

DAGVATTENRAPPORT
DETALJPLAN STORVRETA CENTRUM
3:87 M.FL



UPPDRAG

318519, Storröta 3:87 m flera, utredningar för ny detaljplan, DV, Geo, FO, Hydro & K

Titel på rapport:

Dagvattenrapport detaljplan Storröta centrum 3:87 m.fl

Status:

Slutrapport

Datum:

2022-04-20

MEDVERKANDE

Beställare:

Botrygg och Genova

Kontaktperson:

Charlotta Ek och Niklas Schönning

Konsult:

Tyréns Sverige AB

Uppdragsansvarig:

Olle Risby

Handläggare:

Astrid Grinell, Max Svensson

Kvalitetsgranskare:

Jesper Bengtsson

REVIDERINGAR

Rev. 2

Revideringsdatum

2024-04-25

Version:

2.0 (tillgänglighetsanpassning)

Initialer:

DN, Tyréns Sverige AB

Rev. 3

Revideringsdatum

2024-07-05

Version:

3.0 (tillgänglighetsanpassning)

Initialer:

HV, Tyréns Sverige AB

Rev. 4

Revideringsdatum

2024-08-15

Version:

4.0 (tillgänglighetsanpassning)

Initialer:

DN, Tyréns Sverige AB

Rev. 5

Uppdrag

355199

Status:

SLURAPPORT

Kontaktperson:

Mattias Dahlgren och Niklas Schönning

Uppdragsansvarig/
handläggare

Filip Österlund

Kvalitetsgranskare:

Adam Ivarsson

Revideringsdatum

2025-11-19

Version:

5.0 (tillgänglighetsanpassning)

Initialer:

FÖ, Tyréns Sverige AB

SAMMANFATTNING

Botrygg AB och Genova Property Group driver tillsammans med Uppsala kommun en detaljplaneprocess för att pröva möjligheten till tätare centrumbebyggelse i Storstveta C, norr om Uppsala. De fastigheter som berörs av planarbetet är Storstveta 1:27, 3:68, 3:87, 3:80, 44:28, 44:29, 46:21, 1:103 samt delar av Storstveta 47:1 och Storstveta s:2. Botrygg och Genova har gett Tyréns Sverige AB i uppdrag att utreda frågor om dagvatten inom fyra kvartersstrukturer, gata samt en yta med E-område och parkering. Utredningen visar att tre kvarter helt ändrar markanvändning, två kvarter till flerfamiljshus och en kvarter till vårdcentral med tillhörande tillbyggnader. Övrigt kvarter kompletteras med flerfamiljshus där bebyggelse redan finns. Två allmänna parker tas bort med planerad exploatering.

Dagvattenstrategin bygger på att de första 20 mm av nederbörd fördröjs inom respektive kvarter och tappas av på minst 12 timmar enligt Uppsala Vattens krav. Åtgärdsförslagen utgörs främst av öppna dagvattenlösningar – växtbäddar och svackdiken – i kombination med styrd ytdämning och ströpta utlopp, där lösningarna har både renande och fördröjande funktion. Föroreningsberäkningar och årsmedelhalter har tagits fram med VA-verktyget enligt Stockholm stads metodik (ett konservativt angreppssätt som generellt ger högre beräknade halter än StormTac och därmed god säkerhetsmarginal i dimensioneringen).

Sammanlagt behöver cirka 155 m³ fördröjas inom kvartersmark: Kvarter 1 ≈ 38 m³, Kvarter 2 ≈ 50 m³, Kvarter 3 ≈ 4 m³ (ny takyta) och Kvarter 4 ≈ 63 m³. Utlopp dimensioneras så att respektive volym tappas av på 12 timmar. Resultaten med reningsåtgärder visar tydliga reduktioner av både årsmedelhalter och masslaster jämfört med planerad situation utan rening, och att gällande riktvärden kan klaras där sådana finns. Befintligt dagvattennät bedöms inte behöva omdimensioneras i nuläget eftersom den reducerade arean inte ökar och 20 mm-kravet uppfylls inom kvartersmark; vid eventuell ombyggnad rekommenderas dimensionering enligt P110 (20-årsregn, trycklinje i marknivå).

Höjdsättningen styr sekundära rinnvägar och bräddning på ett kontrollerat sätt genom kvarteren, med lågpunktstyrning mot anläggningar, vattendelare som skyddar känsliga lägen och skålformade ytor där tillfällig dämning önskas. Detta minskar risken för oönskad tillrinning mot närliggande fastigheter och dämpar toppflöden även vid kraftiga regn. För varje kvarter redovisas dessutom släckvattenhantering enligt P114 med dimensionerande volym 144 m³. Särskild hänsyn tas till att släckvatten inte leds österut på Ärentunavägen mot mark med hög känslighetsklass; lutningar och barriärer dimensioneras för att styra västerut. Samlat bedöms föreslagen hantering uppfylla kommunens krav på fördröjning, ge robust rening mot riktvärden och inte försämrat förutsättningarna för miljö kvalitetsnormerna i Fyrisån.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	6
1.1	UPPDRAGET, OMFATTNING OCH SYFTE	6
1.2	AVGRÄNSNINGAR.....	6
1.3	TILLGÄNGLIGT UNDERLAG.....	7
2	FÖRUTSÄTTNINGAR.....	7
2.1	RIKTLINJER DAGVATTENHANTERING	7
2.2	GÄLLANDE MILJÖKVALITETSNORMER.....	8
2.3	MARKANVÄNDNING INOM UPPSALAÅSEN	9
3	OMRÅDESBESKRIVNING.....	11
3.1	GEOGRAFISKA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	11
3.2	GEOLOGI OCH HYDROLOGI	11
3.3	FÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING.....	11
3.4	ÖVERSVÄMNING VID SKYFALL.....	12
3.5	BEFINTLIG AVVATTNING	14
3.6	LEDNINGSBUREN INFRASTRUKTUR	14
3.7	ÖVRIGA RELEVANTA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	15
4	FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN.....	16
4.1	METOD FLÖDESBERÄKNING OCH FÖRORENINGAR	16
4.2	BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE UTJÄMNINGSVOLYM	16
4.3	MARKANVÄNDNING	17
4.4	SKYFALLSFLÖDE	20
5	RESULTAT DAGVATTENFLÖDE OCH FÖRORENINGAR	20
5.1	FLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSVOLYMER.....	20
5.2	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR KVARTERSMARK.....	21
5.3	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR ALLMÄN PLATSMARK	23
5.4	SAMLAD PÅVERKAN – HELA PLANOMRÅDET (SUMMA KVARTERSMARK + ALLMÄN PLATSMARK	24
6	RESULTAT DAGVATTENHANTERING.....	26
6.1	PLANERAD DAGVATTENHANTERING	26
6.2	SLÄCKVATTEN – DIMENSIONERING OCH REKOMMENDATIONER.....	27
6.3	ÅTGÄRDER INOM KVARTERSMARK.....	28
6.3.1	KVARTER 1	29
6.3.2	KVARTER 2	32
6.3.3	KVARTER 3	36
6.3.4	KVARTER 4	37

6.4	ÅTGÄRDER INOM ALLMÄN PLATSMARK.....	40
6.5	ÅTGÄRDER SKYFALL OCH HÖJDSÄTTNING.....	41
7	FÖRSLAG PÅ PLANBESTÄMMELSER.....	43
8	REFERENSER.....	44
Bilaga 1 – Föroreningsberäkningar i detalj		
Bilaga 2 – Anläggningstyper för dagvattenrening		

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAGET, OMFATTNING OCH SYFTE

Tyréns har fått i uppdrag av BoTrygg och Genova att utföra en dagvattenutredning inför detaljplaneläggning av Storvreta centrum, Uppsala kommun. De fastigheter som berörs av detaljplanarbetet är Storvreta 1:27, 3:68, 3:87, 3:80, 44:28, 44:29, 46:21, 1:103 samt delar av Storvreta 47:1 och Storvreta s:2, se Figur 1. Botrygg och Genova har gett Tyréns Sverige AB i uppdrag att hjälpa till med flertalet utredningar som behövs för detaljplaneprocessen. En ny detaljplan möjliggör bostäder och centrumverksamhet på delvis redan exploaterad mark.



Figur 1. Områdesöversikt med markerat utredningsområde med benämning av kvartersstyr (kv 1-4) samt översikt av Storvreta tätort i mindre infälld bild. © Lantmäteriet.

1.2 AVGRÄNSNINGAR

Dagvattenfrågan hanteras separat för kvartersmark och det som antas bli allmän platsmark. Utredningens beräkningar har utförts med schablonisiffror för dagvattenflöde samt föroreningar, både gällande nuläge och framtida planerad exploatering.

I och med att ingen förändring av markanvändningen planeras för fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29, nämns de endast översiktligt i denna utredning. Inga dagvattenåtgärder föreslås i detta skede.

1.3 TILLGÄNGLIGT UNDERLAG

- Översiktlig miljöteknisk markundersökning av Storvreta C, Tyréns 2022
- Geoteknisk undersökning av Storvreta C, Tyréns 2022
- PM Hydrogeologi_Storvreta C_ 220826
- Storvreta C_återkoppling samråd 2025
- Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt, Geosigma 2018
- Översvämningskartering utmed Fyrisån. Rapport nr: 1, MSB 2013
- Planbesked Storvreta centrum 3:87 m.fl., tjänsteskrivelse Uppsala kommun 2021-06-07, rev 2021-06-16
- Vattenskyddsföreskrifter för grundvattentäkt Uppsala-Vattholmaåsarna i Uppsala kommun, 1989
- Situationsplan i PDF, BoTrygg och Genova 2025
- Riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet, Uppsala Vatten, 2021

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 RIKTLINJER DAGVATTENHANTERING

Krav på dagvatten ställs gällande rening för att minska påverkan på recipienten Fyrisån.

Dagvattenhanteringen ska följa *Uppsala kommuns handbok för dagvattenhantering*, samt dokumenten *Dagvattenhantering inom fastighet*, *Checklista för dagvattenutredningar* och *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark* framtagna av Uppsala kommuns VA-huvudman Uppsala Vatten.

Uppsala kommun har även ett vattenprogram som antogs av kommunfullmäktige år 2021. Ett av programmets målområden är dagvatten, där ambitionen att arbeta mot en hållbar dagvattenhantering tydligt lyfts fram.

I rapporten *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark* beskriver Uppsala Vatten att dagvattenhanteringen måste bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningsrisker samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster.

De beskriver även riktlinjer som ska tillämpas för fastigheter inom verksamhetsområdet för den allmänna dagvattenanläggningen. Dagvatten som uppkommer inom kvarteretsmark ska kvarhållas och renas innan anslutning till den allmänna dagvattenanläggningen. Det finns även två nivåer av krav där nivåerna beror på avståndet från förbindelsepunkten via ledningssystemet, ner till utlopp i recipient. Tolkad kravnivå för aktuellt utredningsområde är 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. Fördröjningsanläggning avtappas under minst 12 timmar (Uppsala Vatten, 2021).

Vid eventuell ombyggnad av dagvattennätet rekommenderas dimensionering enligt P110 (20-årsregn, trycklinje i marknivå).

2.2 GÄLLANDE MILJÖKVALITETSNORMER

Recipient för utredningsområdets dagvatten är Fyrisån, "mellan Björklingeån och Vendelån, och Vattholmaåsen-Storvreta" enligt VISS (Tabell 2). Påverkanskällor finns från dagvatten som avrinner från urban markanvändning och transport/infrastruktur. Risk för svårigheter att uppnå god status för ämnena fosfor, koppar, benso(a)pyren, PAH:er och metaller. Förbättringsbehov och förslag på åtgärder som omnämns i VISS gäller minskad belastning av näringsämnen.

Vattholmaåsen är en grus- och sandformation som används som dricksvattentäkt. Åsens betydande påverkanskällor som listas i VISS är diffusa källor från transport och infrastruktur gällande t.ex. klorid från vägsalt samt att europaväg E4 korsar förekomsten i de södra delarna med risk för olyckor, både från väg och kopplade till bränslestationer.

Tabell 1. Redovisning av miljö kvalitetsnormer (MKN) för vatten i Fyrisån, mellan Björklingeån och Vendelån, och Vattholmaåsen-Storvreta (VISS).

Vattenförekomst: Fyrisån SE665090-160546	Ekologisk	Kemisk
Miljö kvalitetsnorm	God status 2027	God ytvattenstatus
Statusklassning	Måttlig	Uppnår ej god
Biologiska kvalitetsfaktorer	Måttlig gällande fisk pga bristande konnektivitet och det morfologiska tillståndet.	
Fysikalisk-Kemiska kvalitetsfaktorer	Måttlig gällande näringsämnen pga övergödningsbelastning.	
Hydromorfologi	Dålig gällande konnektivitet uppströms och nedströms pga vandringshinder i dammar. Otillfredsställande gällande vattendragsfårans form samt specifik flödesenergi i vattendraget.	
Prioriterade ämnen		Undantag kvicksilver (Hg) och bromerade difenyletrar (PBDE). Övriga prioriterade ämnen är oklassade.
Vattenförekomst: Vattholmaåsen SE665195- 160524	Ekologisk	Kemisk
Statusklassning	God	God

Fyrisån fortsätter som vattenförekomst även efter delsträckan Björklingeån-Vendelån. Den är uppdelad i tre delsträckor till före utloppet i Ekoln, Mälaren. Samtliga delsträckor är klassad som måttlig ekologisk status och har liknande situation som utredningsområdets recipientdelsträcka gällande diffusa föroreningskällor.

2.3 MARKANVÄNDNING INOM UPPSALAÅSEN

Aktuellt område ingår i vattenskyddsområde för Uppsala- och Vattholmaåsarnas sekundära skyddszon. Detta område har särskilda skyddsföreskrifter som ska följas.

Det finns kommunala riktlinjer för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt (Uppsala kommun 2018). En av de 11 riktlinjerna anger: *Säkerställ att mark och vattenanvändning inom tillrinningsområdet inte får negativ påverkan på den grundvattenresurs som Uppsala- och Vattholmaåsarna utgör.* Flera av riktlinjerna är specificerade gällande fyra nivåer av känslighetsklasser för grundvatten.

De fyra känslighetsklasserna är: Extrem känslighet, hög känslighet, måttlig känslighet och låg känslighet (Geosigma 2018). Utredningsområdet utgörs i huvudsak av mark med känslighetsklassningen måttlig, se Figur 2. Klassningen grundar sig i att marken består av lera med mäktighet mindre än 5 meter som överlagras morän som inte avvattas mot områden i klass extrem. Inom utredningsområdets östra och sydvästra kant finns områden av morän som inte överlagras av lera (SGU, 2022) och dessa har enligt Uppsalas riktlinjer för markanvändning klassningen hög. Även delar av fastigheterna Storrreta 44:28, 44:29, S:2 och 47:1 ligger inom känslighetsklass hög. Känslighetsklassningen baseras på lagerföljd, mäktighet, strömningsriktning på grundvattenflödet samt avstånd till isälvsavlagringen (Tyréns 2022a).



Figur 2. Karta över känslighetsklassning grundvatten. Ungefärligt utredningsområde markerat med streckad linje. Delar av Storrreta 44:28, 44:29, S:2 och 47:1 ligger inom ett område med klassningen hög känslighet.

De geotekniska undersökningar som gjorts inom ramen för detaljplanearbetet visar att jordarterna inom utredningsområdet består av morän och lera som överlagras av fyllnadsmaterial. Även de områden som enligt SGU:s karteringar har morän "i dagen" överlagras av fyllnadsmaterial. Eftersom den hydrauliska konduktiviteten för fyllnadsmassorna inte är känd antas bedömningen av känslighetsklasserna kvarstå.

Områden i känslighetsklassen måttlig har följande förslag på riskreducerande åtgärder för hantering av dagvatten:

- Särskilt risker som är förknippade med läckage av farliga ämnen och släckvattenhantering ska uppmärksammas.
- Dagvattenhanteringen ska inte utföras så att den riskerar att bidra till infiltration av farliga ämnen i samband med läckage.
- Dagvatten från körbara ytor såsom gator, vägar, lastzoner och parkeringsytor ska genomgå rening i t.ex. växtbäddar innan det tillåts infiltrera.

Områden i känslighetsklassen hög, delklass d, har följande förslag på riskreducerande åtgärder för hantering av dag- och spillvatten:

- Rening av dagvatten från väg och gata bör ske i tät växtbädd, därefter ska det ledas bort från zonen i ledningar. I grönområden får dagvatten från GC-väg infiltreras. Vid GC-väg i direkt anslutning till gata gäller samma principer som för väg och gata. Takvatten kan tillåtas infiltrera så länge det finns en släckvattenzon kring byggnaden där släckvatten kan samlas upp och tas om hand. Om det finns risk för markföroreningar bör inte infiltration av dagvatten vara tillåten. Byggdagvatten ska inte tillåtas infiltrera.
- Släckvattenzon ska anläggas vid nybyggnation. I samband med åtgärder och schakt runt befintlig byggnad ska släckvattenzon anläggas. Släckvatten ska kunna samlas upp och avlägsnas från platsen.
- Dag- och spillvattenledningar ska vara helt täta. Detta säkerställs genom att till exempel svetsa ledningarna. Detta ska gälla även på områden där VA-huvudmannen inte har rådighet. Detta kan regleras genom kravställning i detaljplaner. Ledningsgrav ska utformas med tätskikt för att eventuell förorening inte ska kunna nå extremt känslig zon via ledningsgraven. ledningsgrav ska utformas med fall så att lågpunkter inte uppstår inom zonen.
- "Bra materialval" vid ny- och ombyggnation för att minska den diffusa belastningen från byggmaterial.
- Översvämningssvatten och dagvatten från sekundära rinnvägar får ledas mot grönytor för fördröjning och infiltration.

