

PM Drän- och dagvatten

Berthåga kyrkogård, Uppsala



Uppdragsnamn	Uppdragsgivare
Utvidgning av Berthåga kyrkogård	Uppsala pastorat
Uppsala kommun	Peter Berglund
Våra handläggare	Datum
Linn Berkelund	2025-02-27
Melinda Reger Hjelm	Senast rev.datum
	2025-11-18

SAMMANFATTNING

Bjerking AB har på uppdrag av Uppsala Pastorat, Svenska kyrkan gjort en drän- och dagvattenutredning i samband med pågående detaljplanearbete för del av Berthåga kyrkogård. Planen syftar till att möjliggöra utvidgning av Berthåga kyrkogård. Utvidgningen planeras leda till ytterligare ca 3000 gravplatser för kistbegravningar samt byggrätt för en eventuell framtida byggnad avsedd för tvagning eller annat komplement till kyrkogårdens verksamhet.

Dagvattenutredningens syfte är att utreda förorenings- och flödesbelastningar, översvämningsrisker, ta fram åtgärdsförslag för dag- och dränvatten samt utreda hur dessa påverkar recipienten.

Den primära ytavrinningen sker från väster till öster och avleds till ett biflöde, i form av ett dike, innan det slutligen mynnar ut till Librobäck norr om planområdet. Den närmsta vattenförekomsten är Fyrisån Jumkilsån – Sävjaån.

Planerad utvidgning av kyrkogården förväntas utgöra gles bostadsbebyggelse och därmed blir återkomsttiden för trycklinje i marknivå 10 år. Utvidgningen innebär att flödet vid ett dimensionerande 10-årsregn beräknas öka från ca 44 l/s för befintlig situation till ca 78 l/s för planerad situation. För ett 100-årsregn ökar flödet från 709 l/s för befintlig situation, och till 886 l/s för planerad situation. I beräkningar har klimatfaktor 1,25 använts för planerad situation. Då planområdet inte ligger i direkt närhet till recipient ska 20 mm regn fördröjas från dess reducerade yta, vilket innebär att ca 100 m³ vatten ska fördröjas.

För att hantera dagvatten föreslås nedsänkta växtbäddar i områdets östra del. För dräneringsvatten från begravningsplatsen rekommenderas en markbädd i den norra delen av planområdet. Markbäddens dimensioner bör utökas i takt med begravningsplatsens utvidgning för att säkerställa att markbädden hålls fuktig och har ett kontinuerligt flöde av vatten. För att hantera skyfallsvatten från uppströms belägna områden föreslås ett avskärande dike längs planområdets västra del, vilket minimerar risken för urlakning av föroreningar inom begravningsplatsen.

Med föreslagen dränering- och dagvattenhantering för tillkommande ytor inom planområdet förväntas föroreningsbelastningen för samtliga ämnen att understiga belastningen för befintlig situation.

Förutsatt att föreslagna åtgärder för dagvatten och dränvatten implementeras bedöms inte planerad exploatering att försämra recipientens möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna (MKN).

Skyfallssituationen har analyserats för befintlig och framtida situation. Som underlag för analysen har Uppsala Vattens skyfallskartering använts. Karteringen baseras på ett 100-årsregn med en varaktighet på sex timmar och en klimatfaktor på 1,3. Översvämningsrisken inom planområdet bedöms som låg utifrån skyfallskarteringen för befintlig situation.

INNEHÅLL

1	Uppdrag och syfte	4
2	Underlag	5
	2.1 Tidigare/pågående utredningar	5
3	Riktlinjer för dagvattenhantering.....	5
4	Yttranden och riktlinjer för dräneringsvatten	6
5	Områdesbeskrivning	7
	5.1 Recipient och statusklassificering	7
	5.2 Geoteknik, geohydrologi och grundvatten.....	8
	5.3 Föroreningssituation	11
	5.4 Närliggande skyddsområden för vatten/vattenskyddsområde	12
	5.5 Markavvattningsföretag	13
	5.6 Fornlämningar	13
	5.7 Skyddsvärda områden	14
	5.8 Befintlig och planerad markanvändning	14
6	Avrinning	18
	6.1 Befintliga ytliga avrinningsområden och avrinningsstråk	18
	6.2 Befintligt ledningsnät och teknisk avrinning	19
	6.3 Befintlig dagvattenlösning	20
7	Befintlig situation.....	20
	7.1 Flödesberäkningar dagvatten.....	20
	7.2 Föroreningsberäkningar	21
8	Planerad situation.....	21
	8.1 Flödesberäkningar dagvatten.....	22
	8.2 Föroreningsberäkningar	22
	8.3 Fördröjningsbehov.....	23
9	Översvämningsrisk.....	23
	9.1 Befintlig skyfallssituation	23
	9.2 Framtida skyfallssituation och föreslagen skyfallshantering	25
10	Föreslagen dag- och dränvattenhantering	25
	10.1 Åtgärdsförslag dagvatten	26
	10.2 Åtgärdsförslag dräneringsvatten	26
	10.3 Principlösningar	29
	10.4 Reningseffekt.....	31
	10.5 Materialval	33
11	Fortsatt arbete.....	33
12	Påverkan på MKN.....	33

13 Slutsats och rekommendationer 33

Bilagor

Bilaga 1 – Åtgärdsförslag dagvatten, dräneringsvatten

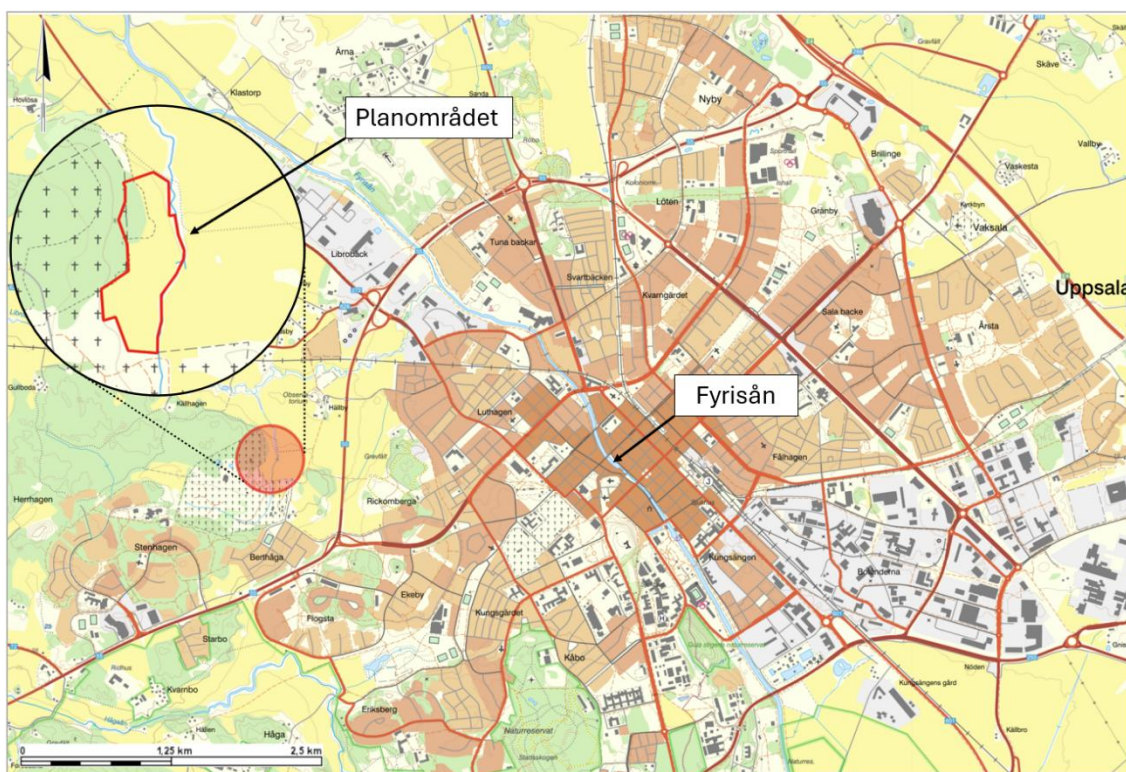
1 Uppdrag och syfte

Bjerking AB har på uppdrag av Uppsala Pastorat, Svenska kyrkan gjort en drän- och dagvattenutredning i samband med pågående detaljplanearbete för del av Berthåga kyrkogård. Planen syftar till att möjliggöra utvidgning av Berthåga kyrkogård, se Figur 1. Utvidgningen planeras leda till ytterligare ca 3000 gravplatser för kistbegravningar samt byggrätt för en eventuell framtida byggnad avsedd för tvagning eller annat komplement till kyrkogårdens verksamhet.

Syftet med utredningen är att utreda:

- Befintliga och framtida dagvattenförhållanden med avseende på flöden och föroreningar inom planområdet.
- Översvämningsrisken inom utvidgningsområdet
- Förslag på dagvattenåtgärder
- Hur dräneringsvattnet kan omhändertas inom utvidgningsområdet
- Föreslagna drän- och dagvattenåtgärders påverkan på recipienten

Utredningen och framtagna åtgärdsförslag följer Bjerking's hållbarhetslöfte för dagvatten (<https://bjerking.se/vara-tjanster/teknikomrade/dagvatten>).



Figur 1. Karta över Uppsala där röd markering visar planområdet. Planområdets vattenförekomst är Fyrisån.

2 Underlag

- Handbok för begravningsverksamheten 2013, Svenska kyrkans arbetsgivarorganisation, 2013
- Planbeskrivning Detaljplan för del av Berthåga kyrkogård, samrådshandling, Uppsala kommun, 2024-03-21
- Naturvårdsverkets allmänna råd 91:2, Rening av hushållspillvatten, Naturvårdsverket, 1991
- Samråd om detaljplan för del av Berthåga kyrkogård, Uppsala kommun, Uppsala län, Länsstyrelsen Uppsala län, 2024-05-28
- Baskartan_126_6638.dwg, Uppsala kommun, 2024-11-06
- Plankarta_utkast_dwg, Uppsala kommun, 2024-11-06
- Samrådsyttrande över förslag till detaljplan för del av Berthåga kyrkogård dnr PBN 2023-000288, Uppsala vatten, 2024-05-15
- Svenskt Vatten Utveckling Rapport 2014–06 ”Dräneringsvatten från begravningsplatser” P-A Camper, 2014
- Yttrande över detaljplan Del av Berthåga kyrkogård, Miljö- och hälsoskyddsnamnden, 2024-05-15
- Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik, Bjerking AB, 2025-01-17
- Projekterings PM Geoteknik, Bjerking AB, 2025-01-17
- 4m_planritdwg.dwg, Bjerking AB, 2024-12-16
- 4m_sektionsritningar.dwg, Bjerking AB, 2024-12-16
- Åtgärds- och underhållsplan, VA-ledningar Berthåga kyrkogård, Bilaga 1 Förslag- Nyförläggning av VA, Bylero AB, 2023-04-14

2.1 Tidigare/pågående utredningar

Inga utredningar har tidigare utförts för planområdet. Parallellt med denna utredning utförs utredningar inom naturvärdesinventering (NVI) och fågelinventering samt en geoteknisk undersökning. Den geotekniska undersökningen är färdigställd och syftar till att kartlägga grundvattennivån och lerdjupet inom planområdet.

3 Riktlinjer för dagvattenhantering

Ett vattenprogram¹ har tagits fram i Uppsala kommun med syftet att utveckla vattenarbetet och skapa hållbara framtidslösningar. Kommunens arbete syftar till att bevara och långsiktigt förvalta kommunens ekosystem och vattendrag. Vattenprogrammet beskriver även de övergripande målområdena som grundar sig i EU:s vattendirektiv. Ett av målområdena innebär en förbättrad dagvattenhantering där dagvatten ska renas och ses som en resurs. Dagvatten ska användas som en del av kommunens effektiva vattenanvändning och bidra till en minskad belastning av yt- och grundvattenförekomster.

¹ [Vattenprogram för Uppsala kommun, Uppsala kommun, 2021](#)

I kommunens dagvattenhandbok² finns specifika råd och fördjupningar kring hållbar dagvattenhantering. Handboken utgår från de fyra mål som sattes upp i den tidigare dagvattenplanen:

- Bevara vattenbalansen
- Skapa en robust dagvattenhantering
- Ta recipienthänsyn
- Berika stadslandskapet

För att nå respektive mål har ett antal strategier arbetats fram. Målen innebär bland annat att fördröja, rena och infiltrera dagvatten lokalt, utjämna flöden, anpassa staden efter lokala förutsättningar, säkerställa sekundära avrinningsvägar samt arbeta med multifunktionella ytor.

Enligt riktlinjer för fastighetsmark³ ska dagvattenhantering bidra till en minskad risk för översvämningar och uppnå samt bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och renas innan de avleds till det kommunala ledningsnätet. För fastigheter som ligger i direkt närhet till recipienten gäller en åtgärdsnivå på 10 mm regn räknat över hela fastighetens yta. För fastigheter som ligger längre ifrån ska 20 mm ytor regn fördröjas i dagvattenanläggningar inom fastigheten.

4 Yttranden och riktlinjer för dräneringsvatten

Enligt Miljöbalken 9 kap 2§ klassas vatten som avvattnar en begravningsplats som avloppsvatten. Avledning av detta vatten i syfte att avvattna en begravningsplats är en miljöfarlig verksamhet. Avsänkning av en grundvattenyta är däremot att betrakta som en vattenverksamhet enligt Miljöbalkens 11 kap (Camper 2014).

