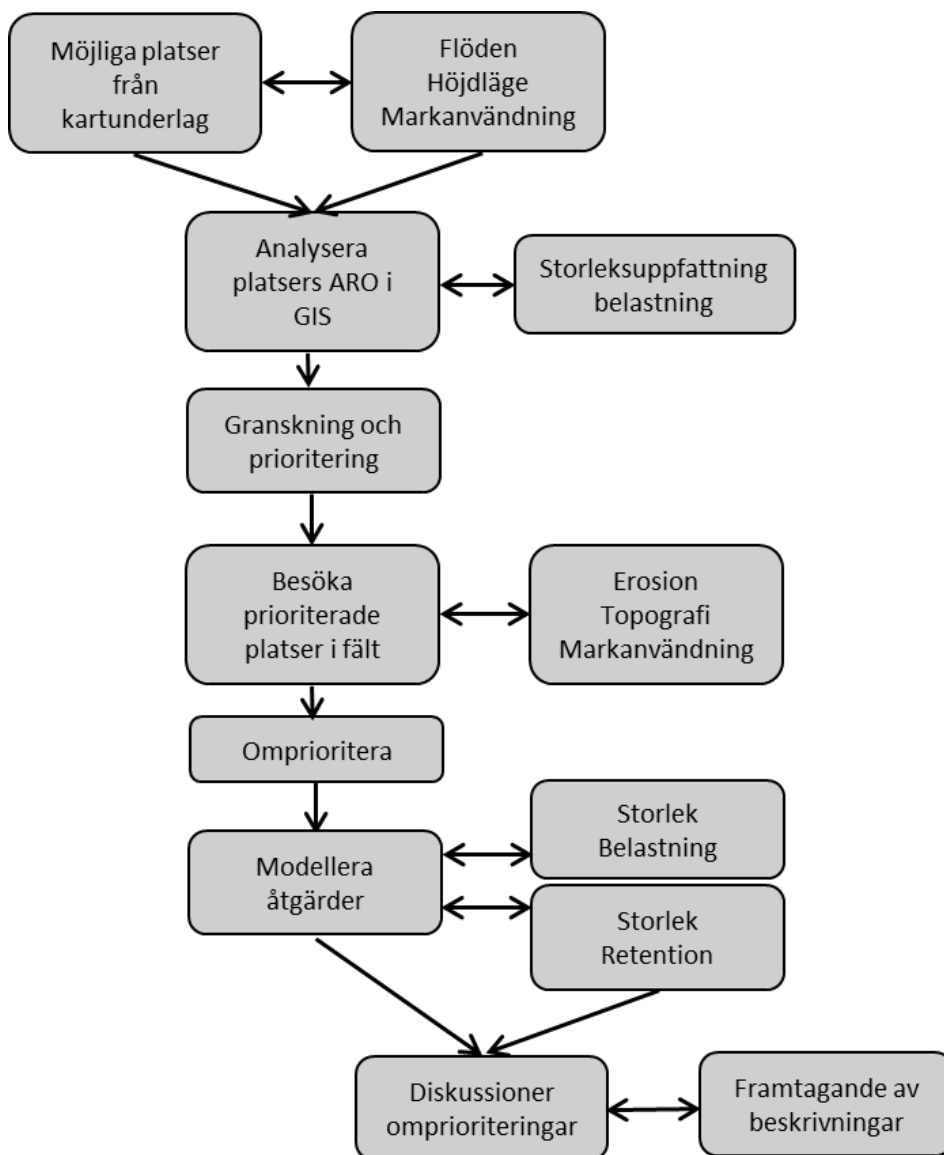
Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 anger för regionen typiska fosforläckage från skogsmark, sankmark och öppen mark som typhalt i mg per liter (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b), vilket tillsammans med den specifika avrinning (mm/år) för området (SMHI, 2020b) användes vid beräkning av fosforläckage för dessa tre markkategorier.

Val av åtgärdsplatser

Arbetet med att ta fram åtgärdsplatser i jordbrukslandskapet har gjorts stegvis med prioriteringar och omprioriteringar. Till att börja med har tillrinningsområdet undersökts i kartunderlag där vattendragens storlek och läge, markanvändning och möjligheten att skapa åtgärder analyserats. Platsspecifika åtgärdsförslag formulerades i en ”bruttolista” och en första prioritetsordning gjordes. Prioritetsklassningen gjordes enligt en fyrgradig skala med högst prioritering (1) till lägst prioritering (4), där prioritering 4 innebär att åtgärdsförslaget avfärdades. Genom samma metod som för hela Vattholmaåns avrinningsområde erhöles en storleksuppskattning av fosforbelastning vid platsen för förslagen. Därefter har platsbesök utförts på de platser som bedömts mest lovande.

Vid platsbesöken har förslagens lämplighet undersökts bland annat utifrån topografiska förhållanden, släntlutningar och eventuella spår av erosion samt mer specifik nuvarande markanvändning och genomförbarhet. Eventuell justering av lokalisering och/eller av tillrinningsområde gjordes baserat på observationer i fält. Belastning och åtgärdernas potentiella fosforreduktion har därefter beräknats och ett slutligt förslag till prioritering fastställts. En ”nettolista” sammanställdes med åtgärdsförslag som fått prioritetsordning 1 och 2.

I Figur 10 visas hur processen vid framtagande av åtgärdsförslag sett ut.

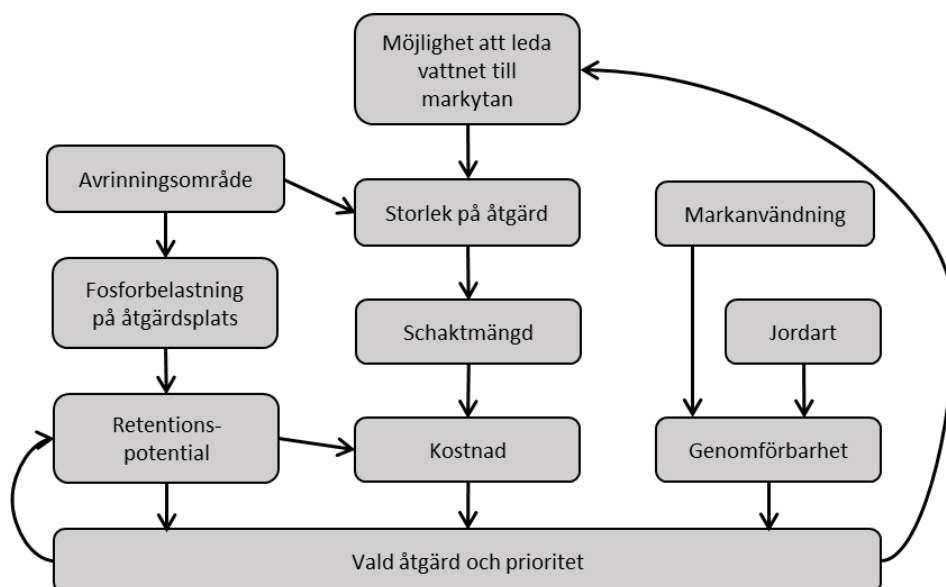


Figur 10. Beskrivning av arbetsgången för framtagande av åtgärdsplatser.

Åtgärdsförslag av prioritet 1 och 2 presenteras mer detaljerat i Bilaga 1, där fosforavskiljningsförmåga, genomförbarhet och kostnadseffektivitet med mera beskrivs och illustrationer visar på lokalisering i landskapet. Platser med prioritet 3 bör ses som möjliga åtgärder att fortsätta arbetet med för god ekologisk och kemisk status, efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2.

Val av åtgärdstyp och prioritering av åtgärder

De parametrar som vägts in vid val av åtgärdstyp och prioritering framgår av diagrammet i Figur 11. De parametrar som givits störst vikt vid prioriteringen har varit den teoretiska fosforavskiljningen för åtgärden och åtgärdens bedömda genomförbarhet.

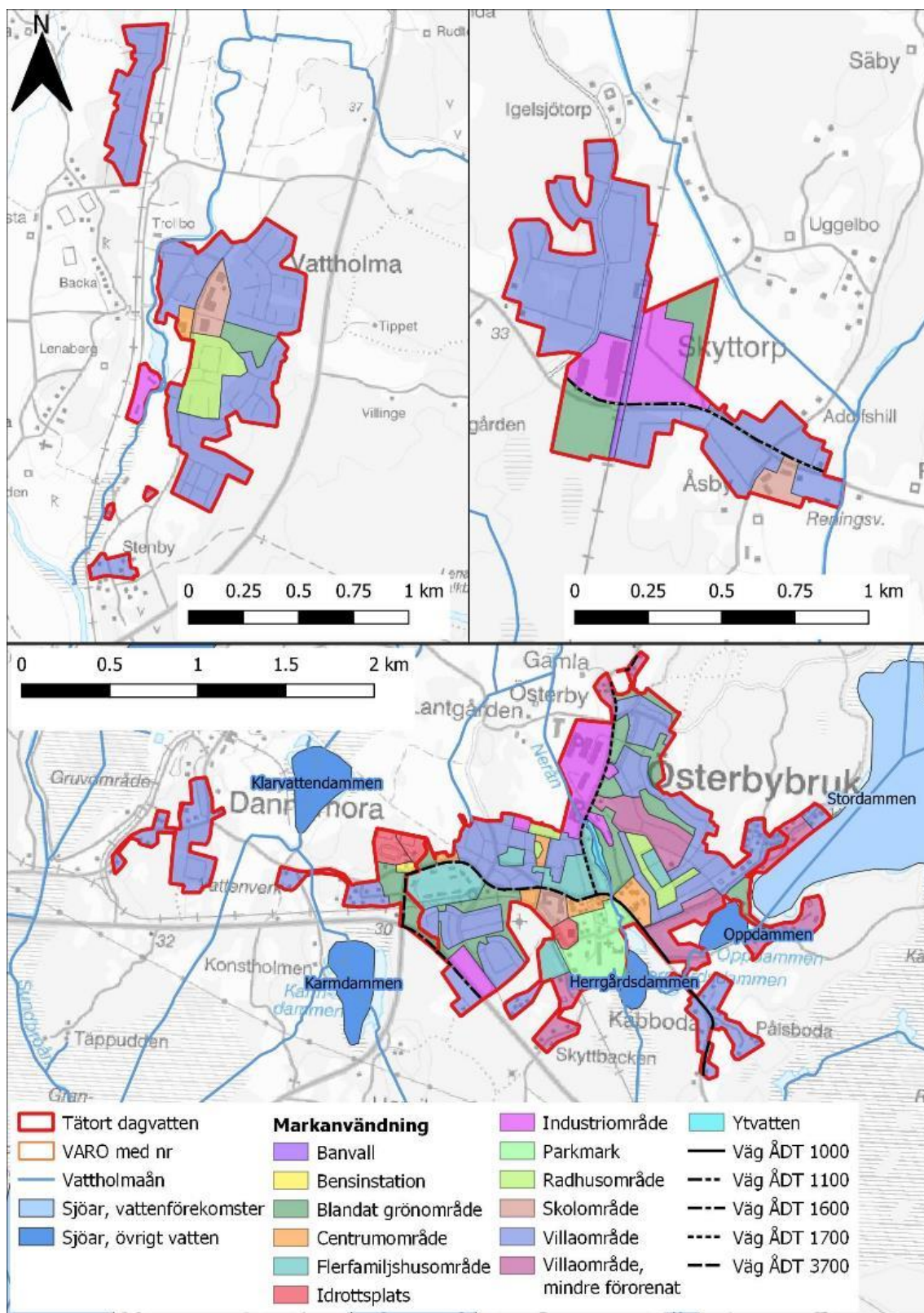


Figur 11. Konceptuell skiss över vilka parametrar som vägts in vid val av åtgärder och prioritering av dessa.

Vi vill belysa att det är av stor betydelse att i ett tidigt skede koordinera åtgärdsförslag med berörda markägare för att åtgärder ska bli genomförda och bidra med positiva effekter för recipienten och miljön. Detta eftersom de flesta åtgärder för jordbruksmark inte är bindande. Effektivast är om myndigheter kan bistå lantbrukaren med rådgivning om konkreta åtgärder som lantbrukaren kan genomföra direkt utan att det påverkar ekonomin negativt. Ofta finns det skäl till att åtgärder som föreslås inte blir genomförda. Dessa skäl kan vara lagstiftning, regelreningsverk kring EU-stöd, åkermarkens värde, oro för påverkan på grannfastigheter och brist på tid eller pengar. Åtgärder som inte inkräktar på produktionen och dessutom får stöd för merkostnaden har störst chans att bli genomförda. I Bilaga 1, avsnitt 3 redogörs för vilka stöd som kan sökas.

4.2.2 Dagvatten från tätortsbebyggelse

Marken inom tätort (Figur 9) delades in i en mer detaljerad markanvändning (Figur 12). Markkarteringen gjordes genom att studera ortofoton och Google Street Map. Vägar med årsdygnsmedeltrafik (ÅDT) 1 000 eller mer kategoriserades separat. Vägarnas area och placering uppskattades utifrån sträckningar och bredder angivna i lager 'GSD-Vägartan'.



Figur 12. Karterad markanvändning inom tätorterna i Vattholma, Skyttorp och Österbybruk. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (topo-webb)

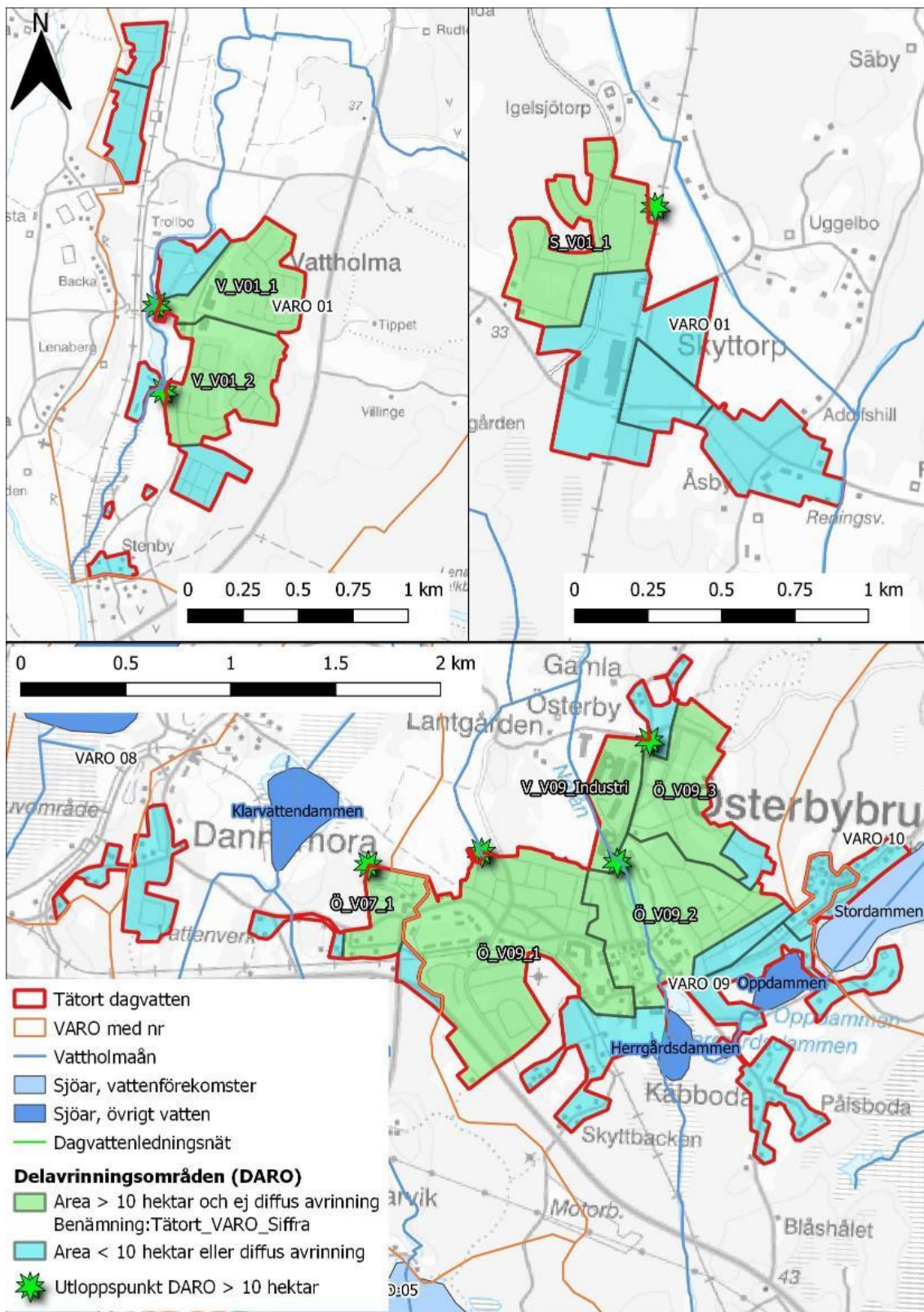
Inom tätorterna består marken främst av villaområden följt av blandat grönområde, industriområde och flerfamiljshusområde (Tabell 10).

Tabell 10. Markanvändning inom tätorter uppdelat per vattenförekomst-avrinningsområde (VARO).

	VARO 01	VARO 07	VARO 08	VARO 09	VARO 10	Summa
Markanvändning	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Banvall	1,3					1,3
Bensinstation		0,56				0,56
Blandat grönområde	9,5	5,2		24		39
Centrumområde	0,95			7,8		8,8
Flerfamiljshusområde				22		22
Idrottsplats		4,8		1,9		6,7
Industriområde	11			18		30
Parkmark				15		15
Radhusområde	7,3			5,6		13
Skolområde	5,6			2,9		8,5
Villaområde	87	16	2,8	74	1,4	180
Villaområde, mindre förorenat*	0,42			27	6,9	34
Väg 1 (ÅDT 1 000)				0,69		0,69
Väg 2 (ÅDT 1 100)	0,58					0,58
Väg 3 (ÅDT 1 600)				0,48		0,48
Väg 4 (ÅDT 1 700)				0,81		0,81
Väg 5 (ÅDT 3 700)		0,23		0,76		0,99
Ytvatten				1,4		1,4
Summa	120	27	2,8	200	8,3	360

* Markanvändningskategorin har använts för villaområden utan dagvattenledningsnät

Marken inom tätort (Figur 9) delades även in i delavrinningsområden (Figur 13). Uppdelningen gjordes utifrån dagledningsnät från Uppsala Vatten och Avfall och Östhammars kommun samt topografiska delavrinningsområden i programmet Scalgo (2022). Avrinningsområden större än 10 hektar gavs namn utifrån tätort (S för Skyttorp, V för Vattholma och Ö för Österbybruk), VARO (V#) och därefter en ny siffra per delavrinningsområde. T.ex. S_V01_1. Industriområdet i Österbybruk (vid gjuteriet) benämndes med ändelsen ”Industri” eftersom inget dagvattenledningsnät inom området erhållits och det därmed är osäkert om allt dagvatten inom området leds till en utloppspunkt eller flera. För områden med diffus avrinning (d.v.s. ej via dagvattenledningsnät) eller mindre dagvattenledningsnät (t.ex. några enstaka villor) gjordes ingen uppdelning till delavrinningsområden.



Figur 13. Delavrinningsområden inom tätorterna. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (Topo-webb).

4.3 Metod för hydromorfologi

4.3.1 Avgränsning

Vattholmaån och dess biflöden är starkt påverkade av historiska ingrepp från bland annat bruks- och gruvnäring, men även av dikning och markavvattning av jordbruksmark. Flera av dagens sjöar är artificiella dammsystem skapade genom dämning av kärr- och myrmarker på 1600-talet. Vattholmaåns vattensystem är komplext sammanlänkat och den mänskliga påverkan i form av avsänkning och reglering gör att i princip alla vattenförekomster i avrinningsområdet är starkt påverkade ur ett hydromorfologiskt perspektiv.

För att uppnå god status enligt Ramvattendirektivet krävs bland annat att en stor del av Vattholmaåns åsträcka, cirka 70 %, upphör vara rätad, dikad, rensad och markavvattnad. En mindre del, cirka 2–5 %, av dess närområde och svämplan behöver upphöra vara anlagda ytor eller aktivt brukad mark (se avsnitt 2.5.2). Utöver detta tillkommer behov av att förändra den hydrologiska regimen samt osäkerheten i att flertalet parametrar under är oklassade.

För att i realiteten uppnå god status med avseende på *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* krävs alltså betydande förändringar av markanvändning kring åfåran vilket rimligen medför stora intressekonflikter. Åtgärderna bedöms vara av sådan magnitud att de varken rymms inom detta uppdrag eller kan anses vara genomförbara inom en överskådlig framtid.

Med detta som bakgrund inriktades uppdraget för hydromorfologi huvudsakligen på åtgärder som avser kvalitetsfaktorn *konnektivitet*, mer specifikt parametern *konnektivitet upp- och nedströms*. I praktiken innebär detta kartering av vandringshinder och framtagande av åtgärder för passage av fisk. Metoden för detta beskrivs nedan i avsnitt 4.3.2. Dock har även en översiktlig utredning gjorts för möjliga åtgärder för förbättrat *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd*. Denna metod beskrivs i avsnitt 4.3.3.

4.3.2 Metod konnektivitet

1. En GIS-databas framarbetades med en preliminär sammanställning av vandringshinder från digitala databaser (SMHI, 2013; Länsstyrelserna, 2018). Viss information om vandringshindrens bredd, fallhöjd, konstruktion, samt om de var definitiva eller partiella hinder erhöles men var till stor del bristfällig.
2. Identifiering av ytterligare vandringshinder samt komplettering av information om vandringshindren som finns i digitala databaser gjordes med hjälp av skriftliga källor, främst med hjälp av *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998).
3. Ytterligare komplettering till vandringshindren gjordes med hjälp av historiska kartor från arkiv tillhörande Rikets allmänna kartverk, Lantmäteristyrelsen och Lantmäterimyndigheterna (Lantmäteriet, 2022) samt damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
4. Eventuella vattendomar som påverkar vandringshindren inhämtades från Östhammars kommun.
5. En bedömning av fiskfauna och de limniska värdena i Vattholmaån och biflöden sammanställdes med grund i de inventeringar som finns registrerade i SERS och NORS (SLU, 2021b, 2021a), samt icke-registrerade provfisken beskrivna i *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998).
6. Utvalda relevanta aktörer kontaktades för att få ytterligare lokalkännedom om vandringshinder samt synpunkter kring potentiella åtgärdsförslag. Dessa inkluderar

representanter för Vattenrådet Fyris Östra källor, den av kommunen utsedda person som reglerar Hammardammen (Vattholma), samt markägaren av intilliggande fastighet vid Hammardammen.

7. Utifrån insamlat underlag gjordes en preliminär bedömning och prioritering av åtgärder för vandringshinder. För alla vandringshinder har bedömningen baserats på genomförandepotential och förbättringspotential för den ekologisk statusen och fiskfaunan; det vill säga hur stor del av åfåran som skulle öppnas upp genom åtgärdandet av ett vandringshinder, samt om det bedömdes att fisk skulle söka sig in i den uppöppnade åfåran. För vandringshindret vid Hammardammen specifikt har aspen varit mållart då det är känt att den finns längre nedströms i Fyrisåns åsystem.
8. Platsbesök genomfördes för att undersöka de fysiska förutsättningarna för fiskvägar och andra åtgärdsalternativ. Vid varje platsbesök gjordes inmätningar av nivåer på dikesbotten, vattenyta, mark och dämmen. Vandringshindren dokumenterades med fotografier och fältprotokoll med observationer kring utformning, vattenföring, markförhållanden, kulturmiljö med mera. Representanter från Vattenrådet Fyris Östra källor har medverkat vid alla platsbesök och även bistått med information gällande vattensystemet, dammar och övriga hinder i området.
9. Efter fältbesök gjordes en mer detaljerad prioritering av åtgärder baserad på genomförbarhet, kostnadsuppskattning och bedömd effekt av åtgärd, se avsnitt 8.4.2.
10. Varje åtgärdsförslag listas i avsnitt 8.4.2 och beskrivs i Bilaga 2. Bilagan inkluderar en kort teknisk beskrivning och skiss av åtgärden, bedömning av genomförandepotential (markägarförhållanden, jordart, topografi, tillgänglighet, eventuell berörd vattendom eller markavvattningsföretag, intressekonflikter, hävd och kulturmiljö), en kostnadsuppskattning (investering, drift och stödmöjligheter) och bedömd effekt av åtgärd (på konnektivitet, fiskfauna, rekreation och eventuella negativa effekter). Även behov av framtida utredningsarbete har identifierats.

4.3.3 Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd

1. En översiktlig kartering av utredningsområdet har gjorts genom att bland annat jämföra äldre historiska kartor från 1859-1869 (Lantmäteriet, 2022) med dagens ortofoton. Även båtnadsområden för markavvattningsföretag användes för att identifiera historiska ändringar av sjöar och vattendrag.
2. Denna kartografiska undersökning kompletterades information från *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998) och en tidigare utredning i området, *Förstudie Vattholmaån* (WRS AB, 2020).
3. Åtgärder från karteringen av diffus tillförsel av fosfor från jordbruksmark som avfärdades ur reningssynpunkt, men ansågs kunna bidra till en förbättrad hydromorfologi, identifierades.
4. Därefter togs en bruttolista med dessa åtgärder fram som innehåller återställande av avsänkta sjöar och våtmarker (som inte har fosforavskiljning som primärt syfte), se Bilaga 3.
5. Utbredningen av exempelvis återställande av avsänkta sjöar har anpassats utifrån dagens förutsättningar. Förslag till höjning av vattenytan har utgått från att inte påverka eventuell omkringliggande åkermark negativt och är nödvändigtvis inte kopplat till en återställning av naturliga nivåer innan avsänkning.

6. Åtgärderna beskrivs i Bilaga 3 översiktligt utifrån tillgängligt kartmaterial. De har prioriterats utifrån genomförbarhet, främst topografi och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk, men ej besökts i fält. Det har vägts in som en positiv aspekt om åtgärderna kan innebära mervärden ur rekreationssynpunkt.

Utöver åtgärder i Bilaga 3 har det vid arbetet med framtagande av åtgärder för diffus tillförsel av fosfor från jordbruksmark (se avsnitt 8.3.1) tagits hänsyn till hur åtgärdsförslagen kan utformas för att bidra till förbättrad hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Dessa utformningar för förbättrad hydromorfologi har integrerats i åtgärdsförslagen i Bilaga 1.

5 Fosfor

5.1 Punktkällor

5.1.1 Enskilda avlopp

Enligt underlag från Uppsala, Östhammar och Tierp kommuner finns 438 hushåll med enskilda avlopp i Vattholmaåns avrinningsområde (se Figur 14). Av dessa ligger 335 stycken i Uppsala kommun, 101 stycken i Östhammar kommun och två stycken i Tierps kommun. Där avståndet från avloppen är 20 meter eller mindre till Vattholmaån, anslutande biflöden till ån eller större jordbruksdiken förväntas endast begränsad retention ske av näringsämnen i marken. Totalt fem hushåll ligger inom det avståndet. Inom avståndet 20–100 meter finns 100 stycken hushåll med enskilda avlopp. För dessa avlopp förväntas retention ske i marken i större utsträckning.

Resterande avlopp ligger mer än 100 meter från biflödena till Vattholmaån och beräknas ha en retention i mark motsvarande jordbruksbygd. Antalet enskilda avlopp i respektive delavrinningsområde samt fördelning mellan de olika kommunerna visas i Tabell 11.

Tabell 11. Antal hushåll med enskilda avlopp i Vattholmaåns avrinningsområde fördelat på delavrinningsområde (VARO) och kommun.

Avrinningsområde	Hushåll med enskilda avlopp Uppsala	Hushåll med enskilda avlopp Östhammar	Hushåll med enskilda avlopp Tierp	Hushåll med enskilda avlopp totalt
VARO 1	312	9	0	321
VARO 2	20	14	0	34
VARO 3	0	2	0	2
VARO 4	0	0	0	0
VARO 5	0	0	0	0
VARO 6	0	0	0	0
VARO 7	3	32	0	35
VARO 8	0	2	0	2
VARO 9	0	40	2	42
VARO 10	0	2	0	2
Summa	335	101	2	438

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Vattholmaån

De enskilda avloppen inom Vattholmaåns avrinningsområde beräknas, med hänsyn taget till retention i mark, belasta Vattholmaån med cirka 75 kg fosfor årligen, se Tabell 12. Om alla avlopp leddes ut direkt från anläggningen till vattendrag via ledningar och ingen retention således kunde ske, skulle belastningen av fosfor från de enskilda avloppen vara ungefär dubbelt så stor.

Tabell 12. Beräknade årliga mängder fosfor från enskilda avlopp som belastar Vattholmaån.

Typ av reningsanläggning	Antal hushåll	Belastning (kg/år)	Reduktion anläggning (%)	Utsläpp från anläggning (kg/år)	Retention (kg/år)	Till Vattholmaån (kg/år)
Enbart slamavskiljning	23	22	15	19	5,6	13
Infiltration/markbädd	256	248	50	124	61	63
Minireningsverk	20	19	80	3,9	3,9	0,0
Fosforfälla Infiltration/markbädd	0	0,0	80	0,0	0,0	0,0
Sluten tank + infiltration BDT	96	93	95	4,6	4,6	0,0
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	7	2,1	90	0,2	0,2	0,0
Endast BDT m rening	32	9,8	95	0,5	0,5	0,0
Ej indraget vatten	4	0,0	100	0,0	0,0	0,0
Summa:	438	394		151	76	76

I Tabell 13 nedan redovisas beräknad tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom Vattholmaåns avrinningsområde fördelat per VARO och kommun samt totalt.

Tabell 13. Beräknad årlig tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom avrinningsområdets olika VARO till Vattholmaån fördelat mellan Uppsala, Östhammar och Tierp kommuner

Avrinningsområde	Kg P/ år Uppsala	Kg P/ år Östhammar	Kg P/ år Tierp	Kg P/ år totalt
VARO 1	47	2,4	0,0	49
VARO 2	2,7	2,8	0,0	5,5
VARO 3	0,0	0,5	0,0	0,5
VARO 4	0,0	0,0	0,0	0,0
VARO 5	0,0	0,0	0,0	0,0
VARO 6	0,0	0,0	0,0	0,0
VARO 7	1,4	8,3	0,0	9,7
VARO 8	0,0	0,2	0,0	0,2
VARO 9	0,0	8,8	1,1	9,9
VARO 10	0,0	0,5	0,0	0,5
Summa	51	23	1	76

5.1.2 Reningsverk

Det finns tre reningsverk inom Vattholmaåns avrinningsområde. Det största ligger i Österbybruk i Östhammars kommun och drivs av Gästrike Vatten. De andra två, Vattholma och Skyttorps ARV är ganska små, ligger i Uppsala kommun och ansvaras för av Uppsala Vatten och Avfall.

Österbybruk reningsverk

Inom Vattholmaåns avrinningsområde ligger Österbybruk reningsverk, vars upptagningsområde omfattar Österbybruk, Dannemora och Film samhällen. Totalt är 2312 personer anslutna, vilket motsvarar ungefär 1500 pe (Östhammar Vatten AB, 2020). Reningsverket är dimensionerat för 3400 pe, ett avloppsvattenflöde på 3500 m³/dag och en inkommande mängd fosfor på 7 kg dagligen.

Avloppsbehandlingen består av mekanisk, biologisk och kemisk rening, där den biologiska och kemiska reningen sker satsvis i två SBR-reaktorer. För fällning används järnklorid. Vid eventuell bräddning leds avloppsvattnet via ett skibord till en avtappningskammare. Samtliga viktiga funktioner i reningsverket är larmade och ett eventuellt larm skickas vidare till bevakad central (Östhammar Vatten AB, 2020).

Avloppsledningsnätet till Österbybruk reningsverk är uppbyggt enligt ett så kallat duplikatsystem, det vill säga att spillvatten och dagvatten leds i separata ledningar. Det finns 12 avloppspumpstationer i spillvattennätet varav en är en bräddningspumpstation och sju stycken är försedda med nödavlopp.

Mängden totalfosfor i det sammanlagda utsläppet av spillvatten, det vill säga summan av renat utgående vatten och bräddvatten från spillvattenledningsnätet, får som riktvärde uppgå till högst 180 kg totalfosfor per år. År 2013 villkorades också utsläppen av ammonium med anledning av den känsliga recipienten Nerån, som särskilt sommartid har mycket svag vattenföring. Gränsvärdet är satt till 5 mg/l som årsmedelvärde.

I Tabell 14 visas inkommande mängd avloppsvatten, totalfosfor, BOD₇, totalkväve och ammoniumkväve till avloppsreningsverket fördelat mellan åren 2016–2020. Inkommande mängd avloppsvatten är i medeltal ungefär 1250 m³/d men det varierar under året. Till exempel var minimiflödet uppmätt till ungefär 300 m³ en dag under 2020 och maxflödet var 5600 m³ en dag, vilket vittnar om inläckage i ledningsnätet. Utslaget per person var medelflödet 540 l per person och dag under året medan maxflödet under 2020 motsvarade 2,4 m³ per person och dag.

Resultat av provtagning på utgående behandlat avloppsvatten från åren 2017–2020 visas i Tabell 15. Mängden utgående totalfosfor i renat avloppsvatten från reningsverket var i medeltal 98 kg per år under åren 2017–2020. Utöver det har utsläpp av bräddvatten skett. Antal dagar som reningsverket bräddat samt mängd bräddvatten under åren 2016–2020 visas i Tabell 16. Reningsverket har bräddat mellan 1 och 42 dagar under åren 2016–2020 då volymen bräddat vatten varit mellan 250 och nästan 53 000 m³ årligen. Inga uppgifter finns i miljörapporterna om hur mycket fosfor som släpps ut via bräddat vatten.

Tabell 14. Volym inkommande avloppsvatten, belastning motsvarande personekvivalenter och mängd inkommande BOD₇, totalfosfor, totalkväve och ammoniumkväve mellan 2016 och 2020, årsvis (Östhammar Vatten AB, 2020).

	Enhet	2016	2017	2018	2019	2020	Medel
Inkommande mängd avloppsvatten	m ³	376 267	500 992	401 658	576 817	422 836	455 714
Belastning (1 pe motsvarar 70 g BOD ₇ per person och dygn)	pe	4194	2335	1653	1357	1549	2218
BOD ₇	kg/d	293,6	163,5	115,7	89,6	105	153
Tot-P	kg/d	7	4,3	3,7	3,74	3,8	4,5
Tot-N	kg/d	37,4	36,9	32,3	33,1	31,6	34
NH4-N	kg/d	21,2	24,4	23,8	21	20,7	22

Tabell 15. Resultat av provtagning på utgående behandlat avloppsvatten i kg/år från miljörapporter 2017, 2018, 2019 och 2020 samt beräknade medelvärden.

	Enhet	2017	2018	2019	2020	Medel
Tot-P	kg/år	93	78	130	93	98
NH4-N	mg/l	2,1	4,0	3,4	6,2	3,9

Tabell 16. Utsläpp av obehandlat avloppsvatten från avloppsreningsverket 2016–2020 redovisat som antal dagar och volym (Östhammar Vatten AB, 2020).

	Enhet	2016	2017	2018	2019	2020	Medel
Antal brädddagar	d	1 ¹	14 ²	34 ³	42	15	-
Mängd bräddvatten	m ³	245	7960 ¹	52 890 ³	30 795 ⁴	8237	-

¹ Saknas insamlingsuppgifter om bräddningsmängd och antal för juli/augusti 2016

² Saknas insamlingsuppgifter om bräddningsmängd och antal för oktober och början av november 2017

³ Fel i programmet inga snabbsatser under höga flöden i april

⁴ Uppskattning from 18 dec p.g.a. fel på indikerings givare

Reningsverket i Skyttorp

I Skyttorp finns ett avloppsreningsverk som är dimensionerat för 1000 pe. I slutet av 2020 var 601 personer anslutna till reningsverket vilket motsvarar ungefär 420 pe.

Avloppsreningen består av mekanisk, biologisk och kemisk rening, där den biologiska reningen är en aktiv-slamprocess. Mellansedimentering sker innan fällningskemikalien järnklorid tillsätts i kemsteget. Därefter sker slutsedimentering innan vattnet släpps ut.

Enligt uppgifter från driftspersonal planeras en kapacitetsutredning starta i februari 2022 då det ska utvärderas om Skyttorp reningsverk (och Vattholma reningsverk) behöver byggas ut eller byggas om till följd av ökad inflyttning till området. Det ska även utredas om det är en lämplig åtgärd att ansluta avloppsreningsverket till Storvreta reningsverk. Enligt driftspersonalen är bräddning vid reningsverken ovanligt förekommande, men däremot händer det att ledningsnätet bräddar. Generellt fungerar reningsverken bra.

Föroreningshalter i inkommande avloppsvatten redovisas som medelvärden för perioden 2018–2020 i Tabell 17. Fosforhalten var i medeltal 3,5 mg/l. Mängden inkommande fosfor uppgick till cirka 300 kg/år.

Tabell 17. Föroreningshalter och mängder i inkommande avloppsvatten som 3-årsmedelvärde för perioden 2018–2020.

Inkommande avloppsvatten	Enhet	BOD ₇	COD	TOC	Tot-P	Tot-N	SS
Halt ¹	mg/l	120	230	70	3,5	40	150
Mängd ²	kg/år	10 700	20 400	6200	300	3600	13 300

¹ Uppgifter från Uppsala Vatten.

² Beräknat utifrån genomsnittlig mängd utgående avloppsvatten (behandlat och obehandlat) 2018–2020 samt föroreningshalter i inkommande avloppsvatten (3-årsmedelvärde 2018–2020).

Baserat på miljörapporter från 2016–2020 har information om årlig mängd behandlat avloppsvatten och utgående halter föroreningar i behandlat avloppsvatten använts för att beräkna utsläppta föroreningsmängder per år (se Tabell 18). Antal provtagningstillfällen per år (dygnsprov) har varit mellan 12 och 13 st. Reningsgrad för BOD₇, tot-P och tot-N visas i Tabell 19, baserat på medelvärden för åren.

Utöver uppmätta halter i renat avloppsvatten innehåller miljörapporterna information om mängd utgående obehandlat avloppsvatten från bräddningar vid reningsverket och läckage/bräddning i ledningsnätet. Det enda registrerade utsläppet skedde år 2019 då 77 m³ obehandlat avloppsvatten släpptes ut vid reningsverket.

Tabell 18. Antal anslutna personer och behandlad mängd avloppsvatten enligt miljörapporter från 2016–2020 samt beräknade medelvärden av utgående mängder i kg per år.

Skyttorp ARV	Enhet	2016	2017	2018	2019	2020	Medel
Antal personer anslutna	personer	610	610	647	670	601	630
Behandlad mängd avloppsvatten	m ³	74 518	96 044	83 333	99 434	83 752	87 400
BOD ₇	kg/år	224	384	417	597	419	260
Tot-P	kg/år	1,9	3,6	5,0	5,0	4,2	3,9
Tot-N	kg/år	1 490	2 881	1 833	1 690	2 010	1 980
NH ₄ -N	kg/år	820	1 825	625	1 392	1 675	1 250
SS	kg/år	432	499	433	587	427	510

Tabell 19. Reningsresultat i Skyttorp avloppsreningsverk baserat på medelvärden för perioden 2016–2020.

Behandlat avloppsvatten	Reningsgrad
BOD ₇	96 %
Tot-P	99 %
Tot-N	42 %

Reningsverket i Vattholma

Vattholma avloppsreningsverk är dimensionerat för 2000 pe. I slutet av 2020 var 1420 personer anslutna vilket motsvarar ungefär 665 pe. Utrymmet till belastningstaket enligt tillståndet är således stort.

Avloppsreningen består av mekanisk, biologisk och kemisk rening, där den biologiska reningen är en aktiv-slamprocess. Mellansedimentering sker innan fällningskemikalien järnklorid tillsätts i kemsteget. Därefter sker slutsedimentering innan vattnet släpps ut.

Enligt uppgifter från driftspersonal planeras en kapacitetsutredning starta i februari 2022 angående Vattholma reningsverk. Utredningen omfattar även Skyttorp reningsverk som beskrivits ovan. Enligt driftspersonalen är bräddning vid Vattholma reningsverk ovanligt förekommande, men däremot händer det att ledningsnätet bräddar. Generellt fungerar reningsverket bra.

Föroreningshalter i inkommande avloppsvatten redovisas som medelvärden för perioden 2018–2020 i Tabell 20. Fosforhalten var i medeltal 4,7 mg/l. Mängden inkommande fosfor uppgick till cirka 500 kg/år.

Tabell 20. Föroreningshalter och mängder i inkommande avloppsvatten som 3-årsmedelvärde för perioden 2018–2020.

Inkommande avloppsvatten	Enhet	BOD7	COD	TOC	Tot-P	Tot-N	SS
Halt ¹	mg/l	180	363	110	4,7	50	240
Mängd ²	kg/år	17 000	32 500	9900	500	5700	21 200

¹ Uppgifter från Uppsala Vatten.

² Beräknat utifrån genomsnittlig mängd utgående avloppsvatten (behandlat och obehandlat) 2018–2020 samt föroreningshalter i inkommande avloppsvatten (3-årsmedelvärde 2018–2020).

Baserat på miljörapporter från 2016–2020 har information om behandlad mängd avloppsvatten och föroreningshalter i behandlat avloppsvatten använts för att beräkna utsläppta föroreningsmängder per år (se Tabell 21). Antal provtagningstillfällen (dygnsprov) har varierat mellan 25 och 27 stycken per år, med undantag från år 2016 då 14 stycken provtagningar gjordes. Reningsgrad för BOD₇, Tot-P och Tot-N visas i Tabell 22 som medelvärden.

Utöver uppmätta halter i renat avloppsvatten innehåller miljörapporterna information om mängd utgående obehandlat avloppsvatten från bräddningar vid reningsverket och läckage/bräddning i ledningsnätet. Det finns utsläpp registrerade 2018 och 2019. Under 2018 bräddade 23 m³ avloppsvatten vid reningsverket och 100 m³ från ledningsnätet. Under 2019 bräddade 56 m³ avloppsvatten från ledningsnätet.

Tabell 21. Antal anslutna personer till Vattholma avloppsreningsverk och behandlad mängd avloppsvatten enligt miljörapporter för 2016–2020 samt beräknade medelvärden. Omräkning till föroreningsmängder i behandlat avloppsvatten redovisas i kg per år.

Vattholma ARV	Enhet	2016	2017	2018	2019	2020	Medel
Antal personer anslutna	personer	1 445	1 465	1 471	1 490	1 420	1460
Behandlad mängd avloppsvatten	m ³	127 199	141 884	152 503	158 416	113 599	138 700
BOD7	kg/år	1 272	568	763	950	909	910
Tot-P	kg/år	6,6	5,1	12,2	12,7	10,2	9,4
Tot-N	kg/år	4 070	4 398	3 965	4 594	3 522	4130
NH4-N	kg/år	4 070	3 689	1 830	3 327	2 499	3140
SS	kg/år	649	724	778	808	579	710

Tabell 22. Reningsresultat i Vattholma avloppsreningsverk baserat på medelvärden för perioden 2016–2020.

Behandlat avloppsvatten	Reningsgrad
BOD ₇	95 %
Tot-P	98 %
Tot-N	44 %

5.1.3 Hästhållning

Fosfor i hästgödsel

En vuxen häst avger lika mycket fosfor med träck och urin som den tar upp med fodret. Fosformängden i den vuxna hästens träck och urin beror således på hur mycket den äter, vilket i sin tur beror på hästens storlek och hur den används. Till exempel producerar en tävlingshäst på 500 kg 10 kg fosfor, i träck och urin, per år. Det är framförallt träcken som innehåller fosfor, 90 %, och resten, 10 %, återfinns i urinen (Steinbeck, S. m.fl., 1991).

Enligt Jordbruksverket är tumregeln att en 500 kg tung häst producerar 8–10 ton gödsel per år. Varje ton gödsel innehåller cirka 1 kg fosfor vilket innebär att 8–10 kg fosfor genereras per häst och år. Från en ponny i lätt träning är mängden gödsel betydligt mindre och mängden fosfor drygt 5 kg per år.

Fosforläckage från hästgårdar

Kännetecknande för många hästgårdar är att fosformängden i hästgarna ackumuleras. Det beror på att det inte sker något uttag av fosfor från hästgarna. Det hästarna äter återförs till marken med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder i form av hö och kraftfoder. Många hästgator är dessutom hårt upptrampade och saknar vegetation, speciellt vid grindhål och utfodringsplatser. I en studie har man från ett antal rastfällor för hästar i Uppsalatrakten gjort mätningar på fosforläckage (Parvage, M. M., u.å.). Rastfällorna har haft varierande lerhalt och olika antal hästar. Den bedömda tillförda mängden fosfor i rastfällorna per hektar var 60 kg/år, vilket kan jämföras med den tillåtna mängden organiska gödselmedel på åkermark som är 22 kg per hektar och år för (SJVFS 2015:21). I studien framkom att fosforläckage från rastfällorna var i genomsnitt 1,1 kg per hektar. Från åkermark i denna region kan förlustnivån variera mellan 0,09–1,5 kg/hektar och år med medelvärdet 0,87 kg/hektar och från vanlig betesmark är medelvärdet 0,1 kg fosfor per hektar, Tabell 23. För att inte överskrida den maximala gränsen för spridning av fosfor med stallgödsel på 22 kg så kan man ha en hästäthet på max 2,5 hästar per hektar (Larsson, M., 2018). Ofta är hästätheten högre, inte sällan det dubbla. Mockning i rastgator är den viktigaste åtgärden för att motverka ackumulering av fosfor i rastgarna.



Figur 15. Om rasthagen är liten blir det mycket gödsel som ansamlas.

Tabell 23. Beräknat fosforläckage från hästgårdar vid olika markanvändning.

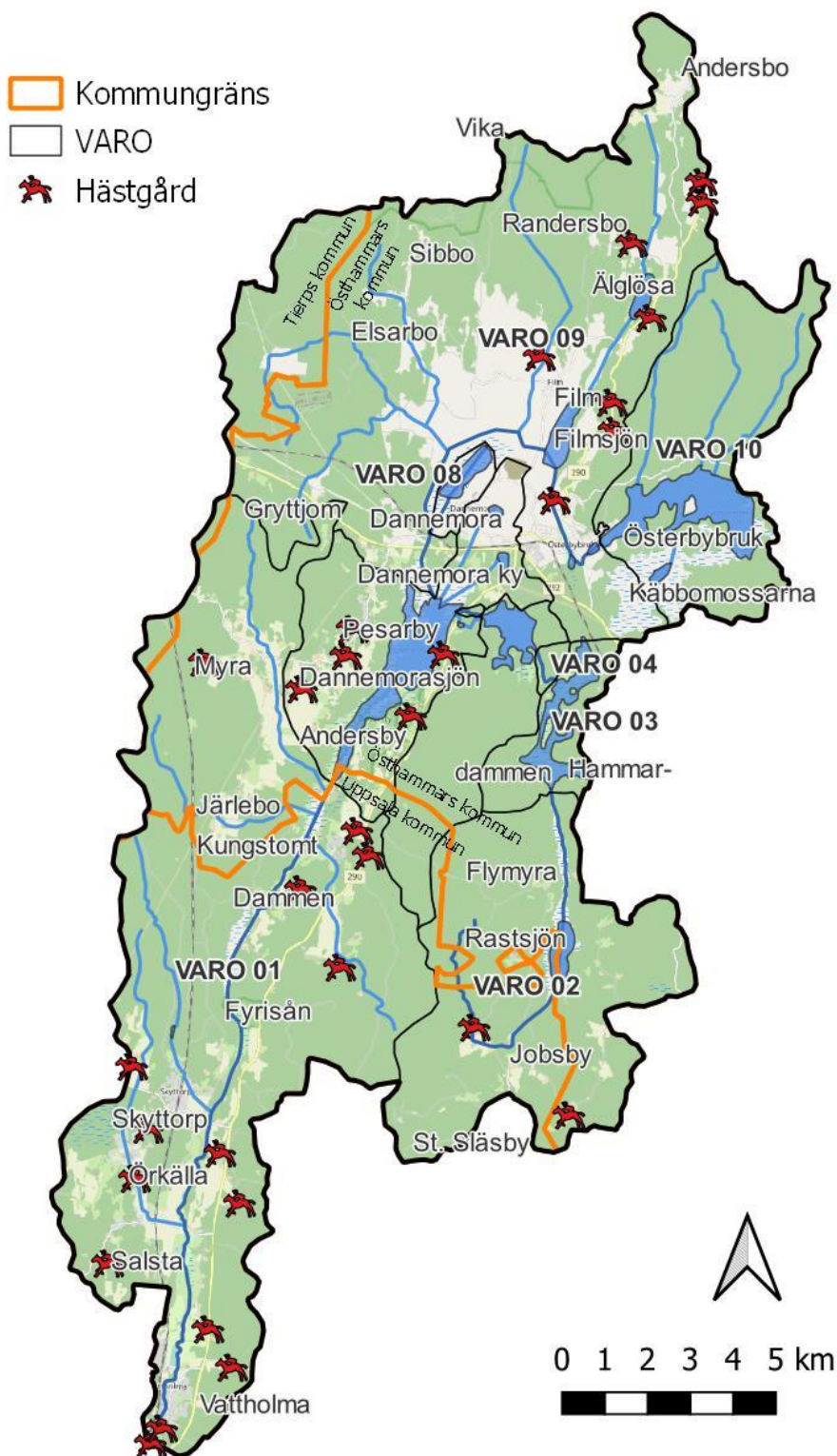
Markanvändning	Fosforläckage kg P/ha år
Hästrastfällor (Parvage, M. M. m.fl., 2011)	1,1
Betesmark (Brandt, M. och Ulén, B., 1988)	0,1
Åkermark (Jordbruksverket, 2008)	0,4

Faktorer som påverkar fosforläckage från betesmark är framför allt närhet till vattendrag, skötsel av hagar och hästtäteten. Andra faktorer som också spelar in är jordart, topografi, ytvattenhantering (om ytvatten rinner in i hagen från omgivningen) och dräneringsförhållanden med öppna och täckta diken samt skyddsåtgärder för kvarhållning av avrinnande vatten och fosfor.

Om vuxna hästar på sommarbete inte tillskottsodras, är det balans mellan upptag av fosfor och återförd fosfor genom gödseln. Däremot kan en rumslig omfördelning ske inom hagen.

Resultat

I inventeringen identifierades 30 hästgårdar inom Vattholmaåns avrinningsområde. Ett tiotal av dessa bedöms medföra särskilt hög risk för fosforläckage, på grund av närhet till diken och vattendrag som leder till Vattholmaån.



Figur 16. Lokalisering av de 30 hästgårdar som hittades inom Vättholmaåns avrinningsområde vid genomförd inventering.

Det totala antalet hästar inom Vättholmaåns avrinningsområde uppskattades till cirka 130 stycken. Avståndet från rasthagar till närmaste vattendrag varierar mellan två meter och 1 600 meter med medelavstånd cirka 420 meter. Elva gårdar har rasthagar som ligger närmare än 100

meter från vattendrag. Avståndet från gödselplatta/container till närmaste vattendrag ligger mellan 30 och 1 600 meter med medelavstånd 460 meter, och där sju stycken ligger närmare än 100 meter till vattendrag (Tabell 25).

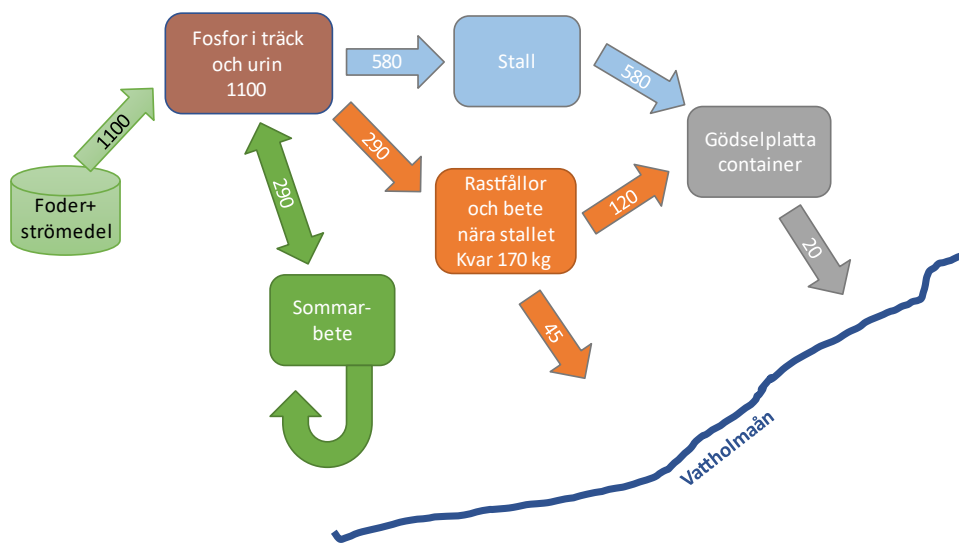
Tabell 24. Uppskattat antal hästgårdar, hästar, hästtäthet och avstånd mindre än 100 meter från gödselplats och rasthagar till vattendrag inom Vattholmaåns avrinningsområde, uppdelat på vattenförekomst-avrinningsområden (VARO).

ARO	Häst- gårdar	Hästar	Rast- hagar	Häst- täthet	Rasthage <100 m från vattendrag	Gödselplats <100 m från vattendrag
	antal	antal	hektar	hästar/ha rasthage	antal gårdar	antal gårdar
VARO 1	15	80	20	5	4	2
VARO 2	2	5	1	7	2	2
VARO 7	5	15	8	3	2	1
VARO 9	8	30	6	6	3	2
Summa	30	130	35	4	11	7

Gödseln från hästgårdar i Vattholmaåns avrinningsområde innehåller cirka 1,1 ton fosfor per år. Av detta antas cirka hälften hamna inne i stallet och flyttas vidare till gödselplatta, en fjärdedel hamna i rastfällor och beten nära stallet, och en fjärdedel hamna ute på sommarbetet (Figur 17). Rastgårdar och beten nära stallet antas mockas till 40 % (se avsnitt 4.1.2). Läckage från gödselhantering och rastgårdar beräknas till cirka 65 kg/år (Tabell 25).

Tabell 25. Uppskattad årlig fosforbudget i kg för hästhållningen inom Vattholmaåns avrinningsområde (ARO) beräknat för 130 hästar.

Fosforbudget hästhållning	Totalt kg P/år
Träck och urin totalt	1 100
Till gödselplatta/container (mockning inne och ute)	700
Kvar i rastfällor och beten nära stallet efter mockning	170
Gödsel i hage sommarbete	280
Läckage gödselplatta	20
Läckage från rastfällor och beten nära stallet	45
Totalt läckage hästverksamheten	65



Figur 17. Fosforbudget (kg/år). Uppskattad mängd fosfor i träck och urin från hästar i Vattholmaåns avrinningsområde årligen, hur denna mängd fördelas till stall, rastfällor/bete nära stallet samt till sommarbete, och hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Vattholmaån. I beräkningarna har för sommarbetet antagits en balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

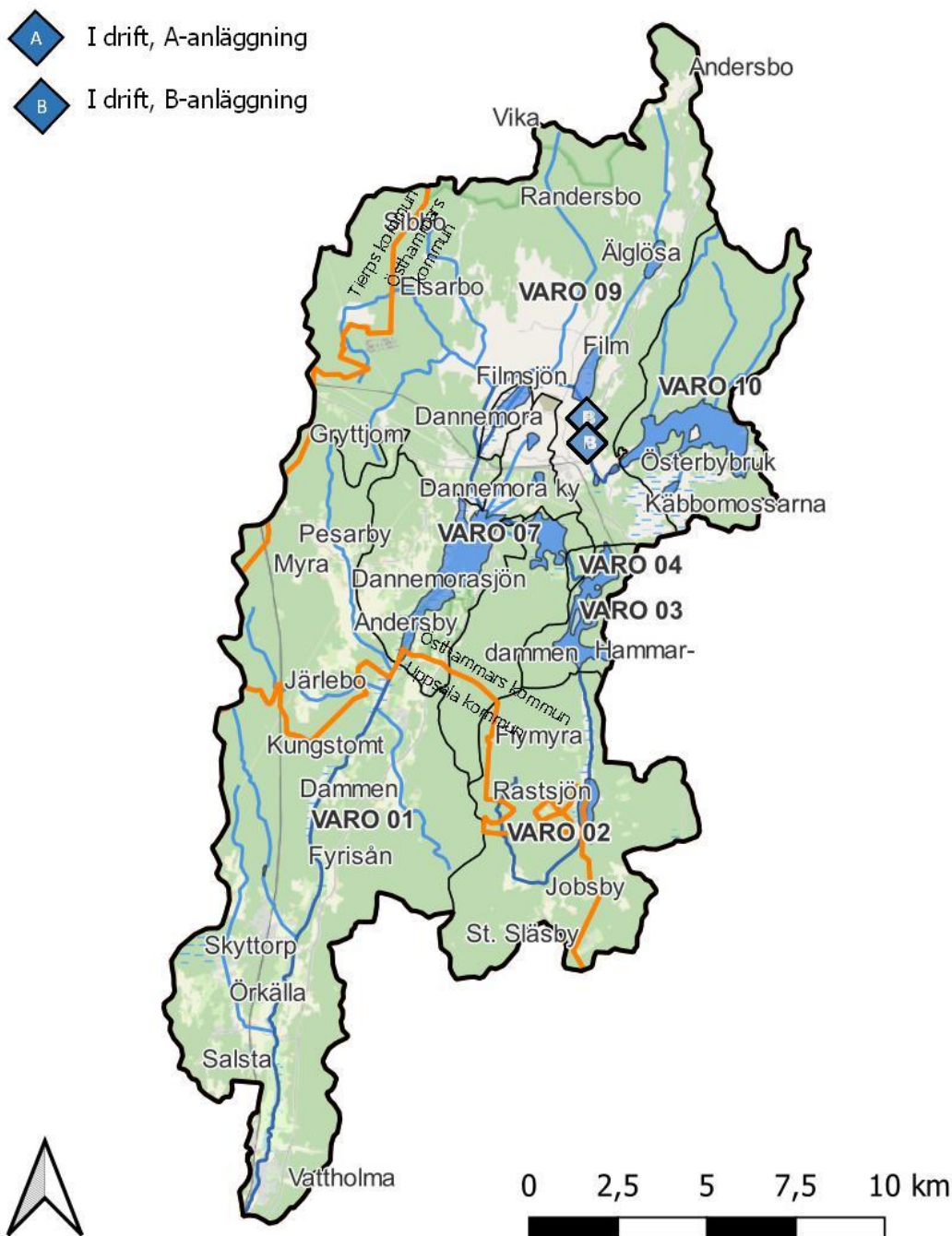
I Figur 17 visas att cirka 170 kg fosfor blir kvar i rasthagarna efter 40 % mockning. Av dessa bedöms 25 % läcka ut i Vattholmaån vilket motsvarar 45 kg P per år. Fosfor som är kvar i rasthagarna ackumuleras dels i rasthagarna, dels i omgivande mark dit ytvatten och dräneringsvatten leds. Den totala arean för rasthagarna är cirka 35 hektar, vilket innebär att varje hektar rasthage läcker 1,3 kg fosfor. Det är något högre än studien av Parvage (2015) från Hågaån som angav 1,1 kg P/ha.

Hästätheten bedöms vara cirka 4 hästar per ha i rasthagarna. Men det bör poängteras att det finns en stor osäkerhet i detta då hästantal och rastyta endast bedömts utifrån flygbilder över området.

5.1.4 Miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

Inom Vattholmaåns avrinningsområde redovisar Länsstyrelsen två tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter. Båda är i drift och har prövningspliktkategori B och ligger i Österbybruk (Figur 18). Den ena verksamheten är avloppsreningsverket i Österbybruk och den andra är ett metallgjuteri. I avsnitt 5.1.2 redovisas årliga utsläppsmängder från reningsverket. Metallgjuteriet förväntas inte släppa ut någon fosfor till Vattholmaån.

LST Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter



Figur 18. Det finns två tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter i Vattholmaåns avrinningsområde (Länsstyrelserna, 2021a). Bakgrundskarta: ©OpenStreetMap, bidragsgivare.

Från Länsstyrelsen kartläggning av potentiellt eller konstaterat förorenade områden kan utläsas att 116 områden finns registrerade inom Vattholmaåns avrinningsområde. Sex stycken är klassade med högsta riskklass (1). Det handlar om verksamheter inom branscherna järn- stål- och manufaktur, skrothantering och skrothandel samt träimpregnering. Det förväntas inte något betydande läckage av fosfor från dessa verksamheter. I träimpregneringsindustrin har dock vattenlösliga saltmedel innehållande bl.a. fosfor använts sedan 1940-talet, vilket innebär att ett visst fosforläckage skulle kunna ske därifrån (Länsstyrelsen Jämtlands län, 2016).

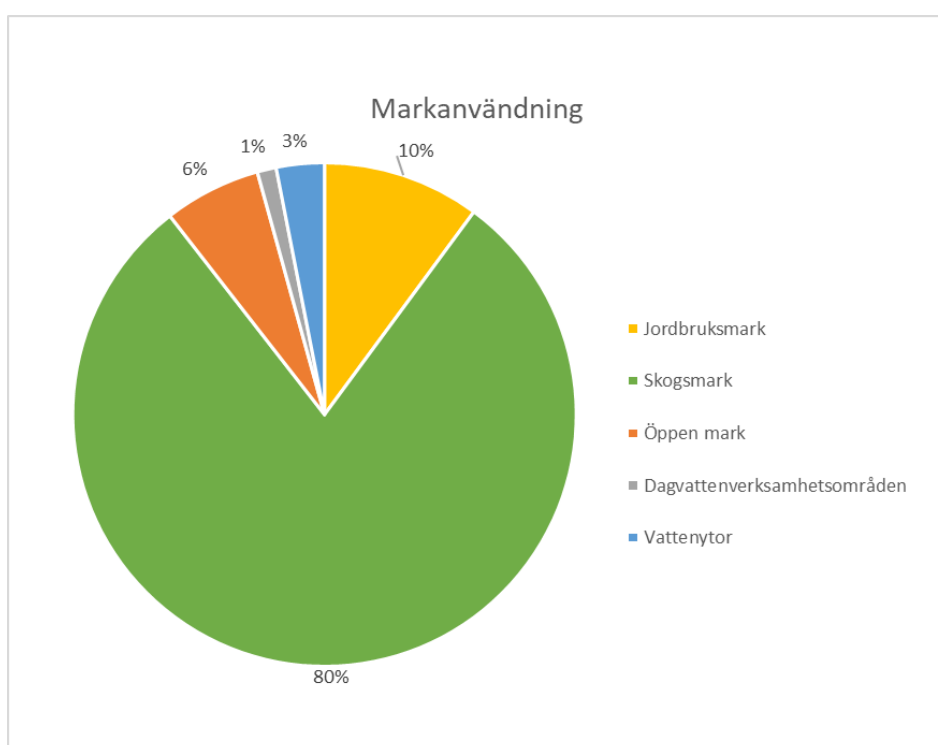
Bland de förorenade områden som har en lägre riskklassning finns fler gruvor och upplag, fler järn-, stål- och manufaktur, fler avloppsreningsverk, avfallsdeponier för icke farligt avfall, bilverkstäder, motorbanor, plantskolor, skjutbanor, sågverk utan impregnering och tillverkning av tegel och keramik med mera. Inget av dessa förorenade områden bedöms bidra till fosforbelastningen på Vattholmaån, med undantag för avloppsreningsverken som beskrivits ovan.

Det kan dock uppmärksammas att växtskyddsmedel som används i växthus har påträffats i ytvatten nedströms växthus på flertal platser i landet, bland annat enligt en rapport om svenska växthusvatten från Hushållningssällskapet Skåne (2019). Det innebär att plantskolor vars odling inte sker i helt täta system även kan läcka fosfor. Med dagens kunskapsläge kan läckaget dock inte kvantifieras.

5.2 Diffusa källor

I detta avsnitt redovisas modellerad tillförsel av fosfor från diffusa källor. Delavsnitten är indelade i jordbruksmark, skogsmark och sankmark, öppen mark, atmosfärisk deposition på vattenytor och slutligen dagvatten.

Avrinningsområdets totala yta uppgår till 290 km². Figur 9 åskådliggör översiktligt hur markanvändningen fördelas inom området och respektive VARO. Skogsmark utgör den största andelen (80 %) av markanvändningen (Figur 20) och dominerar övergripande i avrinningsområdet. Jordbruksmark är den näst vanligaste markanvändningen (10 %) och dominerar framförallt längs vattendrag och i avrinningsområdets västra delar. Öppen mark utgör en något mindre del än jordbruksmarken och vattenytor än mindre. De områden som bidrar med dagvatten motsvarar totalt 1 % av markanvändningen, där Österbybruk (VARO 7–10) bidrar med störst fosfortillförsel (se avsnitt 5.2.5). Markanvändningen per ingående VARO sammanställs i Tabell 26.



Figur 20. Fördelning av markanvändning inom Vattholmaåns avrinningsområde. Den totala ytan är 290 km².

Tabell 26. Markanvändning fördelat på vattenförekomstavrinningsområde (VARO) i Vattholmaåns avrinningsområde.

VARO	Jordbruks- mark	Skogsmark	Öppen mark	Tätort dagvatten	Vattenytor	Totalt
	ha	ha	ha	ha	ha	ha
VARO 1	1 200	7 300	820	120	5,4	9 500
VARO 2	110	3 500	90	0	61	3 700
VARO 3	1,2	480	14	0	140	630
VARO 4	0	63	0	0	0	63
VARO 5	2,4	1 200	2,2	0	93	1 300
VARO 6	0	12	0	0	0	12
VARO 7	420	1 300	260	27	240	2 300
VARO 8	0	140	32	2,8	0	180
VARO 9	1 200	6 800	580	200	43	8 800
VARO 10	0,10	2 300	23	8,3	320	2 600
Totalt	2 900	23 000	1 800	360	900	29 000
Andel (%)	10	79	6	1	3	10

Tabell 27 visar fördelningen av fosforbelastning för de diffusa källorna. Sammantaget uppgår den modellerade fosforbelastningen för hela området till 2,4 ton per år, där jordbruksmark är den största bidragande källan och står för 59 % av den diffusa belastningen. Den externa (diffusa) fosforbelastningen är som störst från VARO 9 och VARO 1. Från VARO 9 är den straxt under ett ton per år och från VARO 1 straxt under 0,9 ton per år. VARO 7 och VARO 2 kommer därefter med runt 0,2 ton belastning vardera per år. Om belastningen sätts i relation till ytan för varje VARO är fosforläckaget i princip lika stort i VARO 9, 7 och 1, och något lägre i VARO 2. Det beror på att jordbruksmark och/eller urban mark (dagvatten) utgör ungefär lika stor andel av arealen i sina respektive VARO.

Tabell 27. Fosforbelastning (kg/år) för diffusa källor per vattenförekomstavrinningsområde (VARO) i Vattholmaåns avrinningsområde: jordbruksmark, skogsmark, öppen mark, dagvattenverksamhetsområden (inklusive E4) samt atmosfärisk deposition av fosfor.

VARO	Jordbruks- mark	Skogs- mark*	Öppen mark	Tätort dagvatten	Atm. deposition	Totalt
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
VARO 1	550	210	44	62	0,3	870
VARO 2	65	100	4,7	-	3,1	180
VARO 3	0,1	14	0,8	-	7,0	22
VARO 4	-	2	-	-	-	2
VARO 5	0,9	35	0,1	-	4,7	40
VARO 6	-	-	-	-	-	-
VARO 7	150	39	14	9,2	12	220
VARO 8	-	4	1,7	1,2	-	7
VARO 9	630	200	31	98	2,2	960
VARO 10	-	66	1,2	2,1	16	85
Totalt	1 400	670	98	170	45	2 400
Andel	59 %	28 %	4 %	7 %	2 %	100 %

*Inklusive sankmark

Åtgärder som redan vidtagits inom området, exempelvis odlingsfria kantzoner och strukturkalkning, är inte inräknade i denna beräkning. Det gäller även den rening som sker i anlagda våtmarker inom jordbrukslandskapet samt dagvattenrelaterade dammar. Befintliga åtgärders avskiljningsförmåga och deras bidrag till rening redogörs i avsnitt 5.3. Åtgärdernas rening räknas sedan bort från den externa bruttobelastningen för att få fram en nettobelastning, vilket beskrivs i avsnitt 5.4.

I följande avsnitt redovisas beräknad bruttoförförbelastning för Vattholmaåns avrinningsområde indelat per markanvändningskategori.

5.2.1 Jordbruksmark

Av utredningsområdet totala area på 290 km² upptar jordbruksmarken 29 km² (cirka 10 %), fördelat på åkermark och bete/övrig åkermark utifrån jordbruksblockdata från Jordbruksverket (Jordbruksverket, 2021a). Som tidigare beskrivits varierar andelen jordbruksmark mellan de ingående VARO. Sett till respektive områdes markanvändning finns mest jordbruksmark i VARO 1 och 7 men även i viss utsträckning i VARO 2 och 9. Övriga VARO saknar i princip jordbruksmark.

Fosforläckage från jordbruksmark påverkas av många faktorer och lokala förutsättningar, inte minst jordart, nederbörd, avrinning och val av gröda. Vid beräkning av jordbruksläckage användes SMED:s framtagna läckagekoefficienter för regionen (Johnsson m.fl., 2019). Baserat på markens jordartsfördelning och regionens genomsnittliga läckagekoefficient för åkermark beräknades fosforläckaget från åkermark. Val av gröda, bortsett från vall, har inte ansetts relevant att beakta då det förändras snabbt över tid. Då en stor andel av åkermarken i området nyttjas för vallodling antogs hälften av åkermarken användas för vall och hälften för andra grödor. För bete/övrig åkermark beräknades läckaget som för vall.

Totalt beräknas jordbruksmarken årligen tillföra cirka 1,4 ton fosfor till Vattholmaån. Åkermarken står för cirka 1,1 ton per år. Åkermarkens läckagekoefficient för Vattholmaåns avrinningsområde är i medel 0,56 kg P/ha och år. Lerjordar dominerar åkermarken, vilka är de jordar som har högst modellerad läckagekoefficient för fosfor. I fallande ordning är det ”clay loam”, ”clay”, ”silty clay” och ”silty clay loam” som dominerar. Medelfosforläckaget för regionen är 0,87 kg/ha och år enligt SMED (Johnsson m.fl., 2019). Avrinningsområdets beräknade läckagekoefficient avviker från regionens till största del på grund av att jordbruksmarken i Vattholmaåns avrinningsområde utgörs av en större andel vall än i den övriga regionen.

Av jordbruksmarkens årliga tillförsel av fosfor utgör bete/övrig åkermark en mindre del, 260 kg per år. Medelfosforläckaget för denna markkategori beräknades till 0,29 kg P/ha och år för området. Detta är jämförbart med SMED:s beräknade medelläckage för regionen av vall på 0,36 kg P/ha och år (Johnsson m.fl., 2019). Likt åkermarken i området dominerar lerjordar även på mark brukad som bete/övrig åkermark.