I övrigt finns det krav gällande hur djupt man får utföra markarbeten i förhållande till grundvattennivåer i skyddsföreskrifter från Länsstyrelsen Uppsala län (1990). Ett avstånd om 1 m över högsta grundvattenyta behöver hållas. Se avsnitt 3.2 för mer detaljerad information om grundvattnet, uppmätta nivåer varierar mellan 4,9 – 6,3 meter under markytan.

3 OMRÅDESBESKRIVNING

3.1 GEOGRAFISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Området är beläget i Storvreta, Uppsala län. Utredningsområdet utgörs i nuläget av centrumområde med handel, parkering och bostadshus med fåtal våningar. En generell marklutning finns mot Fyrisån som är belägen ca 1 km västerut. Topografin inom området varierar mellan +29,4 i väst och +31,4 m.ö.h. i öst (RH2000). Ett antal lokala lågpunkter finns nära utredningsområdet.

3.2 GEOLOGI OCH HYDROLOGI

Området ligger inom vattenskyddsområde i sekundär zon för grundvattentäkten Storvreta-Uppsala-åsen. Marken inom området består i huvudsak av moränjordar som vilar på berg. Tyréns Sverige AB har genomfört geotekniska undersökningar inom området i årsskiftet 2021/2022. Den geotekniska tolkningen av området är att mark i undersökta borrhål består av siltig lera 0,5-2,0 m under mark med grusig sandig siltig morän med hög lagringstäthet ner till 8-10 m under mark (Tyréns, 2022b). Ovan den siltiga leran är fyllnadsmassor, som finns i varierande djup över hela utredningsområdet. Kvarter 3 har mer lera i undersökta punkter, ner till 1,7 m, jämfört med övriga kvarter.

Uppmätta grundvattennivåer varierar mellan 4,9-6,3 m under mark, avlästa i december 2021. Grundvattenavläsningarna är utförda vid marknivåer mellan +29,9 och +31,2 m.ö.h. Avläsningar visade på stabila nivåer per kvarter. Men inga nivåer gick att avläsa för kvarter 4 på grund av att grundvattenröret frusit. I samband med exploatering i Storvreta centrum förväntas en mycket liten påverkan på grundvattenbildning ske. De flesta ytor inom detaljplanen är i nuläget redan hårdgjorda.

Det aktuella området ligger inom utpekat vattenskyddsområde. Det finns inga särskilda krav gällande dagvatten i vattenskyddsföreskrifterna för åsen.

3.3 FÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING

Skillnader inom kvartersmark beskrivs närmare:

Kvarter 1 (Storvreta 46:21, del av 47:1)

- I nuläget finns här stora grönytor i form av en nedsänkt park ut mot vägkorsningen Ärentunavägen-Fullerövägen. Här finns en biotopskyddad allé med äldre träd. Parken fortsätter mot Storvretagården, en trävilla från början av 1900-talet. Här finns även en byggnad från 1980-talet som inrymt kommunala verksamheter och en förskola med tillhörande utegård och asfalterad parkering mot Vattgårdsvägen.
- Inom kvarteret planeras befintligt kommunhus rivas och ersättas av en nybyggnad för att inrymma vårdcentral.

Kvarter 2 (Storvreta 3:80, 3:68)

- I nuläget är stora delar av ytan hårdgjord. Här finns mataffär med tillhörande kundparkering. På baksida av mataffären finns en villatomt där boningshuset rivits. Några mindre byggnader står kvar.
- Det planeras för bostäder med uteplatser och upplyft gård samt mataffär vid längs Ärentunavägen. Stor parkeringsyta planeras i kvarterets norra del med infart från Kilsgärdesvägen.

Kvarter 3 (Storvreta 1:103, del av S:2)

- I nuläget bebyggd med torgyta ut mot Ärentunavägen och avlånga flerfamiljshus från 1980-talet. Parkeringsyta både mot Vattgårdsvägen och mot Hasselvägen. Trädplantering finns på torgytan, i övrigt låg grad växtlighet.
- Den befintliga bebyggelsen kompletteras med ett flerfamiljshus. Torgytan mot Ärentunavägen planeras att behållas i omfattning med ett annat utseende.

Kvarter 4 (Storvreta 3:87)

- I nuläget finns här en långsträckt park utmed Ärentunavägen och en öppen gräsyta mot nordöst. I öster finns en stor asfalterad parkering. På ytan för parkering har det historiskt funnits en mataffär som rivits och tagits bort.
- Det planeras för större parkeringsyta i öst, flerbostadshus i hörnet mot kvarter 2 med en gemensam innergård. I övrigt planeras radhusbebyggelse inom kvarteret.

Den planerade markanvändningen redovisas samlat i Figur 9, där även delavrinningsgränser och föreslagna dagvatten- och släckvattenåtgärder framgår. Figuren visar hur ytavrinning kopplar samman kvarteren i normaldrift och vid regn >20 mm samt vilka ytor som avses för öppna anläggningar (mörkblå polygoner).

För fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29 planeras ingen förändrad markanvändning.

Skillnad inom allmän platsmark beskrivs närmare:

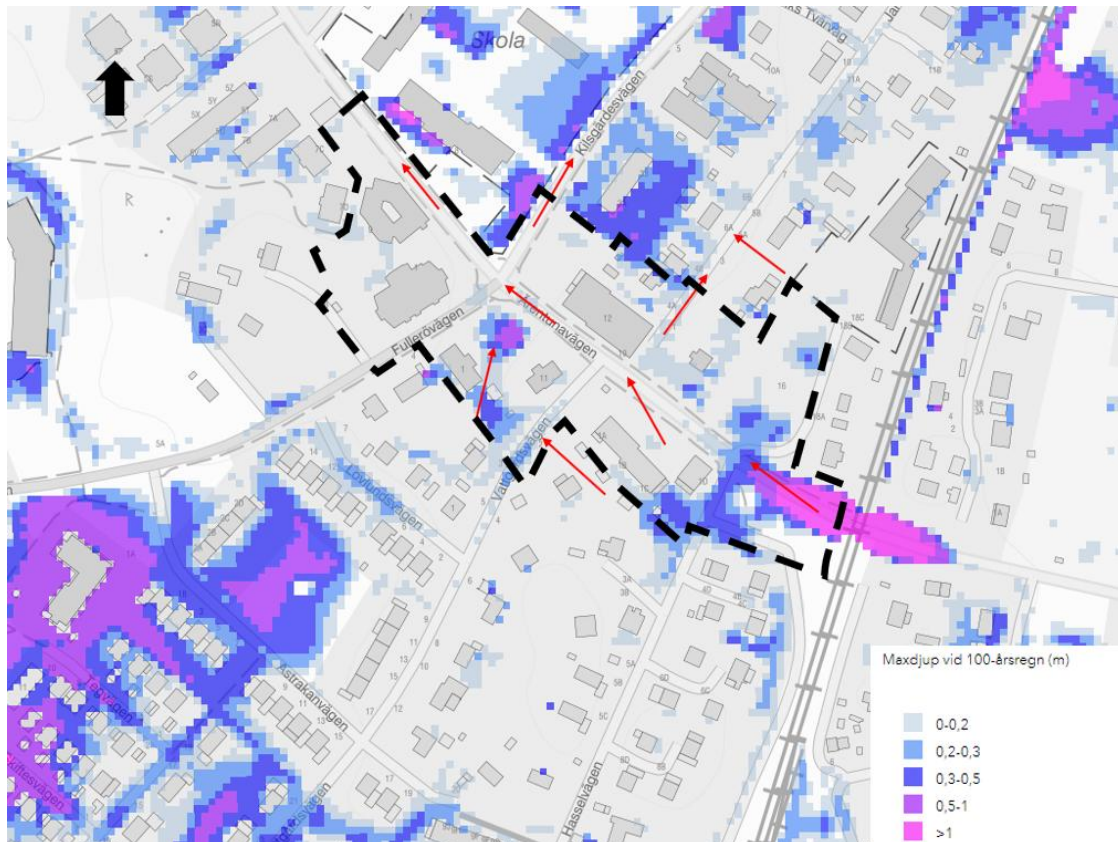
Fastigheten Storvreta 1:27 består i nuläget av en asfalterad parkeringsyta. Här planeras fortsatt för parkering, i någon form och eventuellt ett E-område. Markanvändningen har antagits fortsatt bli parkeringsyta eftersom det är ett konservativt antagande gällande föroreningsbelastningen.

Vägar inom utredningsområdet ägs i nuläget av samfällighetsföreningar. Dessa kommer att övergå i kommunalt ägandeskap.

- Ärentunavägen, Storvreta S:2
- Del av Ärentunavägen mot järnvägsviadukt, Storvreta 47:1
- Jan Eriks väg, Storvreta S:4.
- Vattgårdsvägen, Storvreta 47:1

3.4 ÖVERSVÄMNING VID SKYFALL

Skyfallsproblematik inom området med nuvarande förutsättningar har analyserats med hjälp av Uppsala kommuns kartportal som visar resultaten från en skyfallsmodell utförd av DHI (Figur 3). Skyfallsmodellen visar översvämningsutbredningen vid ett 100-årsregn.



Figur 3. Skyfallsanalys utförd av DHI som visar lågpunkter. Röda pilar redovisar rinnvägar (hämtade från Scalgo Live eftersom det inte var möjligt att tända detta lager i skyfallskartan). © Uppsala kommun, 2024.

Resultatet i Figur 3 visar vilka lågpunkter nederbörden fyller, vattendjupen i dessa, samt rinnvägar, baserat på underlag från Scalgo Live eftersom underlaget med rinnstråk inte var möjligt att tända i översvämningsskarta. Resultatet i Figur 3 tar, förutom topografien, även hänsyn till infiltration och befintliga avvattningsanläggningar så som dagvattenbrunnar.

De flesta kvarteren har inga lågpunkter djupare än ca 20 cm, däremot flera ytliga lågpunkter. De flesta lågpunkter i kvarter 2-3 förväntas försvinna när markarbeten jämnar ut och flyttar massor i markförberedelser inför byggskede.

Ytavrinningen i området sker generellt mot nord-nordväst från ytor och fyllda lågpunkter inom utredningsområdet, och avrinningsstråket med mest bidragande ytor rinner längs Ärentunavägen och Jan Eriks väg.

Det norra avrinningsområdet gäller lågområde just norr om kvarter två. Detta avrinningsområde innehåller den östra halvan av området. Den största delen av avrinningsområdets yta tillkommer då den lågt liggande delen av Ärentunavägen under järnvägen är fylld, då rinner vatten fortsatt via Ärentunavägen genom utredningsområdet, sedan norr via Jan Eriks väg för att till sist avvika åt väster mot lågpunkten längs en villa.

Det södra avrinningsområdet avvattnar amfiteatern i parken, kvarter 1, samt del av Ärentunavägen.

3.5 BEFINTLIG AVVATTNING

En viss infiltration bedöms kunna ske i parkmarkskaraktär i blivande kvarter 4. I övrigt sker avrinning på hårdgjord markyta och avvattnas till dagvattenbrunnar innanför och utanför kvartersmark.

Följande anslutningar av dagvatten finns för kvarteren:

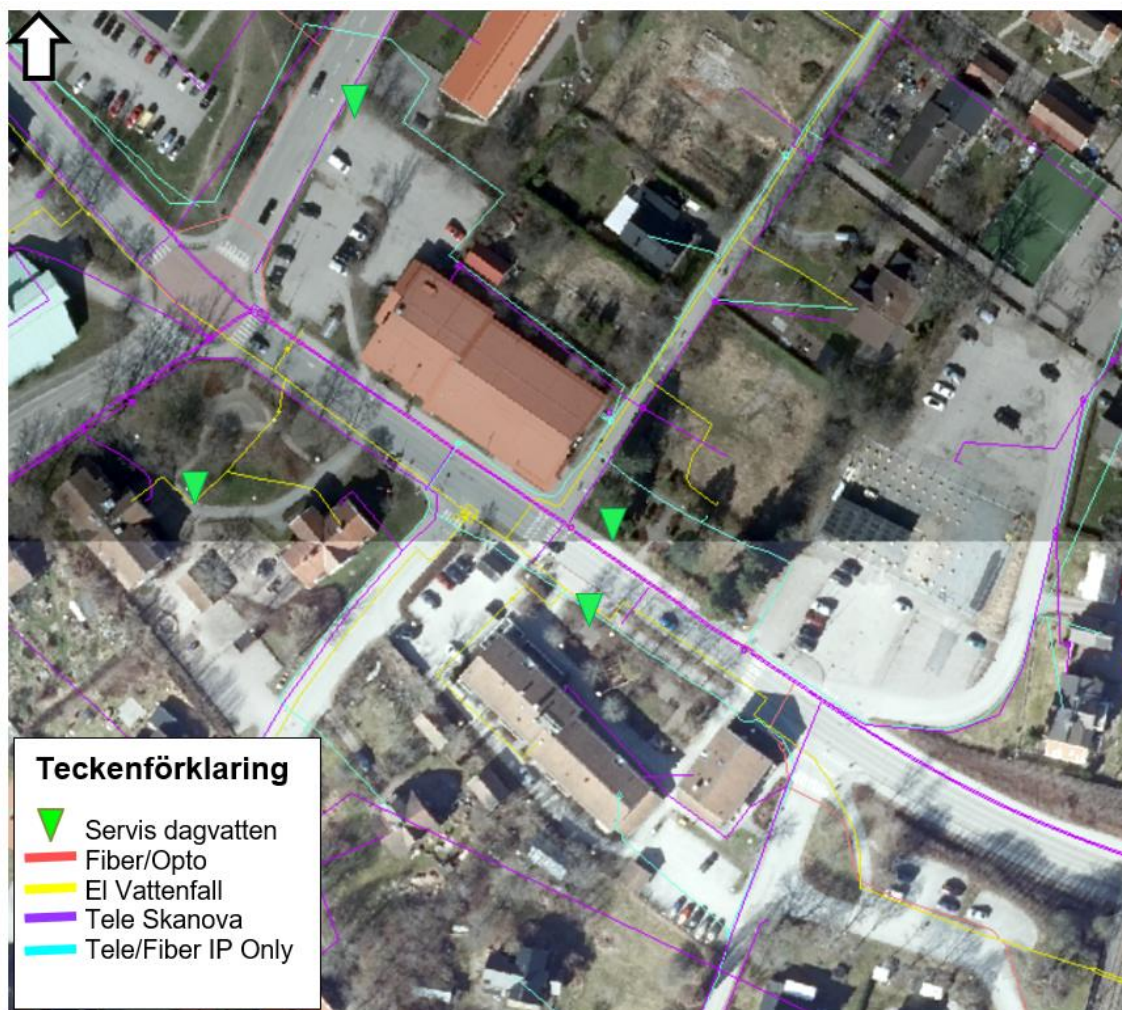
- Kvarter 1 har en dagvattenservis (PVC 160/151) dragen från Ärentunavägen till Storstora 46:21.
- Kvarter 2 har dagvattenservis (PVC 160/151) till Storstora 3:80 från Kilsgärdesvägen. Storstora 3:68 har dagvattenanslutning från Jan Eriks väg.
- Kvarter 3 har en trolig dagvattenservis (odefinierad dimension) till byggnaderna placerad mitt på torgytan mot Ärentunavägen.
- Kvarter 4 har en servis (PVC 160/151) i sydvästra hörnet av Storstora 3:87 från Ärentunavägen.
- Fastigheterna Storstora 44:28 och 44:29 har varsin dagvattenservis i Ärentunavägen (odefinierad dimension).

Vägarna i området har ett antal gallerbrunnar och kupolbrunnar anslutna till huvudledning för dagvatten som går i Kilsgärdesvägen, Ärentunavägen, Vattgårdsvägen och Hasselvägen.

3.6 LEDNINGSBUREN INFRASTRUKTUR

Genom aktuellt område går ledningar för fiber, fjärrvärme, vatten, spillvatten och dagvatten. De flesta ledningar är förlagda i gata men det finns ett antal fiberledningar inne på kvartersmark. Underlaget hämtat ur Ledningskollen kan sakna underlag för privata ledningar inom kvartersmark.

Förbindelsepunkter som omnämns i avsnitt 3.5 har markerats i Figur 4. I samband med exploatering behöver förbindelsepunkter flyttas, det gäller kvarter 1 och eventuell andra kvarter.



Figur 4. Redovisning av el-, tele- och fiberledningar i området från Ledningskollen. Bakgrundsbild: Scalgo Live/Lantmäteriet. För fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29 nordväst om området planeras ingen ny markanvändning och därav har området exkluderats från figuren. Ortofoto © Lantmäteriet.

3.7 ÖVRIGA RELEVANTA FÖRUTSÄTTNINGAR

- Marken förutsätts vara fri från markföroreningar i ytor där dagvattenanläggningar föreslås. Det har dock identifierats potentiellt förorenade områden på fastigheterna Storvreta 38:1 och 1:149 (MIFO 2022).
- Inga markavvattningsföretag som påverkar utredningsområdet finns i närområdet.
- Storvreta tätort där området är beläget påverkas ej av översvämning från Fyrisån vid beräknat högsta flöde i ån, motsvarande ett 10 000-årsflöde i ån.

4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

Detaljplanen för Storvreta centrum ligger inbäddad i Storvreta samhälle. Vid framtida markanvändning behålls en mindre del av befintlig exploatering och bebyggelse sker för förtätning ut mot Ärentunavägen.