Miljö- och hälsoskydds nämnden har i yttrande över detaljplan för del av Berthåga kyrkogård (Miljö- och hälsoskydds nämnden 2024-05-15) följande synpunkt gällande dräneringsvatten:

- Kistbegravningar innebär ett ökat bidrag av närsalter, tungmetaller och patogener till begravningsplatsens dräneringsvatten. Miljö- och hälsoskydds nämnden anser därför att planhandlingarna behöver kompletteras med en bedömning av om dräneringsvattnet från gravplatsen riskerar att få en negativ påverkan på grund- och ytvattnet.

Uppsala vatten efterlyser i samrådsyttrande en beskrivning över hur det förorenade dränvattnet från gravarna ska hanteras innan det når Librobäcken (Uppsala vatten 2024-05-16).

Länsstyrelsen i Uppsala län bedömer i yttrande över detaljplan för del av Berthåga kyrkogård (Länsstyrelsen 2024-05-28) att planområdet ligger inom tillrinningsområde via vattendrag för grundvatten. Yttrandet framför även att planbeskrivningen behöver kompletteras med en beskrivning av vad verksamheten med potentiella föroreningar kan ha för påverkan på grundvatten och ytvatten.

² [Handbok för dagvattenhantering i Uppsala kommun, Uppsala kommun, 2014](#)

³ [Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark, Uppsala vatten, u.å.](#)

5 Områdesbeskrivning

5.1 Recipient och statusklassificering

År 2000 antogs ett direktiv (2000/60/EG) i EU med syfte att säkerställa en god vattenstatus i samtliga klassificerade vattenförekomster i EU:s medlemsländer. År 2004 infördes samma direktiv i svensk lagstiftning. Genom att anta direktivet förbinder sig Sverige att kartlägga, bedöma, klassificera, fastställa miljö kvalitetsnormer och vidta åtgärder för att uppnå en god vattenstatus i samtliga svenska vattenförekomster. Planerad exploatering bör inte negativt påverka recipientens möjligheter att uppnå en god vattenstatus.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS)⁴ är planområdets närmsta vattenförekomst Fyrisån Jumkilsån – Sävjaån, se Figur 1 i Uppdrag och syfte avsnitt 1. Recipienten står i kontakt med grundvattenförekomsterna (Uppsalaåsen – Uppsala och Jumkilsåsen-Broby). Status och kvalitetskrav för Fyrisån Jumkilsån-Sävjaån redovisas i Tabell 1 och Tabell 2.

Tabell 1. Ekologisk status och kvalitetskrav på Fyrisån Jumkilsån – Sävjaån (SE663992-160212).

Ekologisk:	Dålig	Otillfredsställande	Måttlig	God	Hög	Beslutad
Status			X			2020-12-10
Kvalitetskrav			X			2023-05-02

Tabell 2. Kemisk status och kvalitetskrav på Fyrisån Jumkilsån – Sävjaån (SE663992-160212).

Kemisk:	Uppnår ej god	God	Beslutad
Status	X		2021-05-19
Kvalitetskrav		X	2023-05-02

5.1.1 Ekologisk status

Ekologisk status är bedömd till måttlig status baserat på förekomsten av övergödning och särskilt förorenande ämnen, där följande ämnen är utslagsgivande:

- Ammoniak
- Diklofenak (läkemedelsrest)

Konnektiviteten för recipienten bedöms vara sämre än god till följd av vandringshinder.

Även det morfologiska tillståndet klassificeras som sämre än god till följd av fysiska ingrepp i förekomsten.

Det värderade kvalitetskravet (måttlig) innebär ett undantag från kravet att nå god ekologisk status. Det mindre stränga kravet är enbart kopplat till fysisk påverkan av bebyggelse. God status ska uppnås för resterande kvalitetsfaktorer.

⁴ [Vatteninformationssystem Sverige, VISS 2024-11-13.](#)

5.1.2 Kemisk ytvattenstatus

Klassificeringen för kemisk status bedömds som ej god med avseende på uppmätta miljögifter i ytvatten. Förutom kvicksilver och polybromerade difenyletrar som överskrids i samtliga ytvattenförekomster i Sverige har följande prioriterande ämnen uppmätts över respektive gränsvärden för god kemisk status:

- Antracen
- Fluoranten
- PFOS
- Tributyltennföreningar

Recipienten tros vara påverkad av miljögifter från pågående och nedlagda verksamheter inom påverkansområdet.

Kvalitetskravet är satt till god status, med tidsfrist till år 2027.

För PBDE och kvicksilver gäller undantag för god status enligt HVMFS 2013:19.

5.1.3 Miljöproblem och påverkningsskällor

Det finns flera påverkansskällor som har en betydande påverkan på Fyrisån, bland annat följande:

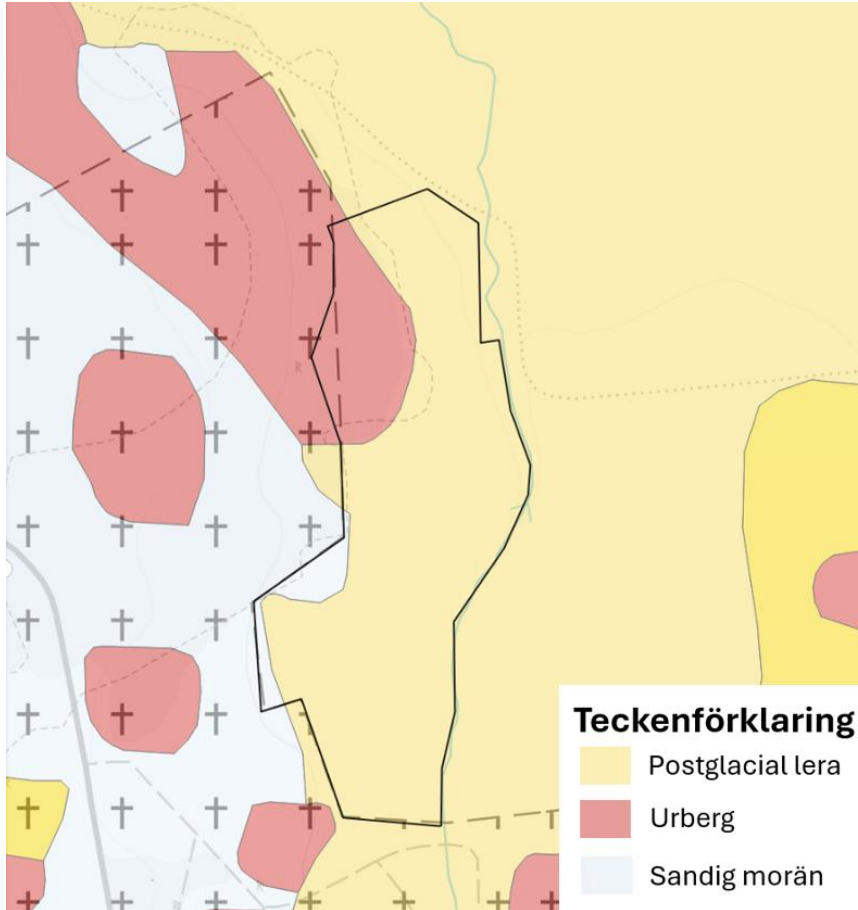
- Påverkan från förorenade områden: Många verksamheter i drift och nedlagda som kan ha gett upphov till föroreningar, t.ex. reningsverk, flygplats, olycksbränder, verkstadsindustrier och skrothantering.
- Påverkan från urban markanvändning
- Påverkan från jordbruk: Betydande påverkan avseende totalfosfor (tot-P).
- Deponier: Nedlagda deponier. Risk finns att branschtypiska föroreningar sprids till vattenförekomsten i så stora mängder att MKN överskrids.
- Påverkan från atmosfärisk deposition med avseende på kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE).

5.2 Geoteknik, geohydrologi och grundvatten

Enligt SGU:s översiktliga jordartskarta ligger planområdet mestadels på postglacial lera, se Figur 2. I skogspartier i planområdets norra del förekommer urberg och i en liten del längs den västra gränsen återfinns sandig morän⁵. Enligt SGU:s karttjänst för genomsläpplighet har marken som

⁵ [SGU:s översiktliga jordartskarta](#), 2024-11-14

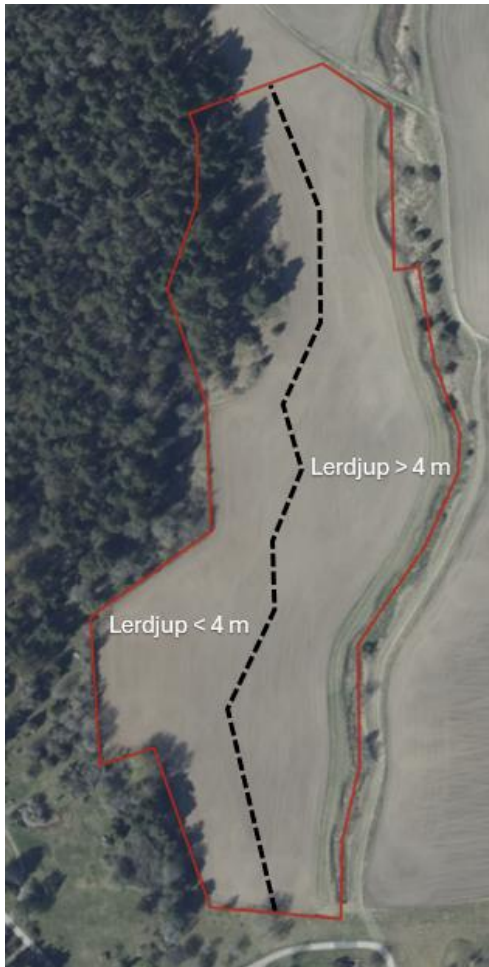
planområdet vilar på låg genomsläpplighet. Området med urberg och sandig morän har medelhög genomsläpplighet.⁶



Figur 2. SGU:s översiktliga jordartskarta visar att planområdet vilar på postglacial lera, urberg och sandig morän. Planområdet markerat med svart.

Parallellt med denna utredning har en geoteknisk utredning utförts där grundvattenförhållandena och lerdjup inom planområdet undersökts som utmynnat i rapporterna Projekterings-PM Geoteknik (Bjerking 2025) samt Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik (Bjerking 2025). Lermäktigheten till underliggande vattenförande lager för grundvatten måste vara tillräcklig för att förhindra att föroreningar i lakvatten från gravarna transporteras med grundvattnet. Geoteknik har gjort en bedömning att minst 2 m skyddade lera krävs från gravbotten för att säkerställa att inga föroreningar transporteras vidare. Ifall gravarnas botten är på 2 m djup och området inte höjs krävs således 4 m lera för att anlägga gravar inom planområdet. I Figur 3 nedan visas en linje för var gränsen för 4 m lera går genom planområdet. För vidare detaljer läs i Projekterings-PM Geoteknik (Bjerking 2025).

⁶ [SGU:s kartvisare för genomsläpplighet](#), 2024-11-14



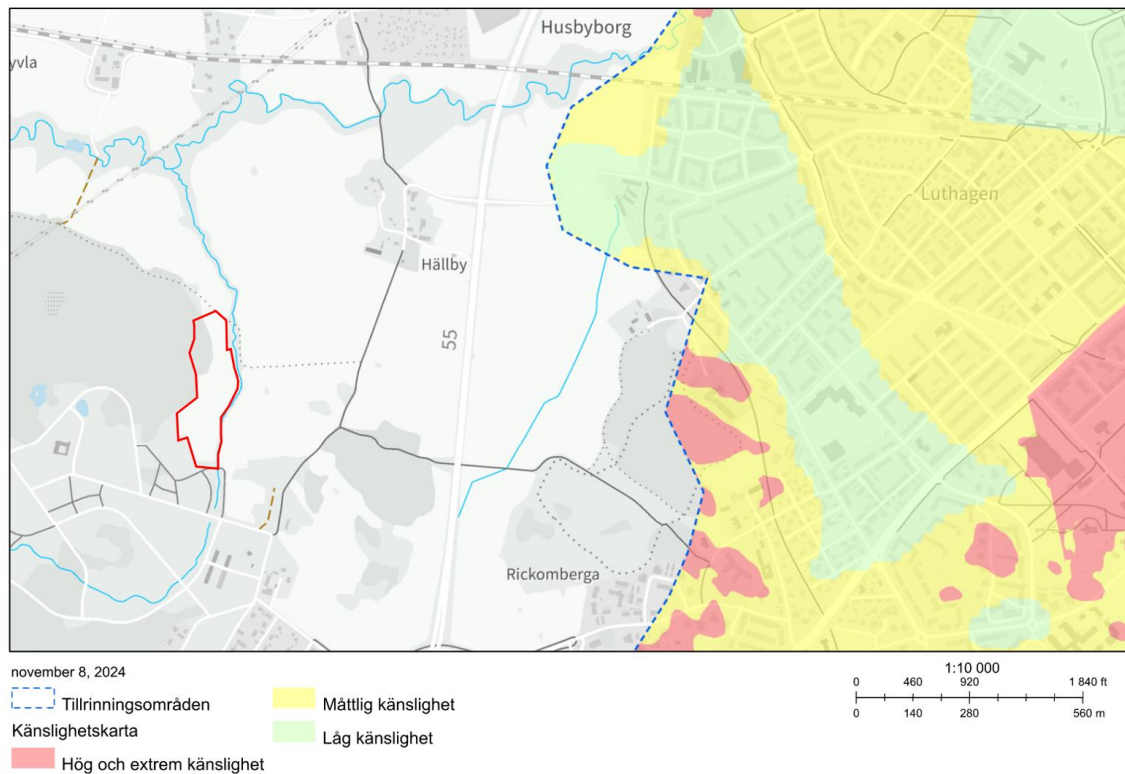
Figur 3. Gränslinje för 4 m lerdjup inom planområdet (streckad svart linje). Planområdet är markerat med röd linje.