5.2.2 Skogsmark och sankmark

Skogsmark och sankmark bidrar också med fosforläckage även om det specifika läckaget är litet. För regionen är fosforläckage för dessa två markanvändningskategorier 0,013 mg/l och år (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b). Beräknat med en specifik avrinning (medel av perioden 1981-2010) för området på 225 mm/år (SMHI, 2020b) resulterar det i en tillförsel på cirka 0,029 kg P/ha och år för skogs- respektive sankmark. Inom utredningsområdet finns cirka 230 km² skogs- och sankmark där merparten är skogsmark. Marken bidrar årligen med en

fosfortillförsel motsvarande 670 kg. Utbredningen av skogs- respektive sankmark varierar mellan VARO men är generellt större längre norrut.

5.2.3 Öppen mark

Öppen mark är den mark som inte ingår i någon av de övriga markkategorierna. Generellt representerar öppen mark obrukade grönytor och vägkanter samt glesbebyggda områden utanför verksamhetsområde för dagvatten. Öppen mark omfattar totalt cirka 18 km², vilket är en mindre andel (6 %) av områdets markanvändning. Fosfortillförseln från öppen mark beräknades på samma sätt som för skogs- och sankmark, fast baserat på en medelhalt på 0,024 mg/l och år. Detta resulterade i en fosfortillförsel på 0,054 kg/ha och år motsvarande en total årlig belastning på 98 kg.

5.2.4 Atmosfärisk deposition av fosfor

För årlig atmosfärisk deposition av fosfor användes siffran 5 kg/km², vilket används inom HELCOM vid beräkning av deposition av fosfor till Östersjön (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018). Då utredningsområdet ligger i nära anslutning till Östersjön anses denna siffra vara representativ även här. Den beräknade vattenytan i avrinningsområdet är 900 hektar vilket motsvarar cirka 3 % av området. Den totala belastningen är blir då 45 kg per år. Atmosfärisk deposition av fosfor kan variera mycket enligt Karlsson och Phil Karlsson (2018), vilket gör beräkningen osäker, men samtidigt är belastningen från atmosfäriskt deposition liten i jämförelse med bidragen från andra källor.

5.2.5 Dagvatten

Dagvattenburen fosfor beräknades för tätorterna Vattholma, Skyttorp och Österbybruks tätort (Figur 9). Beräkningarna gjordes med beräkningsverktyget Stormtac (2022). Verktyget använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar.

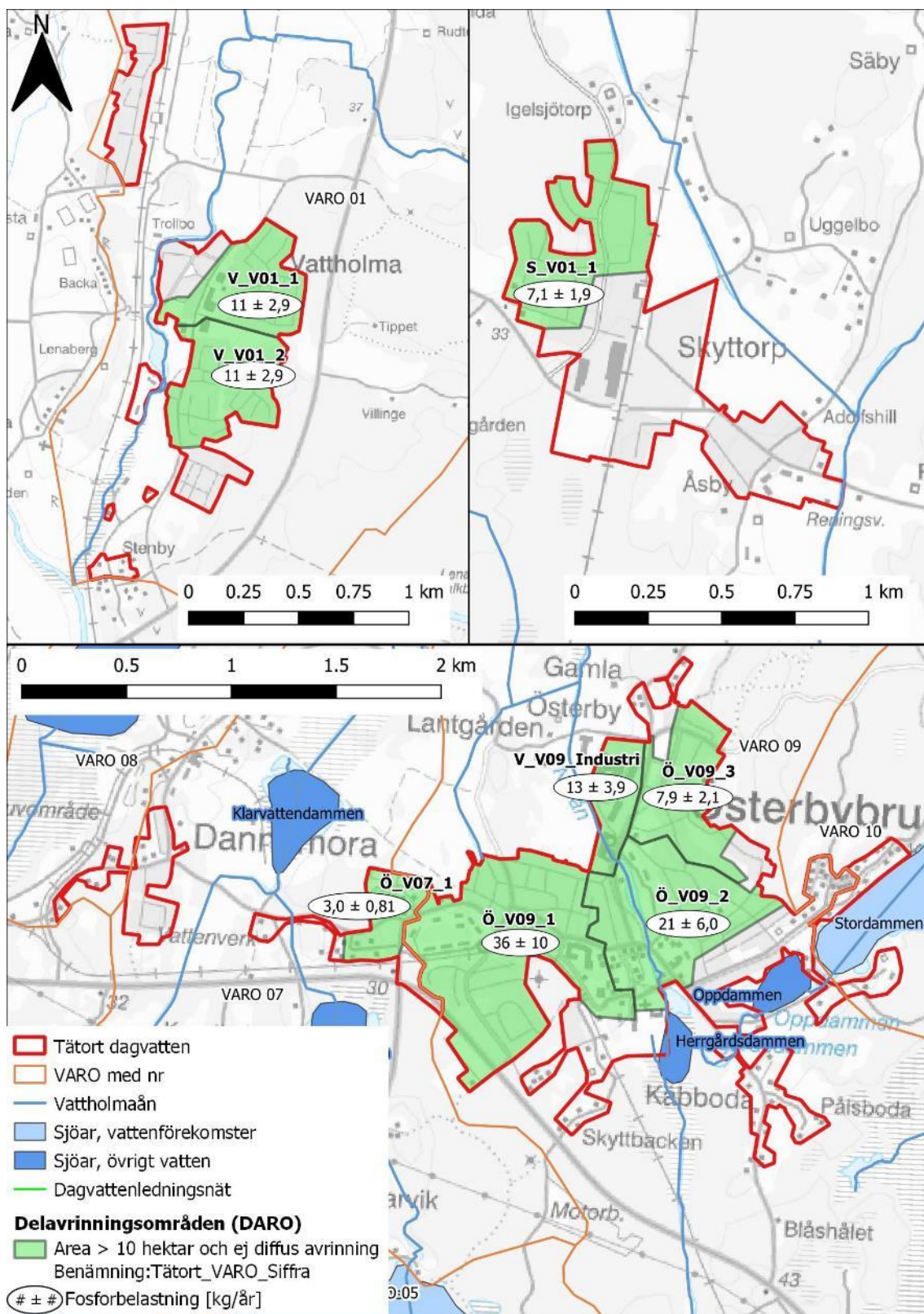
Som indata i Stormtac användes markanvändningen (Figur 12) och årsmedelnederbörd. Årsmedelnederbörden sattes till 700 mm/år då den varierar mellan 686 och 706 mm/år inom området (SMHI, 2022).

Fosforbelastningen via dagvatten beräknades till 170 ± 50 kg/år (Tabell 28), fördelat på de fem VARO:n som tätorterna återfinns inom. Inom VARO 1 kan fosforbelastningen delas upp på Skyttorp (29 kg/år) och Vattholma (34 kg/år). Resterande fosforbelastning (110 kg/år) härrör från Österbybruk.

Tabell 28. Fosforbelastning via dagvatten per vattenförekomstavrinningsområde (VARO) beräknat med Stormtac (2022) v.22.1.1

VARO nr	Fosforbelastning kg/år
01	60 ± 20
07	9 ± 3
08	1 ± 0,3
09	100 ± 30
10	2 ± 0,5
Summa (avrundad)	170 ± 50

Fosforbelastningen beräknades även per tekniskt delavrinningsområde för alla delavrinningsområden större än 10 hektar med samlad avledning av dagvatten (Figur 21).



Figur 21. Fosforbelastning via dagvatten per delavrinningsområde (DARO) större än 10 hektar beräknat med Stormtac (2022) v.22.1.1. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (Topo-webb)

De åtta tekniska delavrinningsområdena större än 10 hektar bidrar tillsammans med en fosforbelastning på 110 kg/år (Tabell 29), det vill säga cirka 65 % av all fosforbelastning inom tätorten (Tabell 28).

Tabell 29. Fosforbelastning via dagvatten per delavrinningsområde (DARO) med area större än 10 hektar. Belastning och reducerad area beräknat med Stormtac (2022) v.22.1.1.

DARO	Area ha	Reducerad area ha	Fosforbelastning kg/år
S_V01_1	17	6,0	7 ± 2
V_V01_1	20	7,5	11 ± 2,9
V_V01_2	22	7,8	11 ± 2,9
Ö_V07_1	11	2,8	3,0 ± 0,81
Ö_V09_1	66	24	36 ± 10
Ö_V09_2	42	15	21 ± 6,0
Ö_V09_3	24	6,0	7,9 ± 2,1
Ö_V09_Industri	12	5,9	13 ± 3,9
Summa	210		110 ± 30

5.3 Genomförda åtgärder inom utredningsområdet

5.3.1 Åtgärder avseende punktkällor

Tillsyn av enskilda avlopp pågår kontinuerligt och bristfälliga avlopp åtgärdas som ett resultat av den tillsynen. När VA-verksamhetsområdena utökas och enskilda avlopp ansluts till de kommunala reningsreningsverken minskar utsläppen från enskilda avlopp lokalt och det utsläpp som ändå sker hamnar på en annan plats via utgående vatten från reningsverket. I beräkningarna av avloppens påverkan på Vattholmaån har vi utgått från kommunernas register över status på enskilda avlopp, och därmed bör hänsyn ha tagits till eventuella tidigare åtgärder rörande enskilda avlopp.

Reningsverkens reningsresultat sammanfattas i årsrapporter och eventuella brister uppmärksammas i samband med detta. Begränsningsvärde för utsläpp (oftast mätt som en halt) finns i reningsverkens utsläppstillstånd.

Tillsyn av miljöfarlig verksamhet görs av länsstyrelsen och kommunerna. Alla verksamheter som måste ha tillstånd för att bedriva sin verksamhet är skyldiga att årligen lämna in en miljörapport. Misstanke om att den miljöfarliga verksamheten inte följer bestämmelser i miljöbalken kan leda till påföljder i form av miljöstraffavgift och anmälas till Polismyndigheten eller Åklagarmyndigheten.

5.3.2 Platsspecifika åtgärder inom jordbruket

Inom avrinningsområdet för Vattholmaån finns idag två anlagda våtmarker (Jordbruksverket, 2021b). Den ena finns i VARO 2 vid Skallbyn och beräknas ha en betydande potentiell fosforavskiljning. Den andra våtmarken, som finns i VARO 9, är enligt SMHI:s våtmarksdatabas (2020a) anlagd med huvudsyftet biologisk mångfald. Den har en mycket begränsad fosforavskiljningspotential. Våtmarken i VARO 2 benämns i denna rapport som 02-bef-01 (se Figur 22) och våtmarken i VARO 9 benämns som 09-bef-02.

I denna utredning har markanvändning tagits fram och fosfortillförsel beräknats från tillrinnande mark till de två befintliga våtmarkerna enligt tidigare beskriven metodik. Våtmarkernas

potentiella avskiljning av fosfor har beräknats på samma sätt som för de föreslagna åtgärder som tagits fram i denna utredning (om inte annat anges), se avsnitt 4.2.1.

Åtgärd 02-bef-01 har en yta på 0,68 hektar, vilket är ungefär 0,09 % av dess tillrinningsområde som är 730 hektar stort. Tillrinningsområdet är skogsdominerat men innehåller några tiotal hektar jordbruksmark. Beräknad fosforavskiljningspotential med en antagen reningsgrad strax under 50 % är 22 kg per år. Åtgärd 09-bef-02 är 4,9 hektar stor till ytan och har ett tillrinningsområde på endast 27 hektar. Tillrinningsområdet utgörs till stor del av skogsmark och potentiell fosforavskiljning är beräknad till ungefär 2 kg per år.

Våtmarkernas utformning och beräknade potentiella fosforavskiljning sammanfattas i Tabell 30.

Tabell 30. Anlagda våtmarker för biologisk mångfald och näringsreduktion med ersättning från Jordbruksverket (Jordbruksverket, 2021b)(SMHI, 2020a). Platsernas tillrinningsområden, årlig fosfortillförsel samt potentiella avskiljning har karterats och beräknats.

WRS namn	VARO	Åtgärdsyta (ha)	Tillrinningsområde (ha)	Beräknad fosfortillförsel (kg/år)	Beräknad potentiell avskiljning (kg/år)
02-bef-01	2	0,68	730	49	22
09-bef-01	9	4,9	27	4	2



Figur 22. Den anlagda våtmarken i VARO2 vid Skallbyn, här kallad 02-bef-01. Våtmarken är cirka 7000 m² stor.

5.3.3 Dagvattenåtgärder

Inga befintliga eller planerade anläggningar för rening av dagvatten finns i de undersökta tätorterna. Befintlig avskiljning uppskattas därmed till noll.

5.3.4 Övriga genomförda åtgärder enligt vattenmyndigheten

De åtgärder som genomförts i eller omkring vattenförekomsterna för att förbättra vattenkvaliteten och för att uppnå de fastställda miljökvalitetsnormerna enligt Vattenmyndigheten finns redovisade i VISS. Totalt 28 genomförda åtgärder finns registrerade (VISS, 2022-03-14), främst åtgärder för att minska tillförseln från jordbruksmark (Länsstyrelserna m.fl., 2022) .

Genomförda åtgärder i jordbrukslandskapet är miljöskyddsåtgärder, ekologisk odling (utan bekämpningsmedel), gräsbevuxna skyddszoner och extensiv vallodling. Då effektiviteten för dessa åtgärder är svårt att beräkna, och att effekterna antas vara små, görs inget avdrag från betingen för dessa åtgärder.

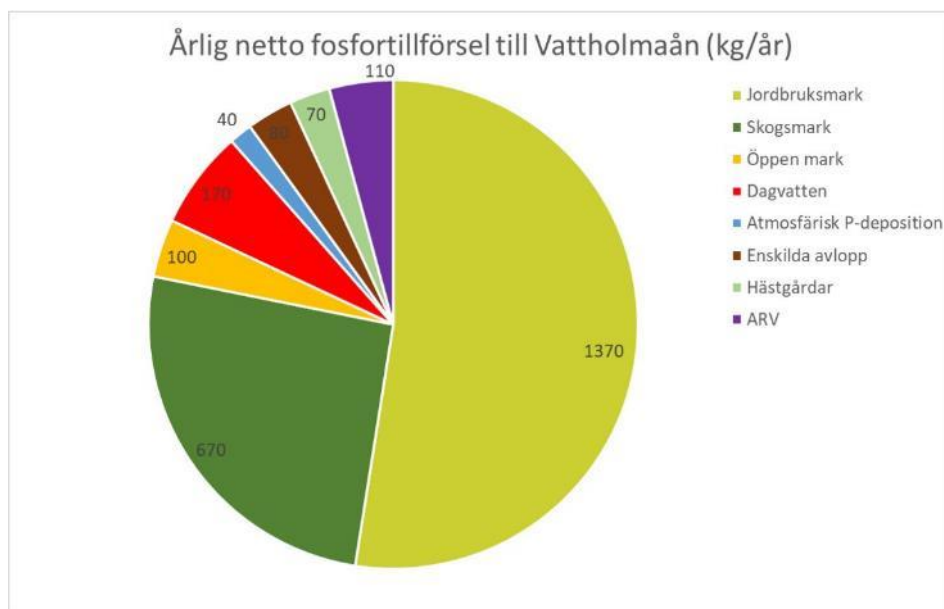
Vattenmyndigheten listar även möjliga åtgärder som ej är genomförda ännu. Dessa åtgärdsförslag överlappar till stor del de åtgärder som föreslås i denna utredning.

5.4 Nettotillförsel av fosfor och beting

Nettotillförseln av fosfor till recipienterna efter avdrag för avskiljning i befintliga våtmarker i beräknas till 2 610 kg per år. Fördelningen mellan de olika källorna redovisas i Figur 23.

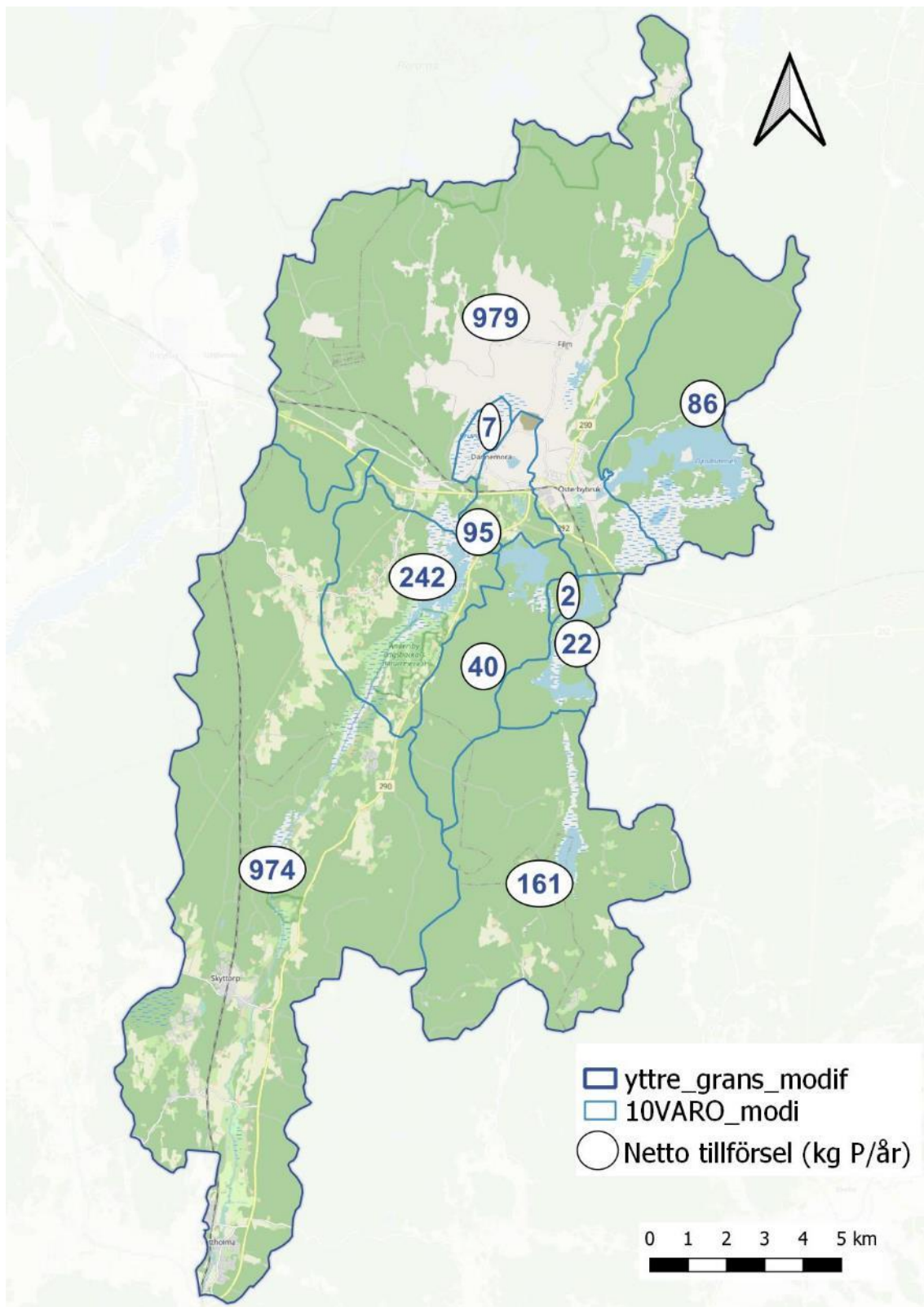
Tabell 31. Summerad bruttofostillförsel från diffusa och punktkällor, avskiljning i befintliga våtmarker och dagvattendammar och resulterande netttofostillförsel från utredningsområdet till Vattholmaån i kg per år.

Brutto P-tillförsel diffusa källor (kg/år)	Brutto P-tillförsel punktkällor (kg/år)	Summa brutto (kg/år)	Avskiljning våtmarker (kg/år)	Netto (kg/år)
2 470	160	2 630	24	2 610



Figur 23. Fördelning av årlig nettotillförsel av fosfor (kg/år) mellan olika diffusa källor och punktkällor i utredningsområdet med hänsyn till avskiljning i befintliga våtmarker.

Beräknad nettobelastning av fosfor per VARO visas i Figur 24.



Figur 24. Nettobelastning av fosfor från per VARO från diffusa- och punktkällor. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Det samlade lokala betinget för alla vattenförekomster, inom utredningsområdet, uppgår till 30 kg P/år (se avsnitt 2.5.1). I utredningens uppdrag anges att de framtagna åtgärderna för minskad

externfosfortillförsel ska motsvara 150 % av betinget. Detta för att minska risken för att förbättringsbehovet inte uppnås då åtgärder visar sig vara svåra att genomföra av skäl som i nuläget är okända. De relativa beting som redovisas i Tabell 32 anger vilken andel av nettotillförseln från avrinningsområdena som behöver avskiljas för att uppnå betingen.

Tabell 32. Netto fosfortillförsel (kg/år), fosforbeting (kg/år), fosforbeting om 150 % av betingen ska uppnås (kg/år), samt relativt beting i procent som ska uppnås per VARO.

VARO	Netto P-tillförsel (kg P/år)	P-beting 100 % (kg P/år)	P-beting 150 % (kg P/år)	Relativt beting	Relativt beting 150 %
1	985	30	45	3,0 %	4,5 %
2	162	-	-	-	-
3	22	-	-	-	-
4	2	-	-	-	-
5	40	-	-	-	-
6	105	-	-	-	-
7	251	-	-	-	-
8	7	-	-	-	-
9	983	-	-	-	-
10	86	-	-	-	-
Summa	2 640	30	45	1,1	1,7

6 Hydromorfologi

En översikt av områdets sjö- och åsystem finns i Figur 4.

6.1 Fiskfauna

Limniska värden

De limniska värdena i områdets lokaler anses ha begränsats på grund av de historiska ingreppen i avrinningsområdets sjö- och åsystem. Högre limniska värden finns troligen främst i de mindre påverkade sjöarna Rastsjön, omgiven av skogsmark, och Lillsjön som är omgiven av myrmarker. Stordammen i Österbybruk är visserligen en konstgjord sjö från 1600-talet men kan anses hålla en visst limniskt värde som ett viktigt område för vattenhushållningen i Vattholmaån och Fyrisån samt som ett viktigt område för rekreation som bad, fiske och friluftsliv (Brunberg och Blomqvist, 1998). Även systemet med Harvikadammen och Slagsmyren-Hammardammen med sina stora magasinsvolymmer är viktiga för vattenhushållningen.

Trots att Vattholmaåns huvudfåra genomgått omfattande grävningar och utdikningar betraktas slättåkerkaraktären mellan Vattholma och Skarnässjön (myrmarksområdet söder om Dannemorasjön) ha höga limniska värden. Flera av de sänkta sjöarna utgör fågellokal, exempelvis Dannemorasjön, Filmsjön och Lillbyasjön. Rekreativa värden finns även i form av badmöjligheter och fiske i området.

I länets Naturvårdsprogram (Länsstyrelsen Uppsala län, 1987) bedöms Dannemorasjön, Dannemora-Österbybruk-området, Rastsjön, samt Knivstasjön (strax norr om Skyttorp) alla ha mycket höga naturvärden, motsvarande klass II (där klass I är högsta naturvärde). Lillbyasjön har klass III, höga naturvärden. Bedömningen baseras på flera faktorer, men innefattar bland annat viktiga hydrologiska och limniska värden, natur- och kulturvärden.

Förekommande arter

I det nationella registret över sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2021b) och databasen för svenskt elfiskeregister (SERS) (SLU, 2021a) finns standardiserade och utförda fisken registrerade. De senaste fiskinventeringarna som genomförts är från 1990-talet och början av 2000-talet, vilket innebär att kunskapen om idag förekommande arter kan anses vara osäker. Nya inventeringar och/eller provfisken kan därför behövas för att exempelvis kunna ta fram förslag för biotopförbättrande åtgärder.

Tabell 33 visar en sammanställning av de arter som fångats i Vattholmaåns avrinningsområde. Totalt har tolv arter påträffats där abborre, braxen, gädda och mört finns i många av de undersökta vattendragen och sjöarna. Även gärs, sarv och ruda är relativt vanliga. Samtliga fiskar i Tabell 33 är *livskraftiga* enligt Rödlistan undantaget lake (*sårbar*) (SLU, 2022). Lake har infångats i Vattholmaån vid två tillfällen och noterats vid ytan i Stordammen vid ett tillfälle. I Vattholmaån ska även id och björkna ha påträffats men uppgifterna är mer osäkra. Stensimpa har fångats i Vattholmaån och sutare i Dannemorasjön.

Underlag om inplanterad fisk i området redovisas inte här då dessa inte utgör underlag för en naturlig fauna. Troligen planterades nordamerikansk lax in i Karmdammen på 1900-talet och en mindre sjö mellan Harvikadammen och Dannemorasjön har använts för kommersiell fiskuppfödning. Information om hur eller om dessa arter har påverkat den naturliga fiskfaunan i området har dock inte påträffats.

Tabell 33. Fiskarter som har påträffats vid inventering i Vattholmaån och dess biflöden. En sammanställning från provfiske, elfiskeinventeringar samt äldre och mer osäkra uppgifter. Åar och sjöar går från nedströms (kolumner till vänster) till uppströms (kolumner till höger).

Inom VARO nr:		1	7	7	4	2	10	10	9
Art	Kategori rödlistan	Vattholmaåns huvudfåra (Vattholma till Dannemorasjön)	Dannemorasjön	Karndammen	Dalån Slagsmyren-Harvikadammen	Rastsjön	Stordammen	Lillsjön	Filmsjön
Abborre	Livskraftig	x	x	/	x	x	x	x	x
Björkna	Livskraftig	*	/						
Braxen	Livskraftig		x			x	x	x	x
Gädda	Livskraftig	x	x	/	x	x	x		x
Gärs	Livskraftig					x	x	x	
Id	Livskraftig	*							
Lake	Sårbar	x					/		
Mört	Livskraftig	x	x	/		x	x	x	x
Ruda	Livskraftig		x	/					x
Sarv	Livskraftig		x			x	x		x
Stensimpa	Livskraftig	x							
Sutare	Livskraftig		x				/		

x) arter som har noterats vid inventeringar genom provfiske och/eller elfiske

/) arter som kan förekomma; uppgifter äldre, osäkra eller muntligen

*) Id och björkna beskrivs av Brunberg och Blomqvist (1998) förekomma i ån men närmare uppgift om vart saknas

Asp

Det finns idag inga kända bestånd av Upplands landskapsfisk asp i Vattholmaåns avrinningsområde. Däremot finns arten i nedströms vatten i Fyrisån och Mälaren (Länsstyrelserna, 2009; Upplandsstiftelsen, 2021a) och förhoppningen är att aspen, om åtgärder mot befintliga vandringshinder genomförs, i framtiden även ska kunna simma upp i Vattholmaån.

Aspen förekommer främst i oligotrofa och mesotrofa sjöar och vattendrag och vandrar upp i strömmande vatten på värdkanten där den letar lämpliga lekplatser över grus- och stenbottnar (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b, 2017). Den kan också leka över mer växtrika områden med rent och syrerikt vatten. Eftersom aspen är en vandrande fisk påverkas den starkt negativt av vandringshinder. Den påverkas även negativt av ingrepp i vattenmiljön som damm- och brobyggnationer, muddring, årensning och andra fysiska ingrepp, framför allt i vegetationsrika strandmiljöer (Havs- och vattenmyndigheten, 2016, 2017). Övergödning av vattendrag kan leda till försämrade lekbottnar och reproduktion.

Aspen är en nationellt rödlistad art (*nära hotad*) (SLU, 2022) och ingår i EU:s art- och habitatdirektiv där den betraktas som skyddsvärd och listas både i bilaga 2 samt bilaga 5 till direktivet. Det finns framtaget ett nationellt åtgärdsprogram för asp med bland annat prioriteringsplan för åtgärder av vandringshinder (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b). För ökad rekrytering av asp i bland annat Mälaren finns riktade åtgärder mot vandringshinder i Fyrisån nedströms Vattholmaån, se avsnitt 6.6.

Inventerade strömsträckor för asp

En kartläggning av vandringshinder och lekområden för fisk har gjorts av Länsstyrelsen där bland annat Fyrisåns huvudfåra upp till Dannemorasjön inventerades 2008 (Länsstyrelserna, 2009). De inventerade sträckorna har bedömts och klassificerats efter hur bra sträckan ansågs för aspreproduktion utifrån en fyrstegsskala där klass 3 representerar mycket goda/optimala lekmöjligheter och klass 0 inga lekmöjligheter.

I Vattholmaån (upp till Dannemorasjön) finns fyra potentiella områden för lekande asp där 1 785 m² fått klass 3 (strax uppströms Hammardammen vid Trollbo) och 12 829 m² klass 2 (tre lokaler: Djurgårdsåsen, Träsundet och Stubbol). Samtliga potentiella lekområden ligger uppströms Hammardammen vid Vattholma som idag utgör ett vandringshinder. Uppströms Dannemorasjön finns inga kända inventeringar av lekplatser, strömsträckor eller potentiella reproduktionslokaler för asp.

6.2 Befintliga vandringshinder

Människans nyttjande av sjöar, åar och älvar för exempelvis anläggning av dammar, kvarnar och infrastruktur, samt sjösänkningar, uträtningar och markavvattning har skapat vandringshinder för sötvattenfisken. Mängden fisk i våra vatten skulle kunna vara betydligt större om de kunde utnyttja större områden för vandring och fortplantning än vad som är fallet idag. Fiskars vandringsfas kan ske både under vår och höst då de förflyttar sig mellan lek-, uppväxt- och födoområden, men även för övervintring eller för att undvika temporärt ofördelaktiga förhållanden. Vikten av intakt konnektivitet där fiskar kan röra sig fritt över hela sitt naturliga habitat främjar fiskfaunan direkt och hela den akvatiska mångfalden indirekt (exempelvis stormusslor vars larver sprids med fisk).

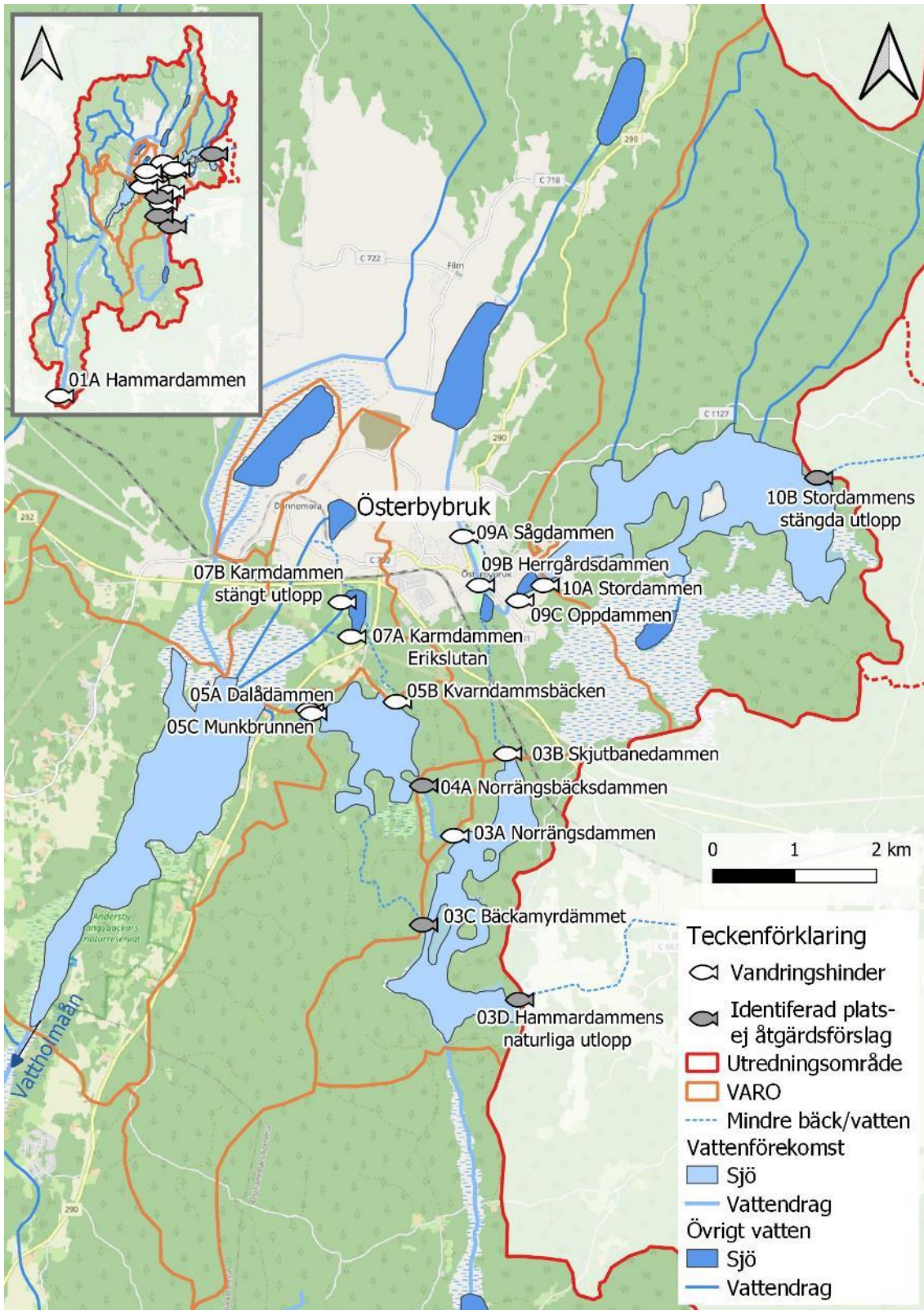
Många av vandringshindren i Vattholmaåns avrinningsområde är placerade vid utloppen av en damm eller sjö. Hindrens karaktär, huvudsakliga syfte och historik skiljer sig delvis åt men de flesta har gemensamt att de bygger på historiska regleringar sedan bruks- och gruvtiderna i Österbybruk.

Totalt identifierades initialt 16 potentiella vandringshinder. 15 av dessa är lokaliserade i avrinningsområdets norra del, Fyris Östra Källor, och ett vandringshinder finns i Vattholma (Figur 25). Mellan Dannemorasjöns utlopp och Vattholma är alltså Vattholmaån fri från vandringshinder.

Utav de 16 platserna finns tio i Biotopkarteringsdatabasen (Länsstyrelserna, 2018), varifrån underlag inhämtas till vattenförekomsternas statusklassning i VISS. Platsbesök genomfördes vid tolv platser under oktober 2021. Övriga fyra platser kunde antingen avfärdas som vandringshinder eller oönskade åtgärda då detta skulle ändra avrinningsområdesgränser.

En sammanställning av tolv identifierande vandringshinder och fyra platser där åtgärdsförslag inte ges finns i Figur 25 och Tabell 34. I Bilaga 2 beskrivs de tolv vandringshindren mer i detalj tillsammans med åtgärdsförslag. De fyra avfärdade platserna beskrivs kort i avsnitt 6.3. Ytterligare platser som inte har inventerats men som kan utgöra vandringshinder beskrivs

kortfattat i avsnitt 6.4. I avsnitt 6.5 beskrivs kända genomförda åtgärder för hydromorfologi i avrinningsområdet och i avsnitt 6.6 beskrivs kortfattat nedströms liggande vandringshinder och åtgärder som påverkar konnektiviteten till Vattholmaån.



Figur 25. Karta över identifierade vandringshinder (12 st.) och identifierade platser där åtgärdsförslag ej ges (4 st.). Bakgrundskarta: ©OpenStreetMap (u.å.).

Tabell 34. Identifierade vandringshinder inom Vattholmaåns avrinningsområde (12 st.) med beskrivning av vandringshindrets karaktär och egenskaper. Uppgifter som saknas eller är osäkra är markerade med ett streck (-). Längst ner i tabellen listas även identifierade platser som antingen inte är vandringshinder längre eller där åtgärdsförslag ej föreslås (4 st.). För geografisk placering se Figur 25.

Nr.	Namn	VARO nr.	Typ	Konstruktion	Åtgärds-höjd* (m)	Passerbart för**	
						Mört	Öring
Vandringshinder (Bilaga 2)							
01A	Hamnardammen	1	Dämme / manuell reglering	Betong, sten och träluckor	4,4	Nej	Nej
03A	Norrängsdammen	3	Dämme / manuell reglering	Betong, träluckor	1,8	Nej	Nej
03B	Skjutbanedammen	3	Dämme / manuell reglering	Vall av jord och singel, rörventil	1,2	Nej	Nej
05A	Dalådammen	5	Dämme / manuell reglering	Betong, träluckor	1,5	Nej	Nej
05B	Kvarndammsbäcken	5	Dämme / fast överfall	Betong, träsättar	1,2	Nej	Nej
05C	Munkbrunnen	5	Reglerbrunn	Jordvall, brunn i betong	2,2	-	-
07A	Karmdammen Erikslutan	7	Förfallet dämme	Trä	0,5	-	-
07B	Karmdammen Stängt utlopp	7	Dammvall / väg	Jordvall, plaströr	Okänt	-	-
09A	Sågdammen	9	Dämme / fast överfall	Betong, plåt	2,7	Nej	Nej
09B	Herrgårdsdammen	9	Dämme / fast överfall	Betong, sten, plåt	0,9	Nej	Nej
09C	Oppdammen	9	Dämme / fast överfall	Betong, plåt	2,5	Nej	Nej
10A	Stordammen	10	Dämme / manuell reglering	Betong, träluckor	0,9	Nej	Nej
Identifierade platser - ej åtgärdsförslag (avsnitt 6.3)							
03C	Bäckamyrdämnet	3	Utrivet dämme	-	-	-	-
03D	Hamnardammens naturliga utlopp	3	Dammvall	Jordvall	-	-	-
04A	Norrängsbäcksdammen	4	Utrivet dämme	Betong	-	-	-
10B	Stordammens stängda utlopp	10	Dämme / manuell reglering	Betong, träluckor	-	-	-

* Åtgärds höjden uppskattas som den höjd som behöver åtgärdas för att den tröskel som vandringshindret utgör ska försvinna. Detta kan exempelvis vara fallhöjden vid ett dämme eller skillnaden i nivå på vattenytan precis uppströms och precis nedströms ett hinder (idealt vid normalvattenföring). Åtgärds höjden bör ses som ungefärlig, framförallt för vandringshinder där större vattennivåfluktuationer sker under året på grund av reglering. Se detaljer för respektive vandringshinder i Bilaga 2.

** Ett vandringshinder definieras som ett hinder om mindre än 5 % av vandringsbenägna fiskarter kan passera. Definitiva och partiella vandringshinder för mört och öring har bedömts i Länsstyrelsens Biotopkarteringsdatabas (2018). De vandringshinder som inte har en bedömning finns inte i databasen.

6.3 Identifierade platser – ej åtgärdsförslag

03C Bäckamyrdämnet

Ett mindre utlopp finns från Slagsmyren-Hamnardammen vid den så kallade Bäckamyren. Det har tidigare suttit ett regleringsdämme vid detta utlopp (Brunberg och Blomqvist, 1998) men det är idag utrivet. Enligt uppgift finns det kvar en mindre klack i bäcken (Vattenrådet Fyris Östra Källor, 2021; muntl. ref.), se Figur 26. När vattenståndet i dammen är högt rinner vatten i

bäcken via flera myrar innan det når Harvikadammen vid Askmyren. Platsen ligger relativ svårtillgängligt och har inte besökts i fält.



Figur 26. Bäckamyrdämet. Foto: Bernt Östergren.

03D Hammardammens naturliga utlopp

Historiskt har Hammardammen haft ett naturligt utlopp i dammens östra ände till Kilbyån och Olandsån före 1550. En fördämning byggdes vid utloppet under 1600-talet, vilket ändrade de naturliga vattendelarna och vattnet leddes därefter mot Vattholmaån (Lager, 2003). Idag finns en helt stängd fördämningsvall på platsen och vatten släpps inte alls till Kilbyån av hävd (Brunberg och Blomqvist, 1998). Dämet finns inte registrerat i dammregistret (SMHI, 2013) eller biotopkarteringsdatabasen (Länsstyrelserna, 2018). Platsen är ej besökt i fält men vallen bedöms inte skapa ett vandringshinder med anledning av den historiska ändringen av avrinningsområdets utbredning.

04A Norrängsbäcksdammen

I Norrängsbäcken/Dalån som rinner mellan Slagsmyren-Hammardammen och Harvikadammen fanns tidigare en dammkonstruktion. Den finns fortfarande registrerad i SMHI:s databas (2013) men var redan i slutet av 1980-talet var i dåligt skick (Länsstyrelsen, 1987). Den bestod av ett 3,3 meter brett överfall och användes som "luftningsdämme" för att syresätta vattnet och komma fisken i Harvikadammen tillgodo (Svedberg, 1976). Idag är dock dämet utrivet och endast fundamentets betongkonstruktion kvarstår (Figur 27). Platsen finns inte registrerad som vandringshinder i biotopkarteringsdatabasen (Länsstyrelserna, 2018). Den har inte besökts i fält men bedöms inte utgöra ett permanent vandringshinder. Vid högflödesepisoder fungerar det utrivna dämet som en "flaskhals" som delvis kan dämna och kvarhålla vatten från Slagsmyren innan det når Harvikadammen (Vattenrådet Fyris Östra Källor, 2021).



Figur 27. Norrängsbäcksdammens kvarvarande fundament i betong, där själva dämnet är utrivet. Bild från högflödesepisod 15 december 2019. Dämnet fungerade då som en "flaskhals" och fördröjde flödet så pass att det troligen räddade Dalådämnet i Harvikadammen nedströms från skador. Foto: Bernt Östergren.

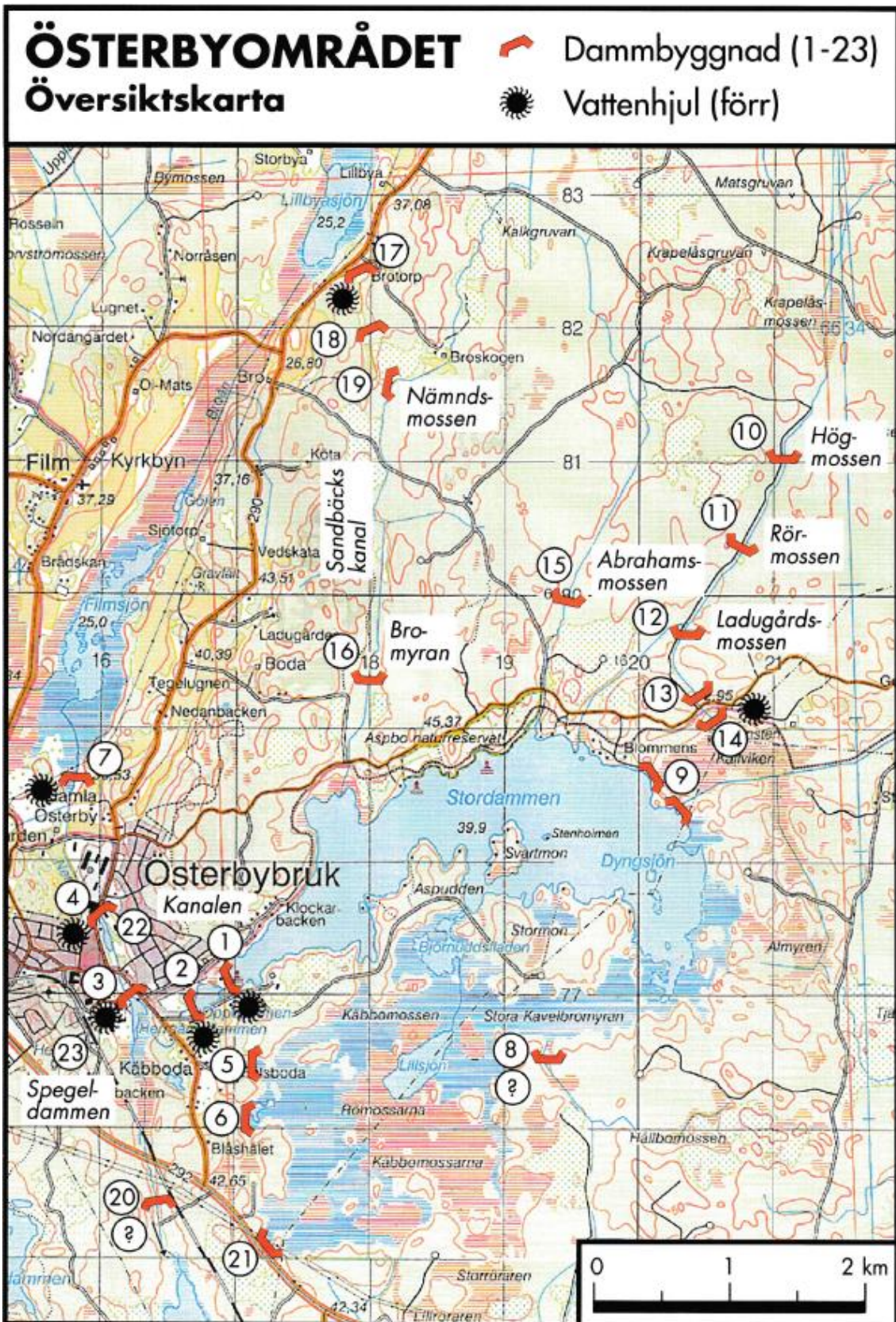
10B Stordammens stängda utlopp

Historiskt har avrinningsområdet för Stordammen ändrats flertalet gånger (Lager, 2003). Dammen har bland annat fungerat som magasin för vattenkraft till verksamheter i Österbybruk och senare under 1925-1947 för flottning av timmer till Gimo damm (Lager, 2002). Utloppet i nordöst är idag stängt men vatten ska enligt uppgifter kunna släppas vid kraftiga flöden mot Gimo damm och Olandsåns avrinningsområde. Platsen har ej besökts i fält och bedöms ej vara ett vandringshinder på grund av den historiska ändringen av avrinningsområdet. Det stängda utloppet finns inte heller registrerat i dammregistret (SMHI, 2013) eller biotopkarteringsdatabasen (Länsstyrelserna, 2018).

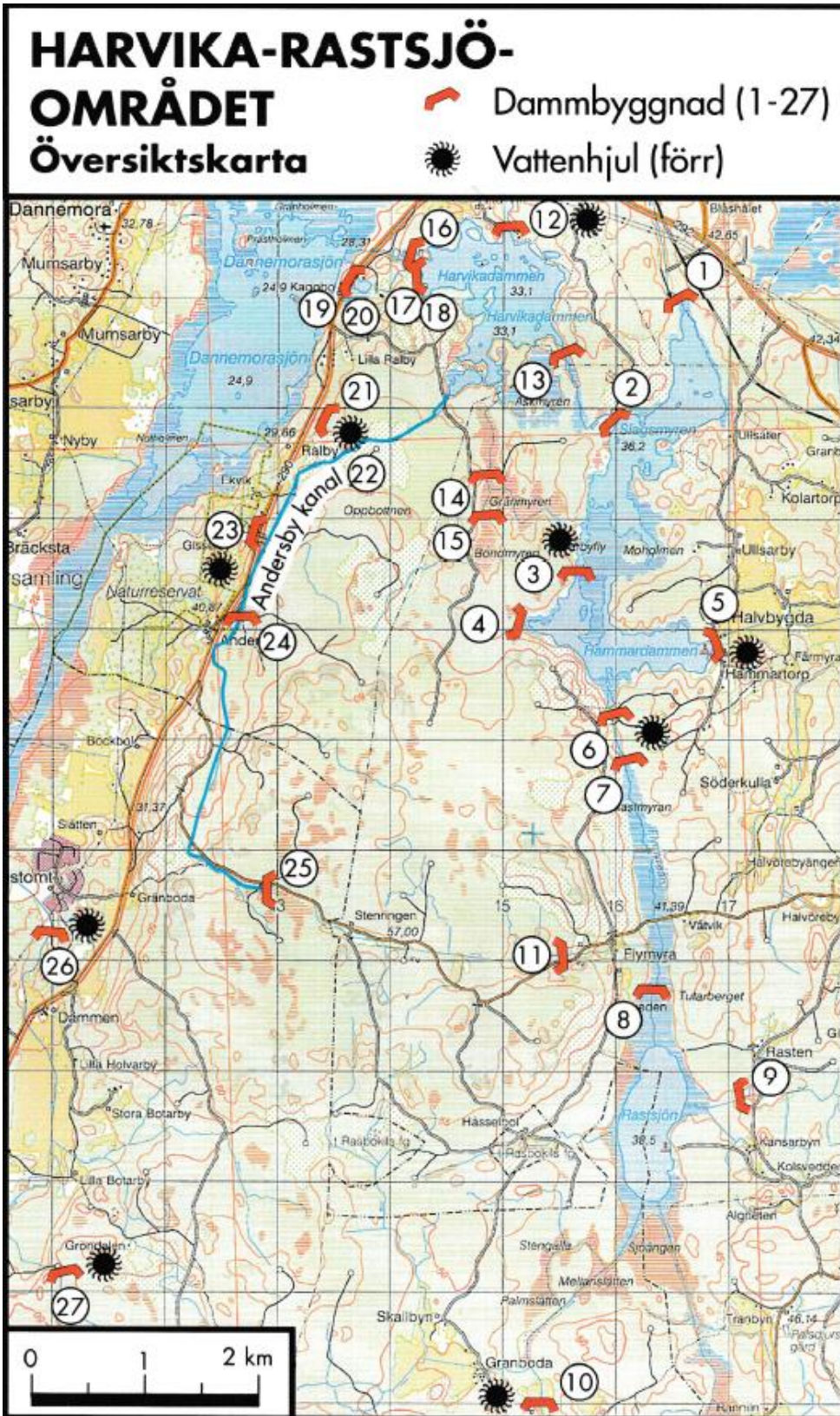
6.4 Andra ej inventerade eventuella vandringshinder

Ett omfattande vattenregleringssystem har under århundraden byggts upp genom regleringar och dämning för att tillgodose behovet av energi och vattenkraft till dåtiden bruks- och gruvverksamhet. Än idag är området starkt påverkat av tidigare vattenregleringar. I underlag sammanställt av Ingemar Lager (2005) visas totalt 50 forntida och då befintliga dammbyggnader i och kring Österbybruk (Figur 28 och Figur 29). 13 av dessa beskrivs i denna utredning. Huruvida övriga 37 dammbyggnader finns kvar och kan utgöra partiella eller definitiva vandringshinder saknas det information om. Många av de mindre dämmena reglerades med enklare "slutor" av trä (Lager, 2005) och kan säkerligen ha förfallit och brutits ned av tidens tand. Figuren visar dock att det kan finnas fler ej karterade platser inom avrinningsområdet som påverkar vattenflöden, fiskvandring och annan hydromorfologi.

Det finns även en osäkerhet inom VARO 8 (*Diken genom Gruvsjön Dannemora*). Enligt VISS senaste statusklassning (2021-05-28) finns vandringshinder i vattenförekomsten baserat på SMHI:s dammregister och biotopkarteringar. Ingen sådan information har dock hittats varken i dammregistret (SMHI, 2013) eller Biotopkarteringsdatabasen (Länsstyrelserna, 2018).



Figur 28. Fortida och nu befintliga dambyggnader och forntida vattenhjul inom Österbyområdet. Figur hämtad från © Ingemar Lager (2002; opublicerad). Figurens numrering 1–4 motsvarar Stordammen, Oppdammen, Herrgårdsdammen och Sågdammen. Nummer 9 är Stordammens stängda utlopp.



Figur 29. Forntida och nu befintliga dammbyggnader och forntida vattenhjul inom Harvika-Rastsjöområdet. Figur hämtad från © Ingemar Lager (2002; opublicerad). Figurens numrering 1: Skjutbanedammen, 2: Norrängsdammen, 3: Bäckamyrdämet, 5: Hammardammens naturliga utlopp, 12: Kvarndammsbäcken, 13: Norrängsbäcksdammen, 16: Dalådammen, 17: Munkbrunnen.

6.5 Genomförda åtgärder inom utredningsområdet

Inom Vattholmaåns avrinningsområde finns inga kända åtgärder som genomförts för att förbättra konnektiviteten. Det är mycket möjligt att flera av de äldre ”slutorna” som visas i Figur 28 och Figur 29 har rivits ur men detta har inte inventerats.

6.6 Nedströms vandringshinder

Hammardammen (01A) i Vattholma är det vandringshinder inom Vattholmaåns avrinningsområde som ligger längst nedströms och därmed hindrar fri passage till upp- och nedströms system. I delar av Fyrisån nedströms Hammardammen har ett arbete för förbättrad konnektivitet pågått under längre tid för att möjliggöra fria passage för vandringsbenägna arter mellan Ekoln (Mälaren) och Fyrisåns nedre system. Totalt fyra befintliga eller åtgärdade vandringshinder ligger nedströms Hammardammen i Fyrisån.

I centrala Uppsala finns de längst nedströms belägna hindret i Fyrisån, Islandsfallet. Här anlades en fiskväg i form av slitsränna som togs i bruk 2008 (Länsstyrelserna, 2021b). Åtgärden konstaterats fungera mycket bra som fiskväg för den rödlistade aspen och flesta andra förekommande fiskarter (Upplandsstiftelsen, 2021a). Flertalet kända leklokaler för asp finns i Fyrisån nedre del och årlig inventering, märkning och utvärdering görs (Länsstyrelserna, 2009; Upplandsstiftelsen, 2021a).

Strax uppströms Islandsfallet färdigställdes ett omlöp runt Kvarnfallet vid Upplandsmuseet 2007. Provfiske och fiskekamera visar att fisk passerar, men endast ett fåtal individer av asp har noterats de senaste åren (Upplandsstiftelsen, 2021a). Den enligt Rödlistan (SLU, 2022) akut hotade ålen har även vid inventeringar noterats passera både Islandsfallet och Kvarnfallet, även om det rör sig om ett fåtal individer (Upplandsstiftelsen, 2021b).

I åtgärdsprogrammet för asp (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b) listades bland annat Ulva kvarn och Ekebydammen av Länsstyrelsen som två prioriterade åtgärder för vandringshinder inom Fyrisån. Vid Ulva kvarn togs en slitsränna i bruk 2017 (Länsstyrelserna, 2021b) och två år senare noterades den första aspen passera fallet på 350 år. Idag är det därför fri vandringsväg från Ekoln upp till Ekebydammen vid Storvreta i Fyrisåns huvudfåra. Vid Ekebydammen har nyligen en förstudie med åtgärdsförslag tagits fram (Tyréns AB och TerraLimno Gruppen AB, 2020).

Hammardammen är alltså, efter Ekebydammen, nästa uppströms vandringshinder i Fyrisån och listas av länsstyrelsen som prioriterad åtgärd (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b). Ett åtgärdsförslag för Hammardammen finns beskrivet i Bilaga 2.

7 Särskilt förorenande och prioriterade ämnen

7.1 Miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

Som beskrivits i avsnitt 5.1.4 så finns det två större tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter inom Vattholmaåns avrinningsområde. Den ena verksamheten är avloppsreningsverket i Österbybruk och den andra är ett metallgjuteri. Reningsverket har låga utsläpp av särskilt förorenande eller prioriterade ämnen. Metallgjuteriets miljöpåverkan sker till största del via utsläpp till luft och till viss del till vatten. Renat kondensvatten från kompressorcentralen leds till kommunens reningsverk (Österby Gjuteri AB, 2022). Påverkan på recipienten bedöms därmed som väldigt liten.

Som också beskrivits i avsnitt 5.1.4 är sex områden klassade som potentiellt eller konstaterat förorenade områden med högsta riskklass (1). Flera av dem härrör från gruvverksamheten, och övriga handlar om verksamheter inom branscherna järn- stål- och manufaktur, skrothantering och skrothandel samt träimpregnering. Risken för påverkan på recipienten är främst via dagvatten från hårdgjorda ytor och lakvatten från förorenade massor. Påverkan från gruvområdet beskrivs mer i följande avsnitt.

7.2 Dannemora gruva

7.2.1 Kort historik

Dannemora gruvområde ligger på Gruvsjöns östra sida, cirka 2 km väster om Österbybruk samhälle (Figur 30). Brytning av järnmalm har åtminstone pågått här sedan 1481 (Dannemora Mineral, 2022), kanske ända sedan 1000-talet. Under Gustav Vasas tid på 1500-talet blev gruvan betydelsefull och fram till förra sekelskiftet var det landets viktigaste järnmalmsgruva. Förutom järnmalm har också brutits sulfidmalm (svavelkis, zink och bly). I början av 1990-talet uppmärksammades det att malmen innehåller stora mängder arsenik (Länsstyrelsen Uppsala, 2007). Gruvverksamheten upphörde 1992 för att sedan återupptas 2008 och pågå fram till 2015. Nu planeras för att ännu en gång öppna gruvan.



Figur 30. Karta över Dannemora och Österbybruk, med omgivande sjösystem. Modifierad utifrån Länsstyrelsens kartunderlag (Länsstyrelserna, 2018).

7.2.2 Grunder för bedömningar och avgränsningar

Ett flertal undersökningar och utredningar av gruvverksamhetens påverkan på mark och vatten i och omkring gruvområdet har gjorts under det senaste dryga decenniet. I detta uppdrag har vi gjort bedömningar avseende gruvverksamhetens påverkan på omgivande vattenförekomster genom att studera detta rapportmaterial, i första hand rapporter från 2007 och framåt. Våra bedömningar och grunderna för dessa presenteras i avsnitten nedan.

De vattenförekomster som berörs av gruvverksamheten är förutom Gruvsjön (eller före detta Gruvsjön), Sundbroån och Dannemorasjön (Figur 30). Filmsjön som ligger uppströms om gruvområdet anses inte vara påverkad av gruvverksamheten. Ett antal dammar finns också inom eller i anslutning till gruvområdet, men inte heller påverkan på dessa har studerats inom uppdraget då de inte är vattenförekomster.

I enlighet med en vattendom från 1966 hålls Gruvsjöns vattenstånd nere. Sjöns vatten pumpas över invallningen till Sundbroån vilket har medfört att området innanför invallningen idag inte längre är en sjö. Pumpningen sker i pumpstationen som finns vid vallen i Gruvsjöns västra del

(Figur 31). Sundbroåns nuvarande sträckning runt Gruvsjön grävdes i samband med Gruvsjöns invallning och torrläggning på 1960-talet.

7.2.3 Förorenade utsläpp

Det finns två väldefinierade utsläpp från gruvområdet som utifrån underlagsmaterialet medför stora haltpåslag i Sundbroån. Det ena utsläppet sker i norr, via ett dike från det så kallade sandmagasinet, och det andra genom pumpningen Gruvsjöns vatten till Sundbroån (Figur 31).



Figur 31. Karta över Dannemoras omgivning med lägen för sandmagasinet, Gruvsjön och pumpstationen i Gruvsjön, samtliga markerade med rött, liksom pilar för vattenvägar (blå) och för förorenade utsläpp (röda).

Sandmagasinet anlades 1964 i ett låglänt område varefter vattenblandad anrikningssand började pumpas från anrikningsverket vid gruvan. Via anlagda diken och den så kallade Gruvkanalen (eller Stordiket) skedde avvattningen av sanden troligen huvudsakligen söderut fram till 1990-talet då fördämningar i diken på magasinets östra sida togs bort. Sedan dess sker sannolikt avrinningen huvudsakligen norrut. Sandmagasinet är efterbehandlat enligt den efterbehandlingsplan som togs fram av gruvan 1992. (Engdahl Miljöteknik, 2021)

Vid provtagningar av det nordligt avrinnande dikesvattnet från sandmagasinet vid fyra tillfällen under åren 2019–2021 (Engdahl Miljöteknik, 2021) var halterna av arsenik kraftigt förhöjda i förhållande till Sundbroåns halter uppströms om utsläppet i ån. Arseniken förelåg helt eller nästan helt i löst form (joner). Mängden arsenik var också så pass stor relativt Sundbroåns vattenföring att halten i ån nedströms utsläppet mer än fördubblades på grund av utsläppet och nådde vid olika tillfällen halter på 1,0 µg/l och 1,8 µg/l. Gränsen för god status avseende årsmedelvärde är 0,5 µg/l. En liknande men ännu något större haltpåverkan framgår av provtagningar som gjordes 2006 och 2007 som Engdahl (2021) återger. Även under åren 2008–2015 var halterna i ån nedströms utsläppspunkten förhöjda på motsvarande sätt, vilket tyder på en betydande haltpåverkan, men för denna period saknas det referensvärde uppströms utsläppet. Enligt Alm m.fl. (1999) uppstår risker för negativa effekter på biota främst genom försämrade

reproduktion eller sämre överlevnad i tidiga livsstadier för arter eller artgrupper, sannolikt dock först vid halter av arsenik högre än 5 µg/l. Denna halt avser påverkanskänsliga vatten, det vill säga obuffrade, närings- och humusfattiga vatten med låga pH-värden. Inget årsmedelvärde nedströms den norra utsläppspunkten har legat högre än strax över 3 µg/l (PP5, 2009).

Utifrån de provtagningar och analyser som gjorts under åren finns heller ingen misstanke om andra allvarliga föroreningar än arsenik i avrinningen från sandmagasinet. Fastigheten Films-Österby 3:39 där sandmagasinet ligger ägs idag av Östhammars kommun.

Vattnet som pumpas från Gruvsjön till Sundbroån innehåller enligt Dannemora Magnetits Miljörapporter för åren 2007–2015, vilka återges av Geosigma (2017), höga halter av zink och kadmium. Mängderna zink var också stora relativt Sundbroåns vattenföring, vilket avtecknas i betydande haltpåslag och höga halter i Sundbroån nedströms utsläppet. Halterna av kadmium förblev dock relativt låga i ån nedströms utsläppet och kunde heller inte detekteras i Dannemorasjön vid provtagning 2015 (Geosigma, 2017). Halterna av zink i ån nedströms utsläppet av det pumpade vattnet överskred under periodens samtliga år gränsen på 20 µg/l för negativ påverkan på biota i påverkanskänsliga vatten (se förklaring ovan) som anges av Alm m.fl. (1999). Eftersom Sundbroåns vatten inte har egenskaper som gör det påverkanskänsligt för metaller (se avsnitt ovan om bedömning av arsenikhalterna) ligger gränsen för påverkan på biota troligen betydligt högre än 20 µg/l, men en negativ påverkan utmed en sträcka av ån nedströms utsläppet ska inte uteslutas med zinkhalter upp emot 100 µg/l. Halterna i ån späds successivt ut längs den 3 km långa åsträckan nedströms utsläppet allt eftersom ån tillförs vatten från biflöden. Ytterligare utspädning sker när vattnet sammanförs med övriga tillflöden till Dannemorasjön, där halterna enligt data från 2015 (Geosigma, 2017) låg långt under 20 µg/l.

Tidvis har utsläppet eventuellt även medfört betydande haltpåslag av koppar (samt av svavel och sulfat, vilket indikerar oxidering av sulfidmalm) men ingen av dessa ämnen utgör idag problem i recipienten.

Samtliga föroreningar i det pumpade vattnet från Gruvsjön förekom liksom arseniken i den norra vattenströmmen från sandmagasinet mestadels i löst form, med undantag för bly (Dannemora Mineral, 2013) och är därmed inte en trolig källa till de förhöjda halter som uppmätts i recipienternas sediment.

7.2.4 Sediment

Undersökningar i Dannemorasjön bekräftar att sedimenten är förorenade med flertalet metaller där främst zink överskrider riktvärdena med bred marginal. Merparten av metallerna bedöms ha tillförts sjöarna med metall- och partikelhaltigt vatten från den historiska gruvverksamheten som bedrevs längs Gruvsjöns strand före gruvdriften moderniserade på 1950-talet. Till skillnad från i sedimenten påträffas förvånansvärt låga metallkoncentrationer i Dannemorasjöns vatten med marginal under de ekotoxikologiska lågriskvärdena som använts som bedömningsgrund. (Geosigma, 2017)

8 Åtgärdsförslag

8.1 Kunskapshöjande åtgärder

8.1.1 Fysikalisk-kemiska parametrar

Nio av de tio ingående VARO har enligt Naturvatten (2020) inget angivet beting för fosfor (se Tabell 1, Tabell 32 och Figur 6). Som framgår av Naturvattens översiktliga redovisning saknas i stor utsträckning mätdata för bedömning av status. I syfte att komplettera bilden av Vattholmaåns miljötillstånd, inte minst som underlag för åtgärdsplanering, har Naturvatten tagit fram ett förslag till förändrat miljöövervakningsprogram för dessa vattenförekomster. Nedan sammanfattas Naturvattens förslag. För en detaljerad redovisning där programmet beskrivs i sin helhet hänvisas till del ett av det lokala åtgärdsprogrammet för Fyrisån (Naturvatten AB, 2020). För att nå god kostnadseffektivitet utformades programmet med olika omfattning och intensitet för olika vattenförekomster (Tabell 35).

Tabell 35. Omfattning av Naturvattens förslag till utökat miljöövervakning sett till kvalitetsfaktorer/parametrar samt undersökningsfrekvenser vid olika övervakningsnivåer

Nivå	Vattendrag	Sjöar
Intensiv	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år Kiselalger 1 gång/år Bottenfauna 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år Klorofyll 1 gång/år Växtplankton 2 gånger/6 år Kiselalger 2 gånger/6 år Nätprovfiske 1 gång/6 år Vattenvegetation 1 gång/6 år
Intermediär	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år, vart 6 år Kiselalger 2 gånger/6 år	-
Extensiv	Kiselalger 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år, 3 gånger/6 år Klorofyll 1 gång/år, 3 gånger/6 år

I tillägg till de undersökningar som föreslås enligt ovan rekommenderas övervakning av miljöstörande ämnen – metaller, organiska miljögifter – för Sundbroån och Dannemorasjön enligt nedan (Tabell 36).

Tabell 36. Översikt över förslag till övervakning av miljöstörande ämnen i Dannemorasjön och Sundbroån (Naturvatten AB, 2020).

Namn	ID	Typ av övervakning
Dannemorasjön	WA71444841	Sediment och fisk, 1 gång/6 år
Sundbroån	WA96853726	Vatten 12 gånger/år, sediment 1 gång/6 år, fisk 1 gång/6 år

8.1.2 Biologiska parametrar - fisk

Nuvarande status och utbredning av fiskfaunan i åarna och sjöarna är relativt okänd. Mycket av den information som sammanställningen av fiskfaunan i avsnitt 6.1 bygger på är från 1990-talet och början av 2000-talet. Dataunderlaget är alltså i många fall cirka 30 år gammalt. Det kan därför finnas fog för att genomföra provfisken och inventeringar både i områdets sjöar och åar.

En alternativ väg kan också vara att tillfråga medlemmar i de två fiskeriföreningar i trakten om fiskfaunans abundans och utbredning; Österby Fiskeriförening för Stordammen, Lillsjön och delar av Dannemorasjön, samt Österby SFK för Harvikadammen.

8.1.3 Hydromorfologiska parametrar

För att skapa en bättre bild av Vattholmaåns hydromorfologiska status krävs inventeringar och karteringar av avrinningsområdet. I statusklassningen för Vattholmaåns vattenförekomster saknas i många fall underlag. Minst sex av 14 parametrar är oklassade för de sex vattendragen som är vattenförekomster. För de fyra sjöarna är motsvarande siffra fyra av tio, se tabell nedan.

Oklassade parametrar – vattendrag:

- ✓ *Konnektivitet i sidled och till svämplan*
- ✓ *Vattenståndets förändringstakt*
- ✓ *Vattendragets planform*
- ✓ *Vattendragets bottenstruktur*
- ✓ *Död ved i vattendrag*
- ✓ *Strukturer i vattendraget*

Oklassade parametrar – sjöar:

- ✓ *Konnektivitet till närområde och svämplan*
- ✓ *Förändring av sjöns planform*
- ✓ *Bottenstruktur i sjöar*
- ✓ *Strukturer på det grunda vattenområdet*

Många av de parametrarna som väl är klassade bygger dessutom på översiktliga digitala eller modellerade karteringar.

8.2 Åtgärder för fosfortillförsel från punktkällor

8.2.1 Åtgärder för enskilda avlopp

Enligt uppgifter från Uppsala och Östhammars kommuner finns det 23 hushåll med enskilda avlopp i Vattholmaåns avrinningsområde som har bristfällig eller okänd reningsfunktion (kategori A i Tabell 8). När dessa åtgärdas med ny markbädd eller infiltration motsvarande normal skyddsnivå beräknas fosfortillförseln till Vattholmaån minska med cirka 8 kg per år. Det motsvarar 11 % av den beräknade fosfortillförseln från enskilda avlopp till Vattholmaån idag. Vid tillsyn prioriteras de sämsta avloppen först så detta är någonting som förväntas ske inom de närmaste åren. Åtgärderna görs inte enbart för att förbättra fosforreningen utan även för att minska risken för förorening av dricksvattenbrunnar och minska utsläpp av smittämnen, syreförbrukande ämnen och kväve till vattendragen.

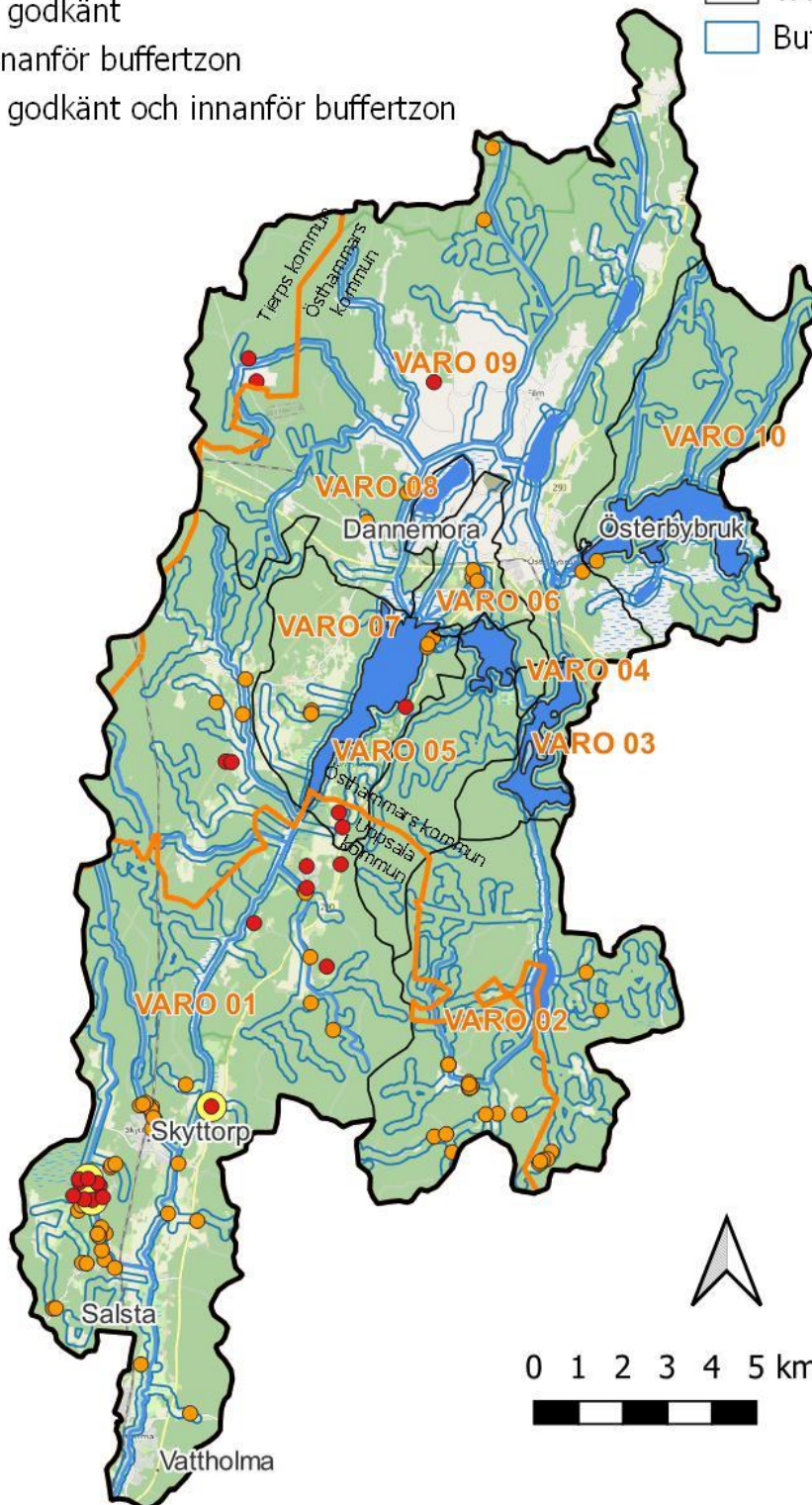
Endast tre av hushållen med bristfällig eller okänd avloppsvattenrening ligger inom 100 meter från Vattholmaån eller anslutande biflöden. Dessa är därför prioriterade att åtgärda. Bedömning av vilka krav som ska ställas på avloppsreningen (t.ex. normal eller hög skyddsnivå) ska alltid göras i det enskilda fallet.