4.1 METOD FLÖDESBERÄKNING OCH FÖRORENINGAR

För att kunna beräkna dimensionerande flöden samt erforderlig fördröjning- och reningvolym av dagvattnet har markanvändningen karterats med hjälp av en grundkarta, flygfoto, situationsplan och observationer vid platsbesök i november 2021. Redovisning av dimensioneringsförutsättning finns i Tabell 2.

Tabell 2. Beskrivning av dimensioneringsförutsättning för dagvatten inom utredningsområdet.

Dimensionering kvartersmark - mindre regn	Lokalt omhändertagande av de första 20 mm av nederbörd
Dimensionering kontrollerad översvämning - extrema regn	Återkomsttid regn: 100 år
Dimensionerande årsnederbörd för föroreningsberäkningar	640 mm/år (SMHI (Data 1991-2020))
Klimatkompensering	Klimatfaktor: 1,25 för framtida markanvändning

I och med att den reducerade arean bedöms minska efter exploatering och att fördröjningsåtgärder införs inom respektive kvarter, antas det befintliga dagvattennätet i nuläget inte behöva omdimensioneras. Om ny- eller omdimensionering ändå blir aktuell rekommenderas dimensionering enligt Svenskt Vatten P110 för tät bostadsbebyggelse, med 20-årsregn (trycklinje i marknivå).

För flödesuppskattningar i denna utredning kopplat till kontroll av skyfallsflöden/ytliga bräddvägar vid 100-årsregn används rationella metoden:

$$q = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf$$

där:

q = flödet (l/s)

A = avrinningsområdets area (ha)

φ = avrinningskoefficienten

$i(tr)$ = dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

tr = regnets varaktighet (tillika koncentrationstiden) (min)

kf = klimatfaktor

4.2 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE UTJÄMNINGSVOLYM

För att undvika att vatten från utredningsområdet ska bidra med för höga flöden till dagens dagvattenledningar vilket annars kan riskera att överbelasta ledningarnas kapacitet tillämpas fördröjning av flödestoppar från området. Beräkningen för framtagning av erforderlig fördröjningsvolym är baserad på *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark* från Uppsala vatten och avfall.

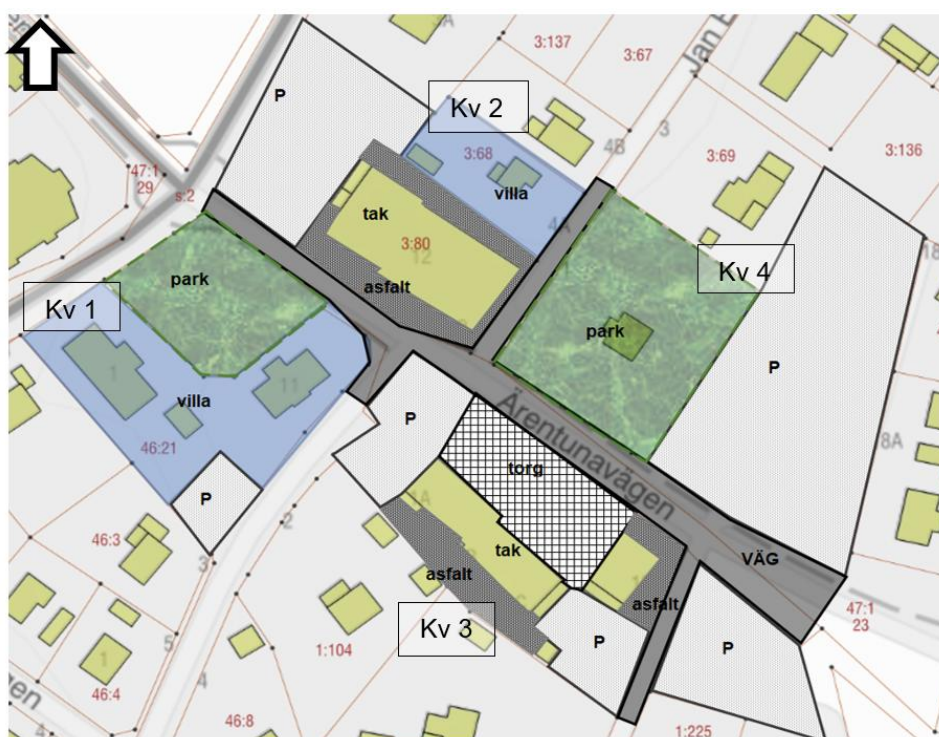
Avståndet till recipienten från förbindelsepunkt via ledningssystem gör att mer nederbörd behöver fördröjas än om förbindelsepunkt var just uppströms recipienten. Dagvattenanläggningar inom fastigheten ska därmed utformas så att 20 mm regn, räknat över hela kvartersytan, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning.

Beräkningar av föroreningsbelastning (årsmedelhalter och masslaster) har utförts i VA-verktyget enligt Stockholm stads metodik (Dagvatten PM Beräkningsmetodik för

dagvattenflöde och dagvattentransport, ver. 1.0, 2024). Samtliga gator har angetts med en årsdygnstrafik på 1000 fordon (ÅDT) då majoriteten av gatareorna består av huvudgata.

4.3 MARKANVÄNDNING

I Tabell 3 redovisas ytors användning före och efter planerad exploatering tillsammans med ytans avrinningskoefficient. Ytor för planerad markanvändning är uppmätt från tillhandahållen situationsplan från beställaren. Uppmätt area per kvarter visas i Figur 5 med nuläget markanvändning och Figur 6 för planerad exploatering av kvartersmark. I Figur 7 visas övrigt planområde där ingen exploatering planeras i dagsläget. Denna markanvändning är med i beräkningarna för att utvärdera hela planområdets föroreningsbelastning.



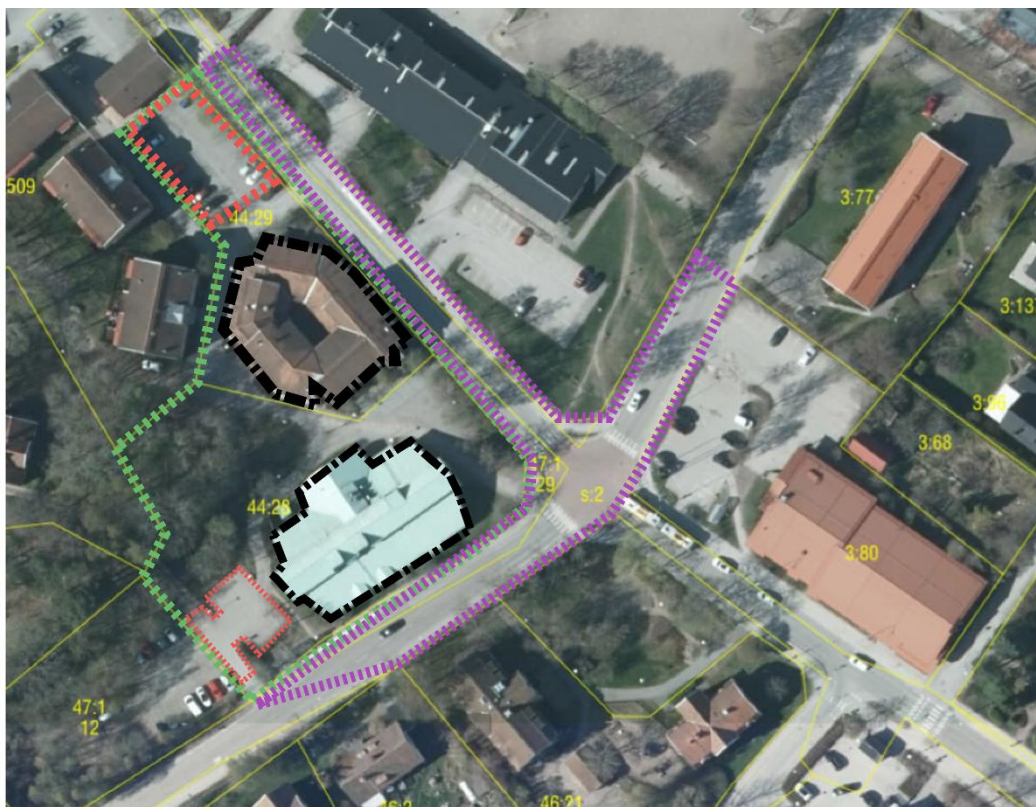
Figur 5. Uppmätta ytor i nuläget som använts i beräkning av area per kvarter.

Situationsplan

Storvreta



Figur 6. Uppmätta ytor enligt planerad exploatering enligt situationsplan som använts i beräkning av area per kvarter. För fastigheterna Storvreta 44:28 och 44:29 nordväst om området planeras ingen ny markanvändning. Det kvarteret presenteras istället i Figur 7 som en komplettering för att ta hänsyn till hela områdets föroreningsbelastning. Svart streckad polygon = takyta. Röd streckad polygon = parkeringsyta. Lila streckad polygon = köryta/gata. Grön streckad polygon = övrig yta inom avgränsningen, där all yta inom polygonen ingår förutom de ytor som särskilt markerats med andra polygoner.



Figur 7. Uppmätta ytor för övrig markanvändning där ingen exploatering planeras. Svart streckad polygon = takyta. Röd streckad polygon = parkeringsyta. Lila streckad polygon = köryta/gata. Grön streckad polygon = övrig yta inom avgränsningen, där all yta inom polygonen ingår förutom de ytor som särskilt markerats med andra polygoner.

Tabell 3. Jämförande av ytor inom planområdet före och efter exploatering.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Area Före exploatering (m ²)	Red. area Före exploatering (m ²)	Efter exploatering (m ²)	Red. area efter exploatering (m ²)
Tak	0,9	4 130	3 717	6 718	6 046
Parkering	0,8	8 669	6 935	4 430	3 544
Asfaltsyta	0,8	1 144	915	1 819	1 455
Torg	0,4	1 500	600	0	0
Väg, 1 000 bilar/dag	0,8	5 540	4 432	5 540	4 432
Park	0,1 / 0,2	7 170	717	13 136	2 627
Villa	0,3	3 490	1 047	0	0
Summa hela utredningsområdet	–	31 645	18 365	31 645	18 105

4.4 SKYFALLSFLÖDE

Vid skyfall beter sig annars genomsläppliga ytor lite annorlunda. Avrinningskoefficienten ökar med anledning av att ingen infiltration sker när marken är mättad och ytavrinningen därför ökar. Av denna anledning ska resultaten i Tabell 4 ses som en grov uppskattning.

Beräknat flöde vid 100-årsregn är ca 1105 l/s efter exploatering med klimatfaktor 1,25, jämfört med 898 l/s för nuläget för hela planområdet.

Tabell 5 visar ungefärligt flöde före och efter planerad exploatering för regn med 100-års återkomsttid, rinntid 10 minuter.

Tabell 4. Dimensionerande flöde före och efter omdaning för regn med 100-års återkomsttid, rinntid 10 minuter.

Flödesberäkning, före/efter	Reducerad area (m ²)	HHQ100 (l/s)
Flöde före exploatering	18 365	898
Flöde efter exploatering	18 105	885
Flöde efter explo. - med klimatfaktor 1,25	18 105	1105

Effekt av föreslagna fördröjningsåtgärder (överslag): Den samlade minsta magasinvolymen inom kvartersmark efter exploatering uppgår till ca 155 m³ (se avsnitt 5.1), med strypt avtappning på 12 h ($\approx 3,6$ l/s totalt), vilket är försumbart jämfört med skyfallstoppen. För toppflödesdämpning kan ett enkelt överslag göras som V / t_r , där V är tillgänglig lagringsvolym och t_r motsvarar rinntiden (här 10 min). $155 \text{ m}^3 / 600 \text{ s} \approx 0,258 \text{ m}^3/\text{s}$ (≈ 258 l/s).

Med hänsyn till att alla magasin inte hinner fyllas helt innan topp, parallella flödesvägar och visst bräddande antas ≈ 70 % effektiv dämpning $\Rightarrow \approx 180$ l/s reducerad topp.

Det ger ett försiktigt uppskattat HHQ100 $\approx 1105 - 180 \approx 925$ l/s efter åtgärder.

5 RESULTAT DAGVATTENFLÖDE OCH FÖRORENINGAR

5.1 FLÖDEN OCH FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

Fördröjning inom kvartersmark dimensioneras enligt kommunens krav att omhänderta 20 mm nederbörd med avtappning under 12 timmar.

I kvarter 3 är det endast en mindre förändring som sker med tillkomst av en ny byggnads takyta. För kvarter 3 har fördröjningsbehov endast räknats utifrån den nytillkomna takytan i Tabell 6, vilket motsvarar 4 m³ dagvatten. Skulle i stället hela kvarter beräknas som fördröjning av reducerad area uppgår volymen till 47 m³. Detta beräkningssätt är avstämt med VA-huvudman under utredningens gång.

Tabell 5. Förutsättningar för beräkning av omhändertagande av de första 20 mm av nederbörd för respektive kvarter.

Avrinningsområde	Area (m ²)	red.area (m ²)	Fördröjning av 20 mm nederbörd utifrån red.area (m ³)
Kvarter 1	4250	1890	38
Kvarter 2	4500	2505	50
Kvarter 3	3990	2350	4 (47)
Kvarter 4	6270	3130	63

I tabell 7 nedan redovisas varje kvarters dimensionerande utflödeskrav enligt kommunens 20-mm-på-12-timmar-princip.

Tabell 6. Dimensionerande utflödeskrav per kvarter enligt Uppsala kommuns riktlinje (omhändertagande av de första 20 mm med tömning på 12 timmar).

Kvarter	$V_{20\text{mm}}$ (m ³)	$Q_{\text{ut,max}}$ (l/s)
K1	38	0,88
K2	50	1,16
K3	4	0,09
K4	63	1,46

5.2 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR KVARTERSMARK

Beräkningarna av årsmedelhalter och årliga masslaster har utförts i VA-verktyget med Stockholm stads metodik för dagvattentransport (Dagvatten PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och dagvattentransport, ver 1.0, 2024), nederbörd 640 mm/år och avrinningskoefficienter enligt P110. Metodiken och indata följer även Dahlström (2010) och P110 för flödesdelarna.

Samlad ytbelastning och årsmedelhalter för kvarter 1–4 och fastigheterna 44:28/29 redovisas i Tabell 8–9 för befintlig situation, planerad situation och planerad situation med föreslagen rening. Endast anläggningar markerade med mörkblå heldragen polygon i Figur 9 ingår i beräkningarna. Föreslagna åtgärder för fastigheterna 44:28/29, för e-område/parkering samt för Kvarter 3:s parkering är exkluderade, då ingen ny exploatering planeras där i närtid.

Som huvudsakliga reningsåtgärder inom kvartersmark har nedsänkta växtbäddar (biofilter) och svackdiken använts i beräkningarna. För dessa har i VA-verktyget antagits att cirka 90 % av årsvolymen passerar anläggningarna (återstående del bräddar vid intensiva regn), vilket speglar en normal dimensionering i linje med 20-mm-kriteriet. Exempelvis har Kvarter 1 beräknats med växtbädd uppströms och svackdike nedströms för respektive delavrinningsområde.

Sammanställda resultat för "Alla kvarter" visar att planerad situation med föreslagna reningsåtgärder ger lägre årsmedelhalter för samtliga spårade parametrar jämfört med planerad situation utan rening. Vid jämförelse mot Regionplane- och trafikkontorets riktvärden (2009) uppfyller beräknade halter i planerad situation med rening nivå 2M (delavrinningsområde till mindre recipient) för alla redovisade ämnen där riktvärden finns. Detta bedöms relevant för utflöden från kvartersmark via lokalt nät. (Se tillhörande tabeller i rapporten.)

För fastigheterna 44:28/29 planeras ingen ny exploatering i denna etapp även om de inkluderas i beräkningarna. Föroreningsbidrag bedöms därför i nivå med nuläge. Vid framtida exploatering ska samma principer för öppna, renande åtgärder tillämpas som i övriga kvarter med särskild hänsyn till ytor med hög känslighetsklass.

Kommentar till metod: Stockholm stads metod (utan basflöde) ger i regel ~20 % högre beräknade årsmedelhalter än StormTac, som inkluderar basflöde. Skillnaden bör beaktas vid tolkning och jämförelse. I denna utredning används Stockholms metod, vilket ger ett mer konservativt antagande i linje med områdets känslighetsbedömning. Riktvärdena från Regionplane- och trafikkontoret är vägledande nivåer framtagna för att bedöma behov av rening och miljöpåverkan från dagvattenutsläpp; de är differentierade både på recipientstorlek (M/S) och var i systemet utsläppet sker (nivå 1–3).