Grundvattenytans trycknivå i området varierar mellan ca 0,8–7,6 m under markytan med en fallande gradient i norr, se vidare detaljer i Projekterings-PM Geoteknik (Bjerking 2025).

5.2.1 Känslighetskarta grundvattenpåverkan

Enligt Uppsala kommuns kommunkarta ligger planområdet ca 1 km utanför område med känslighet för grundvattenpåverkan⁷, se Figur 4. Detta innebär att planområdet inte omfattas av riktlinjer för markanvändning inom Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt.

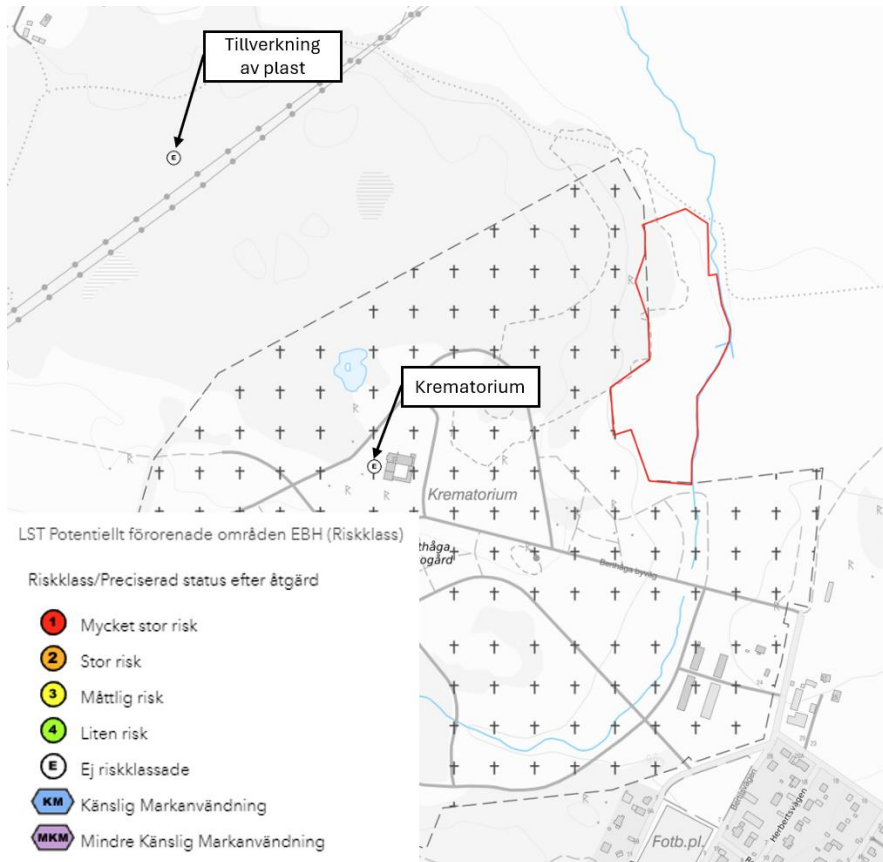
⁷ [Uppsala kommuns kommunkarta](#), 2024-11-08



Figur 4. Utdrag från känslighetskarta för grundvattenpåverkan. Grönt område avser område med låg känslighet för grundvattenpåverkan. Planområdets ungefärliga läge och utbredning markerad med röd linje. Bild: Uppsala kommuns kommunkarta.

5.3 Föroreningssituation

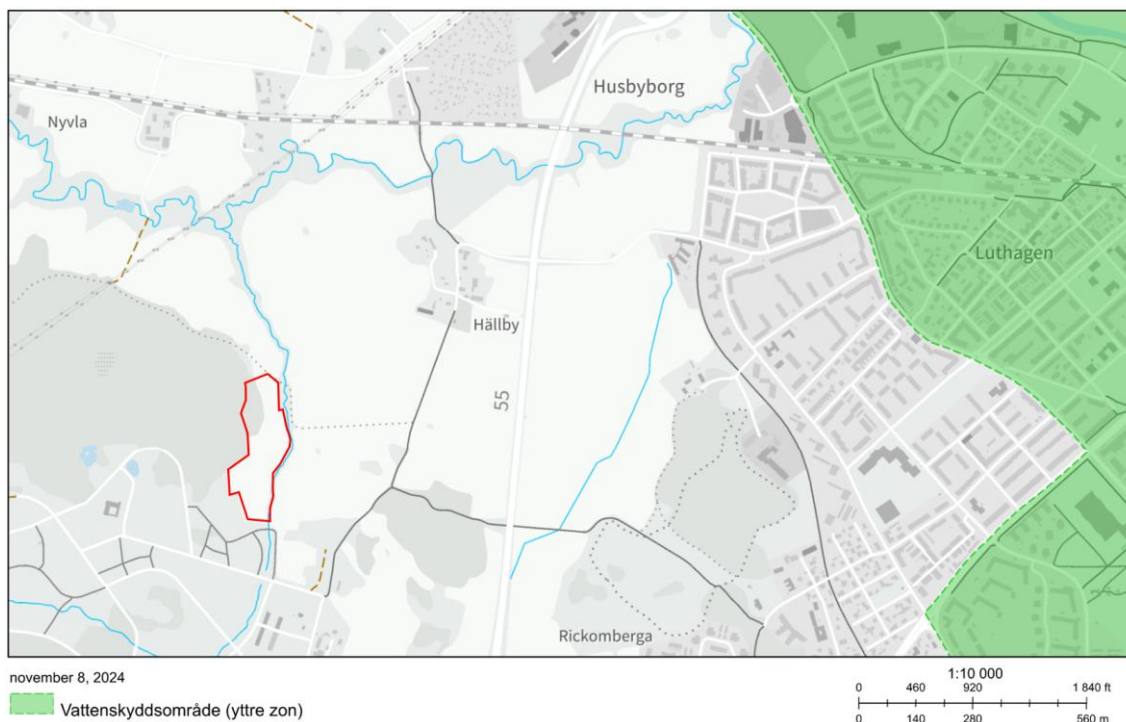
Ingen miljöteknisk utredning har genomförts för markföroreningar inom planområdet. Enligt Länsstyrelsens EBH-karta finns inga potentiellt förorenade områden inom planområdet. I planområdets närhet (ca 320 m från planområdet) ligger ett krematorium som ej är riskklassad. Längre västerut, ca 600 m från planområdet, är det en ej riskklassad verksamhet (primär bransch tillverkning av plast). Båda verksamheterna är under identifiering av länsstyrelsen.



Figur 5. Kartutdrag från EBH-kartan som visar potentiellt förorenade områden. Planområdet är markerat med röd linje. Primär bransch är angiven för de förorenade områdena.

5.4 Närliggande skyddsområden för vatten/vattenskyddsområde

Planområdet ligger utanför yttre skyddszon för Uppsala- och Vattholmaåsarnas grundvattentäkt, se Figur 6. Vattenskyddsområdet ligger ca 1,5 km från yttre skyddszon. Detta innebär att planområdet inte omfattas av föreskrifter som finns för inre och yttre skyddszon för Uppsala- och Vattholmaåsarna.



Figur 6. Grönt område avser yttre zon för vattenskyddsområde. Planområdets ungefärliga läge och utbredning markerad med röd linje. Bild: Uppsala kommuns kommunkarta.

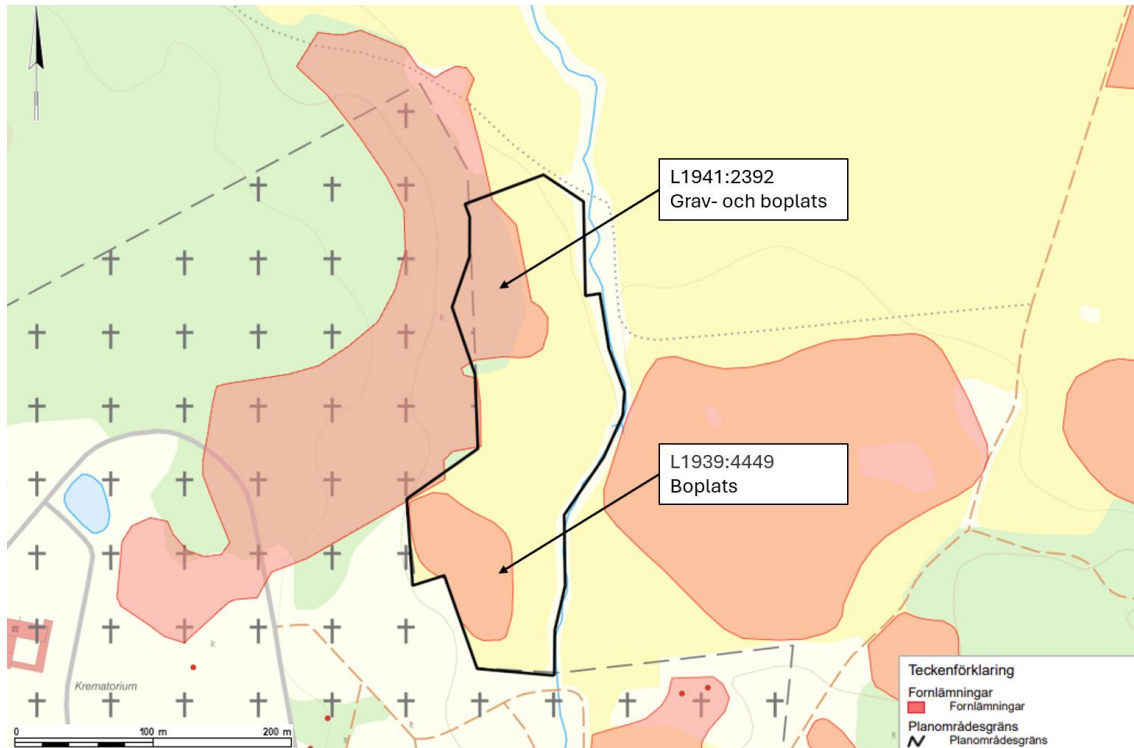
5.5 Markavvattningsföretag

Det finns inga markavvattningsföretag i planområdets närhet.

5.6 Fornlämningar

Enligt Forsök, Riksantikvarieämbetet sök- och karttjänst, framgår det att det finns två fornlämningar inom planområdet, se Figur 7. I områdets södra del återfinns en boplatlämning dold under jordbruksmarken (L1939:4449). Anläggningen består av 4 gropar och 4 stolphål och bedöms vara tidigast från ca 1000 år f Kr. Boplatlämningen angränsar till ett större grav- och boplatsoområde (L1941:2392) belägen nordväst inom plangränsen. Gravfältet består av ca 200

fornlämningar och är i nuläget beväxt med blandskog. All typ av påverkansarbete avseende fornlämningarna kräver tillstånd från länsstyrelsen⁸.



Figur 7. Lokaliserade arkeologiska objekt inom planområdet. Bild: Fornsök Riksantikvarieämbetet

5.7 Skyddsvärda områden

Utifrån naturvårdsverkets kartverktyg Skyddad natur finns det inga skyddsvärda områden inom planområdesgränsen⁹. Däremot fastställs det enligt Planbeskrivning samrådshandling att det angivna området angränsar till ett biflöde (dike) öster om planområdet. Biflödet bedöms vara ett naturvärdesobjekt med hög naturvärdesklass vilket innebär att området närmast bäcken bör skyddas från exploatering.