Avlopp med bristfällig eller okänd reningsfunktion (kategori A) är markerade med röda punkter i Figur 32. Ligger de inom en 100 meters "buffertz" från Vattholmaån eller dess biflöden är de även markerade med en gul ring runt den röda punkten. Är avloppet godkänt men ligger innanför buffertzonen på 100 meter är punkten orange.

Hushåll med enskilt avlopp

- Ej godkänt
- Innanför buffertzonen
- Ej godkänt och innanför buffertzonen

- VARO
- Buffertzonen 100 m



Figur 32. Hushåll med enskilda avlopp som är bristfälliga och ligger mindre eller mer än 100 m från Vattholmaån eller dess biflöden. Ej godkända avlopp inom buffertzonen på 100 m bör åtgärdas snarast, ej godkända längre från ån, så snart som möjligt.

Om samtliga 23 hushåll med enskilt avlopp som har bristfällig eller okänd rening idag uppgraderades till en reningsnivå motsvarande hög skyddsnivå, till exempel genom

minireningsreningsverk eller komplement med fosforfälla till markbädd eller infiltration istället för normal skyddsnivå skulle fosforbelastningen till Vattholmaån kunna minskas med ytterligare ca 5 kg årligen. Åtgärden bedöms ha dålig kostnadseffektivitet och rekommenderas inte att genomföra. Den merkostnad som extra fosforrening motsvarande kraven för hög skyddsnivå medför för den enskilde, beräknas till minst 19 000 kr per kg avskild mängd fosfor.

I Tabell 37 sammanfattas den potentiella minskningen av fosfor till Vattholmaån om den första av de två diskuterade åtgärderna ovan genomförs, det vill säga åtgärdande av avlopp som inte har något godkänt tillstånd idag till normal skyddsnivå. De flesta hushåll med bristfällig eller okänd avloppsvattenrening ligger i VARO 9 (13 st.). Resterande ligger i VARO 7 (tre st.) och VARO 9 (tre st.).

Tabell 37. Potentiell minskning av fosforbelastning på Vattholmaån i och med åtgärdande av bristfälliga enskilda avlopp till markbädd/infiltration eller motsvarande normal skyddsnivå.

Åtgärd	Normal skyddsnivå
Avrinningsområde	Minskning kg P/år
VARO 1	5
VARO 7	1
VARO 9	1
Summa	8

8.2.2 Åtgärder för reningsverk

Vattholma och Skyttorps reningsverk fungerar bra och utsläppen av fosfor är låga enligt den provtagning som görs. Österbybruks reningsverk har något lägre reningsgrad och har ibland problem med bräddningar. Alla tre reningsverken uppfyller sina utsläppsvillkor med avseende på fosfor. Det är dock viktigt att minimera inläckage på ledningsnätet för att bibehålla en stabil drift och undvika bräddningar som kan leda till fosforutsläpp.

För att ytterligare minska utsläppen av fosfor från reningsverken kan åtgärder göras i reningsprocessen, genom att optimera själva driften eller i form av en efterbehandling. Metoder för ökad fosforrening kan t.ex. vara en förändrad tillförsel av fällningskemikalier, ökad uppehållstid eller nya reningsmetoder såsom membranfiltrering. För åtgärder i reningsverken eller förändringar i driften ansvarar Uppsala Vatten och Avfall respektive Gästrike Vatten, och det är ett kontinuerligt arbete att få reningsverken att fungera så bra som möjligt i förhållande till de utsläppsvillkor som finns. Inga förslag har därför tagits fram i denna utredning på ombyggnation eller förändrad drift av reningsverken.

Den åtgärd som föreslås här är efterbehandling i form av en våtmark efter reningsverket. En sådan efterbehandling kan integreras med processen i reningsverket och inkluderas i ett framtida tillstånd. Då skulle utsläppspunkten från hela anläggningen där kravnivåerna ska uppfyllas, ligga i utloppet från våtmarken och våtmarken skulle bidra till att klara kraven. VA-huvudmannen skulle ansvara för efterbehandlingen som en del i reningsanläggningen. Eftersom de fastställda utsläppskraven klaras i alla tre reningsverken i Vattholmaåns avrinningsområde, finns det inget krav idag på något av reningsverken att öka sin rening av fosfor. Med gällande utsläppsvillkor är således en efterbehandling en frivillig åtgärd som skulle minska utsläppen av fosfor och andra föroreningar, men som också innebär skötsel och drift.

En efterbehandlingsanläggning kan också vara helt separat från reningsverket, och ägas och skötas av en annan aktör, förslagsvis kommunen. I detta fall skulle utsläppspunkten från

reningsverket ligga i inloppet till våtmarken, och VA-huvudmannens ansvar skulle stanna där. I Flens kommun diskuteras en liknande konstruktion, där kommunen söker statligt stöd för anläggande av en spillvattenvåtmark efter reningsverket och VA-huvudmannen ansvarar för att leverera renat avloppsvatten dit. Kommunen värdesätter reningen av olika föroreningar i våtmarken, men ser också ett värde i rekreativsmöjligheter, biologisk mångfald, våtmarkens funktion som buffert för tillfälliga bräddningar etc.

Fosforavskiljning i spillvattenvåtmarker

Utgående fosfor från reningsverk är normalt till största del associerat till små kem- och bioflockar. Erfarenheter från svenska spillvattenvåtmarker visar att fosfor avskiljs effektivt och långsiktigt i våtmarkerna. Eftersom processen huvudsakligen är filtrering och sedimentering sker avskiljningen oberoende av säsong. I flera svenska spillvattenvåtmarker har man sett avskiljning av totalfosfor på 50 % och upp till 80 % av inkommande halt till våtmarken (Flyckt, 2010), vilket kan motsvara upp till 150 kg/hektar och år.

Samtliga svenska spillvattenvåtmarker uppvisar liknande mönster vad gäller avskiljning av fosfor. Hög fosforbelastning ger hög avskiljning. Den avskilda fosfor hittas i de inledande delarna och kvarhålls där i sediment och mark så länge dessa är någorlunda syresatta. Utgående fosforhalter ligger i en välfungerande våtmark på mellan 40–80 mg/l och speglar snarare intern ämnesomsättning i våtmarken än tillförd mängd fosfor. Förhöjda fosforhalter i utgående vatten från våtmarker har temporärt förekommit efter långvarig belastning av organiskt slam eller i samband med kraftig hydraulisk överbelastning.

Våtmarken fungerar som en eftersedimentering. Med en våtmark som ett sista reningssteg innan utsläpp till recipient så fångas restfosfor på ett kontrollerat sätt inom anläggningen och reningen kan följas upp genom provtagning. Våtmarken utformas så att syresättning sker, vilket gör att även järnfälld fosfor kvarhålls. Vid behov kan tömning ske av sedimenterat slam.

Tekniken att använda våtmarker efter reningsverk för kompletterande nitrifikation och kvävereduktion är väl beprövad. Uppmätt kvävereduktion i svenska spillvattenvåtmarker ligger mellan cirka 0,5 till 1,6 ton kväve per hektar och år (Flyckt, 2010). En våtmark som efterföljande reningssteg utgör vid bräddningar och eventuella driftproblem också en välkommen buffert mellan reningsverk och recipient. Spillvattenvåtmarker bidrar även till den biologiska mångfalden och i flera fall har de för allmänheten tillgängliga delarna blivit uppskattade parkmiljöer.

En utvecklad form av spillvattenvåtmark är ett så kallat växelbruk. Cellerna brukas alternerande, endera som spillvattenvåtmark och som odlingsmark. Växling mellan våtmark och odling sker en gång per år (men kan också ske mer sällan).

Reningsverken vid Vattholmaån

I Vattholmaåns avrinningsområde finns tre tätorter, Österbybruk, Skyttorp och Vattholma som släpper ut renat avloppsvatten och bräddvatten till Vattholmaån/Fyrisån. Samtliga dessa reningsverk har studerats med avseende på möjligheterna att komplettera reningen med spillvattenvåtmarker. Vid alla reningsverk finns mark strax intill reningsverken som bedöms vara lämplig för anläggande av kompletterande reningsvåtmarker, i Skyttorp dock ganska nära bebyggelse. Endast i Vattholma är dock dessa marker i kommunens ägo. I de förslag som arbetats fram har utgångspunkten varit att uppnå de reningseffekter som beskrivits ovan med så små anläggningstekniska insatser som möjligt. Detta för att begränsa kostnader men också för

att bibehålla så mycket som möjligt av värdefull odlingsmark och natur som möjligt. Av de tre reningsverken har åtgärder vid Österbybruks reningsverk störst potential, då utgående fosformängder ligger mellan 100 och 200 kg per år jämfört med ett tiotal kg från Vattholma och endast några kg från Skyttorp.

I bilaga 1 ges förslag på utformning av spillvattenvåtmarker för Österbybruk och Vattholma ARV. En spillvattenvåtmark för Skyttorps reningsverk bedöms kunna bli intressant som fosforåtgärd först i samband med en utbyggnad eller väsentligt ökad anslutning.

8.2.3 Åtgärder för hästgårdar

Nedan listas en rad generella åtgärder som är svåra att kvantifiera reningen för men som kan ha god effekt på många platser för att minska näringsläckaget. Åtgärdsförslagen utgår från generella åtgärder föreslagna av SLU (Parvage, 2015), Jordbruksverket. Länsstyrelsen, WRS och Hushållningssällskapet (, Dahlin, S. & Johansson, G., 2008, Isaksson, J., Eriksson, S. & Hermansson, A., 2017, Hellblom, F. & Rybak, F., 2019, Jordbruksverket, 2017, (Owenius, 2012).

- Etablera rasthagar på säkert avstånd från diken och vattendrag.
- Anlägga skyddszoner mot vattendrag för att förhindra jorderosion.
- Anlägga beten med grässorter som är trampåliga (rödsvingel, ängssvingel och ängsgröe är trampåliga) och toleranta för fuktiga förhållanden
- Kringdika hagar nära Vattholmaån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken för att fånga upp ytavrinnande vatten som rinner in eller ut från hagen.
- Anlägga svackdiken för att kvarhålla avrinnande vatten och näringsämnen. Svackdiken är en typ av buffertzon där en gräsbevuxen del av terrängen vid höga flöden fylls med vatten men som i normalfallet är torrlagda. Svackdiket måste dimensioneras efter storleken på hagen.
- Erosionsskydda marken på särskilt utsatta och upptrampade ställen, till exempel vid grindhål, vid foderhäckar och vattenkoppar.
- Ge hästarna tillräckliga ytor för bete och utevistelse – begränsa antalet hästar per hektar till maximalt tre.
- Minimera spill vid utfodring ute.
- Skapa en säker gödselhantering – platta, container, kompostering, spridning, tak över platta.
- Ändra markanvändningen från rasthage till något annat efter 10–20 år.
- Anlägga fosfordammar för att förhindra att näringsrikt vatten når Vattholmaån.

De föreslagna åtgärderna ovan riktar sig till hästhållarna. Det bästa är om åtgärder på hästgårdar sker på hästhållarnas egna initiativ, men för att detta ska kunna ske behövs en kunskapshöjning bland dessa. Sedan hösten 2020 erbjuder Greppa näringen rådgivning riktad till gårdar med fler än 15 hästar. Rådgivningen är kostnadsfri, sker på frivillig basis och utförs av rådgivare inom Greppa Näringen. Målet är att göra hästhållarna medvetna om hur deras verksamhet påverkar miljön, identifiera vad som görs bra, vad som kan göras bättre, samt ge förslag på åtgärder (Greppa näringen, 2021).

För hästgårdar med mindre än 15 hästar finns idag ingen motsvarande rådgivning, samtidigt som kunskapsbehovet kan vara större bland dessa. För denna grupp finns därför ett behov av att kunskapshöjning, t ex genom ett projekt som drivs av kommunen. Ett exempel på ett sådant initiativ är Oxunda vattensamverkan som med medel från LOVA nyligen har startat ett projekt för hästhållare inom Oxundaåns avrinningsområde. Projektet riktar sig till lite mindre hästgårdar, med bland annat kostnadsfria möten, seminarier, studiebesök och gårdsvisa rådgivningar, där gårdar nära vattendrag och gårdar med hög hästtätthet prioriteras.

Inom Vattholmaåns avrinningsområde finns ett 10-tal hästgårdar som ligger mindre än 100 m från Vattholmaån, biflöden eller större jordbruksdiken (Tabell 24), där åtgärder är särskilt prioriterade.

För att exemplifiera hur fosfortillförseln till Vattholmaån kan minskas med åtgärder inom hästgårdar har teoretiska beräkningar gjorts för två olika åtgärder, som beskrivs nedan.

- Ändrad foderstat. Ta foderanalyser och se över foderstaten och åtgärda om det är överutfodring med fosfor. Om fosforförbrukning via foder minskar med 0,5 kg per häst och år på grund av ändrad foderstat kan man minska fosforläckaget med drygt 5 kg i Vattholmaåns avrinningsområde.
- Dagligen mocka hagar och rastfällor som används mycket, t.ex. med en betesdammsugare, en fördubbling av den mockning som antas ske idag. Med denna åtgärd skulle man kunna minska fosforbelastningen från hästgårdar i Vattholmaåns avrinningsområden med cirka 25 kg.
- Mindre läckage från gödselplatta med åtgärder som minskar flödet av gödsel från plattan till omgivande vattendrag.

Om ovanstående åtgärder genomförs på alla hästgårdar skulle bedömda fosforförluster kunna minskas med knappt 30 kg i Vattholmaåns avrinningsområde (Tabell 38).

Tabell 38. Uppskattad minskning av fosfortillförsel till Vattholmaån vid åtgärder på hästgårdar, fördelat per VARO.

Avrinningsområde	Antal hästar	Läckage utan åtgärd, kg P	Läckage efter åtgärd, kg P	Minskning läckage, kg P
VARO 1	78	40	22	18
VARO 2	7	3	2	1
VARO 7	16	8	5	3
VARO 9	29	14	8	6
Summa	130	65	37	28

Ovanstående åtgärder handlar om att minska mängden tillkommande fosfor som kan bidra till läckage. De flesta hästgårdar har dock ett ackumulerat näringsförråd i marken efter många års hästverksamhet, vilket gör att förhöjda näringsämnesshalter kan förväntas under lång tid framöver i avrinning från området.

Beräkningar

I beräkningarna har vi gjort följande antaganden:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005).
- Varje häst producerar träck och urin som innehåller 8,9 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder, mineraler och strömedel (Jordbruksverket). I förslaget om ändrad foderstat har vi istället räknat med att träck och urin innehåller 8,4 kg.
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, 90 % av fosfor återfinns i träck och 10 % i urin (Jordbruksverket). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 97 % men 3 % läcker till Vattholmaån (egen bedömning).
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (ej under sommaren).
- 40 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning). I förslaget om ökad mockning har vi istället räknat med 80 % daglig mockning.
- Fosforläckage till Vattholmaån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 25 % då medelavståndet till närmsta vattendrag är över 400 meter.

Det bör poängteras att många av antagandena i beräkningarna är tämligen osäkra, då hästantalet endast är uppskattat, och då hästgårdars utformning och skötsel skiljer sig mycket mellan olika storlekar – hobbyhästar, ridskolor, stuterier och även mellan hästgårdar i samma storlekklass. Större hästgårdar genererar mer gödsel och behöver därför ofta av praktiska skäl investera i en bra gödselhantering medan mindre gårdar sannolikt i större utsträckning använder befintliga äldre byggnader där gödselhanteringen är mindre bra.



Figur 33. Vid utfodring utomhus är det viktigt att spillet minimeras.

8.2.4 Åtgärder för miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

De tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheterna eller potentiellt förorenade områdena inom Vattholmaåns utredningsområde förväntas inte släppa ut eller läcka någon större mängd fosfor till Vattholmaån, och några förslag på åtgärder har därför inte tagits fram för dessa.

8.3 Åtgärder för fosfortillförsel från diffusa källor

8.3.1 Åtgärder för jordbruksmark

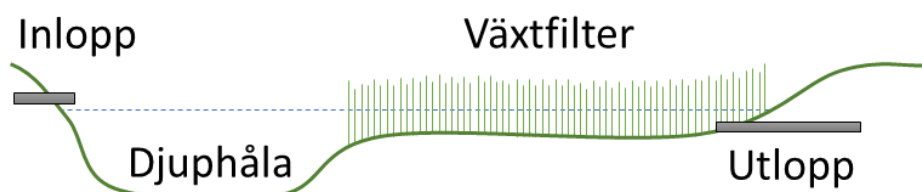
Åtgärdstyper

I detta kapitel beskrivs de åtgärdstyper som bedöms vara mest lämpliga för att minska tillförseln av fosfor från jordbrukslandskapet till vattenförekomsterna i Vattholmaåns avrinningsområde. Litteraturuppgifter på åtgärdernas avskiljningsförmåga har använts för att beräkna de föreslagna åtgärdernas reningspotential.

Den fosfor som avrinner från åkermark förekommer främst i partikulär form, det vill säga bunden till jordpartiklar. De största fosforförlusterna från mark sker i regel när avrinningen är stor. Åtgärder med syfte att avskilja och sedimentera partiklar kan anläggas för att minska transporten av fosfor från jordbruksmarken till berörda recipienter. Sedimentation av partiklar gynnas genom att minska vattnets hastighet. När hastigheten avtar hinner partiklar sjunka till botten och näringsämnen bundna till dessa avskiljs. Effektiva anläggningar för sedimentation är fosfordammar för små tillrinningsområden eller våtmarker för större tillrinningsområden. För att uppnå maximal avskiljningsgrad i en anläggning bör den placeras där förlusterna av fosfor är som störst. En annan metod att åstadkomma fosforavskiljning med är att anlägga tvåstegsdiken där växter bidrar med filtrering av vattnet vid högre flöden. Nedan beskrivs funktionen hos fosfordammar, våtmarker och tvåstegsdiken.

Fosfordammar

Fosfordammar anläggs vanligtvis i jordbruksdominerade områden och har visat sig ge en hög fosforavskiljning i relation till använd markyta. Fosfordammens yta ska helst motsvara minst 1 % av tillrinningsområdet för att ha en bra funktion, men bör ha en yta som utgör upp till 5 % av tillrinningsområdet om plats finns (Jordbruksverket, 2010; Hushållningssällskapet, 2012). Vid mindre yta minskar avskiljningen betydligt i dammarna (Kynkäänniemi, 2014). Dammen består av två delar där vattnet först passerar en djupare del för sedimentation och därefter filtreras genom en grundare del med rik våtmarksvegetation, se Figur 34. Undersökningar visar att djuphålan har en viktig funktion för sedimentering (Kynkäänniemi, 2014). Den djupare delen bör vara 20–30 % av dammytan med ett djup på 1–1,5 m (Hushållningssällskapet, 2012). Den vegetationsrika och grunda delen ska motsvara resterande 70–80 % av dammytan och ha ett djup på 0,2–0,4 m. Dammens slänter ska vara någorlunda flacka, cirka 1:3, för att undvika erosionsrisk. Den grundare vegetationsdelen har olika funktioner, exempelvis sänka vattenhastigheten för att gynna sedimentation men också sprida flödet jämnt över dammen. Växterna bidrar även till att stabilisera botten och tar upp näring och gynnar även biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2010). För att fosfordammen ska ha en god funktion är det viktigt med ett bra längd-breddförhållande (Kynkäänniemi, 2014) där en långsmal damm är att föredra.



Figur 34. Illustration av fosfordamm med djuphåla och efterföljande vegetationsdel.
Illustration: WRS.

Ett rimligt antagande för uppskattning av reningspotentialen i en fosfordamm med storlek över 0,1 % av tillrinningsområdet är strax under 50 % avskiljning av inkommande fosfor (Jordbruksverket, 2015b). För fosfordammar som dimensioneras mindre än mellan 0,05 och 0,1 % av tillrinningsområdet blir avskiljningen enligt en sammanställning cirka 30 % (Kynkäänniemi, 2014). Avskiljningen styrs i sin tur av flertalet faktorer, exempelvis inkommande närings- och hydraulisk belastning (Kynkäänniemi, 2014). För att underlätta skötsel av dammen i form av släntklippning och sedimenttömning är det viktigt att dammen placeras åtkomligt för traktor och grävmaskin. Vid rensning av fosfordammar i dammen kan det därefter återföras till åkermarken (Hushållningssällskapet, 2012). Viktigt att beakta vid anläggande av fosfordammar på produktiv åkermark är att ersättningen är jämförbar med inkomst från marken (Malgeryd m.fl., 2015), se Bilaga 1 avsnitt 3 möjliga stöd för åtgärder.

Våtmarker

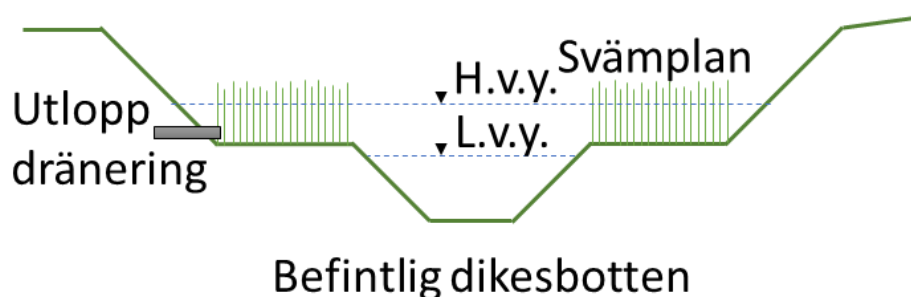
Våtmarker anläggs ofta för att minska näringstransporten i vattendraget samt även bidra till biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2015b). Våtmarker anläggs oftast längre ned i avrinningsområdet vilket innebär att de är betydligt större än fosfordammar. Vanligtvis har anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet en yta motsvarande 0,5–1,0 % av avrinningsområdet (Jordbruksverket, 2010). Dock kan även våtmarker som är betydligt mindre än 0,5 % avskilja betydande mängder närsalter om tillförseln är tillräckligt hög (Jordbruksverket, 2015b). Utöver sedimentering av partikelbunden fosfor i dess djupare delar bidrar våtmarker även till avskiljning av kväve via nitrifikation och denitrifikation. Då våtmarken oftast anläggs längre ned i systemet kommer större jordpartiklar redan ha fastnat på vägen dit, bland annat i diken,

vilket leder till att de partiklar som når våtmarken är mindre och kräver längre uppehållstid för att sjunka till botten. Att våtmarkers avrinningsområde är större än för fosfordammar gör att koncentrationen av fosfor är något lägre då vattnet ofta späds med näringsfattigare vatten från skogsmark. Både ovannämnda faktorer bidrar till en något lägre avskiljningsgrad, per anlagd åtgärdsyta, i våtmarker än i fosfordammar (Jordbruksverket, 2015b). Enligt Jordbruksverket finns dock potential att förbättra avskiljningseffekten i våtmarker genom riktade placeringar i de odlingslandskap med högst näringsförlust och med fokus på näringsreduktion när våtmarker gestaltas. Om dessa prioriteringar beaktas kan avskiljning som uppgår till 50 kilo fosfor och 500 kväve per hektar och år våtmark uppnås (Jordbruksverket, 2015b).

Tvåstegsdiken

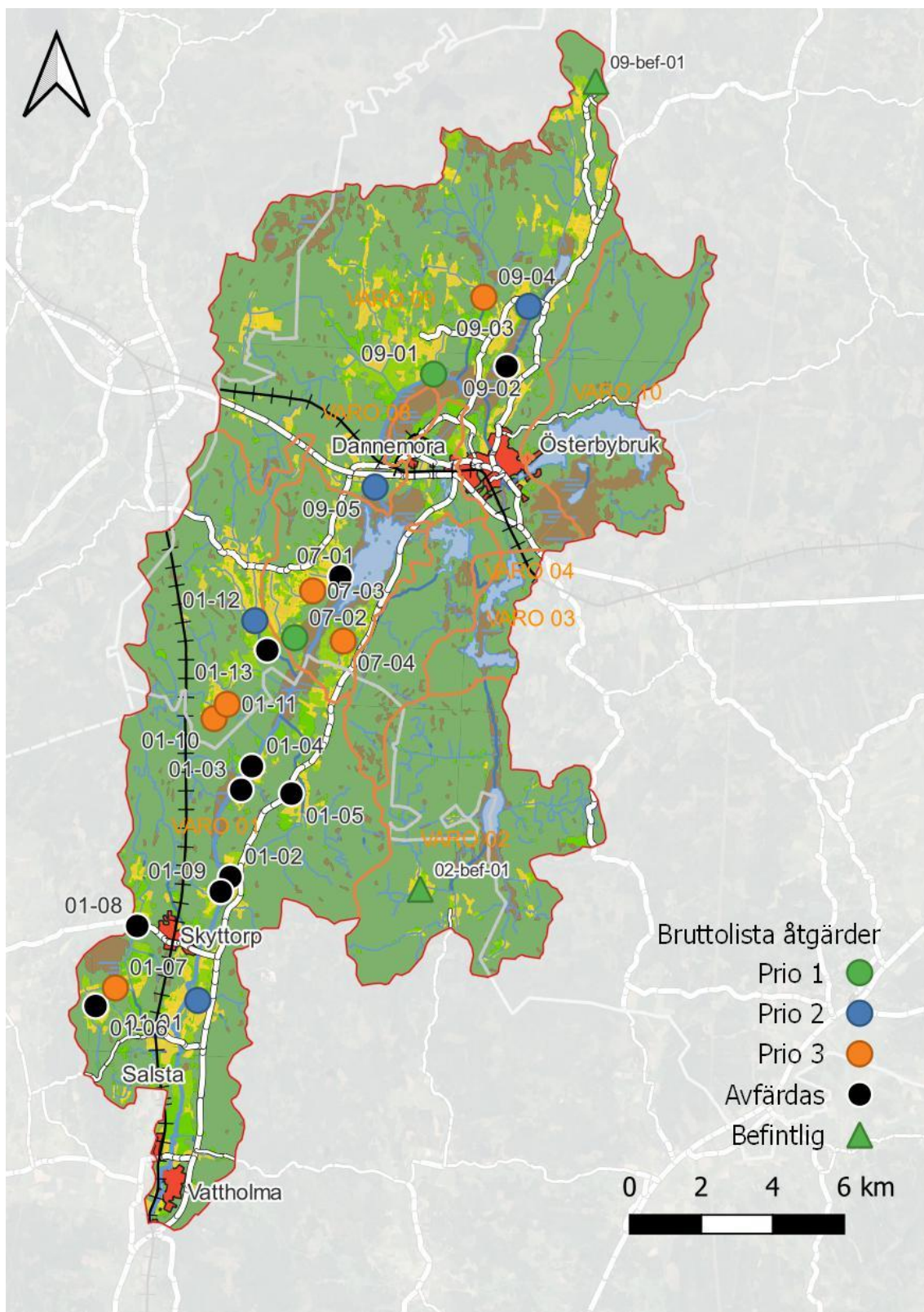
En metod som enligt ett mindre antal studier i USA visat sig kunna fungera bra är att gräva om diken till så kallade tvåstegsdiken. Detta görs genom att man cirka 50 cm ovanför dikesbotten schaktar fram en plåtå på vardera sida om diket. Dessa plåtåer ska vara 1–2 gånger så breda som dikesbotten (Figur 35). Vid normal vattenföring ligger vattenytan i den gamla dikesfåran. Under perioder med högre avrinning kommer vattnet att brädda upp på de växtbevuxna sidorna där fosfor kan silas av.

Ett tvåstegsdike bör ha en längd på minst 800 m för att ge önskad effekt. Fosforavskiljningen har hittills bara kvantifierats i studier utförda i USA och varierar mellan 10 % och 40 % av den totala fosforhalten i vattnet. Studier av tvåstegsdiken pågår även i Sverige, men i dagsläget saknas kvantitativa data på reningseffekter (Aronsson m.fl., 2019). Förutom näringsavskiljningen ökar dikets kapacitet betydligt med de breda avsatserna och risken för översvämningar kan således minskas. Med en tät växtlighet utmed kanterna minskar även erosionsskadorna på diket (Hushållningssällskapet, 2012). En osäkerhet med tvåstegsdiken är att det inte med önskvärd tydlighet framgår hur avskiljningen av fosfor går till, om dikesplåtåerna måste rensas för långvarig funktion och vilka risker för erosion sådan rensning då medför.



Figur 35. Principsektion på ett tvåstegsdike. Illustration WRS.

Totalt föreslås 12 platsspecifika åtgärder för minskat fosforläckage från jordbruksmark inom Vattholmaåns avrinningsområde. Av de föreslagna åtgärderna har två fått prioritetsordning 1, fyra fått prioritetsordning 2, och sex fått prioritetsordning 3. Åtgärdsförslagen av prioritet 1 och 2 presenteras mer detaljerat i Bilaga 1. De platsspecifika åtgärdsförslagen med prioritet 1 och 2 uppskattas tillsammans årligen kunna minska fosfortillförseln med cirka 110 kg till Vattholmaån. Under utredningens gång avfärdades tio åtgärdsplatser efter en initial analys av förutsättningarna. Samtliga utredda åtgärdsplatser redovisas i Figur 36. Åtgärdsförslagen är numrerade med nummer som är en kombination av VARO-nummer och numret av åtgärdsförslaget, där till exempel åtgärd 07–02 är den andra åtgärden från bruttolistan för VARO 7.

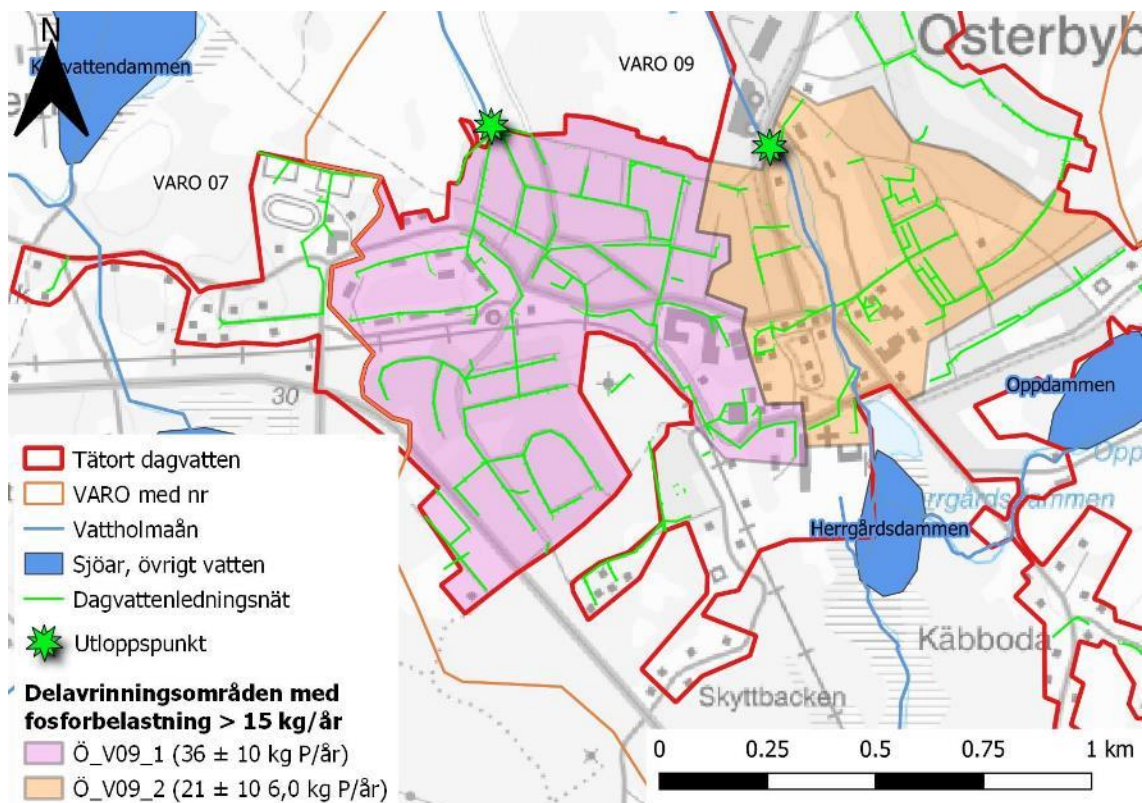


Figur 36. Föreslagna åtgärder och avfärdade åtgärdsplatser för fosfortillförsel från jordbruk inom Vattholmaåns avrinningsområde. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (2020)

8.3.2 Åtgärder för tätortsbebyggelse

För att föreslå åtgärder som gör mest nytta för medlen har åtgärder för rening av dagvatten endast tagits fram för de två största tekniska avrinningsområden i Österbybruk (Figur 12, Figur 37 och Tabell 29). För både tekniska delavrinningsområden föreslås en åtgärdsplats nära utsläppet i recipient eller annat ytvatten. Både platserna har klassats med prioritetsordning 1 och beräknas tillsammans kunna minska fosfortillförseln till Vattholmaån med cirka 20 kg/år.

Åtgärdsförslagen presenteras i mera detalj i Bilaga 1.



Figur 37. De två tekniska delavrinningsområden för dagvatten som har fått ett åtgärdsförslag för rening av dagvatten samt dagvattenledningsnät och utloppspunkter. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (Topo-webb)

8.4 Åtgärder för hydromorfologi

Här beskrivs föreslagna åtgärder för förbättrad hydromorfologi i Vattholmaåns avrinningsområde. I avsnitt 8.4.1 beskrivs först allmänna tankar kring åtgärder avseende regleringen av Fyris Östra Källor som inte ryms under varje enskild platsspecifik åtgärd. Avsnitt 8.4.2 avhandlar platsspecifika åtgärder för förbättrad konnektivitet vid identifierade vandringshinder och avsnitt 8.4.3 åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi. Avsnitt 8.4.4 och 8.4.5 innehåller andra kort beskrivna åtgärdsförslag inom hydromorfologi.

8.4.1 Allmänna tankar kring åtgärder för reglering av Fyris Östra Källor

Alla vandringshinder (Figur 41) utgörs av historiska fördämningar som fortfarande spelar viktiga roller i regleringen av vattenflöden genom Fyris Östra Källor. Det tidigare energiförrådet i form av vattenkraft har idag spelat ut sin roll. Istället kan dammar och regleranordningar nyttjas för att säkra vattentillförsel till Fyrisån under torrväder och skydda slättbygden och nedströms bebyggelse mot översvämningar. Dessutom har de potential att mildra de negativa effekter som sjösänkningar och utdikning har medfört i form av försvunna svämplan, syrebrist och fiskdöd. Under utredningens gång har inte bara frågor kring vandringshinder och fiskvägar dykt upp men också ett uppenbart behov att hantera just frågor som torka, översvämningar och livsbetingelser för fiskar och andra vattenlevande organismer. Vi vill därför poängtera några saker som inte ryms inom varje enskilt åtgärdsförslag i denna bilaga.

- ✓ Den övergripande principen för hela dammsystemet i Fyris Östra Källor bör vara att jämna ut och buffra flöden för att motverka torka, översvämningar och syrebrist.
- ✓ Torka motverkas genom att ha generösa vattenmagasin i dammarna som gör att ett jämnt basflöde/lågflöde kan släppas även sommartid under perioder utan nederbörd.
- ✓ Översvämningar motverkas genom att ha marginal till det maximala vattenståndet vid vårflod och inför större regntillfällen. Det krävs framförhållning och övervakning för att kunna öka avbördningen från dammarna i jämn takt *innan* avsmältning eller regn sker.
- ✓ Ett kontinuerligt flöde motverkar syrebrist. Framför allt är det viktigt att hålla vattnet rinnande under vinter och tidig vår innan vårfloden.

Det finns visst utrymme inom befintliga vattendomar att reglera systemet som beskrivs ovan. Likväl ser vi ett behov av att i vissa fall modernisera vattendomarna för att medge maximal nytta. För Vattholmaån ser vi att:

- ✓ Vattendomen för Slagsmyren-Hammardammen, vars yta är cirka 2 km², medger en större regleringsvolym (regleramplitud upp till 1,46 m) än Stordammen vattendom (upp till 0,4 m), trots Stordammens något större yta, cirka 3 km². Dessutom bedöms åsystemet som rinner från Rastsjön, via Slagsmyren-Hammardammen, Harvikadammen och Dalån till Dannemorasjön, kunna inhysa högre limniska värden än det mer antropogent påverkade åsystemet med fyra dammar inne i Österbybruk, som dessutom spelar en viktig roll i den kulturhistoriska miljön.
- ✓ Utifrån ovan resonemang är det mycket viktigt att det finns tillräckligt med vatten i Slagsmyren-Hammardammen under hösten så att vattnet kan hållas rinnande under vintern för syresättning av Harvikadammen och framför allt Dannemorasjön. Med dagens vattendom sänks vattenståndet i Slagsmyren-Hammardammen från +36,20 m till +35,00 m mellan 15 oktober och 1 januari. Det vore önskvärt om avtappningen kunde ske långsammare, särskilt under kalla vintrar med liten tillrinning, för att tillgodose nödvändig avtappning även mellan 1 januari och vårflodens början. Det finns trots allt

utrymme i domen (punkt 4) att för ”vattenomsättningen i Harvikadammen” avtappa Norrängsdammen även om ”största sparsamhet med vattnet” ska tillämpas mellan vårfloden och 15 oktober (Stockholms Tingsrätt, 1996). Då syrebristen framför allt uppträder under senvintern och tidig vår, alltså utanför intervallet med ”största sparsamhet”, menar vi att domen ändå medger avtappning från Slagsmyren-Hammardammen under denna period för att undvika syrebrist i Harvikadammen och följaktligen även i Karmdammen och Dannemorasjön.

- ✓ För att kunna buffra vatten i Slagsmyren-Hammardammen hålls vattennivån uppe sommartid. Dock bör den önskvärda nivån sommartid på +36,20 m (mellan vårflod och 15 oktober) kunna hållas mer ”flexibel” för att kunna acceptera större nivåändringar. Detta då det är önskvärt med ett basflöde för biologins skull i ån som rinner mellan Norrängsdämet och Harvikadammen, men även mellan Skjutbanedämet och Herrgårdsdammen, även under perioder med torka och liten tillrinning.
- ✓ För att kunna magasinera vatten sommartid i Slagsmyren-Hammardammen föreslås Stordammen och det norra vattensystemet (med Oppdammen, Herrgårdsdammen, Sågdammen, Nerån och Filmsjön) förse Dannemorasjön med merparten av flödet sommartid vid lägre tillrinning i området. Det kontinuerliga flödet skulle vara positivt för gestaltningen och upplevelsen av bruksmiljön men kan stå i kontrast till intressen som bad, camping och sommarstugor som ofta önskar högre vattennivåer. Stordammens vattendom medger endast en marginell sänkning sommartid, från +39,50 m till +39,45 innan dammens luckor ska stängas. Även här är det önskvärt med något större tillåtna fluktuationer av vattennivån och öppna luckor så långt det går för vandring av fisk och organismer upp- och nedströms.
- ✓ Slutligen ser vi det som problematiskt att det enligt vattendomarna inte tillåts parallell avtappning från Skjutbanedammen och Stordammen. Här menar vi att ett kontrollerat basflöde från båda dammarna är positivt för respektive åsträcka som de avtappas mot.

Några punkter som skulle underlätta detta arbete är:

- ✓ Regelbundna uppföljningsmöten, exempelvis en gång per år, med de parter som sköter regleringen (Östhammars kommun, Vattenrådet Fyris Östra Källor och möjligen markägaren Bergvik Skog Öst) med utvärdering av det gångna årets reglering och eventuella justeringar eller åtgärder som behöver göras, tillsammans med planering för kommande år.
- ✓ Användande av de automatiska peglar och fjärrövervakning som har installerats. De behöver kalibreras och synkroniseras mellan dämmena.
- ✓ Digitala kartor hjälper att planera och förutse regleringsbehov. Exempelvis finns snödjupskartor och SMHI:s tjänst *Hydrologiskt nuläge* som *visualiserar modellerat vattenflöde och prognos tio dagar framåt i tiden och har utvecklats för att stödja miljöövervakning och vattenförvaltning i Sverige* (SMHI och Havs- och vattenmyndigheten, 2022b). Se exempel i Figur 38.



Figur 38. Exempel på graf från Hydrologisk nuläge som visar flödesdata (blå linje) och nederbörd (gröna staplar) den senaste månaden, samt en flödesprognos för nästkommande tio dagar (till höger om röd vertikal linje) (SMHI och Havs- och vattenmyndigheten, 2022b).

8.4.2 Åtgärder för konnektivitet

Nedan beskrivs olika åtgärdstyper för att skapa vandringvägar för fisk, samt en sammanställning av de platsspecifika åtgärdsförslag som tagits fram för de vandringshinder som identifierades i avsnitt 6.2. Åtgärdsförslagen beskrivs i detalj i Bilaga 2.

Åtgärdstyper

De fiskvägar som föreslås, eller som har övervägts i utredningsarbetet, kan delas in i två huvudtyper; (1) naturlika och (2) tekniska.

Naturlika fiskvägar	Tekniska fiskvägar
Omlöp	Utskov eller trappsteg
Inlöp	Kammartrappa/bassängtrappa
Överlöp/upptröskling	Slitsränna
Utrivning av hinder	Denilränna/motströmsränna

Naturlika fiskvägar utgörs generellt av en konstruerad fåra som går runt ett vandringshinder och möjliggör passage för arter både i upp- och nedströms riktning. Dessa kräver större ytor så att fallhöjden inte blir för stor, men är att föredra om plats finns, då såväl fisk som bottendjur, däggdjur och groddjur kan passera om de anläggs rätt.

Tekniska fiskvägar konstrueras oftast på platser med litet utrymme och begränsade förutsättningar, där andra lösningar inte tillåts eller är möjliga. Dessa fiskvägar är generellt branta och har starkt strömmande vatten. Detta möjliggör uppströmspassage för starksimmande fiskar vid relativt stora höjder men minskar möjligheterna för passage av andra mindre och svagsimmande arter (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

Vid anläggande av fiskvägar är det ofta svårt att dimensionera dessa så att vattenföring, vattennivåer och vattenhastigheter blir de önskade. Placering och utformning av fiskvägarna är viktiga faktorer för att skapa ett lockande vattenflöde och underlätta för fisken att hitta till fiskvägen. Några grundläggande frågor att beakta när fiskvägar utformas inkluderar:

- Vilka arter ska passera? Vissa fiskar som öring och mört kan hoppa 2–3 gånger sin egen längd. Om upprepade hinder ska passeras är grundregeln att högsta höjdskillnad bör vara 15 centimeter.
- Hur passerbart var hindret förr, både vid eventuella ombyggnationer och innan mänsklig påverkan?
- När på året ska fisken passera?
- Hur bra simmare är de? Fiskar som abborre och mört klarar en vattenhastighet på ungefär 0,5 m/s. Starksimmande arter som lax, öring och röding klarar högre hastigheter medan typiskt bottenlevande arter har något sämre simförmåga (0,3–0,4 m/s).
- Har de beteende som kan användas för att underlätta passage?
- Vilka predatorer finns i systemet?

(Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Havs- och vattenmyndigheten, 2013a)

Naturlika fiskvägar

(a) Omlöp

Ett omlöp är en passage som anläggs runt ett hinder med lämpligt flöde för att möjliggöra passage (Figur 39). Lutningen på omlöpet är viktigt och bör vara kring 2 % för kortare omlöp (under 50 m) och 1,5 % för längre omlöp. Lutningar upp till 5 % kan dock vara möjligt om fisken får möjlighet till vila under vägen genom omlöpet. Oavsett bör omlöpet utformas med en naturlig variation av höljor (fördjupning med lugnare vatten) och strömsträckor.

Medelvattenhastigheten bör vara cirka 0,5–1,0 m/s men minst 0,3 m/s och lägre nära botten för att tillåta passage av små fiskar. Ett minsta tillåtet vattenflöde bör definieras och botten kan exempelvis utformas med dubbelprofil (v-skuren fåra) för att möjliggöra vandring även vid låg vattenföring. Bottensubstratet av grus och sten behöver vara minst två decimeter tjockt och kan behöva fyllas på med jämna mellanrum på grund av bortspolning (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

(b) Inlöp

Inlöp kan beskrivas som en naturlig väg genom hindret inbyggt i själva vattendraget (Figur 39). Det är lämpligt att anlägga om utrymme saknas kring vandringshindret eller om det omges av branta stränder. Ett inlöp är dock dyrare än ett omlöp då det kräver en stabil skiljevägg mot vattendraget (exempelvis spontad eller gjuten) och erosionskyddade strandkanter för högvattenflöden (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

(c) Överlöp/upptröskling

En upptröskling, eller ett så kallat överlöp (Figur 39), kan var lämpligt om dämnet exempelvis håller mycket sediment som är förorenat eller inte bör förflyttas. Det kan även användas vid mindre dämmen där vattennivån i åfåran kan tillåtas höjas nedströms vandringshindret. Vattennivån höjs oftast med sten och grus tills dämmets nivå nås. Det kan ske stegvis eller i ett stycke beroende på höjdskillnader. En variant av upptröskling är då block och stenar läggs ut omväxlande på sidorna av fiskvägen för att bilda sträckor med både strömmande och lugnare vatten, och kallas då *naturlik bassängtrappa*. Även här kan v-formade bottnar eller rännor anläggas för att säkerställa passage vid lågvattenföring. En upptröskling med block- och stebotten bör ha en lutning på maximalt 3,5 % (men upp till 6–7 % för laxfiskar) (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(d) Utrivning av hinder

Den första frågan som bör ställas vid åtgärdande av ett vandringshinder bör dock alltid vara om det finns möjligheter att riva ut hindret. Detta är den mest naturliga återställningen. Det behöver då beaktas om dämnet kan ha fungerat som sedimentationsbassäng med potentiell ackumulering av förorenat sediment bakom dämnet. Om dämnet ändå rivs ut behöver eventuellt en strömsträcka etableras i den befintliga fåran. Det rekommenderas även att strandkanten erosionssäkras (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).

Utrivning av befintliga dammar eller hinder betraktas som vattenverksamhet enligt MB 11 kap. Vanligtvis är de tillståndspliktiga men efter en lagändring 2007 kan utrivning av små vattenverksamheter betraktas som anmälningspliktiga istället (Riksdagsförvaltningen, 1998; Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).



Figur 39. Ovan: Omlöp i Billstaån, Östersund. Foto: WRS.

Nedan t.v.: Inlöp vid Turbinbro i Västerås. Foto: WRS.

Nedan t.h.: Ett överlöp i Spegeldammen Nedre Gavleån, Gävle (Länsstyrelserna m.fl., 2016).

Tekniska fiskvägar

Fyra olika tekniska fiskvägar listas nedan som tillämpbara inom detta avrinningsområde. Det finns även andra tekniska lösningar men som främst används vid större fallhöjder och vattenkraftsstationer, exempelvis ålledare, fiskslussar, fiskhissar och fiskpumpar (Qviberg, 2009; Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

(a) Byggande av utskov eller trappsteg

Vid lägre dammar upp till en meters höjd är det tänkbart att skapa en öppning i dammen (en skåra, utskov eller lucka) eller att gjuta trappsteg (likt en kammartrappa nedan). Fisken ska då kunna simma upp i vattenstrålen eller hoppa. Djupet på skåran eller utskovet bör vara 1,5 gånger fiskens kroppshöjd och bredden 50 gånger fiskens bredd (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a). Dock medger denna teknik endast passage av vissa arter och storlekar.

(b) Kammartrappa/bassängtrappa

Detta är den vanligaste typen av teknisk fiskväg i Sverige och består av en lång serie av trösklar med pooler däremellan (Figur 40). I poolerna kan fisken vila och mellan poolerna tar de sig antingen genom att simma/hoppa över varje tröskel eller genom underströmsöppningar i tvärväggen. Generellt får höjdskillnaden inte överstiga 15 cm mellan varje pool för de flesta sötvattensfiskar och bassänglängden för varje pool ska vara minst tre gånger fiskens längd. Bassängerna behöver också vara tillräckligt stora för att bromsa vattnets energi, flödet genom trappan bör ligga mellan 0,1 och 5,0 m³/s. Lutningen bör helst vara 10–12 % men upp till 30 % fungerar för enstaka individer (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

(c) Slitsränna

En slitsränna liknar en kammartrappa men har en (vertikal) öppning i tvärväggen hela vägen från överkant av slitsen ner till botten (Figur 40). Detta medför likartade vattenhastigheter genom hela vattenprofilen och gör den relativt okänslig för vattenståndet uppströms. Vattenhastigheten vid botten kan bromsas genom att gjuta in stenar i botten eller anlägga låga trösklar. Lutningen i slitsrännor bör vara mellan 3 och 10 % men kan vara upp till 15 %. I större åar och älvar brukar ett flöde på 0,5 m³/s genom slitsrännan passa de flesta fiskarter (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Havs- och vattenmyndigheten, 2013a). I mindre vattendrag finns inga kända riktlinjer gällande flöden.

(d) Denilränna/motströmsränna

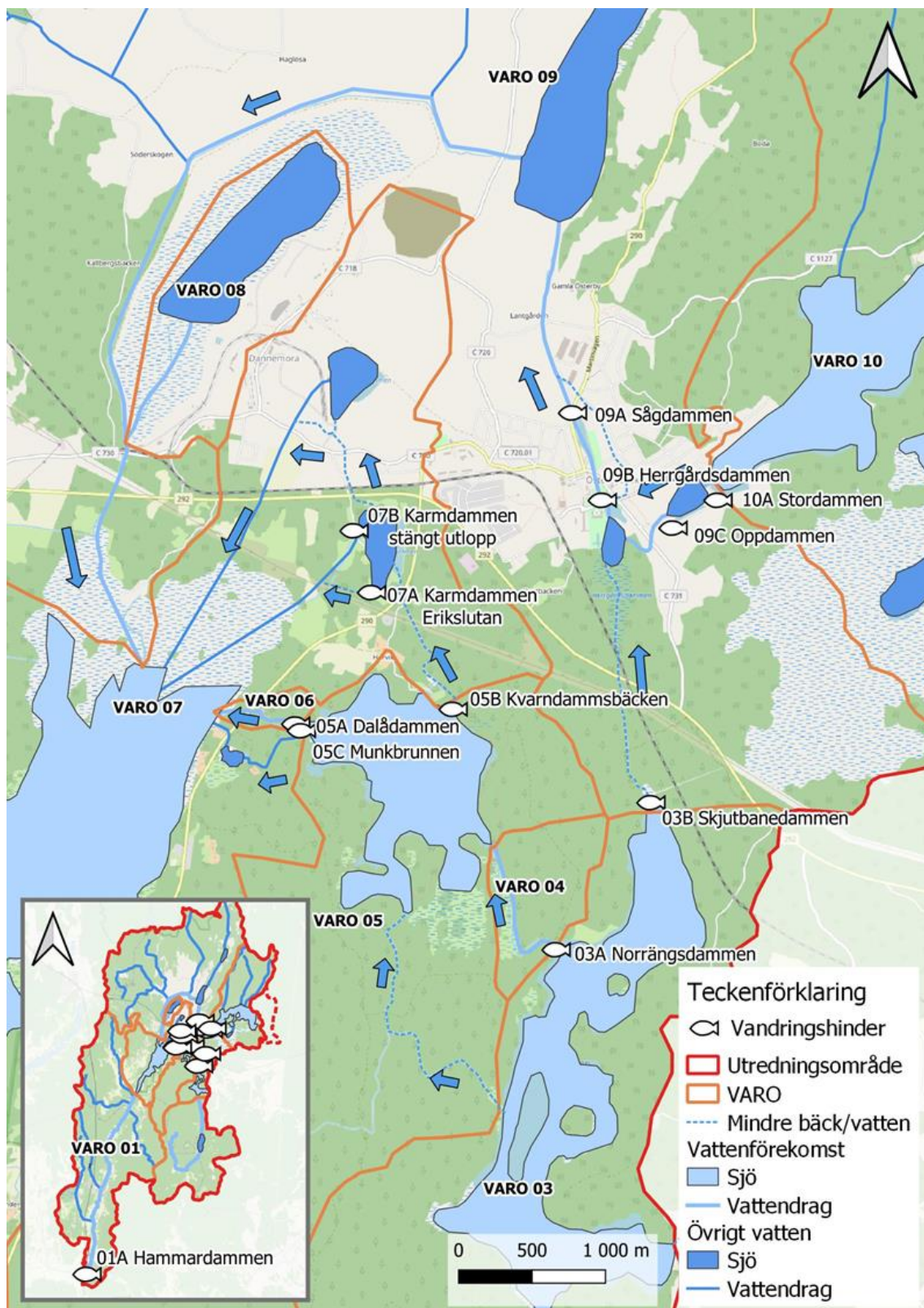
En denilränna är en utveckling av slitsrännan där vattenströmmen bromsas genom tvärväggar i form av tätt satta lameller riktade snett uppströms (Figur 40). De klarar därmed större lutningar (10–15 % för de flesta vuxna sötvattensfiskar, upp till 25 % för laxfiskar) och stora variationer i vattenföring. De tål dock sämre variationer i vattennivån uppströms (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Länsstyrelserna m.fl., 2016).



Figur 40. Ovan t.v: Bassängtrappa i Columbiafloden, USA (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a). Ovan t.h: Denilränna/motströmsränna. Lameller sitter i 45° vinkel mot botten och dess öppning bör vara minst 20 cm, helst 30 cm (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008). Nedan: Slitsränna i Billstaån, Östersund. Fisken vandrar genom de smala slitsarna till höger i bild. Foto: WRS.

Resultat

Åtgärdsförslag för de tolv identifierade vandringshindren visas i Figur 41. De listas även översiktligt i Tabell 39 men beskrivs framför allt närmare i Bilaga 2.



Figur 41. De tolv identifierade vandringshinder inom Vattholmaåns avrinningsområde för vilka åtgärdsförslag har tagits fram för förbättrad konnektivitet. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 39. Översikt av åtgärdsförslag för konnektivitet som finns beskrivna i Bilaga 2.

Nr	Namn	Typ av vandringshinder	Föreslagen åtgärd
01A	Hamnardammen	Damm med tio reglerbara spettluckor	Slitsränna
03A	Norrängsdammen	Betongdämme med två reglerbara spettluckor i trä	"Lucka i lucka" + upptröskling nedströms
03B	Skjutbanedammen	Jordvall med reglerbar ventil	Endast åtgärd riktad mot förbättrad flödesregim
05A	Dalådammen	Betongdämme med två reglerbara spettluckor i trä	Slitsränna
05B	Kvarndammsbäcken	Dämme med v-överfall i trä	Omlöp med v-format inlopp
05C	Munkbrunnen	Munkbrunn med reglerbara träsättar	Ingen åtgärd
07A	Karmdammen Erikslutan	Förfallet trädämme	Spontat dämme med v-överfall + upptröskling nedströms
07B	Karmdammen stängt utlopp	Dammvall/väg med rör	Ingen åtgärd
09A	Sågdammen	Fast överfall / bordsdämme	Slitsränna eller annan teknisk fiskväg
09B	Herrgårdsdammen	Fast överfall / bordsdämme	Bassängtrappa
09C	Oppdammen	Fast överfall / bordsdämme	Omlöp med vilobassäng(er)
10A	Stordammen	Betongdämme med tre reglerbara spettluckor i trä	Upptröskling och anläggande av naturtrogen botten

Prioritering

För att skapa en prioriteringsordning har förhållandena kring varje vandringshinder (markägarförhållanden, tillgänglighet, intressekonflikter med mera) kategoriserats och poängsatts. Poängsättningen med dess kategorier, struktur och slutlig prioritering har tagits fram internt av WRS, se Tabell 40. Poäng har givits på en skala 0 till 2 med undantag för kategorierna *omgivande mark*, *investeringskostnad* och *effekt på konnektivitet*. Här har en skala från 0 till 4 poäng använts då dessa aspekter anses vara av större vikt. I Tabell 41 redovisas poängsättning och prioritering av åtgärdsförslagen. En fiskväg bedöms ha prioritet 1 (Hamnardammen i Vattholma), tre bedöms ha prioritet 2, en prioritet 3 och fyra prioritet 4.

Tabell 40. Poängsättning av kategorier för bedömning av prioritering av åtgärdsförslag för konnektivitet.

Kategori	Poängsättning
Markägarförhållanden (2p)	0p – Fler än 2 markägare berörs 1p – 1-2 markägare berörs 2p – Kommunal mark
Omgivande mark (4p)	0p – Ofördelaktiga markförhållanden och topografi 4p – Fördelaktiga markförhållanden och topografi
Tillgänglighet (2p)	0p – Svåråtkomligt för fordon och maskiner 2p – Bra åtkomst för fordon och maskiner
Juridik (2p)	0p – Både vattendom och markavvattningsföretag finns 1p – Vattendom eller markavvattningsföretag finns 2p – Ingen vattendom eller markavvattningsföretag finns
Intressekonflikter (2p)	0p – Potentiell konflikt finns med flera områden (t.ex. jordbruk, skogsbruk eller rekreation) 1p – Potentiell konflikt finns med ett område 2p – I princip fritt från potentiella konflikter
Kulturmiljö (2p)	0p – Fornlämning finns enligt Fornsök 1p – Ingen fornlämning enligt Fornsök men bedömd historisk miljö 2p – Kulturmiljö bedöms ej beröras
Investeringskostnad (4p)	0p – >1 000 000 kr 1p – 500 000 – 1 000 000 kr 2p – 250 000 – 500 000 kr 3p – 100 000 – 250 000 kr 4p – <100 000 kr
Effekt på konnektivitet (4p)	0p – Öppnar upp en begränsad sträcka långt uppströms 4p – Öppnar upp en stor sträcka av ån och/eller tillgängliggör flera potentiella lekplatser
Andra vandringshinder som påverkar (2p)	0p – Flera andra vandringshinder upp- eller nedströms behöver åtgärdas för att få önskad effekt 1p – Ett annat vandringshinder upp- eller nedströms behöver åtgärdas för att få önskad effekt 2p – Åtgärdsförslag i princip oberoende av andra vandringshinder
Ev. negativa effekter	0p – Flera negativa effekter 1p – Någon negativ effekt på exempelvis jordbruk, skogsbruk eller rekreation 2p – I princip inga negativa effekter
Totalt	> 17 p – Prio 1 13–17 p – Prio 2 8–12 p – Prio 3 0–7 p – Prio 4

Tabell 41. Poängsättning och prioritering av åtgärdsförslag för konnektivitet.

	Genomförbarhet (14 p)						Kostnad (4p)	Effekter (8 p)			Totalt (26 p)	Prio
	Markägareförhållanden	Omgivande mark	Tillgänglighet	Juridik	Intressekonflikter	Kulturmiljö		Investering	Effekt på konnektivitet	Andra vandringshinder som påverkar		
Vandringshinder												
01A Hammardammen	2	4	2	1	1	0	0	4	2	2	18	1
03A Norrängsdammen	1	1	2	1	1	2	4	1	1	2	16	2
03B Skjutbanedammen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05A Dalådammen	1	1	1	2	1	2	0	1	1	1	11	3
05B Kvarnbäcksdammen	1	3	0	2	2	2	1	1	0	1	13	2
05C Munkbrunnen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07A Karmdammen Erikslutan	1	3	1	2	2	1	4	0	1	2	17	2
07B Karmdammens stängda utlopp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09A Sågdammen	1	0	2	2	1	0	0	0	0	1	7	4
09B Herrgårdsdammen	1	0	2	1	0	0	1	0	0	1	6	4
09C Oppdammen	2	0	2	1	1	0	0	0	0	1	7	4
10A Stordammen	2	1	2	1	1	0	4	0	0	2	13	4*

* Har bedömts som prio 4 trots poängsättning på grund av dess nära samhörighet med eventuella åtgärder vid 09A, 09B och 09C som alla anses vara prio 4.

8.4.3 Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi

En bruttolista av möjliga åtgärder som framkommit under utredningens gång finns i Bilaga 3. Förbättrad *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* har även beaktats och integrerats i åtgärdsförslag för avrinning från jordbruksmark, se avsnitt 8.3.1 och Bilaga 1.

Åtgärdstyper

Åtgärdstyper som främst anses påverka *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* (men i vissa fall även tillförsel av fosfor) listas nedan. Utöver de som platsspecifikt föreslås i denna utredning beskrivs även andra generella åtgärdsförslag.

(a) Återställande av sänkta sjöar

I hela Uppsala län antas endast två sjöar vara opåverkade av sjösänkningar (Brunberg och Blomqvist, 1998). Sänkningarna har framför allt gjorts för att dränera skog- och åkermark och har skapat igenväxta sjöar, torrlagda våtmarker och oxidering av organogena jordar. Genom att åter höja eller återställa, helt eller delvis, tidigare vattentrösklar kan sjöarna till viss del återfå sin naturliga utformning och hydrologiska regim. Detta kräver en ny eller ändrad vattendom och är troligen enklast att genomföra för sjöar där produktiv jordbruksmark har övergivits eller påverkas marginellt, samt där gamla markavvattningsföretag är upphävda eller inaktiva.

(b) Återmeandring

Samtidigt med sjösänkningarna har även många åar rätats och dikats. Här finns möjlighet att återskapa meandrande sträckor för en mer naturlig deposition och transport av sediment. Detta får en positiv påverkan på flertalet hydromorfologiska parametrar som *specifik flödesenergi*, *vattendragsfårans form* och *vattendragsfårans kanter*.

(c) Skapande av svämplan

Svämplanet är den yta kring en sjö eller vattendrag som översvämmas helt eller delvis vid flöden upp till ett 100-årsflöde. Genom höjdsättning och utformning av utlopp (exempelvis v-utskov, strypt flöde eller liknande) kan vattennivån i en åtgärd fluktuera och överdämma omgivande svämplan vid högre flöden. Om svämplanet kring vattenförekomster upphör att vara brukad mark påverkas statusen för *morfologiskt tillstånd* positivt.

(d) Tvåstegsdiken

Tvåstegsdiken beskrivs som en åtgärd för minskad fosfortillförsel men bidrar även till en förbättrad hydromorfologi. Denna typ av terrasserat dike passar typisk i jordbruksområden med svag lutning. Med tvåstegsdiken minskas andelen brukad mark inom vattenförekomstens närområde och svämplan, vilket bidrar till förbättrad *morfologiskt tillstånd*.

(e) Kantzoner/buffertzoner

På samma sätt som tvåstegsdiken kan buffertzoner eller kantzoner i jordbrukslandskapet förbättra en vattenförekomst morfologi. Kantzoner eller buffertzoner med obrukad mark anläggs i strängar mellan åkern och ytvattnet, helst mellan 15 och 30 meter breda. Zonerna kan bestå av gräs, örter, buskar eller träd och utgöra betesmark, slåttervall, naturliga stränder eller även skogsbrynslika partier.

I Sveriges används oftast termerna lokalt anpassad kantzon (LAK) eller ekologiskt funktionell kantzon (EFK). En EFK innehåller ofta en mer orörd ekologiskt funktionell del närmast vattendraget med mer träd och buskar. En LAK är däremot ofta en kompromiss med exempelvis gräs eller vall som betas eller slås. En integrerad buffertzon (IBZ) är en tredje variant där åkerdräneringen dräneras till ett dike som grävs parallellt till vattendraget med en cirka 5 meter bred träd- eller buskbeklädd infiltrationsbank mellan diket och vattendraget.

(f) Meandring

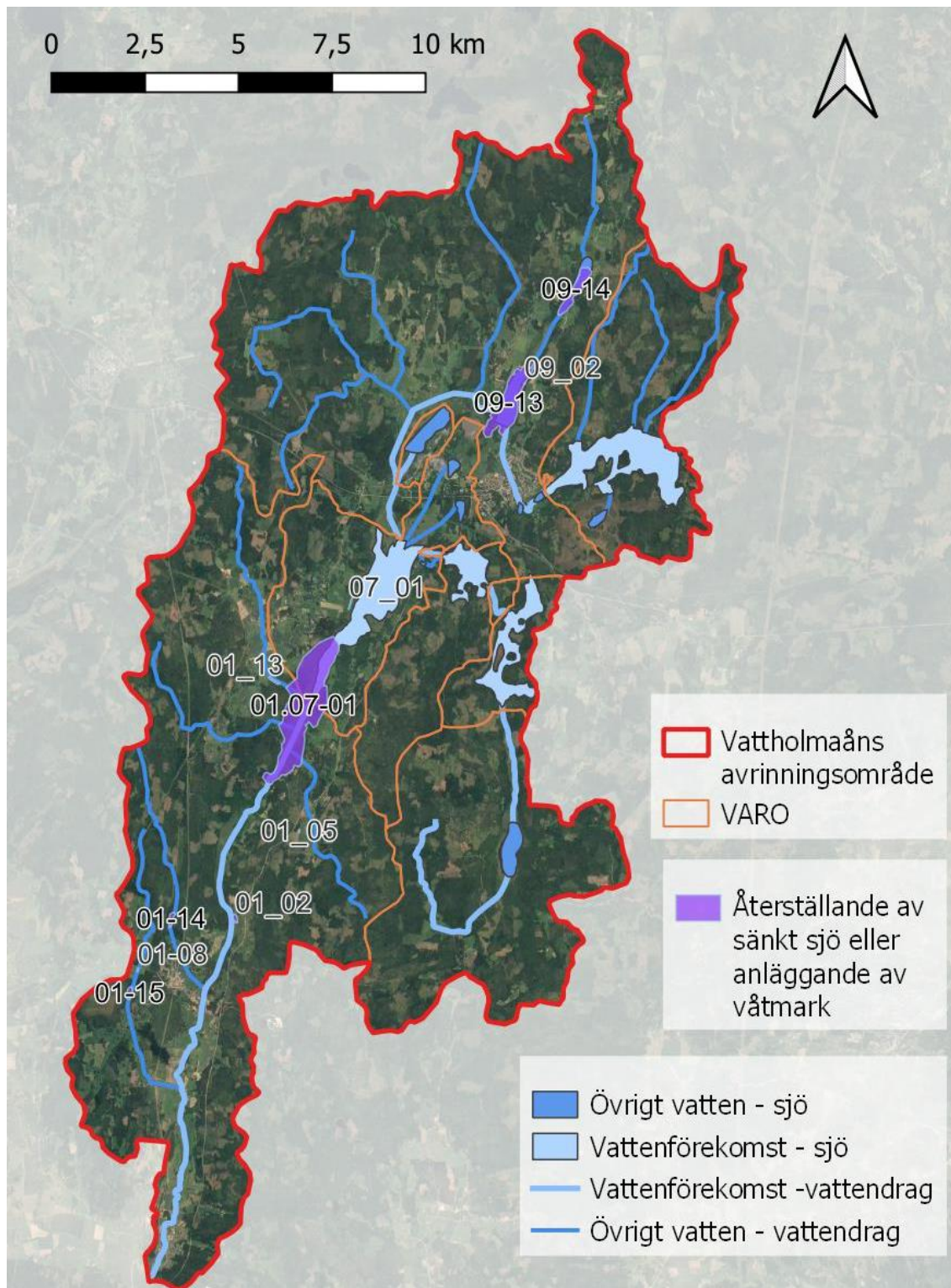
Vid anläggandet av nya åtgärder finns möjlighet att meandra exempelvis en mindre åfåra eller ett inloppsdike till en våtmark eller fosfordamm. Meandring passar i stora delar av Vattholmaåns avrinningsområde där lutningen är svag eller måttlig. Dock får inte sedimenttillförseln vara för stor.

(g) Säkerställa vandringsväg för fisk

Om en åtgärd, exempelvis våtmark eller fosfordamm, anläggs vid sidan av huvudfåran utgör de inget vandringshinder. Om en åtgärd planeras i huvudfåran bör det dock säkerställas att fisk kan vandra upp- och nedströms via exempelvis omlöp eller upptröskling.

Resultat

Totalt identifierades elva åtgärdsförslag som främst bedöms påverka hydrologisk regim och morfologi (Figur 42). Av dessa är fem åtgärder återställande av sänkta sjöar och sex stycken anläggning av våtmark. Se Bilaga 3 där det för varje åtgärd ges en kortare beskrivning och en bedömning av åtgärdens genomförbarhet.



Figur 42. Översikt av åtgärdsförslag för återställande av avsänkt sjö eller anläggande av våtmark. Bakgrundskarta: © Google Earth.

Prioritering

Varje åtgärd i Bilaga 3 har givits en prioritering från 1 till 4. En åtgärd med prioritet 1 anses ha störst genomförandepotential och ge en stor ekologisk effekt. Prioriteringen är baserad på översiktliga förhållanden som topografi, markförhållanden och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk. Det är positivt om åtgärderna även kan innebära mervärden ur rekreationssynpunkt. Utav elva åtgärder bedöms tre ha prioritet 1, två har prioritet 2, två har prioritet 3 och slutligen fyra prioritet 4.

8.4.4 Inventering och eventuell utrivning av ej inventerade vandringshinder

Två av tio vattenförekomster i Vattholmaån, *Dalån* (uppströms Hammardammen, VARO 2) och *Dannemorasjön* (VARO 7) är inte klassade med avseende på konnektivitet. Enligt VISS behöver vandringshindersoninventering genomföras för att konnektivitetsstatus ska kunna bedömas (Länsstyrelserna m.fl., 2022).

Som påpekats i avsnitt 6.4 kan det finnas flera mindre dämmen som utgör definitiva eller partiella vandringshinder framför allt i mindre, uppströms belägna vattendrag, som inte har identifierats i detta arbete. Det rekommenderas att inventera åtminstone de dammbyggnader som pekas ut i Figur 28 och Figur 29 för att bekräfta förekomst, skick och lämningar av dessa regleringar då de kan påverka både konnektivitet och hydrologin.

Flera av dessa kan givetvis redan vara förfallna eller utrivna. De som kvarstår kan förhoppningsvis vara relativt enkla att riva ut då många är belägna i skogslandskapet. Trots att de dämmer endast ett mindre vattendrag kan de utgöra hinder för mindre fiskar och hindra spridningsvägar av andra vattenlevande organismer. En värdering av den ekologiska effekten av utrivning bör givetvis vägas mot värdet av den historiska betydelsen och eventuellt kulturmiljöaspekt.

8.4.5 Biotopförbättrande åtgärder

Både restaurering av förstörda leklokaler och skapandet av nya produktiva strömsträckor och leklokaler med hårda stenbottnar är åtgärder som skapar relativt stor ekologisk nytta i förhållande till kostnad. I Vattholmaåns huvudfåra mellan Vattholma och Dannemorasjön, där behovet är som störst, är dessa platser idag få då åarna ofta starkt dikade, rätade och rensade. För att få till stånd åtgärder behöver kontakt tas med dikningsföretag för att diskutera lösningar där vissa sträckor av ån undantas från rensning och återskapas med sten- och grusbottnar.