Tabell 7. Samlad ytbelastning från kvarter 1-4 samt 44:28/29 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening
tot-P [kg]	0.433	0.346	0.273
löst P [kg]	0.195	0.156	0.151
tot-N [kg]	5.618	5.420	4.454
Pb [g]	40.710	28.809	17.255
tot-Cu [g]	92.678	71.069	45.997
löst Cu [g]	37.071	28.427	25.015
tot-Zn [g]	346.326	262.148	160.528
löst Zn [g]	121.214	91.752	81.447
Cd [g]	1.677	1.679	1.056
Cr [g]	28.179	18.466	13.382
Ni [g]	17.702	14.485	10.075
Hg [g]	0.143	0.090	0.079
SS [kg]	250.903	142.001	81.348
oil [kg]	1.831	1.099	0.603
BaP [g]	0.117	0.065	0.040
PAH16 [g]	1.076	0.947	0.616
As [g]	11.478	10.889	10.889

¹ Halter som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 8. Samlad årsmedelkoncentration från kvarter 1-4 samt 44:28/29 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.130	0.106	0.083	0.175
löst P [mg/l]	0.058	0.048	0.046	
tot-N [mg/l]	1.681	1.655	1.360	2.500
Pb [µg/l]	12.184	8.797	5.269	10.000
tot-Cu [µg/l]	27.737	21.702	14.046	30.000
löst Cu [µg/l]	11.095	8.680	7.639	
tot-Zn [µg/l]	103.648	80.049	49.019	90.000
löst Zn [µg/l]	36.277	28.017	24.871	
Cd [µg/l]	0.502	0.513	0.322	0.500
Cr [µg/l]	8.433	5.639	4.086	15.000
Ni [µg/l]	5.298	4.423	3.076	30.000
Hg [µg/l]	0.043	0.027	0.024	0.070
SS [mg/l]	75.090	43.361	24.840	60.000
oil [mg/l]	0.548	0.336	0.184	0.700
BaP [µg/l]	0.035	0.020	0.012	0.070
PAH16 [µg/l]	0.322	0.289	0.188	

As [µg/l]	3.435	3.325	3.325	
-----------	-------	-------	-------	--

¹ Mängder som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

5.3 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR ALLMÄN PLATSMARK

För allmän platsmark i form av gator och parkeringsytor har föroreningsberäkningar genomförts med samma metodik och nederbördsantaganden som för kvartersmark. Resultat för gator och e-område/parkering redovisas i Tabell 10–11 (befintlig, planerad och planerad med rening). Givet befintlig höjdsättning antas endast en del, cirka 36% av vägdagvattnet ledas till öppna reningssteg; där så är möjligt föreslås kantstensöppningar till längsgående växtbäddar med träd (ex. utmed Ärentunavägen i höjd med Kvarter 3) samt möjlig avrinning mot svackdiken i Kvarter 1–2. Beräkning av rekommenderad växtbädd för e-område/parkering är exkluderad, då ingen ny exploatering planeras där i närtid.

Resultaten visar att föreslagen rening på allmän platsmark väsentligt sänker årsmedelhalter och masslaster relativt planerad situation utan rening. Vid jämförelse mot riktvärden används nivå 2M som vägledning (utsläpp från delavrinningsområde till mindre recipient). Med föreslagna åtgärder bedöms halter kunna uppfylla riktvärden, förutsatt att anslutningsgrader och drift följer intentionerna i åtgärdskapitlen.

Tabell 9. Ytbelastning från gata och e-område/parkering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening
tot-P [kg]	0.616	0.616	0.452
löst P [kg]	0.277	0.277	0.254
tot-N [kg]	8.603	8.603	6.713
Pb [g]	47.667	47.667	30.861
tot-Cu [g]	109.024	109.024	73.881
löst Cu [g]	43.610	43.610	36.045
tot-Zn [g]	265.033	265.033	167.897
löst Zn [g]	92.762	92.762	69.122
Cd [g]	2.150	2.150	1.415
Cr [g]	75.969	75.969	57.588
Ni [g]	38.678	38.678	26.791
Hg [g]	0.393	0.393	0.316
SS [kg]	380.302	380.302	247.460
oil [kg]	5.262	5.262	3.442
BaP [g]	0.339	0.339	0.226
PAH16 [g]	1.315	1.315	0.874
As [g]	19.971	19.971	19.971

Tabell 10. Årsmedelkoncentration från gata och e-område/parkering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.120	0.120	0.088	0.175
löst P [mg/l]	0.054	0.054	0.050	
tot-N [mg/l]	1.680	1.680	1.311	2.500
Pb [µg/l]	9.308	9.308	6.026	10.000
tot-Cu [µg/l]	21.290	21.290	14.427	30.000
löst Cu [µg/l]	8.516	8.516	7.039	
tot-Zn [µg/l]	51.755	51.755	32.786	90.000
löst Zn [µg/l]	18.114	18.114	13.498	
Cd [µg/l]	0.420	0.420	0.276	0.500
Cr [µg/l]	14.835	14.835	11.246	15.000
Ni [µg/l]	7.553	7.553	5.232	30.000
Hg [µg/l]	0.077	0.077	0.062	0.070
SS [mg/l]	74.264	74.264	48.323	60.000
oil [mg/l]	1.028	1.028	0.672	0.700
BaP [µg/l]	0.066	0.066	0.044	0.070
PAH16 [µg/l]	0.257	0.257	0.171	
As [µg/l]	3.900	3.900	3.900	

5.4 SAMLAD PÅVERKAN – HELA PLANOMRÅDET (SUMMA KVARTERSMARK + ALLMÄN PLATSMARK)

Den samlade belastningen/koncentrationen för hela planområdet (kvartersmark + allmän platsmark) framgår av Tabell 12–13. Med de föreslagna reningsanläggningarna av växtbäddar och svackdiken (dimensionerade för 20-mm-kriteriet och ca 90 % av årsvolym) visar resultaten att planerad situation med rening ger tydliga reduktioner för samtliga huvudparametrar jämfört med planerad situation utan rening. Vid jämförelse mot Regionplane- och trafikkontorets riktvärden används nivå 2M som styrande; de beräknade årsmedelhalterna i planerad situation med rening understiger riktvärdena för samtliga parametrar med tillgängliga gränsvärden.

Tabell 12. Samlad ytbelastning för hela planområdet. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening
tot-P [kg]	0.471	0.402	0.306
löst P [kg]	0.212	0.181	0.173
tot-N [kg]	6.243	6.087	4.883
Pb [g]	42.164	32.757	19.284
tot-Cu [g]	96.096	79.015	50.583
löst Cu [g]	38.439	31.606	27.312
tot-Zn [g]	329.271	262.729	158.886
löst Zn [g]	115.245	91.955	78.832
Cd [g]	1.776	1.778	1.077

Cr [g]	38.189	30.512	22.525
Ni [g]	22.096	19.553	12.883
Hg [g]	0.196	0.153	0.128
SS [kg]	277.992	191.906	108.824
oil [kg]	2.550	1.971	1.037
BaP [g]	0.164	0.123	0.070
PAH16 [g]	1.126	1.024	0.638
As [g]	13.257	12.791	12.791

¹ Mängder som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 13. Samlad årsmedelkoncentration från hela planområdet. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.127	0.110	0.084	0.175
löst P [mg/l]	0.057	0.049	0.047	
tot-N [mg/l]	1.681	1.662	1.334	2.500
Pb [µg/l]	11.352	8.946	5.267	10.000
tot-Cu [µg/l]	25.873	21.579	13.814	30.000
löst Cu [µg/l]	10.349	8.632	7.459	
tot-Zn [µg/l]	88.652	71.752	43.392	90.000
löst Zn [µg/l]	31.028	25.113	21.529	
Cd [µg/l]	0.478	0.486	0.294	0.500
Cr [µg/l]	10.282	8.333	6.152	15.000
Ni [µg/l]	5.949	5.340	3.518	30.000
Hg [µg/l]	0.053	0.042	0.035	0.070
SS [mg/l]	74.846	52.410	29.720	60.000
oil [mg/l]	0.687	0.538	0.283	0.700
BaP [µg/l]	0.044	0.034	0.019	0.070
PAH16 [µg/l]	0.303	0.280	0.174	
As [µg/l]	3.569	3.493	3.493	

¹ Mängder som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

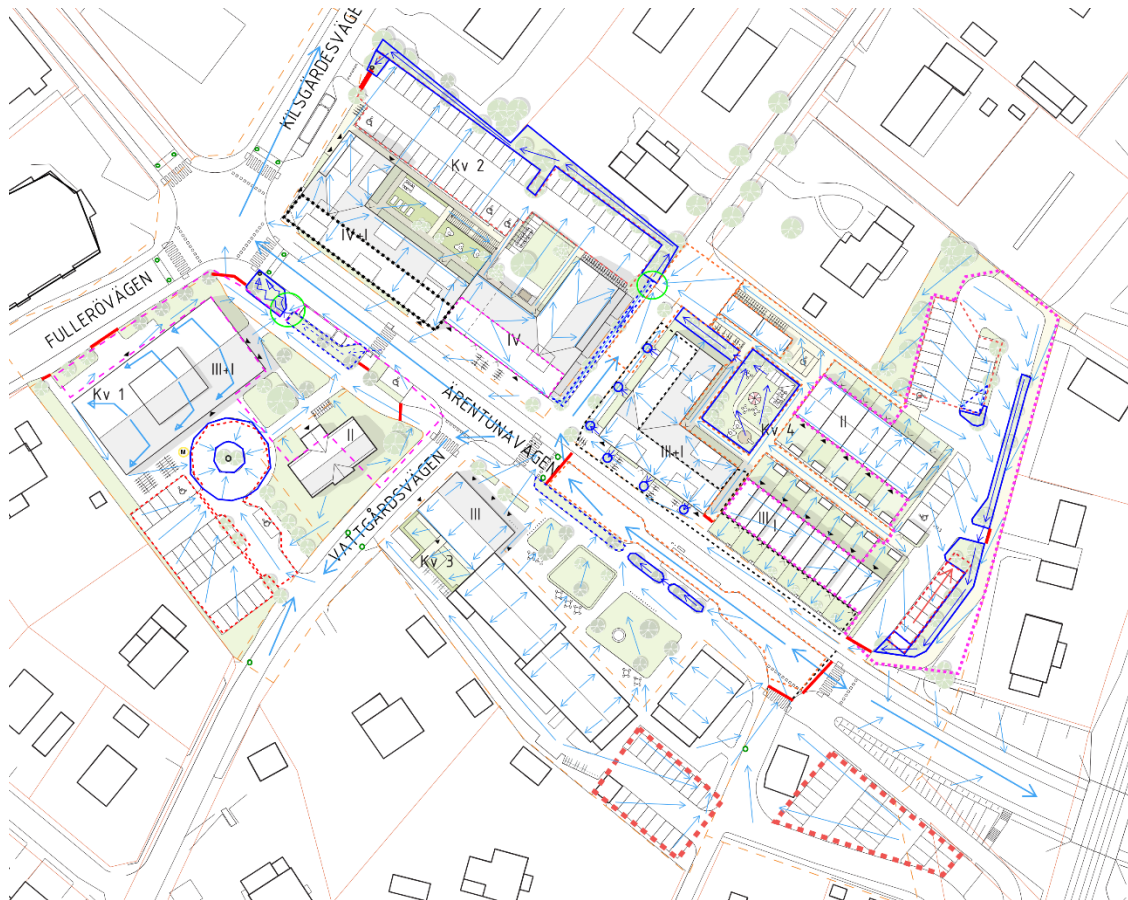
6 RESULTAT DAGVATTENHANTERING

Inom utredningsområdet har följande dagvattenutmaningar identifierats. Listan är uppställd i ordning efter störst utmaning som innebär störst påverkan på hur dagvatten kan tas om hand.

1. Inom mark med klass måttlig kan infiltration av körytevatten tillåtas först efter rening, medan infiltration inte ska ske inom zoner med hög känslighet. Släckvatten ska alltid kunna invallas/avledas och hanteras som förorenat.
2. Höjdsättning i befintliga gaturum är delvis låst och leder idag vatten mot Jan Eriks väg och Vattgårdsvägen – nya åtgärder bör styra ytflöden mot utpekade inlopp/ytmagasin enligt Figur 9.
3. Sekundära skyfallsstråk genom Kvarter 1 ska säkras i höjdsättning så att ny bebyggelse inte påverkas negativt.
4. Ledningsnätets kapacitet är inte detaljutredd. Under förutsättning att 20 mm/12 h-kravet uppfylls inom kvartersmark och att situationen avseende flöden/föroreningar inte försämrats relativt nuläge bedöms föreslagna åtgärder vara tillräckliga i detta skede.
5. Geoteknik: beakta svårigheter med höjdsättning kopplat till schakt i lerlager; undvik att öppna skyddande lerlager i onödan och tillämpa tätande lager/sektioner där sådant intrång inte kan undvikas (se kap. 6.3 – “Hög känslighetsklass...”).

6.1 PLANERAD DAGVATTENHANTERING

Dagvattenhanteringen delas i denna utredning upp i flera delavrinningsområden. Att fånga föroreningar tidigt är effektivt och ger bättre rening i varje enskild anläggning. Hanteringen utgår från att fördröjning dimensioneras enligt Uppsala Vatten (20 mm på 12 h) inom kvartersmark, medan öppna, renande steg prioriteras där höjdsättning och tillgänglig yta medger det. Figur 9 ger en översikt över föreslagna åtgärder och hur flödesvägarna samverkar mellan delområden i normaldrift och vid regn > 20 mm.



Figur 8. Översikt planområde – flöden, delavrinningsgränser och åtgärder. Översiktsbild som visar hur ytaavrinning och bräddning kopplar samman kvarteren i normaldrift och vid regn > 20 mm. Föreslagna dagvattenanläggningar framgår per kvarter liksom huvudbräddvägar och kompletterande släckvattendämningsyta på Årentunavägen. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytaavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragen polygon = föreslagen dagvattenanläggning (växtbädd, svackdike, magasin eller ytdämning); mörkblå streckad polygon = alternativ/reservyta; orange streckad polygon = släckvattendämningsyta; röd streckad polygon = parkerings-/köryta; ljusgröna cirkel = lågpunkt/inlopp; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; svarta cirklar = utloppsbrunnar DV-anläggningar; röd heldragen linje = blockeringspunkt i brandläge; gul cirkel med "M" = munkbrunn/justerbar reglerbrunn.

6.2 SLÄCKVATTEN – DIMENSIONERING OCH REKOMMENDATIONER

Dimensioneringen av släckvattenvolymen utgår från Svenskt Vatten P114 (Svenskt Vatten AB, 2020), där minimikapaciteten per brandpost för denna typ av byggnad är satt till 1200 l/min (20 l/s). Dimensioneringen baseras på det mest krävande objektet inom vardera Kvarter vilket antas vara de byggnader/brandceller med störst yta i situationsplanen. Tiden för släckinsats är enligt P114 normalt 1–2 timmar. Detta krav på lägsta kapacitet är en bedömning av det sammanlagda behovet för en släckinsats och ett flöde som har bedömts tillräckligt i 99,7 procent av alla bränder utifrån studerad statistik (Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen, 1997). För en dimensionerande insats på 2 timmar blir den totala släckvattenvolymen:

$$20 \text{ l/s} \times 7200 \text{ s} = 144\,000 \text{ liter} = 144 \text{ m}^3$$

Den dimensionerande volymen enligt P114 (144 m³) kan i de allra flesta fall anses tillräcklig för att säkerställa en robust och säker hantering av släckvatten. För ytterligare säkerhetsmarginal kan dock en högre volym tillämpas efter samråd med

räddningstjänst. Om en lägre dämningensvolymen väljs bör detta kompenseras med striktare operativa riktlinjer, såsom krav på att sugbil finns tillgänglig och kan avlasta magasinet om det riskerar att bli fullt under en pågående släckinsats.

- **Riktlinjer för hantering av släckvatten**

För att minimera miljöpåverkan ska släckvatten i möjligaste mån samlas upp och hanteras som avfall eller renas innan utsläpp. Anläggningen ska ha avstängningsbar dagvattenavledning, definierad släckvattenzon/invallning, avtalad sugbil och rutiner för provtagning och dokumentation.

Om de i nästföljande avsnitt rekommenderade åtgärderna – att tillfälligt blockera inlopp så att infiltrerande dagvattenanläggningar inte fungerar som kompletterande dämningssytor – frångås, bör anläggningarna antingen utföras täta eller kompletteras med mycket strikt operativ rutin (t.ex. omedelbar avstängning och beställd sugbil) så att släckvatten omhändertas skyndsamt innan betydande volymer hinner infiltrera.

Vid insats kan temporära barriärer och tätningsmattor användas vid infarter och brunnar; brunnar utan fast avstängning kan tätas med dräntättningsblåsa. Ett färdigt släckvatten-kit (barriärer, tätningsmattor, dräntättningsblåsor, instruktioner och positionskarta) ska finnas lätt tillgängligt. En insatsplan tas fram med räddningstjänsten som anger blockeringspunkter, material, ansvar och tillgänglighet. Uppsamlat släckvatten hanteras som förorenat och omhändertas av sugbil efter provtagning enligt gällande rutiner.

(I linje med Naturvårdsverkets vägledning, 2025.)

6.3 ÅTGÄRDER INOM KVARTERSMARK

Totalt behöver cirka 155 m³ dagvatten fördröjas inom kvartersmark för att begränsa utflödet till VA-huvudmannens ledningsnät. Det är respektive fastighetsägare/exploatörs ansvar att säkerställa tillfredsställande dagvattenhantering inom kvartersgräns enligt Uppsala kommuns dagvattenpolicy och riktlinjer. Föreslagna lösningar omfattar rening och fördröjning av vatten från parkering och körytor, omhändertagande av stora takvolymmer samt hantering av släckvatten. Takvatten bör i möjligaste mån ledas mot de punkter som de ljusblå pilarna i respektive figur (Figur 10–13) pekar mot, genom anpassning av takfall, placering av hängrännor/stuprör, lokala lutningar i mark och vid behov korta ytligt lagda rännor.

Kvarteret för fastigheterna 44:28 och 44:29 presenteras inga åtgärdsförslag eftersom ingen ny exploatering planeras genomföras där i denna etapp. Vid framtida exploatering bör samma principer som för övriga kvarter tillämpas. Särskilt ska avrinning ledas bort från mark med hög känslighetsklass, framför allt vid den sydvästra parkeringen, genom höjdsättning som skapar vattendelare mot känslig mark och genom täta ytor/sektioner med dränering och avledning till anläggning utanför zonen. Infiltration inom ytor med hög känslighetsklass ska undvikas, i enlighet med avsnittet Hög känslighetsklass vid nybyggnation – schakt, tätskikt och hårdgjorda ytor nedan.