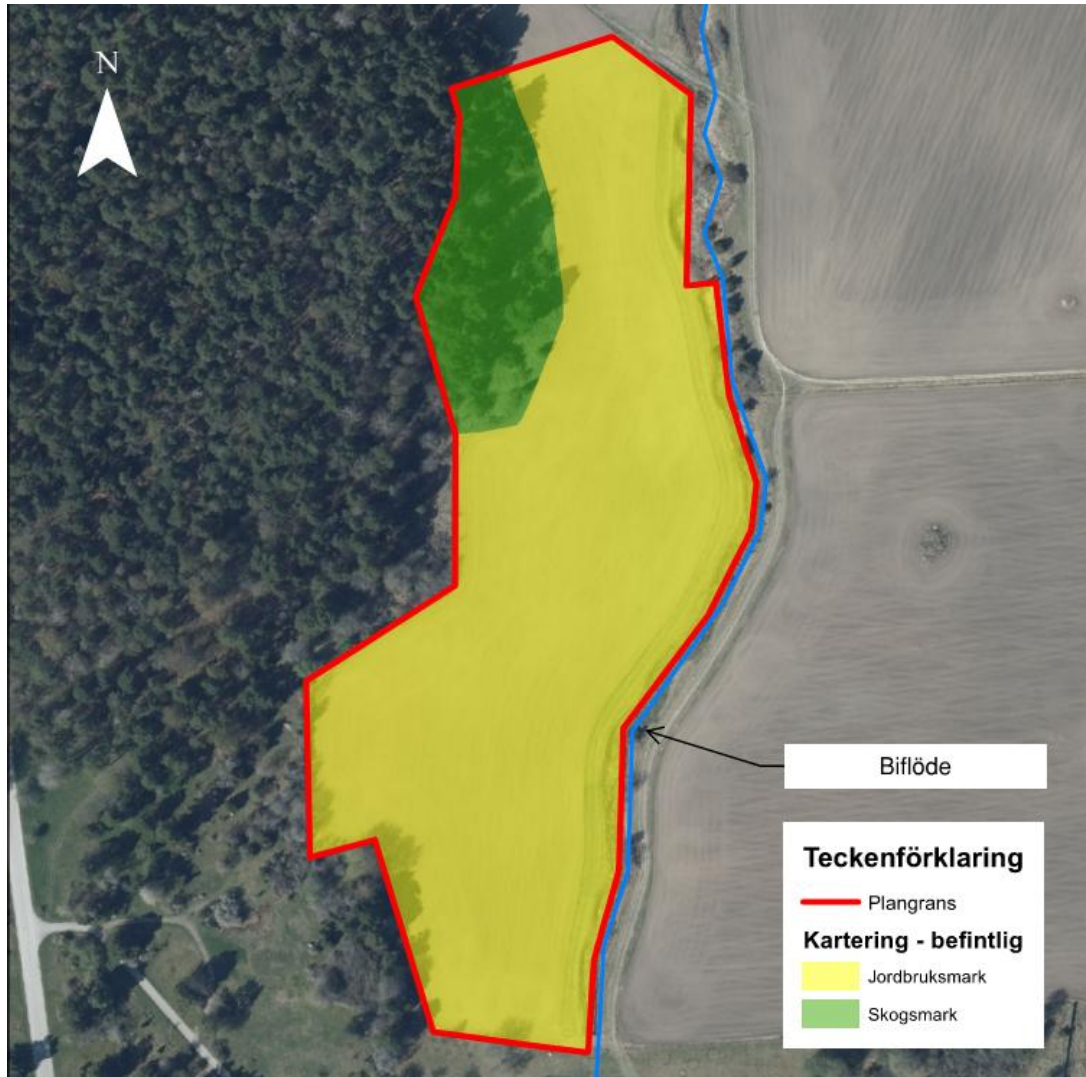
Det finns även ett mindre skogsparti inom planområdet som ska enligt detaljplanen fredas från gravplatser, byggnader och byggnadsverk.

5.8 Befintlig och planerad markanvändning

Planområdet består idag främst av jordbruksmark samt ett mindre parti med skogsmark, se Figur 8. Planområdet är ca 3,3 ha stort och angränsar till ett meanderande biflöde (dike) i öster. Biflödet är en mindre gren av Librobäck och ansluts till bäcken norr om Berthåga.

⁸ [Planbeskrivning detaljplan för del av Berthåga kyrkogård.](#) 2024-11-15

⁹ [Skyddad natur. Naturvårdsverket.](#) 2024-11-15



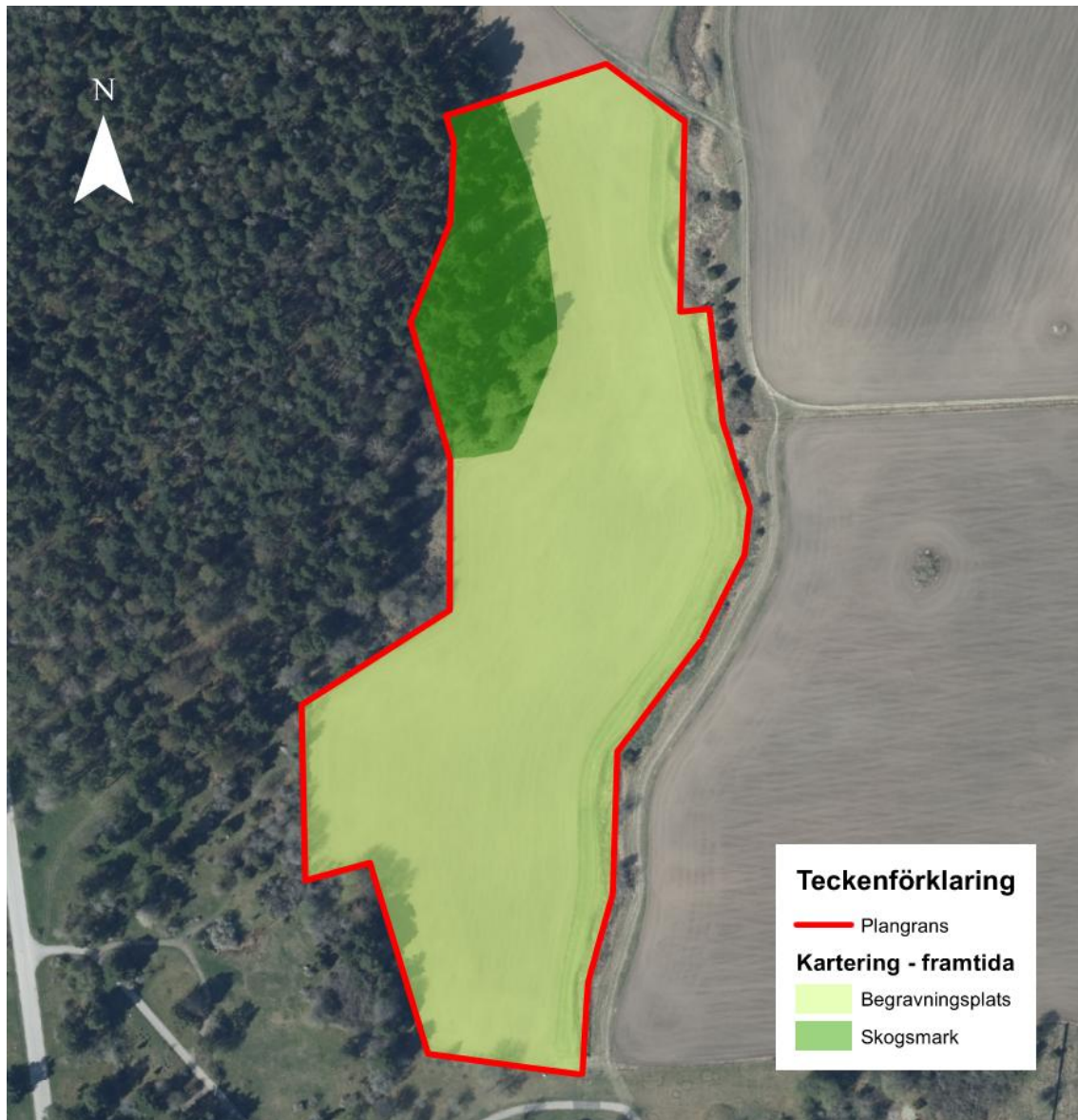
Figur 8. Markanvändning för befintlig situation. Röd linje visar planområdesgräns.

Befintlig jordbruksmark inom planområdet planeras att bli begravningsplats. Skogspartiet ska bevaras. I Planbeskrivning, samrådshandling (2024-03-21) presenteras en schematisk skiss med en möjlig utformning av begravningsplatsen, se Figur 9. I skissen är inte plangränsen uppdaterad till aktuell gräns. Grusgångar kommer att anläggas inom begravningsplatsen. Längs områdets östra gräns planeras en grusad väg med kapacitet för tyngre fordon. Vägens placering är tänkt att vara i den befintliga skyddszonen med hänsyn till biflodets naturvärdesklass. Den nya planområdesgränsen visas i Figur 10.



Figur 9. En schematisk skiss som visar en situationsplan över begravningsplatsen. Begravningsplatsen är indelad i tre områden som planeras att nyttjas etappvis, ungefärliga planerade årtal redovisas i bilden. Bild: Planbeskrivning samrådshandling 2024-04-31.

Planerad markanvändning visas nedan i Figur 10 med uppdaterad planområdesgräns. Då utformningen av begravningsplatsen inte är bestämd utgör modellfil med utkast till plankartan (2024-11-06) underlag för framtida markanvändning inom planområdet. Markanvändningen begravningsplats inkluderar yta med gravar, gångvägar, grönytor samt byggnad.



Figur 10. Planerad markanvändning inom planområdet. Röd linje visar planområdesgräns.

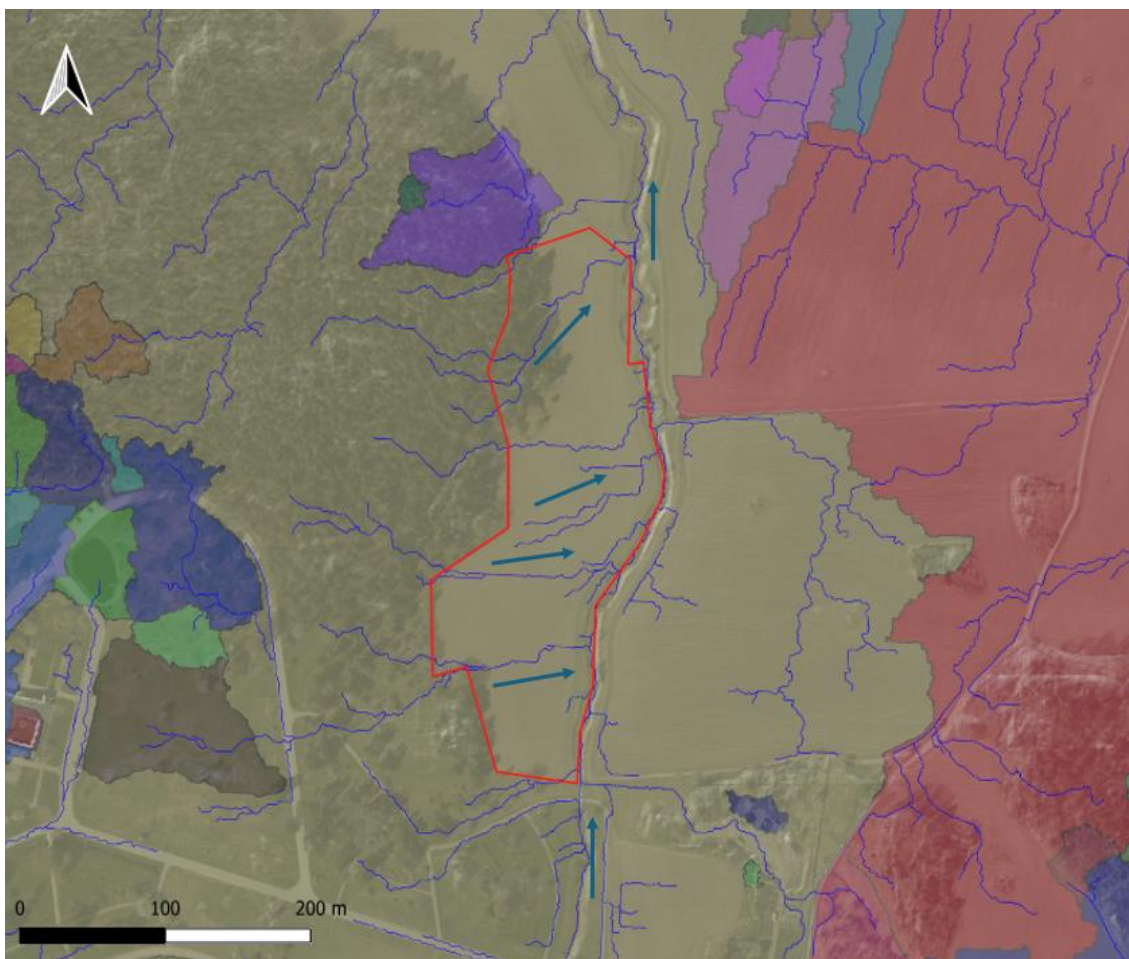
Tabell 3. Befintlig och planerad markanvändning inom planområdet

Markanvändning	Befintlig [ha]	Planerad [ha]
Jordbruksmark	2,886	-
Skogsmark	0,453	0,453
Begravningsplats	-	2,886
Totalt	3,339	3,339