Andra biotopförbättringar som bör övervägas är möjligheterna att

- ✓ lägga ut död ved
- ✓ återskapa trösklar, svämplan, bestämmande sektioner och andra naturliga strukturer (sten, bottensubstrat, strandbrinkar med mera)
- ✓ lägga igen eller öppna upp sidofåror som har ändrats historiskt
- ✓ bredda åfåran
- ✓ höja vattennivån och bottennivån (tillbaka mot ursprungliga nivåer).

Alla ovan biotopförbättrande åtgärder bör även övervägas i samband med anläggandet av en fiskväg eller faunapassage. Framför allt strömsträckor med lämpligt bottensubstrat är ofta en viktig aspekt. Men även annan biotopvariation och återställande av naturliga strukturer upp- och nedströms en fiskväg skapar bättre förutsättningar för att uppfylla fiskvägens syfte och funktion.

I allmänhet bör en mångformighet av vattendragets miljö eftersträvas, då det är väl belagt att detta ökar artrikedomen (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008).

8.5 Åtgärder för särskilt förorenande och prioriterade ämnen

De tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheterna eller potentiellt förorenade områdena inom Vattholmaåns utredningsområde som bidrar med särskilt förorenande och prioriterade ämnen härrör framförallt från gruvverksamheten (se avsnitt 7.1), och diskuteras i avsnitten nedan.

8.5.1 Dannemora gruva

Som beskrivs i avsnitt 7.2 så härrör föroreningarna i f.d. Gruvsjön, Sundbroån och Dannemorasjön från den gruvverksamhet som bedrivits under lång tid i området. För att uppnå god ekologisk och kemisk status i dessa tre vattenförekomster skulle halterna behöva minska av de särskilda förorenande ämnena koppar, zink och arsenik, vilka påverkar ekologisk status, samt halten av kadmium som påverkar den kemiska statusen. I Sundbroån påverkas den kemiska statusen även av förhöjda halter av bly och av PAH:erna antracen, fluoranten och BaP.

För att minska förekomsten av föroreningar i vattenförekomsterna behöver utsläppen av föroreningar minska. Idag pågår ingen gruvverksamhet och inga utsläpp av processvatten sker därför. Verksamhet håller dock på att startas upp igen av Dannemora Koncern AB.

Tillståndprocessen är igång och en miljökonsekvensbeskrivning håller på att tas fram. I samband med detta planeras rening av utgående vatten från gruvverksamheten med avseende på metaller, men reningsteknik är inte bestämd ännu. En metod som diskuteras är fällning med järnklorid (Geosyntec consultants, 211206). Utsläpp från den planerade gruvverksamheten kommer att följas upp via kontrollprogram, sannolikt med vattenprovtagning i bl.a. Sundbroån, som i det kontrollprogram man hade för förra driftsperioden för gruvan.

Som beskrivits i avsnitt 7.2.3 så sker utsläpp av förorenat vatten från gruvområdet, trots att ingen verksamhet bedrivs där idag. Detta sker genom två huvudsakliga utsläpp, det ena norrut till Sundbroån, via ett dike från det så kallade sandmagasinet, och det andra genom pumpning av vatten från f.d. Gruvsjön till Sundbroån.

Via avrinning från sandmagasinet sker utsläpp av framförallt arsenik till Sundbroån. Fastigheten Films-Österby 3:39 där sandmagasinet ligger ägs idag av Östhammars kommun och den aktuella ytan är cirka 18 hektar. Ett sätt att minska mängden föroreningar i avrinningen från området skulle kunna vara en täckning av området, på liknande sätt som man sluttäcker avslutade avfallsdeponier. En sådan täckning inkluderar flera skikt av olika material, varav ett tätt geomembran som hindrar nederbörd att tränga in materialet. Detta är dock en väldigt kostsam åtgärd där nyttan i förhållande till kostnaden knappast kan motivera den. Det finns planer på att nyttja området till någon verksamhet framöver, och i samband med detta kan man fundera på om en hårdgörning av ytan skulle kunna vara aktuell. Men även t.ex. asfaltering av stora ytor bedöms som orimligt kostsamt till tveksam miljönytta, såvida inte hårdgörning krävs för den planerade verksamheten.

Vattnet som pumpas från Gruvsjön till Sundbroån innehåller bland annat höga halter av zink och kadmium. Påverkan på Sundbroån via länshållning av f.d. Gruvsjön bör kunna minskas genom att minimera mängden vatten som pumpas till ån. För att minimera utlakning av lösta föroreningar från Gruvsjön borde det vara gynnsamt att pumpningen styrs så att vattennivån hålls på en så stabil nivå som möjligt, d.v.s. inom ett snävt nivåintervall. Frekvensstyrda pumpar som ger mjuka på- och avslag bör vara att föredra. I den planerade gruvverksamheten finns ett behov av processvatten. Anrikningsverket kommer att kräva uppskattningsvis 90–100 m³/h

vatten (Geosyntec consultants, 211206). Detta vatten avser man ta från grundvatteninflödet till gruvan, men även från f.d. Gruvsjön och till viss del från Sundbroån. Genom att även magasinera vatten (reducera pumpkapaciteten till Sundbroån under perioder) planeras huvuddelen av processvattnet att tas från f.d. Gruvsjön. Detta kommer betyda att mindre mängder förorenat Gruvsjövatten kommer att pumpas till Sundbroån, vilket bör leda till minskade utsläpp av föroreningar till ån.

8.5.2 Dannemorasjön

För att uppnå god ekologisk status i Dannemorasjön behöver föroreningarna i sedimenten minska. Som beskrivits i avsnitt 7.2.3 förekommer föroreningarna i det pumpade vattnet från Gruvsjön och i den norra vattenströmmen från sandmagasinet mestadels i löst form och är därmed inte en trolig källa till de förhöjda halter som uppmätts i recipienternas sediment. Följaktligen kommer åtgärder uppströms sannolikt inte förbättra sedimentens kvalitet nämnvärt. För att minska föroreningarna Dannemorasjöns sediment behöver åtgärder därför göras i sjön.

Att gräva bort sediment eller muddra är en tänkbar åtgärd när det rör sig om ett begränsat område som är förorenat. I Dannemorasjön påträffas föroreningar i hela sjön, även om koncentrationerna är högst i den norra delen av sjön (Geosigma, 2017). Även sedimenten uppströms i Sundbroån och Gruvsjön är förorenade.

En åtgärd som bland annat använts i den kvicksilverbelastade sjön Turingen i Nykvarns kommun, innebär att man täcker en förorenad botten med ett konstgjort sediment (Nykvarns kommun, 2022). Denna metod passar dock inte i den redan väldigt grunda och vegetationsrika Dannemorasjön.

I denna rapport ges inga förslag på åtgärder för att minska föroreningarna i sedimenten i Dannemorasjön, då lämpliga och kostnadsmässigt rimliga åtgärder tycks saknas. Eventuella åtgärder för Dannemorasjöns sediment bör fortsatt beaktas vid planering av övriga åtgärder i gruvområdet och sjösystemet.

8.6 Övriga åtgärder

8.6.1 Strukturkalkning av jordbruksmark

Jordbruksmarken i Vattholmaåns avrinningsområden består till stora delar av lerjordar, där de största fosforförlusterna oftast sker när fosfor transporteras med uppslammade lerpartiklar i vattnet i samband med häftiga regn eller snösmältning. En åtgärd som minskar fosforförlust från lerig jordbruksmark till vattendrag är så kallad strukturkalkning (Jordbruksverket, 2015c). Strukturkalkning gör att lerjordar blir mer lättarbetade och torkar upp snabbare samtidigt som grödans uppkomst blir jämnare. Tillförsel och nedplöjning av kalken förbättrar markstrukturen genom att det bildas fler och stabilare aggregat som gör att jorden inte krymper och sväller lika mycket. När lerpartiklorna klumpar ihop sig till aggregat blir de dessutom mycket svårare att transporteras bort av vattnet. Kalkning bidrar också till att det bildas ett finmaskigt nät av sprickor över hela markytan som gör att regnvattnet infiltrerar jämt på hela markytan. På obehandlade lerjordar kan sprickbildning leda till ojämn infiltration genom sprickor som i sin tur leder till förluster av fosfor och uppslammat material till dräneringsrören och vidare ut i vattendragen. Reduktionseffekten för fosfor med strukturkalkning kan antas vara cirka 30 % (Gyllström m.fl., 2016).

Strukturkalkning ska bara göras på väl-dränerade lerjordar. Spridning ska inte ske när det är blött eller för sent på hösten. Kalken ska blandas in snabbt, helst vid spridning. Bränd eller släckt

kalk ger en snabb och märkbar struktureffekt medan kalkstensmjöl inte är lika effektivt. (Jordbruksverket, 2015c).

Strukturkalkning skall på grund av kostnader och förväntad nytta endast utföras på den arealen av jordbruksmarken som efter jordbrukarnas lokalkännedom har mindre än optimal dränering idag (Strand, 2019).

8.6.2 Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet

Eventuella felanslutningar av spillvatten till dagvattennätet skulle kunna på ett inte obetydligt sätt bidra till fosforbelastningen på Vattholmaån. Bedömningen av felkopplingarnas betydelse grundar sig på erfarenheter från åtgärdsarbeten i andra områden.

8.6.3 Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter

Tillsyn med avseende på dagvattenhantering vid miljöfarliga verksamheter pågår löpande och bör om möjligt intensifieras. Detta gäller inte minst avseende dokumentation, egenkontroll, sedimentrensning och skötsel av befintliga dagvattenreningsanläggningar.

8.6.4 Ökade krav vid planläggning

En utformning av bebyggelsen och dagvattenhanteringen som säkerställer långtgående flödesutjämning och i det närmaste fullständig avskiljning av den partikulära föroreningsfraktionen bör vara det minikrav som ställs. Eftersom det i dagsläget inte finns några beprövade tekniker för att effektivt avskilja lösta dagvattenföroreningar måste ett nollscenario troligen uppnås genom kompensationsåtgärder. Verktyg för att styra vilka byggmaterial som används och därmed undvika förorening av dagvattnet, t ex att förbjuda användning av koppar och zink med hänsyn till vattenkvaliteten i recipienten, saknas dessvärre idag i Plan- och bygglagen.

8.6.5 Fiskeförbud

Idag råder förbud mot fiske av aspen under april och maj i alla Mälarens tillrinnande vattendrag (Havs- och vattenmyndigheten, 2013b). Inom vissa områden råder även totalt förbud för aspfiske, som i Fyrisåns fiskevårdsområde (Fyrisåns vattenförbund, 2021). Om åtgärder genomförs vid Ekeby och Hammardammen så att fisk får fri vandringsväg i Vattholmaåns huvudfåra kan det övervägas att också skydda enskilda leklokaler, exempelvis de som utpekats i avsnitt 6.1, med totalt fiskeförbud under leken, inte bara asp, för att undvika tjuvfiske eller bifångst. Dessa förbudsområden kan då göras väldigt små och lokala för att inte begränsa fritidsfisket.

9 Genomförande av åtgärder – väg framåt

9.1 Åtgärder för punktkällor

Österbybruks reningsverk är den största punktkällan för fosfor till Vattholmaån. Reningsverket klarar gällande utsläppskrav, så det finns inget formellt krav att vidta åtgärder. Att minska belastningen från Österbybruks ARV bedöms dock vara den mest prioriterade åtgärden avseende punktkällor. I bilaga 1 ges förslag på en åtgärd med efterbehandling i en våtmark, där även bräddvatten till viss del kan hanteras. Det kan också vara möjligt att minska fosforutsläppen via åtgärder i reningsverket, något som inte ingått i denna utredning att studera.

I området finns drygt 20 enskilda avlopp med bristfällig eller okänd rening. Dessa bör åtgärdas, och detta ligger inom miljöförvaltningens ordinarie tillsynsarbete.

Information och dialog med hästägare är en långsiktig åtgärd, som involverar många personer och bygger på frivillighet.

Föreslagen prioritetsordning mellan åtgärder för punktkällor är:

- 1) Undersöka möjligheten att minska belastningen från Österbybruks reningsverk via efterbehandling i våtmark eller genom åtgärder i reningsverket.
Förelägga fastighetsägare att åtgärda bristfälliga avlopp.
- 2) Information och dialog med hästägare, för att åstadkomma ökad mockning av hagar, säker gödselhantering, erosionsskydd vid utfodringsplatser, översyn av foderstater etcetera, med början på hästgårdar närmast vattendrag. Exempelvis inrikta sig mot lite mindre hästgårdar (<15 hästar) som inte nås av Greppa näringen. Ordna bland annat kostnadsfria möten, seminarier, studiebesök och gårdsvisa rådgivningar, där gårdar nära vattendrag och gårdar med hög hästtätthet prioriteras.

9.2 Åtgärder för diffusa källor

Genom att fortsättningsvis minska tillförseln av fosfor och andra föroreningar från tätorter med åtgärder för rening av dagvatten från både befintlig bebyggelse och framtida exploateringar kan kommunerna visa sitt engagemang för att åstadkomma god ekologisk- och kemisk status i sina vattenförekomster. Detta bedöms komma vara av stor vikt i den nödvändiga dialogen med markägare för genomförandet av åtgärder i jordbrukslandskapet. För att minska näringsförluster från det jordbruksdominerade områdena är det viktigt med fortsatt arbete där. Det innefattar exempelvis gårdsvisa vattenplaner, förbättrad dränering, underhåll av befintliga diken och brunnar och riktade insatser för strukturkalkning och kantzoner där erosion sker. Alla sådana åtgärder skall självfallet utföras i dialog och nära samarbete med berörda lantbrukare.

Vid genomförande av åtgärder är det även viktigt att ta hänsyn och att ”ingreppen” inte skapar negativ påverkan för de värdefulla naturvärden som Vattholmaån med omgivning hyser. Av de platsspecifika åtgärdsförslagen som tagits fram för minskad näringstillförsel från framförallt jordbruksmark i denna utredning har två stycken givits prioritet 1 och fyra stycken prioritet 2 (se Tabell 42). Åtgärdsförslagen är numrerade med en kombination av VARO-nummer och numret av åtgärdsförslaget, där till exempel åtgärd 07–02 är den andra åtgärden från bruttolistan för VARO 7. Platser med prioritet 3 bör ses som möjliga åtgärder efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2. Platsspecifika åtgärdsförslag av prioritet ett och två redovisas mer detaljerat i Bilaga 1 och en översikt av bedömningen för de högst prioriterade åtgärdsförslagen visas i Tabell 43.

Prioritering av plats specifika åtgärdsförslag inom Vattholmaåns avrinningsområde:

1. Fyra åtgärdsförslag har givits högsta prioritering – en fosfordamm sydöst om Bräcksta nära Dannemorasjön (07-02), en fosfordamm eller våtmark invid Gruvsjön nära Haglösa (09-01), en dagvattendamm vid Ängsvägen i Österbybruk (09-06) och en skärbassäng i Sågdammen i Österbybruk (09-10).
2. Fyra förslag till fosfordammar har givits prioritetsordning 2. Åtgärderna har bra fosforavskiljningsförmåga men kan behöva kompromissa med antingen intrång på produktiv åkermark, mer schaktmassor eller något lägre potential till fosforavskiljning.

Tabell 42. Platsspecifika åtgärdsförslag med prioritet 1 och 2.

Åtgärdstyp	Prioritet	Antal åtgärdsförslag	Åtgärdsförslag nr.
<i>Fosfordamm</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>07-02</i>
<i>Fosfordamm/våtmark</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>09-01</i>
<i>Dagvattendamm Ängsvägen</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>09-06</i>
<i>Skärbassäng Sågdammen</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>09-10</i>
<i>Fosfordamm</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>01-01, 01-12, 09-03</i>
<i>Våtmark</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>09-05</i>
Summa		8	

Tabell 43. Sammanfattande beskrivning av bedömda förutsättningar, bedömd genomförbarhet och fosforavskiljningskostnad (tkr/kg P) för åtgärder med prioritet 1 och 2.

Åtgärds-förslag nr.	Beskrivning av åtgärd	Bedömning av förutsättningar*	Prioritets-klass	Kostnadseff. [tkr/kg P]
01-01	Fosfordamm vid Stor-Sandbo	Ej kommunal mark. Förlust av kantzonen intill jordbruksdike. Inget aktivt dikningsföretag. Åtgärd schaktas.	2	2,4
01-12	Fosfordamm vid Myra	Ej kommunal mark. Förlust av åkermark. Inget dikningsföretag. Åtgärd schaktas.	2	1,9
07-02	Fosfordamm sydöst om Bräcksta	Ej kommunal mark. Anläggande på trädad mark. Inget aktivt dikningsföretag. Åtgärd schaktas.	1	1,8
09-01	Fosfordamm eller våtmark vid Haglösa	Ej kommunal mark. Naturligt sankt område. Inget aktivt dikningsföretag. Åtgärd schaktas. Bra möjligheter för synergieffekter.	1	1,4
09-03	Fosfordamm vid Norråsen	Ej kommunal mark. Sank björkskog. Inget aktivt dikningsföretag. Kombination av schakt och dämning möjlig.	2	2,6
09-05	Våtmark norr om Dannemoräsjön	Ej kommunal mark. Anläggning på gammal sjöbotten. Inget aktivt dikningsföretag. Åtgärd schaktas. Bra möjligheter för synergieffekter.	2	3,1
09-06	Dagvattendamm Älvsvägen	Kommunal mark. Anläggning på åkermark. Inget aktivt dikningsföretag. Åtgärd schaktas. Bra möjligheter för synergieffekter.	1	14,2
09-10	Skärmbassäng Sågdammen	Kommunal mark. Anläggning i eller i nära anslutning till sjön. Bra möjligheter för synergieffekter och gestaltning.	1	56

* Utredningsbehov, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet krävs. Inga av åtgärderna ligger på kommunal mark.

9.3 Åtgärder för konnektivitet

Vattholmaåns avrinningsområde är komplext och för alltid förändrat. Det finns ingen rimlig väg att återställa sjö- och åsystemet till det tillstånd som rådde för cirka 500 år sedan innan människans större omformning av systemet. Det ska också medges att åtgärderna som presenteras i detta underlag inte är helt tillräckliga för att nå god status med avseende på *konnektivitet* för samtliga vattenförekomster utifrån dagens statusklassning. Vi föreslår därför ett antal förhållningssätt för att arbeta med åtgärder inom Vattholmaån:

- ✓ Arbeta med åtgärder som är praktiskt och ekonomiskt genomförbara med sikte på att förbättra vattenkvalitet och limnologiska värden snarare än ett återställande till ett naturligt tillstånd
- ✓ Prioritera åtgärder som är enkla att genomföra ("låg hängande frukter") och de åtgärder som ger stor ekologisk effekt. Det är sällan en åtgärd har båda dessa egenskaper.
- ✓ Arbeta som regel nedströms och uppåt

Utifrån denna kontext föreslås en arbetsgång med åtgärder i Tabell 44. Först och främst anläggs en fiskväg vid Hammardammen i Vattholma för att öppna upp ännu en del av Fyrisån och

tillgängliggöra strömsträckor och lekplatser uppströms för asp och annan vandrings fisk. Detta bör medföra god status i VARO 1 utifrån att Ekebydammen nedströms i Storvreta åtgärdas.

Därefter kan Erikslutan i Karmdammen byggas om för att säkerställa att dammen inte ”spolas ur” vid höglöden och en enkel upptröskling görs nedströms för att skapa en så kallad ”sjönacke” som möjliggör passage för fisk, om än i en mindre bäck. Åtgärden får inte nödvändigtvis effekt på vattenförekommstens (Dannemorasjön) status men är enkel, billig och genomförbar.

Utifrån principen att arbeta nedströms och uppåt bör därefter två dämmen i Harvikadammen åtgärdas. En teknisk fiskväg, en slitsränna, krävs troligen vid Dalådämnet medan ett omlöp kan anläggas vid Kvarndammsbäcken. Åtgärderna bör medföra god status i VARO 5 och 6.

Genom att fortsätta uppströms bör sedan Norrängsdammen åtgärdas, där vi föreslår en enklare slusslucka i nuvarande fördämning tillsammans med upptröskling nedströms. Samtidigt bör regleringen av Skjutbanedammen ses över för att kunna öka de limniska värdena i bäcken som rinner mellan Slagsmyren-Hammardammen och Herrgårdsdammen. Dessa dämmen påverkar VARO 3 och 4, samt eventuellt 2 (idag ej klassad). Utifrån statusklassningen behöver Skjutbanedammen åtgärdas med en fiskväg för god status. Vi menar dock att Norrängsdammen är viktigast att prioritera och att en åtgärd vid Skjutbanedammen, om än genomförbar, inte är ekonomiskt försvarbar.

Slutligen så kan åtgärder genomföras vid dammarna inne i Österbybruk men vi ser dem inte som särskilt prioriterade och i vissa fall inte ekonomiskt försvarbara. Det finns ändå möjligheter att genomföra fiskvägar och åtgärder för förbättrad fiskvandring vid Stordammen, Oppdammen och Herrgårdsdammen. Tyvärr anser vi en åtgärd vid Sågdammen svår att motivera utifrån platsens förhållanden och den begränsade effekten som uppnås relativt långs uppströms i systemet. Varje enskild åtgärd inne i Österbybruk skulle ge en högst begränsad effekt. Därför rekommenderar vi att om åtgärder ska genomföras, så ska alla fyra vandringshinder åtgärdas samtidigt, och först efter att resterande hinder i Vattholmaåns avrinningsområde har åtgärdats.

Tabell 44. En sammanfattning av ovan text med förslag på arbetsgång för åtgärdande av vandringshinder i geografiska kluster.

Arbets- ordning	Vandringshinder som åtgärdas	Prio	Medför god status i VARO*
1	01A Hammardammen	1	1 Fyrisån Vattholma – Dannemorasjön
2	07A Karmdammen Erikslutan	2	Ingen, men ligger inom 7 Dannemorasjön (ej klassad)
3	05A Dalådammen 05B Kvarndammsbäcken	3 2	5 Harvikadammen 6 Dalån (mellan Harvikadammen och Dannemorasjön)
4	03A Norrängsdammen (03B Skjutbanedammen)	2 -	3 Slagsmyren 4 Dalån Slagsmyren – Harvikadammen Ev. 2 Dalån (söder om Hammardammen) (ej klassad)
5	09A Sågdammen 09B Herrgårdsdammen 09C Oppdammen 10A Stordammen	4 4 4 4	9 Fyrisån – Sundbroån 10 Stordammen

* VARO 8 (Diken genom Gruvsjön Dannemora) har dålig status med avseende på *konnektivitet* men inga karterade vandringshinder.

9.4 Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi

Det är mycket svårt rent praktiskt att uppnå god status för dessa parametrar i Vattholmaån utan att kraftigt påverka eller inskränka andra intressen såsom konventionellt jord- och skogsbruk,

bebyggelse och kulturmiljö. De åtgärder som har tagits fram i Bilaga 3 är väldigt översiktliga. De motsvarar inte det totala åtgärdsbehovet för att uppnå god status för *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd*.

Vi vill påpeka att i *Förstudie Vattholmaån* (WRS AB, 2020) har flertalet åtgärdsplatser identifierats med syfte att stärka landskapets egen förmåga att hålla kvar vatten och balansera vattenflöden samt öka möjligheten till grundvattenbildning. I studien har åtgärdsförslag för återskapande av de avsänkta sjöarna Dannemorasjön, Knivstasjön, Stocksjön och Salstasjön tagits fram. En dämning/grävning av våtmark vid Säbytorp och upptröskling vid Skyttorps badplats har också föreslagits i studien. För detaljer kring de åtgärdsförslagen hänvisas till studien. De tre förstnämnda förslagen beskrivs översiktligt i Bilaga 3 och bör ges hög prioritet i fortsatt arbete för att uppnå god status för *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd*.

Utöver de tidigare föreslagna åtgärderna utreds förslagsvis i första hand möjligheterna att åtgärda de två förslag till återställande av sänkt sjö som har prioritet 1 i Bilaga 3 (Igelsjön och Filmsjön). Ett arbetssätt kan sedan vara att åtgärda vissa sjöar eller anlägga våtmarker i samband med andra åtgärder i området, eller kontakta markägare och markavvattningsföretag för att sondera viljan att genomföra åtgärder och därigenom prioritera områden där åtgärdsviljan är större.

9.5 Nås förbättringsbehovet för fosfor?

Åtgärderna för minskat näringsläckage från hästgårdarna bedöms kunna bidra med en fosforavskiljning på knappt 30 kg per år och åtgärder för enskilda avlopp med 8 kg per år. Åtgärdsförslagen för avloppsreningsverken förväntas kunna avskilja cirka 55 kg fosfor per år. De fyra åtgärdsförslagen med prioritet 1 för minskad fosforbelastning från jordbruk och dagvatten bedöms kunna avskilja 54 kg fosfor per år, medan de fyra åtgärdsförslagen med prioritet 2 förväntas avskilja 39 kg fosfor årligen (Tabell 45). Sammanlagt förväntas alla åtgärder bidra med en avskiljning av cirka 180 kg fosfor per år (Tabell 45). Betinget för Fyrisån Vattholma-Dannemorasjön, den enda vattenförekomsten med ett fastställt fosforbeting, nås med större marginal än 150 % (Tabell 45).

Tabell 45. Fosforbeting per VARO både i kg per år och procent av tillförseln, summerad avskiljning samt andelen av betinget som uppnås med åtgärdsförslagen.

VARO	P-Beting (kg/år) (150%)	Förbättringsbehov (%) (150%)	Avskiljning diffus Prio 1 (kg/år)	Avskiljning diffus Prio 2 (kg/år)	Avskiljning häst gårdar (kg/år)	Avskiljning enskilda avlopp (kg/år)	Avskiljning ARV (kg/år)	Summa avskiljning (kg/år)	Andel beting (%) (150%)
1	30 (45)	3 (4,5)		27	18	5	5	55	180 (120)
2	-	-			1	-		1	
7	-	-	13		3	1		17	
9	-	-	41	12	6	1	50	110	
Summa	30 (45)	3 (4,5)	54	39	28	8	55	180	610 (410)

Utav tolv identifierade vandringshinder föreslås fiskvägar vid åtta av dem (se Bilaga 2). Fiskvägarna bedöms möjliggöra passage för minst 75 % av de vandringsbenägna fiskarterna som ska finnas enligt referensförhållandet, vilket är gränsen för god status med avseende på konnektivitet. Utav de fyra platser där fiskvägar inte föreslås finns det för tre av platserna alternativa och större vandringsvägar för fisk i andra åar. Den fjärde platsen är Sågdammen (09A) i Österbybruk där det kostnads-nyttomässigt inte anses försvarbart med en fiskväg. Det

bör dock vara tekniskt möjligt att anlägga en slitsränna finns för att uppnå god status med avseende på konnektivitet.

Även om alla elva åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologi i Bilaga 3 genomförs kommer inte god status uppnås för dessa kvalitetsfaktorer utan ytterligare åtgärder krävs.

10 Referenser

- © LANTMÄTERIET, 2020. GSD-Väggkartan, vektor, Via öppen data.
- © LANTMÄTERIET, u.å. Topo-webb, WMS-karta.
- © OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, u.å. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- ALM, G., TRÖJBOM, M., BORG, H., GÖTHBERG, A., JOHANSSON, K., LINDESTRÖM, L. OCH LITHNER, G., 1999. Metaller. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 1. – Naturvårdsverket rapport 4920.
- ARONSSON, H., BERGLUND, K., F. DJODJIC, ETANA, A., GERANMAYEH, P., JOHNSON, H., och WESSTRÖM, I., 2019. *Effekter av åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark och åtgärdsutrymme*. SLU, HaV, Nr. Ekohydrologi 160.
- BRANDT, M. och ULÉN, B., 1988. Beräkning av avrinning och kväveläckage från ett vattendrag med olika markanvändning. *Vatten*, Vol. 44, Nr. 4, s. 287–294.
- BRUNBERG, A.-K. och BLOMQVIST, P., 1998. *Vatten i Uppsala län 1997 - Beskrivning, utvärdering, åtgärdsförslag*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 8/1998.
- DAHLIN, S. % JOHANSSON, G., 2008. *Miljöeffekter av hästhållning*. SLU.
- DANNEMORA MINERAL, 2013. *Miljörapport 2012 för Dannemora Magnetit AB*.
- DANNEMORA MINERAL, 2022. Historian bakom Dannemora Gruvor [internet]. Tillgängligt: <https://www.dannemoramineral.se/dannemora-gruvor/> [Hämtad 2022-3-10].
- DEGERMAN, E. och NÄSLUND, I., 2021. *Fysisk restaurering av akvatiska miljöer - Vattendrag och sjöar med kantzoner och våtmarker*. Östersund: Havs- och vattenmyndigheten, Nr. 2021.03, 2473–19.
- EBH-kartan, 2021.
- ENGDahl MILJÖTEKNIK, 2021. *Miljöteknisk undersökning och utredning Sandmagasinet inom fastigheten Films-Österby 3:39 i Dannemora, Östhammars kommun*.
- EUR-LEX, 2020. Ordlista till sammanfattningarna - EUR-Lex [internet]. Tillgängligt: <https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/natura.html?locale=sv> [Hämtad 2020-11-5].
- FLYCKT, L., 2010. *Reningsresultat, drifterfarenheter och kostnadseffektivitet i svenska våtmarker för spillvattenrening*. Linköping: Institutionen för fysik, kemi och biologi, Linköpings universitet, Examensarbete Nr. LITH-IFM-A-EX-10/2377-SE.
- FYRISÅNS VATTENFÖRBUND, 2021. Regler för fiske [internet]. *Fyrisån*. Tillgängligt: <https://fyrisan.se/fyrisan/regler-for-fiske/> [Hämtad 2021-5-28].
- GEOSIGMA, 2017. *Förstudie - Miljöteknisk undersökning av f.d. Gruvsjön med vall och Dannemorassjön vid Dannemora gruvområde*.
- GEOSYNTEC CONSULTANTS, 211206. Samrådshandling (reviderad) Återstart av grubbrytningen i Dannemoragruvan.
- GYLLSTRÖM, M., LARSSON, M., MENTZER, J., PETERSSON, J.F., CRAMÉR, M., BOHOLM, P., och WITTER, E., 2016. *Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status - underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram*. Länsstyrelsen.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013a. *Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft*. Göteborg: Olle Calles, Erik Degerman, Håkan Wickström, Jonas Christiansson, Stina Gustafsson och Ingemar Näslund, Nr. 2013:14.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013b. Asp [internet]. Tillgängligt: <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/asp.html> [Hämtad 2021-5-28].
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016a. *Havs- och Vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushålls- och industriavloppsvatten*. Nr. HVMFS 2016:17.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016b. *Åtgärdsprogrammet för asp*. Göteborg: Sallmén, N., Nr. 2016:27.

- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2017. *Sötvattenanknutna Natura 2000-vårdens känslighet för hydromorfologisk påverkan*. Göteborg: von Wachenfeldt, E. och Bjelke, U., Nr. 2017:15.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019a. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Göteborg, Nr. HVMFS 2019:25.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019b. *Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet 2017 - Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation*. Göteborg, Nr. 2019:20.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2022. Kraftigt modifierade vatten [internet]. *Nationell vägledning*. Tillgängligt: <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/vattenforvaltning/nationell-vagledning/kraftigt-modifierade-vatten.html> [Hämtad 2022-3-2].
- HELLBLOM, F. & RYBAK, F., 2019. *Projektplan - Oxunda och hästhållning*. Oxunda Vattensamverkan.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, 2012. *Fånga fosfor – Dammar, filter och tvåstegsdiken*.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET SKÅNE, 2019. Provtagning av svenska växthusvatten, hösten 2019 - Identifiering av växtskyddskontaminerade vattenflöden från växthus [internet]. Tillgängligt: https://jvdoc.sharepoint.com/sites/FoU/Delade%20dokument/10209_19.pdf?originalPath=aHR0cHM6Ly9qdmRvYy5zaGFyZXBvaW50LmNvbS86Yjovcy9Gb1UvRVl1NXFoZ3pXaFJCakN1bkZ1ODJQVVFVCcnRQNGROajk3NVFtcmVWS2tlMnRYQT9ydGltZT1mVjRITEpveDJVZw [Hämtad 2021-6-17].
- ISAKSSON, J., ERIKSSON, S. & HERMANSSON, A., 2017. *Hästen och miljön inom Oxundaåns avrinningsområde*. Hushållningssällskapet.
- JOHANSSON, H., MÅRTENSSON, K., LINDSJO, A., PERSSON, K., ANDRIST RANGEL, Y., och BLOMBÄCK, K., 2019. *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark - Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2016*. Norrköping: SMED (Svenska MiljöEmissionsData), Nr. 5.
- JORDBRUKSVERKET, 2008. *Fosforförluster från jordbruksmark – vad kan vi göra för att minska problemet?* Nr. Jordbruksinformation 27.
- JORDBRUKSVERKET, 2010. *Dammar som samlar fosfor*. Nr. jordbruksinformation 11-2010.
- JORDBRUKSVERKET, 2015a. *Nationell jordartskartering - Matjordens egenskaper i åkermarken*. Jönköping: Jordbruksverket, Nr. 2015:19.
- JORDBRUKSVERKET, 2015b. *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket. Analysdata av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet*. Jönköping, Nr. 2015:7.
- JORDBRUKSVERKET, 2015c. *Praktiska råd. Greppa näringen. Strukturkalkning – bra för både mark och miljö*. Nr. Nr 23, 2015.
- JORDBRUKSVERKET, 2017. *Praktiska råd. Greppa näringen. Bra hagar för både hästen och miljön*. Nr. Nr 26, 2017.
- JORDBRUKSVERKET, 2020. Jordbruksblock 2020 [internet]. *Kartor och Geografiska informationssystem*. Tillgängligt: <https://jordbruksverket.se/e-tjanster-databaser-och-appar/e-tjanster-och-databaser-stod/kartor-och-gis> [Hämtad 2020-9-18].
- JORDBRUKSVERKET, 2021a. Jordbruksblock.
- JORDBRUKSVERKET, 2021b. Jordbruksblock (JBB).
- KARLSSON, P.E. och PIHL KARLSSON, G., 2018. *Deposition av fosfor till Östersjön. Kunskapsläge och möjligheter till löpande mätningar*. Norrköping: SMED, Nr. SMED rapport Nr 18, 2018.
- KYNKÄÄNNIEMI, P., 2014. *Small Wetlands Designed for Phosphorus Retention in Swedish Agricultural Areas Efficiency Variations during the First Years after Construction*.
- LAGER, I., 2002. *Fyris Östra källor - Före, under och efter Vallonbrukstiden - Till nytta, glädje och besvär*. Österbybruk: SPF Rospiggens sektion i Österbybruk, Nr. Opublicerad arbetskopior.

- LAGER, I., 2003. *Områdets förändring med tiden genom människans ingrepp*. Österbybruk: SPF Rospiggens sektion i Österbybruk, Nr. Opublicerad.
- LAGER, I., 2005. *Dammsystem i Österbybruk*. Österbybruk: SPF Rospiggens sektion i Österbybruk, Nr. Opublicerad.
- LANTMÄTERIET, 2020. *GSD-Väggkartan, vektor*. Nr. 4.7.
- LANTMÄTERIET, 2022. Historiska kartor [internet]. *Lantmäteriet - Historiska kartor*. Tillgängligt: <https://historiskakartor.lantmateriet.se/>.
- LÄNSSTYRELSEN, 1987. *Damminventeringsprotokoll Länsregister*. Uppsala: Arbetsgruppen för dammar.
- LÄNSSTYRELSEN JÄMTLANDS LÄN, 2016. Träimpegnering.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA, 2007. *Inventering av Förorenade områden. Dannemora gruvområde. Inventering utförd enligt Naturvårdsverkets MIFO-modell, fas 1*. Länsstyrelsens meddelandeserie Nr. 2007:2 Miljöenheten.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA LÄN, 1987. *Naturvårdsprogram för Uppsala län*. Uppsala, Nr. Meddelande från Planeringsavdelningen, ISSN 0280-0942.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA LÄN, 2017. *Bevarandeplan Sävjaån-Funbosjön*. Uppsala, Nr. 511-8141–16.
- LÄNSSTYRELSENA, 2009. *Fria vandringsvägar i Mälar- och Hjälmarmynnade vattendrag - En kartläggning av vandringshinder och lekomyråden för fisk*. Uppsala: Författare: Svensson, L., Nr. 2009_06.
- LÄNSSTYRELSENA, 2018. Biotopkarteringsdatabasen [internet]. Tillgängligt: <https://biotopkartering.lansstyrelsen.se/Default.aspx>.
- LÄNSSTYRELSENA, 2020. Sveriges länskarta [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=7b933d2ea9084c4dab4bfe38dd87f7ec> [Hämtad 2020-5-29].
- LÄNSSTYRELSENA, 2021a. GeodataKatalogen [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>.
- LÄNSSTYRELSENA, 2021b. Åtgärder i vatten [internet]. Tillgängligt: <https://atgarderivatten.lansstyrelsen.se/> [Hämtad 2021-11-4].
- LÄNSSTYRELSENA, 2022a. Kraftigt modifierat vatten [internet]. *VISS-hjälp*. Tillgängligt: <http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/kraftigt-modifierat-vatten/Sidor/default.aspx> [Hämtad 2022-3-2].
- LÄNSSTYRELSENA, 2022b. Konstgjorda vatten [internet]. *VISS-Hjälp*. Tillgängligt: <http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/konstgjort-vatten/Sidor/default.aspx> [Hämtad 2022-3-2].
- LÄNSSTYRELSENA, 2022c. Ekologisk status och potential [internet]. *VISS-Hjälp*. Tillgängligt: <http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/miljokvalitetsnormer/Pages/ekologisk-status.aspx> [Hämtad 2022-3-2].
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, RIKSANTIKVARIEÄMBETET, och NATURVÅRDSVERKET, 2016. *Fiskvägar. Åtgärder i Vatten - Sveriges åtgärder för en bättre vattenmiljö*.
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, och VATTENMYNDIGHETERNA, 2021. *VISS* [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2021-10-21].
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, och VATTENMYNDIGHETERNA, 2022. *VISS* [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2022-1-11].
- MALGERYD, J., FORSBERG, L., KYLLMAR, K., HEEB, A., GUSTAFSSON, J., SVENSSON, A.A., och ALSTRÖM, T., 2015. *Åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark – erfarenheter från tre avrinningsområden i Västmanland, Östergötland och Halland*. Nr. Jordbruksverket 2015:2.

- NATURVATTEN AB, 2020. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1- Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder.* Norrtälje: Gustavsson, A., Lindqvist, U. och Stråe, D., Nr. 2018-1306-A.
- NATURVÅRDSVERKET, 2017. *Förutsättningar för provningar och tillsyn i Natura 2000-områden.* Stockholm: Utgåva 1, Nr. Handbok 2017:1.
- NATURVÅRDSVERKET, 2020. Syftet med Natura 2000 [internet]. *Naturvårdsverket*. Tillgängligt: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Skydd-av-natur/Natura-2000/> [Hämtad 2020-11-5].
- NATURVÅRDSVERKET, 2021. Skyddad natur [internet]. Tillgängligt: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> [Hämtad 2021-2-3].
- NATURVÅRDSVERKET och FISKERIVERKET, 2008. *Ekologisk restaurering av vattendrag.* Stockholm och Göteborg.
- NYKVARNNS KOMMUN, 2022. Projekt Turingen [internet]. Tillgängligt: <https://www.nykvarn.se/byggaboochmiljo/naturvardparkersjoar/projekttingen/projektet/sammanfattningavprojektet.4.5498a5bb16020891275ab0f4.html> [Hämtad 2021-8-24].
- OWENIUS, S., 2012. *WRS. Identifiering av riskområden med särskilda åtgärdsbehov för att förebygga näringsförluster. Julmyrans Vänner.* Nr. 2012-0427.
- PARVAGE, M. M., KIRCHMANN, H., KYNKÄNNIEMI, P., och ULÉN, B., 2011. Impact of horse grazing and feeding on phosphorus concentrations in soil and drainage water. *Soil Use and Management*, Vol. 27, Nr. 3, s. 367–375.
- PARVAGE, M.M., 2015. Impact of horse-keeping on phosphorus (P) concentrations in soil and water [internet]. Tillgängligt: <http://pub.epsilon.slu.se/12171/> [Hämtad 2017-8-22].
- QVIBERG, S., 2009. *Konsekvenser för laxfiskars lekvandring om Göteborg invallas.* Göteborg: Institutionen för växt- och miljövetenskaper, Göteborgs universitet.
- RIDDERSTOLPE, P., HYLANDER, L., ERIKSSON, B., och GRINELL, A., 2017. *Bedömning av självrening och retention i mark vid provning av små avlopp – smittskydd och fosfor.* Uppsala: Va-guiden, Nr. 2016:2.
- RIKSDAGSFÖRVALTNINGEN, 1998. *Förordning om vattenverksamheter.* Svensk författningssamling.
- SCALGO, 2022. Scalgo Live [internet]. Tillgängligt: <https://scalgo.com/live/> [Hämtad 2022-1-18].
- SLU, 2021a. Svenskt elfiskeregister - SERS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser.* Tillgängligt: <https://www.slu.se/elfiskeregistret> [Hämtad 2021-8-24].
- SLU, 2021b. Nationellt Register över Sjöprovfisken – NORS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser.* Tillgängligt: <http://www.slu.se/sjoprovfiskedatabasen> [Hämtad 2021-8-24].
- SLU, 2022. Artdatabanken - Artfakta [internet]. Tillgängligt: <https://artfakta.se/> [Hämtad 2022-4-5].
- SMED, 2011. *Teknikenkät - enskilda avlopp 2009.* Nr. SMED Rapport Nr 44.
- SMHI, 1995. *Sänkta och torrlagda sjöar.* Norrköping, Nr. 62.
- SMHI, 2013. Damm- och sjöregister [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/svarwebb/> [Hämtad 2020-10-7].
- SMHI, 2020a. Anlagda våtmarker [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/wetlands/> [Hämtad 2020-10-28].
- SMHI, 2020b. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.
- SMHI, 2022. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2022-1-12].
- SMHI och HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2022a. Modelldata hela Sverige | Statusklassning 2006-2015 [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelregion/> [Hämtad 2022-3-1].

- SMHI och HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2022b. Hydrologiskt nuläge [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/hydronu/> [Hämtad 2022-3-10].
- STENIUS, S., 2007. *Modellering av flöden och syrgasförhållanden i Dannemorasjön och dess tillrinningsområde*. Uppsala: Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten- och landskapslära, Uppsala universitet, Examensarbete Nr. 150.
- STOCKHOLMS TINGSRÄTT, 1996. DOM VA 15/89.
- STORMTAC, 2022. StormTac Web v.22.1.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STRAND, L., 2019. Hushållningsällskapet Stockholm, Uppsala, Södermanland.
- SVEDBERG, C.H., 1976. *Fyrisåns avrinningsområde – inventering av dammar och regleringsförhållanden*. Uppsala: Kommittén för Mälarens vattenvård, Nr. 30.
- TRAFIKVERKET, 2021. *Nationell vägdatas*. Nr. v. 1.0.7.12.
- TYRÉNS AB OCH TERRALIMNO GRUPPEN AB, 2020. *Förstudie: Fiskvägar i Fyrisån, Vendelån och Björklingeån: Fyrisån-Ekeby kvarn: Delrapport 5*. Uppsala, Arbetsmaterial.
- UPPLANDSSTIFTELSEN, 2021a. *Aspundersökningar i Fyrisån, Sävaån och Örsundaån 2020*. Uppsala, Nr. 2021/4.
- UPPLANDSSTIFTELSEN, 2021b. *Fiskundersökningar i Fyrisån 2020*. Uppsala, Nr. 2021/2.
- VATTENRÅDET FYRIS ÖSTRA KÄLLOR, 2021. Information från Vattenrådet kring vattenreglering. Muntligen, 2021-11-19.
- VATTENRÅDET FYRIS ÖSTRA KÄLLOR, 2022. Vattenrådet Fyris Östra källor [internet]. Tillgängligt: <https://www.fyrisostra.se/> [Hämtad 2022-3-1].
- WRS AB, 2020. *Förstudie Vattholmaån*. Uppsala, Slutversion 1.0 Nr. 2019-1336-A.
- ÖSTERBY GJUTERI AB, 2022. Miljörapport 2021.
- ÖSTHAMMAR VATTEN AB, 2020. Miljörapport 2020 Österbybruk reningsverk.
- ÖSTHAMMARS KOMMUN, 2021. *PM: Inventering, kartläggning och skötselinstruktioner dammar Österbybruk*. Östhammar, Utkast.
- ÖSTHAMMARS KOMMUN, 2022. Snotippar_Österbybruk.shp.

Bilaga 1H, Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån

Uppsala kommun har en viktig roll i att genomföra åtgärder och samverka i åtgärdsarbetet för att uppnå god ekologisk och kemisk status i sjöar och vattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att kommunens sjöar och vattendrag även i framtiden ska vara fungerande ekosystem som har vatten av god kvalitet behöver kommun och andra berörda aktörer samverka. Rapporten visar en samlad bild av omfattningen av åtgärder som behöver genomföras inom en vattenförekomst. Åtgärder föreslås inom hela kommungeografin oavsett markägande. Rapporten är ett underlag som visar på var det finns behov av samverkan mellan kommun, markägare, verksamhetsutövare eller andra intressenter i vattenvårdsarbetet.

För åtgärdsarbetet behövs väl underbyggda underlag med högre detaljeringsnivå än det som tas fram av Vattenmyndigheterna, de gör det möjligt att på lokal nivå prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapportbilaga är ett lokalt åtgärdsunderlag som används i kommunens löpande åtgärdsarbete, både på egen mark och i samverkan med andra aktörer. Åtgärder kan göras på initiativ av både markägare och kommun, de finansieras ofta till stor del av statliga bidrag.

Rapporten syftar till att ge tillräckligt många och kostnadseffektiva *förslag på åtgärder* för att minska påverkan från avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom från punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier.

I rapporten ges också *förslag på åtgärder* för att förbättra möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns/sjöns naturliga hydrologi (naturlig storlek och flöde) och morfologi (naturlig utformning).

Lokala åtgärdsunderlag finns för följande vattendrag:

- 1A.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Hågaån, WRS 2019
- 1B.** Uppsala dagvattenplan, WRS 2019
- 1C.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys, beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder, WRS 2020.
- 1D.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 2 - Åtgärdsförslag för sträckan Vendelån–Ekoln, WRS 2020
- 1E.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån, WRS 2021
- 1F.** Rapport Landskapsanalys Tämnaån, Tyréns 2021
- 1G.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån, WRS 2022
- 1H.** Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån, WRS 2023

I Handlingsplan för vattenprogrammet 2024-2026 finns framtagande av lokala åtgärdsunderlag för Fyrisåns huvudfåra (revidering), Björklingeån, Jumkilsån, Sävåån och Olandsån med som åtgärder.



Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån

Uppsala kommun

Färdig handling, 2023-02-17

TITEL	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån
RAPPORTNUMMER	2022-1777-A
BESTÄLLARE	Uppsala kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Ebba af Petersens, WRS
FÖRFATTARE	Malin Smith, Jenny Näslund, Linus Halvarsson, Victoria Eriksson Russo, Preetam C Hernefeldt, Barbro Beck-Friis, Peter Ridderstolpe, Lukas Rehn, Tove Gannholm, Ebba af Petersens, Hannes Öckerman och Dimitry van der Nat, WRS.
GRANSKNING	Jonas Andersson och Daniel Stråe, WRS
UTGÅVA/STATUS	Färdig handling
DATUM	2023-02-17
OMSLAGSBILD	Jenny Näslund, WRS
FOTON	Alla fotografier i rapporten tagna av WRS om inget annat anges

Sammanfattning

Kommunen har en nyckelroll i arbetet med att nå miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsterna som finns inom kommunen. För arbetet behövs välunderbyggda handlingsplaner, så kallade åtgärdsprogram, som gör det möjligt för kommunen att prioritera och planera nödvändiga åtgärder. Denna rapport är ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram för sju vattenförekomster i Vendelåns avrinningsområde som delas av Uppsala och Tierps kommuner. Beställare av arbetet har varit stadsbyggnadsförvaltningen på Uppsala kommun. Rapporten och dess bilagor ska fungera som beslutsunderlag för själva åtgärdsplanen och ska underlätta för Uppsala och Tierps kommuner att besluta vilka vattenvårdsåtgärder som ska prioriteras och implementeras för att för att miljökvalitetsnormerna för god ekologisk och kemisk status ska närmas.

Avrinningsområdet till de sju vattenförekomsterna som ingår i Vendelån är 385 km² stort och domineras av skogsmark, men rymmer också 107 km² jordbruksmark samt urbana ytor i tätorterna Björklinge, Örbyhus, Tobo och Vattholma.

Enligt Vattenmyndighetens statusklassning för tredje förvaltningscykeln, 2017–2021, bedöms samtliga sju vattenförekomster ha måttlig ekologisk status (daterat 2022-11-25 i VISS). De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och hydromorfologisk påverkan.

Övergödning

I den tredje förvaltningscykeln (2017–2021) beräknar Vattenmyndigheten betinget för ingående vattenförekomster inom Vendelåns avrinningsområde till drygt 2,7 ton fosfor per år, vilket är nästan dubbelt så mycket som de knappt 1,4 ton fosfor per år som tidigare beräknats av Naturvatten (Naturvatten AB, 2020). Jämfört med det av Naturvatten beräknade åtgärdsutrymmet verkar de nya betingen i VISS dock orimligt höga. För vattenförekomsterna Vendelån mynningen – Sävastabäcken, Vendelån: Fyrisån – Toboån och Vendelån – Sävastabäcken överstiger de nya betingen i VISS åtgärdsutrymmet, det vill säga betingen är högre än vad som är möjligt att åtgärda. För Vendelån: Fyrisån-Tassbäcken är betinget endast 3 kg P mindre per år än åtgärdsutrymmet. I klartext betyder detta att dessa fyra beting inte går att uppnå även om all mänsklig aktivitet i avrinningsområdena upphör. Denna utredning använder i stället ett arbetsbeting som valdes som det högsta värdet av antingen halva åtgärdsutrymmet eller det av Naturvatten beräknade betinget. Arbetsbetinget för minskad tillförsel av fosfor till vattenförekomsterna i Vendelåns avrinningsområde blir därmed cirka 1 860 kg per år. Det i förfrågningsunderlaget formulerade kravet att föreslå åtgärder motsvarande 150 % av fosforbetingen har således övergivits.

Utredningen har analyserat och bearbetat befintliga data, men också tagit fram nya såsom förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar för att kunna beräkna fosfortillförsel därifrån, samt beräknade föroreningsmängder i dagvattnet från tätorterna. Näringsförluster för jordbruksmarken har beräknats med underlag från SMED PLC7 utifrån jordartsfördelning och för Mälardalen typisk fördelning av grödor. Näringsförluster för skog och övrig öppen mark har beräknats med uppgifter från Havs- och Vattenmyndigheten.

Den samlade fosfortillförseln från punktkällor och diffusa källor till Vendelån beräknas till drygt 10 ton per år. Näringsförluster från jordbruksmarken står med knappt 9 ton per år för nästan 87 % av fosfortillförseln till recipienterna. Skogsmark ger det näst största fosforbidraget och står för cirka 5 % av belastningen. Bidraget från dagvatten uppgår till 140 kg vilket motsvarar cirka 1,4 % av tillförseln. Näringsförluster från öppen mark uppgår också till cirka

1,4 % av den totala fosfortillförseln. Enskilda avlopp motsvarar cirka 3 % av fosfortillförseln och hästgårdar motsvarar cirka 1 % av totalbelastningen till recipienterna.

Rapporten pekar ut 30 åtgärdsförslag i utredningsområdet för avskiljning av fosfor från jordbrukslandskapet. Tio av åtgärderna prioriteras högst och tjugo har fått näst högst prioritet. Åtgärderna har prioriterats utifrån en översiktlig analys av avskiljningspotential, juridisk och teknisk genomförbarhet samt kostnadsbild. Åtgärder av prioritet 1 och 2 beskrivs i detalj i Bilaga 1. Fosforavskiljningen för åtgärdsförslagen för jordbruksmark uppskattas till cirka 750 kg fosfor per år.

Åtgärderna för enskilda avlopp handlar om att åtgärda de avlopp som har bristfällig eller okänd rening, vilket beräknas kunna ge en minskning av fosfortillförseln med cirka 60 kg fosfor per år. Åtgärder för förbättrad gödselhantering på hästgårdar uppskattas kunna avskilja 40 kg per år.

Sammanlagt bedöms alla åtgärdsförslag för punktkällor och diffusa källor kunna avskilja cirka 850 kg fosfor per år vilket är cirka 46 % av arbetsbetinget.

Hydromorfologi

De hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna för en vattenförekomst kan beskrivas som de fysiska livsbetingelser som både vattenlevande och landlevande organismer i eller i närheten av vattenmiljön behöver. Dessa inkluderar tillstånd som möjliggör spridning och rörlighet av växter och djur (*konnektivitet*), vattenflöden och vattenståndsförändringar (*hydrologisk regim*) samt den fysiska formen hos ån eller sjön (*morfologiskt tillstånd*). Vendelåns vattenförekomster har idag mestadels dålig, och i vissa fall otillfredsställande, status med avseende på hydromorfologiska kvalitetsfaktorer.

För att uppnå god status med avseende på hydromorfologi behöver bland annat konventionellt brukande av jord och skog upphöra längs merparten av åsträckan med tillhörande sjöar. Då detta i många fall utgör ett realistiskt åtgärdsbehov och strider mot andra samhällsintressen har denna utredning avgränsats till att i första hand ta fram åtgärdsförslag för vandringshinder i syfte att förbättra kvalitetsfaktorn *konnektivitet* (Bilaga 2). Ett antal åtgärder för kvalitetsfaktorerna *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* ges dock (Bilaga 3) men är inte heltäckande för att uppnå åtgärdsbehovet.

Efter fältbesök och inmätningar vid alla kända vandringshinder identifierades totalt två åtgärdsplatser med vandringshinder för fisk. För dessa två vandringshinder fanns redan förstudier framtagna med varierande detaljeringsgrad. WRS arbete bestod av att gå igenom dessa förstudier och tillsammans med egna observationer och inmätningar ge en bedömning av framtagna åtgärdsförslag. Åtgärderna har även prioritetsordnats utifrån genomförbarhet, kostnad och ekologisk effekt av åtgärd.

En åtgärd vid Järstadammarna ges prioritet 1 då hindret ligger långt nedströms och en åtgärd skulle öppna upp en stor del av Vendelåns huvudfåra och sidofåror. Vår bedömning är att det så kallade alternativ 4 i förstudien är det mest fördelaktiga alternativet. Förslaget innebär att en slitsränna anläggs i en befintlig stensatt fåra intill en före detta fiskodling. Alternativet bedöms innebära den minsta påverkan på kulturmiljön samtidigt som genomförbarheten bedöms som god. Det är viktigt att skapa lockvatten som underlättar för fisken att hitta upp i rännan, exempelvis genom en ledrist, genom att styra flöden och/eller lägga ut stenar som riktar strömmen mot slitsrännan.

En åtgärd vid Tegelsmoräsjön ges prioritetsordning 2, framför allt då vandringshindret ligger långt uppströms och genomförandet kan vara något komplicerat på grund av sämre

tillgänglighet. I övrigt bedöms åtgärden som relativt lätt och kostnadseffektiv att genomföra. Vår bedömning är att principidén från förstudien bör följas och att en ny spont anläggs som utlopp till sjön. Sponten föreslås få en flackare utformning än idag för att kvarhålla en högre vattennivå vid lågflöden. Nedströms sponten skapas en sjönacke med grusad dikesbotten för att möjliggöra fiskvandring.

Parallellt kan åtgärder för förbättrad hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd genomföras där åtgärdsvilja hos lokala markägare och dikningsföretag finns. Totalt har 33 sådana åtgärder identifierats under utredningsarbetet, i form av återställande av sänkta sjöar, anläggande av våtmarker och meandring av vattendrag. För att uppnå god status med avseende på dessa två kvalitetsfaktorer krävs dock än mer omfattande åtgärder. Det finns även ett behov av inventering av fiskfauna, samt genomförande av andra biotopförbättrande åtgärder i ån, exempelvis restaurering och skapande av strömsträckor och leklokaler.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund och syfte	9
2	Vendelån och dess avrinningsområde	10
2.1	Allmän beskrivning	10
2.2	Limniska värden	14
2.3	Natura 2000-områden och naturreservat	14
2.4	Ekologisk status	16
2.4.1	Biologiska kvalitetsfaktorer	16
2.4.2	Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer	17
2.4.3	Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer	18
2.5	Förbättringsbehov	20
2.5.1	Fosfor	20
2.5.2	Hydromorfologi	23
3	Underlag	24
3.1	Underlag punktkällor	24
3.1.1	För fosfor	24
3.2	Underlag diffusa källor	24
3.3	Underlag hydromorfologi	25
4	Metod	26
4.1	Metod för beräknad tillförsel från punktkällor	26
4.1.1	Enskilda avlopp	26
4.1.2	Hästgårdar	30
4.2	Metod för beräknad tillförsel från diffusa källor	31
4.2.1	Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark	33
4.2.2	Dagvatten från tätortsbebyggelse med mera	35
4.3	Metod för hydromorfologi	37
4.3.1	Avgränsning	37
4.3.2	Metod konnektivitet	38
4.3.3	Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd	39
5	Fosfor	39
5.1	Punktkällor	39
5.1.1	Enskilda avlopp	39
5.1.2	Reningsverk	42
5.1.3	Hästhållning	44
5.1.4	Miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden	49
5.2	Diffusa källor	53
5.2.1	Jordbruksmark	55
5.2.2	Skogsmark och sankmark	55

5.2.3	Öppen mark.....	55
5.2.4	Atmosfärisk deposition av fosfor.....	55
5.2.5	Dagvatten	56
5.3	Genomförda åtgärder inom utredningsområdet	56
5.3.1	Åtgärder avseende punktkällor.....	56
5.3.2	Platsspecifika åtgärder inom jordbruket.....	57
5.3.3	Dagvattenåtgärder	63
5.3.4	Övriga genomförda åtgärder enligt Vattenmyndigheten	63
5.4	Redan planerade åtgärder inom utredningsområdet	63
5.4.1	Planerade åtgärder inom jordbruket.....	63
5.4.2	Redan planerade dagvattenåtgärder	66
5.5	Nettotillförsel av fosfor och beting	68
6	Hydromorfologi	70
6.1	Fiskfauna.....	70
6.2	Befintliga vandringshinder	73
6.3	Åtgärdade vandringshinder	76
6.4	Nedströms vandringshinder	76
7	Åtgärdsförslag	77
7.1	Kunskapshöjande åtgärder	77
7.1.1	Fysikalisk-kemiska parametrar	77
7.1.2	Biologiska parametrar – fisk	78
7.1.3	Hydromorfologiska parametrar.....	78
7.2	Åtgärder för fosfortillförsel från punktkällor.....	79
7.2.1	Åtgärder för enskilda avlopp	79
7.2.2	Åtgärder för reningsverk	81
7.2.3	Åtgärder för hästgårdar.....	81
7.2.4	Åtgärder för miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden	84
7.3	Åtgärder för fosfortillförsel från diffusa källor	84
7.3.1	Åtgärder för jordbruksmark	84
7.3.2	Åtgärder för tätortsbebyggelse.....	89
7.4	Åtgärder för hydromorfologi.....	89
7.4.1	Åtgärder för konnektivitet.....	89
7.4.2	Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi.....	91
7.4.3	Biotopförbättrande åtgärder.....	94
7.5	Övriga åtgärder.....	94
7.5.1	Strukturkalkning av jordbruksmark.....	94
7.5.2	Skyddszon/kantzon/buffertzon	95
7.5.3	Övriga jordbruksåtgärder	96
7.5.4	Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet .	96
7.5.5	Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter.....	97
7.5.6	Ökade krav vid planläggning	97
7.5.7	Fiskeförbud.....	97

8	Genomförande av åtgärder – väg framåt.....	97
8.1	Åtgärder för punktkällor	97
8.2	Åtgärder för diffusa källor	97
8.3	Åtgärder för konnektivitet.....	100
8.4	Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi	100
8.5	Nås förbättringsbehovet för fosfor?	101
9	Referenser	102
	Bilaga 1. Platsspecifika åtgärdsförslag för minskad fosforbelastning	
	Bilaga 2. Identifierande vandringshinder och platsspecifika åtgärdsförslag för konnektivitet	
	Bilaga 3. Platsspecifika åtgärdsförslag för hydrologisk regim och morfologi	

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Vendelån utgör ett biflöde till Fyrisån och avvattnar ett 385 km² stort område. Enligt Vattenmyndighetens statusklassning uppnår Vendelån varken god ekologisk status eller god kemisk status. De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och påverkan på konnektivitet och morfologiskt tillstånd. Problemen beskrivs vidare nedan i avsnitt 2.4. Det samlade fosforbetinget, det vill säga det behov av minskad belastning som finns för alla vattenförekomster i Vendelåns avrinningsområde är 1860 kg fosfor per år.

I arbetet med att förbättra de ekologiska och kemiska förhållandena och nå miljökvalitetsnormerna i Sveriges vattenförekomster har landets kommuner en nyckelroll. Vattenmyndigheten tillhandahåller principiella åtgärdsförslag, men dessa anses inte kunna ligga till grund för beslut om prioriteringar och genomförande av åtgärder. Enligt beslut i översiktsplanen (ÖP 2016) ska Uppsala kommun därför ta fram underlag till lokala åtgärdsprogram för vattenförekomsterna inom kommunen.

Denna rapport utgör ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram för Vendelån. Uppdraget har utförts åt Uppsala kommun, i nära samarbete med Tierps kommun.

Rapporten syftar till att ge kvantitativt relevanta och kostnadseffektiva åtgärdsförslag för avrinning från jordbruksmark och dagvatten från tätortsbebyggelse, liksom för punktkällor som avloppsreningsverk, större hästgårdar, enskilda avlopp och industrier. I rapporten ges också förslag på åtgärder för att förbättra konnektiviteten i vattendraget, alltså möjligheten till spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendraget, samt åtgärder för att förbättra åns naturliga hydrologi och morfologi.

Åtgärdsförslagets potentiella reningseffekter, tekniska och juridiska genomförbarhet samt kostnadsbild redovisas i rapporten på en översiktlig nivå och är tänkta att ligga till grund för åtgärdsrioriteringar.

Vattenmyndigheten har i sin tredje förvaltningscykeln (2017–2021) beslutat att Vendelåns vattenförekomster ska uppnå god ekologisk status till 2027 eller 2033. Kvalitetskravet god kemisk ytvattenstatus ska uppnås med undantag för de överallt överskridande ämnena polybromerade difenyleter och kvicksilver samt kvicksilverföreningar.

De förbättringsbehov och lokala beting som använts är baserade på rapporten *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1- Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder* (Naturvatten AB, 2020) och uppgifter ur VISS .

Med utgångspunkt i de beting som tagits fram för Vendelåns delavrinningsområden har målsättningen i uppdragsbeskrivningen ursprungligen varit att ta fram åtgärdsförslag motsvarande 150 % av behovet. Motivet till att lämna ett överskott av förslag har varit att ta höjd för att en del åtgärdsförslag, av ett eller annat skäl, i slutänden sannolikt inte kommer att kunna genomföras. Då dock betingen för många vattenförekomster i praktiken inte kan uppnås eftersom de överstiger åtgärdsutrymmen har detta mål övergivits i utredningen.

2 Vendelån och dess avrinningsområde

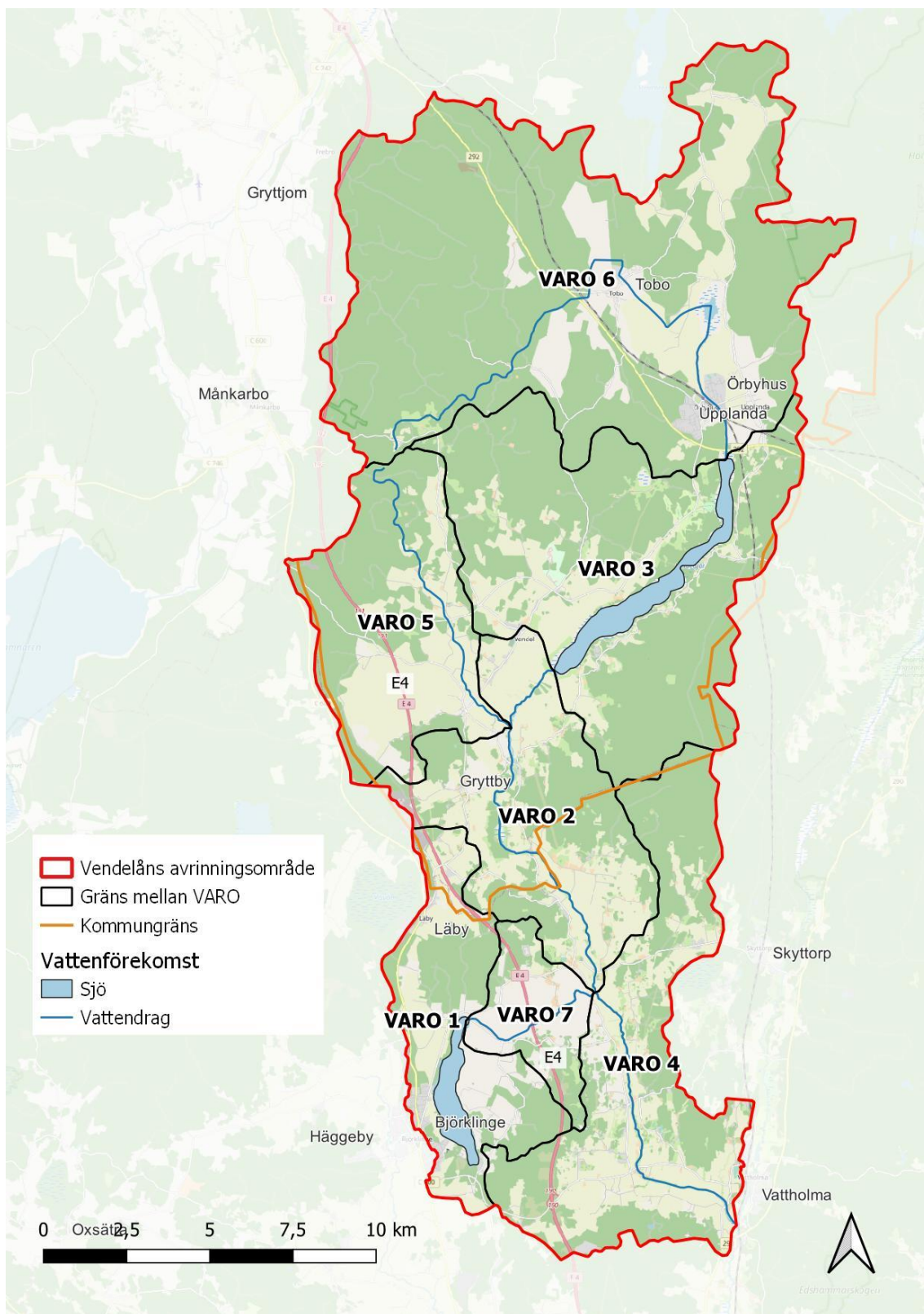
2.1 Allmän beskrivning

Vendelån tillhör Fyrisåns västra källområde som innefattar Tegelsmoraån, Vendelsjön och Vendelån. Det östra källområdet, Fyris Östra källor, består av Dannemorasjön och Vattholmaån med tillflöden.

Vendelån är cirka 20 km lång och rinner från Vendelsjöns utlopp förbi socknarna Viksta och Tensta till Vattholma. Vid Lena kyrka rinner Vendelån och Vattholmaån samman och bildar Fyrisån. Vendelån har två biflöden: Tassbäcken som mynnar i ån strax söder om Vendelsjöns utlopp och Sävastabäcken som avvattnar källsjön Långsjön och mynnar i Vendelån söder om Viksta.

För att förstärka grundvattnet i Uppsalaåsen, där Uppsala vatten tar råvatten till dricksvatten för staden, infiltreras vatten från Fyrisån. För att uttag ska få ske ur Fyrisån måste flödet vara minst 500 l/s. Uppsala Vatten har vattendom på att överleda vatten från Tämnrån till Vendelån via Tassbäcken för att förstärka vattenföringen i Fyrisån sommartid. I vattendomen anges en maximal pumpning från Tämnrån på 1000 l/s och max 15 miljoner m³/år.

Vendelåns avrinningsområde inkluderar sju vattenförekomster som ligger i Tierps och Uppsala kommuner (Figur 1). Avrinningsområdet inkluderar även en liten del i öster som ligger i Östhammars kommun. Totalt är avrinningsområdet 385 km² stort och utgörs till största delen av skogsmark (237 km²). Jordbruksmark utgör 107 km² av avrinningsområdets areal och förekommer framförallt allt i de mellersta och södra delarna av avrinningsområdet och längs med huvudfåran och större biflöden. I området finns mindre andelar öppen mark (31 km²), vattenytor (6 km²) samt urbana ytor (4 km²) som utgörs av Tobo, Örbyhus och delar av Björklinge och Vattholma.



Figur 1. Vendelåns avrinningsområde med de sju vattenförekomsterna och deras vattenförekomstavrinningsområden (VARO). Se Tabell 1 för närmare beskrivning av respektive vattenförekomst. Bakgrundskarta: © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Vattenförekomsterna som ingår i Vendelåns avrinningsområde listas med fullständiga namn i Tabell 1. För att underlätta lokaliseringar av respektive vattenförekomst har vi i denna utredning valt att namnge vattenförekomsterna med varsitt nummer från 1–7. Varje vattenförekomstavrinnsområde (VARO) visas i Figur 1 och Tabell 1. Vendelåns åsträcka är uppdelad i två vattenförekomster: Vendelån Sävastabäcken-Tassbäcken (VARO 2) och Vendelån mynningen–Sävastabäcken (VARO 4).

Tabell 1. Ingående namn på vattenförekomster och ID-nummer enligt VISS. Vattenförekomstavrinnsområden (VARO) visas samt beräknat lokalt fosforbeting för respektive vattenförekomst som tidigare beräknats av Naturvatten (Naturvatten AB, 2020). Se Figur 1 för lokalisering av respektive vattenförekomst VARO.

