
Drän- och dagvattenutredning

Utvidgning av Botkyrka kyrkogård 2017-10-27
reviderad 2022-06-03



Uppdragsnamn

Utvidgning av Botkyrka kyrkogård
Botkyrka kommunBotkyrka församling
Box 240
147 01 Tumba

Uppdragsgivare

Botkyrka församling
Lennart Sjöström

Våra handläggare

Jesper Johansson VA
Eleonore Lövgren Miljöteknik
Lina Thorén Dagvatten
Maria Handberg Landskap

Datum

2018-01-03
Rev. 2021-09-30
Rev. 2022-06-03

Sammanfattning

Bjerking AB har på uppdrag av Botkyrka församling utfört en utredning av drän- och dagvatten inom Botkyrka kyrkogård i samband med pågående planarbete. Planen syftar till att möjliggöra utvidgning av begravningsplatser vid Botkyrka kyrkogård. Inom planområdet går del av St Botvids väg, där GC-väg planeras vid befintlig trottoar.

Uppdraget syftar till att utreda befintliga och framtida dagvattenförhållanden inom planområdet, ge förslag på framtida hantering. Uppdraget innebär även att utreda hur dräneringsvattnet kan omhändertagas inom utvidgningsområdet för kistgravar. Utifrån föreslagna åtgärder ska planens påverkan på recipienten bedömas. Utredningen följer Botkyrka kommuns dagvattenstrategi.

Denna handling består av tidigare rapporter *Dagvattenutredning Utvidgning av Botkyrka kyrkogård*, Bjerking daterad 2016-11-01 och *Kompletterande dagvattenutredning för utvidgningen av Botkyrka kyrkogård Bjerking daterad 2019-04-10*. Hopslagningen gjordes i maj 2019 och revidering av denna har skett under hösten 2021 efter synpunkter från länsstyrelsen samt kommunens miljö- och VA-enhet. Under våren 2022 har ny utloppspunkt för dagvatten utretts och recipienten för dagvatten har ändrats till Aspen som en följd av resultatet från denna utredning.

Inom planområdet består marken av befintlig kyrkogård, åkermark vid planerat utvidgningsområde samt väg och delar av fastigheter. Generellt lutar marken åt syd-sydväst och yttlig avrinning sker mot recipienten Aspen. Dagvatten som avleds via ledningssystem avleds idag mot recipienten Albysjön. I och med utbyggnaden av kyrkogården föreslås en ny utloppsledning anläggas med utlopp i Aspen som därmed i framtida situation blir recipient för dagvatten från kyrkogården.

Utförda flödesberäkningar visar ett ökat framtida flöde vid utvidgningsområdet och från GC-väg. För befintlig kyrkogård planeras ingen ombyggnation, men ett ökat framtida flöde som beror på att en klimatfaktor applicerats vid beräkningarna. Totalt behöver 178 m³ fördröjas inom planområdet, varav 67 m³ uppkommer från utvidgningsområdet, 23 m³ från befintlig kyrkogård och 88 m³ från väg och uppströms områden.

Utförda beräkningar visar att det framtida föroreningsinnehållet i dagvattnet kan förväntas öka inom utvidgningsområdet och planerad GC-väg. Detta föranleder att dagvattnet

renas inom planområdet. Årlig föroreningsbelastning från befintlig kyrkogård bedöms inte öka vid ett framtida scenario.

Framtida omhändertagande av dagvatten inom kyrkans mark består i ett ytligt system av dagvattenåtgärder med avledning i diken och rening i dammar inom kyrkans mark. För omhändertagande av väg och uppströms område planeras ett meandrande ytvattendike som avleds till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder. Efter rening och fördröjning föreslås avledning ut från fastigheten ske genom bräddning av det föreslagna dagvattensystemet som avslutas med en dagvattendamm via infiltrationsledning. Dagvattensystemet föreslås sedan att anslutas till en ny dagvattenledning som förläggs från kyrkogården till Aspen.

Sammantaget bedöms det att föreslaget system av dagvattenåtgärder har en väl tilltagen fördröjningskapacitet och kan fördröja framtida dagvatten från befintlig kyrkogård och utvidgningsområdet samt väg och uppströmsområden. Detta gör att det framtida dagvattenflödet ut från planområdet inte kommer att öka.

Utförda beräkningar visar på att det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder ger en god reduktion av föroreningsinnehållet i dagvattnet. Särskilt förorenande ytor utgörs av spolplatta samt parkeringar. Vid båda dessa förespråkas att dagvattnet leds till skelettjord med biokol och sedan till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder i stället för oljeavskiljare. Oljeavskiljare förespråkas inte vid spolplatta då detta anses vara ett sämre alternativ vad gäller möjlighet till både rening och fördröjning. Med planerad höjdsättning kan oljeavskiljare inte kopplas till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder.

För att rena dräneringsvatten från kistgravar har markbädd föreslagits. Markbädden har en god reduktion av patogener och näringsämnen. Renat dräneringsvatten från markbädden förslås ledas till dagvattensystemet som utgör en möjlighet till kompletterande rening av framför allt näringsämnen.