6 Avrinning

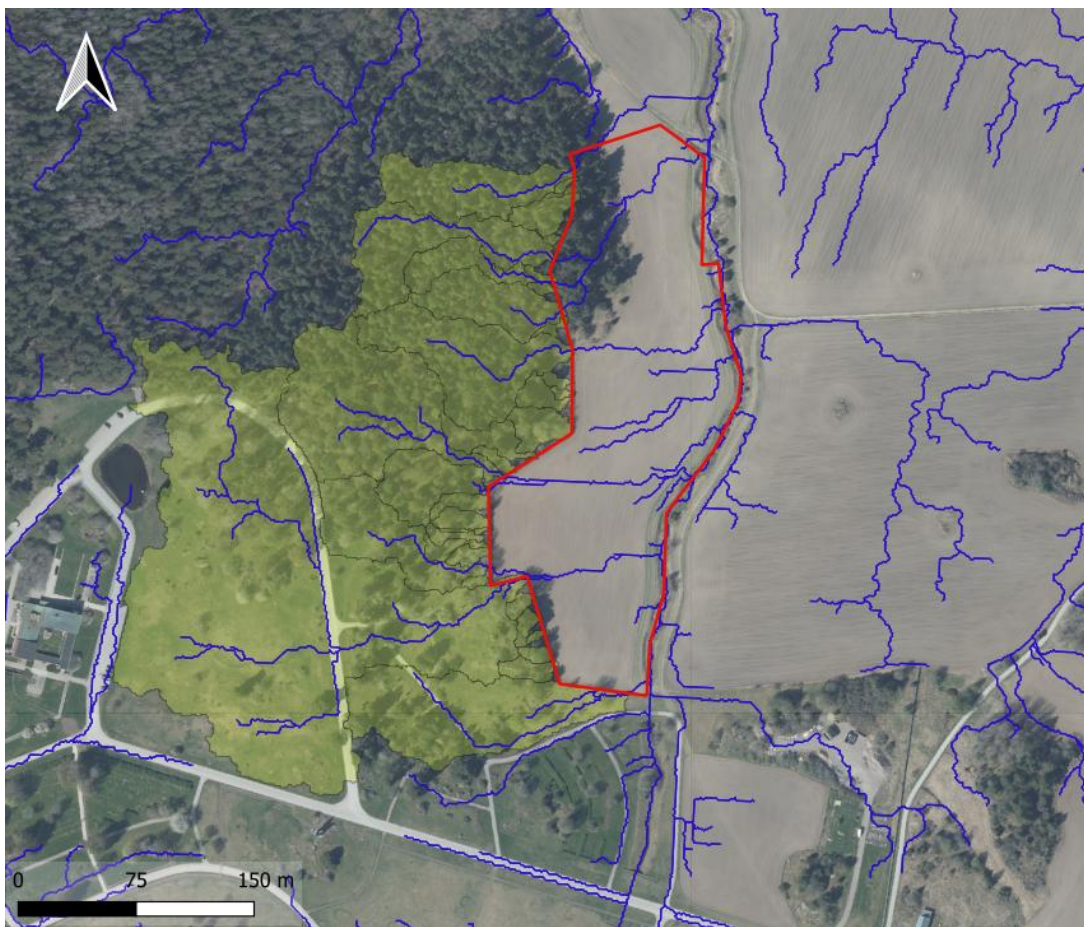
6.1 Befintliga ytliga avrinningsområden och avrinningsstråk

Planområdet ingår i ett och samma avrinningsområde, se Figur 11. Den primära ytavrinningen sker från väster till öster och avleds till ett biflöde innan det slutligen mynnar ut till Librobäck norr om planområdet, se Avsnitt 5.8.



Figur 11. Befintliga ytliga avrinningsområden och avrinningsstråk inom och utanför planområdet. Blå pilar visar generell flödesriktning. Planområdesgränsen är markerad i rött. Bild: SCALGO Live.

Det finns ett större avrinningsområde uppströms om planområdet, där dagvattnet avrinner från väster till öster, se Figur 12. Det innebär att dagvatten från dessa områden passerar genom planområdet innan det leds vidare till biflödet.



Figur 12. Avrinningsområde uppströms om planområdet visas i grönt. Planområdesgränsen är markerad i rött. Bild: SCALGO Live.

6.2 Befintligt ledningsnät och teknisk avrinning

Uppsala vatten framhåller i samrådsyttrande (2024-05-16) att planområdet ej omfattas av bolagets verksamhetsområde samt att detta inte har utretts. I planbeskrivningen behöver det beskrivas vilket behov som kommer finnas avseende vatten, spillvatten och dagvatten inklusive dränvatten.

Idag finns inga anslutande VA-ledningar till planområdet. Det planeras framdragning av ny pumpledning för spillvatten och vattenledning till planområdets södra gräns.

Enligt uppgift från kyrkogårdschef Peter Berglund¹⁰ har det tidigare funnits ett öppet dike i mitten av planområdet som numera är täckt men sannolikt fortfarande fungerande, se Figur 13. Vattnet från källan i kyrkogårdens minneslund rinner ner till bäcken den vägen. Det bör finnas ett utlopp till bäcken. Vid platsbesök (2024-11-18) observerades inget utlopp, dock var det en hel del växtlighet. Enligt flygbild från ca år 1960 finns det även ett dike norr om det täckta diket. Inget dike eller utlopp till bäcken kunde upptäckas vid platsbesöket.

¹⁰ Mejl från Peter Berglund, kyrkogårdschef, 2024-11-19



Figur 13. Diken inom planområdet ca år 1960. Bild: Flygbild ca 1960, Lantmäteriet.

6.3 Befintlig dagvattenlösning

Det finns idag inga dagvattenlösningar inom planområdet.

7 Befintlig situation

Flödes- och föroreningsberäkningar har utförts enligt rekommendationer från Svenskt Vattens publikation P110. Föroreningar har beräknats med hjälp av StormTac (v.24.3.1). De avrinningskoefficienter som använts i beräkningarna är i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110 och StormTac (v.24.3.1).

7.1 Flödesberäkningar dagvatten

Tabell 4 visar befintlig markanvändning, valda avrinningskoefficienter (φ), reducerad area (A_{red}) samt rinntiden (t_r) och flöden (Q_{dim}). Avrinningskoefficienten för skogsmark har uppskattats till 0,15 baserat på att skogen är belägen på urberg och marken är ganska kuperad.

Valet av återkomsttid görs för ett 2- och 10-årsregn för fylld ledning respektive trycklinje i marknivå då planerad utvidgning av kyrkogården förväntas utgöra gles bostadsbebyggelse enligt P110. Beräkning för ett 100-årsregn redovisas också. Flöden för befintlig situation är beräknade utan klimatfaktor.

Tabell 4. Befintlig markanvändning och beräknade flöden för befintlig situation inom planområdet.

Befintlig situation	Hela planområdet	ϕ
Skogsmark	0,453	0,15
Jordbruksmark	2,886	0,1
Totalt [ha]	3,339	-
tr [min]	27	-
ϕ_S [-]	0,11	-
Ared [ha]	0,357	-
Qdim, 2-årsregn [l/s]	26	-
Qdim, 10-årsregn [l/s]	44	-
Qdim, 100-årsregn* [l/s]	709	-

*Avrinningskoefficient vid ett 100-årsregn antas öka till minst 0,8. Detta baseras på en minskad infiltrationskapacitet på marken när den blir mättad vid större regn.

7.2 Föroreningsberäkningar

Översiktliga föroreningsberäkningar har utförts för befintlig situation i StormTac (v.24.3.1) och baseras på schablonvärden för ämnen från olika typer av markanvändning. Schablonhalterna innehåller osäkerheter och bör därför ses mer som en fingervisning än som exakta mängder/halter. En genomsnittlig, korrigerad, årsmedelnederbörd på 621 mm har använts för planområdet baserad på SMHI:s meteorologiska station Uppsala (97520). Nederbörden på stationen är mätt till 564,9 mm som normalvärde under perioden 1991-2020 och har sedan korrigerats med faktor 1,1 för att kompensera för mätförluster. Föroreningsberäkningarna baseras på markanvändningstyper och avrinningskoefficienter för skogsmark och jordbruksmark enligt StormTac (v.24.3.1). Resultatet av föroreningsberäkningarna redovisas i Tabell 8 och Tabell 9 under avsnitt 10.4.

Recipienten Fyrisån har problem med b.l.a. för höga halter av PFOS. PFOS finns inte i StormTac och redovisas därmed inte i föroreningsberäkningarna. PFOS finns i ett flertal produkter såsom rengöringsmedel, brandsläckningsskum samt impregneringsmedel och tillförs även dagvatten via atmosfärisk deposition. Reglering av PFOS till ett område är därför svårt att styra men PFOS håller på att fasas ut från produkter och brandskum¹¹.

8 Planerad situation

Flödes- och föroreningsberäkningar har utförts enligt rekommendationer från Svenskt Vattens publikation P110. Föroreningar har beräknats med hjälp av StormTac (v.24.3.1).

Valet av återkomsttid görs för ett 2- och 10-årsregn för fylld ledning respektive trycklinje i marknivå då planerad bebyggelse förväntas utgöra gles bostadsbebyggelse enligt P110. Beräkning för ett 100-årsregn redovisas också. Flöden för planerad situation inom planområdet är beräknade med klimatfaktor 1,25 ($k_f=1,25$).

¹¹ [Guide Stormtac Web Sve.pdf](#) 2024-11-14

8.1 Flödesberäkningar dagvatten

Avrinningskoefficient [ϕ], reducerad area [A_{red}] och flöde [Q_{dim}] redovisas för planerad markanvändning i Tabell 5. Avrinningskoefficienten för markanvändningen begravningsplats har uppskattats till 0,15 utifrån utformningen i situationsplanen (schematisk skiss) i Figur 9.

Tabell 5. Planerad markanvändning och beräknade flöden för planerad situation inom planområdet.

Planerad situation	Hela planområdet	ϕ
Skogsmark	0,453	0,15
Begravningsplats	2,886	0,15
Totalt [ha]	3,339	-
tr [min]	27	-
ϕS [-]	0,15	-
Ared [ha]	0,501	-
Qdim, 2-årsregn [l/s] med kf=1,25	46	-
Qdim, 10-årsregn [l/s] med kf=1,25	78	-
Qdim, 100-årsregn* [l/s] med kf=1,25	886	-

*Avrinningskoefficient vid ett 100-årsregn antas öka till minst 0,8. Detta baseras på en minskad infiltrationskapacitet på marken när den blir mättad vid större regn.

8.2 Föroreningsberäkningar

8.2.1 Dagvatten

Översiktliga föroreningsberäkningar för dagvatten har utförts för planerad situation enligt kapitel 7.2. Planområdet, förutom skogsmarken, har satts till markanvändningen begravningsplats i StormTac. Det är i nuläget oklart exakt hur stor andel av området som kommer nyttjas för gravplatser och hur stor andel som i stället kommer vara gräsyta alternativt parkmark. Det är små skillnader i föroreningshalter i StormTac mellan dessa markanvändningar och ett byte av markanvändning till någon av dessa för del av planområdet bedöms endast ge marginella skillnader på beräkningsresultatet. Resultatet av föroreningsberäkningarna redovisas i Tabell 8 och Tabell 9 under avsnitt 10.4.

8.2.2 Dräneringsvatten från kistgravar

Erfarenheter från undersökningar och provtagningar utförda på dräneringsvatten från kistgravar visar generellt på förhöjda halter av närsalter (kväve och fosfor) och förekomst av patogener samt låga halter av tungmetaller (Camper 2014). Urlakning av patogener och andra föroreningar är kopplade till nedbrytning och är som högst under det första året efter gravsättningen och främst vid nederbörd då föroreningarna lakas ut i dräneringsvattnet. Problem med metallföroreningar på begravningsplatser har främst varit kopplat till krematorier och spridning av aska. Det finns idag regler om att metallobjekt inte får medföras vid kremering och amalgam som tidigare utgjort en källa till tungmetaller används inte längre inom tandvården i Sverige. Införandet av rökgasrening i krematorierna har också lett till att partiklar med tungmetaller inte sprids med röken. Vid kistbegravning är spridningen av tungmetaller troligtvis mycket låg.

Föroreningsberäkningar som utförts i StormTac kan enbart göras för dagvatten och behandlar således inte innehållet av patogener och föroreningar i dräneringsvattnet.

I rapporten Dräneringsvatten för begravningsplatser (Camper 2014) utfördes totalt 21 provtagningar på Håjum kyrkogård under åren 2008, 2009 och 2010. Håjum kyrkogård har årligen

ca 50 kistbegravningar och ca 250 askspridningar och urnplaceringar. Resultatet visar en betydande reduktion av patogena ämnen och totalfosfor i det utgående vattnet från anlagda markbäddar. I analyserna har ett medelvärde från provtagningar tagits fram. För totalfosfor uppmättes ett medelvärde på 0,129 mg/l i det ingående vattnet till markbädden, medan det utgående vattnet hade ett medelvärde på 0,036 mg/l, vilket motsvarar en minskning på 72%. Vad gäller patogena ämnen har dräneringsvattnet analyserats med avseende på Koliforma bakterier (inkubering vid 35 grader) och E.coli (inkubering vid 44 grader). Det ingående dräneringsvattnet uppmätte ett medelvärde på 1 146 för koliforma bakterier och <100 för E. coli. Det utgående dräneringsvattnet visade ett medelvärde på 654 för koliforma bakterier, vilket innebär en minskning på 43%. För E. coli uppmättes ett utgående medelvärde på <40, vilket motsvarar en minskning på 60%.

Pastoratet uppger i tidningen Uppsala Nya Tidning (UNT)¹² att det förväntas äga rum ca 100 kistbegravningar årligen på den nya begravningsplatsen. Detta är dubbelt så många kistbegravningar som på Håjum kyrkogård, vilket indikerar att Berthåga kyrkogårds föroreningsmängder- och halter i dräneringsvattnet kan ge ett högre resultat än för Håjums kyrkogård.

8.3 Fördröjningsbehov

Då planområdet inte ligger i direkt närhet till recipienten har 20 mm fördröjning applicerats i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark¹³. Fördröjningsvolymen har beräknats utifrån att 20 mm nederbörd ska fördröjas för den reducerad ytan, se Tabell 6. Totalt behöver 100 m³ fördröjas inom planområdet.