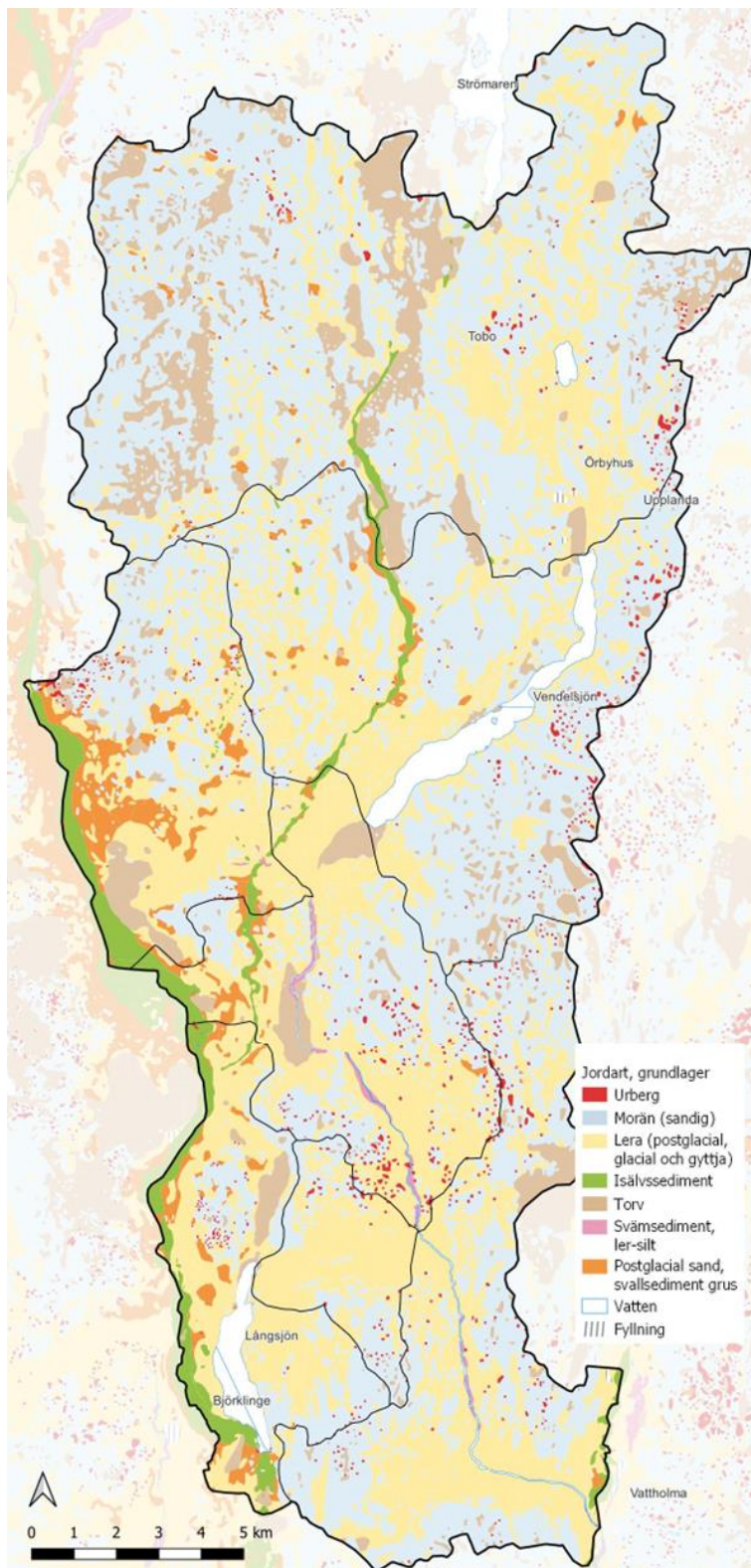
Benämning	Namn	ID (VISS)	Vatten-kategori	VARO area (km ²)	Sträcka (km)	Tidigare beting (kg P/år)
VARO 1	Långsjön - Björklinge	WA44093658	Sjö	30	-	50-200
VARO 2	Vendelån Sävastabäcken-Tassbäcken	WA59463288	Vattendrag	43	10	470
VARO 3	Vendelsjön	WA61712830	Sjö	76	-	0
VARO 4	Vendelån mynningen–Sävastabäcken	WA74075127	Vattendrag	53	10	230
VARO 5	Fyrisån-Tassbäcken	WA78639506	Vattendrag	39	13	260
VARO 6	Fyrisån – Toboån	WA82404349	Vattendrag	132	20	60
VARO 7	Sävastabäcken	WA86156703	Vattendrag	13	5	170
Totalt				385	58	1390

I Vendelåns avrinningsområde finns utpekade områden av riksintresse för kulturmiljövård enligt miljöbalken. Följande områden omfattas (Riksantikvarieämbetet, 2018):

- Tobo bruk är Upplands enda bruksmiljö med en löst grupperad byggelsestruktur från 1600-talet.
- Vendel ligger i ett odlingslandskap i centralbygd, präglad av förhistoriska och medeltida stormannaätter, med unika fornlämningsmiljöer, stormannakyrka och medeltida slottsanläggning. Miljön har genom vetenskapshistoriskt viktiga undersökningar kommit att ge namn åt en av järnålderns huvudperioder, s.k. Vendeltid.
- Sätuna utgör ett herrgårdslandskap med karaktäristisk struktur och med arkitekturhistoriskt intressant bebyggelse från 1700- och 1800-talen.
- Området nedströms Vansta tillhör ”Gamla Uppsala samt Fyrisåns och Björklingeåns dalgångar”; ett större område av riksintresse som har stor betydelse för rikets historia med kontinuitet sedan bronsåldern.

I arbetet med att hitta möjliga åtgärdsplatser tas hänsyn till riksintressen för kulturmiljövård.

Enligt SGU:s jordartskarta dominerar marken i avrinningsområdet av morän och lera, med inslag av berg i dagen, torvmark och svallsediment. Odlingslandskapen med de finkorniga jordarterna postglacial lera och gyttejlera samt partier med glacial lera återfinns längs åstråken, främst i mellersta och södra delen av avrinningsområdet. Högre upp i terrängen dominerar moränmarker, där det även förekommer inslag av berg i dagen. Uppsalaåsen med isälvssediment finns i västra delen av avrinningsområdet. Jordarterna redovisas översiktligt i Figur 2, där likartade jordarter återges med samma färg på grund av figurens begränsade upplösning.



Figur 2. Jordarter (grundlager förenklad) inom Vendelåns avrinningsområde med gränser för delavrinningsområden för ingående vattenförekomster. Källa: SGU.

2.2 Limniska värden

Vendelån är ett av två biflöden från norr. Där ån rinner samman med Vattholmaån bildas den nordliga delen av Fyrisåns huvudfåra, som fortsätter söderut mot Uppsala och Mälaren. I Vendelåns avrinningsområde finns sjöarna Långsjön och Vendelsjön som är klassade som vattenförekomster, samt Tegelsmorasjön (Kyrksjön) som är klassad som övrigt vatten.

De tre sjöarna har alla olika karaktär. Långsjön vid Björklinge är en djup åsgravsjö på Uppsalaåsen. Sjön har ett stort grundvattentillflöde och ger en god livsmiljö för arter som trivs i kalkrika miljöer (Brunberg och Blomqvist, 1998). Långsjön bedöms vara en av länets finaste sjöar med höga limniska värden. Tillsammans med omgivande mark anses den ha högsta naturvärde (klass I) i Uppsala läns naturvårdsprogram (Länsstyrelsen Uppsala län, 1987). Långsjön ingår i riksintresse för naturvård med anledning av dess speciella vattenkemiska sammansättning och unika vattenvegetation med bland annat kransalger. Sjön har även högt vetenskapligt värde då undersökningar har utförts i sjön sedan 1950 (Naturvårdsverket, 2004).

Den största sjön inom Vendelåns avrinningsområde är den mycket grunda och näringsrika slättsjön Vendelsjön. Sjön karakteriseras av igenväxning med stora vassbälten och kraftig utredning av flytblads- och undervattensvegetation. Då sjön troligtvis aldrig sänkts av är det en naturlig process som påskyndas av näringstillförsel från omgivande mark (Brunberg och Blomqvist, 1998). Den är även en mycket attraktiv fågellokal med flera hundra häckande fåglar. Då Vendelsjön till stora delar är orörd bedöms den ha höga limniska värden, ha mycket höga naturvärden (klass II) enligt naturvårdsprogrammet och vara ett särskilt värdefullt objekt (klass 1) enligt våtmarksinventeringen (Länsstyrelsen Uppsala län, 1987; Brunberg och Blomqvist, 1998; Naturvårdsverket, 2009). Vendelsjön med omgivande våtmarker är även utsett som riksintresse för naturvården (Naturvårdsverket, 2006) och området öster om Vendelsjön är landskapsbildskyddsområde.

I det flacka slättlandskapet norr om Vendelsjön ligger den grunda och igenväxande Tegelsmorasjön, som under åren har sänkts av flera gånger. Sjön utgör en attraktiv fågelsjö med mycket höga naturvärden (klass II) och höga våtmarksvärden (klass 2) (Länsstyrelsen Uppsala län, 1987; Naturvårdsverket, 2009).

Av de vattendrag som finns inom Vendelåns avrinningsområde har delar av åns nedre del, mellan Gödåker och Järsta, bedömts ha mycket höga naturvärden (klass II). Här utgör ån en erosionssänka och har partier med både sankmarker och forsar. Områdets limniska värden bedöms som höga, bland annat då det finns en öppen vandringsled för fisk från Järsta hela vägen upp till Tegelsmorasjön.

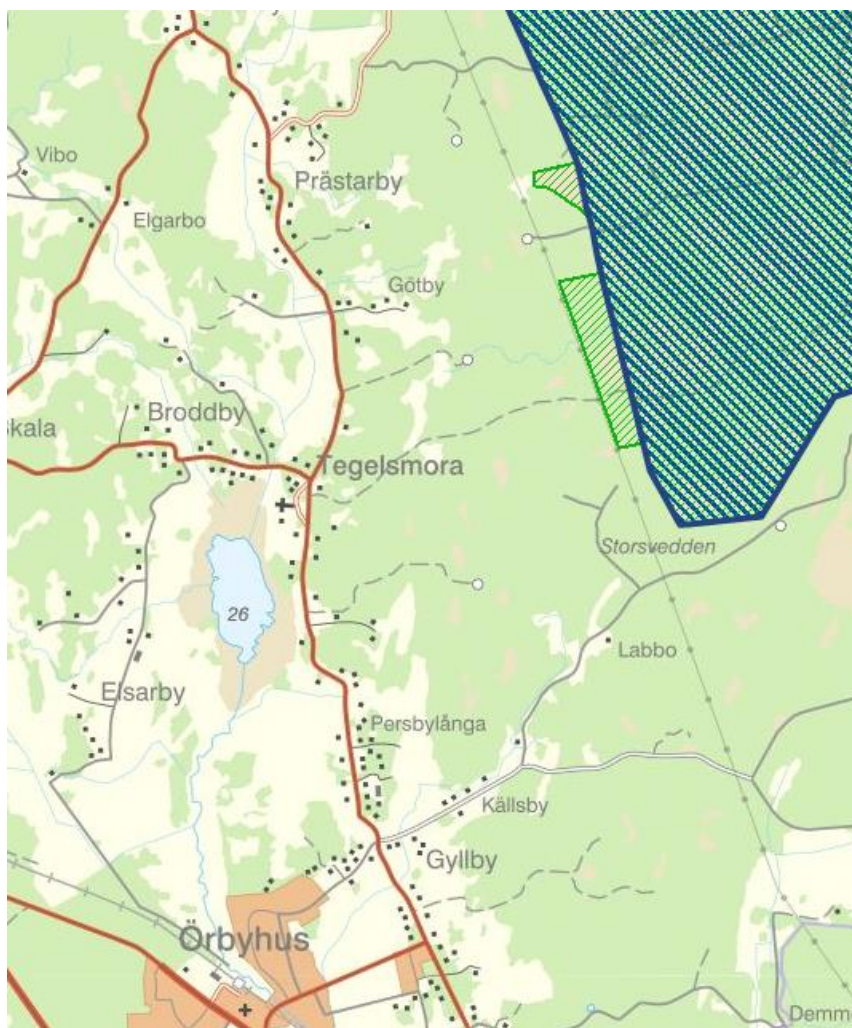
2.3 Natura 2000-områden och naturreservat

Natura 2000-områden

Natura 2000 är EU:s nätverk för att skydda värdefulla naturområden i enlighet med de så kallade naturvårdsdirektiven (art- och habitatdirektivet och fågeldirektivet). Direktivens syfte är att säkerställa den biologiska mångfalden inom EU genom att motverka utrotningen av djur och växter och stävja att deras livsmiljöer förstörs (Naturvårdsverket, 2017, 2020).

Florarna är ett av cirka 4 000 Natura 2000-områden i Sverige där åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i området kräver ett särskilt tillstånd (Naturvårdsverket, 2017). Endast en liten del av Natura 2000-området ligger i Vendelåns avrinningsområde (cirka 340 hektar) (Figur 3). Det ligger längst upp i den nordöstra delen av Toboåns avrinningsområde. Området är främst utpekad för dess utbredda naturliga förekomst av våtmarker (Naturvårdsverket, 2021).

Området är ett så kallat *särskilt bevarandeområde* (SAC; Special Areas of Conservation) som fastställs utifrån art- och habitatdirektivet (EUR-Lex, 2020).



Figur 3. Florarnas Natura 2000-område (blått) och naturreservat (grönt) går delvis in i Vendelåns avrinningsområde (Naturvårdsverket, 2021).

Naturreservat

Invid Långsjöns nordöstra strand finns Djurgårdens naturreservat. Det är litet, endast 21 hektar (Figur 4). Syftet med naturreservatet är att bevara biologisk mångfald, tillgodose behov av område för friluftsliv och att vårda och bevara värdefulla naturmiljöer. Landskapsbilden är ett öppet landskap med utsiktsplatser. Till värdefulla naturmiljöer räknas specifikt odlingslandskap och betesmark (Naturvårdsverket, 2021).



Figur 4. Djurgårdens naturreservat visas som grönstreckat. Brunstreckat område är utpekad som landskapsbildsskyddsområde (Naturvårdsverket, 2021).

Andra naturreservat som helt eller delvis ligger i Vendelåns avrinningsområde är Yttröskogens och Knaperbergets naturreservat. Yttröskogens naturreservat är 57 hektar stort och ligger nära Månkarbo, ungefär en mil väster om Örbyhus. Knaperberget, som delvis rinner mot annan recipient, ligger också nära Månkarbo. Det är endast 19 hektar stort. Syfte med reservaten är framför allt att vårda och bevara värdefulla naturmiljöer och bevara biologisk mångfald.

Direkt angränsande till Djurgårdens naturreservat finns ett 100 hektar stort område som är utpekad som landskapsbildsskyddsområde (Figur 4). Det finns även fler landskapsbildsskyddsområden inom avrinningsområdet för Vendelån, framför allt omkring Vendelsjön.

2.4 Ekologisk status

Enligt Vattenmyndigheten är beslutad miljö kvalitetsnorm för samtliga sju ingående vattenförekomster i Vendelåns avrinningsområde god ekologisk status 2033 samt god kemisk status. Vattenförekomsternas återhämtning tar tid och åtgärder bör sättas in så snart som möjligt för att nå målet. Tidsfristen till 2033 motiveras med att det inte är tekniskt möjligt att uppnå tidigare, delvis på grund av kunskapsbrist. Enligt Vattenmyndighetens statusklassning för tredje förvaltningscykeln, 2017–2021, bedöms samtliga sju vattenförekomster ha *måttlig* ekologisk status (daterat 2022-11-25 i VISS). De huvudsakliga lokala problemen är övergödning och hydromorfologisk påverkan, som beskrivs vidare nedan i avsnitten 2.4.1 till 2.4.3. En sammanfattning av statusklassningen för de sju vattenförekomsterna ges i Tabell 2.

2.4.1 Biologiska kvalitetsfaktorer



































































































För sex av vattenförekomsterna klassas de biologiska kvalitetsfaktorerna för ekologisk status till måttliga på grund av parametern fisk. Detta är en expertbedömning som baseras på bristande konnektivitet (måttlig status) och att morfologiskt tillstånd är klassat till måttlig status eller sämre. Bedömningen är att påverkan från vandringshinder och grävningar i vattendraget

påverkar fiskbeståndet så mycket att förutsättningarna för ett varierat och långsiktigt hållbart fisksamhälle inte finns. Bedömningen har god säkerhet med undantag för Vendelsjön där den bedöms som osäker. För Långsjön är parametern fisk ej klassad. Vendelsjöns status med avseende på makrofyter är sämre än god, baserat på en ekologisk kvot på 0,64.

De övriga biologiska kvalitetsfaktorerna för vattenförekomsterna klassas till god eller hög eller är inte klassade (Tabell 2).

Tabell 2. Sammanfattning av statusklassning för de sju vattenförekomsterna inom Vendelåns avrinningsområde. Källa: VISS (Länsstyrelserna m.fl., 2022). Vita celler indikerar faktorer som endast bedöms för sjöar och således inte har en klassning för vattendrag.

	Ekologisk status	Kemisk status
	Hög	God
	God	
	Måttlig	
	Otillfredsställande	
	Dålig	Uppnår ej god
	Ej klassad	Ej klassad

VARO	Namn	Vatten-kategori	Status		Ekologisk status - Biologisk					Ekologisk status - Fysikalisk kemiskt			Ekologisk status - Hydromorfologi			
			Ekologisk status	Kemisk status	Kemisk status utan överallt överskridande ämnen	Växtplankton*	Påväxt kiselalger	Bottenfauna	Makrofyter*	Fisk	Näringsämnen	Ljusförhållanden*	Försurning	Särskilda förorenande ämnen	Konnektivitet	Hydrologisk regim
1	Långsjön - Björklinge	Sjö														
2	Vendelån Sävastabäcken-Tassbäcken	Vattendrag														
3	Vendelsjön	Sjö														
4	Vendelån mynningen-Sävastabäcken	Vattendrag														
5	Fyrisån-Tassbäcken	Vattendrag														
6	Fyrisån - Tobaån	Vattendrag														
7	Sävastabäcken	Vattendrag														

* Faktorer som endast bedöms för sjöar.

2.4.2 Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer

För sex av vattenförekomsterna klassas den biologiska kvalitetsfaktorerna näringsämnen till måttlig. Endast i Vendelsjön har faktorn näringsämnen bedömts till hög status, med avseende på totalfosfor (Tot-P). Klassningen för Vendelsjön har baserats på mätdata från flera år, men överensstämmer inte med den påverkansanalys som gjorts för sjöns avrinningsområde med

avseende på näringsämnen. Säkerheten i klassningen bedöms som hög (> 80 % sannolikhet att status är högre än god).

För Sävastabäcken och Fyrisån-Tassbäcken är klassningen en expertbedömning som baseras på extrapolering av vattenförekomster av samma typ och med samma påverkan där tillräckligt med provtagningsdata finns för en bedömning. Dessa liknande vattenförekomster i länet har betydande påverkan och når inte god ekologisk status på grund av faktorerna näringsämnen, kiselalger eller totalfosfor. Expertbedömningen har god säkerhet.

För vattenförekomsterna Vendelån Sävastabäcken-Tassbäcken, Vendelån mynningen–Sävastabäcken och Fyrisån-Toboån baseras klassningen på uppmätta halter, referensvärden och ekologisk kvot. Endast klassningen för Vendelån mynningen–Sävastabäcken bedöms vara säker. Klassningen för Långsjön har baserats på mätdata från flera år, och stämmer väl överens med den påverkansanalys som tagits fram för avrinningsområdet med avseende på näringsämnen. Osäkerheten i klassningen bedöms som låg.

För Vendelsjön har även faktorn ljusförhållande klassats som måttlig baserat på tre augustimätningar av siktdjupet mellan 2007 och 2012.

2.4.3 Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer

De tre hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna *konnektivitet*, *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* ingår i den ekologiska statusen. Konnektivitet kan ses som en beskrivning av tillståndet i vattenförekomsten som möjliggör spridning och rörlighet av både växter och djur längs med vattendrag, längs grunda vatten i sjöar men även till omkringliggande mark. Den hydrologiska regimen beskriver vattenflödet och vattenståndsförändringar. Det morfologiska tillståndet ses som den fysiska formen hos vattenförekomsten och inkluderar exempelvis djup- och formförhållanden, bottensubstratet, svämplan med mera.

Alla kvalitetsfaktorer och dess ingående parametrar relaterar till ett referensförhållande som är det tillstånd som vattenförekomsten uppvisar vid ”ingen eller mycket liten mänsklig påverkan” (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Exempelvis kan ett konstruerat dämme vid utloppet av en sjö påverka statusklassningen av konnektivitet upp- och nedströms negativt men inte en naturligt förekommande tröskel i en å, även om tröskeln skulle begränsa spridningen av fisk och organismer i vattendraget. På samma sätt påverkar inte snabba flödesförändringar under en kraftig vårflod statusklassningen för hydrologisk regim. Däremot gör förändrade flöden vid hårdgörning eller markavvattning det.

Vid sammanvägning av kvalitetsfaktorernas parametrar ska parametern med sämst status vara utslagsgivande för klassificering av *konnektivitet* och för *hydrologisk regim*. För statusbedömning av *morfologiskt tillstånd* utgör istället ett genomsnitt av ingående parametrar kvalitetsfaktorernas statusklassning.

Statusklassningen för varje enskild parameter visas för de sju ingående vattenförekomsterna i Vendelåns avrinningsområde i Tabell 3. Många av de ingående parametrarna för respektive kvalitetsfaktor är ej klassade.

För fem vattendrag i Vendelåns avrinningsområde har Vattenmyndigheten gjort bedömningen att alla har negativ hydromorfologisk påverkan som medför sämre status än god. Med undantag för *Fyrisån-Tassbäcken*, som har måttlig status för kvalitetsfaktorerna *konnektivitet* och *hydrologisk regim*, så har alla tre hydromorfologiska kvalitetsfaktorer klassats som otillfredsställande eller dålig i de fall de är klassade (Tabell 3).

Även avrinningsområdet två sjöar har negativ påverkan på hydromorfologi. Långsjön har inte klassats med avseende på *konnektivitet*, medan Vendelsjön bör ha god status efter att vandringshindret i sjöns utlopp har åtgärdats (se avsnitt 6.3). Båda sjöarna bedöms ha hög status för *hydrologisk regim*. *Morfologiskt tillstånd* i sjöarna har bedömts till måttlig. För Vendelsjön visar kvalitetsfaktorn på god status, men eftersom i princip alla sjöar i Uppsala län är påverkade av sjösänkningar eller höjningar (Länsstyrelserna m.fl., 2022) gjordes en expertbedömning att statusen var sämre än god (måttlig) (Tabell 3).

Tabell 3. Sammanfattande statusklassning av hydromorfologiska parametrar för vattendrag (ovan) och sjöar (nedan) inom Vendelåns avrinningsområde enligt VISS.

VARO	Vattenförekomst vattendrag	Konnektivitet		Hydrologisk regim				Morfologiskt tillstånd					
		Upp- och nedströms	Sidled och svämplan	Specifik flödesenergi	Volymavvikelse	Avvikelse i flödets förändringstakt	Vattenståndets förändringstakt	Vattendragsfårens form	Vattendragets planform	Vattendragsfårens bottenstrat	Död ved i vattendrag	Strukturer i vattendraget	Vattendragsfårens kanter
02	Vendelån Sävastabäcken - Tassbäcken	Dålig		Dålig				Otillfredsställande					
04	Vendelån mynningen - Sävastabäcken	Dålig		Dålig				Otillfredsställande					
05	Fyrisån-Tassbäcken	Måttlig		Måttlig				Otillfredsställande					
06	Fyrisån – Toboån	Ej klassad		Dålig				Otillfredsställande					
07	Sävastabäcken	Ej klassad		Dålig				Dålig					

VARO	Vattenförekomst sjöar	Konnektivitet		Hydrolog. regim			Morfologiskt tillstånd				
		Långgående konnektivitet	Konnektivitet till närområde och svämplan	Vattenståndsvariation	Avvikelse vinter- och sommarvattenstånd	Vattenståndets förändringstakt	Förändring av sjöars planform	Bottenstrat i sjöar	Strukturer på det grunda vattenområdet	Närområdet runt sjöar	Svämplanets strukturer och funktion
01	Långsjön	Ej klassad		Hög			Måttlig*				
03	Vendelsjön	Måttlig		Hög			Måttlig*				

* Nästan alla sjöar i Uppsala län är påverkade av sänkningar eller höjningar. På grund av denna påverkan har morfologiskt tillstånd satts till sämre än god status. Det är en bedömning med låg säkerhet och ytterligare utredningar krävs för att säkerställa klassningen (Länsstyrelserna m.fl., 2022).

** Vandringshindret i Vendelsjöns utlopp är åtgärdat. Parametern bedöms därför ha minst god status.

2.5 Förbättringsbehov

2.5.1 Fosfor

Förbättringsbehov avseende övergödningsparametrar beskriver mängden närsalter, i det här fallet fosfor, som behöver minska för att vattenförekomsterna ska kunna uppnå god ekologisk status. Den minskade fosformängden brukar ofta benämnas ”beting”.

Naturvatten i Roslagen AB (Naturvatten AB, 2020) har tagit fram fosforbudgetar och beräknat beting för att vattenförekomsterna ska ges möjlighet att uppnå god ekologisk status. De beräknade fosforbetingen för utredningens vattenförekomster finns sammanställda i Tabell 1, avsnitt 2.1. För detaljerad metodbeskrivning för framräknande av beting hänvisas till Naturvattens rapport (2020).

I de fall det varit möjligt har både totalt beting och lokalt beting för vattenförekomsterna tagits fram. Det totala betinget beskriver hur mycket mängden tillförd fosfor behöver minska, beräknat utifrån mätdata för vattenförekomsten, det vill säga det ackumulerade betinget eller förbättringsbehovet. Det lokala betinget är det beting som kvarstår efter att god status för fosfor uppnåtts i uppströms belägna vattenförekomster. Enligt Naturvattens beräkningar har de sju vattenförekomsterna inom utredningsområdet ett totalt lokalt beting på knappt 1,4 ton fosfor per år (Tabell 1 och Tabell 4). Vattenförekomsterna Långsjön och Vendelsjön har enligt Naturvatten ett lokalt beting på 0 kg fosfor per år. För Långsjön görs dock bedömningen att den observerade fosforhalten i sjön beror på vattenutbyte med Uppsalaåsen. Fosfortillflödet från Långsjöns avrinningsområde bedöms behöva minska med 50–200 kg fosfor per år för att inte påverka vattenförekomster nedströms Långsjön.

I den tredje förvaltningscykeln (2017–2021) i VISS finns sedan årsskiftet 2021/2022 nya formulerade förbättringsbehov för Sveriges vattenförekomster. För vattenförekomsten i utredningsområdet beräknas betinget till drygt 2,7 ton fosfor per år (Tabell 4) i stället för de knappt 1,4 ton fosfor per år som beräknades av Naturvatten (Naturvatten AB, 2020). Detta beror på att Vattenmyndigheterna i den tredje förvaltningscykel har omfördelat beting från vattenförekomster med mycket högt beting, som inte bedöms kunna åtgärdas lokalt, till uppströms belägna vattenförekomster. I Vendelåns fall handlar det om ett stort beting kring Uppsala tätort som har fördelats ut på vattenförekomsterna uppströms.

Utöver beting har Naturvatten även beräknat åtgärdsutrymme för vattenförekomsterna baserat på modellberäkningar inom SMED (PLC6.5). Bedömningen baserades på en acceptabel totalbelastning som för vattendrag motsvarar dubbla bakgrundsbelastningen och för sjöar bakgrundsbelastningen multiplicerad med faktorn 1,8. Resultatet acceptabel belastning motsvarar gränsen för betydande näringspåverkan enligt Vattenmyndighetens definitioner (övergång från god till måttlig status). Åtgärdsutrymmet utgörs av nuvarande modellerad totalbelastning minus acceptabel belastning. Syftet med att utöver beting redovisa även åtgärdsutrymme är att visa i vilka områden eventuellt kompletterande beting eller kompensationsåtgärder är möjliga, med hänsyn till belastningssituationen.

Jämfört med det av Naturvatten beräknade åtgärdsutrymme verkar de nya betingen i VISS orimligt höga. För vattenförekomsterna Vendelån mynningen–Sävstabäcken, Vendelån: Fyrisån – Toboån och Vendelån: Sävstabäcken överstiger de nya betingen i VISS åtgärdsutrymme. För Vendelån: Fyrisån-Tassbäcken är betinget endast 3 kg P per år mindre än åtgärdsutrymme (Tabell 4).

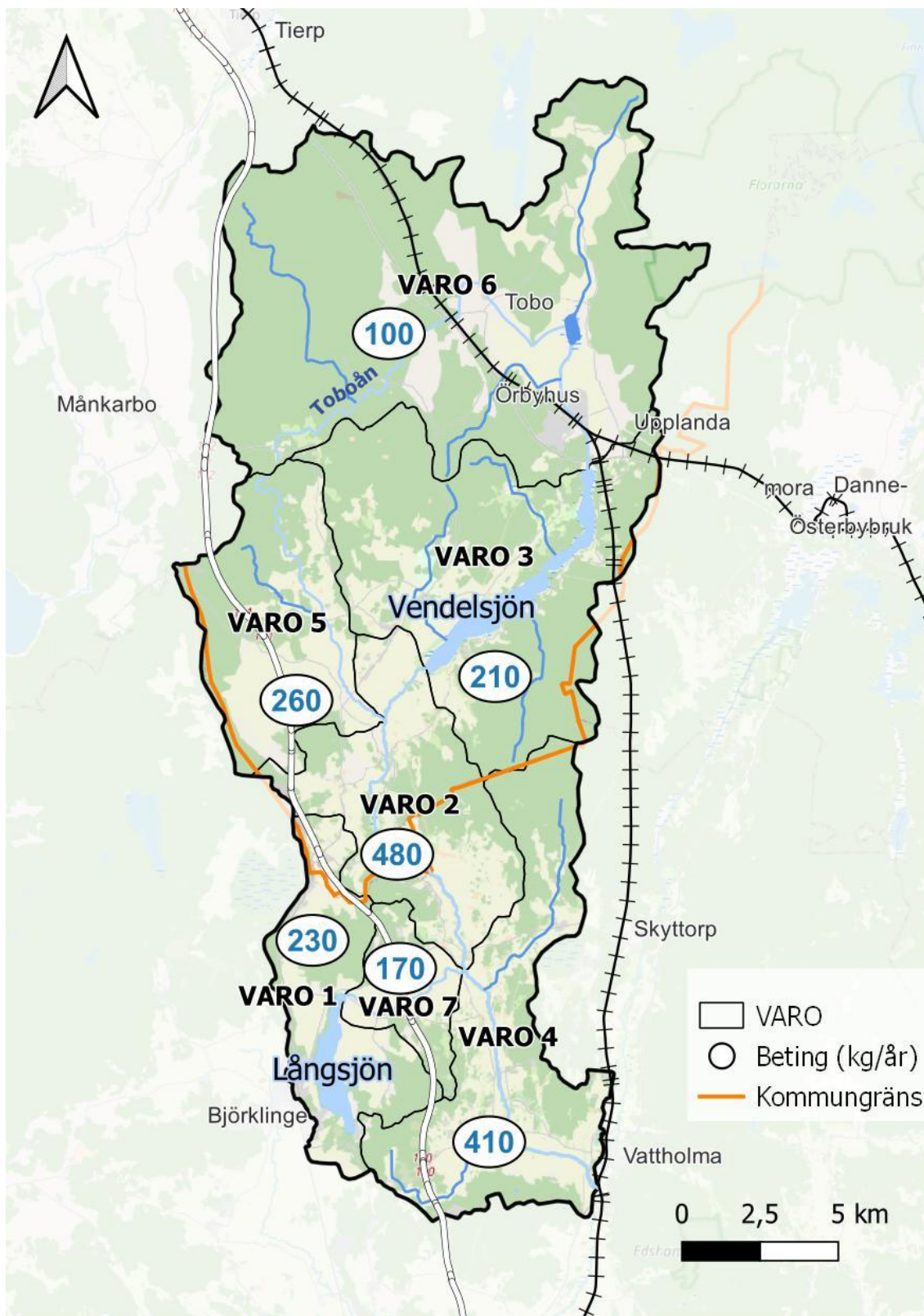
I klartext betyder detta att dessa fyra beting inte skulle uppnås även om all mänsklig aktivitet i avrinningsområdena upphör. Åtgärder för avskiljning av fosfor från jordbruket och dagvatten

baseras dessutom till stora delar på sedimentation, och eftersom ungefär hälften av fosfor föreligger i löst form innebär det att en realistisk avskiljningsgrad ligger i häraden kring 50 %. Så även om allt vatten som är påverkat av mänsklig aktivitet behandlades, skulle fosfortillförseln i detta vatten endast minska med 50 %.

För avrinningsområden där det nya betinget i VISS överstiger eller är i nivå med den antropogena påverkan har uppdraget omformulerats från att förslag motsvarande 150 % av betinget ska tas fram till att förslag som motsvarar det högsta värdet av antingen *halva* den antropogena påverkan eller det i VISS angivna betinget. Detta har bedömts vara en rimlig kompromiss (Figur 5).

Tabell 4. De av Naturvatten i Roslagen beräknade fosforbetingen, de nya betingen enligt den tredje förvaltningscykeln (2017–2021) i VISS och åtgärdsutrymme som beräknas finnas i vattenförekomsternas avrinningsområde samt halva åtgärdsutrymmet och de för denna utredningen föreslagna betingen. De i den tredje förvaltningscykel i VISS formulerade betingen som är jämbördiga med eller överstiger åtgärdsutrymmet är understruken.

VARO	Namn	P-beting Naturvatten (kg/år)	P-beting VISS III (kg/år)	Åtgärds- utrymme (kg/år)	1/2 åtgärds- utrymme (kg/år)	Föreslag et P- beting (kg/år)
1	Långsjön	0 (50–200)	220	453	230	230
2	Vendelån Sävastabäcken- Tassbäcken	470	480	966	480	480
3	Vendelsjön	-	210	371	190	210
4	Vendelån mynningen- Sävastabäcken	230	<u>850</u>	823	410	410
5	Vendelån: Fyrisån- Tassbäcken	260	<u>380</u>	383	190	260
6	Vendelån: Fyrisån – Toboån	60	<u>230</u>	205	100	100
7	Vendelån: Sävastabäcken	170	<u>360</u>	348	170	170
Summa		1390	2730	3550	1770	1860



Figur 5. Förslag till fosforbeting per vattenförekomst i Vendelåns avrinningsområde. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

2.5.2 Hydromorfologi

Vid klassning av ekologisk status är de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna underordnade de andra kvalitetsfaktorerna. Först om biologiska kvalitetsfaktorer visar minst god status och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer visar på hög status ska hydromorfologiska kvalitetsfaktorer bli utslagsgivande för vattenförekomstens ekologiska status. Det bör dock understrykas att goda hydromorfologiska betingelser ofta är en nödvändig förutsättning för att uppnå god status för de biologiska kvalitetsfaktorerna. En mer naturlig hydromorfologi ger nödvändiga habitat och förutsättningar för fisk och andra vattenlevande organismer.

För de hydromorfologiska parametrar (Tabell 3) som har en klassning och tillräckliga underlag har åtgärdsbehovet beräknats som krävs för att dessa parametrar ska uppnå god status. Det totala åtgärdsbehovet som har kunnat beräknats för alla sju vattenförekomster presenteras i Tabell 5.

Tabell 5. Åtgärder som krävs för att nå god status för de hydromorfologiska parametrar som har klassificerats för Vendelåns sju vattenförekomster.

Parameter	Åtgärd för god status	Kvantitet
<u>För vattendrag och sjöar</u>		
<i>Konnektivitet: upp- och nedströms</i>	Åtgärda alla artificiella vandringshinder i avrinningsområdet så att minst 75 % av alla vandringsbenägna fiskarter enligt referensförhållandet kan passera.	2 st*
<u>För vattendrag (totalt 58 km)</u>		
<i>Specifik flödesenergi</i>	En viss sträcka av vattendragen behöver utgå från markavvattningsföretag eller upphöra att vara tydligt rätat.	43 km
<i>Vattendragsfårans form och Vattendragsfårans kanter</i>	En viss sträcka av vattendragen behöver upphöra att påverkas genom grävning, rensning eller markavvattning.	42 km
<i>Vattendragets närområde</i>	En del av närområdet (definierat som inom 30 meter från vattendraget) behöver upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark**.	16 km
<i>Svämplanets strukturer och funktion runt vattendrag</i>	En del av svämplanet behöver upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark**.	20 km
<u>För sjöar</u>		
<i>Svämplanets strukturer och funktion runt sjöar</i>	Delar av svämplanet behöver upphöra att utgöras av anlagda ytor eller brukad mark**.	
	För Vendelsjön:	0,04 km ²
	För Långsjön:	0,81 km ²

* I VISS anges Järstadammarna och Vendelsjöns utlopp som vandringshinder. Vendelsjön har åtgärdats men denna utredning bedömer även Tegelsmorassjöns utlopp som ett partiellt vandringshinder, som inte är karterat i VISS.

** Som brukad mark räknas kalhyggen, aktivt brukad åkermark och fruktodling (men inte bete och slättervall). Som anlagda ytor räknas hårdgjorda ytor tillhörande exploateringar av olika slag, t.ex. bebyggelse, hus, väg eller järnväg.

Flertalet hydromorfologiska parametrar har inte klassats men kan fortfarande utgöra åtgärdsbehov. Dessa inkluderar:

För vattendrag:

- ✓ *Konnektivitet upp- och nedströms för Fyrisån-Toboån och Sävstabäcken*
- ✓ *Konnektivitet i sidled och till svämplan*
- ✓ *Vattenståndets förändringstakt*
- ✓ *Vattendragets planform*
- ✓ *Vattendragsfårans bottensubstrat*
- ✓ *Död ved i vattendrag*
- ✓ *Strukturer i vattendraget*

För sjöar:

- ✓ *Längsgående konnektivitet för Långsjön*
- ✓ *Konnektivitet till närområde och svämplan*
- ✓ *Vattenståndsvariation*
- ✓ *Förändring av sjöns planform*
- ✓ *Bottensubstrat i sjöar*
- ✓ *Strukturer på det grunda vattenområdet*

Behovet av förbättringar för att uppnå god hydromorfologi är stort enbart utifrån klassade parametrar. Samtidigt står åtgärderna ofta i konflikt med annan markanvändning. En avgränsning av uppdragets hydromorfologiska arbete har därför varit nödvändig, vilken beskrivs i avsnitt 4.3.1.

3 Underlag

Nedan presenteras det underlagsmaterial som använts för utredningen.

3.1 Underlag punktkällor

3.1.1 För fosfor

För beräkning av fosfortillförsel från punktkällor till Vendelån har underlag om enskilda avlopp, hästgårdar, reningsverk och andra punktkällor använts. Framförallt har följande underlag använts:

- Uppgifter om enskilda avlopp (status, lokalisering med mera) från Miljöförvaltningarna i Uppsala och Tierps kommuner.
- Dokumentation av utsläppskontroller från Husby avloppsreningsverk för åren 2016–2020 (Miljökontoret Tierp, 2022).
- Tillgänglig dimensioneringsdata och belastningsdata för Hovgårdsbergs avloppsreningsverk (Miljökontoret Tierp, 2022).
- Uppgifter från slamtömningsregistret i Tierps kommun.
- Schablonsiffror för föroreningsbelastning från Havs- och vattenmyndighetens allmänna råd (HVMFS 2016:17) om små avloppsanläggningar för hushållspillvatten.
- Ortofoton och allmänt tillgängliga kartor, hemsidor och annat underlag för identifiering av hästgårdar.
- Länsstyrelsens register över potentiellt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

3.2 Underlag diffusa källor

Vid beräkning av tillförsel av fosfor till de tio recipienterna har olika GIS-underlag bearbetats och använts för att representera avrinningsområdenas olika markanvändningstyper. Underlag som används i utredningen för beräkning av fosfortillförsel från diffusa källor är:

- SMHI:s avrinningsområden (VARO 2016) för respektive vattenförekomst.
- Dagvattenverksamhetsområden och dagvattenledningsnät för tätorterna Björklinge och Vattholma från Uppsala Vatten och Avfall AB.
- Dagvattenledningsnät och verksamhetsområden för tätorterna Tobo och Örbyhus från Tierps Energi och Miljö (TEMAB).
- Markhöjdmodell GDS-Höjddata, grid 2+ © Lantmäteriet via geodatasamverkan.
- Årsmedeldygnstrafik (ÅDT) från nationell vägdatabas (Trafikverket, 2022).
- Jordbruksverkets jordbruksblock för år 2021, inkluderande stödberättigade befintliga våtmarker (Jordbruksverket, 2021a).

- Nationell jordartskarta, raster 25x25m, representerande egenskaper i åkermarkens matjord (Jordbruksverket, 2015a).
- Våtmarksdatabasen för identifiering av befintliga anlagda våtmarker (SMHI, 2020a).
- Lantmäteriets GSD-väggkarta i vektorformat (daterad 2020-05-28). Heltäckande GIS-lager för markanvändning my_riks användes för skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor medan lager vl_riks användes för större vägar inom området (Lantmäteriet, 2020).
- SMED rapport Nr 5 år 2019, *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark* (Johnsson m.fl., 2019).
- Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 med typhalter (mg/l) för läckage från skogsmark, sankmark och öppen mark (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b).
- Specifik avrinning (mm/år) inom SMHI:s delavrinningsområden för perioden 1981-2010 (medelvärde) (SMHI, 2020b).
- Atmosfärisk fosfordeposition (kg/km²) på vattenytor inom avrinningsområdena (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018).

3.3 Underlag hydromorfologi

Både GIS-underlag, tryckt material och muntliga uppgifter har använts för att kartera och utreda potentiella åtgärdsplatser för förbättrad hydromorfologisk status. De främsta källorna inkluderar bland andra:

- Länsstyrelsernas Biotopkarteringsdatabas (2018) med data om vandringshinder.
- SMHI:s dammregister (2013) med geografisk och hydrologisk information om dammar.
- Historiska kartor; häradsekonomiska kartan 1859-1863 och 1901-1906, ekonomiska kartan 1952 och 1978 från Lantmäteriet (2022).
- Damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
- SMHI:s register över sänkta och torrlagda sjöar (1995).
- Svenskt elfiskeregister (SERS) och Nationellt Register över Sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2021a, 2021b)
- Rapporter av särskild betydelse för utredningsarbetet innefattar den så kallade "Vattenbibeln" *Vatten i Uppsala län 1997* (Brunberg och Blomqvist, 1998), *Fria vandringsvägar i Mälars- och Hjälmarmynnade vattendrag* (Länsstyrelserna, 2009) och *Fysisk restaurering av akvatiska miljöer - Vattendrag och sjöar med kantzon och våtmarker* (Degerman och Näslund, 2021).
- Intervjuer och samtal med representanter för Föreningen Tegelsmorassjön och markägare vid Järstadammarna.

4 Metod

Den övergripande metodiken för att beräkna belastning från punktkällor och diffusa källor och ta fram och prioritera åtgärdsförslag har bestått i att:

- Analysera data om enskilda avlopp i avrinningsområdet erhållna från miljöförvaltningarna i Uppsala och Tierp, se avsnitt 4.1.1 och 5.1.1.
- Studera data på utsläpp från avloppsreningsverk, se avsnitt 5.1.2.
- Studera förekomst, lokalisering och storlek på hästgårdar, se avsnitt 0 och 5.1.3.
- Beräkna diffus fosfortillförsel från jordbruksmark utifrån underlagsmaterial från Jordbruksverket och SMED, se avsnitt 4.2.1.
- Kartering av urban markanvändning och modellering av fosfortillförsel via dagvatten från tätorter och E4:an med modellverktyget Stormtac (2022), se avsnitt 0.
- Undersöka identifierade och potentiella vandringshinder för fisk, se avsnitt 6.2 och 6.3.
- Beräkna förbättringspotential för enskilda avlopp och hästgårdar, se avsnitt 5.1 och 7.2.
- Identifiera strategiska platser och föreslå åtgärder för minskad tillförsel av fosfor från jordbruksmark genom kartanalys och fältbesök och sedan beräkna avskiljningspotential, se avsnitt 7.3 och Bilaga 1.
- Prioritera åtgärder för minskad tillförsel av fosfor utifrån beting, kostnadseffektivitet, avskiljningspotential och genomförbarhet, se avsnitt 8 och Bilaga 1.
- Beskriva platsspecifika åtgärdsförslag för minskad tillförsel av fosfor, se Bilaga 1.
- Föreslå, beskriva och prioriterasordna åtgärder för fri passage vid identifierade vandringshinder, se avsnitt 7.4.1 och Bilaga 2.

4.1 Metod för beräknad tillförsel från punktkällor

Punktkällorna inkluderar enskilda avlopp, reningsverk, hästhållning samt förorenade områden och tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter. Uppgifter om enskilda avlopp har erhållits från Miljöförvaltningen i Uppsala och från Miljö- och hälsoskyddsenheten i Tierp. I avsnitt 4.1.1 beskrivs vilka antaganden som gjorts och hur tillförseln av fosfor från enskilda avlopp har beräknats. Uppgifter om utsläpp från reningsverk har inhämtats från dokumentation av utsläppskontroller. Förekomst, lokalisering och bestämning av storlek på hästgårdar har gjorts genom studier av ortofoton samt genom besök i området, och detta beskrivs i avsnitt 0. För bedömning av fosforbelastning från övriga punktkällor har utgått från Länsstyrelsens register över potentiella och konstaterade förorenade områden samt tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter.

4.1.1 Enskilda avlopp

Belastningsberäkning

Beräkningar av utsläpp av fosfor från hushåll med enskilda avloppsanläggningar till Vendelån har gjorts utifrån typ av avloppsanläggning, närvarograd och avstånd till recipient. För beräkningarna har schablonvärden använts.

Inkommande mängder fosfor till avloppsanläggningarna har beräknats utifrån de schablonsiffror för innehåll i avloppsvatten som anges i de allmänna råden för små avloppsanläggningar (Havs-

och vattenmyndigheten, 2016a) och av SMED (SMED, 2011). Eftersom de flesta människor tillbringar viss tid av dagen utanför hemmet, t.ex. då de arbetar, har hemmavaron antagits vara 65 % för permanentboende. Antalet boende i varje fastighet har antagits vara 2,4 personer utifrån SCB:s nationella statistik. För fritidshus har en närvaroegrad på 49 % för en person räknats fram utifrån SMED:s antagande om 180 persondagar (personer x dagar) per år för fritidshus. Detta motsvarar en närvaroegrad på 21 % per person om det istället är 2,4 personer som nyttjar fritidshuset. Schablonsiffror för beräkning av inkommande belastning anges i Tabell 6.

Tabell 6. Schablonsiffror som använts för beräkningar av inkommande fosforbelastning till enskilda avloppsanläggningar.

	Permanentboende	Fritidsboende
Specifik P-belastning WC+BDT (g/pers. dygn)	1,7	1,7
Specifik P-belastning BDT (g/pers. dygn)	0,15	0,15
Närvaroegrad (%)	65	49*
Antal personer/hushåll	2,4	1,0
Mängd till reningsanläggning (kg P/hushåll och år)	0,97	0,31

*beräknat utifrån 180 persondagar per år med 100 % hemmavaro.

För beräkning av fosforreduktion i olika typer av avloppsanläggningar har schablonsiffror enligt Tabell 7 använts.

Tabell 7. Reduktion av fosfor i olika avloppsanläggningar för enskilda avlopp. Avskiljning i procent av inkommande belastning (Svenska Miljö Emissions Data, 2011).

Anläggningstyp	Reduktion i anläggning (%)
WC+BDT	
A Enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande	15
B Infiltration/markbädd	50
C Minireningsverk	80
E Markbädd med fosforfälla	80
F Sluten tank för WC + infiltration/markbädd för BDT	95
BDT	
G Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	90
H Torrtoalett och BDT-rening	95
Övrigt	
I Ej indraget vatten	100

Status på anläggningar

I underlagsmaterialet från Uppsala kommun finns en mängd uppgifter om vilken typ av anläggning som finns på fastigheten. Utifrån informationen i underlaget kategoriserades anläggningarna in i någon av de åtta anläggningstyperna i Tabell 7. Kategoriseringen har skett per hushåll och följande antaganden har gjorts:

- Markbädd, infiltration och minireningsverk har antagits ta emot både BDT- och WC-avlopp, om inget annat anges.

- Anläggningar för WC, BDT eller WC och BDT som är noterade med ”förbud” har antagits kategori A (enbart slamavskiljning, stenkista eller motsvarande).
- Torra system för fritidsboende och andra icke-permanenta boenden som är noterade med ”ej klassad” utan information om BDT-hantering har antagits tillhöra kategori G (Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening).
- Torra komposterande system utan information om BDT-hantering, oberoende av bostadstyp, har antagits tillhöra kategori G.
- Hushåll utan indraget vatten har antagits inte heller ha något avlopp.

För den del av avrinningsområdet som ligger i Tierps kommun har separat underlag erhållits för enskilda avloppsanläggningar. De antaganden som gjorts för anläggningarna i Uppsala kommun gäller även för anläggningarna i Tierps kommun. Samtliga anläggningar kategoriserades enligt Tabell 7. Innan kategorisering kunde ske behövde underlaget från Tierps kommun bearbetas enligt nedan.

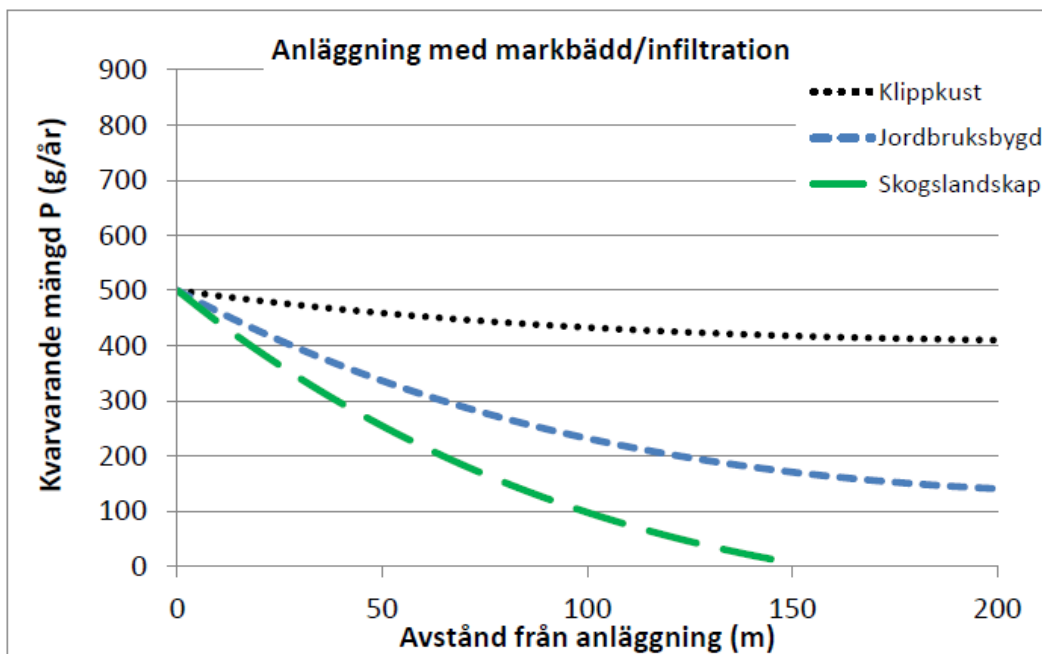
1. Kommunens mest heltäckande underlag om små avlopp i Tierp erhöles i excelformat. Information av avlopp matchades med ett kartlager med adresser i kartverktyget GIS.
2. Underlaget behövde sedan rensas och kompletteras med information från kommunens slamtömningsregister eftersom viss information om enskilda avlopp saknades i kommunens avloppsregister.
3. Ett antal extra antaganden behövde göras för kategorisering av avloppen i Tierps kommun på grund av bristfälligt underlag. Vissa hushåll med avlopp finns till exempel registrerade i kommunens register för avlopp, men inte i slamregistret, och vice versa.

Retention

Behandlat vatten från en enskild avloppsanläggning tas ofta emot av omgivande mark. I marken sker ytterligare avskiljande processer som kvarhåller fosfor, så kallad retention. Retentionen kan vara betydande och reducerar då risken för påverkan på yt- och grundvatten. Beräkningarna har utförts så att retentionen i marken beror av avstånd till Vendelån, liksom till Vendelåns anslutande biflöden. Antagen retention är baserad på en rapport om markretention för enskilda avlopp och beskrivs i Tabell 8 och Figur 6 (Ridderstolpe m.fl., 2017). Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och baseras på en omfattande litteraturgenomgång. Ytterligare ett antagande som gjorts är att alla enskilda avlopp i avrinningsområdet för Vendelån ligger i ”jordbruksbygd”, vilket motsvarar medelhög retention. Eftersom en stor del av Vendelåns avrinningsområde består av skogslandskap och en del av avloppen ligger i dessa delar, är den totala retentionen sannolikt något större än antaget i beräkningarna.

Tabell 8. Retention (kg P/år) i olika landskapstyper och vid olika avståndsintervall till närmaste sjö, vattendrag, anslutande biflöde eller jordbruksdike. Baserad på en omfattande litteraturgenomgång (Ridderstolpe m.fl., 2017).

Avstånd till recipient (m)	Retention (kg P/hushåll och år)		
	Klippkust	Jordbruksbygd	Skogslandskap
0-20	0	0,05	0,05
20-100	0,05	0,20	0,30
>100	0,08	0,25	0,40



Figur 6. Kvarvarande mängd fosfor i avloppsvattnet efter utsläpp till mark från ett hushåll med markbaserad anläggning. Baserad på litteraturgenomgång (Ridderstolpe m.fl., 2017).

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Vendelån

Den utsläppta mängden fosfor per hushåll har beräknats enligt följande:

Mängd fosfor [kg/år] = Belastning per hushåll och år * antal hushåll * (1 – reduktion i anläggningen – retention i mark)

4.1.2 Hästgårdar

Inventeringsmetod

Det finns inget heltäckande register över hästgårdar, antal hästar eller var hästar finns, vare sig nationellt eller regionalt. Det beror bland annat på att den person som är registrerad ägare till hästen ofta bor på en annan plats än där hästen finns.

Hästgårdar har lokaliserats genom sökningar på internet och via ortofoto över avrinningsområdet för Vendelån, där fastigheter med ridbanor, hästtransporter och gödselplattor eftersökts. Möte med hästägare med god lokalkännedom har hållits för att bekräfta och revidera gjorda iakttagelser. Antal hästar per gård har uppskattats utifrån uppgifter på hemsidor, storlek på stall och rastgårdar, antal hästtransporter och räknade hästar på plats.

Beräkningar

Utifrån ett antal antaganden har beräkningar gjorts för mängd producerad fosfor i hästgödsel, fördelning mellan stall, rastfällor/bete nära stallet respektive sommarbete, samt hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Vendelån årligen.

I beräkningarna har vi utgått från följande:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005)
- Varje hästs träck och urin innehåller 8,9 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder, mineraler och strömedel (Jordbruksverket, 2013)
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, nästan all fosfor återfinns i träcken.
- Gödseln hanteras på gödselplatta eller i container. Av den gödseln läcker 2 % till Vendelån (egen bedömning)
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (höst, vinter, vår).
- 50 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning).
- Fosforläckage till Vendelån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 20 %.
- 90 dagars sommarbete som inte mockas, och där ingen tillskottsutfodring sker.
- Om sommarhagarna är stora, antalet hästar inte är för högt och ingen tillskottsutfodring sker så har det antagits att det är balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

Vid beräkning av möjlig minskning av fosforbelastningen från hästgårdar till Vendelån har vi utgått från ovanstående antaganden, men gjort vissa förändringar. Detta beskrivs i avsnitt 7.2.2.



Figur 7. Rasthagarna är svåra att mocka på vintern när det är fruset.

4.2 Metod för beräknad tillförsel från diffusa källor

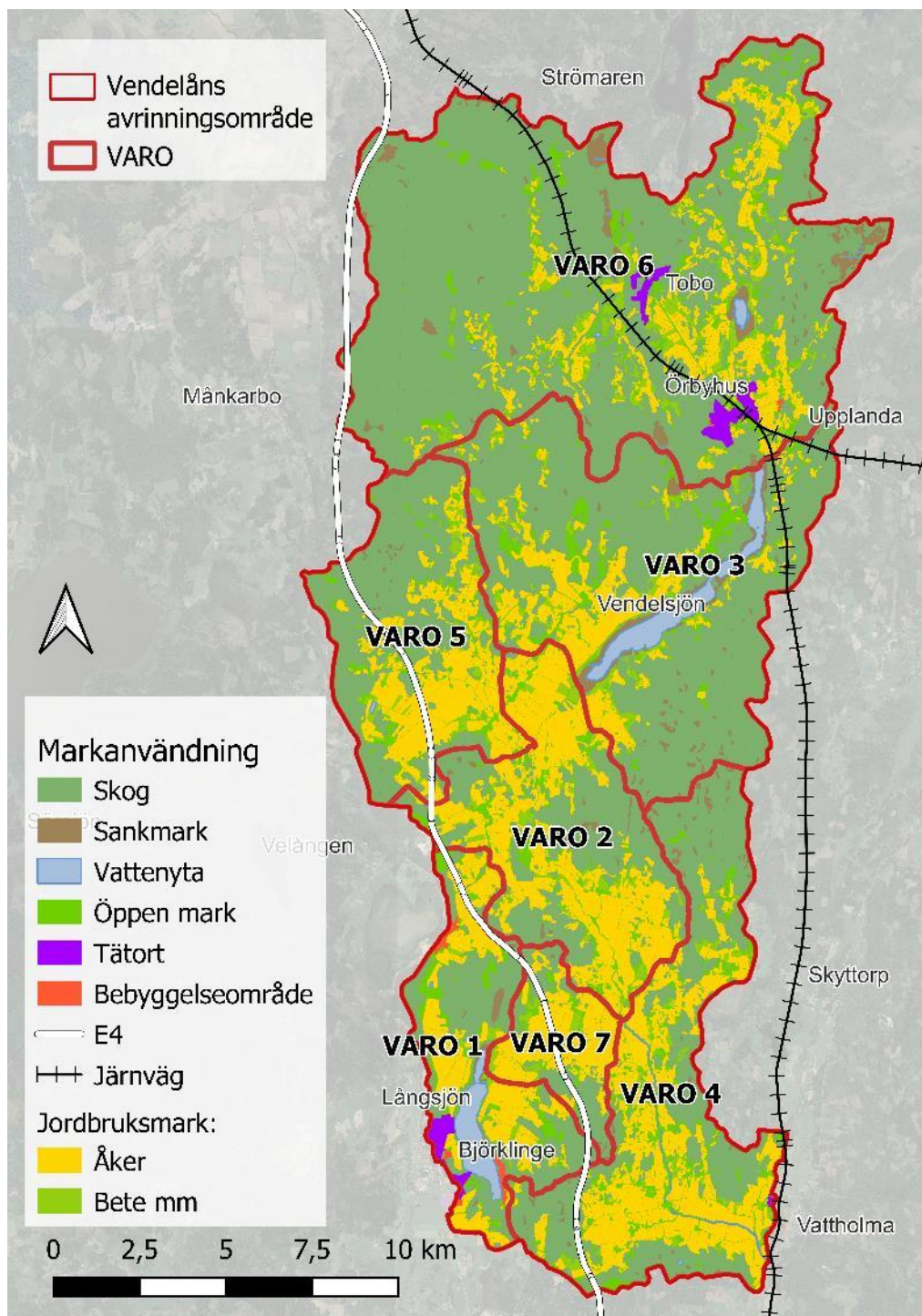
Vid beräkning av teoretisk fosfortillförsel från land till recipient sammanställdes tillgängligt GIS-underlag för olika typer av markanvändning inom området. Den diffusa näringstillförseln från land är beroende av flertalet faktorer och lokala förutsättningar. Markanvändning, topografi, markens läckagekoefficient, jordart och fosforhalter i marken samt klimatfaktorer är några av de styrande faktorerna för transporten av näringsämnen. Vid bearbetning av överlappande GIS-underlag prioriterades markytor enligt följande prioritetsordning: verksamhetsområde för dagvatten, Jordbruksverkets jordbruksblock följt av markskikt från GSD-väggkartan (skogsmark, sankmark, öppen mark och vattenytor). I öppen mark ingår generellt obrukade grönytor, väggkanter, tomter och gårdar i glesbygd. I Tätorterna Björklinge, Vattholma, Örbyhus och Tobo karterades områden för dagvatten enligt nästa stycke. Vissa ytor utanför tätorterna räknas enligt väggkartan som ”bebyggelseområde”. Dessa kategoriserades som mindre förorenande villaområden i beräkningsprogrammet Stormtac (2022) och hanterades som dagvattenalstrande ytor. Motorvägen E4:an kategoriserades också som dagvattenalstrande.

För Björklinge och Vattholma erhöles underlag för verksamhetsområden för dagvatten. För samtliga tätorter erhöles också underlag för dagvattenledningsnät. Dessa användes för att definiera vart dagvatten alstras i tätorterna. Utöver underlaget gjordes en viss handpåläggning för att inkludera närliggande villafastigheter i Tobo och Örbyhus enligt Googles satellitbilder. Det sammansatta området för dagvattenalstrande ytor kallas härnäst för ”tätort och dagvattenalstrande ytor” i figurer och text. Dagvattenberäkningar togs fram genom markkartering av tätorterna och föroreningsmodellering i Stormtac (2022).

GIS-bearbetningen resulterade i den markkarteringskarta som ses i Figur 8.

Den diffusa fosfortillförseln redovisas i denna utredning fördelat på jordbruksmark, skogsmark, sankmark, öppen mark och dagvatten (främst tätort och E4:an). Utöver detta redovisas även

mängden atmosfärisk fosfordeposition på vattenytor inom avrinningsområdet. Bruttobelastningen beräknades för de diffusa källorna, det vill säga den teoretiska näringsbelastningen som tillrinne respektive VARO årligen. Den näringsreduktion som befintliga åtgärder bidrar med inom respektive VARO dras sedan ifrån bruttobelastningen så att en nettobelastning erhålls, vilken redovisas i avsnitt 5.5. Befintliga åtgärder inkluderar två stödberättigade våtmarker på jordbruksmark.



Figur 8. Karterad markanvändning i Vendelåns avrinningsområde. Kartan har sammanfogats enligt beskrivningen ovan. Järnväg visas i orienterande syfte.

4.2.1 Jordbruksmark, skogsmark, sankmark och öppen mark

Jordbruksblocken för år 2021 innehåller den stödberättigande jordbruksmarken enligt EU:s definition med indelning av ägoslag: ”åker”, ”åkermark med långliggande vall” alternativt ”åkermark med permanenta grödor”, ”betesmark” och till mindre andel definierat som ”okänt” och stödberättigade ”våtmarker”. Vid beräkning av fosfortillförsel från dessa områden grupperades ägoslagen ”betesmark”, ”åkermark med långliggande vall”, ”åkermark med permanenta grödor” och kategorin ”okänt” till en enda kategori som i beräkningar har hanterats som betesmark. Fortsättningsvis benämns denna kategori som ”bete/övrig åkermark” i denna rapport. Marken i denna kategori bedöms som mindre produktiv jordbruksmark med lägre läckagekoefficient. Mark tillhörande kategorin åker bedöms som mer produktiv åkermark och räknas därmed separat och benämns fortsättningsvis som ”åker”.

I SMED:s arbete med beräkning av den svenska åkermarkens näringsförluster till omgivande hav som används vid rapportering till HELCOM:s PLC7 (Pollution Load Compilation) har noggranna beräkningsmodeller tagits fram (Johnsson m.fl., 2019). I denna utredning har SMED:s framtagna läckagekoefficienter för aktuell region (region 6, Mälars- & Hjälmarsbygden) används vid beräkning av jordbruksmarkens (”åkermark” samt ”bete/övrig mark”) årliga tillförsel av fosfor. Modellerna bygger bland annat på klimatdata, fosforhalter i marken, jordartsförhållande (förutom organiska jordar), markens lutning samt grödor som odlas (Johnsson m.fl., 2019). Modellens resultat är förväntade normalläckage för olika grödor, jordarter och regioner inom Sverige.

Flerfaktorer som påverkar fosforläckage från jordbruksmark ändras med åren, bland annat nederbörd, avrinning, temperatur och val av gröda. Förutom nederbörd och avrinningsförhållanden inom jordbruksmarken har jordartens egenskaper stor betydelse för fosforläckage. Områden med lerjordar, som ger upphov till makroporer i markprofilen och områden med hög erosionskänslighet har generellt högre fosforläckage. Vid beräkning av fosforförlust för ”åker” och ”bete/övrig åkermark” användes markens jordartsfördelning (Jordbruksverket, 2015a) och tillhörande läckagekoefficient (Johnsson m.fl., 2019). Jordarterna integrerades i jordbruksblocken genom att identifiera den centrala jordarten i varje block med hjälp av QGIS. För fosforläckage från ”åker” användes därefter jordartens genomsnittliga läckagekoefficient och för ”bete/övrig mark” användes läckagekoefficient för vall. Underlag kring fosforläckage relaterat till olika grödor har inte använts i denna utredning och anses inte vara relevant då val av grödor kan förändras snabbt över tid.

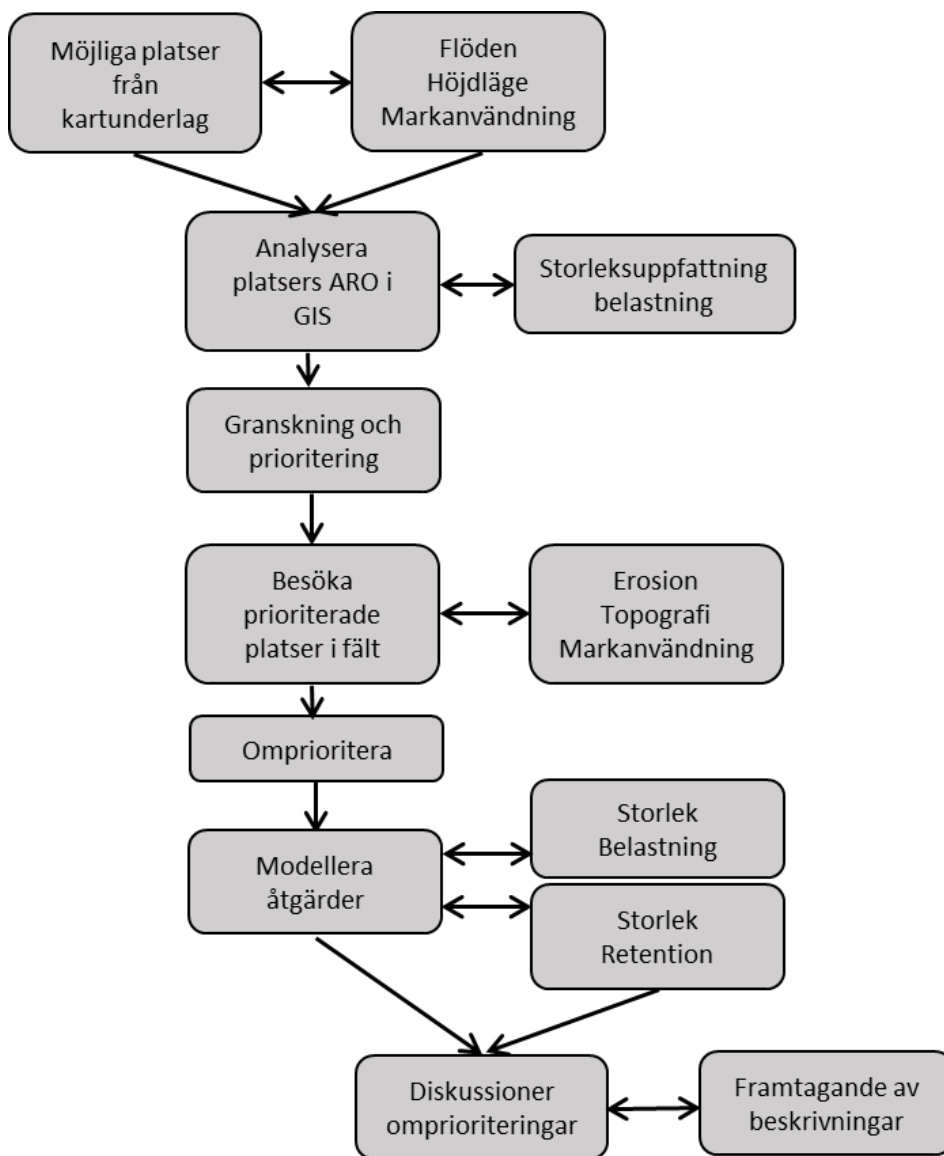
Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:20 anger för regionen typiska fosforläckage från skogsmark, sankmark och öppen mark som typhalt i mg per liter (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b), vilket tillsammans med den specifika avrinning (mm/år) för området (SMHI, 2020b) användes vid beräkning av fosforläckage för dessa tre markkategorier.

Val av åtgärdsplatser

Arbetet med att ta fram åtgärdsplatser i jordbrukslandskapet har gjorts stegvis med prioriteringar och omprioriteringar. Till att börja med har tillrinningsområdet undersökts i kartunderlag där vattendragens storlek och läge, markanvändning och möjligheten att skapa åtgärder analyserats. Platspecifika åtgärdsförslag formulerades i en ”bruttolista” och åtgärderna gavs en preliminär prioritet. Prioritetsklassningen gjordes enligt en fyrgradig skala med högsta prioritet (1) till lägst prioritet (4), där prioritet 4 innebär att åtgärdsförslaget avfärdades. Genom samma metod som för hela Vendelåns avrinningsområde erhöles en storleksuppskattning av fosforbelastning vid platsen för förslagen. Därefter har platsbesök utförts på de platser som bedömts mest lovande (åtgärder med preliminär prioritet 1 och 2).

Vid platsbesöken har förslagens lämplighet undersökts bland annat utifrån topografiska förhållanden, släntlutningar och eventuella spår av erosion samt mer specifik nuvarande markanvändning och genomförbarhet. Eventuell justering av lokalisering och/eller av tillrinningsområde gjordes baserat på observationer i fält. Belastning och åtgärdernas potentiella fosforreduktion har därefter beräknats och ett slutligt förslag till prioritet fastställts. En ”nettlista” sammanställdes med åtgärdsförslag som fått prioritet 1 och 2.

I Figur 9 visas hur processen vid framtagande av åtgärdsförslag sett ut.



Figur 9. Beskrivning av arbetsgången för framtagande av åtgärdsplatser.

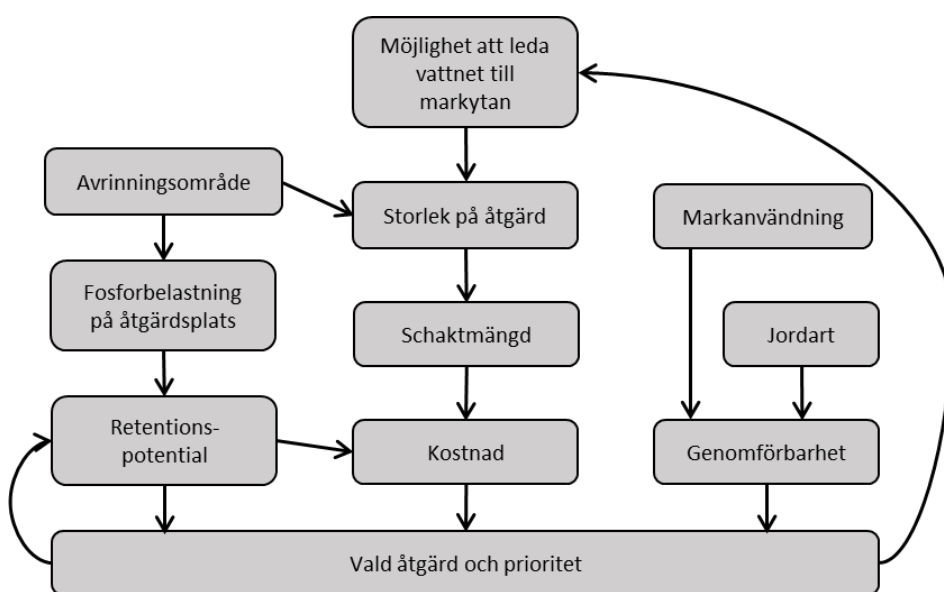
Åtgärdsförslag av prioritet 1 och 2 presenteras mer detaljerat i Bilaga 1, där fosforavskiljningsförmåga, genomförbarhet och kostnadseffektivitet mer beskrivs och illustrationer visar på lokalisering i landskapet. Platser med prioritet 3 bör ses som möjliga åtgärder att fortsätta arbetet med för god ekologisk och kemisk status, efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2.