Reningsanläggningar inom kvartersmark dimensioneras antingen utifrån 20-mm-kriteriet för den anslutna avrinningsytan, eller – för växtbäddar – utifrån tillgänglig grönyta enligt situationsplanen. Som tumregel bör växtbäddens planarea motsvara minst cirka 2,5 % av den reducerade parkerings-/körytan. För svackdiken dimensioneras funktionen via planarea × tillåten dämning (ytmagasin) i kombination med infiltration där markförhållanden medger detta, samt kontrollerad avtappning i utlopp.

- **Drift och skötsel – kort (växtbäddar och svackdiken)**

Inspektera vår och höst, samt efter större skyfall och vårflod. Rensa in- och utlopp (inkl. kupol-/sandfångsbrunnar) från skräp, sand och löv; håll galler och strypinsatser fria och funktionsprova ventiler. Klipp/slå vegetation 2–3 gånger per säsong, avlägsna ogräs och återställ slitage med kompletteringssådd/plantering. Skydda rotzon vid träd (ingen djup jordbearbetning/kompaktering) och laga erosionsskador i slänter/botten. Vid tecken på igensättning: skrapa ytskikt lätt, fyll på filter-/jordmaterial där nivån sänkts och bortför uppsamlat sediment. Vintertid: undvik snövallar över inlopp, begränsa sandningsmaterial nära anläggningen och kontrollera funktion vid töperioder. Dokumentera åtgärder och notera återkommande problem för justerad skötselplan

- **Hög känslighetsklass vid nybyggnation – schakt, tätskikt och hårdgjorda ytor**

Vid all ny bebyggelse eller anläggning som kräver schakt genom skyddande lerlager ska marken runt byggnad eller anläggning hanteras som hög känslighetsklass. Säkerhetszonen bestäms platsvis enligt $R=H \cdot m + 0,5$, där H är största schaktdjup under befintlig mark och m är vald släntlutning (horisontal:vertikal). Om inte annat framgår i geotekniska handlingar gäller $H = 1,0$ m som normvärde och $H = 1,5$ m där hissgröp ligger i anslutning till fasad. Släntlutning sätts till $m = 1,5$ om inte geotekniken anger annat. Inom zonen ska infiltration undvikas: ytor bör i första hand hårdgöras och avvattnas täta mot anläggning utanför zonen. Om hårdgjord yta inte är möjlig utförs ytan som tät, dränerad grön sektion (geomembran/GCL under vegetationslager med fall mot dränledning). Schaktbotten förses med tätduk med sidotätning uppdragen på schaktkant; genomföringar tätas med rörmanschett.

6.3.1 KVARTER 1

Kvarterets totala fördröjningskrav är ungefär 38 m^3 baserat på kommunens krav att fördröja initialt 20 mm regn av kvarterets reducerade area. Området delas enligt Figur 10 i ett uppströmsområde och ett nedströmsområde. Uppströmsområdet (ytan utanför den rosa streckade linjen i Figur 10 i slutet av detta avsnitt) har ett fördröjningskrav på cirka $32,4 \text{ m}^3$. Här sker fördröjning och rening i växtbädd och genom skålformad höjdsättning i cirkulationsvändplatsen. Nedströmsområdet (ytan innanför den rosa streckade linjen i Figur 10) har ett fördröjningskrav på ca $5,6 \text{ m}^3$. Här föreslås fördröjning och rening i ett svackdike vid kvarterets utlopp. Denna del bör fördröja kvarvarande volym av nedströmsområdet, utgöra en kompletterande rening av gatvatten från Ärentunavägen samt fungera som kvarterets sista barriär vid släckvatten.

- **Växtbädd – cirkulationsvändplats**

En tät växtbädd B med dräneringsanslutning till kvarterets dagvattensservis (se Figur 10, heldragen mörkblå polygon med märkning "B") föreslås placeras i vändplatsen framför vårdcentralens entré. Badden utförs tätt med exempelvis geomembran och skyddsgeotextil. Den tillrinnande kör- och parkeringsytan (Figur 10, röd streckade polygoner runt vändplatsens ytor och närmaste parkering uppströms) har en reducerad area på ca 790 m^2 . Växtbäddens yta bör motsvara minst 2,5 % av den reducerad area, vilket är ungefär 20 m^2 . Det föreslås att nyttja hela grönyttans area på 38 m^2 , som är ritad i situationsplanen (datum) vilket uppfyller tumregeln och kan ge cirka $12,2 \text{ m}^3$ fördröjningsvolym, beräknat som $0,20 \text{ m}$ dämning plus $0,60 \text{ m}$ filter med dränerbar porositet på cirka 0,20. Vändytan höjdsätts skålformat mot badden och badden läggs något lägre än omgivningen. Ca fyra inlopp föreslås fördelas runt badden. Med tanke på större tillrinningsytor och högre flöden i vändplatsen rekommenderas inlopp med försedimentationsfickor/stensträngar samt lokalt erosionsskydd (t.ex. stenkista eller grövre makadam) för att bromsa inflöde, fördela vattnet jämnt över badden och minska risken för uppspolning.

För bräddning och strypning i växtbädden rekommenderas en upphöjd bräddbrunn (kupolbrunn) i bäddens mitt. När nivån blir hög bräddar den mot närliggande dagvattenkoppling på fastigheten och vidare till det lokala dagvattennätet. Mellan kupolbrunn och kvarterets dagvattenservis föreslås det placeras en munkbrunn som reglerar utflödet. I normaldrift för uppströmsdelen bör flödet strypas till 0,75 liter per sekund, vilket motsvarar att 32,4 m³ töms på tolv timmar enligt kommunens fördröjningskrav. Vid extrema regn kan en nivålösning i munkbrunnen tillåta större utflöde. Vid händelse av brand ska både bäddens utlopp mot dränering och bräddningen kunna stängas med ventil så att bädden fungerar som tät innergrop tills vattnet omhändertas.

Återstående fördröjningsbehov uppströms, cirka 20,2 m³ (32,4 – 12,2), säkras genom dämning i vändplatsen. Höjdsättningen ska vara skålförmad utan skarpa nivåsteg vid infart så att en översvämningens volym på minst 20,2 m³ uppnås.

- **Nedströms huvudförslag – tätt svackdike**

Fördröjningsanläggning vid kvarterets utlopp mot Ärentunavägen rekommenderas på den norra grönyta längst nedströms i situationsplanen (Figur 10, heldragen mörkblå polygon med mörkblå flödespilar) som är cirka 5 × 10 m, 50 m², med två befintliga träd i ena halvan. Svackdiket kan omfatta hela ytan om det höjdsätts som en svag kil: i trädhalvan görs ingen eller mycket liten schakt (0–0,05 m över rotzonen) och djupaste delen läggs mot huvudgatan där inga träd står (cirka 0,20–0,30 m). Med medeldjup 0,15–0,20 m blir fördröjningsvolymen ungefär 7,5–10 m³ på 50 m², vilket uppfyller kravet för den nedströms ytan (5,6 m³). Upphöjd kantsten mot gata/ytor nedströms kan dessutom ge några centimeters extra dämning och därmed ytterligare volym. Diket utförs tätt med exempelvis geomembran och skyddsgeotextil. Arbeten i rotzonen ska ske skonsamt och höjdsättningen anpassas så att inlopp och utlopp hamnar i naturliga lågpunkter.

Eftersom längden är begränsad bör en hög växttäthet och varierad struktur prioriteras för att öka uppehållstid och ytkontakt vid rening. Växtlighet i diket rekommenderas för att främja jämn hydraulik och dagvattenrening, främst genom sedimentation och biologisk aktivitet. För att kompensera för den korta reningssträckan rekommenderas små stegvisa "check dams" (låga trösklar i sten/torvblock, 5–10 cm) som bromsar flödet, ökar vattendjup lokalt och skapar små sedimentationsfickor. Ett enkelt försedimentationssteg vid inloppet (litet sandfång/stensträng) minskar grus och grovare partiklar. Om ytterligare rening önskas kan en smal biobädd/sorptiv zon (t.ex. sand + biokol) läggas i botten på den djupare halvan mot gatan för bättre bindning av finpartiklar och kolväten.

Tillägg: Om ytterligare fördröjning och/eller rening önskas kan grönytan för den mörkblå streckade polygonen i Figur 10 användas i kombination med huvudförslaget för att öka den totala funktionen och samtidigt ge en kompletterande rening av dagvatten från Ärentunavägen.

Alternativ nedströms – tätt fördröjningsmagasin med makadam

Som alternativ till svackdike kan ett tätt makadammagasin under mark anläggas vid kvarterets utlopp mot Ärentunavägen. För dimensionering kan man räkna med djup 0,8–1,0 m och porositet cirka 0,35. Då ger 10 m² planarea ungefär 2,8–3,5 m³, 20 m² ger 5,6–7,0 m³, 30 m² ger 8,4–10,5 m³, 40 m² ger 11,2–14,0 m³ och 50 m² ger 14,0–17,5 m³. För att klara kravet 5,6 m³ krävs alltså minst cirka 20 m² planarea vid djup 0,8 m och porositet 0,35.

Anslutning och styrning för nedströmsanläggning

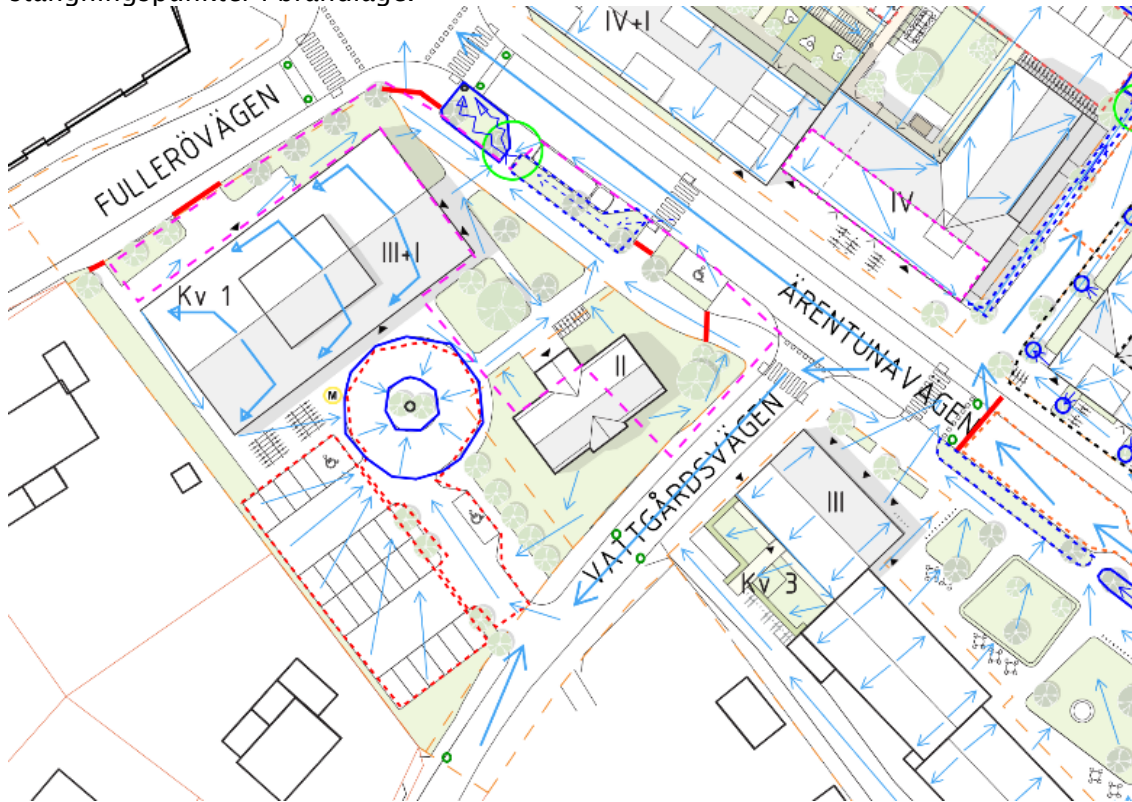
Utloppet från svackdiket/makadammagasinet föreslås föras till befintligt dagvattennät via en utloppsbrunn (kontrollbrunn) i lågpunkt. I brunnen kan en strypinsats/flow-regulator installeras som ger ett fast, strypt utflöde om 0,13 l/s, vilket motsvarar tömning av 5,6 m³ på 12 timmar i normaldrift. Om framtagna höjdsättning möjliggör att utloppet kan leda vattnet ytligt till gata med dagvattenbrunn direkt i anslutning bör detta alternativ föredras. Vid brandläge ska utloppet kunna stängas med ventil enligt insatsplan så att anläggningen fungerar som sista barriär tills vattnet kan omhändertas. Om justerbar nivå eller variabelt flöde önskas kan utloppet i stället utföras som munkbrunn (justerbar reglerbrunn), men detta är inte ett krav när ett fast utflöde räcker. Dimensioner och detaljutformning fintrimmas i projektering i dialog med VA-huvudman och räddningstjänst.

- **Släckvattenlösning – (rekommenderad höjdsättning, utlopp och sista barriär)**

Vändplats och hårdgjorda ytor föreslås höjdsättas med fall mot utloppets lågpunkt och ramas in av kantstöd som skapar en kontrollerad översvämningszon. Kantsten 10–30 cm (högre nedströms) kan skapa en kontrollerad översvämningszon utan att hindra framkomlighet. Minst cirka 800 m² hårdgjord yta kan däckas enligt nuvarande situationsplan (2025); vid 20 cm genomsnittlig höjd på kantsten rymmer ytan ungefär 160 m³. Vändplatsen bör som minimum kunna däckas 20,2 m³ för att uppfylla det återstående uppströmskravet på fördröjning. I händelse av brand ska bräddning och dräneringsledning från växtbädd kunna stängas med ventil, så att ytorna och den täta växtbädden tillsammans fungerar som en tillfällig, tät däckningsvolym för uppsamling av släckvatten.

Utöver detta ska samtliga öppningar längs kvarterets norra sida kunna blockeras vid brandinsats, så att släckvatten inte lämnar området okontrollerat. De öppningar som behöver spärras är markerade med röd heldragen linje i Figur 10 och lösningen tas fram i samråd med räddningstjänsten.

Se Figur 10 för placering av växtbädd i vändplats, nedströms svackdike och stängningspunkter i brandläge.



Figur 9. Kvarter 1 – flödesvägar, dagvattenanläggningar och brandläge. Figuren visar uppströms- och nedströmsdelar, växtbädd i vändplats med brädd-/strykning samt nedströms tätt svackdike/magasin mot Ärentunavägen. Brandläge redovisar blockeringspunkter och hur ytor dämjas. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragen polygon = växtbädd/svackdike/magasin; mörkblå streckad polygon = alternativ komplettering; röd streckad polygon = parkerings-/köryta (delavrinningsområde till växtbädd); rosa streckad polygon = nedströms delarea för 5,6 m³; ljusgrön cirkel = lågpunkt/inlopp; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; svarta cirklar = utloppsbrunnar DV-anläggningar; gul cirkel med "M" = munkbrunn; röd heldragen linje = blockeringspunkt i brandläge.

6.3.2 KVARTER 2

Kvarterets totala fördröjningskrav är ungefär 50 m³ baserat på kommunens krav att fördröja initialt 20 mm regn av kvarterets reducerade area. Det rekommenderas att all ytavrinning inom Kvarter 2 leds mot ett otätt, infiltrerande svackdike som anläggs inom den heldragna mörkblå polygonen nordost om parkeringen (se Figur 11 i slutet av detta avsnitt). Svackdiket utformas för att ge både fördröjning och rening av allt dagvatten inom Kvarter 2 samt fördröjda volymer från Kvarter 4. Lösningen dimensioneras så att svackdiket tillsammans med kringliggande höjdsättning och inlopp kan hantera områdets avrinningsvolym med riktvärde att cirka 50 m³ kan omhändertas genom en kombination av infiltration, tillfällig dämning i diket samt kontrollerad avledning.

Takytan markerad med svart streckad polygon i Figur 11 – föreslås, av platsbrist- och höjdsättningsskäl, ledas direkt till Ärentunavägen via jämnt fördelade utkastare/takrännor utan lokal fördröjning. Fördröjningskravet för denna del uppgår till cirka 5 m³. Avsteget bedöms acceptabelt då kvarterets svackdike samtidigt tar emot och fördröjer tillkommande volymer från Kvarter 4 samt en del vägdagvatten

uppströms, vilket ger en nettofördröjning nedströms som motsvarar eller överstiger effekten av att även denna takyta hade fördröjts inom Kvarter 2.

Den rödstreckade polygonen i Figur 11 visar parkerings/körytans delavrinningsområde, cirka 1 100 m², som rekommenderas ledas till svackdiket via flera inlopp längs diket. Inloppen ska kunna stängas/blockeras vid brand.

- **Svackdike – utformning, träd och kompletterande ränna**

Svackdikets planarea rekommenderas till cirka 275 m² enligt grönyta i situationsplanen. Diket görs otätt för att möjliggöra infiltration i det omättade lagret ovanför skyddande lera. Botten och slänter ges svag lutning där detta är möjligt, för låg flödeshastighet, god sedimentation och robust drift. Längs diket planeras cirka 18 planterade träd i grupperade eller jämna intervall enligt situationsplan. Trädens rotsystem och vegetation bidrar till hydrauliskt motstånd, evapotranspiration och biologisk rening.