Tabell 6. Fördelning av erforderlig fördröjningsvolym utifrån markanvändning för att uppnå 20 mm fördröjning

Markanvändning	Reducerad area [ha]	Erforderlig fördröjningsvolym 20 mm [m ³]
Skogsmark	0,07	13,60
Begravningsplats	0,43	86,58
Totalt	0,50	100,18

9 Översvämningsrisk

Skyfallssituationen med avseende på översvämningsrisk har en analys för befintlig och framtida situation utförts. Som underlag för analysen har Uppsala Vattens skyfallskartering använts. Rapporten Skyfallskartering Uppsala tätort¹⁴ ligger till grund för Uppsala Vattens skyfallskartering. Karteringen baseras på ett 100-årsregn med en varaktighet på 6 timmar och en klimatkoefficient på 1,3. Analysen är baserad på befintliga höjder.

9.1 Befintlig skyfallssituation

I Figur 14 redovisas ett utdrag från Uppsala Vattens skyfallskartering¹⁵ med avseende på maximalt djup vid ett 100-årsregn. I karteringen identifieras tre lågpunkter med 0,2–0,3 m djup inom planområdet. Det finns även en mindre lågpunkt på 0,3–0,5 m djup i den nordvästra delen

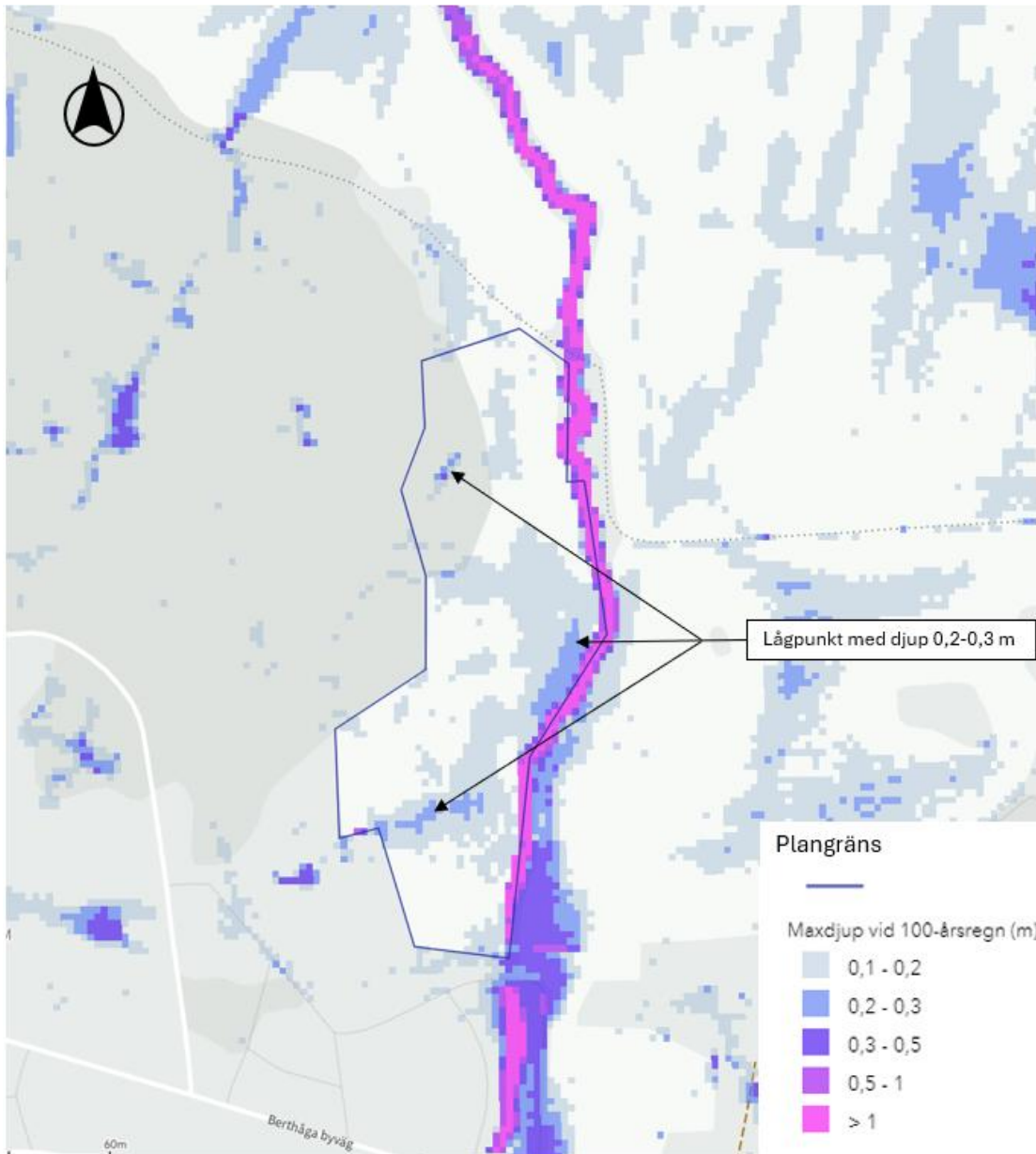
¹² [Kyrkogård i Uppsala ordnar nya gravar för 3000 muslimer, Uppsala nya tidning](#), intervju med kyrkogårdschef Peter Berglund, 2025-01-22

¹³ Besked via mejl från Jessica Berg på Uppsala vatten, 2024-11-15

¹⁴ [Skyfallskartering Uppsala tätort, Uppsala Vatten och Avfall](#), 2024-12-09

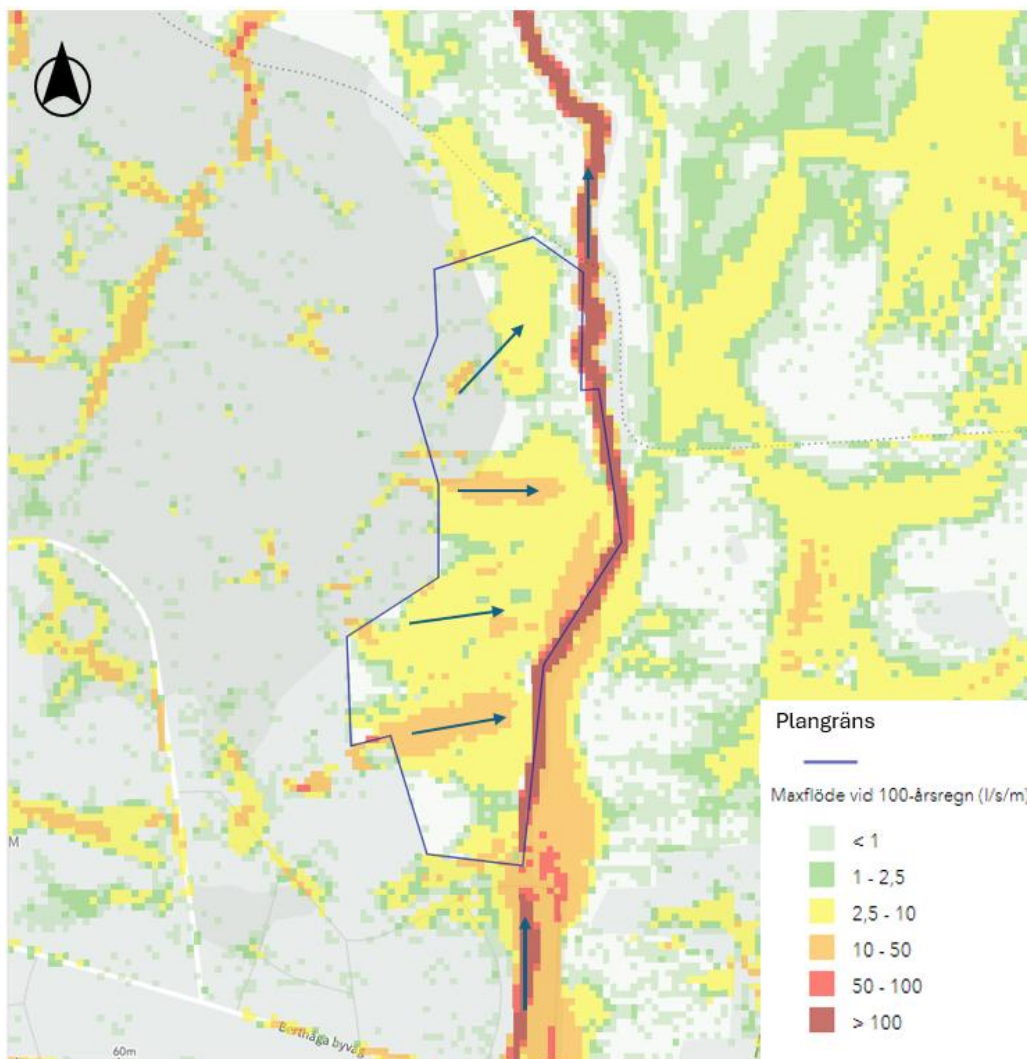
¹⁵ [Uppsala Vattens skyfallskartering](#), 2024-12-09

av planområdet. Lågpunkten är belägen i partiet med skogsmark. Översvämningsrisken för området idag bedöms som låg eftersom markanvändningen består till stor del av jordbruksmark/gräsyta vilket har en låg avrinningskoefficient. Området avrinner mot biflödet i öst som har ett maximalt vattendjup på över 1 m vid 100-årsregn.



Figur 14. Utbredning av översvämmade områden och beräknat maximalt vattendjup (m) vid ett 100-årsregn. Planområdet markerat med blå heldragen linje. Bildkälla: Uppsala vattens skyfallskartering.

I Figur 15 redovisas ett utdrag från Uppsala Vattens skyfallskartering med avseende på maximalt flöde (l/s/m) vid ett 100-årsregn. Karteringen illustrerar i huvudsak ett maximalt flöde på 2,5–10 l/s/m genom hela planområdet. Det finns ett fåtal maxflöden på 10–50 l/s/m inom området där flödesriktningen går från väster till öster och leds därefter vidare ut i biflödet. Maxflödet i biflödet är högt, 100 l/s/m.



Figur 15. Utbredning av rinnstråk samt beräknas maximalt vattenflöde (liter per sekund per meter) vid ett framtida 100-årsregn. Flödesriktningar markerat med blå pilar. Planområdet är markerat med heldragen blå linje. Bildkälla: Uppsala Vattens Skyfallskartering.

9.2 Framtida skyfallssituation och föreslagen skyfallshantering

Översvämningsrisken inom planområdet bedöms som låg utifrån skyfallskarteringen för befintlig situation. Inga större förändringar i höjdsättning förväntas ske för den planerade situationen eftersom majoriteten av området planeras att bestå av begravningsplatser med anlagda grusgångar. Möjliga förändringar i markanvändning och höjdsättning kan dock förekomma där vägen och växtbäddarna är planerade att anläggas, vilket beskrivs vidare i avsnitt nedan. Vid skyfall kan det uppstå flöden från områden uppströms väster om planområdet, vilka korsar området och leds vidare till biflödet (se avsnitt 6.1). För att undvika detta föreslås ett avskärande dike längs den västra gränsen, se avsnitt 10.1.2.

10 Föreslagen dag- och dränvattenhantering

Nedan beskrivs föreslagen dag- och dränvattenhantering inom planområdet. Dagvattenåtgärder har dimensionerats utifrån åtgärdsnivån 20 mm regn, beräknad på planområdets reducerade

area, se vidare detaljer i avsnitt 8.3. Förslag på lokalt omhändertagande av dräneringsvatten från gravar har tagits fram då det inte är aktuellt att detta ansluts till dag- eller spillvattennätet.

I bilaga 1 redovisas föreslagna dagvattenåtgärder med utformning och avrinningspilar för avledning av dagvatten vid normala regn. I bilagan redovisas även föreslagen hantering av dräneringsvatten.

10.1 Åtgärdsförslag dagvatten

10.1.1 Hantering av dagvatten från planområdet

Enligt kyrkogårdschef Peter Berglund¹⁶ finns det en plan om att anlägga växtbäddar längs den östra sidan dit marken inom området lutar. Följaktligen föreslås växtbäddarna utformas med syfte att rena och fördröja dagvatten. Växtbäddarna bör således vara nedsänkta och totalt ska ca 100 m³ dagvatten fördröjas och renas innan det når biflödet till Librobäcken.

Växtbäddarna föreslås med en nedsänkning på 5 cm, ett djup på jordlager på 0,60 m och en antagen porositet på 25 %. Med nämnda dimensioner blir ytbehovet för dagvattenåtgärden ca 500 m². Dimensionering av växtbäddarna avgörs i framtida projektering utifrån platsförutsättningar, material- och växtval och det är då viktigt att säkerställa att den beräknade erforderliga fördröjningsvolymen får plats. Vid planområdet råder en ståndort med mycket vind, stark solstrålning och näringsfattig jordmån, vilket påverkar framtida val av växtmaterial och substrat. För placering se bilaga 1 med åtgärdsförslagen.