Val av åtgärdstyp och prioritering av åtgärder

De parametrar som vägts in vid val av åtgärdsplats och åtgärdstyp samt prioriteringsordning framgår av diagrammet i Figur 10. Grundläggande är att det ska finnas flödesvägar i form av

öppna diken eller täckdiken till platsförslaget från tillrinnande jordbruksmark. Topografi, markanvändning och jordart analyserades initialt för att lokalisera platser där det i teorin fanns möjlighet att anlägga en åtgärd för uppsamling av dräneringsvatten från jordbruksmark. Storleken på åtgärden har baserats på bland annat avrinningsområdets storlek och markanvändning. Vid platsletandet har hänsyn tagits till schaktbehovet för åtgärderna då detta påverkar kostnaden starkt. Schaktmängder har beräknats efter fältbesök då vattennivåer i diken eller täckdiken har mätts i. En samlad bedömning av genomförbarhet har gjorts genom att väga in ytterligare aspekter, så som påverkan på markavvattningsföretag, modifieringsbehov av befintlig infrastruktur, åtkomst för skötselåtgärder, eventuella markföroreningar, kommunalt markinnehav, masshanteringsantagande och möjliga synergieffekter.

De parametrar som givits störst vikt vid prioriteringen av åtgärdsförslag har varit den teoretiska fosforavskiljningen för åtgärden och åtgärdens bedömda genomförbarhet utifrån lokalspecifika förhållanden. Betinget i respektive VARO har även spelat in vid prioriteringen. I avsnitt 7.3.1, där åtgärdstyperna beskrivs i detalj, beskrivs också metodiken kring val av specifik åtgärdstyp.



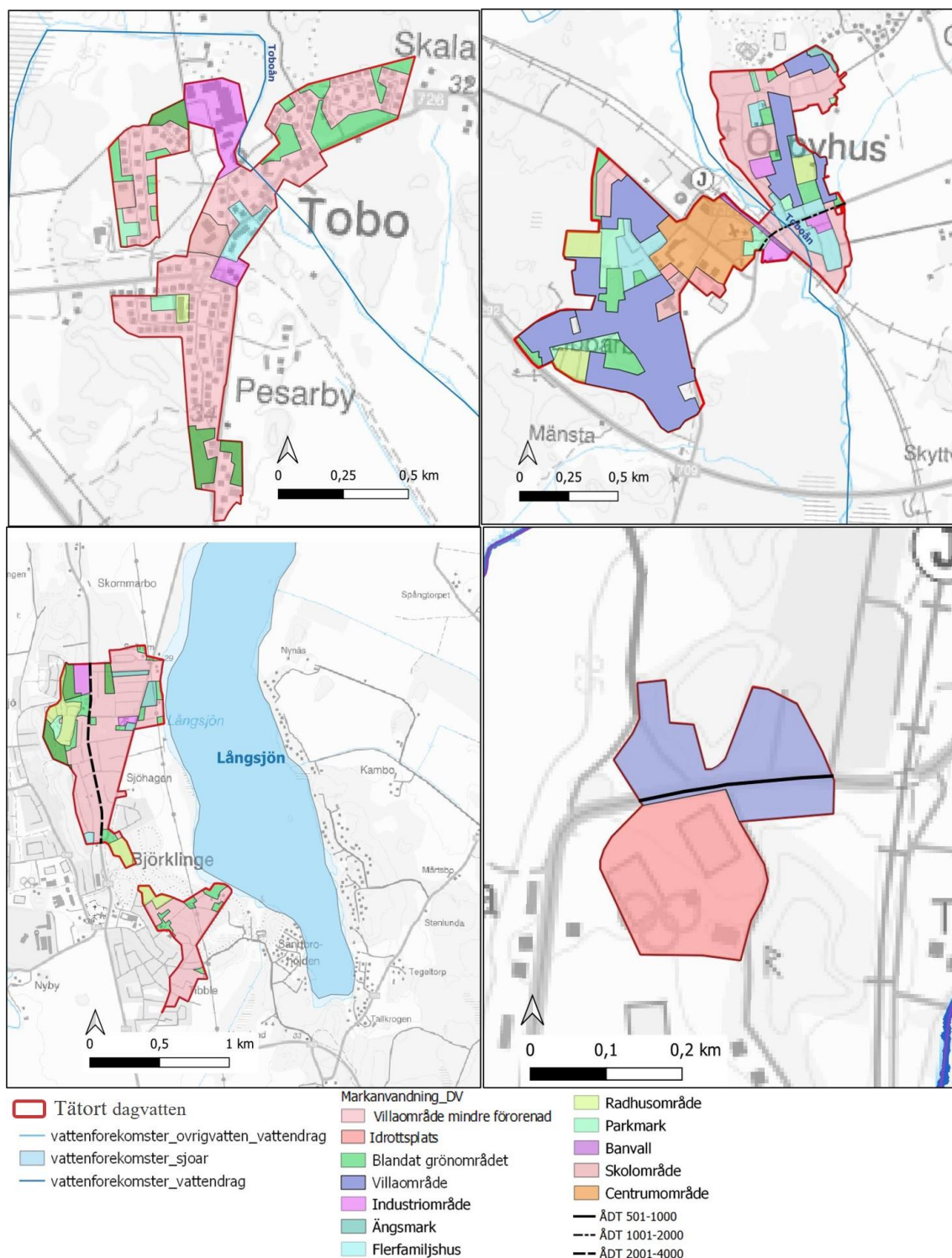
Figur 10. Konceptuell skiss över vilka parametrar som vägts in vid val av åtgärder och prioritering av dessa.

Vi vill belysa att det är av stor betydelse att i ett tidigt skede diskutera och förankra åtgärdsförslag med berörda markägare för att åtgärder ska bli genomförda och bidra med positiva effekter för recipienten och miljön. Detta eftersom de flesta åtgärder för jordbruksmark är frivilliga. Effektivast är om myndigheter kan bistå lantbrukaren med rådgivning om konkreta åtgärder som lantbrukaren kan genomföra direkt utan att det påverkar ekonomin negativt. Ofta finns det skäl till att åtgärder som föreslås inte blir genomförda. Dessa skäl kan vara lagstiftning, regelreningsverk kring EU-stöd, åkermarkens värde, oro för påverkan på grannfastigheter och brist på tid eller pengar. Åtgärder som inte inkräktar på produktionen och dessutom får stöd för merkostnaden har störst chans att bli genomförda. I Bilaga 1, avsnitt 9 redogörs för vilka stöd som kan sökas.

4.2.2 Dagvatten från tätortsbebyggelse med mera

Dagvattenberäkningar har gjorts för tätortsbebyggelse, E4:an och vissa villaområden utanför tätort.

Marken inom tätort (Figur 8) delades in i en mer detaljerad markanvändning (Figur 11). Markkarteringen gjordes genom att studera ortofoton och Google street view. Vägar med årsdygnsmedeltrafik (ÅDT) 1 000 eller mer kategoriserades separat. Vägarnas area och placering uppskattades utifrån sträckningar och bredder angivna i lager 'GSD-Väggkartan'.



Figur 11. Karterad markanvändning inom tätorterna i Toba, Örbyhus och delar av Björklinge och Vattholma (bilden nere till höger) som avbördar mot ingående vattenförekomster. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (topo-webb)

Inom tätorterna består marken främst av villaområden följt av industriområde, blandat grönområde och flerfamiljshusområde (Tabell 9).

Tabell 9. Markanvändning som har ingått i dagvattenberäkning uppdelat per vattenförekomst-avrinningsområde (VARO). Där mark ingår i tätort anges det i tabellen med ortsnamn.

Markanvändning	VARO 01 Björklinge (ha)	VARO 02 - (ha)	VARO 04 Vattholma (ha)	VARO 05 - (ha)	VARO 06 Tobo Örbyhus (ha)	VARO 07 - (ha)	Summa (ha)
Banvall					1,0		1,0
Skogsmark	5,5				3,9	1,2	11
Blandat grönområde	6,6				7,0	9,0	23
Centrumområde						14	14
Flerfamiljshusområde	0,5				1,9	11	14
Idrottsplats			3,5			2,1	5,6
Industriområde	3,0				5,1	2,9	11
Parkmark	0,8				1,3	5,7	7,8
Ängsmark	2,6					0,6	3,2
Radhusområde	8,8				0,8	6,1	16
Skolområde					2,8	2,0	4,8
Villaområde						45	45
Villaområde, mindre förorenat*	63		3,1		34	25	130
Väg 5 (E4) (ÅDT 7 800)	12	3,3	9,0	19	7,5		64
Väg 4 (ÅDT 3 700)	1,0						1,0
Bebyggelse ej tätort	53					6,4	59
Summa	160	3,3	16	19	66	130	410

* Markanvändningskategorin har använts för villaområden utan dagvattenledningsnät

4.3 Metod för hydromorfologi

4.3.1 Avgränsning

Vendelån och dess biflöden är starkt påverkat av historiska ingrepp från bland annat dämmen, dikning och markavvattning för jordbruk. Alla sju vattenförekomster i avrinningsområdet har därför idag sämre än god status för de allra flesta hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna.

För att uppnå god status enligt Sveriges implementering av EU:s vattendirektiv krävs bland annat att en stor del av Vendelåns åsträcka, drygt 70 %, upphör vara rätad, dikad, rensad och markavvattnad. Drygt 30 % av dess närområde och svämplan behöver därtill upphöra utgöras av anlagda ytor eller aktivt brukad mark (se avsnitt 2.5.2). Utöver detta tillkommer stora osäkerheter i att sex av fjorton hydromorfologiska parametrar är oklassade för alla vattenförekomster.

För att i realiteten uppnå god status med avseende på *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* krävs alltså betydande förändringar av markanvändningen kring åfåran, vilket ofrånkomligen skulle medföra stora intressekonflikter. Åtgärderna bedöms vara av sådan magnitud att de varken ryms inom detta uppdrag eller kan anses vara genomförbara inom en överskådlig framtid.

Inför nästa förvaltningscykel pågår dessutom ett arbete med att se över uppdelningen av vattenförekomster. Inom Uppsala län kommer troligen antalet vattenförekomster bli fler då vattendrag kommer att få en ökad segmentering och vissa sjöar som idag klassas som övrigt vatten kommer att bli vattenförekomster. Detta ska möjliggöra att vissa vattenförekomster att

klassas som Kraftigt Modifierade Vattendrag (KMV) (Berglund, 2022, pers. komm.), för vilka ekologisk potential ska uppnås istället för ekologisk status. Det är alltså möjligt att målbilden för vissa av Vendelåns vattenförekomster, i form av miljö kvalitetsnormer, kan komma att ändras framöver.

Med detta som bakgrund inriktades uppdraget för hydromorfologi huvudsakligen på åtgärder som medför god status för kvalitetsfaktorn *konnektivitet (upp- och nedströms)*. I praktiken innebar detta kartering av vandringshinder och framtagande av åtgärder för passage av fisk (Bilaga 2). Dock har även en översiktlig utredning gjorts för möjliga åtgärder för förbättrad *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* (Bilaga 3). Beskrivna åtgärder bedöms dock varken uppfylla behovet för att nå god status för *hydrologisk regim* eller *morfologiskt tillstånd*.

4.3.2 Metod konnektivitet

1. En GIS-databas framarbetades med en preliminär sammanställning av vandringshinder från digitala databaser (SMHI, 2013; Länsstyrelserna, 2018).
2. Ytterligare information om vandringshinder erhöles från beställaren. I detta fall fanns sedan tidigare förstudier med förslag till åtgärder för de två vandringshinder som identifierades.
3. Kompletterande information om vandringshinder gjordes även med hjälp av skriftliga källor, främst med hjälp av *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998).
4. Ytterligare komplettering av kända vandringshinder gjordes med hjälp av historiska kartor från arkiv tillhörande Rikets allmänna kartverk, Lantmäteristyrelsen och Lantmäterimyndigheterna (Lantmäteriet, 2022) samt damminventeringsprotokoll från Länsregistret (Länsstyrelsen, 1987).
5. Eventuella vattendomar som påverkar vandringshindren inhämtades.
6. En bedömning av fiskfauna och de limniska värdena i Vendelån och biflöden sammanställdes med grund i de inventeringar som finns registrerade i SERS och NORS (SLU, 2021b, 2021a), samt icke-registrerade provfisken beskrivna i *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998).
7. Vid ett vandringshinder kontaktades markägarna för dämnet och för ett annat vandringshinder kontaktades den lokala sjöföreningen för att få ytterligare lokalkännedom vandringshindren. De fick även möjlighet att ge synpunkter kring potentiella åtgärdsförslag.
8. Platsbesök genomfördes för att undersöka de fysiska förutsättningarna för fiskvägar och andra åtgärds möjligheter. Vid varje platsbesök gjordes inmätningar av nivåer på dikesbotten, vattenyta, mark och dämnen med avvägningsinstrumentet GeoMax Zenith35 Pro. Vandringshindren dokumenterades med fotografier och fältprotokoll med observationer kring utformning, vattenföring, markförhållanden, kulturmiljö med mera.
9. Efter fältbesök gjordes för varje vandringshinder en bedömning av de förstudier som fanns framtagna sedan tidigare. Utifrån tidigare förstudier och egna underlag togs sedan ett konkret åtgärdsförslag fram.
10. Varje åtgärdsförslag beskrivs i Bilaga 2. Åtgärdsförslagen tar bland annat hänsyn till genomförandepotential (markägarförhållanden, jordart, topografi, tillgänglighet, eventuell berörd vattendom eller markavvattningsföretag, intressekonflikter, hävd och kulturmiljö), en kostnadsuppskattning (investering, drift och stödmöjligheter) och

bedömd effekt av åtgärd (på konnektivitet, fiskfauna, rekreation och eventuella negativa effekter).

4.3.3 Metod hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd

1. En översiktlig kartering av utredningsområdet har gjorts genom att bland annat jämföra äldre historiska kartor från 1859-1869 (Lantmäteriet, 2022) med dagens ortofoton. Även båtlandsområden för markavvattningsföretag användes för att identifiera historiska ändringar av sjöar och vattendrag.
2. Denna kartografiska undersökning kompletterades information från *Vatten i Uppsala län* (Brunberg och Blomqvist, 1998).
3. Åtgärder från karteringen av diffus tillförsel av fosfor från jordbruksmark som avfärdades ur reningssynpunkt, men ansågs kunna bidra till en förbättrad hydromorfologi, identifierades.
4. Därefter togs en bruttolista med dessa åtgärder fram som bidrar till förbättrad status för hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd, se Bilaga 3.
5. Utbredningen av exempelvis återställande av avsänkta sjöar har anpassats utifrån dagens förutsättningar. Förslag till höjning av vattenytan har utgått från att inte påverka eventuell omkringliggande åkermark negativt och är nödvändigtvis inte kopplat till en återställning av naturliga nivåer innan avsänkning.
6. Åtgärderna beskrivs i Bilaga 3 översiktligt utifrån tillgängligt kartmaterial. De har prioriterats utifrån genomförbarhet, främst topografi och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk, men ej besökts i fält. Det har vägts in som en positiv aspekt om åtgärderna kan innebära mervärden ur rekreationssynpunkt.

Utöver åtgärder i Bilaga 3 har det vid arbetet med framtagande av åtgärder för diffus tillförsel av fosfor tagits hänsyn till hur åtgärdsförslagen kan utformas för att bidra till förbättrad *hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd*. Dessa utformningar för förbättrad hydromorfologi har integrerats i åtgärdsförslagen i Bilaga 1.

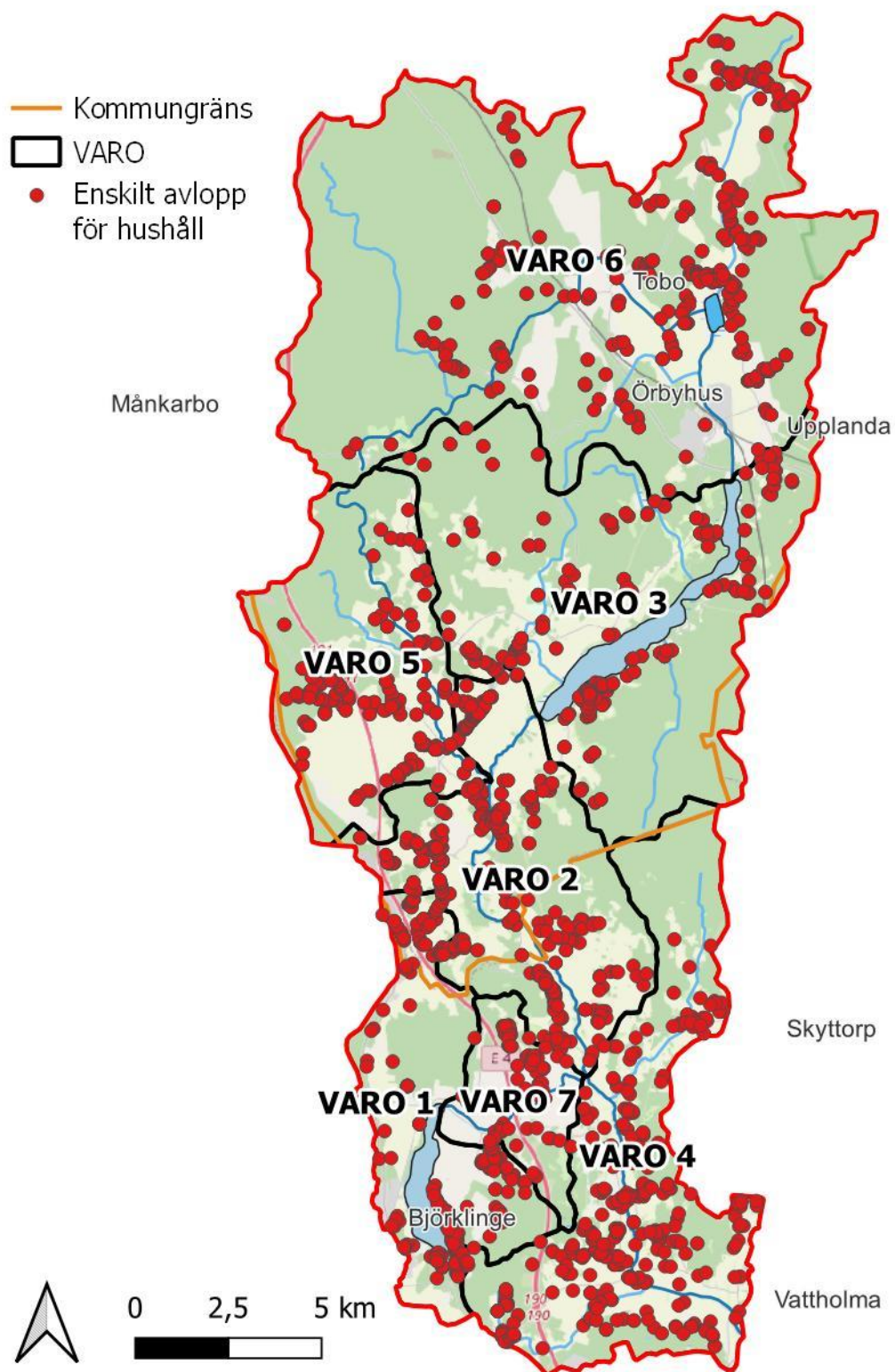
5 Fosfor

I detta avsnitt beskrivs den beräknade belastningen av fosfor från punktkällor och diffusa källor till Vendelån.

5.1 Punktkällor

5.1.1 Enskilda avlopp

Enligt underlag från Uppsala och Tierp kommuner finns 1599 hushåll med enskilda avlopp i Vendelåns avrinningsområde (se Figur 12). Av dessa ligger 752 stycken i Uppsala kommun och 847 stycken i Tierps kommun. Där avståndet från avloppen är 20 meter eller mindre till Vendelån eller anslutande biflöden förväntas endast begränsad retention av näringsämnen ske i marken. Totalt ligger 35 hushåll inom det avståndet. Inom avståndet 20–100 meter finns 227 stycken hushåll med enskilda avlopp. För dessa avlopp förväntas retention ske i marken i större utsträckning. Resterande avlopp ligger mer än 100 meter från Vendelån eller dess biflöden och beräknas ha en retention i mark motsvarande jordbruksbygd. Antalet enskilda avlopp i respektive delavrinningsområde samt fördelning mellan de olika kommunerna visas i Tabell 10.



Figur 12. Hushåll med enskilda avlopp inom Vendelåns avrinningsområde. De svarta linjerna visar gränser för respektive VARO och orange linje är kommungränsen mellan Uppsala och Tierp. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Tabell 10. Antal hushåll med enskilda avlopp i Vendelåns avrinningsområde fördelat på delavrinningsområde (VARO) och kommun.

Avrinningsområde	Hushåll med enskilda avlopp Uppsala	Hushåll med enskilda avlopp Tierp	Hushåll med enskilda avlopp totalt
VARO 1	190	36	226
VARO 2	123	203	326
VARO 3	0	193	193
VARO 4	348	0	348
VARO 5	0	135	135
VARO 6	0	280	280
VARO 7	91	0	91
Summa	752	847	1599

Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp till Vendelån

De enskilda avloppen inom Vendelåns avrinningsområde beräknas, med hänsyn taget till retention i mark, belasta Vendelån med cirka 320 kg fosfor årligen, se Tabell 11. Om alla avlopp leddes ut direkt från anläggningen till vattendrag via ledningar och ingen retention således kunde ske, skulle belastningen av fosfor från de enskilda avloppen vara ungefär dubbelt så stor.

Tabell 11. Beräknade årliga mängder fosfor från enskilda avlopp som belastar Vendelån.

Typ av reningsanläggning	Antal hushåll	Belastning (kg/år)	Reduktion anläggning (%)	Utsläpp från anläggning (kg/år)	Retention (kg/år)	Till Vendelån (kg/år)
Enbart slamavskiljning	167	162	15	137	40	98
Infiltration/markbädd	909	880	50	440	219	221
Minireningsverk	128	124	80	25	25	0
Fosforfälla Infiltration/markbädd	14	14	80	2,7	2,7	0
Sluten tank + infiltration BDT	228	221	95	11	11	0
Torrtoalett och enkel/ingen BDT-rening	30	9	90	0,9	0,9	0
Endast BDT m rening	103	32	95	1,6	1,6	0
Ej indraget vatten	20	0	100	0,0	0,0	0
Summa	1 599	1 440		618	300	319

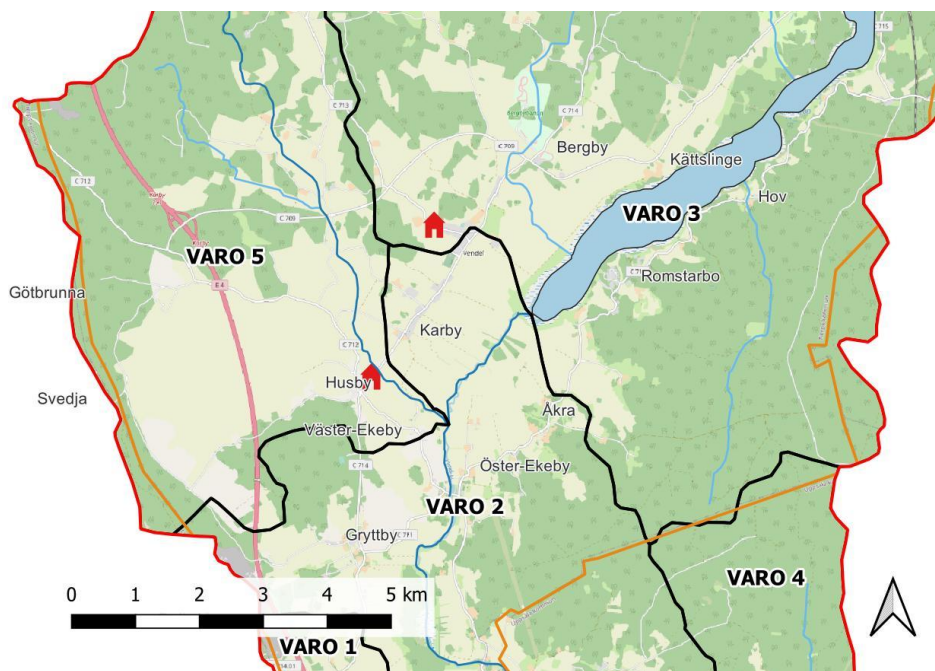
I Tabell 12 nedan redovisas beräknad tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom Vendelåns avrinningsområde fördelat per VARO och kommun samt totalt.

Tabell 12. Beräknad årlig tillförsel av fosfor från enskilda avlopp inom avrinningsområdets olika VARO till Vendelån fördelat mellan Uppsala och Tierps kommuner.

Avrinningsområde	Kg P/år Uppsala	Kg P/år Tierp	Kg P/år totalt
VARO 1	11	9	20
VARO 2	27	47	74
VARO 3	0	39	39
VARO 4	69	0	69
VARO 5	0	34	34
VARO 6	0	73	73
VARO 7	10	0	10
Summa	117	202	319

5.1.2 Reningsverk

Inom Vendelåns avrinningsområde finns två mindre avloppsreningsverk - Husby reningsverk och Hovgårdsbergs reningsverk (Figur 13). Information om dem sammanfattas nedan.



Figur 13. Lokalisering av avloppsreningsverken i Husby och Hovgårdsberg (röda hus-symboler).

Husby avloppsreningsverk

Husby reningsverk är en U-verksamhet som ligger på fastighet Husby 19:2. Fastigheten ligger inom avrinningsområdet för Vendelån–Tassbäcken (VARO 5).

Enligt erhållit underlag från miljökontoret i Tierp är Husby reningsverk dimensionerat för 175 pe. Antal anslutna år 2012 var 48 pe. Utnyttjad kapacitet var då alltså 27 %. Länsstyrelsens beslut från 1986 anger att haltkrav för utgående vatten från verket är 20 mg BOD₇ per liter och 0,8 mg P-tot per liter. Reningsprocessen utgörs av biologisk rening och kemisk rening i biotorn. Reningsstegen utgörs av försedimentering, biobädd, slutsedimentering och slamsilo.

I Tabell 13 visas inkommande halter och mängder BOD₇, totalfosfor och totalkväve till avloppsreningsverket fördelat mellan åren 2016–2020 (Miljökontoret Tierp, 2022). Resultat av provtagning på utgående behandlat avloppsvatten från åren visas i Tabell 14. Mellan tre och fyra provtagningar har skett per år. Inkommande mängd totalfosfor var i medeltal 90 kg årligen men årsmedelvärden varierar mellan knappt 30 och 240 kg.

Tabell 13. Halt och mängd BOD₇, totalfosfor och totalkväve i inkommande avloppsvatten, mellan 2016 och 2020 årsvis (Miljökontoret Tierp, 2022). Beräknade medelvärden för åren.

Inkommande	Enhet	2016	2017	2018	2019	2020	Medel
BOD ₇	mg/l	56	97	528	138	670	300
Tot-P	mg/l	2,3	3,8	60	6,3	79	30
Tot-N	mg/l	32	37	59	55	88	54
BOD ₇	kg/år	1 559	662	2 090	855	*	1 290
Tot-P	kg/år	65	26	236	39	*	90
Tot-N	kg/år	877	241	233	342	*	420

* Värden saknas.

Mängden utgående totalfosfor i renat avloppsvatten från reningsverket var i medeltal knappt 10 kg per år under åren 2016–2020. Årsmedelvärden har varierat från knappt 4 kg till 20 kg. Utöver det har sannolikt utsläpp av bräddvatten skett men inget underlag har erhållits angående bräddvatten. Utgående halter och mängder BOD₇, totalfosfor och totalkväve enligt provtagningar från åren 2016 till 2020 sammanfattas i Tabell 14. Mätvärdena baseras på åtta provtagningar per år. Reningsgrad redovisas i Tabell 15.

Tabell 14. Resultat av provtagning på utgående behandlat avloppsvatten från åren 2016-2020 (Miljökontoret Tierp, 2022) samt beräknade medelvärden. Resultat redovisas för BOD₇, totalfosfor och totalkväve i halter och mängder.

Utgående	Enhet	2016	2017	2018	2019	2020	Medel
BOD ₇	mg/l	7,6	11,6	17,8	21,1	19,6	16
Tot-P	mg/l	0,74	0,62	0,91	0,84	0,78	0,8
Tot-N	mg/l	28,3	35,3	29,5	32	34,1	32
BOD ₇	kg/år	212,2	79,6	70,3	130,6	*	120
Tot-P	kg/år	20,6	4,2	3,6	5,2	*	10
Tot-N	kg/år	786,4	241,2	116,9	197,9	*	340

* Värden saknas.

Tabell 15. Reningsgrad för BOD₇, totalfosfor och totalkväve.

Reningsgrad	Enhet	2016	2017	2018	2019	2020	Medel
BOD ₇	%	86	88	97	85	95	90
Tot-P	%	68	84	98	87	95	86
Tot-N	%	10	5	50	42	50	31

Hovgårdsbergs avloppsreningsverk

Hovgårdsbergs avloppsreningsverk ligger på fastigheten Hamra 1:1. Verket är en C-anläggning och tar alltså emot avloppsvatten med en föroreningsmängd som motsvarar mellan 200 och 2000 pe. Hovgårdsbergs avloppsreningsverk är dimensionerat för 250 pe. Halkraven på utgående avloppsvatten är 15 mg BOD₇ per liter och 0,5 mg P-tot per liter (Miljökontoret Tierp, 2022).

Anläggningen är ett Biovac-system och ligger under markytan. Avloppsvattnet genomgår en satsvis behandling i två steg via en mottagningstank – biologisk och kemisk rening i varsin reaktor. Renat avloppsvatten släpps via ett dike och en kulvert som tillhör Hovgårdsberg Prästgårdens diktningföretag (Miljökontoret Tierp, 2022).

Reningsverket har haft inkörningsproblem på grund av ett felbygge. Felbygget är enligt miljökontoret i Tierp (2022) ett resultat av felaktiga ritningar. Verket har även driftsvårigheter på grund av igensatta pumpar (tvättlappar i toaletter).

Inga slutsatser bedöms kunna dras från erhållna mätdata från verket angående årlig utsläppsmängd av fosfor.

5.1.3 Hästhållning

Fosfor i hästgödsel

En vuxen häst avger lika mycket fosfor med träck och urin som den tar upp med fodret. Fosformängden i den vuxna hästens träck och urin beror således på hur mycket den äter, vilket i sin tur beror på hästens storlek och hur den används. Det är i träcken som fosfor återfinns (Ögren, 2013).

Enligt Jordbruksverket är tumregeln att en 500 kg tung häst producerar 8–10 ton gödsel per år. Varje ton gödsel innehåller cirka 1 kg fosfor vilket innebär att 8–10 kg fosfor genereras per häst och år. Från en ponny i lätt träning är mängden gödsel betydligt mindre och mängden fosfor drygt 5 kg per år.

Fosforläckage från hästgårdar

Kännetecknande för många hästgårdar är att fosformängden i hästgarna ackumuleras. Det beror på att det inte sker något uttag av fosfor från hästhagen. Det hästarna äter återförs till marken med eventuellt fosforöverskott från tillskottsfoder i form av hö och kraftfoder. Många hästgator är dessutom hårt upptrampade och saknar vegetation, speciellt vid grindhål och utfodringsplatser. I en studie har man från ett antal rastfällor för hästar i Uppsalatrakten gjort mätningar på fosforläckage (Parvage, 2015). Rastfällorna har haft varierande lerhalt och olika antal hästar. Den bedömda tillförda mängden fosfor i rastfällorna per hektar var 60 kg/år, vilket kan jämföras med den tillåtna mängden organiska gödselmedel på åkermark som är 22 kg per hektar och år för (SJVFS, 2015). I studien framkom att fosforläckage från rastfällorna var i genomsnitt 1,1 kg per hektar. Från åkermark i denna region kan förlustnivån variera mellan 0,09–1,5 kg/hektar och år med medelvärdet 0,87 kg/hektar och från vanlig betesmark är medelvärdet 0,1 kg fosfor per hektar, Tabell 16. För att inte överskrida den maximala gränsen för spridning av fosfor med stallgödsel på 22 kg så kan man ha en hästäthet på max 2,5 hästar per hektar (Larsson, M., 2018). Ofta är hästätheten högre, inte sällan det dubbla. Mockning i rastgator är den viktigaste åtgärden för att motverka ackumulering av fosfor i rastgarna.



Figur 14. Med många hästar i små rasthagar blir det stort markslitage.

Tabell 16. Beräknat fosforläckage från hästgårdar vid olika markanvändning.

Markanvändning	Fosforläckage
	kg P/ha år
Hästrastfällor (Parvage, M. M. m.fl., 2011)	1,1
Betesmark (Brandt, M. och Ulén, B., 1988)	0,1
Åkermark (Jordbruksverket, 2008)	0,4

Faktorer som påverkar fosforläckage från betesmark är framför allt närhet till vattendrag, skötsel av hagar och hästtätheten. Andra faktorer som också spelar in är jordart, topografi, ytvattenhantering (om ytvatten rinner in i hagen från omgivningen) och dräneringsförhållanden med öppna och täckta diken samt skyddsåtgärder för kvarhållning av avrinnande vatten och fosfor.

Om vuxna hästar på sommarbete inte tillskottsodras, är det balans mellan upptag av fosfor och återförd fosfor genom gödseln. Däremot kan en rumslig omfördelning ske inom hagen.

Resultat

I inventeringen identifierades 70 hästgårdar inom Vendelaåns avrinningsområde. Femton av dessa bedöms medföra särskilt hög risk för fosforläckage, på grund av närhet till diken och vattendrag som leder till Vendelån.



Figur 15. Lokalisering av de 70 hästgårdar som hittades inom Vendelåns avrinningsområde vid genomförd inventering.

Det totala antalet hästar inom Vendelåns avrinningsområde uppskattades till cirka 300 stycken. Avståndet från rasthagar till närmaste vattendrag varierar mellan två meter och 2 400 meter med medelavstånd på cirka 550 meter. Femton gårdar har rasthagar som ligger närmare än 100 meter

från vattendrag. Avståndet från gödselplatta/container till närmaste vattendrag ligger mellan 0 och 2 400 meter med medelavstånd på knappt 600 meter, och där tio stycken ligger närmare än 100 meter till vattendrag (Tabell 17).

Tabell 17. Uppskattat antal hästgårdar, hästar, hästtäthet och avstånd mindre än 100 meter från gödselplats och rasthagar till vattendrag inom Vendelåns avrinningsområde, uppdelat på vattenförekomst-avrinningsområden (VARO).

ARO	Hästgårdar	Hästar	Rasthagar	Hästtäthet	Rasthage <100 m från vattendrag	Gödselplats <100 m från vattendrag
	antal	antal	hektar	hästar/ha rasthage	antal gårdar	antal gårdar
VARO 1	8	43	6	7	1	0
VARO 2	14	75	12	6	2	0
VARO 3	6	19	2	9	1	0
VARO 4	14	57	9	6	3	3
VARO 5	10	39	6	6	2	3
VARO 6	18	79	11	7	6	4
VARO 7	0	0	0	0	0	0
Summa	70	312	46	7	15	10

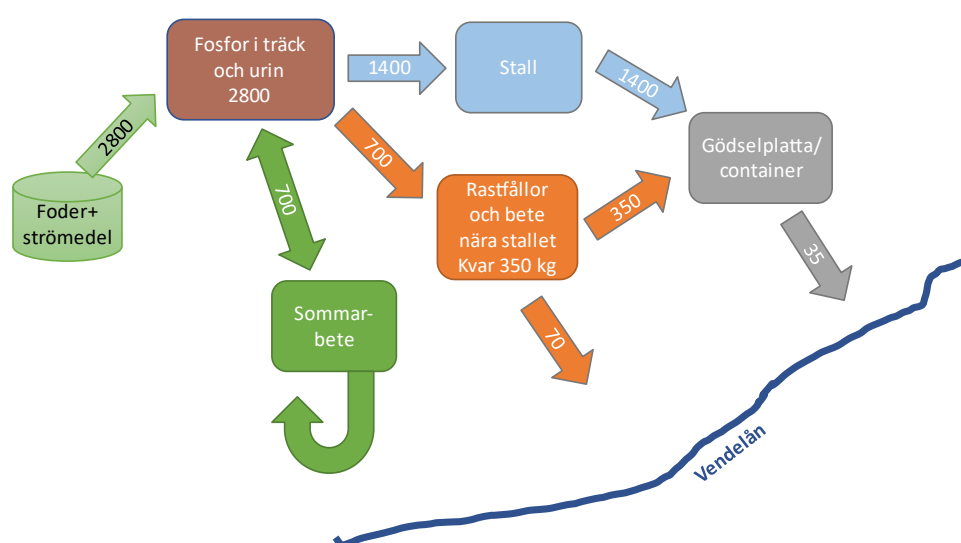
Gödseln från hästgårdar i Vendelåns avrinningsområde innehåller cirka 2,8 ton fosfor per år. Av detta antas cirka hälften hamna inne i stallet och flyttas vidare till gödselplatta, en fjärdedel hamna i rastfällor och beten nära stallet, och en fjärdedel hamna ute på sommarbetet (Figur 16). Rastgårdar och beten nära stallet antas mockas till 50 % (se avsnitt 0). Läckage från gödselhantering och rastgårdar beräknas till cirka 105 kg/år (Tabell 18). I Tabell 19 visas den beräknade belastningen från hästgårdarna uppdelat per delavrinningsområde (VARO).

Tabell 18. Uppskattad årlig fosforbudget i kg för hästhållningen inom Vendelåns avrinningsområde (ARO) beräknat för 312 hästar.

Fosforbudget hästhållning	Totalt kg P/år
Träck och urin totalt	2 800
Till gödselplatta/container (mockning inne och ute)	1 700
Kvar i rastfällor och beten nära stallet efter mockning	350
Gödsel i hage sommarbete	680
Läckage gödselplatta	35
Läckage från rastfällor och beten nära stallet	70
Totalt läckage från hästverksamheten	105

Tabell 19. Uppskattat årligt läckage från hästverksamheten i Vendelåns avrinningsområde, uppdelat per uppdelat på vattenförekomst-avrinningsområden (VARO).

Avrinningsområde	Antal hästar	Läckage kg P/år
VARO 1	43	14
VARO 2	75	25
VARO 3	19	6
VARO 4	57	20
VARO 5	39	14
VARO 6	79	26
VARO 7	0	0
Summa	312	105



Figur 16. Fosforbudget (kg/år). Uppskattad mängd fosfor i träck och urin från hästar i Vendelåns avrinningsområde årligen, hur denna mängd fördelas till stall, rastfällor/bete nära stallet samt till sommarbete, och hur mycket fosfor som uppskattas läcka ut till Vendelån. I beräkningarna har för sommarbetet antagits en balans mellan upptag av fosfor genom bete och återförd fosfor genom gödseln.

I Figur 16 visas att cirka 350 kg fosfor blir kvar i rasthagarna efter 50 % mockning. Av dessa bedöms 20 % läcka ut i Vendelån vilket motsvarar 70 kg P per år. Fosfor som är kvar i rasthagarna ackumuleras dels i rasthagarna, dels i omgivande mark dit ytvatten och dräneringsvatten leds. Den totala arean för rasthagarna är cirka 50 hektar, vilket innebär att varje hektar rasthage läcker 1,4 kg fosfor. Det är något högre än studien av Parvage (2015) från Hågaån som angav 1,1 kg P/ha.

Hästtätheten bedöms vara cirka 7 hästar per ha i rasthagarna. Men det bör poängteras att det finns en stor osäkerhet i denna siffra då hästantal och rastyta endast bedömts utifrån flygbilder över området. Dessutom kan antalet hästar variera över tid.

5.1.4 Miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

Inom Vendelåns avrinningsområde redovisar Länsstyrelsen fem tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter (Länsstyrelserna, u.å.) (Figur 17). Samtliga av dessa har prövningskategori B. Verksamheterna omfattar en industri där ytbehandling av metall och plast förekommer, en avfallsanläggning för deponering av icke-farligt avfall samt tre grus- och bergtäkter. Ingen av dessa verksamheter bedöms släppa ut mer än oväsentliga mängder fosfor till Vendelån.

Avfallsanläggningen Gatmot har två verksamheter för tillfället: Återvinningscentral och sluttäckning av deponi (deponering avslutades 2008, sluttäckning pågår nu sedan 2014). Alla ytor inom deponin avrinner via diken till en lakvattendamm dit även lakvattnet från deponin rinner. Vatten från lakvattendammen pumpas sedan till kommunens reningsverk (totalt pumpades 54 m³ under 2021) och belastar således inte Vendelsjön eller Vendelån.



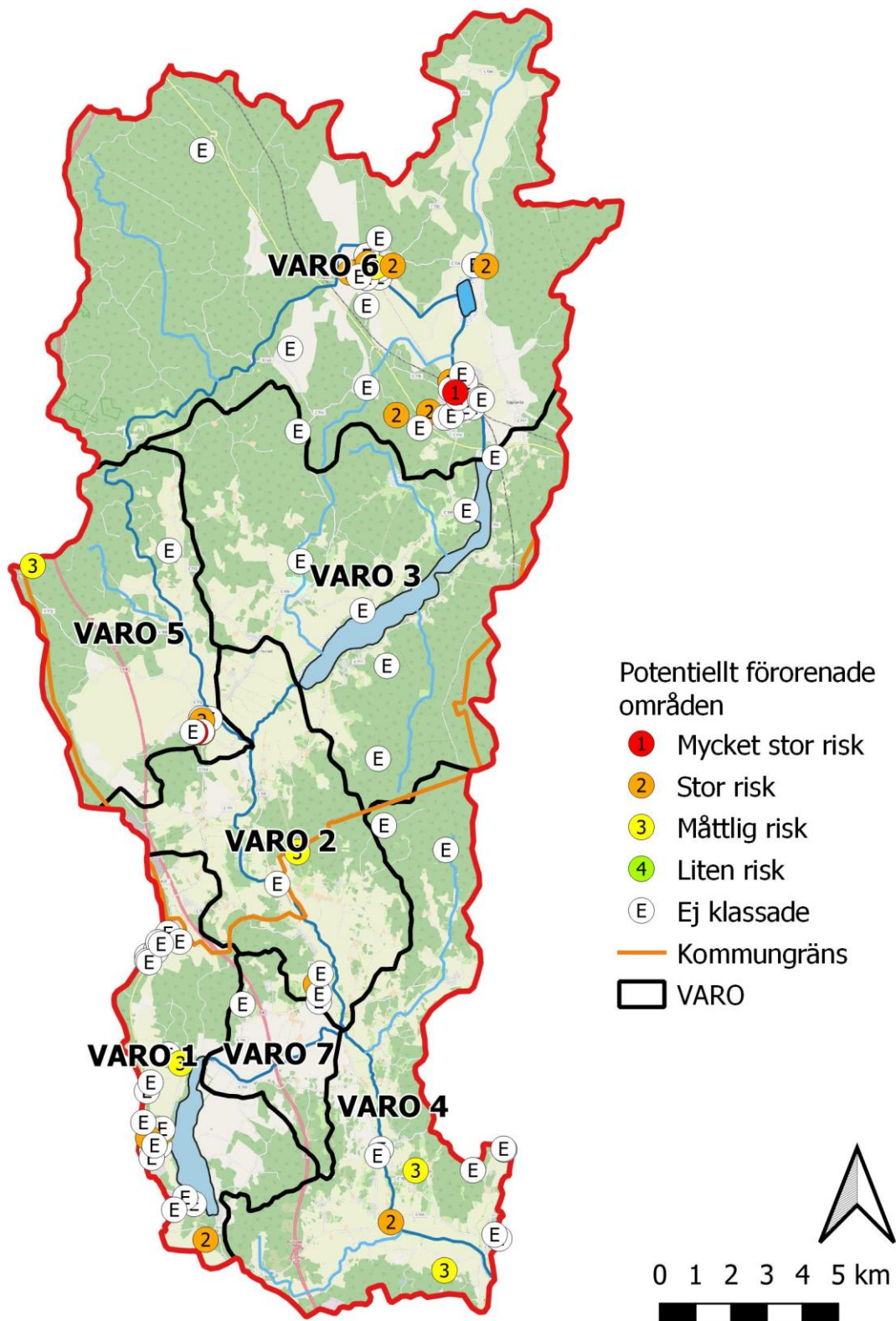
Figur 17. Det finns fem tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter, samtliga B-anläggningar, i Vendelåns avrinningsområde (Länsstyrelserna, u.å.). Bakgrundskarta: ©OpenStreetMap, bidragsgivare.

Det finns 101 områden som enligt Länsstyrelsens karta över förorenade områden är potentiellt eller konstaterat förorenade inom Vendelåns avrinningsområde (Länsstyrelserna, u.å.) (Figur 18). Det handlar om fyra avloppsreningsverk, avfallsdeponier för icke-farligt och farligt avfall,

bilverkstäder och bilskrotar, plantskolor, skjutbanor, diverse industrier med mera. Två områden har bedömts med mycket hög risk – en verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel och en metallindustri. Bortsett från avloppsreningsverken så bedöms inga av dessa förorenade områden bidra till fosforbelastningen i Vendelån. Avloppsreningsverken ska enligt kartlagret ligga i Husby, Örbyhus och Tobo (Tierps kommun) samt Läby (Uppsala kommun). Läby avloppsreningsverk är idag nedlagt och inte i bruk. Reningsverken i Tobo och Örbyhus är anslutna till ett reningsverk utanför Vendelåns avrinningsområde i Tierp. De avloppsreningsverk som idag är i bruk och ligger i Vendelåns avrinningsområde beskrivs i avsnitt 5.1.2.

Det kan påtalas att växtskyddsmedel som används i växthus har påträffats i ytvatten nedströms växthus på flertal platser i landet, bland annat enligt en rapport om svenska växthusvatten från Hushållningssällskapet Skåne (2019). Det innebär att plantskolor vars odling inte sker i helt täta system även kan läcka fosfor. Med dagens kunskapsläge kan sådant läckage till Vendelån inte kvantifieras.

Ett av de potentiellt förorenade områdena är ett flygfält norr om Långsjön. Området är markerat som flygplats och flygfältet syns tydligt i ortofoto. Då flygplatsen eftersöktes (2022-05-02) var platsen inte markerad som flygplats i kartor (exempelvis Google Maps och Eniro). Flygplatsen dök inte heller upp i sökningar på Google. Platsen antags inte användas för närvarande och bedöms inte bidra till fosforbelastningen i Vendelån.

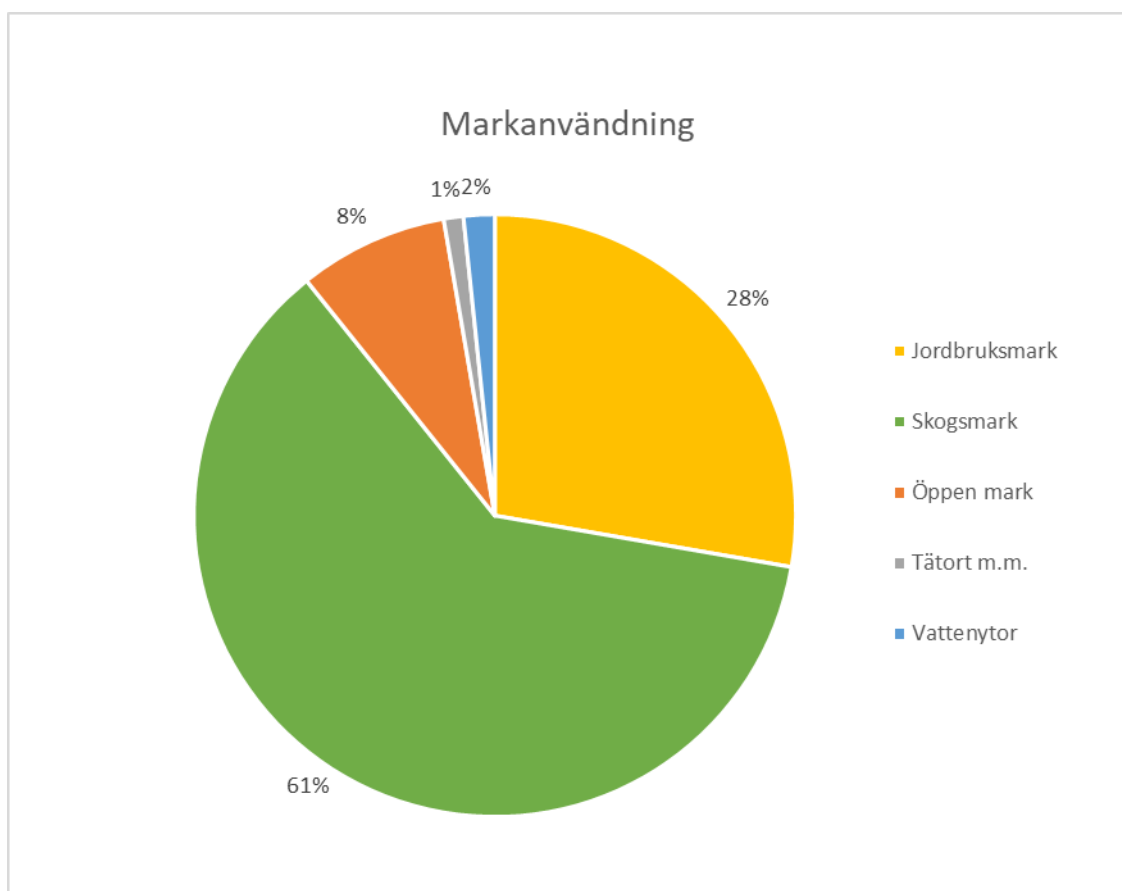


Figur 18. Potentiella och konstaterade förorenade områden inom Vendelåns avrinningsområde. Två områden är klassade med mycket hög risk (röd nr. 1). Källa: (EBH-kartan, 2021). Bakgrundskarta ©OpenStreetMap, bidragsgivare.

5.2 Diffusa källor

I detta avsnitt redovisas modellerad tillförsel av fosfor från diffusa källor. Delavsnitten är indelade i jordbruksmark, skogsmark och sankmark, öppen mark, atmosfärisk deposition på vattenytor och slutligen dagvatten.

Vendelåns totala avrinningsområde uppgår till 385 km². Figur 19 och Tabell 20 åskådliggör översiktligt hur markanvändningen fördelas inom området och respektive VARO. Skogsmark utgör den största andelen (60 %) av markanvändningen och dominerar övergripande i avrinningsområdet. Jordbruksmark är den näst vanligaste markanvändningen (30 %) och dominerar framförallt längs vattendrag. I avrinningsområdets nordvästra del och öster om Vendelsjön dominerar skogsmark. Öppen mark utgör en något mindre del än jordbruksmarken och vattenytor än mindre. De områden som bidrar med dagvatten motsvarar totalt cirka 1 % av markanvändningen, där Österbybruk (VARO 7–10) bidrar med störst fosfortillförsel (se avsnitt 5.2.5).



Figur 19. Fördelning av markanvändning inom Vendelåns avrinningsområde. Den totala ytan är 385 km². I tätortbiten "tätort m.m." ingår även E4:an och ytor kategoriserade som bebyggelseområde i Figur 8.

Tabell 20. Markanvändning fördelat på vattenförekomstavrinningsområde (VARO) i Vendelåns avrinningsområde.

VARO	Jordbruks- mark ha	Skogsmark ha	Öppen mark ha	Dagvatten tätort m.m.* ha	Vattenytor ha	Totalt ha
VARO 1	993	1225	380	157	236	2991
VARO 2	2211	1645	413	3	0	4272
VARO 3	1399	5373	524	0	346	7642
VARO 4	2047	2627	565	16	23	5277
VARO 5	1353	2196	283	19	4	3854
VARO 6	1959	10 168	822	199	33	13 181
VARO 7	706	429	104	13	0	1252
Totalt	10 669	23 663	3090	407	642	38 470
Andel (%)	28	62	8	1	2	100

*Här ingår även E4:an och ytor kategoriserade som bebyggelseområde i Figur 8.

Tabell 21 visar fördelningen av fosforbelastning för de diffusa källorna. Sammantaget uppgår den modellerade fosforbelastningen för hela området till 9,9 ton per år, där jordbruksmark är den största bidragande källan och står för 91 % av den diffusa belastningen. Den diffusa fosforbelastningen är som störst från VARO 4, VARO 2 och VARO 6. Det beror på att det finns störst andel åkermark i dessa områden. Belastningen är lägst men fortfarande relativt stor från VARO 7 och VARO 1. Dessa sistnämnda avrinningsområdena domineras av skogsmark.

Tabell 21. Fosforbelastning (kg/år) för diffusa källor per vattenförekomstavrinningsområde (VARO) i Vendelåns avrinningsområde: jordbruksmark, skogsmark, öppen mark, tätort (inklusive E4:an) samt atmosfärisk deposition av fosfor.

VARO	Jordbruks- mark kg/år	Skogs- mark* kg/år	Öppen mark kg/år	Dagvatten tätort m.m. kg/år	Atm. deposition kg/år	Totalt kg/år
VARO 1	840	29	17	47	12	950
VARO 2	1 900	40	18	2,5	0	2 000
VARO 3	1 100	130	23	0	17	1 300
VARO 4	1 900	63	25	9,3	1	2 000
VARO 5	990	53	13	15	0	1 100
VARO 6	1 500	250	36	90	2	1 900
VARO 7	680	10	5	11	0	703
Totalt**	9 000	570	140	174	32	9 900
Andel (%)	91	6	1	2	0	100

*Inklusive sankmark

** Avrundat till två värdesiffror.

Åtgärder som redan vidtagits inom området, exempelvis odlingsfria kantzoner och strukturkalkning, är inte inräknade i denna beräkning. Det gäller även den rening som sker i anlagda våtmarker inom jordbrukslandskapet samt dagvattendammar. Befintliga åtgärders avskiljningsförmåga och deras bidrag till rening redogörs för i avsnitt 5.3. Den rening som åtgärderna bidrar med har räknats bort från den externa bruttobelastningen för att få fram en nettobelastning, vilket beskrivs i avsnitt 5.5.

I följande avsnitt redovisas beräknad bruttobelastning av fosfor för Vendelåns avrinningsområde indelat per markanvändningskategori.

5.2.1 Jordbruksmark

Av utredningsområdets totala area på 385 km² upptar jordbruksmarken 107 km² (cirka 30 %), fördelat på åkermark och bete/övrig åkermark utifrån jordbruksblockdata från Jordbruksverket (Jordbruksverket, 2021a). Som tidigare beskrivits varierar andelen jordbruksmark mellan de ingående VARO. Sett till respektive områdes markanvändning finns mest jordbruksmark i VARO 2, 4 och 6 men mycket jordbruksmark finns även i övriga VARO.

Totalt beräknas jordbruksmarken årligen bidra med cirka 9 ton fosfor till Vendelån. Åkermarken står för cirka 8,6 ton per år. Åkermarkens läckagekoefficient för Vendelåns avrinningsområde är i medel 0,91 kg P/ha och år. Lerjordar dominerar Åkermarken domineras av lerjordar som är de jordar som har högst modellerat fosforläckage för fosfor. I fallande ordning är det ”silty clay loam”, ”silty clay” och ”clay loam” som dominerar. Medelfosforläckaget för regionen är 0,87 kg/ha och år enligt SMED (Johnsson m.fl., 2019). Avrinningsområdets beräknade läckagekoefficient för åkermark är mycket likt medelfosforläckaget för regionen.

Av jordbruksmarkens årliga tillförsel av fosfor utgör bete/övrig åkermark en mindre del, 440 kg per år. Medelfosforläckaget för denna markkategori beräknades till 0,32 kg P/ha och år för området. Detta är jämförbart med SMED:s beräknade medelläckage för regionen av vall på 0,36 kg P/ha och år (Johnsson m.fl., 2019). Likt åkermarken i området dominerar lerjorden ”silty clay loam” även på mark brukad som bete/övrig åkermark.

5.2.2 Skogsmark och sankmark

Skogsmark och sankmark bidrar också med fosfor även om det specifika läckaget är litet. För regionen är fosforhalten i avrinnande vatten från dessa marktyper 0,013 mg/l (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b). Beräknat med en specifik avrinning (medel av perioden 1991-2020) för området på 185 mm/år (SMHI, 2020b) resulterar det i en tillförsel på cirka 0,024 kg P/ha och år för skogs- respektive sankmark. Inom utredningsområdet finns cirka 240 km² skogs- och sankmark där merparten är skogsmark. Marken bidrar årligen med en fosfortillförsel motsvarande 570 kg. Utbredningen av skogs- respektive sankmark varierar mellan de olika VARO men är generellt större längre norrut och öster om Vendelsjön.

5.2.3 Öppen mark

Öppen mark är den mark som inte ingår i någon av de övriga markkategorierna. Generellt representerar öppen mark obrukade grönytor och vägkanter samt glesbebyggda områden utanför verksamhetsområde för dagvatten. Öppen mark omfattar totalt cirka 30 km², vilket är en mindre andel (8 %) av områdets markanvändning. Fosfortillförseln från öppen mark beräknades på samma sätt som för skogs- och sankmark, fast baserat på en medelhalt på 0,024 mg/l. Detta resulterade i en fosfortillförsel på 0,044 kg/ha och år motsvarande en total årlig belastning på 130 kg.

5.2.4 Atmosfärisk deposition av fosfor

För årlig atmosfärisk deposition av fosfor användes siffran 5 kg/km², vilket används inom HELCOM vid beräkning av deposition av fosfor till Östersjön (Karlsson och Pihl Karlsson, 2018). Då utredningsområdet ligger i nära anslutning till Östersjön anses denna siffra vara representativ även här. Den beräknade vattenytan i avrinningsområdet är 640 hektar vilket motsvarar cirka 2 % av området. Den totala belastningen är blir då 32 kg per år. Atmosfärisk deposition av fosfor kan variera mycket enligt Karlsson och Phil Karlsson (2018), vilket gör

beräkningen osäker, men samtidigt är belastningen från atmosfäriskt deposition liten i jämförelse med bidragen från andra källor.

5.2.5 Dagvatten

Belastningen av dagvattenburen fosfor beräknades för tätorterna Örbyhus, Tobo och de delar av Björklinge och Vattholma som avbördas mot Vendelån (Figur 11). Beräkningarna gjordes med beräkningsverktyget Stormtac (2022). Verktyget använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföreningar. Belastningen anges som ett spann (osäkerhet).

Som indata i Stormtac användes markanvändningen (Figur 11) och årsmedelnederbörd. Årsmedelnederbörden sattes till 700 mm/år då den varierar mellan 686 och 706 mm/år inom området (SMHI, 2022).

Fosforbelastningen via dagvatten beräknades till 140 ± 40 kg/år (Tabell 22), fördelat på de sex VARO:n som tätorterna och sammanhållen bebyggelse återfinns inom.

Tabell 22. Fosforbelastning via dagvatten per vattenförekomstavrinningsområde (VARO) beräknat med Stormtac (2022) v.22.1.1.

VARO nr	Fosforbelastning kg/år
1	40±12
2	0,4±0,1
3	
4	4,0±1,0
5	4,0±1,0
6	84±25
7	3,0±1,0
Summa	140 ± 40

5.3 Genomförda åtgärder inom utredningsområdet

5.3.1 Åtgärder avseende punktkällor

Tillsyn av enskilda avlopp pågår kontinuerligt och bristfälliga avlopp åtgärdas som ett resultat av den tillsynen. När VA-verksamhetsområden utökas och enskilda avlopp ansluts till de kommunala reningsreningsverken minskar utsläppen från enskilda avlopp lokalt och det utsläpp som ändå sker hamnar på en annan plats via utgående vatten från reningsverket. I beräkningarna av avloppens påverkan på Vendelån har utgått från kommunernas register över status på enskilda avlopp eller slamregister, och därmed bör hänsyn ha tagits till eventuella tidigare åtgärder rörande enskilda avlopp.

Reningsverkens reningsresultat sammanfattas i årssammanställningar och eventuella brister bör uppmärksammas i samband med detta. Begränsningsvärde för utsläpp (oftast mätt som en halt) finns i reningsverkens utsläppstillstånd.

Tillsyn av miljöfarlig verksamhet görs av kommunen och länsstyrelsen. Alla verksamheter som måste ha tillstånd för att bedriva sin verksamhet är skyldiga att årligen lämna in en miljörapport. Vid misstanke om att den miljöfarliga verksamheten inte följer bestämmelser i miljöbalken anmäls detta till Polismyndigheten eller Åklagarmyndigheten.

5.3.2 Platsspecifika åtgärder inom jordbruket

Inom avrinningsområdet för Vendelån finns idag sju anlagda våtmarker. De finns i VARO 1, 4, 5 och 6 och har lokaliserats via SMHI:s våtmarksdatabas (SMHI, 2022), jordbruksblock (Jordbruksverket, 2021b), rapporter tillhandahållna av Fyrisåns Vattenförbund och GIS-analys i kombination med fältbesök. De befintliga våtmarkerna benämns i denna rapport på liknande sätt som föreslagna åtgärder med tillägget *-bef-* för befintlig. Exempelvis benämns den befintliga fosfordammen vid Golvasta i VARO 4 som *04-bef-01*.

I denna utredning har markanvändning tagits fram och fosfortillförsel beräknats till de sju befintliga våtmarkerna enligt tidigare beskriven metodik. Våtmarkernas potentiella avskiljning av fosfor har beräknats på olika sätt beroende på den befintliga våtmarkens syfte eller utformning enligt nedan (om inte annat anges):

- Fosfordammar vars yta utgör mer än 0,1 promille av dess tillrinningsområde antas avskilja 50 % av den beräknade fosfortillförseln.
- Våtmarker med huvudsyfte biologisk mångfald eller som har okänt syfte har antagits avskilja 2 kilogram fosfor per hektar våtmarksyta och år eller högst 30 % av den beräknade fosfortillförseln.

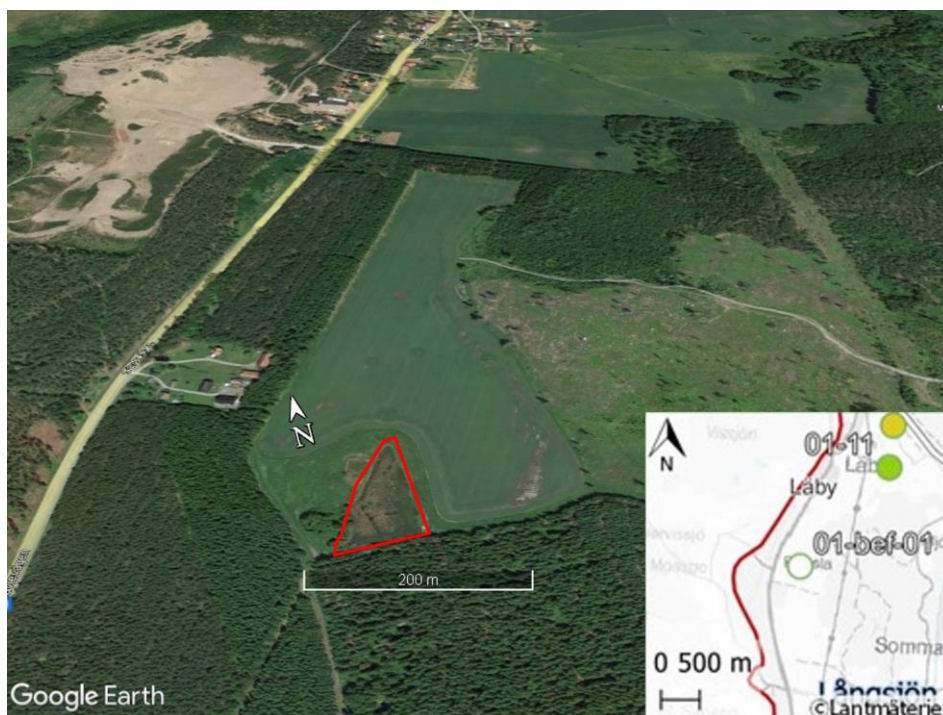
Våtmarkernas utformning och beräknade potentiella fosforavskiljning sammanfattas i Tabell 23 och de beskrivs mer ingående nedan.

Tabell 23. Anlagda våtmarker för biologisk mångfald och näringsreduktion. Platsernas tillrinningsområden, årlig fosfortillförsel samt potentiella avskiljning har karterats och beräknats.

WRS namn	VARO	Åtgärdsyta (ha)	Tillrinningsområde (ha)	Beräknad fosfortillförsel (kg/år)	Beräknad potentiell avskiljning (kg/år)
01-bef-01	1	0,75	68	13	2,2
01-bef-02	1	0,065	oklart	-	0,1
04-bef-01	4	0,47	1300	245	8
05-bef-01	5	3,3	43	2	0,7
06-bef-01	6	1,9	21	2	0,6
06-bef-02	6	1,0	10	0,3	0,1
06-bef-03a & b	6	0,32	52	13	6,7

Rossla våtmark (01-bef-01)

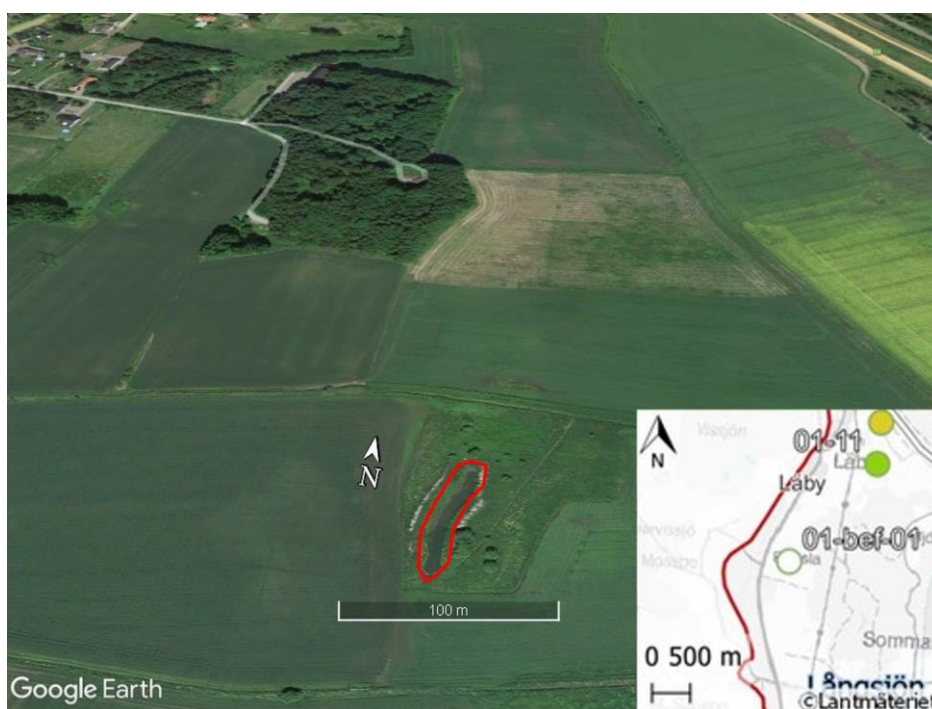
Söder om byn Läby på fastigheten Uppsala Rossla 1:1 finns en våtmark anlagd år 2008. Våtmarken är cirka 0,75 hektar stor (SMHI, 2022). Våtmarken har anlagts med biologisk mångfald som huvudsyfte. Tillförseln av fosfor har beräknats till cirka 13 kg/år. Figur 20 visar den anlagda våtmarken vid Rossla.



Figur 20. Den anlagda våtmarken i VARO1 vid Rossla, här kallad 01-bef-01. Våtmarken markeras av den röda polygonen.

Våtmark vid Läby (01-bef-02)

Vid Läby finns en våtmark med oklart syfte och oklart tillrinningsområde (Figur 21). Våtmarken upptäcktes vid GIS-analys och fältbesök. Anläggningen har uppskattats till 0,065 hektar. För att beräkna fosforavskiljningen har en avskiljning på 2 kilogram fosfor per hektar våtmarksyta och år antagits vilket ger en fosforavskiljning på 0,1 kg/år. Eftersom syftet med våtmarken är oklart föreslås åtgärd 01-11 på platsen, se vidare i Bilaga 1.



Figur 21. Den anlagda våtmarken i VARO1 vid Läby, här kallad 01-bef-02 och på samma plats finns den föreslagna åtgärden 01-11. Våtmarken markeras av den röda polygonen.

Golvasta fosfordam (04-bef-01)

Vid Nyvallabäcken på fastigheterna Uppsala Golvasta 1:1 och Uppsala Tensta-brunna 3:2 finns en fosfordamm som anlades under 2021 (WEREC, 2021a), se Figur 22. Fosfordammen är cirka 0,89 hektar stor varav 0,44 hektar utgörs av vattenyta. Dammen har ett stort tillrinningsområde om 1300 hektar och andelen åker i tillrinningsområdet är cirka 35 % (WEREC, 2021a). Avskiljningen i dammen uppskattades av WEREC till 17–19 % av den fosfor som kommer till dammen (WEREC, 2021a). Enligt samma metod som tidigare nämnts för VARO och åtgärder uppskattas Nyvallabäcken transportera cirka 245 kilogram fosfor per år i dammens avrinningsområde. Anläggningen hanterar endast ett delflöde från Nyvallabäcken som uppskattades till 20 % av medelflödet i bäcken. Avskiljningen av fosfor i anläggningen beräknades till 8 kg/år. Figur 23 visar den anlagda fosfordammen vid Golvasta.



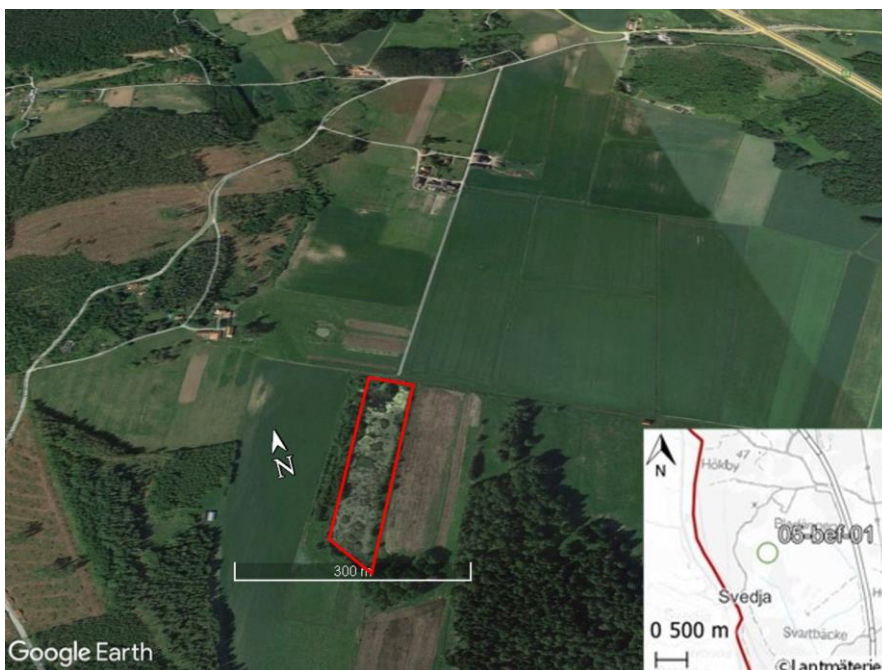
Figur 22. Den anlagda våtmarken i VARO4 vid Golvasta, här kallad 04-bef-01. Våtmarken markeras av den gröna polygonen.