Det rekommenderade diket har varierande bredd och är som smalast cirka 1 m i den nedre delen av sträckan enligt nuvarande situationsplan. För att uppnå önskad dämningensvolym utan djupa schakter rekommenderas att dämningen fördelas längs hela diket genom en småstegad bottenprofil med låga nivåtrösklar (check dams) där det är möjligt, eller med lokala lösningar som kross-/makadamdike i de smalaste partierna för att ge stabil geometri utan att ta större planbredd i anspråk. Detta skapar bättre förutsättningar att nå medeldämningen över hela sträckan till cirka 0,18–0,20 m utan att lokala djup blir för stora vid smala sektioner. Vid bredare partier kan trösklarna placeras tätare för att tillåta något högre dämning, medan smala partier hålls flacka för att undvika överdämning. För eventuella makadamdiken ska den hydrauliskt verksamma magasinvolymen bestämmas i projektering utifrån materialets effektiva porositet, så att den delvolym som ersätter ytdämning tillgodoses korrekt i volymbalansen. Försök även maximera dämningdjupet vid svackdikets utlopp för att skapa god gradient nedströms och ytterligare fördröjningsvolym som en sista barriär.

För att skydda angränsande fastighet rekommenderas att diket nordöstra kant höjdsätts som vattendelare med krön i fastighetsgräns. Om parterna kan enas kan en mindre uppfyllnad på angränsande tomt ge stabilare avgränsning (motiverat då åtgärden minskar översvämningensrisk på deras mark); annars kan en ytsnål fysisk barriär (t.ex. diskret kantstöd/kantbalk i gräns) användas för samma funktion utan nämnvärt planmått. Slänten mot nordost kan ges något brantare lutning för att bibehålla höjdrygg och tillräcklig genomsnittlig dämningshöjd.

Volymmässigt ger en målsatt medeldämning på cirka 0,18–0,20 m ungefär 49,5–55 m³ (275 × 0,18–0,20). Dimensioneringsmålet ≈ 50 m³ uppnås därmed utan att öka schakt-djupet, genom att fördela dämningen längs sträckan med mindre nivåtrösklar och, vid behov i smala partier, kompletterande magasinande makadamdiken. Dessa val fintrimmas i projektering utifrån geotekniska förutsättningar, tillgängliga sektioner och dialog med berörda fastighetsägare. Projekteringen bör tillse att svackdiket skapar en fördröjningsvolym på cirka 50 m³.

Takytan, cirka 190 m² (markerad med rosa streckad polygon i Figur 11), rekommenderas ledas via en gatstensränna (mörkblå streckad linje) till svackdikets inlopp. Rännans huvudsyfte är fördröjning i sträckan och att mildra toppflöden in i svackdiket, särskilt då ytterligare fördröjda volymer från Kvarter 4 når samma inlopp. Vattnet skulle i och för sig rinna mot inloppet utan ränna, men rännan utgör ett enkelt dämpningssteg och minskar risken för lokal översvämning intill den nordöstra

fastigheten. För att öka det hydrauliska motståndet rekommenderas små tvärställda trösklar i rännan eller lätt knottig sättning av gatsten.

Samlad funktion uppnås genom kombinationen infiltration i det otäta diket, tillfällig dämning i diket samt kontrollerad avledning via utloppet (rekommenderad strypning $\approx 1,16$ l/s, motsvarande tömning av 50 m^3 på 12 timmar) med lämplig lösning som en munkbrunn eller annan flödesregulator. Vid behov kan också mindre instängda grönytor i anslutning till fastigheten sänkas 5–10 cm för att ge extra fördröjningsvolym och därmed avlasta svackdiket. I brandläge ska dessa ytor kunna avgränsas från släckvatten.

- **Inlopp, lågpunkt och höjdsättning vid anslutning**

Svackdikets inlopp (ljusgrön cirkel i Figur 11) rekommenderas i första hand säkerställas som lokal lågpunkt genom mindre uppfyllnad nordost om inloppspunkten längs Jan Eriks Väg. Uppfyllnaden formas som en låg vattendelare mot nordost så att bräddning styrs tillbaka mot svackdikets inlopp. Om uppfyllnad inte är möjlig rekommenderas i stället en lokal sänkning vid inloppet till cirka +29,5 m, motsvarande ungefär 0,30 m under befintlig marknivå vid punkten (bedömt från profiler i Scalgo). Vid all schaktning bör det skyddande lerlagret inte påverkas. Ett närliggande borrhov (≈ 10 m från inloppet) visar lera från cirka 0,35 m till 0,90 m under mark, vilket innebär att schakter och höjdsättning måste utföras varsamt för att bibehålla måttlig känslighetsklass i området. Om lerlager ändå behöver beröras lokalt ska åtgärder vidtas enligt avsnittet Hög känslighetsklass vid nybyggnation – schakt, tätskikt och hårdgjorda ytor (tätande skikt/GCL eller geomembran, dränhänsyn) för att upprätthålla skydd mot oönskad infiltration.

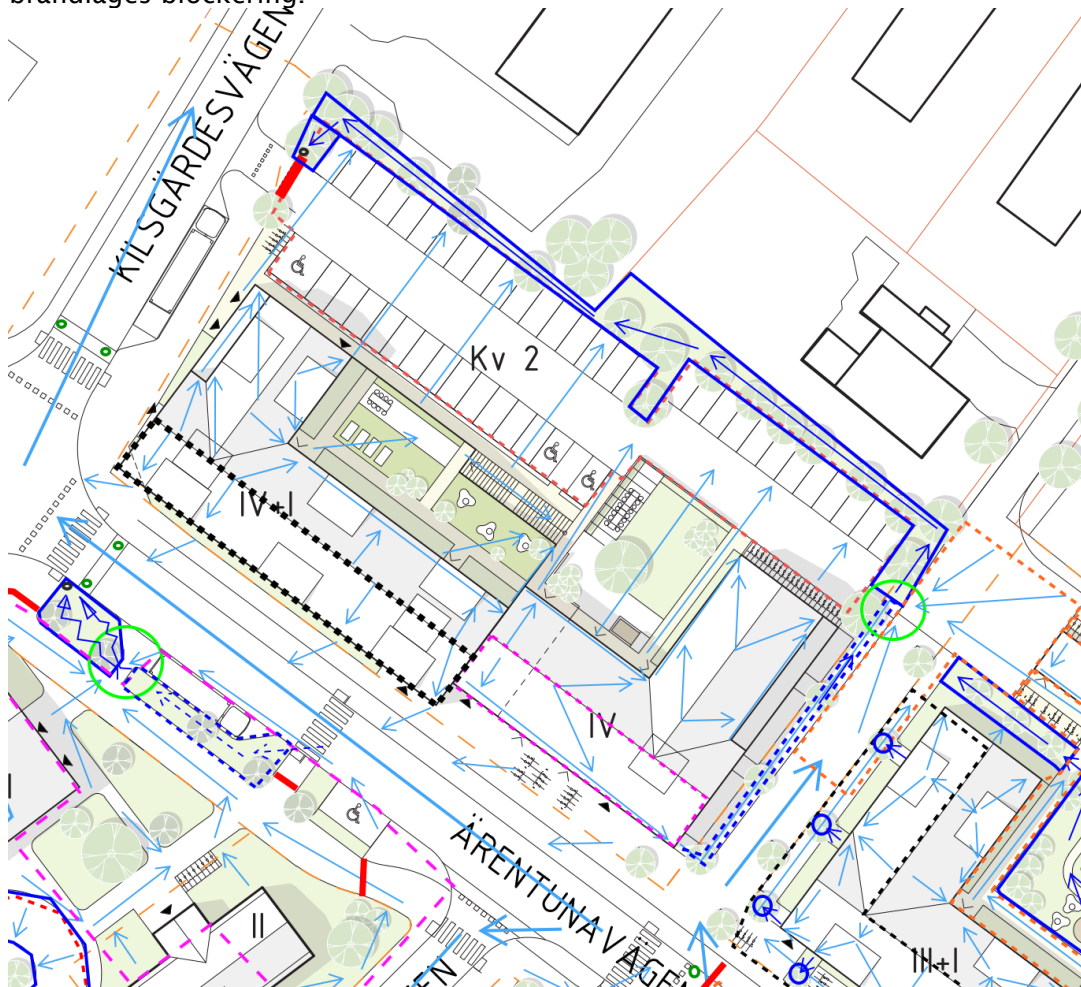
Parkeringsytan rekommenderas avvattnas mot svackdiket via flera inlopp jämnt fördelade längs diket. Inloppen kan utformas med robusta galler, korrekt fall och erosionsskydd (stenkista/stensträng) för att minska inträngning av grus och punkt-erosion. Diket infiltrerar i första hand och avleder överskott via en utloppsbrunn/kupolbrunn i kvarterets norra hörn som kopplas till närmaste dagvattenservis. Utloppet rekommenderas strypas till 1,16 l/s med lämplig lösning för att förhålla sig till fördröjningskravet och ge rimliga uppehållstider i svackdiket.

- **Släckvatten – rekommenderad hantering inom Kvarter 2**

Vid brand rekommenderas att släckvatten omhändertas på parkeringsytan genom att samtliga inlopp till svackdiket blockeras/stängs och att utfarten mot Kilsgärdesvägen blockeras med tillfälliga barriärer (se röd heldragen linje i Figur 11). Svackdiket är otätt och ska inte räknas som dämningens volym för släckvatten. För att uppfylla kravet 144 m^3 på parkeringsytan rekommenderas upphöjd kantsten runt om i kombination med blockerade inlopp till svackdiket. Med parkerings/köra på cirka $1\,100 \text{ m}^2$ behövs en genomsnittlig dämning på ungefär 0,13 m ($144 / 1\,100 \approx 0,131$ m). För robusthet föreslås projektering för cirka 0,15 m i medeldjup (med lokalt högre dämning upp till cirka 0,20 m där det inte påverkar framkomlighet). Utfarten mot Kilsgärdesvägen blockeras enligt insatsplan (röd heldragen linje i Figur 11).

Om släckinsats sker från Ärentunavägen eller Kilsgärdesvägen och släckvatten riskerar att rinna ut på huvudgata ska temporära åtgärder användas för att valla in vattnet i gaturummet: täckning av dagvattenbrunnar med tätningsmattor/dräntätningsblåsor, barriärer vid infarter och blockeringsåtgärder i identifierade bräddvägar upp- och nedströms. Åtgärderna ska följa de generella riktlinjerna för släckvatten och syfta till att hålla släckvattnet inom rimlig dämningssyta tills sugbil kan omhänderta vattnet.

Se Figur 11 för läge och dimensionerande flödesvägar till svackdiket, takränna samt brandläges-blockering.



Figur 10. Kvarter 2 – flödesvägar, svackdike och brandläge. Figuren redovisar otätt, infiltrerande svackdike nordost om parkeringen, delavrinningsområde från parkering/köryta, takavledning via gatstensränna samt föreslagen blockeringspunkt vid brand. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragen polygon = svackdike; mörkblå streckad polygon = gatstensränna för takvatten; rosa streckad polygon = delavrinningsyta från tak; röd streckad polygon = parkerings-/köryta ($\approx 1\,100\text{ m}^2$); svart streckad polygon = takyta utan fördröjning; ljusgrön cirkel = inlopp/lågpunkt; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; svarta cirklar = utloppsbrunnar DV-anläggningar; röd heldragen linje = blockeringspunkt i brandläge.

6.3.3 KVARTER 3

I detta skede tillkommer endast en ny byggnadsdel (tak). Efter avstämning med VA-huvudman baseras fördröjningskravet för kvarteret på denna takyta och uppgår till cirka 4 m³. Då förändringen är begränsad föreslås inga detaljerade anläggningslösningar här; de grönytor längs den nya byggnadens långsidor bedöms kunna rymma fördröjning/rening motsvarande kravet med samma principer som i övriga kvarter.

- **Släckvatten – rekommenderad inriktning**

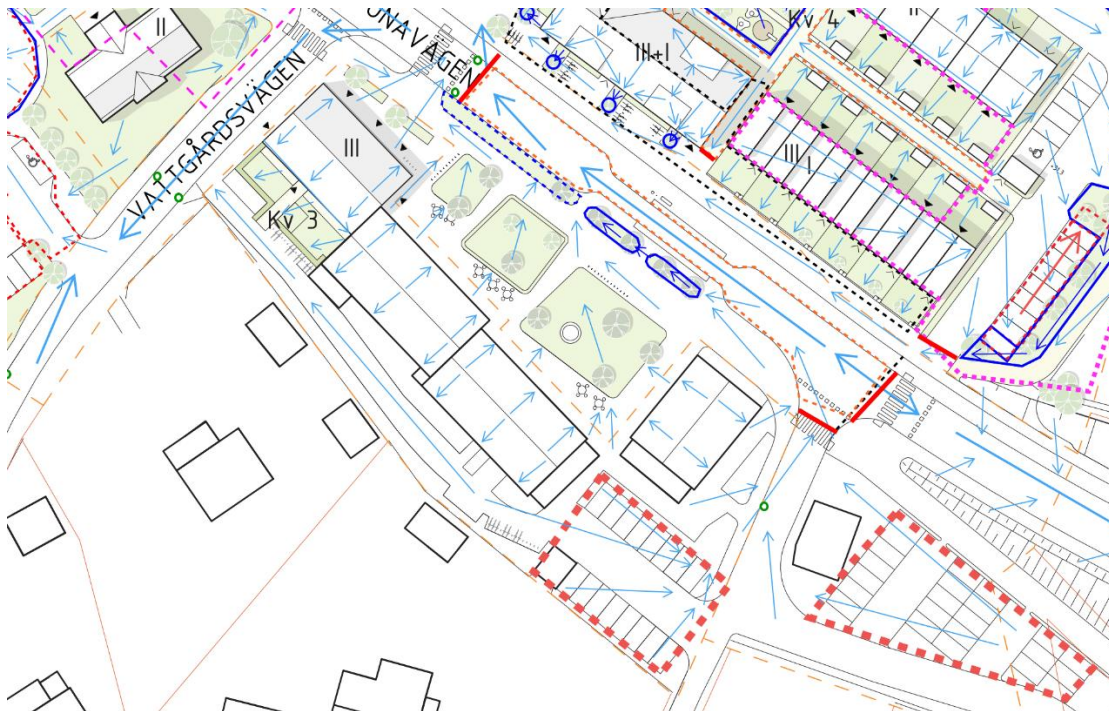
Detaljerade släckvattenåtgärder redovisas inte i denna etapp då övrig yta inte planeras exploateras i närtid. Vid insats bör hårdgjorda ytor invallas med kantsten i kombination med tillfälliga barriärer och släckvatten ledas mot kompletterande dämpningsvolym på Ärentunavägen (orange streckad polygon i Figur 12), enligt samma arbetssätt som i övriga kvarter och i samråd med räddningstjänsten.

- **Rekommenderade kompletteringar vid fortsatt exploatering**

Växtbädd vid sydöstra parkeringen: Minst 9 m² otät växtbädd nedströms parkeringen, placerad uppströms befintlig dagvattenbrunn (mörkgrön cirkel i Figur 12). Inlopp utformas med liten stenficka/erosionsskydd och ska kunna stängas/blockeras vid brand.

Växtbäddar längs Ärentunavägen: Två längsgående växtbäddar (heldragna mörkblå polygoner i Figur 12) för kompletterande rening av vägdagvatten, ca 20 m² per bädd (totalt ca 40 m²), otäta med strypt utlopp.

Reservyta för ytterligare åtgärder: Den mörkblå streckade polygonen kan vid behov nyttjas för extra rening/fördröjning (svackdike/biobädd) om flöden eller kvalitetskrav skärps. Se Figur 12 för föreslagna växtbäddar längs Ärentunavägen och möjlig reservyta.



Figur 11. Kvarter 3 – flödesvägar och föreslagna kompletteringar. Figuren visar två möjliga längsgående växtbäddar längs Årentunavägen för kompletterande rening av gatvatten. Reservyta kan nyttjas vid behov. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytvavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragna polygoner = växtbäddar; mörkblå streckad polygon = reservyta för åtgärd (svackdike/biobädd); röd streckad polygon = parkerings-/köryta; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar; orange streckad polygon = kompletterande släckvattendämningsyta på Årentunavägen; röd heldragen linje = blockeringspunkter i brandläge.

6.3.4 KVARTER 4

Kvarterets totala fördröjningskrav bedöms till cirka 63 m³ baserat på 20-mm-kriteriet multiplicerat med kvarterets reducerade area. Området delas i tre delavrinningsområden: ett östligt (reducerad area cirka 2 086 m²), ett sydvästligt (cirka 470 m²) och ett resterande område (cirka 574 m²).

- **Östligt delavrinningsområde – fördröjningskrav ≈ 42 m³**

Inom det östliga delavrinningsområdet (markerat med rosa streckad polygon i Figur 13) rekommenderas en kombination av växtbädd och svackdiken.

Växtbädd vid norra parkeringen

En otät växtbädd med ett träd och påkopplad dränering i botten, planarea cirka 8 m² (mörkblå polygon i Figur 13 intill mörkblåstreckad polygon), föreslås kopplas till den norra parkeringsytan (röd streckad polygon i Figur 13) med reducerad area cirka 306 m². Det uppfyller tumregeln om minst 2,5 % av reducerad parkerings-/köryta. Med samma principiella volymuppbyggnad som i tidigare kapitel (≈0,20 m ytdämning + 0,60 m filter med dränerbar porositet ≈0,20, dvs. omkring 0,32 m ekvivalent magasindjup) kan bädden ge cirka 2,6 m³ (8 m² × 0,32 m). Som komplement kan inloppshörnet (mörkblå streckad polygon) utformas som ett litet ytfördröjningsmagasin, cirka 15 m² med 0,10 m dämning, vilket ger ytterligare ≈1,5 m³. Bädden rekommenderas få tre inlopp som sprider flödet, minskar punkt-erosion (t.ex. med stenficka/stensträng) och kan stängas/blockeras vid brand.