[Anläggs det parkeringsplatser inom planområdet skall dessa utföras grusade med höjdsättning som lutar mot nedsänkta växtbäddar i syfte att rena och fördröja dagvattnet.](#)

10.1.2 Hantering av skyfallsvatten från områden uppströms

Ett avskärande gräsdike för avledning av skyfallsvatten föreslås längs med planområdets västra gräns för att undvika dagvattenflöden in på begravningsplatsen från uppströms områden (se förslag på placering i bilaga 1). Skyfallsvatten från totalt ca 7,96 ha, mestadels skogsmark tillrinner planområdets västra gräns (se Figur 12. Med en avrinningskoefficient på 0,8 då marken antas få minskad infiltrationskapacitet och en uppskattad rinntid på 65 minuter blir befintligt 100-årsflöde 910 l/s. Det avskärande diket föreslås ha en total längd om ca 470 m och en bottenbredd om 0,5 m, djup på 0,3 m och släntlutning 1:3. Med dessa dimensioner blir ytbehovet ca 1080 m². Dikets lutning bedöms bli ca 16 promille. Kapaciteten på diket har beräknats till som minst 385 l/s med Mannings formel med antagandet att Mannings tal, n sätts till 0,04 motsvarande "long grass". Hela 100-årsflödet (910 l/s) kommer inte ansluta i dikets start, utan utspritt längs hela dikessträckan. Därmed bedöms framräknad dikeskapacitet vara tillräcklig för att avleda skyfallsvatten.

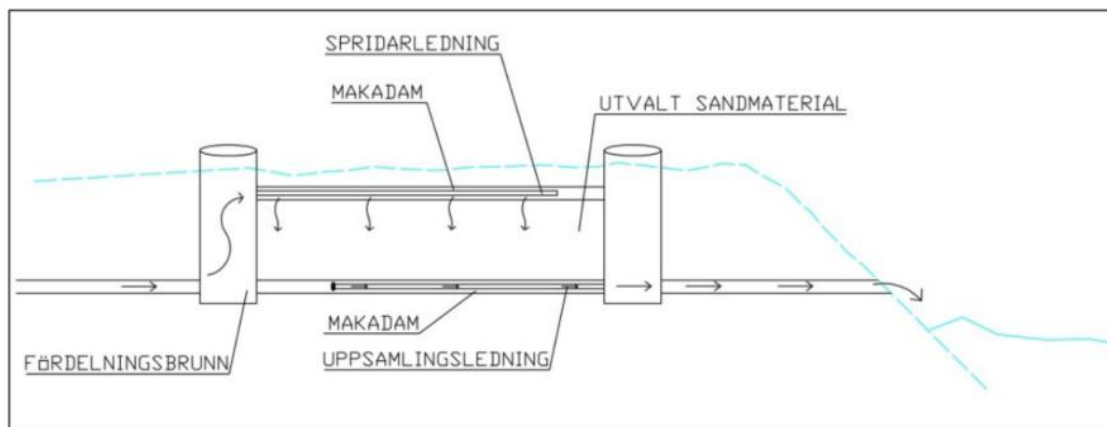
10.2 Åtgärdsförslag dräneringsvatten

För att omhänderta och rena dräneringsvatten från planerade gravar inom planområdet föreslås markbädd som reningsåtgärd innan vattnet avleds till Librobäckens biflöde. För att leda dräneringsvattnet till markbädden behöver ett dräneringssystem anläggas i gravområdet, förslagsvis i planerade grusgångar för att underlätta åtkomsten till dräneringsledningarna och för att effektivt kunna fånga upp dräneringsvattnet. Gravbotten planeras att vara på 2 m djup och dräneringen bör anläggas minst 1 m under gravbotten enligt *Handbok för begravningsverksamheten 2013*. Därmed föreslås dräneringsledningarna anläggas på ca 3 m

¹⁶ Kommunikation, möte. Kyrkogårdschef Peter Berglund, 2024-12-10.

djup i grusgångar på gravområdet. Ifall gravbotten blir grundare, exempelvis på 1,5 m djup anläggs dräneringen i stället på 2,5 m djup. Dräneringsledningarna ansluts sedan till en uppsamlade norrgående dräneringsledning längs med planområdets östra sida, se bilaga 1 för förslag på placeringar. Det uppsamlade dräneringsvattnet leds till en pumpbrunn för att höja vattnet så att det kan ledas in i en markbädd för rening. [Pumpbrunnen bör förses med ett nivåalarm](#). Utgående renat vatten från markbädden avleds därefter via ledning till bäcken öster om planområdet. Innan och efter markbädden bör brunnar anläggas för att möjliggöra provtagning av ingående och utgående dräneringsvatten för att kunna följa upp föroreningshalter.

Den planerade markbädden föreslås utformas i likhet med den anlagda markbädden i Håjums begravningsplats som beskrivs i publikationen *Dräneringsvatten från begravningsplatser* (Camper 2014), se principskiss i Figur 16. Denna är uppbyggd så att inkommande dräneringsvatten pumpas genom en pumpbrunn och därefter en fördelningsbrunn (där även provtagning för ingående vatten sker) till spridningsledning i ett övre spridarlager av makadam. Vattnet filtreras sedan genom ett sandfilter för att sedan samlas upp i ett lager av makadam med uppsamlingsledningar. Markbädden bör vara försedd med en inspektionsbrunn/utloppsbrunn för provtagning av utgående vatten innan vattnet leds vidare via ledning till biflödet.



Figur 16. Principskiss över markbädd vid Håjums begravningsplats. Bild: Camper 2014.

Markbädden vid Berthåga bedöms inte behöva utföras med tät botten vid föreslagen placering. Närmaste utförda sonderingarna visar på 5 respektive 12 m lera.¹⁷ Markbädden bör vara täckt, förslagsvis med gräsbeklädd yta, vilket betyder att människor inte kommer i kontakt med dräneringsvattnet innan det renat lämnar markbädden.

10.2.1 Dimensionering av markbädd

Den föreslagna markbädden för det nya gravområdet har översiktligt utformats och dimensionerats enligt *Naturvårdsverkets allmänna råd 91:2 – Rening av hushållspillvatten*. Till skillnad från de markbäddar som används för rening av spillvatten från hushåll bör den föreslagna markbädden inte torka ut och därför göras mindre. Detta beror på att de organismer som utför den biologiska reningen behöver en fuktig miljö för att överleva. Om markbädden torkar ut finns risk att större delen av organismerna dör och den biologiska reningen försämras (Camper 2014).

¹⁷ Besked från geotekniker Hanna Olausson via mejlkontakt, 2024-12-20

Markbäddens ytbehov har uppskattats i beräkning nedan. Arean för begravningsytor har i beräkningen baserats att gravbotten ligger på 2 m djup, att marken i området ej höjs upp och att det ska vara minst 2 m lera under gravbotten (se 5.2). Ifall större område bedöms kunna nyttjas som gravplats, till exempel till följd av grundare gravdjup eller att marken höjs, kommer erforderlig yta för markbädden bli större än beräknat. **Exakt hur stor dränvattenavrinningen blir i lerjorden är svårt att uppskatta. I beräkningen nedan har dränvattenavrinningen antagits vara 0,03 l/s, ha. För att inte överdimensionera markbädden rekommenderas provtagning av flödet i brunn innan markbädden för att kunna justera storleken på den till de faktiska förhållandena på platsen.**

Ny begravningsplats:

Area begravningsytor, A: 1,27 ha

Dränvattenavrinning, $Q_{drän}$: 0,03 l/s, haBelastning markbädd, Q_a : 60 l/m², dygn**Beräkningar:**

$$Q_{max, drän} = A \text{ (ha)} * Q_{drän} * 86\,400 \text{ s} = 3292 \text{ l/dygn}$$

$$Q_{bf} = Q_{max, drän} + Q_{max, spill} = 3292 + 0 = 3292 \text{ l/dygn}$$

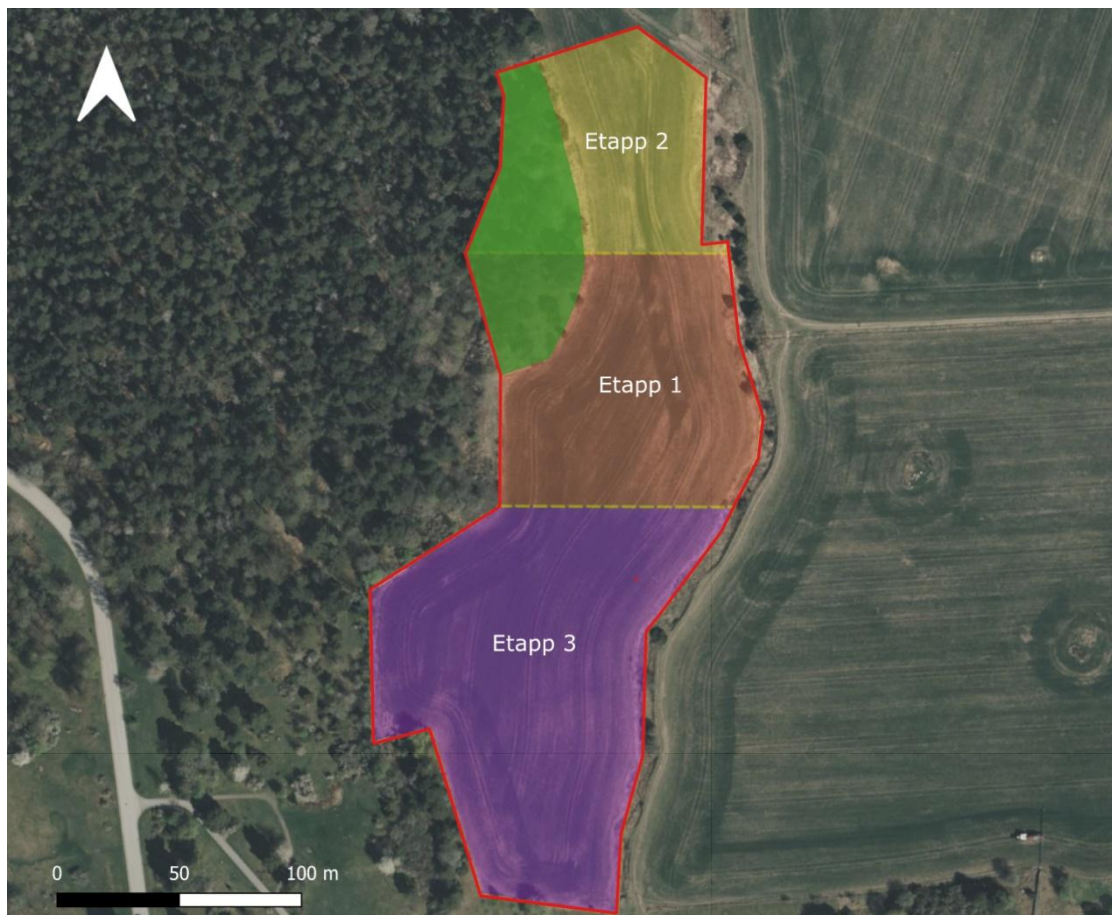
$$\text{Erforderlig yta} = Q_{bf} / Q_a = 54,7 \text{ m}^2$$

Erforderlig yta för markbädden är ca 55 m².

Begravningsplatsen med planerade grusgångar kommer att anläggas i etapper då inte hela den planerade ytan för gravplatser kommer nyttjas från start¹⁸. Med anledning av detta föreslås markbädden byggas på etappvis för att hindra att den torkar ut. Planområdet kan delas in i tre delområden där gravar planeras att anläggas i olika tidsperioder, se Figur 17 där en ungefärlig uppdelning¹⁹ visas.

¹⁸ Besked på möte med Peter Berglund och Viktor Wadelius, 2024-12-10

¹⁹ Uppdelning baserad på information på möte med Peter Berglund och Viktor Wadelius, 2024-12-10



Figur 17. Planområdets preliminära etappindelning. Grönt område kommer inte exploateras. Röd linje visar planområdesgräns.

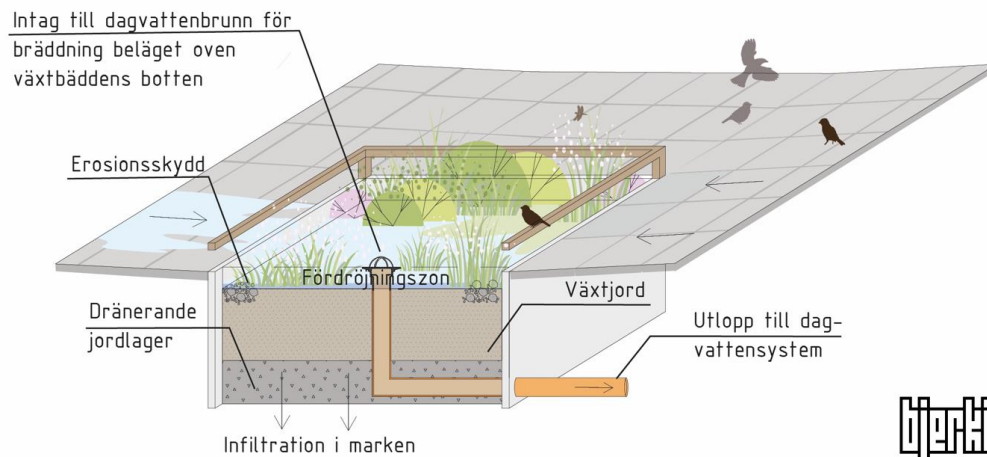
10.3 Principlösningar

Nedan redovisas principlösningar som föreslås för dagvatten och dräneringsvatten från gravar.