Figur 23. Golvasta fosfordamm vid slutbesiktning 22-07-26. Källa: (WEREC, 2021a).

Gyllerboda våtmark (05-bef-01)

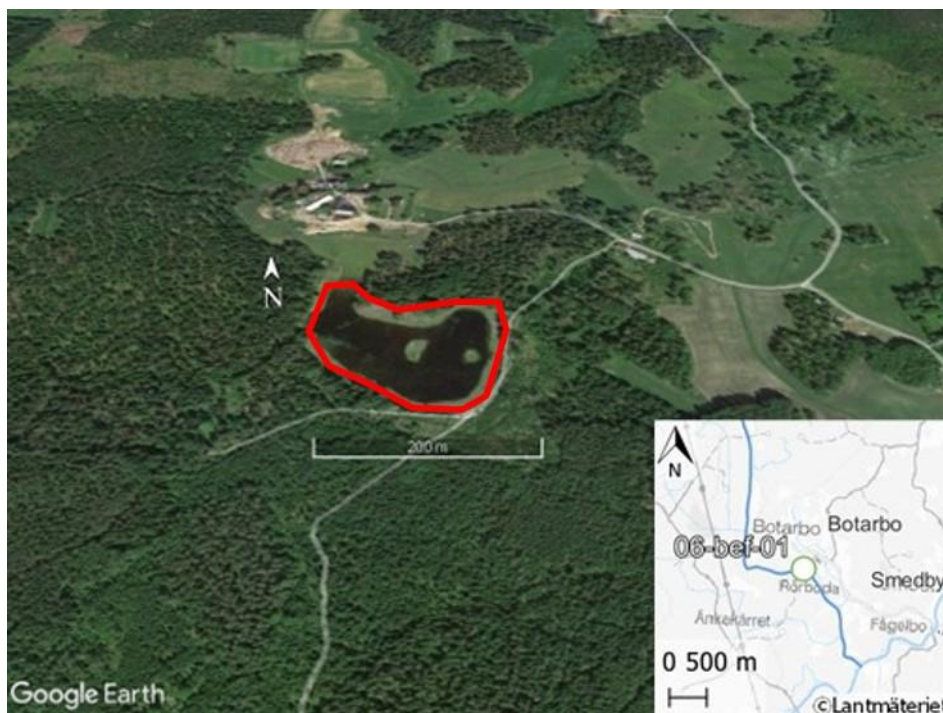
På fastigheten Tierp Gyllerboda 1:4 finns en befintlig våtmark som är cirka 3,6 hektar stor (Figur 24). Tillförseln av fosfor till våtmarken har beräknats till 2 kg/år och våtmarken uppskattas avskilja 0,7 kg/år.



Figur 24. Den anlagda våtmarken i VARO5 vid Gyllerboda, här kallad 05-bef-01. Våtmarken markeras med röd polygon.

Botarbo våtmark (06-bef-01)

Sydväst om Tobo på fastigheterna Tierp Botarbo 7:1 och Tierp Botarbo 1:3 finns en våtmark anlagd under 2018 med jordbruksstöd (SMHI, 2022). Våtmarken är cirka 1,8 hektar stor (SMHI, 2022) Våtmarken har anlagts med biologisk mångfald som huvudsyfte (SMHI, 2022). Tillförseln av fosfor är ca 2 kg/år och våtmarken beräknas avskilja 0,6 kg/år. Figur 25 visar den anlagda våtmarken vid Botarbo.



Figur 25. Den anlagda våtmarken i VARO6 vid Botarbo, här kallad 06-bef-01. Våtmarken markeras av den röda polygonen.

Broddby våtmark (06-bef-02)

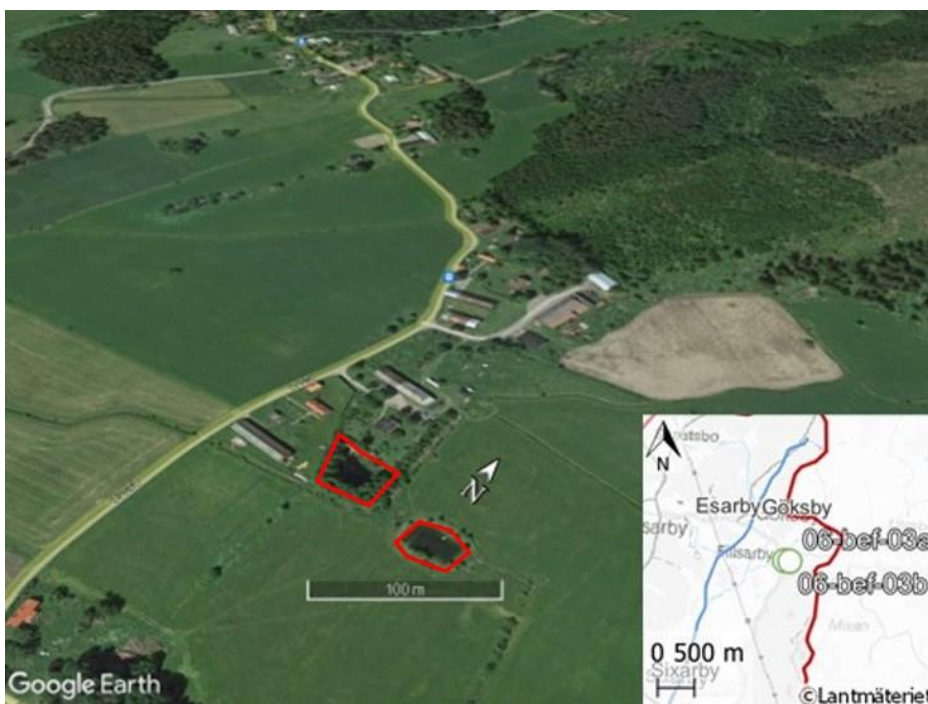
Öster om Tobo, på fastigheten Tierp Broddby 2:19 finns en befintlig våtmark som är cirka 1 hektar stor (Figur 26). Tillförseln av fosfor till våtmarken är 0,28 kg/år och våtmarken beräknas avskilja 0,1 kg/år.



Figur 26. Den anlagda våtmarken i VARO6 vid Brodby, här kallad 06-bef-02. Våtmarken markeras av den röda polygonen.

Fillsarby dammar (06-bef-03a och 06-bef-03b)

På fastigheten Tierp Fillsarby 4:20, öster om väg 734 finns två befintliga dammar. Transporten av fosfor från dammarnas avrinningsområde beräknas till 13 kg/år. Dammarnas syfte är oklart men de antas vara fosfordammar och beräknas avskilja 6,7 kilogram fosfor per år. Eftersom dammarnas funktion är okänd och de beräknas avskilja en relativt stor mängd fosfor bör de undersökas mer för att se om deras effekt kan optimeras.



Figur 27. Den anlagda våtmarken i VARO2 vid Fillsarby, här kallad 06-bef-03a och 06-bef-03b. Våtmarkerna markeras med röda polygoner.

5.3.3 Dagvattenåtgärder

Inga befintliga anläggningar för rening av dagvatten finns i de undersökta tätorterna. Befintlig avskiljning uppskattas därmed till noll.

Längs E4:an finns ett flertal dagvattendammar och vägdiken. Befintlig rening modellerades i Stormtac (2022) motsvara vägdiken längs den sträckning av E4:an som går genom Vendelåns avrinningsområde. I Tabell 24 redovisas hur många kg fosfor som förväntas renas i befintliga dammar och diken från E4:an.

Tabell 24. Modellerad avskiljning av fosfor i vägdiken och dagvattendammar utmed E4:an.

VARO	Avskiljning i vägdiken och dammar från E4:an
	Kg P/år
VARO 1	6,8
VARO 2	2,4
VARO 3	0
VARO 4	5,4
VARO 5	12
VARO 6	5,4
VARO 7	7,8
Totalt	40

5.3.4 Övriga genomförda åtgärder enligt Vattenmyndigheten

Åtgärder som genomförts i eller omkring vattenförekomsterna för att förbättra vattenkvalitén och för att uppnå de fastställda miljö kvalitetsnormerna enligt Vattenmyndigheten finns redovisade i VISS. Totalt 67 genomförda åtgärder finns registrerade (VISS, 2022-11-23), främst åtgärder för att minska tillförseln från jordbruksmark (Länsstyrelserna m.fl., 2022) .

Genomförda åtgärder i jordbrukslandskapet är miljöskyddsåtgärder, ekologisk odling (utan bekämpningsmedel), skyddszoner (till exempel gräsbevuxna eller oskördade) och extensiv vallodling. Då effektiviteten för dessa åtgärder är svårt att beräkna, och att effekterna antas vara små, görs inget avdrag från betingen för dessa åtgärder.

Vattenmyndigheten listar även möjliga åtgärder som ej är genomförda ännu. Dessa åtgärdsförslag överlappar till stor del de åtgärder som föreslås i denna utredning.

5.4 Redan planerade åtgärder inom utredningsområdet

Det finns fyra planerade åtgärder inom Vendelåns avrinningsområde varav tre jordbruksåtgärder och en dagvattenåtgärd. Eftersom åtgärderna redan har kommit långt i planeringsprocessen bör fortsatt arbete med dessa åtgärder ges hög prioritet.

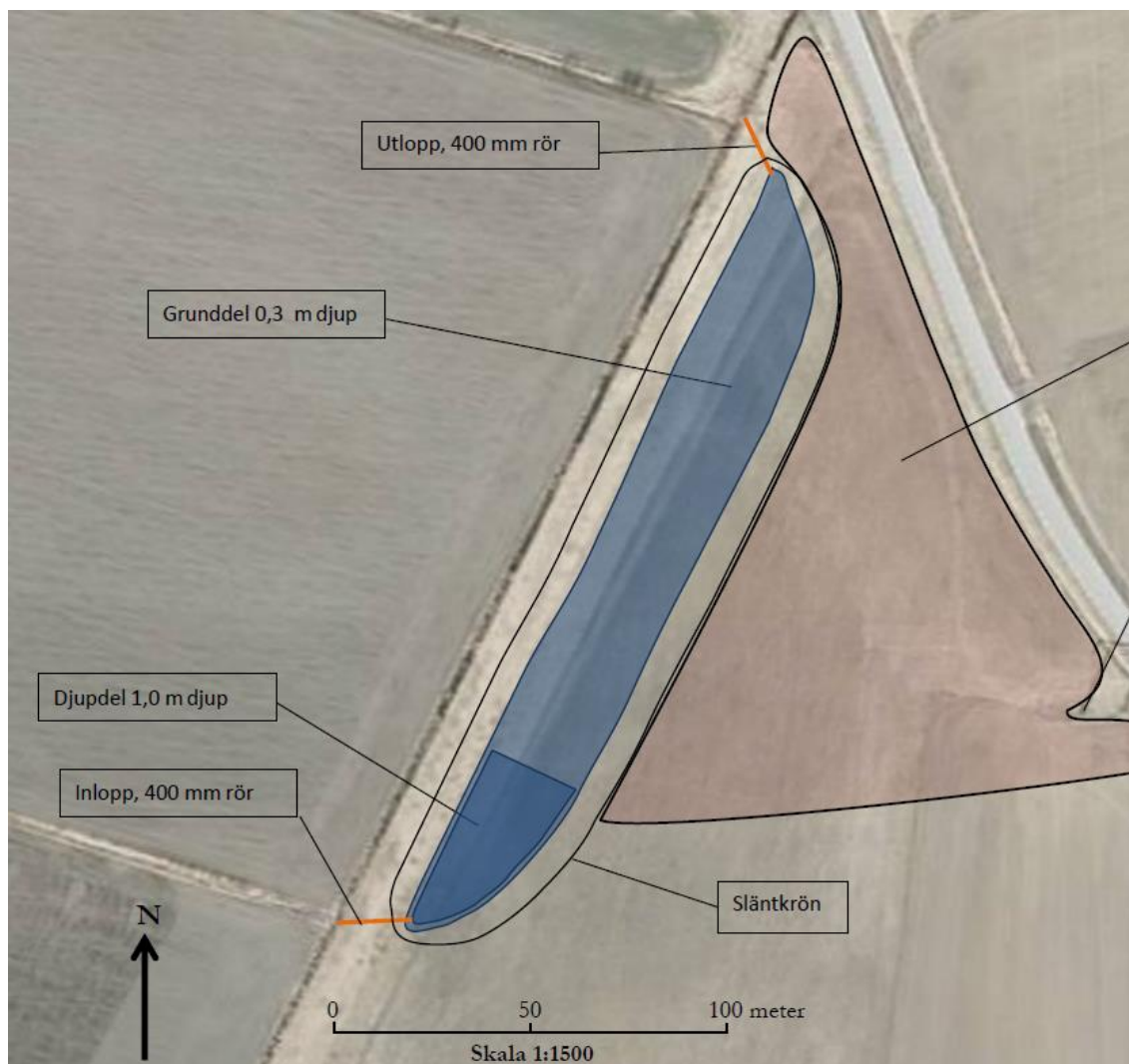
5.4.1 Planerade åtgärder inom jordbruket

Det finns tre åtgärder inom utredningsområdet för Vendelån som redan är planerade/förprojekterade. Dessa åtgärder har fokus näringsreduktion. För samtliga tre åtgärder föreslås fortsatta utredningar och/eller alternativa åtgärder. Redan planerade åtgärder namnges med VARO-numer-pla-åtgärdsnummer, till exempel 07-pla-01.

Vansta fosfordamm (07-pla-01)

Söder om Sävstabäckens mynning i Vendelån på fastigheten Uppsala Vansta 13:1 planeras för en fosfordamm med cirka 270 hektar tillrinningsområde (WEREC, 2021b, u.å.). Fosfordammen planeras att anläggas som en sidodamm och kommer rena ett delflöde från diket. Observera att

tillrinningsområdet förmodligen är större då ett cirka 230 hektar stort område på andra sidan E4:an verkar ledas med täckdikning till området. Det totala planerade våtmarksområdet är 1,25 hektar varav den planerade vattenytan utgör 0,60 hektar (WEREC, u.å.). Eftersom tillrinningsområdet förmodligen är dubbelt så stort kan flödet i diket ha fördubblats jämfört med när förslaget tog fram och därför bör åtgärdsförslaget ses över för att säkerställa att det inte är underdimensionerat. Förväntad rening i dammen är inte specificerad.



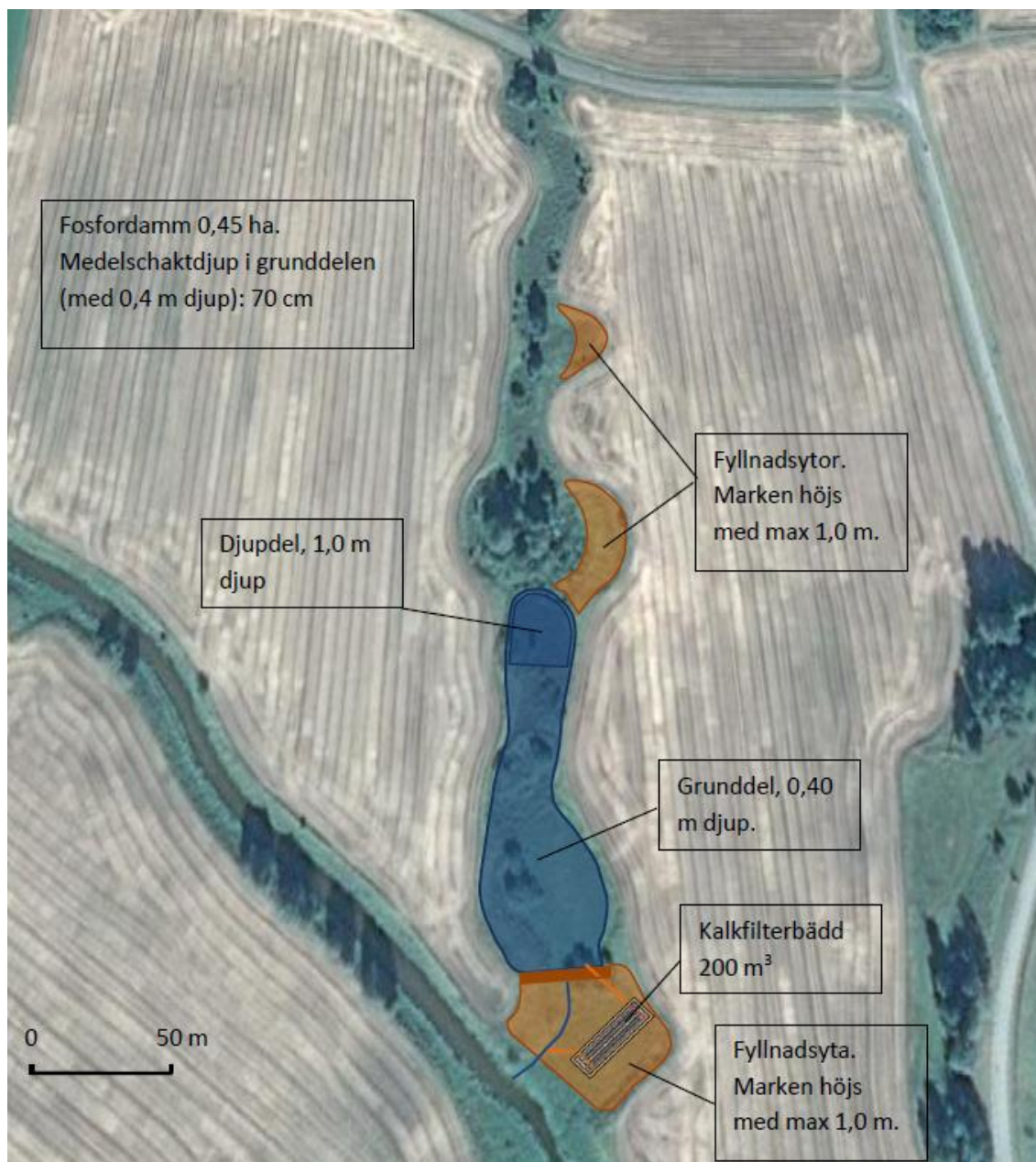
Figur 28. Den planerade fosfordammen vid Vansta, åtgärd 07-pla-01. Bild: WEREC, 2021b.

Kunsta fosfordamm (04-pla-02)

Väster om Vattholma tätort på fastigheten Uppsala Kunsta 2:1 väster om Lena kyrka, planeras för en fosfordamm med kalkfilterbädd (Figur 29). Dammens tillrinningsområde är cirka 310 hektar (WEREC, u.å.). Andelen åker i tillrinningsområdet uppges vara cirka 60 %. Det totala förprojekterade våtmarksområdet är 0,99 hektar varav 0,45 hektar utgörs av den planerade vattenytan. I utloppet av dammen planeras för en kalkfilterbädd. Dammen uppges kunna avskilja cirka 18 kg fosfor per år och kalkfilterbädden uppges kunna avskilja 45 % av den fosfor som kommer till bädden (WEREC, u.å.). Det bör utredas om den föreslagna dammen kan påverka dikningsföretaget Kunsta df. En bedömning av befintliga naturvärden bör också göras.

Dammen planeras i en befintlig meandrande dalgång med ett uträtat dike. Meandring i diket skulle kunna återskapas utan att ta omkringliggande åkermark i anspråk (se åtgärd 04-15 i

Bilaga 3). Det bör undersökas om åtgärderna kan kombineras. Åtgärden ligger nära Vattholma tätort och skulle kunna bidra med rekreation om ett promenadstråk anlades.

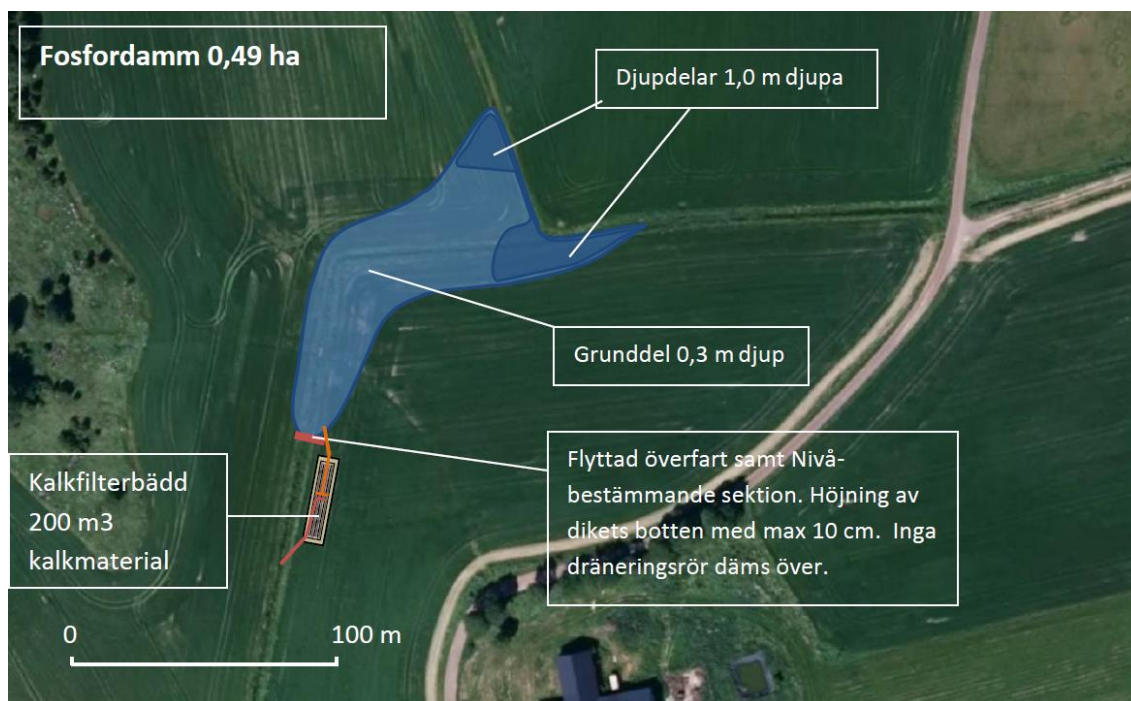


Figur 29. Den planerade fosfordammen vid Kunsta, åtgärd 04-pla-02. Bild: WEREC, u.å.

Norrvallby fosfordamm (02-pla-01)

Vid Vallbybäcken på fastigheten Uppsala Viksta-Vallby 3:1 planeras för en fosfordamm med tillrinningsområde på ca 480 ha (WEREC, u.å.). Området ligger öster om Vendelån och öster om Viksta kyrka. Andelen åker i tillrinningsområdet är ca 65 %. I utloppet av dammen planeras för en kalkfilterbädd (Figur 30). Dammens totala våtmarksområde planeras vara 1,09 hektar varav 0,49 hektar utgörs av planerad vattenyta. Dammens beräknas avskilja ca 27 kg fosfor per år och kalkfilterbädden uppges avskilja 45 % av den fosfor som kommer till bädden (WEREC, u.å.).

Som alternativ till åtgärden vid Norrvallby föreslås åtgärden 02-17 cirka 200 m uppströms 02-pla-01, se Bilaga 1. Åtgärderna skulle också kunna kombineras för att minska intrånget i åkermark vid 02-pla-01.



Figur 30. Översiktlig planritning över fosfordammen och kalkfilterbädden vid Norrvallby, åtgärd 02-pla-01. Bild: WEREC, u.å.

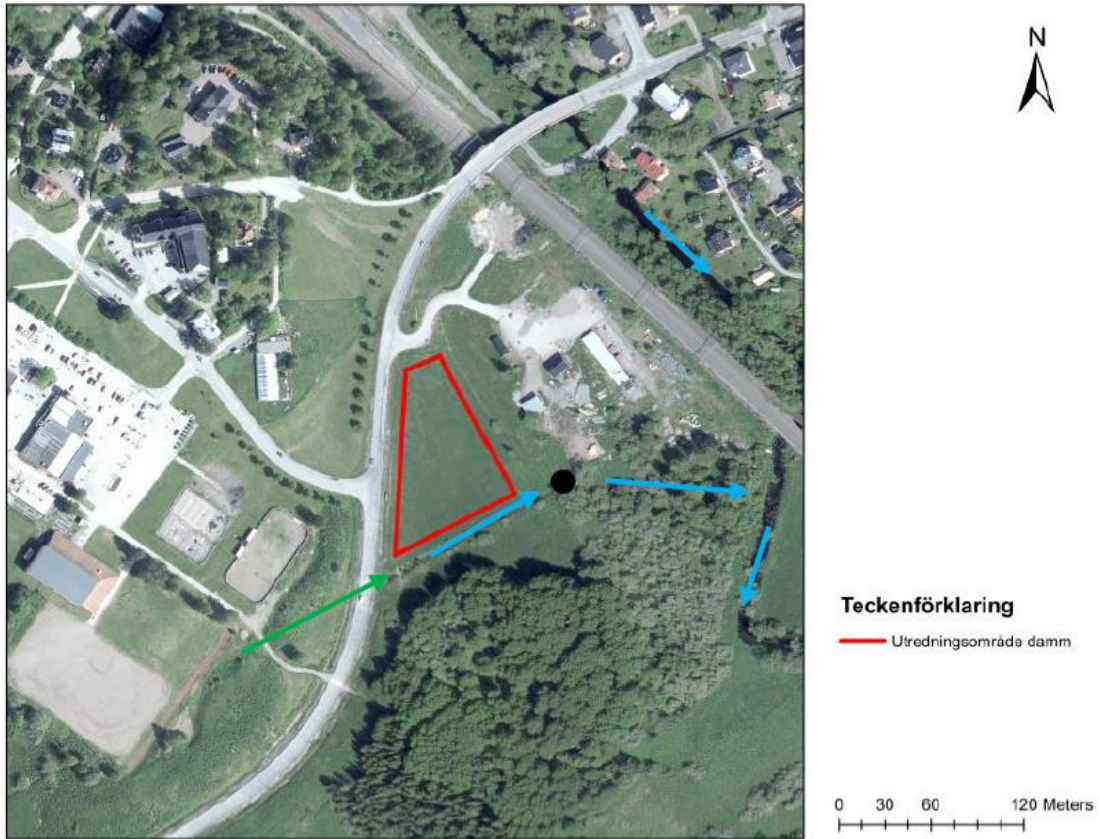
5.4.2 Redan planerade dagvattenåtgärder

Dagvattendamm vid Örbyhus (06-pla-01)

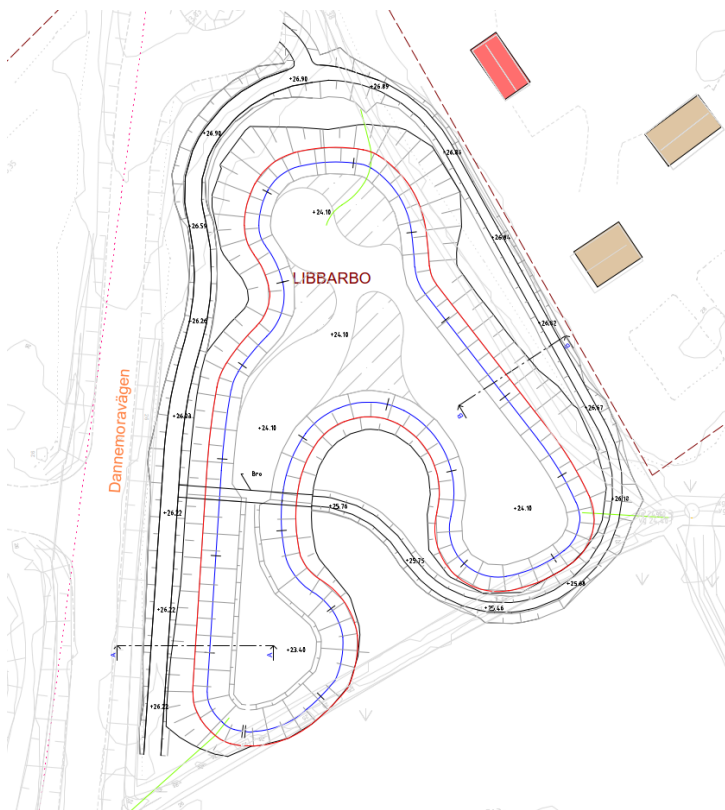
Vid Örbyhus på fastigheten Tierp Libbarbo 8:1 planeras en dagvattendamm (WSP, 2021), se Figur 31. Syftet med dammen är att rena dagvatten från ett 72 hektar stort område innan det leds vidare till Toboån. Den sammanvägda avrinningskoefficienten för området är 0,32. I dagvattendammar avskiljs främst partikulära föroreningar (Larm och Blecken, 2019). Andelen partikulär fosfor uppgår till 50–80 % i dagvatten (Luleå Tekniska universitet, 2017). Reningseffekten av fosfor uppges bli cirka 50 % (WSP, 2021).

Exempel på utformning och utbredning av dagvattendammen för att uppnå 3 800 m² permanent area ses i Figur 32. Dammens totala reglervolym föreslås bli knapps 5 500 m³.

Utöver ytan för permanent vattenyta tillkommer yta för slänter, utrymme i anslutning till dammarna för skötsel och drift.



Figur 31. Utredningsområdet för den planerade dagvattendammen i Örbyhus (åtgärd 06-pla-01). Bild: WSP (2021).



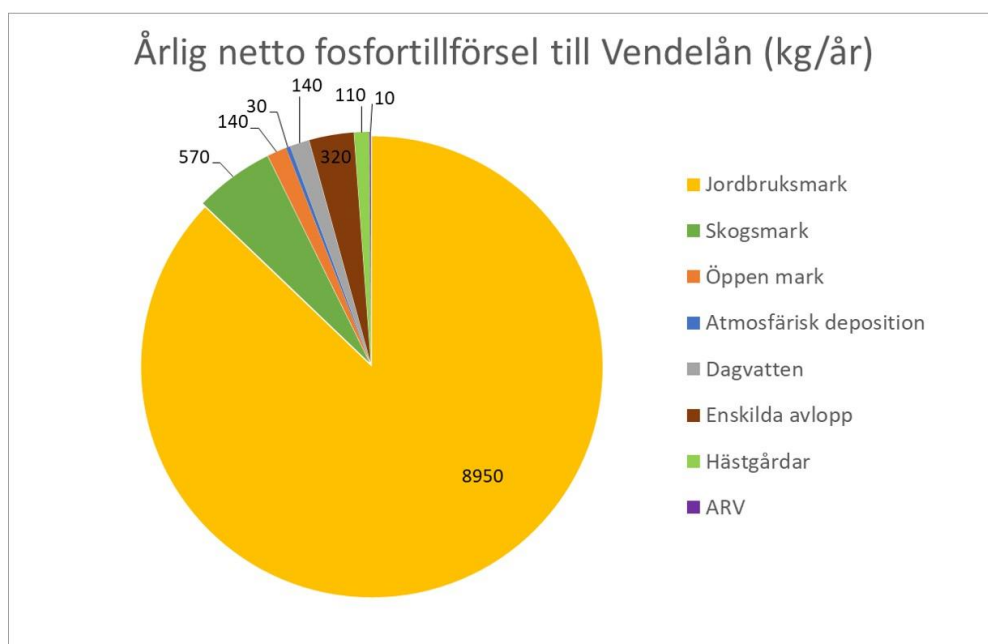
Figur 32. Föreslagen utformning av dagvattendammen vid Örbyhus, åtgärd 06-pla-01. Bild: WSP (2021).

5.5 Nettotillförsel av fosfor och beting

Nettotillförseln av fosfor till recipienterna efter avdrag för avskiljning i befintliga våtmarker i beräknas till drygt 10 ton per år. Fördelningen mellan de olika källorna redovisas i Tabell 25 och Figur 33.

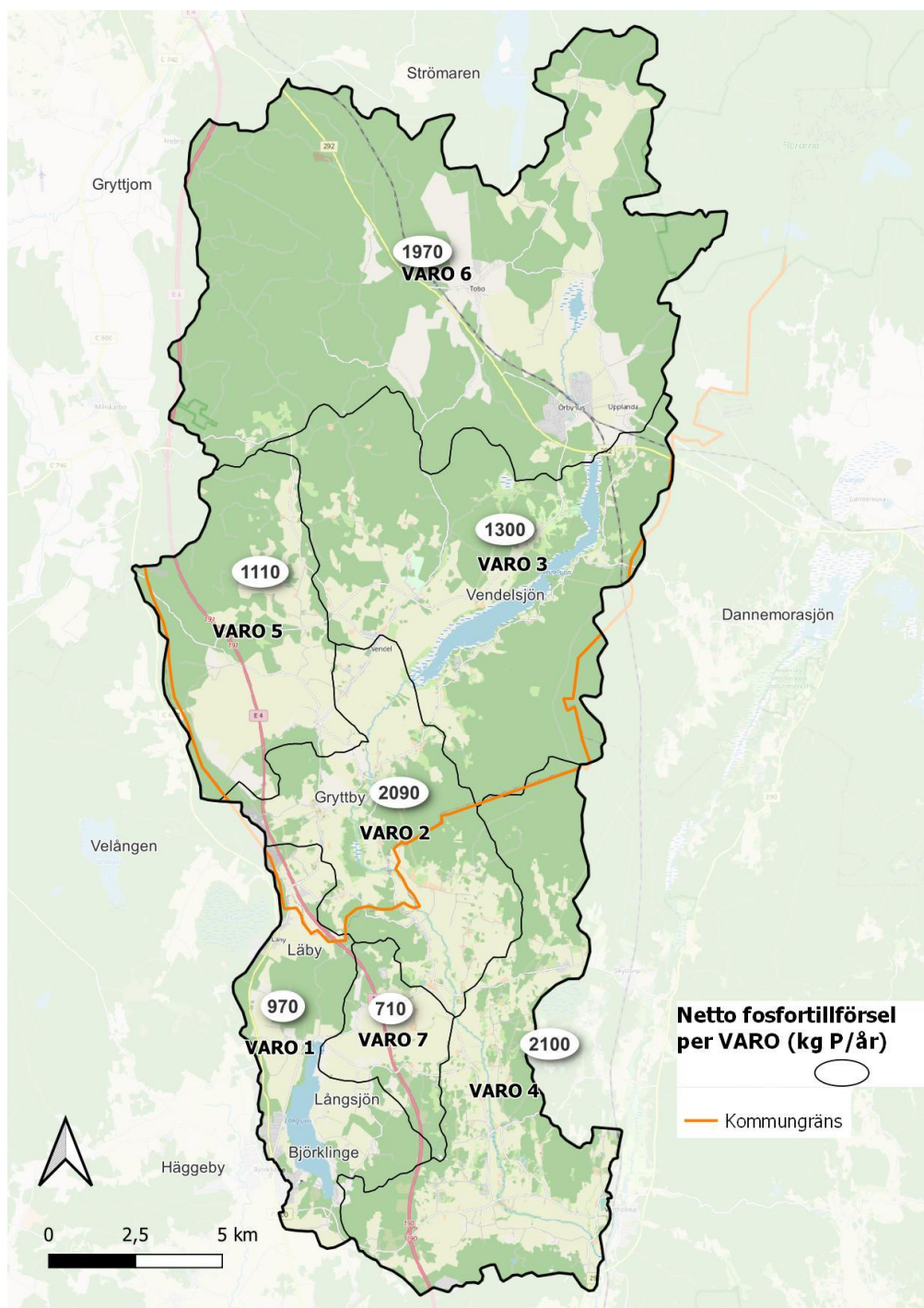
Tabell 25. Summerad bruttofostillförsel från diffusa och punktkällor, avskiljning i befintliga dammar och vägdiken och resulterande nettofostillförsel från utredningsområdet till Vendelån i kg per år.

Brutto P-tillförsel diffusa källor (kg/år)	Brutto P-tillförsel punktkällor (kg/år)	Summa brutto (kg/år)	Avskiljning bef. åtg. (kg/år)	Netto (kg/år)
9 880	430	10 310	60	10 250



Figur 33. Fördelning av årlig nettotillförsel av fosfor (kg/år) mellan olika diffusa källor och punktkällor i Vendelåns avrinningsområde med hänsyn till avskiljning i befintliga dammar och vägdiken.

Beräknad nettobelastning av fosfor per VARO visas i Figur 34.



Figur 34. Nettobelastning av fosfor från per VARO från diffusa- och punktkällor. Bakgrundskarta © OpenStreetMap, bidragsgivare.

Det samlade lokala betinget för alla vattenförekomster, inom utredningsområdet, uppgår till 1,8 ton P/år (se avsnitt 2.5.1). I utredningens uppdrag anges att de framtagna åtgärderna för minskad externfosfortillförsel ska motsvara 150 % av betinget. Detta för att minska risken för att förbättringsbehovet inte uppnås då åtgärder visar sig vara svåra att genomföra av skäl som i nuläget är okända. De relativa beting som redovisas i Tabell 26 anger vilken andel av nettotillförseln från avrinningsområdena som behöver avskiljas för att uppnå betingen.

Tabell 26. Netto fosfortillförsel (kg/år), fosforbeting (kg/år), fosforbeting om 150 % av betingen ska uppnås (kg/år), samt relativt beting i procent som ska uppnås per VARO.

VARO	Netto P-tillförsel (kg P/år)	P-beting 100 % (kg P/år)	P-beting 150 % (kg P/år)	Relativt beting	Relativt beting 150 %
1	970	230	345	24%	36%
2	2 093	480	720	23%	34%
3	1 302	210	315	16%	24%
4	2 102	410	615	20%	29%
5	1 110	260	390	23%	35%
6	1 970	100	150	5%	8%
7	705	170	255	24%	36%
Summa	10 300	1 860	2 790	18%	27%

6 Hydromorfologi

6.1 Fiskfauna

I det nationella registret över sjöprovfisken (NORS) (SLU, 2022a) och databasen för svenskt elfiskeregister (SERS) (SLU, 2022b) finns standardiserade och utförda fisken registrerade. De senaste fiskinventeringarna som genomförts i Vendelåns avrinningsområde är från tidigt 1990-tal och 2000-tal, vilket innebär att kunskapen om idag förekommande arter är osäker. Nya inventeringar och/eller provfisken kan behövas för att kunna ta fram förslag för biotopförbättrande åtgärder.

Tabell 27 visar en sammanställning av de arter som fångats i Vendelåns avrinningsområde. Totalt har 17 arter av fisk påträffats där abborre, gädda och mört är vanligt förekommande. Braxen, id, nissöga, lake, sarv och sutare ska även finnas i flera vatten. Även bäcknejonöga, gärs, löja, ruda, småspigg och storspigg har påträffats. Samtliga fiskar i Tabell 27 är *livskraftiga* enligt Rödlistan med undantag för lake (*sårbar*) som ska finnas både i de nedre och övre delen av systemet (SLU, 2022c). Icke artbestämd kräfta (flodkräfta eller signalkräfta) har påträffats i Tassbäcken.

Det finns även ett antal inplanterade arter i Vendelåns avrinningsområde som inte utgör en naturlig fauna. Bäckrödingen, som anses vara mycket invasiv, har påträffats vid flera provfisken i Tassbäcken och den tillrinnande Husbybäcken. I Vendelåns nedre del finns inplanterad öring. I början av 1980-talet planterades även lax ut i Långsjön som *put and take* fiske men fisken ska därefter dött ut (Brunberg och Blomqvist, 1998). Information om hur eller om inplanterade arter har påverkat den naturliga endemiska faunan i områdena har inte påträffats.

Tabell 27. Fiskarter som har påträffats vid inventering i Vendelån och dess biflöden. En sammanställning från provfiske, elfiskeinventeringar samt äldre och mer osäkra uppgifter. Åar och sjöar går från nedströms (kolumner till vänster) till uppströms (kolumner till höger). Inom VARO 2 och 7 finns inga provfiske registrerade

Inom VARO nr:		4	7	1	2	5	3	6
Art	Kategori rödlistan	Vendelån mynningen- Sävastabäcken	Sävastabäcken	Långsjön	Sävastabäcken- Tassbäcken	Fyrisån-Tassbäcken (inkl. Husbybäcken)	Vendelsjön	Fyrisån - Toboån
Abborre	Livskraftig			x		x	x	
Braxen	Livskraftig			x			x	
Bäcknejonöga	Livskraftig					x		
Gädda	Livskraftig	x		x			x	x
Gärs	Livskraftig			x				
Id	Livskraftig	x				x		
Lake	Sårbar	x		*				x
Löja	Livskraftig			x				
Mört	Livskraftig	x		x			x	
Nissöga	Livskraftig			x		x		
Ruda	Livskraftig						x	
Sarv	Livskraftig			x			x	
Småspigg	Livskraftig					x		x
Storspigg	Livskraftig			x				
Sutare	Livskraftig			x			x	
Kräfta	¹					x		
Ej naturligt förekommande arter i Vendelån								
Bäckröding	Främmande art (mycket hög risk för invasivitet)					x		
Öring	Livskraftig	x						

x) Arter som har noterats vid inventeringar genom provfiske och/eller elfiske

*) Arter som kan förekomma; uppgifter är äldre, osäkra eller muntliga

1) Art obestämd. Flodkräfta är akut hotad medan signalkräftan är en invasiv art

Asp

Det finns idag inga kända bestånd av Upplands landskapsfisk asp i Vendelåns avrinningsområde. Däremot finns arten i nedströms vatten i Fyrisån och Mälaren (Länsstyrelserna, 2009; Upplandsstiftelsen, 2021a). Förhoppningen är att aspen, om åtgärder mot befintliga vandringshinder genomförs, i framtiden även ska kunna simma upp i Vendelån.

Aspen förekommer främst i sjöar och vattendrag med lågt till måttligt näringsinnehåll. De vandrar upp i strömmande vatten på vårkanten där den letar lämpliga lekplatser över grus- och stenbottnar. Den kan också leka över mer växtrika områden med rent och syrerikt vatten. Eftersom aspen är en vandrande fisk påverkas den starkt negativt av vandringshinder. Den påverkas även negativt av ingrepp i vattenmiljön som damm- och brobyggnationer, muddring, årensning och andra fysiska ingrepp, framför allt i vegetationsrika strandmiljöer (Havs- och vattenmyndigheten, 2016, 2017). Övergödning av vattendrag kan leda till försämrade lekbottnar och reproduktion.

Aspen är en nationellt rödlistad art (*nära hotad*) (SLU, 2022c) och ingår i EU:s art- och habitatdirektiv där den betraktas som skyddsvärd. Det finns ett nationellt åtgärdsprogram för asp med bland annat en prioriteringsplan för åtgärder av vandringshinder (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b). En prioriterad åtgärd för ökad rekrytering av asp i bland annat Mälaren pekas ut som nödvändig vid Järstadammarna i Vendelån, men även på ett flertal andra platser nedströms i Fyrisån.

Inventerade strömsträckor för asp

En kartläggning av vandringshinder och lekområden för fisk inkluderade bland annat sträckan från Vendelåns mynning upp till Vendelsjön (Länsstyrelserna, 2009). De inventerade sträckorna har bedömts och klassificerats utifrån sträckans lämplighet för aspreproduktion där klass 3 representerar ”mycket goda/optimala lekmöjligheter” och klass 0 ”inga lekmöjligheter”.

På denna sträcka finns sex inventerade områden för lekande asp. En lokal på drygt 1 000 m² av högsta klass (3) finns i Vendelåns nedre del vid Tensta. Tre av de sex potentiella leklokaler bedöms till klass 2 och utgör totalt drygt 4 000 m²; den ena finns direkt nedströms Järstadammarna, den andra direkt uppströms Järstadammarna och den tredje vid Åby. De två sista inventerade leklokaler har således klass 1 (en vid Hånsta och en nedströms Järstadammarna). Inventeringen visar alltså att det finns flera potentiella leklokaler i Vendelåns nedre del, både upp- och nedströms Vendelåns första vandringshinder, Järstadammarna.

Uppströms Vendelsjön finns inga kända inventeringar av lekplatser, strömsträckor eller potentiella reproduktionslokaler för asp.

Fiskevårdsområde

Det finns en fiskevårdsområdesförening registrerad inom avrinningsområdet som innefattar Tegelsmoräsjön, Tegelsmoraån, Vendelsjön, samt Vendelån nedströms Vendelsjön till gränsen för Uppsala kommun (Länsstyrelserna, u.å.) (Figur 35). Fiskevårdsområden skapas för att samordna fiskevård och förvaltning av fiske. Enligt Föreningen Vendelsjön (2022) pågår dock ingen aktivitet inom föreningen.



Figur 35. Utbredning av Vendelsjöns fiskevårdsområdesförening i svart rand runt sjöar och åsträcka. Källa: Länsstyrelserna (u.å.).

6.2 Befintliga vandringshinder

Människans nyttjande av sjöar, åar och älvar för exempelvis anläggning av dammar, kvarnar och infrastruktur, samt sjösänkningar, uträtningar och markavvattning har skapat vandringshinder för sötvattenfisken. Mängden fisk i våra vatten skulle vara betydligt större om de kunde utnyttja större områden för vandring och fortplantning än vad som är fallet idag. Fiskars vandringsfas kan ske både under vår och höst då de förflyttar sig mellan lek-, uppväxt- och födoområden, men även för övervintring eller för att undvika temporärt ofördelaktiga förhållanden. Vikten av intakt konnektivitet där fiskar kan röra sig fritt över hela sitt naturliga habitat främjar fiskfaunan direkt och hela den akvatiska mångfalden indirekt (exempelvis stormusslor vars larver sprids med fisk).

I Vendelåns avrinningsområde finns förhållandevis få vandringshinder för fisk jämfört med andra biflöden till Fyrisån. I Biotopkarteringsdatabasen (Länsstyrelserna, 2020), som ger underlag till statusklassningen i VISS, finns två vandringshinder registrerade; Vendelsjöns utlopp och Järstadammarna. En fiskväg har dock anlagts vid Vendelsjöns utlopp år 2020 och anses därmed åtgärdad. Beställaren av detta uppdrag informerade även om ett tredje, troligen partiellt, vandringshinder vid Tegelsmorassjön. Totalt har alltså ett definitivt, ett partiellt och ett åtgärdat vandringshinder identifierats inom avrinningsområdet. Platsbesök genomfördes under juni 2022 vid alla tre platserna. En sammanställning av befintliga vandringshinder finns i Figur 36 och Tabell 28. I Bilaga 2 beskrivs de mer i detalj tillsammans med åtgärdsförslag.

I avsnitt 6.3 beskrivs åtgärdade vandringshinder inom avrinningsområdet och i avsnitt 6.4 beskrivs kortfattat nedströms liggande vandringshinder i Fyrisåns huvudfåra och åtgärder som påverkar konnektiviteten till Vendelån.

Tabell 28. Identifierade vandringshinder inom Vendelåns avrinningsområde med beskrivning av vandringshindrets karaktär och egenskaper. För geografisk placering se Figur 36.

Nr.	Namn	VARO nr.	Typ	Konstruktion	Åtgärds-höjd* (m)	Vandrings-hinder**
04A	Järstadammarna	4	Kvarndamm med två skibord	Betong, sten	1,3	Definitivt
06A	Tegelsmorassjön	6	Spontat dämme	Trä, metall	0,5	Partiellt

* Åtgärdshöjden är ungefärlig och uppskattas som den höjd som behöver åtgärdas för att den tröskel som vandringshindret utgör ska försvinna. Detta kan exempelvis vara fallhöjden vid ett dämme eller skillnaden i nivå på vattenytan precis uppströms och precis nedströms ett hinder (vid normalvattenföring). Se detaljer för respektive vandringshinder i Bilaga 2.

** Ett vandringshinder definieras som ett hinder om mindre än 5 % av vandringsbenägna fiskarter kan passera. Definitiva och partiella vandringshinder för mört och öring har bedömts i Länsstyrelsernas Biotopkarteringsdatabas (2020). De vandringshinder som inte har en bedömning finns inte i databasen.



Figur 36. Karta över befintliga och åtgärdade vandringshinder inom Vendelåns avrinningsområde.

6.3 Åtgärdade vandringshinder

03A Vendelsjödammen

Vid Vendelsjöns utlopp genomfördes åtgärder under 2020 för att möjliggöra fiskvandring mellan Vendelån och Vendelsjön. Det tidigare dämnet från 1967 utgjorde ett partiellt vandringshinder (Länsstyrelsen, 1987; Länsstyrelserna, 2018). Ett förslag på nytt dämme som medger fiskpassage tog fram av Upplandsstiftelsen (2019a).

Det gamla dämnet av trä ersattes av en plastspont. I plastsponten skars ett v-format utskov ut för att fisk ska kunna vandra men även för att fortsatt kunna följa gällande vattendom från 1967 (Föreningen Vendelsjön, 2021). Nedströms plastsponten anlades en strömsträcka med naturgrus och sten (Figur 37) för att på så vis bygga bort det gamla vandringshindret. Uppföljning för att se om fiskvägen kommer ge väntad effekt kommer göras genom provfiske, men redan nu har passage av vandrande fisk noterats.



Figur 37. Foto över Vendelsjöns nya utlopp med en plastspont med v-utskov (t.h.) och strömsträcka nedströms av naturgrus och sten (t.v.).

I utredningen (Upplandsstiftelsen, 2019a) togs även åtgärder fram för att täta den tidigare läckande dammvallen till sjön som utgjordes av jordmassor. Läckaget har orsakat erosion och översvämning på åker- och betesmark. En 325 meter lång plastspont trycktes ned vid dammvallen vilket har minskat det diffusa läckaget och leder istället vattnet till sjöns utlopp. Dammvallsrenoveringen gör att vattennivån i sjön kan hållas kvar längre period på våren vilket bedöms motverka sjöns igenväxning, gynna fågellivet och minska näringsläckage från åkrarna (Föreningen Vendelsjön, 2021).

6.4 Nedströms vandringshinder

Järstadammarna är det vandringshinder i Vendelåns avrinningsområde som ligger längst nedströms och därmed hindrar fri passage uppströms till Vendelån och nedströms till Fyrisån. I Fyrisåns nedre delar har ett arbete för förbättrad konnektivitet pågått under längre tid för att möjliggöra fri passage för vandringsbenägna arter mellan Ekoln (Mälaren) och Fyrisån. Totalt fyra befintliga eller åtgärdade vandringshinder ligger nedströms Järstadammarna i Fyrisån. Dessa är, i ordning nedströms och uppåt:

- **Islandsfallet** (åtgärdat) ligger längst nedströms i centrala Uppsala. Här anlades en fiskväg i form av slitsränna som togs i bruk 2008 (Länsstyrelserna, 2021). Åtgärden har konstaterats fungera mycket bra som fiskväg för den rödlistade aspen och de flesta andra förekommande fiskarter (Upplandsstiftelsen, 2021a). Flertalet kända leklokaler för asp finns i Fyrisån nedre del och årlig inventering, märkning och utvärdering görs (Länsstyrelserna, 2009; Upplandsstiftelsen, 2021a).
- **Kvarnfallet** (åtgärdat) ligger strax uppströms Islandsfallet och här färdigställdes ett omlöp 2007. Provfiske och fiskekamera visar att fisk passerar men endast ett fåtal individer av asp har noterats de senaste åren (Upplandsstiftelsen, 2021a). Den akut hotade ålen (SLU, 2022c) har vid inventeringar noterats passera både Islandsfallet och Kvarnfallet, även om det rör sig om ett fåtal individer (Upplandsstiftelsen, 2021b).
- **Ulva kvarn** (åtgärdat) ligger strax norr om Uppsala och försågs 2017 med en slitsränna (Länsstyrelserna, 2021). Två år senare noterades den första aspen passera fallet på 350 år.
- **Ekebydammen** (ej åtgärdat) vid Storvreta är därmed det enda kvarstående vandringshindret för fri passage till Vendelån och Järstadammarna. Ekebydammen anses vara en prioriterad åtgärd i åtgärdsprogrammet för asp (Havs- och vattenmyndigheten, 2016b) och Uppsala kommun har tagit fram en förstudie för åtgärdsförslag vid vandringshindret (Tyréns AB och TerraLimno Gruppen AB, 2020).

7 Åtgärdsförslag

7.1 Kunskapshöjande åtgärder

7.1.1 Fysikalisk-kemiska parametrar

Som framgår av Naturvattens översiktliga redovisning saknas i en del mätdata för bedömning av status. I syfte att komplettera bilden av Vendelåns miljö tillstånd, inte minst som underlag för åtgärdsplanering, har Naturvatten tagit fram ett förslag till förändrat miljöövervakningsprogram för dessa vattenförekomster. Nedan sammanfattas Naturvattens förslag. För en detaljerad redovisning där programmet beskrivs i sin helhet hänvisas till del ett av det lokala åtgärdsprogrammet för Fyrisån (Naturvatten AB, 2020). För att nå god kostnadseffektivitet utformades programmet med olika omfattning och intensitet för olika vattenförekomster (Tabell 29).

Tabell 29. Omfattning av Naturvattens förslag till utökat miljöövervakning sett till kvalitetsfaktorer/parametrar samt undersökningsfrekvenser vid olika övervakningsnivåer

Nivå	Vattendrag	Sjöar
Intensiv	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år Kiselalger 1 gång/år Bottenfauna 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år Klorofyll 1 gång/år Växtplankton 2 gånger/6 år Kiselalger 2 gånger/6 år Nätprovfiske 1 gång/6 år Vattenvegetation 1 gång/6 år
Intermediär	Fysikalisk-kemiska 12 gånger/år, vart 6 år Kiselalger 2 gånger/6 år	-
Extensiv	Kiselalger 1 gång/6 år	Fysikalisk-kemiska 1 gång/år, 3 gånger/6 år Klorofyll 1 gång/år, 3 gånger/6 år

I tillägg till de undersökningar som föreslås enligt ovan rekommenderas övervakning av miljöstörande ämnen – metaller, organiska miljögifter – för Vendelsjön och Långsjön – Björklinge enligt nedan (Tabell 30).

Tabell 30. Översikt över förslag till övervakning av miljöstörande ämnen i Vendelsjön och Långsjön - Björklinge (Naturvatten AB, 2020).

Namn	ID	Typ av övervakning
Vendelsjön	WA71444841	Sediment och fisk, 1 gång/6 år
Långsjön - Björklinge	WA61712830	Sediment och fisk, 1 gång/6 år

7.1.2 Biologiska parametrar – fisk

Nuvarande status och utbredning av fiskfaunan i åarna och sjöarna är relativt okänd. Mycket av den information som sammanställningen av fiskfaunan i avsnitt 6.1 bygger på är från 1990-talet och början av 2000-talet. Dataunderlaget är alltså i många fall cirka 30 år gammalt. Det finns därför fog för att genomföra nya provfiske och inventeringar både i områdets sjöar och åar.

7.1.3 Hydromorfologiska parametrar

För att skapa en bättre bild av Vendelåns hydromorfologiska status krävs inventeringar och karteringar av avrinningsområdet. I statusklassningen för Vendelåns vattenförekomster saknas i många fall underlag. Minst 6 av 14 parametrar är oklassade för de fem vattendrag som är vattenförekomster. För de två sjöarna är motsvarande siffra 5 av 10, se lista nedan.

Oklassade parametrar – vattendrag (6 st.):

- ✓ *Konnektivitet i sidled och till svämplan*
- ✓ *Vattenståndets förändringstakt*
- ✓ *Vattendragets planform*
- ✓ *Vattendragsfårans bottensubstrat*
- ✓ *Död ved i vattendrag*
- ✓ *Strukturer i vattendraget*

Oklassade parametrar – sjöar (5 st.):

- ✓ *Konnektivitet till närområde och svämplan*
- ✓ *Vattenståndsvariation*
- ✓ *Förändring av sjöns planform*
- ✓ *Bottensubstrat i sjöar*
- ✓ *Strukturer på det grunda vattenområdet*

Många av de parametrarna som är klassade bygger dessutom på översiktliga digitala eller modellerade karteringar.

Konnektivitet upp- och nedströms

Utöver parametrar i ovan lista saknas även klassning för parametern *Konnektivitet upp- och nedströms* (motsvaras av *Längsgående konnektivitet* i sjöar) i tre av sju vattenförekomster i Vendelåns avrinningsområde; *Långsjön, Fyrisån-Toboån och Sävastabäcken* (VARO 1, 6 och 7). I VARO 6 har ett vandringshinder kunnat identifieras (06A Tegelsmorasjön) men det har inte skett någon heltäckande inventering. Enligt VISS behöver vandringshindarsinventering genomföras för dessa tre vattenförekomster för att konnektivitetsstatus ska kunna bedömas (Länsstyrelserna m.fl., 2022).

7.2 Åtgärder för fosfortillförsel från punktkällor

7.2.1 Åtgärder för enskilda avlopp

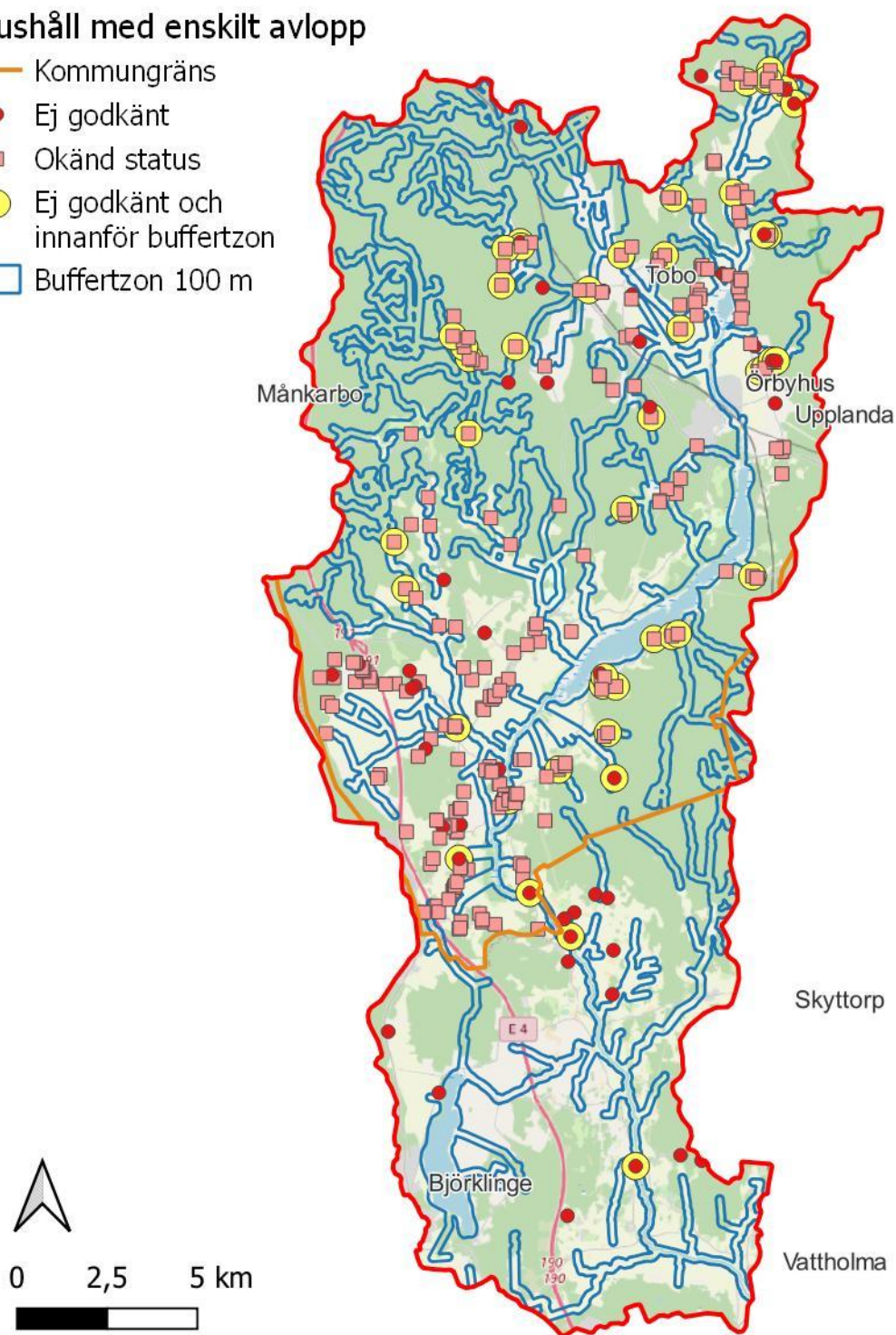
Enligt uppgifter från Uppsala och Tierp kommuner finns det cirka 170 hushåll med enskilda avlopp i Vendelåns avrinningsområde som har bristfällig eller okänd reningsfunktion (kategori A i Tabell 7). När dessa åtgärdas med ny markbädd eller infiltration motsvarande normal skyddsnivå beräknas fosfortillförseln till Vendelån minska med cirka 60 kg per år. Det motsvarar 18 procent av den beräknade fosfortillförseln från enskilda avlopp till Vendelån idag. Vid tillsyn prioriteras de sämsta avloppen först, så detta är någonting som förväntas ske inom de närmaste åren. Åtgärderna görs inte enbart för att förbättra fosforreningen utan även för att minska risken för förorening av dricksvattenbrunnar och minska utsläpp av smittämnen, syreförbrukande ämnen och kväve till vattendragen.

Av de hushåll som har bristfällig eller okänd avloppsvattenrening ligger 30 stycken inom 100 meter från Vendelån eller anslutande biflöden. Dessa är prioriterade att åtgärda. Om dessa 30 avlopp skulle uppgraderas till motsvarande hög skyddsnivå skulle fosforbelastningen till Vendelån minska ytterligare cirka 10 kg årligen. Bedömning av vilka krav som ska ställas på avloppsreningen (t.ex. normal eller hög skyddsnivå) ska dock alltid göras i det enskilda fallet.

Avlopp som bedömts ha bristfällig reningsfunktion (kategori A) är markerade med röda punkter i Figur 38. Eftersom uppskattningar har behövt göras av statusen för vissa avlopp i Tierps kommun (se avsnitt 4.1.1) kan inte position för alla bristfälliga avlopp anges. Av de hushåll som är markerade med en rosa fyrkantig symbol antas hälften vara bristfälliga.

Hushåll med enskilt avlopp

- Kommungräns
- Ej godkänt
- Okänd status
- Ej godkänt och innanför buffertzonen
- Buffertzonen 100 m



Figur 38. Hushåll med enskilda avlopp som är bristfälliga, okänd status och/eller ligger inom 100 m från Vendelån eller dess biflöden.

I Tabell 31 sammanfattas den potentiella minskningen av fosfor till Vendelån vid genomförande av den första av de två diskuterade åtgärderna, det vill säga åtgärdande av avlopp som inte har något godkänt tillstånd idag till normal skyddsnivå. De flesta hushåll med bristfällig eller okänd avloppsvattenrening ligger sannolikt i VARO 6 (ca 61 st).

Tabell 31. Potentiell minskning av fosforbelastning på Vendelån i och med åtgärdande av bristfälliga enskilda avlopp till markbädd/infiltration eller motsvarande normal skyddsnivå.

Åtgärd	Normal skyddsnivå
Avrinningsområde	Minskning kg P/år
VARO 1	2
VARO 2	15
VARO 3	7
VARO 4	1
VARO 5	9
VARO 6	21
VARO 7	0
Summa	57

7.2.2 Åtgärder för reningsverk

Inga åtgärdsförslag har tagits fram för minskad närings- och föroreningsbelastning från reningsverken i Husby och Hovgårdsberg då utsläppen är relativt små i förhållande till den kostnad en åtgärd skulle medföra. För Hovgårdsbergs reningsverk gäller det först och främst att få anläggningen att fungera som det är tänkt. Det är alltid viktigt att minimera inläckage på ledningsnätet för att bibehålla en stabil drift och undvika bräddningar som kan leda till fosforutsläpp, exempelvis genom att tillse att inget dagvatten är kopplat till ledningsnätet.

7.2.3 Åtgärder för hästgårdar

Nedan listas en rad generella åtgärder som är svåra att kvantifiera reningen för men som kan ha god effekt på många platser för att minska näringsläckaget. Åtgärdsförslagen utgår från generella åtgärder föreslagna av SLU, Jordbruksverket. Länsstyrelsen, WRS och Hushållningssällskapet (Parvage, 2015, Dahlin, S. & Johansson, G., 2008, Isaksson, J., Eriksson, S. & Hermansson, A., 2017, Hellblom, F. & Rybak, F., 2019, Jordbruksverket, 2017, Owenius, 2012).

- Etablera rasthagar på säkert avstånd från diken och vattendrag.
- Anlägga skyddszoner mot vattendrag för att förhindra jorderosion.
- Anlägga beten med grässorter som är tramptåliga (rödsvingel, ängssvingel och ängsgröe är tramptåliga) och toleranta för fuktiga förhållanden
- Kringdika hagar nära Vendelån, anslutande biflöden eller större jordbruksdiken för att fånga upp ytavrinnande vatten som rinner in eller ut från hagen.
- Anlägga svackdiken för att kvarhålla avrinnande vatten och näringsämnen. Svackdiken är en typ av buffertzona där en gräsbevuxen del av terrängen vid höga flöden fylls med vatten men som i normalfallet är torrlagda. Svackdiket måste dimensioneras efter storleken på hagen.
- Erosionsskydda marken på särskilt utsatta och upptrampade ställen, till exempel vid grindhål, vid foderhäckar och vattenkoppar.

- Ge hästarna tillräckliga ytor för bete och utevistelse – begränsa antalet hästar per hektar till maximalt tre.
- Minimera spill vid utfodring ute.
- Skapa en säker gödselhantering – platta, container, kompostering, spridning, tak över platta.
- Ändra markanvändningen från rasthage till något annat efter 10–20 år.
- Anlägga fosfordammar för att förhindra att näringsrikt vatten når Vendelån.

De föreslagna åtgärderna ovan riktar sig till hästhållarna. Det bästa är om åtgärder på hästgårdar sker på hästhållarnas egna initiativ, men för att detta ska kunna ske behövs en kunskapshöjning bland dessa. Sedan hösten 2020 erbjuder Greppa näringen rådgivning riktad till gårdar med fler än 15 hästar. Rådgivningen är kostnadsfri, sker på frivillig basis och utförs av rådgivare inom Greppa Näringen. Målet är att göra hästhållarna medvetna om hur deras verksamhet påverkar miljön, identifiera vad som görs bra, vad som kan göras bättre, samt ge förslag på åtgärder (Greppa näringen, 2021).

För hästgårdar med mindre än 15 hästar finns idag ingen motsvarande rådgivning, samtidigt som kunskapsbehovet kan vara större bland dessa. För denna grupp finns därför ett behov av att kunskapshöjning, t ex genom ett projekt som drivs av kommunen. Ett exempel på ett sådant initiativ är Oxunda vattensamverkan som med medel från LOVA nyligen har startat ett projekt för hästhållare inom Oxundaåns avrinningsområde. Projektet riktar sig till lite mindre hästgårdar, med bland annat kostnadsfria möten, seminarier, studiebesök och gårdsvisa rådgivningar, där gårdar nära vattendrag och gårdar med hög hästtätet prioriteras.

Inom Vendelåns avrinningsområde finns ett 15-tal hästgårdar som ligger mindre än 100 m från Vendelån, biflöden eller större jordbruksdiken (Tabell 17, avsnitt 5.1.3) där åtgärder är särskilt prioriterade.

För att exemplifiera hur fosfortillförseln till Vendelån kan minskas med åtgärder inom hästgårdar har teoretiska beräkningar gjorts för två olika åtgärder, som beskrivs nedan.

- Ändrad foderstat. Ta foderanalyser och se över foderstaten och åtgärda om det är överutfodring med fosfor. Om fosforförbrukning via foder minskar med 0,5 kg per häst och år på grund av ändrad foderstat kan man minska fosforläckaget med ca 6 kg i Vendelåns avrinningsområde.
- Dagligen mocka hagar och rastfällor som används mycket, t.ex. med en betesdammsugare, en fördubbling av den mockning som antas ske idag. Med denna åtgärd skulle man kunna minska fosforbelastningen från hästgårdar i Vendelåns avrinningsområden med drygt 35 kg.
- Mindre läckage från gödselplatta med åtgärder som minskar flödet av gödsel från plattan till omgivande vattendrag.

Om ovanstående åtgärder genomförs på alla hästgårdar skulle bedömda fosforförluster kunna minskas med ca 40 kg i Vendelåns avrinningsområde (Tabell 32).

Tabell 32. Uppskattad årlig minskning av fosfortillförsel till Vendelån vid åtgärder på hästgårdar, fördelat per VARO.

Avrinningsområde	Antal hästar	Läckage utan åtgärd, kg P	Läckage efter åtgärd, kg P	Minskning läckage, kg P
VARO 1	43	14	9	5
VARO 2	75	25	15	10
VARO 3	19	6	4	2
VARO 4	57	20	12	8
VARO 5	39	14	8	6
VARO 6	79	26	16	10
VARO 7	0	0	0	0
Summa	312	105	64	41

Ovanstående åtgärder handlar om att minska mängden tillkommande fosfor som kan bidra till läckage. De flesta hästgårdar har dock ett ackumulerat näringsförråd i marken efter många års hästverksamhet, vilket gör att förhöjda näringsämneshalter kan förväntas under lång tid framöver i avrinning från området.

Beräkningar

I beräkningarna har vi gjort följande antaganden:

- Hästarna är till 70 % hästar och 30 % ponnyer (Jordbruksverket, 2005).
- Varje häst producerar träck och urin som innehåller 8,9 kg fosfor per år från hö, hösilage, kraftfoder, mineraler och strömedel (Jordbruksverket, 2013). I förslaget om ändrad foderstat har vi istället räknat med att träck och urin innehåller 8,4 kg.
- Allt fosfor i fodret hamnar i gödseln, nästan allt återfinns i träcken (Ögren, 2013). Gödseln hanteras bra på gödselplatta eller i container till 98 % men 2 % läcker till Vendelån (egen bedömning).
- 8 timmar daglig utomhusvistelse (33 % av dygnet) i beten nära stallet och rastfällorna under 9 månader (ej under sommaren).
- 50 % daglig mockning i rastfällor och beten som används under höst–vinter–vår, genomsnitt över säsongen och mellan gårdarna (egen bedömning). I förslaget om ökad mockning har vi istället räknat med 80 % daglig mockning.
- Fosforläckage till Vendelån från vinterbeten och rastfällor uppskattas till 20 % då medelavståndet till närmsta vattendrag är över 500 meter.

Det bör poängteras att många av antagandena i beräkningarna är tämligen osäkra, då hästantalet endast är uppskattat, och då hästgårdars utformning och skötsel skiljer sig mycket mellan olika storlekar – hobbyhästar, ridskolor, stuterier och även mellan hästgårdar i samma storleksklass. Större hästgårdar genererar mer gödsel och behöver därför ofta av praktiska skäl investera i en bra gödselhantering medan mindre gårdar sannolikt i större utsträckning använder befintliga äldre byggnader där gödselhanteringen är mindre bra.

7.2.4 Åtgärder för miljöfarliga verksamheter och potentiellt förorenade områden

De tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheterna och potentiellt förorenade områdena inom Vendelåns utredningsområde förväntas inte släppa ut eller läcka någon större mängd fosfor till Vendelån, så några förslag på åtgärder har inte tagits fram för dessa.