Två svackdiken längs östra kanten

Återstående volym föreslås fördröjas i två otäta svackdiken placerade längs kvarterets östra kant (heldragna mörkblå polygoner i Figur 13). Den samlade planarean är cirka 230 m². Med genomsnittlig dämning $\approx 0,20$ m ger svackdiken tillsammans ≈ 46 m³ ($230 \times 0,20$). Diken bör utformas likt svackdiket i Kvarter 2: svaga slänter, låg flödeshastighet, växtetablering i botten/slänter för erosion- och partikelkontroll, samt flera stängningsbara inlopp längs sträckan. Cirka elva planerade träd längs dikena bidrar med hydrauliskt motstånd, evapotranspiration och biologisk rening i rotzonen. För hydraulisk robusthet rekommenderas att svackdikena kopplas samman med trumma, en kupolbrunnslösning alternativt en enklare breddlösning (val beroende på höjdförhållanden) med lämpligt erosionsskydd vid in- och utlopp. För att undvika en för smal dikesbredd vid utloppet föreslås parkeringarna intill nedströms del av diket förskjutas uppåt i riktning enligt röd pil i Figur 13. Kombinationen växtbädd + två svackdiken ger god marginal mot fördröjningskravet på 42 m³. Dämningsnivåer kan fintrimmas i projektering för att undvika onödig överdimensionering, men viss överdimensionering kan vara motiverad för att minska risken för översvämning vid skyfall uppströms om angränsande fastigheter samt för att avlasta inloppet till Kvarter 2:s svackdike.

Om höjdsättningen medger bör utloppsdagvattnet från parkering och östra svackdike i första hand ledas ytligt längs Ärentunavägens norra trottoar och vidare nordväst på Ärentunavägen. Om detta inte är möjligt rekommenderas i stället anslutning till befintligt dagvattennät via kupolbrunn. Oavsett vald lösning ska utloppet förses med fast strypning om cirka 0,97 l/s (motsvarande 42 m³ på 12 timmar) för att säkerställa önskad uppehållstid.

- **Sydvästligt delavrinningsområde – fördröjningskrav ≈ 9 m³**

Inom det sydvästliga delavrinningsområdet (svart streckad polygon) rekommenderas sex mindre, täta växtbäddar med träd (placering vid mörkblå cirklar i Figur 13): tre längs Ärentunavägen och tre längs Jan Eriks väg. Takvatten bör, där det är praktiskt möjligt, ledas mot respektive bädd utan infiltration nära fasad.

Varje växtbädd bör kunna fördröja minst $\approx 2,0$ m³. Varje växtbädd bör utföras med minst 4 m² planarea. För att nå minst 2,0 m³ fördröjningsvolym per bädd rekommenderas höjd ytdämning via kantstöd runt bädden. En praktisk sektion är cirka 0,40 m ytdämning kombinerat med cirka 0,60 m filterdjup och dränerbar porositet cirka 0,20. Den effektiva magasinsvolymen blir då ungefär $(0,40 + 0,60 \times 0,20) \times 4 \approx (0,40 + 0,12) \times 4 \approx 2,08$ m³ per bädd. Varje bädd förses med inlopp från tak och en liten stenficka vid inloppet för att minska punkt-erosion.

Varje växtbädd utförs tät i botten och sidor och förses med dränledning i botten som ansluts till fastighetens dränering eller befintligt dagvattennät. För samtliga växtbäddar ska systemet säkerställa ett strypt sammanlagt utflöde om $\approx 0,21$ l/s (9 m³ på 12 timmar), antingen via gemensam strypning för alla bäddar eller med enskild strypning vid respektive bädds dränering. Nödbrädd säkerställer avledning vid skyfall. Inlopp eller koppling nedströms ska kunna blockeras i brandläge.

- **Resterande delavrinningsområde – fördröjningskrav ≈ 12 m³**

Åtgärden föreslås bestå av ett otätt svackdike i kvarterets nordvästra hörn (heldragen mörkblå polygon i Figur 13), planarea cirka 50 m², med genomsnittlig dämning $\approx 0,15$ m vilket ger $\approx 7,5$ m³. Diket förses med stängningsbart inlopp för brandläge. Återstående $\approx 4,5$ m³ föreslås fördröjas på kvarterets parkyta, cirka 260 m² (mörkblå polygon i Figur 13), genom att säkerställa en dämningshöjd på minst 0,02 m i medel. In- och utlopp för parkplatsen ska kunna stängas/blockeras i brandläge.

Utloppet från delområdet rekommenderas dimensioneras till $12 \text{ m}^3/12 \text{ h} \approx 0,28 \text{ l/s}$ (i praktiken lämpligen i svackdikets utlopp mot kvarter 2. Om höjdsättningen medger bör vattnet i första hand ledas med ett ytligt utlopp som kan strypas.

- **Släckvatten – rekommenderad hantering inom Kvarter 4**

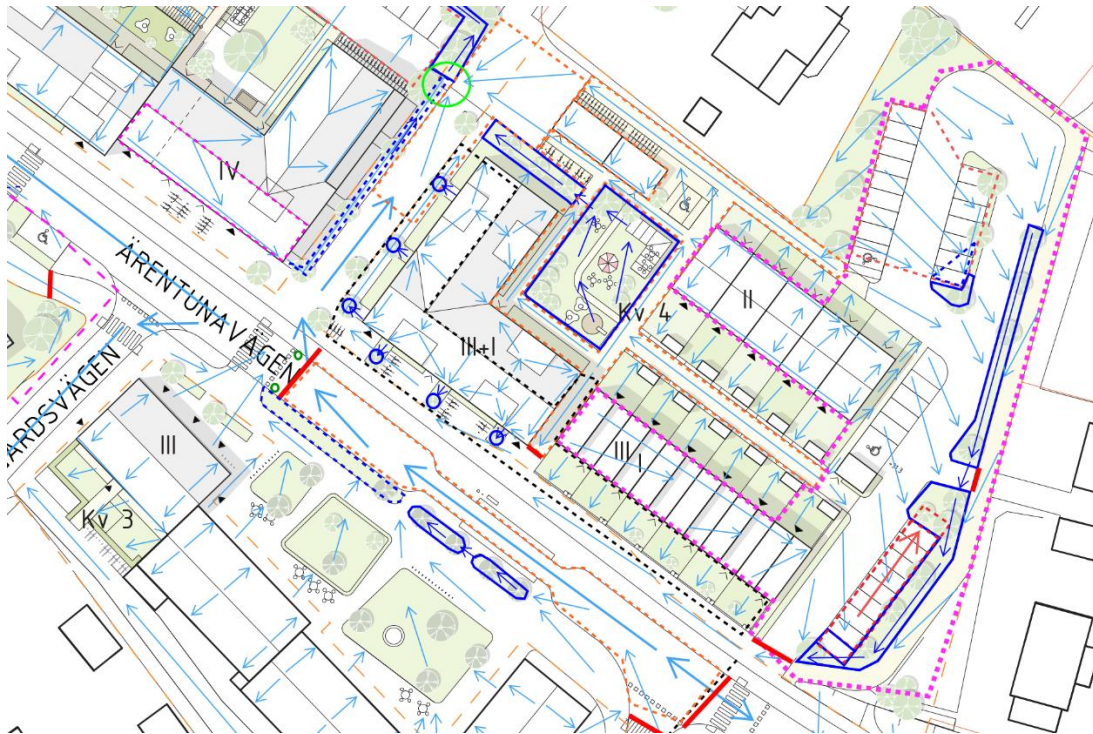
Två huvudsakliga hårdgjorda däckningsytor rekommenderas för invallning av släckvatten: en västlig och en östlig. Därutöver rekommenderas en kompletterande hårdgjord däckningsyta på Ärentunavägen.

Västra släckvattendäckningsytan (orange streckade polygoner inom Kvarter 4 och vid Kvarter 2:s inlopp i Figur 13) omfattar cirka 920 m^2 . Oavsett vilken byggnad som drabbas av brand inom kvarteret bör denna yta användas. För att rymma 144 m^3 krävs en genomsnittlig däckning $\approx 0,16 \text{ m}$ ($144/920 \approx 0,156$). Rekommendationen är att projektera för cirka $0,15\text{--}0,20 \text{ m}$ i medeldjup, med kantstöd, fall och lokala höjdsättningar som säkrar invallning mot grönytor så att avrinning och infiltration inte sker där. Samtliga in- och utlopp till dagvattenanläggningar inom området ska kunna stängas vid brand. Särskilt viktigt är att inloppet till Kvarter 2:s svackdike kan stängas/blockeras så att den planerade lågpunktens volym ($\approx 330 \text{ m}^3$ delyta inom den västra ytan) kan nyttjas.

Östra släckvattendäckningsytan (all parkering/köryta i östra delen) omfattar cirka 1320 m^2 och kan, vid brand i de östliga byggnaderna, användas tillsammans med den västra ytan. Den östra ytan kan dimensioneras för cirka 48 m^3 (en tredjedel av 144 m^3), vilket motsvarar en medeldäckning $\approx 0,04 \text{ m}$ ($48/1320 \approx 0,036$). Vid insats avgränsas däckningsytorna med förberedd barriär vid parkeringens utfart; in- och utlopp till dagvattenanläggningar stängs/blockeras enligt insatsplan.

Kompletterande släckvattendäckningsyta på Ärentunavägen (orange streckad polygon i Figur 13) omfattar cirka 445 m^2 och kan, vid brand i byggnaderna utmed Ärentunavägen, användas som tillskott till kvarterets däckningsytor för släckvatten som leds ut mot gatan. Med trottoarkant och förberedda barriärer (heldragna röda linjer i Figur 13) uppskattas däckningsvolymen till cirka 45 m^3 . Särskilt viktigt är att släckvatten inte leds österut på Ärentunavägen, då detta avbördar mot mark med hög känslighetsklass, lutningar och barriärer ska därför dimensioneras/placeras så att flöden styrs västerut.

Allt uppsamlat släckvatten hanteras som förorenat och omhändertas enligt tidigare kvarters riktlinjer. Ventiler för kvarterets avstängning i brandläge ska ingå enligt insatsplan. Exakt placering och detaljutformning fintrimmas i projektering i dialog med VA-huvudman och räddningstjänst. Se Figur 13 för delavrinningsgränser, växtbäddar, östra svackdiken, NV-svackdike/park samt släckvattendäckningsytor.



Figur 12. Kvarter 4 – delavrinningsområden, dagvattenåtgärder och släckvatten. Figuren visar de tre delavrinningsområdena (öst, sydväst och resterande), föreslagna växtbäddar, två svackdiken längs östra kanten, svackdike i NV-hörn och dämningssbar park. Redovisar även västlig/östlig släckvattendämningssyta samt kompletterande yta på Ärentunavägen. Teckenförklaring: Ljusblå pilar = ytavrinning/bräddvägar; mörkblå heldragna polygoner = växtbädd, östra svackdiken, NV-svackdike och parkyta för dämning; mörkblå cirklar = växtbäddar längs gata; rosa streckad polygon = östligt delavrinningsområde; svart streckad polygon = sydvästligt delavrinningsområde; röd streckad polygon = parkerings-/köryta; ljusgrön cirkel = lågpunkt/inlopp mot Kvarter 2; orange streckad polygon = släckvattendämningssytor (kvarteret och Ärentunavägen); röd heldragen linje = blockeringspunkter i brandläge; små mörkgröna cirklar = befintliga dagvattenbrunnar.

6.4 ÅTGÄRDER INOM ALLMÄN PLATSMARK

För allmän platsmark planeras inga större justeringar avseende markanvändningen och därmed antas ledningsnätets kapacitet vara tillräcklig för att ta emot dagvattnet även i framtiden. Behov kvarstår dock gällande rening av dagvatten.

Givet befintlig höjdsättning kan endast en mindre del av vägdagvattnet omhändertas för rening, då större delen leds via dagvattenbrunnar till befintligt nät eller fortsätter i gatans rinnstråk nedströms. En begränsad andel kan ledas genom diskreta öppningar i kantstenen till planerade växtbäddar med träd utmed Ärentunavägen i höjd med Kvarter 3, och ytterligare mindre mängder kan, där lutning medger, avrinna till de rekommenderade svackdikerna inom Kvarter 1 och 2. För planområdets E-område/P-yta i den sydöstra kanten rekommenderas en växtbädd direkt nedströms ytan, placerad i naturligt rinnstråk mellan parkering och närmaste dagvattenbrunn. Växtbäddens planarea bör följa tumregeln om cirka 2,5 % av reducerad avrinningsyta och motsvarar, för aktuell parkeringsarea, minst cirka 11 m².

Föreslagna renings- och fördröjningsåtgärder illustreras i figurer under avsnittet ÅTGÄRDER INOM KVARTERSMARK. Växtbädd för E-område/P-yta samt föreslagen växtbädd för Kvarter 3:s parkeringsyta är inte utritade eftersom förutsättningarna för vidare exploatering där ännu inte är fastställda, men de ingår i föroreningsberäkningarna med angivna rekommenderade areor.

6.5 ÅTGÄRDER SKYFALL OCH HÖJDSÄTTNING

Vissa höjder är låsta, till exempel de som berör befintliga gator och angränsande fastigheter utanför utredningsområdet. Allt dagvatten inom Storstvreta centrum leds efter rening och fördröjning till Fyrisån. Planerade marknivåer i Storstvreta centrum är inte kända vid tidpunkt för denna utredning. Ingen inmätning har skett lokalt.

I nuläget avrinner vatten på markytan mot bostadsfastigheten Storstvreta 3:77 samt Storstvreta 3:29, Storstvreta skola. Övergripande avrinningsvägar och föreslagna brädd-/höjdsättningsprinciper redovisas i avsnitt 6.3 Åtgärder inom kvartersmark. Observera att höjdsättning kan begränsas av skyddande lerlager; schakt i eller igenom lera ska undvikas eller utföras med särskilda tät- och dränåtgärder.

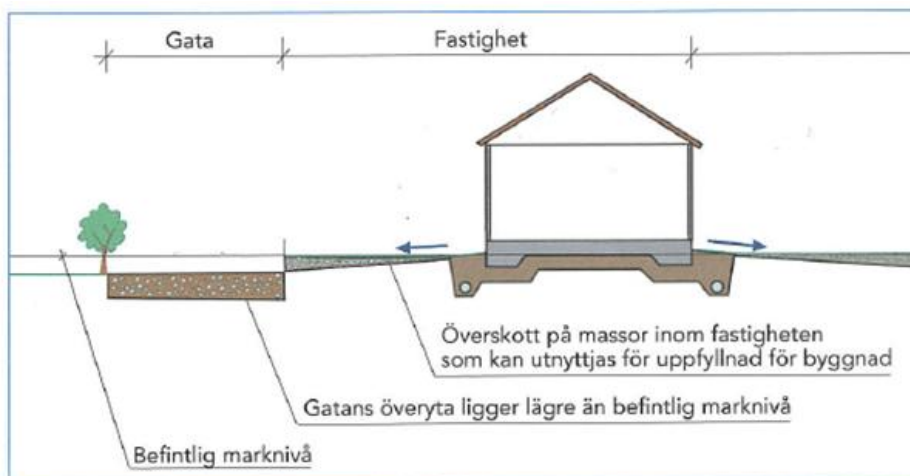
För att minska översvämningsrisker vid fastigheter norr om Kvarter 2 (främst 3:96, 3:77 och 3:137) rekommenderas att fördröjda flöden från Kvarter 4 och, i mindre omfattning, från Kvarter 3 leds via Jan Eriks väg till Kvarter 2:s svackdike. Inloppsområdet i vändplatsen mellan Kvarter 2 och 4 ska fungera som kontrollerad översvämningsyta. Svackdikets nordöstra kant bör höjdsättas som en tydlig vattendelare så att eventuell bräddning återgår mot Kvarter 2:s parkering, inte in mot riskutsatta fastigheter i nordost. Genom flera successiva fördröjningssteg uppströms Kvarter 2:s svackdike minskas både tillrinningen och risken för stående vatten nära fasader; bräddning ska i första hand ske till parkeringsytor avsedda för temporär dämning.

I Kvarter 1 hanteras översvämningsrisker enligt avsnitt 6.3.1 genom skålformad höjdsättning i vändplats (kontrollerad översvämningszon), koppling mot dagvattenservis samt ett nedströms svackdike med strypt utlopp. I planområdets sydöstra del motverkas översvämnning framför allt av svackdiket i Kvarter 4 (strykning i utlopp). Vid fortsatt exploatering kan kompletterande fördröjningsåtgärder och/eller reserverade översvämningsytor tillföras inom Kvarter 3 och E-område/parkering för att ytterligare avlasta nedströms system.