10.3.1 Växtbäddar

Växtbäddar är utvecklade för att motta dagvatten och kan utformas som en nedsänkt bädd eller en upphöjd planteringslåda, se Figur 18. I denna utredning föreslås en nedsänkt bädd. Bädden kan utformas som en rabatt med växter efter önskemål och ståndort. Dagvattnet kan ledas till växtbädden via ytlig avrinning, brunnar eller ledningar beroende på platsens förutsättningar. Den övre delen av växtbädden kan ibland utformas som ett ytmagasin dit vatten kan tillrinna och tillfälligt uppehållas. Vattnet infiltreras sedan genom markbäddens lager och renas genom upptag till mark och växter. Botten av bädden fylls med makadam och bädden görs tät om dagvattnet inte ska infiltrera. Avledning till dagvattennätet kan då ske via en dräneringsledning. Växtbäddarna kan förses med en upphöjd bräddbrunn. Bräddbrunnen anläggs upphöjd, d.v.s. några centimeter ovanför växtbäddens yta för att tillåta att dagvatten infiltrerar innan bräddning sker.

När bäddarna anläggs behövs kontinuerlig bevattning, behovet kan även uppstå vid torra. Underhåll i form av ogrärensning och renhållning kring in-/utlopp behövs. Eventuellt kan viss nyplantering behövas. Efter en längre tid kan genomsläpligheten minska och ytlagret sättas igen, detta åtgärdas genom luckring eller genom att ta bort det övre lagret.



Figur 18. Exempelskiss på nedsänkt växtbädd placerad i lågpunkt och vid parkeringsplats. Skiss: Bjerking AB

10.3.2 Markbädd

Markbädd är en typ av underjordisk infiltrationsanläggning som ofta används vid rening av spillvatten. Den består av flera lager grus och sand och har både ett inlopp och ett utlopp. Vanligtvis har markbäddar en öppen botten med ett utloppsrör, vilket innebär att överflödigt vatten kan ledas ut när marken är mättad. I områden där det är olämpligt att vattnet infiltreras i marken och når grundvattnet används markbäddar med tätade bottnar och kanter (Avloppsguiden u.å.)²⁰. En markbädd består även av fördelningsbrunnar, ett övre spridningslager med spridningsledningar och ett undre dränerings- och uppsamlingslager med uppsamlingsledningar. Om markbädden ska ligga helt och hållet under markytan krävs ett schaktdjup om ca två meter (Naturvårdsverket 1989)²¹. Markbäddar kan ha en livslängd på upp till cirka 20 år, dock behöver korrekt drift ske. Framtagande av driftinstruktion ska därför upprättas inför att anläggningen tas i bruk. För att inte skada markbäddens ska dess yta och omkringliggande mark hållas fri från växtlighet med kraftiga rötter och inte utsättas för tung belastning (som exempelvis bilparkering).

Vid rening av dräneringsvatten från begravningsplatser skiljer sig markbädden något. För rening av spillvatten från fastigheter är det fördelaktigt att markbädden är torr, eftersom fosfatjonerna binder lättare till sanden. Däremot, för markbäddar som syftar till att rena dräneringsvatten från patogener, är det viktigt att markbädden hålls fuktig (Camper 2014).

Den biologiska reningsprocessen sker primärt i den övre delen av sandlagret där bakterier och andra mikroorganismer bryter ner patogena ämnen i spillvattnet. Den kemiska reningen inträffar när fosfor och andra suspenderade material binds och fastläggs i sanden. Nedbrytningen av patogena ämnen är som mest effektiv i en fuktig markbädd med regelbundet vattenflöde, där encelliga djur som ciliater ofta förekommer. Det är således viktigt att inte överdimensionera markbädden så att den riskerar att torka ut. Om markbädden blir torr kommer en stor del av faunan att dö, och det kan ta upp till ett år innan markbädden återfår en stark sammansättning av

²⁰ [Beskrivning - markbädd, Avloppsguiden, 2025-01-15](#)

²¹ [Faktablad 5 Markbädd, Naturvårdsverket, 2025-01-15](#)

nedbrytande organismer. För att minska risken för uttorkning kan det vara fördelaktigt att markbäddens yta är mindre i förhållande till det dimensionerade flödet (Camper 2014).

10.4 Reningseffekt

10.4.1 Dagvatten

Generell reningseffekt hos föreslagen dagvattenanläggning bygger på en sammanställning av ett antal olika vetenskapliga studier och redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Generell reningseffekt i biofilter (motsvarande regnväxtbädd) (StormTac v.24.3.1).

Reningseffekt [%]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP	ANT
Regnväxtbädd	65	40	80	65	85	85	55	75	80	80	85	50
Reningseffekt [%]	FLUO	PBDE*	TBT									
Regnväxtbädd	50	-	50									

*Kolumnen PBDE avser värde för PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 209.

Föroreningsberäkningar har utförts för befintlig situation och planerad situation utan och med föreslagna dagvattenåtgärder, se Tabell 8 och Tabell 9. Beräkningar har gjorts i StormTac för rening i biofilter (motsvarande regnväxtbädd).

Tabell 8. Föroreningsbelastning för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet enligt schablonhalter (StormTac v.24.3.1).

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder	Planerad situation med föreslagen dagvattenhantering
Fosfor (P)	kg/år	1,0	0,57	0,13
Kväve (N)	kg/år	27	5,0	1,9
Bly (Pb)	kg/år	0,059	0,023	0,0045
Koppar (Cu)	kg/år	0,085	0,064	0,014
Zink (Zn)	kg/år	0,38	0,12	0,020
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0050	0,00100	0,00028
Krom (Cr)	kg/år	0,018	0,011	0,0055
Nickel (Ni)	kg/år	0,013	0,0064	0,0028
Kvicksilver	kg/år	0,000046	0,000028	0,000017
Suspenderad substans (SS)	kg/år	520	240	47
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,000053	0,000028	0,000020
Antracen (ANT)	kg/år	0,000051	0,000032	0,000015
Fluoranten (FLUO)	kg/år	0,00038	0,00028	0,00010
PBDE 47	kg/år	0,0000011	0,00000075	0,00000027
PBDE 99	kg/år	0,0000014	0,00000092	0,00000033
PBDE 209	kg/år	0,00011	0,000085	0,000031

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder	Planerad situation med föreslagen dagvattenhantering
Tributyltenn (TBT)	kg/år	0,000013	0,0000093	0,0000033

Tabell 9. Föreningshalter för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet enligt schablonhalter (StormTac v.24.3.1) Beräknade halter för befintlig och planerad markanvändning.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder	Planerad situation med föreslagen dagvattenhantering
Fosfor (P)	µg/l	140	99	23
Kväve (N)	µg/l	3600	880	340
Bly (Pb)	µg/l	7,8	4,1	0,79
Koppar (Cu)	µg/l	11	11	2,4
Zink (Zn)	µg/l	51	21	3,4
Kadmium (Cd)	µg/l	0,66	0,18	0,050
Krom (Cr)	µg/l	2,4	2,0	0,97
Nickel (Ni)	µg/l	1,8	1,1	0,50
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,0061	0,0049	0,0030
Suspenderad substans (SS)	µg/l	70 000	42 000	8 300
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,0071	0,0048	0,0035
Antracen (ANT)	µg/l	0,0068	0,0055	0,0027
Fluoranten (FLUO)	µg/l	0,050	0,050	0,018
PBDE 47	µg/l	0,00015	0,00013	0,000047
PBDE 99	µg/l	0,00019	0,00016	0,000058
PBDE 209	µg/l	0,015	0,015	0,0054
Tributyltenn (TBT)	µg/l	0,0017	0,0016	0,00059

Beräkningarna visar att föroreningsmängderna för samtliga ämnen minskar efter planerad situation jämfört med befintlig situation. Även efter implementering av föreslagen dagvattenåtgärd beräknas samtliga mängder minska jämfört med befintlig situation.

Beräkningarna visar att föroreningshalterna för samtliga ämnen minskar efter planerad situation jämfört med befintlig situation, förutom för koppar, fluoranten och PBDE 209 som är oförändrade. Efter implementering av föreslagen dagvattenåtgärd beräknas samtliga halter minska jämfört med befintlig situation.

10.4.2 Sammanfattade bedömning av dag- och dräneringsvatten

Vid en utvidgning av begravningsplatser finns det en potentiell ökning av näringsämnen och tungmetaller, eftersom planområdet tidigare har varit en avlagd jordbruksmark. Uppluckring av jordmassor kan frigöra dessa ämnen. De föreslagna åtgärderna för dagvatten och dräneringsvatten beräknas dock minska näringsämnen och patogener (sjukdomsalstrande

bakterier) effektivt. Dagvatten från planområdet föreslås avrinna till växtbäddar i östra delen av området, vars utformning ger goda renings- och fördröjningsegenskaper. Därmed förväntas föroreningshalter minska i dagvattnet.

Dagvatten från områden uppströms planeras att avledas genom ett dike längs den västra delen av planområdet. Diket kommer att förhindra och minska risken för urlakning av näringsämnen och patogener i gravområdet.

Vad gäller **eventuellt** dräneringsvatten från begravningsplatserna bedöms den föreslagna markbädden ge en god reduktion av näringsämnen och patogener **om vi har lakande vatten från gravarna**.

10.5 Materialval

Val av byggnadsmaterial är en mycket viktig del i att uppnå miljö kvalitetsnormerna och källor till föroreningar i dagvatten kan begränsas genom kloka materialval. Exempelvis bör tak- och fasadmaterial som koppar, zink och dess legeringar undvikas. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar och lösningar som behöver gödsling kan leda till ökad tillförsel av näringsämnen till dagvattnet. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de material som ska användas vid byggnation.

11 Fortsatt arbete

I projekteringskedet behöver dräneringssystemet för lakvatten från gravarna projekteras så att lösningen blir hållbar över tid. Dräneringsledningarna behöver kunna anslutas till den uppsamlade dräneringsledningen längs med planområdets norra sida för att möjliggöra att **eventuellt** lakvatten kan omhändertas från alla delar av begravningsområdet.

Projekteringskedet bör ta hänsyn till tiden det tar för leran att "laga sig själv" och utreda om den tiden är **acceptabel ur ett riskperspektiv för att graven ska fyllas med regnvatten som sen tränger upp i ytan**.

12 Påverkan på MKN

Efter implementering av föreslagna och antagna dagvattenåtgärder förväntas samtliga mängder och halter minska i dagvattnet jämfört med befintlig situation. Föreslagen markbädd förväntas ge en god reduktion av näringsämnen och patogener i dräneringsvattnet från gravområdet. Utifrån detta förväntas exploateringen kunna bidra till en minskad belastning på recipienten och därmed inte försämra möjligheten för recipienten att uppnå MKN.

13 Slutsats och rekommendationer

Planområdet har undersökts ur ett dagvatten-, dräneringsvatten- och skyfallsperspektiv. Flödes- och föroreningsberäkningar för planerad situation har utförts och förslag på åtgärder för hantering, fördröjning och rening har tagits fram. Följande slutsatser har dragits:

- Framtida dagvattenflöde förväntas öka vid planens genomförande. Ökningen beror främst på att en klimatfaktor om 1,25 applicerats för framtida situation samt ökad hårdgöringsgrad inom planområdet.
- Dagvatten från planområdet avleds till recipienten Fyrisån Junkilsån – Sävjaån som klassificeras till måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status.
- Fördröjningsvolym har beräknats utifrån att 20 mm nederbörd ska fördröjas för den reducerade ytan i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Erforderlig fördröjningsvolym uppgår till ca 100 m³.
- Dagvatten från planområdet föreslås tas om hand i nedsänkta växtbäddar längs med dess östra sida dit marken inom området lutar innan det når biflödet till Librobäcken.
- För att hantera skyfallsvatten från områden uppströms föreslås att avskärande dike längs planområdets västra gräns. Det avskärande diket har en total längd om ca 470 m och ytbehov på ca 700 m².
- Om framtida projektering följer riktlinjer och angivna nivåer i PM Geoteknik anses risken liten att lakvatten från gravarna perkolerar till grundvattnet. Återfinns minst 2 m lermåktighet mellan gravbotten och friktionsjorden (lagret under leran) anses leran i sig vara tät.
- För att omhänderta och rena dräneringsvatten från planerade gravar inom planområdet föreslås markbädd som reningsåtgärd innan vattnet avleds till Librobäckens biflöde. För att leda dräneringsvattnet till markbädden behöver ett dräneringssystem anläggas i gravområdet, förslagsvis i planerade grusgångar. Om det visar sig i detaljprojekteringskedet att lerjorden "lagar (tätar) sig själv efter återfyllning" kan gravarna anläggas utan dräneringssystem.
- Förutsatt att föreslagna åtgärder för dag- och dräneringsvatten implementeras bedöms planen inte försämra recipientens möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna (MKN).
- Översvämningsrisken inom planområdet bedöms vara låg. Enligt Uppsala vatten skyfallskartering finns tre lågpunkter inom området med 0,2-0,3 m djup. Det finns även en mindre lågpunkt på 0,3–0,5 m djup i den nordvästra delen av planområdet. I biflödet till Librobäcken är maxdjupet över 1 m.

Bjerking AB

Signatur UA, vid slutleverans

Författare:
Linn Berkelund (UA)
Melinda Reger Hjelmar (HL)

Kontakt:
010 –211 82 87
linn.berkelund@bjerking.se

Signatur Granskare, vid slutleverans

Granskad av:
Maria Schoeps