7.3 Åtgärder för fosfortillförsel från diffusa källor

7.3.1 Åtgärder för jordbruksmark

Åtgärdstyper

I detta kapitel beskrivs de åtgärdstyper som bedöms vara bäst lämpade för att minska tillförseln av fosfor från jordbrukslandskapet till vattenförekomsterna i Vendelåns avrinningsområde. Metodiken kring val av specifik åtgärd beskrivs också. Litteraturuppgifter på åtgärdernas avskiljningsförmåga har använts för att beräkna de föreslagna åtgärdernas reningspotential.

Den fosfor som avrinner från åkermark förekommer främst i partikulär form, det vill säga bunden till jordpartiklar. De största fosforförlusterna från mark sker i regel när avrinningen är stor. Åtgärder med syfte att avskilja och sedimentera partiklar kan anläggas för att minska transporten av fosfor från jordbruksmarken till berörda recipienter. Sedimentation av partiklar gynnas genom att minska vattnets hastighet. När hastigheten avtar hinner partiklar sjunka till botten och näringsämnen bundna till dessa avskiljs. Effektiva anläggningar för sedimentation är fosfordammar för små tillrinningsområden eller våtmarker för större tillrinningsområden. För att uppnå maximal avskiljningsgrad i en anläggning bör den placeras där förlusterna av fosfor är som störst.

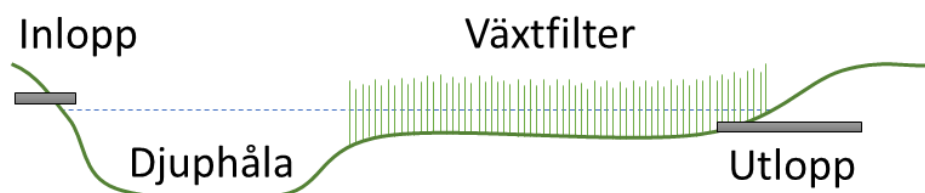
En annan metod att åstadkomma fosforavskiljning med är att anlägga tvåstegsdiken, där växter filtrerar vattnet vid högre flöden. Nedan beskrivs funktionen hos fosfordammar, våtmarker och tvåstegsdiken samt den metodik som använts för att välja en specifik åtgärdstyp vid en viss plats.

Fosfordammar

Fosfordammar anläggs vanligtvis i jordbruksdominerade områden och har visat sig ge en hög fosforavskiljning i relation till använd markyta. Fosfordammens yta ska helst motsvara minst 1 % av tillrinningsområdet för att ha en bra funktion, men bör ha en yta som utgör upp till 5 % av tillrinningsområdet om plats finns (Jordbruksverket, 2010; Hushållningssällskapet, 2012). Vid mindre yta minskar avskiljningen betydligt i dammarna (Kynkäänniemi, 2014). Dammen består av två delar där vattnet först passerar en djupare del för sedimentation och därefter filtreras genom en grundare del med rik våtmarksvegetation, se Figur 39. Undersökningar visar att djuphålan har en viktig funktion för sedimentering (Kynkäänniemi, 2014). Den djupare delen bör vara 20-30 % av dammytan med ett djup på 1–1,5 m (Hushållningssällskapet, 2012). Den vegetationsrika och grunda delen ska motsvara resterande 70–80 % av dammytan och ha ett djup på 0,2–0,4 m.

Dammens slänter ska vara någorlunda flacka, cirka 1:3, för att undvika erosion. Den grundare vegetationsdelen har olika funktioner, exempelvis sänka vattenhastigheten för att gynna sedimentation men också sprida flödet jämnt över dammen. Växterna bidrar även till att

stabilisera botten och tar upp näring och gynnar även biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2010). För att fosfordammen ska ha en god funktion är det viktigt med ett bra längdbreddförhållande (Kynkäenniemi, 2014) där en långsmal damm är att föredra.



Figur 39. Illustration av fosfordamm med djuphåla och efterföljande vegetationsdel.
Illustration: WRS.

Ett rimligt antagande för uppskattning av reningspotentialen i en fosfordamm med storlek över 0,1 % av tillrinningsområdet är strax under 50 % avskiljning av inkommande fosfor (Jordbruksverket, 2015b). För mindre fosfordammar som har en storlek mellan 0,05 och 0,1 % av tillrinningsområdet blir avskiljningen enligt en sammanställning cirka 30 % (Kynkäenniemi, 2014). Avskiljningen styrs av flera faktorer, exempelvis inkommande näringsämnehalt och hydraulisk belastning (Kynkäenniemi, 2014). För att underlätta skötsel av dammen i form av släntklippning och sedimenttömning är det viktigt att dammen placeras åtkomligt för traktor och grävmaskin. Vid rensning av fosforsediment i dammen kan det därefter återföras till åkermarken (Hushållningssällskapet, 2012). Viktigt att beakta vid anläggande av fosfordammar på produktiv åkermark är att ersättningen är jämförbar med inkomst från marken (Malgeryd m.fl., 2015), se Bilaga 1 avsnitt 3 möjliga stöd för åtgärder.

Fosfordamm som åtgärdsförslag har valts där:

- det finns ett befintligt jordbruksdike eller täckdikessystem och där det finns goda förutsättningar för att till en rimlig kostnad att skapa en damm genom schakt, dämning eller en kombination av schakt och dämning.

För att bestämma om dämning är möjligt behöver hänsyn tas till dräneringsdjupet på omkringliggande åkermark samt markvattennivån.

- den naturliga slutningen på marken längs ett dike kan utnyttjas för att kombinera schakt och dämning av en fosfordamm.
- det finns ett begränsat utrymme för åtgärdsförslaget, till exempel där så lite intrång som möjligt bör göras på produktiv åkermark.
- markvattenytan ligger lågt i förhållande till markytan men det inte går att dämna utan att påverka omgivande åkermark negativt. Fosfordammen är då den åtgärd som kräver minst schakt av de åtgärdstyper som beskrivs i detta avsnitt.

I avrinningsområdet för Vendelån kan konstateras att jordbruksmarken ofta är täckdikad ända ut i större krongiken. Många av dessa krongiken har ett för stort flöde för att anläggande av en fosfordamm i krongiket ska vara motiverat. I dessa fall kan en lämplig åtgärd vara att schakta fram täckdikessrören straxt innan de mynnar i diket och anlägga en fosfordamm på tidigare markyta. Det kräver dock större mängder schakt och i många fall mer intrång på åkermark än om täckdikningen hade varit i form av ett öppet dike. Är fosforavskiljningspotentialen tillräckligt stor och avrinningsområdet relativt litet kan åtgärden motiveras trots de ökade schaktmängderna och kompromissad genomförbarhet.

Ett exempel på ett åtgärdsförslag enligt stycket ovan är åtgärdsförslag nummer 07-04 (beskrivs i detalj i Bilaga 1). Åtgärdsförslaget är lokaliserat nära Lundkvarn invid E4:an och har ett avrinningsområde som är knappt 50 hektar och som nästan uteslutande utgörs av produktiv åkermark. Där täckdiket mynnar i Sävstabäcken meandrar bäcken och här är kantzonen extra stor och till viss del ogräsbevuxen. Marken ser ut dessutom ut att ligga något lägre än omgivande mark. Åtgärdsförslaget är ett typexempel på när det är lämpligt att schakta fram en fosfordamm i mynningen av ett täckdikessystem.

Eftersom tillgängligt underlag för täckdikessystem i Sverige är bristfälligt är det inte möjligt att lokalisera alla lämpliga platser för dessa typer av åtgärdsförslag inom ramen för detta projekt. Vi vill ändå göra ett medskick att ha denna typ av åtgärdsförslag i åtanke i vidare arbete med det lokala åtgärdsprogrammet för Vendelån. Kartläggning av täckdikessystem kan då vara ett lämpligt första steg.

Våtmarker

Våtmarker anläggs ofta för att minska näringstransporten i vattendraget samt även bidra till biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2015b). Våtmarker anläggs oftast längre ned i avrinningsområdet vilket innebär att de är betydligt större än fosfordammar. Vanligtvis har anlagda våtmarker i jordbrukslandskapet en yta motsvarande 0,5–1,0 % av avrinningsområdet (Jordbruksverket, 2010). Dock kan även våtmarker som är betydligt mindre än 0,5 % avskilja betydande mängder närsalter om tillförseln är tillräckligt hög (Jordbruksverket, 2015b). Utöver sedimentering av partikelbunden fosfor i dess djupare delar bidrar våtmarker även till avskiljning av kväve via nitrifikation och denitrifikation. Då våtmarken oftast anläggs längre ned i systemet kommer större jordpartiklar redan ha fastnat på vägen dit, bland annat i diken, vilket leder till att de partiklar som når våtmarken är mindre och kräver längre uppehållstid för att sjunka till botten. Att våtmarkers avrinningsområde är större än för fosfordammar gör att koncentrationen av fosfor är något lägre då vattnet ofta späds med näringsfattigare vatten från skogsmark. Både ovannämnda faktorer bidrar till en något lägre avskiljningsgrad, per anlagd åtgärdsyta, i våtmarker än i fosfordammar (Jordbruksverket, 2015b). Enligt Jordbruksverket finns dock potential att förbättra avskiljningseffekten i våtmarker genom riktade placeringar i de odlingslandskap med högst näringsförlust och med fokus på näringsreduktion när våtmarker gestaltas. Om dessa prioriteringar beaktas kan avskiljning som uppgår till 50 kilo fosfor och 500 kväve per hektar och år våtmark uppnås (Jordbruksverket, 2015b).

Våtmark som åtgärdsförslag har valts där:

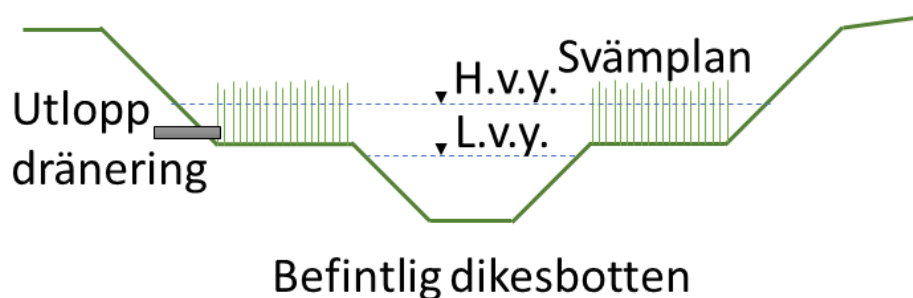
- det finns en naturlig lågpunkt på improduktiv mark nära ett jordbruksdike eller täckdikessystem med tillrinnande vatten från jordbruksmark
- improduktiv mark sluttar längsmed ett tillrinnande flöde och dräneringsvattnet kan dämmas upp över markytan
- synergieffekter så som ökad biologisk mångfald och/eller rekreationsmöjligheter för människor kan uppnås

Tvåstegsdike

En metod som enligt ett mindre antal studier i USA visat sig kunna fungera bra är att gräva om diken till så kallade tvåstegsdiken. Detta görs genom att man cirka 50 cm ovanför dikesbotten schaktar fram en plåt på vardera sida om diket. Dessa plåtar ska vara 1–2 gånger så breda som dikesbotten (Figur 40). Vid normal vattenföring ligger vattenytan i den gamla dikesfåran.

Under perioder med högre avrinning kommer vattnet att brädda upp på de växtbevuxna sidorna där fosfor kan silas av.

Ett tvåstegsdike bör ha en längd på minst 800 m för att ge önskad effekt. Fosforavskiljningen har hittills bara kvantifierats i studier utförda i USA och varierar mellan 10 % och 40 % av den totala fosforhalten i vattnet. Studier av tvåstegsdiken pågår även i Sverige, men i dagsläget saknas kvantitativa data på reningseffekter (Aronsson m.fl., 2019). Förutom näringsavskiljningen ökar dikets kapacitet betydligt med de breda avsatserna och risken för översvämningar kan således minskas. Med en tät växtlighet utmed kanterna minskar även erosionsskadorna på diket (Hushållningssällskapet, 2012). En osäkerhet med tvåstegsdiken är att det inte med önskvärd tydlighet framgår hur avskiljningen av fosfor går till, om dikesplåtarna måste rensas för långvarig funktion och vilka risker för erosion sådan rensning då medför.



Figur 40. Principsektion på ett tvåstegsdike. Illustration WRS.

Eftersom tvåstegsdiken är relativt obeforskade i Sverige har reningsförmågan har antagits till det lägsta i spannet som ges ovan. I första hand väljs fosfordammar eller våtmarker som åtgärdsförslag i detta projekt. Dock har tvåstegsdiken fler biologiska värden än fosfordammar och skulle kunna motiveras av den anledningen.

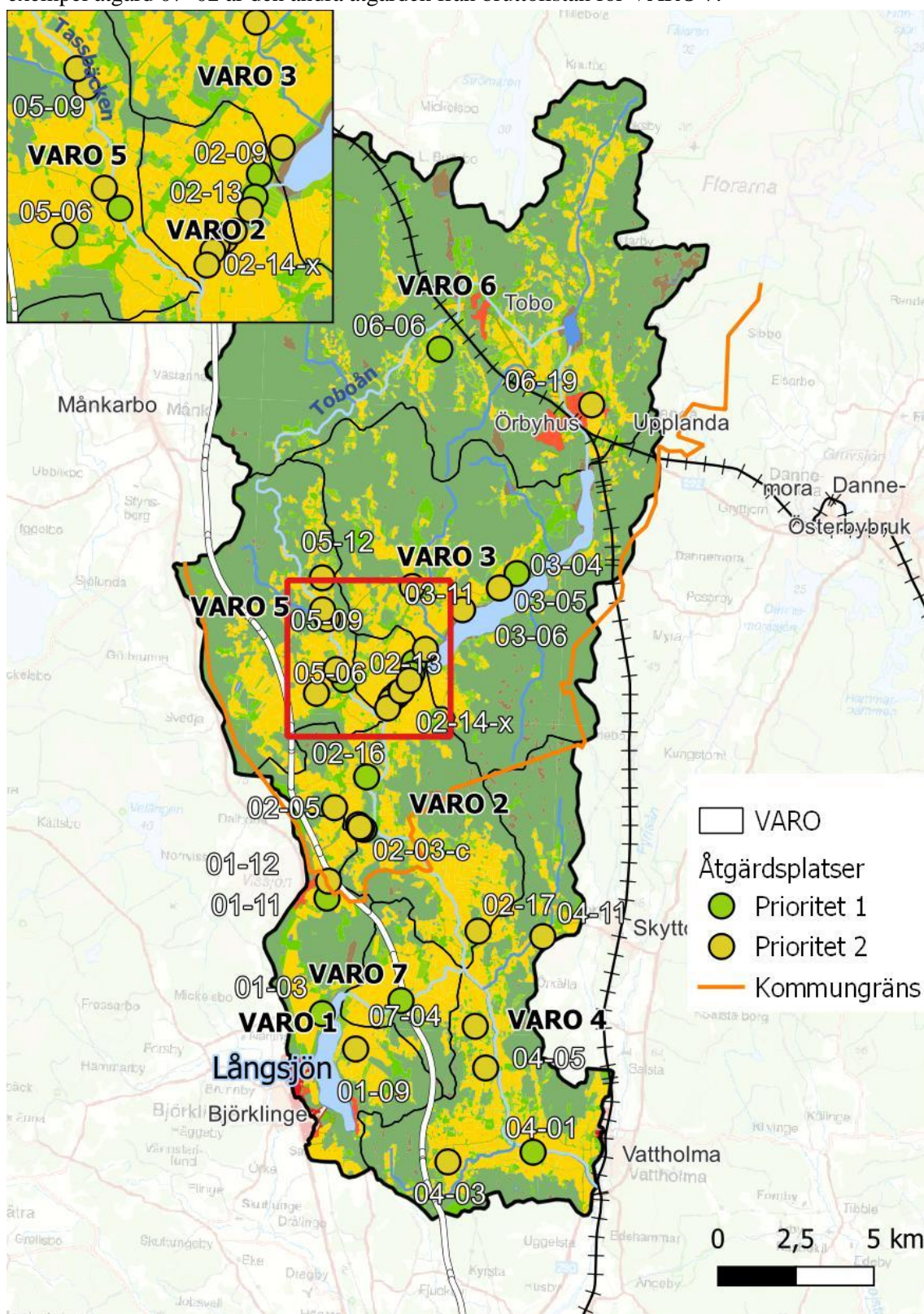
Tvästegsdike som åtgärdsförslag har valts där:

- det går ett befintligt jordbruksdike som är relativt grunt och där markvattennivån är relativt ytlig, men där fosfordammar inte bedöms som en lämplig åtgärd exempelvis på grund av att det finns begränsat med yta nedströms diket eller att diket kulverteras och vattenvägarna är svåra att avläsa. Flertalet mindre fosfordammar i tillrinnande diket till huvuddiket kan vara en alternativ åtgärd men innebär tidskrävande fältarbete om alla diken ska besökas.
- det enligt ortofoton och historiska kartor finns eller har funnits många åkertegar längs diket. Det betyder att det sannolikt finns många dräneringsögon mot tvåstegsdiket, där vatten filtrerar över terrassen.
- tillrinningsområdet består av en relativt stor andel skogsmark, men det lokala avrinningsområdet (från dikets sidor) innehåller mycket jordbruksmark som är intensivt odlad.

Åtgärdsförslag

Totalt föreslås 69 platsspecifika åtgärder för minskat fosforläckage från jordbruksmark inom Vendelåns avrinningsområde. Av de föreslagna åtgärderna har tio fått prioritet 1, tjugo fått prioritet 2, och trettionio fått prioritet 3. Åtgärdsförslagen av prioritet 1 och 2 presenteras mer detaljerat i Bilaga 1. De platsspecifika åtgärdsförslagen med prioritet 1 och 2 uppskattas tillsammans årligen kunna minska fosfortillförseln med cirka 750 kg till Vendelån. Under

utredningens gång avfärdades tjugoen åtgärdsplatser efter en initial analys av förutsättningarna. Samtliga utredda åtgärdsplatser redovisas i Figur 41. Åtgärdsförslagen är numrerade med nummer som är en kombination av VARO-nummer och numret av åtgärdsförslaget, där till exempel åtgärd 07-02 är den andra åtgärden från bruttolistan för VARO 7.



Figur 41. Föreslagna åtgärder för fosfortillförsel från jordbruk inom Vendelåns avrinningsområde. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (2020).

7.3.2 Åtgärder för tätortsbebyggelse

Eftersom tillförsel från dagvatten är endast ett mindre bidrag till fosfortillförseln och för att en dagvattenåtgärd redan planeras för Örbyhus tätort (se avsnitt 5.4.2) har inga ytterliga åtgärder för rening av dagvatten tagits fram i denna rapport.

7.4 Åtgärder för hydromorfologi

7.4.1 Åtgärder för konnektivitet

Nedan listas olika åtgärdstyper för att skapa vandringsvägar för fisk. Endast de åtgärder som föreslås i detta underlag beskrivs kortfattat. För beskrivning av övriga åtgärdstyper hänvisar vi till tidigare underlag till Lokala Åtgärdsprogram för Sävjaån (WRS, 2021) och Vattholmaån (WRS, 2022).

En sammanställning finns nedan över de platsspecifika åtgärdsförslag som har tagits fram för befintliga vandringshinder i avrinningsområdet. Åtgärdsförslagen beskrivs i detalj i Bilaga 2.

Åtgärdstyper

De fiskvägar som föreslås, eller som har övervägts i utredningsarbetet, kan delas in i två huvudtyper; naturlika och tekniska.

Naturlika fiskvägar	Tekniska fiskvägar
Omlöp	Utskov eller trappsteg
Inlöp	Kammartrappa/bassängtrappa
Överlöp/upptröskling	Slitsränna
Utrivning av hinder	Denilränna/motströmsränna

Naturlika fiskvägar utgörs generellt av en konstruerad fåra som går runt ett vandringshinder och möjliggör passage för arter både i upp- och nedströms riktning. Dessa kräver större ytor så att fallhöjden inte blir för stor, men är ofta att föredra om plats finns, då såväl fisk som bottendjur, däggdjur och groddjur kan passera om fiskvägen anläggs rätt.

Tekniska fiskvägar konstrueras oftast på platser med litet utrymme och begränsade förutsättningar, där andra lösningar inte tillåts eller är möjliga. Dessa fiskvägar är generellt branta och har starkt strömmande vatten. Detta möjliggör uppströmspassage för starksimmande fiskar vid relativt stora höjder men minskar möjligheterna för passage av andra mindre och svagsimmande arter (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Länsstyrelserna m.fl., 2016).

I detta underlag har överlöp/upptröskling och slitsränna föreslagits som åtgärder.

Överlöp/upptröskling

En upptröskling, eller ett så kallat överlöp (Figur 42), kan var lämpligt om dämnet exempelvis håller mycket sediment som är förorenat eller inte bör förflyttas. Det kan även användas vid mindre dämmen där vattennivån i åfåran kan tillåtas höjas nedströms vandringshindret.

Vattennivån höjs oftast med sten och grus tills dämmets nivå nås. Det kan ske stegvis eller i ett stycke beroende på höjdskillnader. En variant av upptröskling är då block och stenar läggs ut omväxlande på sidorna av fiskvägen för att bilda sträckor med både strömmande och lugnare vatten, och kallas då *naturlik bassängtrappa*. Även här kan v-formade bottnar eller rännor anläggas för att säkerställa passage vid lågvattenföring. En upptröskling med block- och stembotten bör ha en lutning på maximalt 3,5 %, men kan vara upp till 6–7 % för laxfiskar (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a).

Slitsränna

En slitsränna liknar en kammarrappa. Istället för kammarrappans serie av trösklar med vilopooler har en slitsränna istället en vertikal öppning i tvärväggen hela vägen från överkant av slitsen ned till botten (Figur 42). Detta medför likartade vattenhastigheter genom hela vattenprofilen och gör den relativt okänslig för vattenståndet uppströms. Vattenhastigheten vid botten kan bromsas genom att gjuta in stenar i botten eller anlägga låga trösklar. Lutningen i slitsrännor bör vara mellan 3 och 10 % men kan vara upp till 15 %. Om tillämpligt passar ett flöde kring 0,5 m³/s de flesta fiskarter (Havs- och vattenmyndigheten, 2013a; Degerman och Näslund, 2021).



Figur 42. Ovan: Ett överlöp/upptröskling i Vendelån vid Vendelsjöns utlopp. Nedan: En slitsränna i Billstaån, Östersund. Fisken vandrar genom de smala slitsarna till höger i bild.

Resultat

Åtgärdsförslag för de två identifierade vandringshindren listas i Tabell 33 men beskrivs framför allt närmare i Bilaga 2. Observera att framtagna åtgärdsförslag är WRS bedömning av, och utveckling av, tidigare förstudier vid Järstadammarna (Tyréns AB och TerraLimno Gruppen AB, 2020) och Tegelsmorasjön (Upplandsstiftelsen, 2019b).

Tabell 33. Översikt av åtgärdsförslag för konnektivitet som finns beskrivna i Bilaga 2.

Nr	Namn	Typ av vandringshinder	Föreslagen åtgärd
04A	Järstadammarna	Kvarndamm med två skibord i betong och sten	Slitsränna i befintlig stensatt fåra
06A	Tegelsmorasjön	Spontat trädämme	Nytt dämme i plast + överlöp/upptröskling nedströms

7.4.2 Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi

Nedan beskrivs tre åtgärdestyper som föreslås i detta underlag som påverkar kvalitetsfaktorerna *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* positivt. I många fall kan de även bidra med minskad transport av näringsämnen, men för de platsspecifika åtgärder i detta underlag är detta sekundärt.

Återställande av sänkta sjöar

I hela Uppsala län antas endast två sjöar vara opåverkade av sjösänkningar (Brunberg och Blomqvist, 1998). Sänkningarna har framför allt gjorts för att dränera skog- och åkermark och har skapat igenväxta sjöar, torrlagda våtmarker och oxidering av organogena jordar. Genom att åter höja eller återställa, helt eller delvis, tidigare vattentrösklar kan sjöarna till viss del återfå sin naturliga utformning och hydrologiska regim. Detta kräver en ny eller ändrad vattendom och är troligen enklast att genomföra för sjöar där produktiv jordbruksmark har övergivits eller påverkas marginellt, samt där gamla markavvattningsföretag är upphävda eller inaktiva.

(Åter)meandring

Samtidigt med sjösänkningarna har även många åar rätats och dikats. Här finns möjlighet att återskapa meandrande sträckor för en mer naturlig deposition och transport av sediment. Meandring passar i stora delar av Vendelåns flacka avrinningsområde där lutningen är svag eller måttlig. Detta får en positiv påverkan på flertalet hydromorfologiska parametrar som *specifik flödesenergi*, *vattendragsfårans form* och *vattendragsfårans kanter*.

Våtmarker

Våtmarker beskrivs i avsnitt 7.3.1 som en åtgärd för att minska den diffusa transporten av näringsämnen från bland annat jordbruksmark. Våtmarker har också en positiv effekt på hydromorfologin då de skapar en mer naturlig hydrologisk regim, trögare avrinning och svämplan. I de fall tillrinningen från jordbruksmark eller dagvatten är liten bör de därför ses som hydromorfologiska åtgärder som dessutom kan bidra med rekreativvärden och en ökad biologisk mångfald.

Utöver de åtgärdestyper som listas ovan finns även andra åtgärder som påverkar hydromorfologin positivt. Det har dock inte tagits fram platsspecifika åtgärdsförslag med avseende på hydromorfologi för dessa:

- ✓ Skapande av **naturliga svämplan** som inte utgör brukad eller anlagd mark påverkar *morfologiskt tillstånd* positivt.

- ✓ **Tvåstegsdiken** bidrar till förbättrat *morfologiskt tillstånd* men är även en åtgärd som kan minska fosfortillförseln, se avsnitt 7.3.1.
- ✓ **Kantzoner/buffertzoner** förbättrar en åsträckas morfologiska tillstånd samtidigt som de kan bidra med minskad näringstransport, se avsnitt 7.3.1.

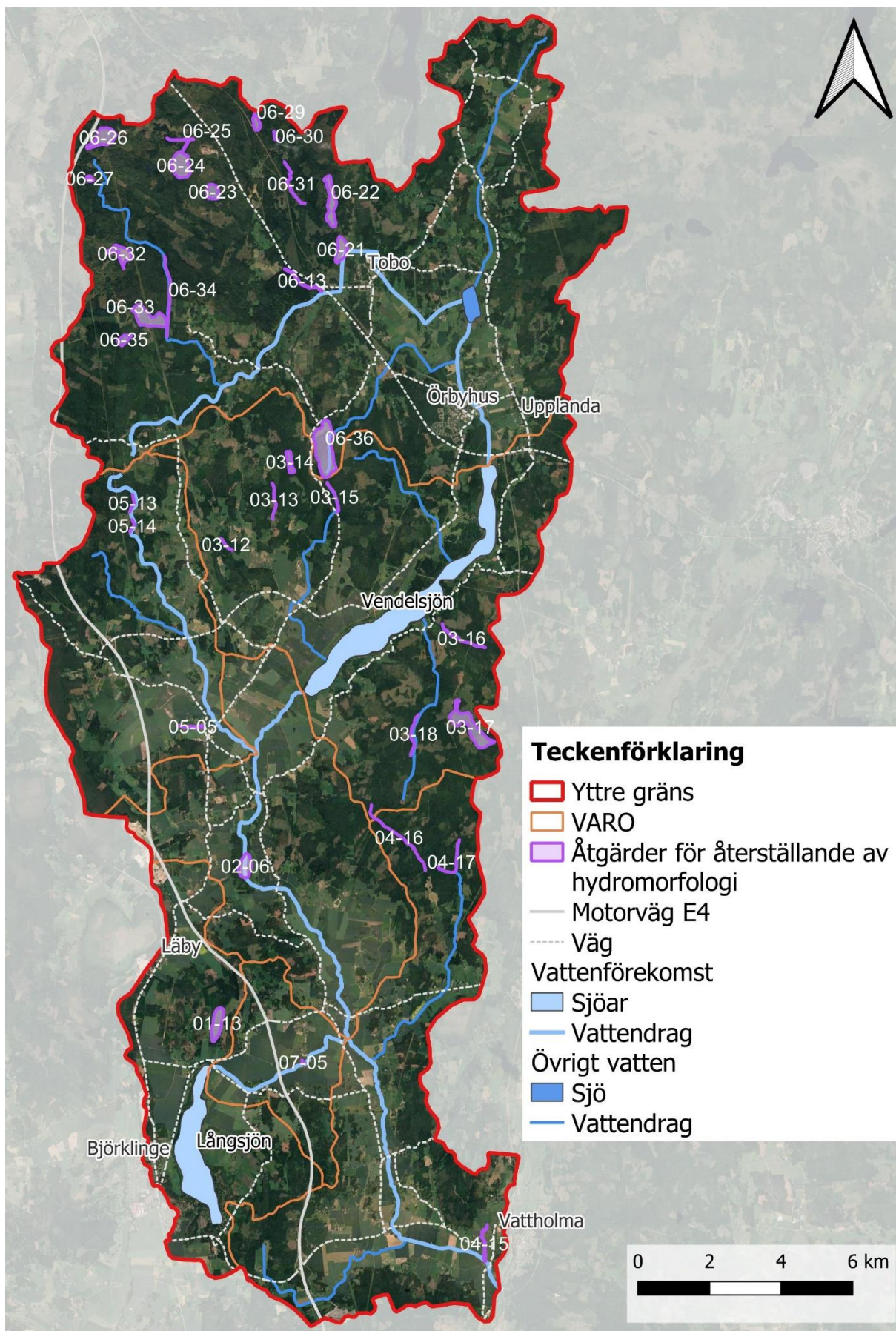
Resultat

En bruttolista av möjliga åtgärder som framkommit under utredningens gång för att förbättra *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* finns i Bilaga 3. Det har även tagits i beaktande när åtgärdsförslag har tagits fram för diffus tillförsel av fosfor att utforma dessa åtgärder så att hydromorfologin gynnas, se Bilaga 1.

Totalt identifierades 33 åtgärdsförslag som främst bedöms påverka hydrologisk regim och morfologi (Figur 43). Av dessa är fyra åtgärder återställande av sänkta sjöar, elva stycken anläggning av våtmark och arton stycken meandring av bäckfåran. Se Bilaga 3 där det för varje åtgärd ges en kortare beskrivning och en bedömning av åtgärdens genomförbarhet.

Prioritering

Varje förslag i Bilaga 3 har givits en prioritetsordning från 1 till 4. En åtgärd med prioritet 1 anses ha stor ekologisk effekt och genomförandepotential. Prioriteringen är baserad på översiktliga förhållanden som topografi, markförhållanden och eventuell påverkan på jord- eller skogsbruk. Det är positivt om åtgärderna även kan innebära mervärden ur rekreationssynpunkt. Utav 33 åtgärder bedöms fem ha prioritet 1, tolv ha prioritet 2 och sju förslag prioritet 3 eller 4.



Figur 43. Översikt av åtgärdsförslag för förbättrad hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Bakgrundskarta: © Google Earth.

7.4.3 Biotopförbättrande åtgärder

Både restaurering av förstörda leklokaler och skapandet av nya produktiva strömsträckor och leklokaler med hårda stenbottnar är åtgärder som skapar en relativt stor ekologisk nytta i förhållande till kostnad. I Vendelån är sådana platser idag troligen få då nästan 90 %, eller drygt 51 av åsträckan på 58 kilometer (inklusive biflöden), ligger inom markavvattningsföretag eller är tydligt rätat. För att få till stånd åtgärder behöver kontakt tas med dikningsföretag för att diskutera lösningar där vissa sträckor av ån undantas från rensning och återskapas med sten- och grusbottnar.

Andra biotopförbättringar som bör övervägas är möjligheterna att:

- ✓ lägga ut död ved
- ✓ återskapa trösklar, svämplan, bestämmande sektioner och andra naturliga strukturer (sten, bottensubstrat, strandbrinkar med mera)
- ✓ lägga igen eller öppna upp sidofårar som har ändrats historiskt
- ✓ bredda åfåran
- ✓ höja vattennivån och bottennivån (tillbaka mot ursprungliga nivåer).

Alla ovan biotopförbättrande åtgärder bör även övervägas i samband med anläggandet av en fiskväg. Framför allt strömsträckor med lämpligt bottensubstrat är ofta en viktig aspekt. Men även annan biotopvariation och återställande av naturliga strukturer upp- och nedströms en fiskväg skapar bättre förutsättningar för att uppfylla fiskvägens syfte och funktion.

I allmänhet bör en mångformighet av vattendragets miljö eftersträvas, då det är väl belagt att detta ökar artrikedomen (Naturvårdsverket och Fiskeriverket, 2008; Degerman och Näslund, 2021).

7.5 Övriga åtgärder

7.5.1 Strukturkalkning av jordbruksmark

Jordbruksmarken i Vendelåns avrinningsområden består till stora delar av lerjordar, där de största fosforförlusterna oftast sker när fosfor transporteras med uppslammade lerpartiklar i vattnet i samband med häftiga regn eller snösmältning. En åtgärd som minskar fosforförlust från lerig jordbruksmark till vattendrag är så kallad strukturkalkning (Jordbruksverket, 2015c). Strukturkalkning gör att lerjordar blir mer lättarbetade och torkar upp snabbare samtidigt som grödans uppkomst blir jämnare. Tillförsel och nedplöjning av kalken förbättrar markstrukturen genom att det bildas fler och stabilare aggregat som gör att jorden inte krymper och sväller lika mycket. När lerpartiklorna klumpar ihop sig till aggregat blir de dessutom mycket svårare att transporteras bort av vattnet. Kalkning bidrar också till att det bildas ett finmaskigt nät av sprickor över hela markytan som gör att regnvattnet infiltrerar jämt på hela markytan. På obehandlade lerjordar kan sprickbildning leda till ojämn infiltration genom sprickor som i sin tur leder till förluster av fosfor och uppslammat material till dräneringsrören och vidare ut i vattendragen. Reduktionseffekten för fosfor med strukturkalkning kan antas vara cirka 30 % (Gyllström m.fl., 2016).

Bland möjliga åtgärder i förvaltningscykel 3 föreslår VISS att strukturkalkning skulle kunna genomföras på totalt cirka 240 hektar inom avrinningsområdena för Sävastabäcken – Tassbäcken och Vendelån mynningen – Sävastabäcken. VISS redovisar att det ger en potentiell avskiljning på 125 kg fosfor årligen.

Observera att strukturskalkning bara ska göras på väl-dränerade lerjordar. Spridning ska inte ske när det är blött eller för sent på hösten. Kalken ska blandas in snabbt, helst vid spridning. Bränd eller släckt kalk ger en snabb och märkbar struktureffekt medan kalkstensmjöl inte är lika effektivt. (Jordbruksverket, 2015c).

Strukturskalkning skall på grund av kostnader och förväntad nytta endast utföras på den arealen av jordbruksmarken som efter jordbrukarnas lokalkännedom har mindre än optimal dränering idag (Strand, 2019).

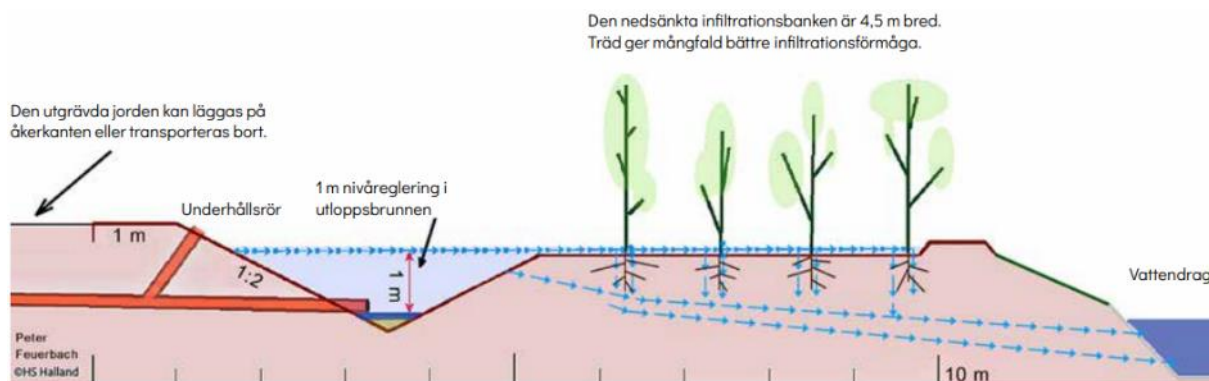
7.5.2 Skyddszon/kantzon/buffertzon

Så kallade buffert- eller kantzoner längs med brukad åkermark kan både förbättra ett vattendrags morfologi och bidra med minskat näringstransport. Zonerna av obrukad mark anläggs i strängar mellan åkern och ytvattnet, helst mellan 15 och 30 meter breda. Här kan marken besås med gräs, örter, buskar eller träd eller utgöra betesmark, slåttervall, naturliga stränder eller även skogsbrynslika partier.

I Sveriges används oftast termerna lokalt anpassad kantzon (LAK) eller ekologiskt funktionell kantzon (EFK). En EFK innehåller ofta en mer orörd ekologiskt funktionell del närmast vattendraget med mer träd och buskar. En LAK är däremot ofta en kompromiss med exempelvis gräs eller vall som betas eller slås (Figur 44). En integrerad buffertzona (IBZ) är en tredje variant där åkerdräneringen dräneras till ett dike som grävs parallellt till vattendraget med en cirka 5 meter bred träd- eller buskbeklädd infiltrationsbank mellan diket och vattendraget (Figur 45).



Figur 44. En Lokalt Anpassad Kantzon (LAK) med obrukad mark av gräs/väll närmast diket.



Figur 45. Konceptuell bild av en integrerad buffertzona (IBZ) där åkerdräneringen leds till ett dike parallellt grävt med vattendraget.

Anpassade skydds-zoner och skydds-zoner beskrivs i VISS som möjliga åtgärder i stora delar av Vendelåns avrinningsområde. VISS redovisar att föreslagna skydds-zoner kan ge en fosforavskiljning på nästan 300 kg årligen.

7.5.3 Övriga jordbruksåtgärder

Utöver de jordbruksåtgärder som föreslås i denna rapport finns många andra åtgärder som kan bidra till minskad fosforbelastning i Vendelåns avrinningsområde. För många av dessa åtgärder finns det möjlighet att ansöka om stöd, exempelvis det nya investeringsstödet (Jordbruksverket, 2022). Dessa åtgärder kräver utredningar på detaljnivå så att åtgärderna placeras där de gör som mest nytta och därför föreslås rådgivningar som första steg för denna typ av åtgärder. Exempel följer nedan:

- Skydds-zoner och anpassade skydds-zoner är obrukade remsor längs vatten som hindrar jorderosion vid ytavrinning.
- Kalkdiken kan anläggas när täckdikning läggs om eller på nytt.
- Bevattningsdammar med tillrinning från åkermark och reglerbar dränering kan hindra jorderosion samt återföra näringsämnen till åkrarna.
- Fånggrödor, vårbearbetning och precisionsgödning minskar näringsläckaget och bidrar till en mer hållbar ekonomi för jorden och jordbrukaren.

I Vendelåns avrinningsområde finns det många stora åkrar vars djupa täckdiken ansluter direkt till krondiken eller andra diken med stora flöden. Ytavrinning från dessa åkrar sker längs långa sträckor i diket och på sådana platser lämpar det sig inte fosfordammar eller våtmarker. Skydds-zoner och anpassade skydds-zoner är särskilt lämpade att anläggas på sådana platser längs med diken och runt täckdikbrunnar (, exempelvis i VARO 2 och VARO 5. Skydds-zoner kan dessutom gynna den biologiska mångfalden (Jordbruksverket, 2016).

7.5.4 Spårning av felkopplade avlopp som belastar dagvattennätet

Eventuella felanslutningar av spillvatten till dagvattennätet skulle kunna på ett inte obetydligt sätt bidra till fosforbelastningen på Vendelån. Bedömningen av felkopplingarnas betydelse grundar sig på erfarenheter från åtgärdsarbeten i andra områden.

7.5.5 Tillsyn/info miljöfarliga verksamheter

Tillsyn med avseende på dagvattenhantering vid miljöfarliga verksamheter pågår löpande och bör om möjligt intensifieras. Detta gäller inte minst avseende dokumentation, egenkontroll, sedimentrensning och skötsel av befintliga dagvattenreningsanläggningar.

7.5.6 Ökade krav vid planläggning

En utformning av bebyggelsen och dagvattenhanteringen som säkerställer långtgående flödesutjämning och i det närmaste fullständig avskiljning av den partikulära föroreningsfraktionen bör vara det minikrav som ställs. Eftersom det i dagsläget inte finns några beprövade tekniker för att effektivt avskilja lösta dagvattenföroreningar måste ett nollscenario troligen uppnås genom kompensationsåtgärder. Verktyg för att styra vilka byggmaterial som används och därmed undvika förorening av dagvattnet, t ex att förbjuda användning av koppar och zink med hänsyn till vattenkvaliteten i recipienten, saknas dessvärre idag i Plan- och bygglagen.

7.5.7 Fiskeförbud

Idag råder förbud mot fiske av aspen under april och maj i alla Mälarens tillrinnande vattendrag (Havs- och vattenmyndigheten, 2013b). Inom vissa områden råder även totalt förbud för aspfiske, som i Fyrisåns fiskevårdsområde (Fyrisåns vattenförbund, 2022). Om åtgärder genomförs vid Ekeby kvarn och Järstadammarna så att fisk får fri vandringsväg i Vendelåns huvudfåra kan det övervägas att också skydda enskilda leklokaler, exempelvis de som utpekats i avsnitt 6.1. Lokalerna kan skyddas med totalt fiskeförbud under leken, inte bara för asp, för att undvika tjuvfiske eller bifångst. Dessa förbudsområden kan då göras väldigt små och lokala för att inte begränsa fritidsfisket i onödan.

8 Genomförande av åtgärder – väg framåt

8.1 Åtgärder för punktkällor

I området finns cirka 170 enskilda avlopp med bristfällig eller okänd rening. Dessa bör åtgärdas, och detta ligger inom miljöförvaltningens ordinarie tillsynsarbete.

Information och dialog med hästägare är en långsiktig åtgärd, som involverar många personer och bygger på frivillighet.

Föreslagen prioriteringsordning mellan åtgärder för punktkällor är:

- 1) Förelägga fastighetsägare att åtgärda bristfälliga avlopp.
- 2) Information och dialog med hästägare, för att åstadkomma ökad mockning av hagar, säker gödselhantering, erosionsskydd vid utfodringsplatser, översyn av foderstater etcetera, med början på hästgårdar närmast vattendrag. Exempelvis inrikta sig mot lite mindre hästgårdar (<15 hästar) som inte nås av Greppa näringen. Ordna bland annat kostnadsfria möten, seminarier, studiebesök och gårdsvisa rådgivningar, där gårdar nära vattendrag och gårdar med hög hästtätthet prioriteras.

8.2 Åtgärder för diffusa källor

För att minska näringsförluster från de jordbruksdominerade områdena är det viktigt med fortsatt arbete där. Det innefattar exempelvis gårdsvisa vattenplaner, förbättrad dränering, underhåll av befintliga diken och brunnar och riktade insatser för strukturkalkning och

kantzoner där erosion sker. Alla sådana åtgärder skall självfallet utföras i dialog och nära samarbete med berörda lantbrukare.

Vid genomförande av åtgärder är det även viktigt att ta hänsyn och att ”ingreppen” inte skapar negativ påverkan för de värdefulla naturvärden som Vendelån med omgivning hyser. Av de platsspecifika åtgärdsförslagen som tagits fram för minskad näringstillförsel från framförallt jordbruksmark i denna utredning har tio stycken givits prioritet 1 och tjugo stycken prioritet 2 (se Tabell 34). Åtgärdsförslagen är numrerade med en kombination av VARO-nummer och numret av åtgärdsförslaget, där till exempel åtgärd 07–02 är den andra åtgärden från bruttolistan för VARO 7. Platser med prioritet 3 bör ses som möjliga åtgärder efter genomförande av åtgärderna av prioritet 1 och 2. Platsspecifika åtgärdsförslag av prioritet ett och två redovisas mer detaljerat i Bilaga 1 och en översikt av bedömningen för de högst prioriterade åtgärdsförslagen visas i Tabell 35.

Prioritering av platsspecifika åtgärdsförslag inom Vendelåns avrinningsområde:

1. Tio åtgärdsförslag har givits högsta prioritet – sex stycken fosfordammar och fyra våtmarker.
2. Totalt tjugo åtgärdsförslag har givits prioritet 2. Femton förslag till fosfordammar, en våtmark och ett tvåstegsdike har givits prioritet 2. Tre förslag till utgrävning av djuphålor i redan existerande våtmarksområden har även givits prioritet 2. Åtgärderna har bra fosforavskiljningsförmåga men kan behöva kompromissa med antingen intrång på produktiv åkermark, schaktvolym eller något lägre potential till fosforavskiljning.

Tabell 34. Platsspecifika åtgärdsförslag med prioritet 1 och 2.

Åtgärdstyp	Prioritet	Antal åtgärdsförslag	Åtgärdsförslag nr.
<i>Fosfordamm</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>01-03, 02-09, 04-01, 07-04, 05-07 och 02-16</i>
<i>Våtmark</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>01-11, 02-13, 03-04 och 06-06.</i>
<i>Fosfordamm</i>	<i>2</i>	<i>15</i>	<i>01-09, 02-03-a, 02-14-x, 02-17, 03-11, 04-03, 04-05, 04-06, 04-11, 05-06, 05-08, 05-09, 05-10, 05-12 och 06-19</i>
<i>Våtmark</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>02-05</i>
<i>Tvästegsdike</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>01-12</i>
<i>Djuphåla</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>03-05, 03-06 och 03-10</i>
Summa		30	

Tabell 35. Sammanfattande beskrivning av bedömda förutsättningar och beräknad fosforavskiljningskostnad (tkr/kg P) för åtgärder med prioritet 1.

Åtgärds-förslag nr.	Beskrivning av åtgärd	Bedömning av förutsättningar*	Prioritets-klass	Kostnadseff. [tkr/kg P]
01-03	Fosfordamm vid Sätuna	Mycket lättåtkomlig via väg. Kan delvis däckas för att minska schaktmängd. Påverkar markavvattningsföretag. Förlust av åkermark.	1	1260
01-11	Våtmark med översilningsyta vid Läby	Åtkomlig via åkermark, åkerkant. Redan befintlig damm idag som kan förbättras med små schaktvolymer. God potential för positiva synergieffekter. Förlust av övrig öppen mark. Inget markavvattningsföretag.	1	ej ber
02-09	Fosfordamm nära utloppet till Vendelsjön	Åtkomlig via åkermark, åkerkant. Schaktas fram i befintligt brett dike med flacka slänter. Förlust av mark i träda. Påverkar markavvattningsföretag.	1	800
02-13	Våtmark i strandängen nedströms Vendelsjön	Åtkomst via åkermark, åkerkant. Utnyttja markens lutning för att däckas och minska schaktmängd. Påverkar markavvattningsföretag. Förlust av åkermark. Återvätning av utdikad sumpmark på kärtrorv ger positiva klimateffekter.	1	980
02-16	Fosfordamm mellan Gryttby och Lilla Backbo	Åtkomst via åkermark, åkerkant. Schaktas fram i befintligt dike med relativt flacka slänter. Förlust av åkermark i träda. Markavvattningsföretag påverkas.	1	1190
03-04	Våtmark invid Vendelsjön	Åtkomst via åkermark, åkerkant. Våtmark schaktas fram i sumpmarken. God potential för positiva synergieffekter. Inget markavvattningsföretag.	1	2320
04-01	Fosfordamm nära Hånsta	Åtkomst via åkermark, åkerkant. Damm däckas upp i ravin vilket minimerar schaktmängder. Inom båtnadsområde.	1	880
05-07	Fosfordamm mellan Laberga och Brogården	Åtkomst via åkermark, åkerkant. Damm schaktas fram på improduktiv del av åkermark. Täckdiken grävs upp. Inom båtnadsområde.	1	1370
06-06	Våtmark nära Tobo	Åtkomst via grusväg. Befintlig våtmark med okänd funktion däckas upp. Inom båtnadsområde och markavvattningsföretag. Återvätning av utdikad sumpmark på kärtrorv ger positiva klimateffekter.	1	2180
07-04	Fosfordamm vid Lundkvarn	Åtkomst via åkermark, åkerkant. Täckdikessystem behöver grävas upp. Damm schaktas fram på bred kantzona. Påverkar markavvattningsföretag.	1	1260

* Vidare utredning, markavtal, förankring och anmälan vattenverksamhet krävs. Inga av åtgärderna ligger på kommunal mark.

8.3 Åtgärder för konnektivitet

Vendelåns avrinningsområde är starkt påverkat av människans infrastruktur och uppodling av mark. Det finns troligen ingen rimlig väg att återställa sjö- och åsystemet till det tillstånd som rådde innan människans större omformning av systemet. Generellt föreslår vi därför ett antal förhållningssätt för att arbeta med hydromorfologiska åtgärder:

- ✓ Arbeta med åtgärder som är praktiskt och ekonomiskt genomförbara med sikte på att förbättra vattenkvalitet och limnologiska värden.
- ✓ Prioritera både åtgärder som är relativt sett enkla att genomföra ("låg hängande frukter") men även de som ger stor ekologisk effekt. Det är sällan en åtgärd har båda dessa egenskaper.
- ✓ Arbeta nedströms och uppåt med vandringshinder.

Det finns dock en rimlig möjlighet att uppnå god status för parametern *konnektivitet upp- och nedströms*. En arbetsgång för dessa åtgärder har tagits fram i Tabell 36. En fiskväg vid Vendelsjöns utlopp har redan genomförts vilket borde medföra god status i VARO 3. En första prioriterad åtgärd är sedan en fiskväg i form av en slitsränna vid Järstadammarna för att öppna upp större delen av Vendelåns åsystem och tillgängliggöra uppströms lek- och strömsträckor. Detta medför god status i VARO 2, 4 och 5.

Därefter restaureras Tegelsmorassjöns dämme tillsammans med anläggandet av ett överlöp/upptröskling. Troligen medför detta god status i VARO 6, men detta avrinningsområde har inte inventerats på vandringshinder.

Kvarstår gör då VARO 1 och 7 som inte har klassats med avseende på konnektivitet men det har heller inte framkommit några vandringshinder inom dessa avrinningsområden.

Tabell 36. Förslag på arbetsgång för åtgärdande av vandringshinder.

Föreslagen arbetsordning	Vandringshinder som åtgärdas	Prio	Medför god status i vattenförekomst nr.*
Genomfört	Vendelsjön	-	03 Vendelsjön
1	Järstadammarna	1	02 Vendelån Sävastabäcken – Tassbäcken 04 Vendelån mynningen – Sävastabäcken 05 Tassbäcken
2	Tegelsmorassjön	2	06 Toboån*

* Toboån, tillsammans med Långsjön (VARO 01) och Sävastabäcken (VARO 07), är idag oklassade med avseende på konnektivitet.

8.4 Åtgärder för hydrologisk regim och morfologi

Det är mycket svårt rent praktiskt att uppnå god status för kvalitetsfaktorerna *hydrologisk regim* och *morfologiskt tillstånd* i Vendelån utan att kraftigt påverka eller inskränka andra intressen, framför allt konventionellt jord- och skogsbruk. De åtgärder som har tagits fram i Bilaga 3 är översiktliga och motsvarar inte det totala åtgärdsbehovet för att uppnå god status för dessa kvalitetsfaktorer.

Rimligen genomförs åtgärder i Bilaga 3 utifrån de som ger störst ekologisk effekt, samt de som är relativt sett enkla att genomföra. Det är framför allt de åtgärder med prioritetsordning 1. Exempelvis bör det utredas möjligheterna att återställa Södra (06-21) och Norra Gorsjön (06-22) då sjöar ofta har en central roll i att återfå en mer naturlig hydrologi i avrinningsområdet. Att återställa våtmarker bidrar också till att kvarhålla vatten i landskapet och utjämna flöden, samtidigt som viktiga livsmiljöer skapas och avgången av växthusgaser kan minska. Två

våtmarksrestaureringar med prioritetsordning 1 som föreslås är Änkans mosse (06–32) och ”Öster om skyttebanan” (06–36).

Ett fortsatt arbetssätt kan sedan vara att åtgärda vissa sjöar eller anlägga våtmarker i samband med andra åtgärder i området, eller som ”kompensationsåtgärder” i samband med exempelvis exploateringsprojekt. Markägare och markavvattningsföretag kan också kontaktas för att sondera viljan att genomföra åtgärder och därigenom prioritera områden där åtgärdsviljan är större.

8.5 Nås förbättringsbehovet för fosfor?

Åtgärderna för minskat näringsläckage från hästgårdarna bedöms kunna bidra med en fosforavskiljning på drygt 40 kg per år och åtgärder för enskilda avlopp med knappt 60 kg per år. De tio åtgärdsförslagen med prioritet 1 för minskad fosforbelastning från jordbruk bedöms kunna avskilja drygt 220 kg fosfor per år, medan de tjugo åtgärdsförslagen med prioritet 2 förväntas avskilja drygt 530 kg fosfor årligen (Tabell 37). Sammanlagt förväntas alla åtgärder bidra med en avskiljning av cirka 850 kg fosfor per år (Tabell 37). Betingen för de sju vattenförekomsternas nås inte med de presenterade åtgärderna i denna rapport och dess bilagor. För hela utredningsområdet nås 46 % av fosforbetinget på 1 860 kg fosfor per år. Andelen av beting som uppnås i olika VARO med presenterade åtgärder varierar mellan 12 % och 72 % (Tabell 37). Ursprungligen har målsättningen för det lokala åtgärdsprogrammet varit att lämna åtgärdsförslag för avskiljning av 150 % av betingen för att ta höjd för förslag som i senare skede visar sig inte kunna genomföras. Då dock, som beskrivs i stycke 2.5.1, betingen för många vattenförekomster i praktiken inte kan uppnås eftersom de överstiger åtgärdsutrymmet har detta mål övergivits i utredningen.

Tabell 37. Fosforbeting per VARO både i kg per år och procent av tillförseln, summerad avskiljning samt andelen av betinget som uppnås med åtgärdsförslagen.

VARO	P-Beting (kg/år)	Förbättringsbehov (%)	Avskiljning diffus Prio 1 (kg/år)	Avskiljning diffus Prio 2 (kg/år)	Avskiljning häst gårdar (kg/år)	Avskiljning enskilda avlopp (kg/år)	Summa avskiljning (kg/år)	Andel beting (%)
1	230	24%	73	45	5	2	125	54%
2	480	23%	75	244	10	15	344	72%
3	210	16%	10	9	2	7	28	13%
4	410	20%	14	76	8	1	99	24%
5	260	23%	23	144	6	9	182	70%
6	100	5%	8	13	10	21	52	52%
7	170	24%	20		0	0	20	12%
Summa	1860	18%	223	531	41	57	852	46%

9 Referenser

- © LANTMÄTERIET, 2020. GSD-Väggkartan, vektor, Via öppen data.
- © LANTMÄTERIET, u.å. Topo-webb, WMS-karta.
- ARONSSON, H., BERGLUND, K., F. DJODJIC, ETANA, A., GERANMAYEH, P., JOHNSON, H., och WESSTRÖM, I., 2019. *Effekter av åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark och åtgärdsutrymme*. SLU, HaV, Nr. Ekohydrologi 160.
- BERGLUND, J., 2022. Workshop - underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vendelån.
- BRANDT, M. och ULÉN, B., 1988. Beräkning av avrinning och kväveläckage från ett vattendrag med olika markanvändning. *Vatten*, Vol. 44, Nr. 4, s. 287–294.
- BRUNBERG, A.-K. och BLOMQVIST, P., 1998. *Vatten i Uppsala län 1997 - Beskrivning, utvärdering, åtgärdsförslag*. Uppsala: Upplandsstiftelsen, Nr. 8/1998.
- DAHLIN, S. % JOHANSSON, G., 2008. *Miljöeffekter av hästhållning*. SLU.
- DEGERMAN, E. och NÄSLUND, I., 2021. *Fysisk restaurering av akvatiska miljöer - Vattendrag och sjöar med kantzon och våtmarker*. Östersund: Havs- och vattenmyndigheten, Nr. 2021.03, 2473–19.
- EBH-kartan, 2021.
- EUR-LEX, 2020. Ordlista till sammanfattningarna - EUR-Lex [internet]. Tillgängligt: <https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/natura.html?locale=sv> [Hämtad 2020-11-5].
- FYRISÅNS VATTENFÖRBUND, 2022. Regler för fiske [internet]. *Fyrisån*. Tillgängligt: <https://fyrisan.se/fyrisan/regler-for-fiske/> [Hämtad 2011-9-13].
- FÖRENINGEN VENDELSJÖN, 2021. *Fiskpassage och kvarhållning av vatten i Vendelsjön*.
- FÖRENINGEN VENDELSJÖN, 2022. Föreningen Vendelsjön [internet]. Tillgängligt: <https://www.vendelsjon.se/>.
- GREPPA NÄRINGEN, 2021. Rådgivning miljövänlig hästhållning [internet]. *Greppa.nu*. Tillgängligt: <https://greppa.nu/vara-tjanster/radgivning/startbesok-miljovanlig-hasthallning>.
- GYLLSTRÖM, M., LARSSON, M., MENTZER, J., PETERSSON, J.F., CRAMÉR, M., BOHOLM, P., och WITTER, E., 2016. *Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status - underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram*. Länsstyrelsen.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013a. *Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar - Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft*. Göteborg: Olle Calles, Erik Degerman, Håkan Wickström, Jonas Christiansson, Stina Gustafsson och Ingemar Näslund, Nr. 2013:14.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2013b. Asp [internet]. Tillgängligt: <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/asp.html> [Hämtad 2021-5-28].
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016a. *Havs- och Vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållspillvatten*. Nr. HVMFS 2016:17.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2016b. *Åtgärdsprogrammet för asp*. Göteborg: Sallmén, N., Nr. 2016:27.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2017. *Sötvattenanknutna Natura 2000-värdens känslighet för hydromorfologisk påverkan*. Göteborg: von Wachenfeldt, E. och Bjelke, U., Nr. 2017:15.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019a. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Göteborg, Nr. HVMFS 2019:25.
- HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, 2019b. *Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet 2017 - Sveriges underlag till HELCOM:s sjunde Pollution Load Compilation*. Göteborg, Nr. 2019:20.
- HELLBLOM, F. & RYBAK, F., 2019. *Projektplan - Oxunda och hästhållning*. Oxunda Vattensamverkan.

- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET, 2012. *Fånga fosfor – Dammar, filter och tvåstegsdiken*.
- HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET SKÅNE, 2019. Provtagning av svenska växthusvatten, hösten 2019 - Identifiering av växtskyddskontaminerade vattenflöden från växthus [internet]. Tillgängligt: https://jvdoc.sharepoint.com/sites/FoU/Delade%20dokument/10209_19.pdf?originalPath=aHR0cHM6Ly9qdmRvYy5zaGFyZXBvaW50LmNvbS86Yjovcy9Gb1UvRVl1NXFoZ3pXaFJCakN1bkZ1ODJQVVFCCnRQNGROajk3NVFtcnVWS2tMnRYQT9ydGltZT1mVjRITeDpveDJVZw [Hämtad 2021-6-17].
- ISAKSSON, J., ERIKSSON, S. & HERMANSSON, A., 2017. *Hästen och miljön inom Oxundaåns avrinningsområde*. Hushållningssällskapet.
- JOHNSON, H., MÅRTENSSON, K., LINDSJO, A., PERSSON, K., ANDRIST RANGEL, Y., och BLOMBÄCK, K., 2019. *Läckage av näringsämnen från svensk åkermark - Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2016*. Norrköping: SMED (Svenska MiljöEmissionsData), Nr. 5.
- JORDBRUKSVERKET, 2005. Kartläggning och analys av hästverksamheten i Sverige. Rapport 2005:5.
- JORDBRUKSVERKET, 2008. *Fosforförluster från jordbruksmark- vad kan vi göra för att minska problemet?* Nr. Jordbruksinformation 27.
- JORDBRUKSVERKET, 2010. *Dammar som samlar fosfor*. Nr. jordbruksinformation 11-2010.
- JORDBRUKSVERKET, 2013. *Hästgödsel - en naturlig resurs*.
- JORDBRUKSVERKET, 2015a. *Nationell jordartskartering - Matjordens egenskaper i åkermarken*. Jönköping: Jordbruksverket, Nr. 2015:19.
- JORDBRUKSVERKET, 2015b. *Näringsavskiljning i anlagda våtmarker i jordbruket. Analysdata av mätresultat och effekter av landsbygdsprogrammet*. Jönköping, Nr. 2015:7.
- JORDBRUKSVERKET, 2015c. *Praktiska råd. Greppa näringen. Strukturkalkning – bra för både mark och miljö*. Nr. Nr 23, 2015.
- JORDBRUKSVERKET, 2016. *Gynna mångfalden på kantzoner*. Nr. 16:19.
- JORDBRUKSVERKET, 2017. *Praktiska råd. Greppa näringen. Bra hagar för både hästen och miljön*. Nr. Nr 26, 2017.
- JORDBRUKSVERKET, 2021a. Jordbruksblock.
- JORDBRUKSVERKET, 2021b. Jordbruksblock (JBB).
- JORDBRUKSVERKET, 2022. *Investeringsstöd 2023-2027* [internet]. 2022. Tillgängligt: <https://jordbruksverket.se/stod/stod-till-jordbruket-och-landsbygden-2023-2027/investeringsstod-och-projektstod/investeringsstod> [Hämtad 2022-11-16].
- KARLSSON, P.E. och PIHL KARLSSON, G., 2018. *Deposition av fosfor till Östersjön. Kunskapsläge och möjligheter till löpande mätningar*. Norrköping: SMED, Nr. SMED rapport Nr 18, 2018.
- KYNKÄÄNNIEMI, P., 2014. *Small Wetlands Designed for Phosphorus Retention in Swedish Agricultural Areas Efficiency Variations during the First Years after Construction*.
- LANTMÄTERIET, 2020. *GSD-Väggkartan, vektor*. Nr. 4.7.
- LANTMÄTERIET, 2022. *Historiska kartor* [internet]. *Lantmäteriet - Historiska kartor*. Tillgängligt: <https://historiskakartor.lantmateriet.se/>.
- LARM, T. och BLECKEN, G., 2019. *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling Nr 2019-20*.
- LARSSON, M., 2018. *Växtnäringsläckage från hästhagar*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Examensarbete.
- LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET, 2017. *Förrening i dagvatten*.
- LÄNSSTYRELSEN, 1987. *Damminventeringsprotokoll Länsregister*. Uppsala: Arbetsgruppen för dammar.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA LÄN, 1987. *Naturvårdsprogram för Uppsala län*. Uppsala, Nr. Meddelande från Planeringsavdelningen, ISSN 0280-0942.
- LÄNSSTYRELSEN UPPSALA LÄN, 2017. *Bevarandeplan Sävjaån-Funbosjön*. Uppsala, Nr. 511-8141-16.

- LÄNSSTYRELSENA, 2009. *Fria vandringsvägar i Mälars- och Hjälmarvattendrag - En kartläggning av vandringshinder och lekstråk för fisk*. Uppsala: Författare: Svensson, L., Nr. 2009_06.
- LÄNSSTYRELSENA, 2018. Biotopkarteringsdatabasen [internet]. Tillgängligt: <https://biotopkartering.lansstyrelsen.se/Default.aspx>.
- LÄNSSTYRELSENA, 2020. Biotopkarteringsdatabasen [internet]. v. 2.7.1. Tillgängligt: <https://biotopkartering.lansstyrelsen.se/frmKarta.aspx> [Hämtad 2022-3-10].
- LÄNSSTYRELSENA, 2021. Åtgärder i vatten [internet]. Tillgängligt: <https://atgarderivatten.lansstyrelsen.se/> [Hämtad 2021-11-4].
- LÄNSSTYRELSENA, u.å. LST Potentiellt förorenade områden externt (EBH).
- LÄNSSTYRELSENA, u.å. Fiskekartan.
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, RIKSANTIKVARIÄMBETET, och NATURVÅRDSVERKET, 2016. *Fiskvägar. Åtgärder i Vatten - Sveriges åtgärder för en bättre vattenmiljö*.
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, och VATTENMYNDIGHETERNA, 2021. VISS [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2021-10-21].
- LÄNSSTYRELSENA, HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN, och VATTENMYNDIGHETERNA, 2022. VISS [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2022-1-11].
- MALGERYD, J., FORSBERG, L., KYLLMAR, K., HEEB, A., GUSTAFSSON, J., SVENSSON, A.A., och ALSTRÖM, T., 2015. *Åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark - erfarenheter från tre avrinningsområden i Västmanland, Östergötland och Halland*. Nr. Jordbruksverket 2015:2.
- MILJÖKONTORET TIERP, 2022. Statistik för Husby (Husby 19:2) och Hovgårdsbergs (Hamra 1:1) avloppsreningsverk.
- NATURVATTEN AB, 2020. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Fyrisån. Del 1 - Ekologisk och kemisk status, påverkansanalys beting samt förslag till kunskapshöjande åtgärder*. Norrtälje: Gustavsson, A., Lindqvist, U. och Stråe, D., Nr. 2018-1306-A.
- NATURVÅRDSVERKET, 2004. Björklunge-Långsjön registerblad område av riksintresse för naturvård i Uppsala län. Områdesnummer: NRO 03 025.
- NATURVÅRDSVERKET, 2006. Vendelsjön registerblad område av riksintresse för naturvård i Uppsala län. Områdesnummer: NRO 03 053.
- NATURVÅRDSVERKET, 2009. *Våtmarksinventering - resultat från 25 års inventeringar*. Nr. 5925.
- NATURVÅRDSVERKET, 2017. *Förutsättningar för provningar och tillsyn i Natura 2000-områden*. Stockholm: Utgåva 1, Nr. Handbok 2017:1.
- NATURVÅRDSVERKET, 2020. Syftet med Natura 2000 [internet]. *Naturvårdsverket*. Tillgängligt: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Naturvard/Skydd-av-natur/Natura-2000/> [Hämtad 2020-11-5].
- NATURVÅRDSVERKET, 2021. Skyddad natur [internet]. Tillgängligt: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> [Hämtad 2021-2-3].
- NATURVÅRDSVERKET och FISKERIVERKET, 2008. *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Stockholm och Göteborg.
- NATURVÅRDSVERKET, LRF, och JORDBRUKSVERKET, 2010. *Praktisk handbok för skyddszonsanläggare*.
- OWENIUS, S., 2012. *WRS. Identifiering av riskområden med särskilda åtgärdsbehov för att förebygga näringsförluster. Julmyrans Vänner*. Nr. 2012-0427.
- PARVAGE, M. M., KIRCHMANN, H., KYNKÄNNIEMI, P., och ULÉN, B., 2011. Impact of horse grazing and feeding on phosphorus concentrations in soil and drainage water. *Soil Use and Management*, Vol. 27, Nr. 3, s. 367-375.

- PARVAGE, M.M., 2015. Impact of horse-keeping on phosphorus (P) concentrations in soil and water [internet]. Tillgängligt: <http://pub.epsilon.slu.se/12171/> [Hämtad 2017-8-22].
- RIDDERSTOLPE, P., HYLANDER, L., ERIKSSON, B., och GRINELL, A., 2017. *Bedömning av självrening och retention i mark vid prövning av små avlopp – smittskydd och fosfor*. Uppsala: Va-guiden, Nr. 2016:2.
- RIKSANTIKVARIÉÄMBETET, 2018. *Riksintressen för kulturmiljövården - Uppsala län (C)*.
- SJVFS, 2015. SJVFS 2015:21.
- SLU, 2021a. Svenskt elfiskeregister - SERS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <https://www.slu.se/elfiskeregistret> [Hämtad 2021-8-24].
- SLU, 2021b. Nationellt Register över Sjöprovfisken – NORS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <http://www.slu.se/sjoprovfiskedatabasen> [Hämtad 2021-8-24].
- SLU, 2022a. Nationellt Register över Sjöprovfisken – NORS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <http://www.slu.se/sjoprovfiskedatabasen> [Hämtad 2022-4-13].
- SLU, 2022b. Svenskt elfiskeregister - SERS [internet]. *Institutionen för akvatiska resurser*. Tillgängligt: <https://www.slu.se/elfiskeregistret> [Hämtad 2022-4-13].
- SLU, 2022c. Artdatabanken - Artfakta [internet]. Tillgängligt: <https://artfakta.se/> [Hämtad 2022-4-5].
- SMED, 2011. *Teknikenkät - enskilda avlopp 2009*. Nr. SMED Rapport Nr 44.
- SMHI, 1995. *Sänkta och torrlagda sjöar*. Norrköping, Nr. 62.
- SMHI, 2013. Damm- och sjöregister [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/svarwebb/> [Hämtad 2020-10-7].
- SMHI, 2020a. Anlagda våtmarker [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/wetlands/> [Hämtad 2020-10-28].
- SMHI, 2020b. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>.
- SMHI, 2022. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2022-1-12].
- SMHI, 2022. Anlagda Våtmarker [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/wetlands/> [Hämtad 2022-3-29].
- STORMTAC, 2022. StormTac Web v.22.1.1 [internet]. *Utvecklad av Larm, T*. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- STRAND, L., 2019. Hushållningssällskapet Stockholm, Uppsala, Södermanland.
- TRAFIKVERKET, 2022. Vägtrafikflödeskartan v.1.5.1.2 [internet]. Tillgängligt: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation> [Hämtad 2022-4-29].
- TYRÉNS AB OCH TERRALIMNO GRUPPEN AB, 2020. *Förstudie: Fiskvägar i Fyrisån, Vendelån och Björklingeån: Fyrisån-Ekeby kvarn: Delrapport 5*. Uppsala, Arbetsmaterial.
- UPPLANDSSTIFTELSEN, 2019a. *Förslag på nytt dämme i utloppet samt tätning av dammvall vid Vendelsjön*.
- UPPLANDSSTIFTELSEN, 2019b. *Förslag på nytt dämme i utloppet från Tegelsmorassjön*. Uppsala: Loreth Remén, T. och Persson, J.
- UPPLANDSSTIFTELSEN, 2021a. *Aspundersökningar i Fyrisån, Sävaån och Örsundaån 2020*. Uppsala, Nr. 2021/4.
- UPPLANDSSTIFTELSEN, 2021b. *Fiskundersökningar i Fyrisån 2020*. Uppsala, Nr. 2021/2.
- WEREC, 2021a. *Slutredovisning Installation av fosfordamm – Golvasta 1:1, Uppsala kommun, Jnr 2018-1151*.
- WEREC, 2021b. *Planritning fosfordamm Vansta 3:1, Uppsala*.
- WEREC, u.å. *Anbudsunderlag Fosfordamm – Vansta 3:1, Uppsala kommun*.
- WEREC, u.å. *Projektbeskrivning Kalkfilterbädd och fosfordamm på Kunsta 2:1, Uppsala kommun*.
- WEREC, u.å. *Bilaga 1 till anmälan om vattenverksamhet – Beskrivning Fosfordamm vid Norrvallby*.

- WRS, 2021. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Sävjaån*. Uppsala: Uppsala kommun, Nr. 2021-1573-A.
- WRS, 2022. *Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Vattholmaån*. Uppsala: Uppsala kommun, Nr. 2022-1690-A.
- WSP, 2021. *Dagvattendamm i Örbyhus PM utredning - skisskede*.
- ÖGREN, G., 2013. *Phosphorus to horses and cows*. Uppsala, Nr. 283.