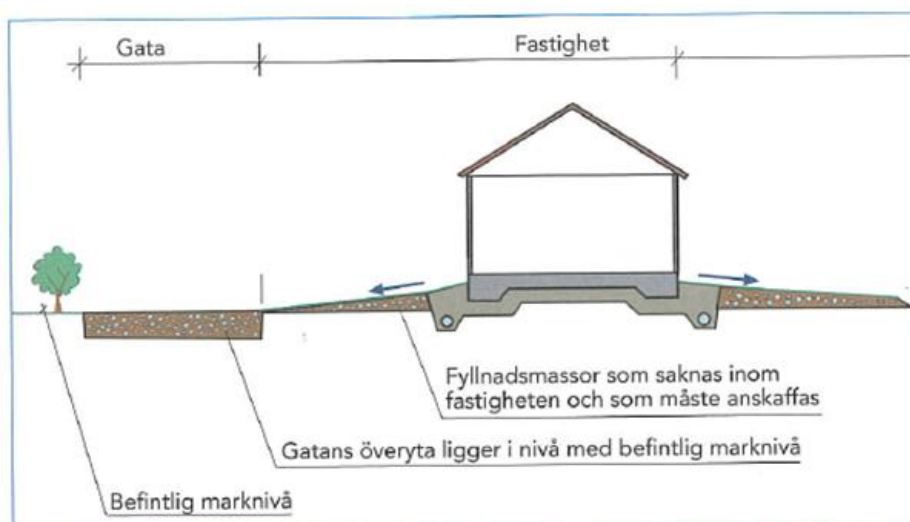
- **Riktlinjer för höjdsättning vid skyfall (enligt Svenskt Vatten P105)**

En sund höjdsättning är avgörande för att skydda byggnader vid kraftig nederbörd och skyfall. I Svenskt Vattens publikation P105 finns anvisningar för hur höjdsättningen av byggnader och vägar bör utföras med hänsyn till dagvattenavrinning. Principerna innebär översiktligt att byggnader anläggs högre än omgivande mark och gator. Marken planeras så att ett fall finns från husen och utåt (enligt riktlinjer minst 5 % 3 meter närmast hus och >1% längre ut från huskropp).

Figur 14 och 15 är hämtade från Svenskt Vattens publikation P105 och visar olika lösningar som kan användas för att få omgivande ytor att fungera som bortledare av dagvatten.



Figur 13. Exempel på hur en gata förläggs under byggnadens nivå genom att vägen läggs under ursprunglig marknivå. Vägen fungerar då som extra avledningskanal vid extrema flöden, förutsatt att vägens fall leder vattnet i rätt riktning. Ur Svenskt Vatten P105.



Figur 14. Exempel på hur vägen förläggs under byggnadens nivå genom att marken vid husen fylls upp. Vägen fungerar då som extra avledningskanal vid extrema flöden, förutsatt att vägens fall leder vattnet i rätt riktning. Ur Svenskt Vatten P105.

Det bör tas särskild hänsyn till att inte skapa instängda områden där vatten kan bli stående utan möjlighet att snabbt rinna undan, eftersom det kan leda till okontrollerade översvämningar som kan skada byggnader. Genom att marken lutar bort från husen förhindras dagvattnet från att bli stående mot byggnaderna.

7 FÖRSLAG PÅ PLANBESTÄMMELSER

Till en detaljplan ska fogas en beskrivning av hur planen ska förstås och genomföras. Av beskrivningen för dagvatten ska det bland annat framgå vilka tekniska och fastighetsrättsliga åtgärder som behövs för att planen ska kunna genomföras på ett samordnat och ändamålsenligt sätt. Det ska också framgå vilka konsekvenser dessa åtgärder får för fastighetsägarna och andra berörda. Samt vilka planbestämmelser som kan användas.

Förslag på planbestämmelser:

- Fördröjning inom kvarter: Minimikrav 20 mm på reducerad area, avtappning ≥ 12 h, fast strypning i utlopp.
- Öppna, renande steg: Växtbäddar/svackdiken prioriteras där höjdsättning tillåter ytavledning.
- Känslighetsklasser: Inom hög känslighet ska körytevatten inte infiltreras; sektioner utförs täta med dränerad avledning.
- Släckvatten: Möjlighet till invallning och avstängningsbara in-/utlopp ska säkerställas enligt insatsplan.
- Höjdsättning: Slänt bort från fasad (≥ 5 % inom 3 m, därefter ≥ 1 %), skyfallsstråk säkras.
- Drift: Tillgängliga kontroll-/munkbrunnar, rensbar försedimentationszon vid inlopp, dokumenterad skötselplan.

Dagvattenlösningar kan och bör anläggas både inom kvartersmark och på allmän platsmark. I denna utredning föreslås huvudsakligen tekniska anläggningar inom kvartersmark, med driftansvar hos respektive fastighetsägare. Planbestämmelser kan ange övergripande förutsättningar – t.ex. höjdsättning, vattendelare, reserverade ytor för dagvatten och krav på att de första 20 mm omhändertas inom kvarter – medan detaljutformning (volym, strypning, material, anslutningar) fastställs i projektering/bygglov och vid behov i exploateringsavtal. På allmän platsmark kan kommunen komplettera med samlande funktioner där det är motiverat.

8 REFERENSER

Dahlström, B. (2010). Regnintensitetens varaktighet och återkomsttid i Sverige.

Grundvattensynpunkt - Slutrapport Måsen Etapp 2. GRAP 18116.

Geosigma (2018). Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt.

Länsstyrelsen Uppsala län, 1990, Kungörelse om vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter för de kommunala grundvattentäkterna i Uppsala-Vattholmaåsarna i Uppsala kommun. ISSN 0347-1659

MSB (2013). Översvämningskartering utmed Fyrisån. Rapport nr 1.

Naturvårdsverket (2025). Förorenat släckvatten från brandsläckande verksamhet – vägledning.

Regionplane- och trafikkontoret (RTK) (2009). Riktvärden för dagvattenutsläpp – vägledning för planering och provning.

SMHI Årsnederbörd (Data 1991-2020)

Stockholms stad (2024). Dagvatten PM – Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och dagvattentransport, ver. 1.0.

Svenskt Vatten (2020). P114 – Distribution av dricksvatten.

Svenskt Vatten (2016). P110 – Avledning av dag-, drän- och spillvatten (senaste tillgängliga utgåva).

Tyréns (2022a). PM Hydrogeologi Storrreta C 220826.

Tyréns (2022b). Geoteknisk undersökning av Storrreta C.

Uppsala kommun (2021). Vattenprogram.

Uppsala Vatten och Avfall (2021). Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark samt Riskreducerande åtgärder med avseende på grundvattnets sårbarhet.

VISS (hämtat 2024–2025). Fyrisån SE665090-160546; Vattholmaåsen SE665195-160524.

Övriga kartunderlag: SGU jordartskarta (2022), Ledningskollen, Scalgo Live, Lantmäteriet ortofoto.

BILAGA 1

Föroreningar per avrinningsområde för varje kvarter. Tabeller nedan redovisar både ytbelastning och årsmedelkoncentration.

Schablondata är hämtad från VA-Verktyget och baseras på vetenskapliga studier. Nederbörds mängd om 640 mm har antagits samt avrinningskoefficienter för respektive markanvändning enligt P110.

KVARTER 1

Tabell 14. Ytbelastning från kvarter 1 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening
tot-P [kg]	0.362	0.332	0.167
löst P [kg]	0.163	0.149	0.126
tot-N [kg]	2.473	4.534	3.037
Pb [g]	21.436	26.597	8.022
tot-Cu [g]	42.549	63.075	26.303
löst Cu [g]	17.019	25.230	16.962
tot-Zn [g]	156.122	241.659	62.935
löst Zn [g]	54.643	84.581	38.340
Cd [g]	0.867	1.486	0.396
Cr [g]	11.663	15.919	11.734
Ni [g]	10.187	12.261	4.382
Hg [g]	0.052	0.071	0.044
SS [kg]	104.968	137.317	39.639
oil [kg]	0.970	0.857	0.240
BaP [g]	0.080	0.060	0.015
PAH16 [g]	0.803	0.831	0.226
As [g]	5.709	9.948	9.948

¹ Halter som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 15. Samlad årsmedelkoncentration från kvarter 3 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.210	0.117	0.059	0.175
löst P [mg/l]	0.095	0.052	0.044	
tot-N [mg/l]	1.434	1.593	1.067	2.500
Pb [µg/l]	12.432	9.345	2.819	10.000
tot-Cu [µg/l]	24.677	22.162	9.242	30.000
löst Cu [µg/l]	9.870	8.865	5.960	
tot-Zn [µg/l]	90.546	84.908	22.113	90.000
löst Zn [µg/l]	31.691	29.718	13.471	
Cd [µg/l]	0.503	0.522	0.139	0.500

Cr [µg/l]	6.764	5.593	4.123	15.000
Ni [µg/l]	5.908	4.308	1.540	30.000
Hg [µg/l]	0.030	0.025	0.015	0.070
SS [mg/l]	60.878	48.247	13.927	60.000
oil [mg/l]	0.563	0.301	0.084	0.700
BaP [µg/l]	0.046	0.021	0.005	0.070
PAH16 [µg/l]	0.466	0.292	0.079	
As [µg/l]	3.311	3.495	3.495	

¹ Mängder som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

KVARTER 2

Tabell 16. Ytbelastning från kvarter 2 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening
tot-P [kg]	0.521	0.395	0.292
löst P [kg]	0.235	0.178	0.180
tot-N [kg]	7.989	5.881	4.114
Pb [g]	53.639	37.554	14.400
tot-Cu [g]	128.777	90.507	37.886
löst Cu [g]	51.511	36.203	31.587
tot-Zn [g]	485.350	350.436	148.689
löst Zn [g]	169.873	122.652	125.400
Cd [g]	2.503	1.933	0.815
Cr [g]	37.224	24.194	11.195
Ni [g]	25.509	17.190	9.567
Hg [g]	0.188	0.113	0.103
SS [kg]	322.165	218.435	80.821
oil [kg]	2.360	1.334	0.374
BaP [g]	0.157	0.096	0.045
PAH16 [g]	1.535	1.092	0.513
As [g]	15.447	12.406	12.406

Tabell 17. Årsmedelkoncentration från kvarter 2 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.112	0.111	0.082	0.175
löst P [mg/l]	0.051	0.050	0.051	
tot-N [mg/l]	1.718	1.651	1.155	2.500
Pb [µg/l]	11.534	10.541	4.042	10.000
tot-Cu [µg/l]	27.690	25.404	10.634	30.000
löst Cu [µg/l]	11.076	10.162	8.866	
tot-Zn [µg/l]	104.361	98.363	41.735	90.000

löst Zn [µg/l]	36.527	34.427	35.198	
Cd [µg/l]	0.538	0.543	0.229	0.500
Cr [µg/l]	8.004	6.791	3.142	15.000
Ni [µg/l]	5.485	4.825	2.685	30.000
Hg [µg/l]	0.040	0.032	0.029	0.070
SS [mg/l]	69.273	61.312	22.686	60.000
oil [mg/l]	0.507	0.374	0.105	0.700
BaP [µg/l]	0.034	0.027	0.013	0.070
PAH16 [µg/l]	0.330	0.307	0.144	
As [µg/l]	3.321	3.482	3.482	

¹ Mängder som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

KVARTER 3

Tabell 18. Ytbelastning från kvarter 3 före och efter exploatering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation
tot-P [kg]	0.516	0.356
löst P [kg]	0.232	0.160
tot-N [kg]	7.658	6.505
Pb [g]	37.829	29.578
tot-Cu [g]	97.877	75.009
löst Cu [g]	39.151	30.004
tot-Zn [g]	325.171	252.885
löst Zn [g]	113.810	88.510
Cd [g]	1.859	1.791
Cr [g]	28.994	21.106
Ni [g]	19.384	16.629
Hg [g]	0.153	0.117
SS [kg]	229.939	123.971
oil [kg]	2.084	1.499
BaP [g]	0.097	0.064
PAH16 [g]	1.486	1.008
As [g]	13.478	11.600

¹ Halter som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 19. Årsmedelkoncentration från kvarter 3 före och efter exploatering. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.120	0.094	0.175
löst P [mg/l]	0.054	0.042	
tot-N [mg/l]	1.785	1.726	2.500
Pb [µg/l]	8.816	7.847	10.000

tot-Cu [µg/l]	22.811	19.899	30.000
löst Cu [µg/l]	9.125	7.960	
tot-Zn [µg/l]	75.785	67.089	90.000
löst Zn [µg/l]	26.525	23.481	
Cd [µg/l]	0.433	0.475	0.500
Cr [µg/l]	6.757	5.599	15.000
Ni [µg/l]	4.518	4.412	30.000
Hg [µg/l]	0.036	0.031	0.070
SS [mg/l]	53.590	32.889	60.000
oil [mg/l]	0.486	0.398	0.700
BaP [µg/l]	0.023	0.017	0.070
PAH16 [µg/l]	0.346	0.267	
As [µg/l]	3.141	3.077	

¹ Mängder som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

KVARTER 4

Tabell 20. Ytbelastning från kvarter 4 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening
tot-P [kg]	0.537	0.334	0.232
löst P [kg]	0.242	0.150	0.146
tot-N [kg]	5.693	5.330	3.868
Pb [g]	63.301	25.957	10.190
tot-Cu [g]	124.938	62.968	28.352
löst Cu [g]	49.975	25.187	20.720
tot-Zn [g]	481.515	218.236	87.167
löst Zn [g]	168.530	76.383	64.519
Cd [g]	1.584	1.518	0.633
Cr [g]	46.017	17.349	10.037
Ni [g]	20.755	13.535	7.234
Hg [g]	0.249	0.092	0.078
SS [kg]	433.833	110.881	38.781
oil [kg]	3.014	1.173	0.391
BaP [g]	0.185	0.054	0.022
PAH16 [g]	0.801	0.845	0.383
As [g]	13.505	10.255	10.255

¹ Halter som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

Tabell 21. Samlad årsmedelkoncentration från kvarter 1-4 samt 44:28/29 före och efter exploatering, samt efter exploatering med rening. Uppskattningarna av föroreningar är grova och bör användas som

vägledning snarare än definitiva resultat. Små ökningar bör inte ses som säkra utan snarare som indikationer.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Plan. sit. m. rening	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.155	0.105	0.073	0.175
löst P [mg/l]	0.070	0.047	0.046	
tot-N [mg/l]	1.648	1.668	1.211	2.500
Pb [µg/l]	18.321	8.125	3.189	10.000
tot-Cu [µg/l]	36.160	19.709	8.874	30.000
löst Cu [µg/l]	14.464	7.884	6.485	
tot-Zn [µg/l]	139.360	68.308	27.283	90.000
löst Zn [µg/l]	48.776	23.908	20.194	
Cd [µg/l]	0.458	0.475	0.198	0.500
Cr [µg/l]	13.318	5.430	3.142	15.000
Ni [µg/l]	6.007	4.236	2.264	30.000
Hg [µg/l]	0.072	0.029	0.024	0.070
SS [mg/l]	125.560	34.706	12.138	60.000
oil [mg/l]	0.872	0.367	0.122	0.700
BaP [µg/l]	0.054	0.017	0.007	0.070
PAH16 [µg/l]	0.232	0.264	0.120	
As [µg/l]	3.909	3.210	3.210	

¹Mängder som överskrider "icke försämringskravet" efter exploatering är markerade med röd fetstil.

FASTIGHETER 44:28/29

Tabell 22. Ytbelastning från 44:28/29 före och efter exploatering.

Ytbelastning	Bef. situation	Plan. situation
tot-P [kg]	0.325	0.325
löst P [kg]	0.146	0.146
tot-N [kg]	5.077	5.077
Pb [g]	26.293	26.293
tot-Cu [g]	68.023	68.023
löst Cu [g]	27.209	27.209
tot-Zn [g]	262.588	262.588
löst Zn [g]	91.906	91.906
Cd [g]	1.720	1.720
Cr [g]	15.391	15.391
Ni [g]	13.606	13.606
Hg [g]	0.064	0.064
SS [kg]	132.509	132.509
oil [kg]	0.751	0.751
BaP [g]	0.059	0.059
PAH16 [g]	0.985	0.985
As [g]	10.613	10.613

Tabell 23. Årsmedelkoncentration från 44:28/29 före och efter exploatering.

Årsmedelkoncentration	Bef. situation	Plan. situation	Riktvärde
tot-P [mg/l]	0.104	0.104	0.175
löst P [mg/l]	0.047	0.047	
tot-N [mg/l]	1.627	1.627	2.500
Pb [µg/l]	8.427	8.427	10.000
tot-Cu [µg/l]	21.802	21.802	30.000
löst Cu [µg/l]	8.721	8.721	
tot-Zn [µg/l]	84.163	84.163	90.000
löst Zn [µg/l]	29.457	29.457	
Cd [µg/l]	0.551	0.551	0.500
Cr [µg/l]	4.933	4.933	15.000
Ni [µg/l]	4.361	4.361	30.000
Hg [µg/l]	0.021	0.021	0.070
SS [mg/l]	42.471	42.471	60.000
oil [mg/l]	0.241	0.241	0.700
BaP [µg/l]	0.019	0.019	0.070
PAH16 [µg/l]	0.316	0.316	
As [µg/l]	3.402	3.402	

¹ Halter som överskrider "riktvärdet" är markerade med röd fetstil.

BILAGA 2

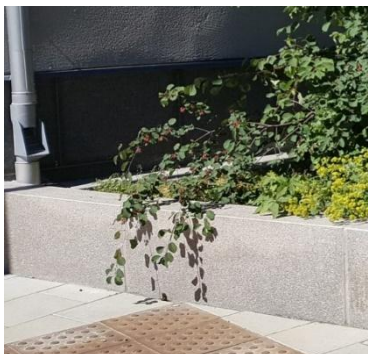
Anläggningstyper som omnämns i rapporten.

Exempelutformning av anläggningar. Foto: Tyréns, om inte annat anges.

Växtbäddar för avrinnande vatten på markytan



Växtbäddar för avrinnande takvatten



Gröna tak



Svackdiken

Foto WRS



Foto WRS



Två exempel på svackdiken i gatumiljö (Tyskland). Det vänstra diket innehåller dämmande sektioner vilket förstärker den flödesutjämnande kapaciteten. Svackdiket till höger har kombinerats med en vägslänt som fungerar som översilningsyta. Vattnet rinner på bred front från vägyta till översilningsyta och vidare till svackdiket.

(Stockholm vatten och avfall)