Utförda beräkningar visar att samtliga föroreningsmängder reduceras jämfört med dagens situation med föreslagen dagvattenhantering, med undantag för kvicksilver som indikerar en mindre ökning. Albysjön som idag tar emot dagvatten från den befintliga kyrkogården kommer få en reduktion av föroreningsbelastning när kyrkogården tar bort sin anslutning mot det befintliga systemet. Den framtida sammanlagda belastningen av fosfor i dagvatten beräknas till ca 1,4 kg/år. Detta kan jämföras med befintlig dagvattenbelastning på 3,2 kg/år. Föroreningsmängden av fosfor till recipienten Aspen minskar från 2,8 kg/år till 1,4 kg/år. Som helhet leder framtida situation därmed till en förbättring för Albysjön och Aspen.

Då åtgärdsförslaget för dagvatten innefattar en lokal öppen lösning med trögt flöde som tillåter rening är det i linje med kommunens dagvattenstrategi.

Det behöver säkerställas att uppströms avrinningsområde (via ledning 2 och trumma) vid detaljplaneområdets nordöstra gräns fortsatt leds förbi mot öster. Detta för att inte riskera erforderlig fördröjning eller rening i föreslagna dagvattenåtgärder inom detaljplaneområdet.

Den sammantagna bedömningen är att om föreslagna åtgärder vidtas kommer den planerade utvidgningen av kyrkogården inte försämra möjligheten för recipienten Aspen att uppnå god kemisk och god ekologisk status.

Innehåll

SAMMANFATTNING	1
1 UPPDRAG OCH SYFTE	4
2 OMFATTNING	5
3 UNDERLAG	6
3.1 Riktlinjer för dagvattenhantering.....	6
3.2 Samråd gällande dräneringsvatten	7
4 OMRÅDESBESKRIVNING	7
4.1 Markförhållanden och topografi.....	7
4.2 Grundvatten	8
4.3 Befintliga VA-anläggningar	8
4.4 Vattenskyddsområde	10
4.5 Recipient och statusklassning	10
4.6 Markavvattningsföretag.....	11
5 FÖRESLAGEN HANTERING AV DAG- OCH DRÄNERINGSVATTEN	11
5.1 Nytt utlopp dagvatten	11
5.2 Hantering av dagvatten.....	12
5.3 Hantering av dränvatten från gravområde	15
6 BERÄKNINGAR DRÄNVATTEN	16
6.1 Dimensionering av markbädd	16
7 BERÄKNINGAR DAGVATTEN	17
7.1 Befintlig och planerad markanvändning	17
7.2 Flöden.....	17
7.3 Fördröjningsvolym	19
8 FÖRORENINGAR	20
8.1 Dräneringsvatten från kistgravar.....	20
8.2 Dagvatten	21
8.2.1 Påverkan på Aspen	25
8.3 Sammanfattande bedömning av dag- och dräneringsvatten	26
9 SKYFALL	26
10 SLUTSATS	28

Bilaga 1 – Skiss åtgärdsförslag

Bilaga 2 – Befintlig och framtida markanvändning

Bilaga 3 – Uppströms områden

Bilaga 4 – Beskrivning av planerad markbädd

1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av Botkyrka församling har Bjerking AB anlåtts för att göra en drän- och dagvattenutredning i samband med pågående planarbete. Planen syftar till att möjliggöra utvidgning av begravningsplatser vid Botkyrka kyrkogård. Inom planområdet går del av St Botvids väg, där GC-väg planeras vid befintlig trottoar. Planområdet är markerat i figur 1 och en översikt hur den planerade utformningen ser ut kan ses i figur 2.

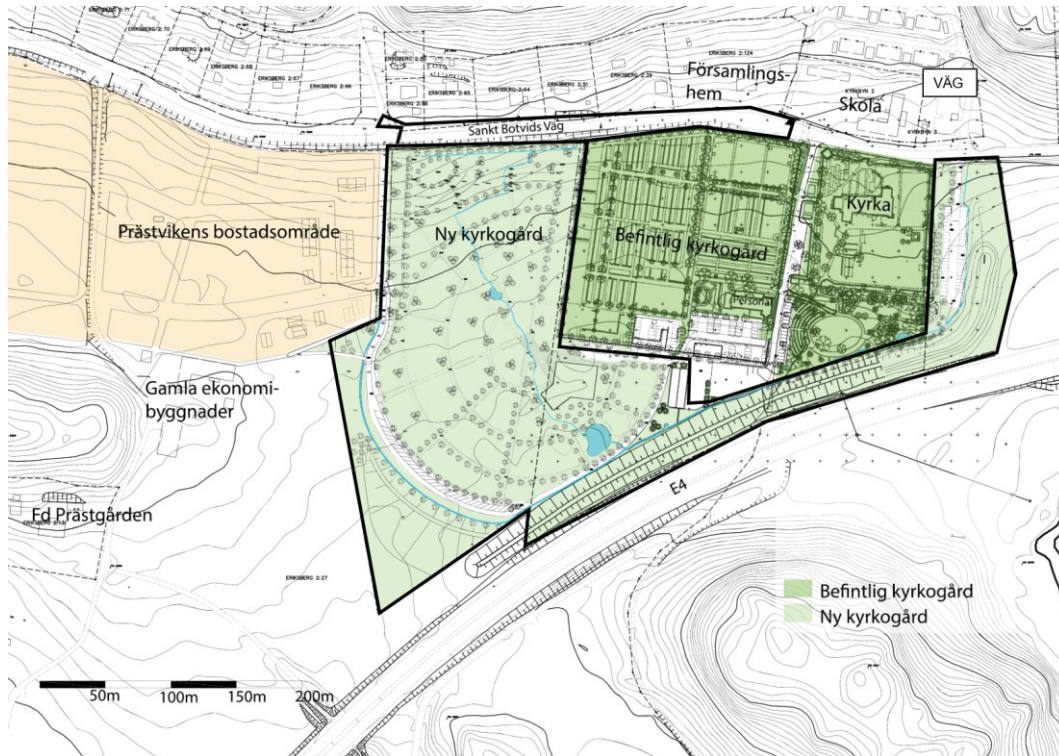
Syfte med uppdraget är att utreda:

- befintliga och framtida dagvattenförhållanden med avseende på flöden och föroreningar inom befintlig kyrkogård samt utvidgningsområde och vägområde inom detaljplanen.
- hur dräneringsvattnet kan omhändertagas inom utvidgningsområdet för kistgravar.
- hur dagvattnet kan omhändertas inom utvidgningsområdet.
- hur framtida dagvatten kan omhändertas vid ombyggnation av vägområdet.
- föreslagna drän- och dagvattenåtgärder för att bedöma planens påverkan på recipienten.

Denna handling består av tidigare rapporter *Dagvattenutredning Utvidgning av Botkyrka kyrkogård*, Bjerking daterad 2016-11-01 och *Kompletterande dagvattenutredning för utvidgningen av Botkyrka kyrkogård Bjerking* daterad 2019-04-10. Hopslagningen gjordes i maj 2019. En revidering av denna har senast skett under hösten 2021 efter synpunkter från länsstyrelsen samt kommunens miljö och VA-enhet. Under våren 2022 har ny utloppspunkt för dagvatten utretts och recipienten för dagvatten har ändrats till Aspen som en följd av resultatet från denna utredning.



Figur 1. Markering av planområdet i rött (bild från samrådshandling).



Figur 2. Översiktsbild över planområdet 2022-05-03, utbyggnad Botkyrka kyrkogård samt befintlig del av kyrkogården och väg.

2 Omfattning

Utredningen omfattar detalplaneområdet i figur 1 och behandlar följande:

För dagvatten:

- Beräkning av befintligt och framtida flöde
- Beräkning av volym som behöver fördröjas inom planområdet
- Beräkning av befintligt och framtida föroreningsinnehåll i dagvattnet
- Beräkning av rening i föreslagna åtgärder för framtida dag- och dräneringsvatten inom utvidgningsområdet
- Bedömning kring påverkan på recipient
- Förslag på ny dagvattenledning för avledning av dagvatten till recipienten Aspen

För dränvatten:

- Översiktlig beskrivning av markbäddens uppbyggnad och reningseffekt.
- Översiktligt redogöra för dragning av nya huvudledningar för dränering
- Föreslå lämplig storlek och plats för markbädd för dräneringsvatten från utvidgningsområdet
- Bedöma om dräneringsvatten från befintlig kyrkogård kan omhändertas i markbädd
- Beakta befintlig recipient och hur den eventuellt påverkas
- Samråd med bygg- och miljökontoret, avseende VA- och miljöfrågor
- Bedömning av föroreningsinnehåll i dräneringsvattnet före och efter rening i markbädd
- Förslag på rutiner för framtida kontrollprogram

3 Underlag

- VISS, Vatteninformationssystem Sverige
- SGU:s kartvisare
- Dagvattenstrategi Botkyrka kommun daterad 2012-11-22
- Svenskt Vattens publikation P 110 "Dimensionering av allmänna avloppsledningar" (2016)
- Svenskt Vattens Publikation P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering och analys av avloppssystem" (2011)
- Länsstyrelsens webb GIS med lager markavvattningsföretag
- Naturvårdsverkets webbkarta över områden med skyddad natur (<http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>)
- Riktvärdesgruppen "Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp" Februari 2009
- Riktlinjer för oljeavskiljare, SYVAB
- Befintligt VA och grundkarta från kommunen
- Svenskt Vatten Utveckling Rapport 2014-06 "Dräneringsvatten från begravningsplatser" P-A Camper, 2014
- Stråe, 2014. Miljökonsekvensbeskrivning för Järva begravningsplats, 2014-08-15
- VA-ritning 80746 T05 daterad 81-08-20 (PDF)
- Befintligt VA KM2012-120 (dwg)
- *Botkyrka kyrkogård - Utredning nytt utlopp för dagvatten mm*, Bjerking 2022-03-18

3.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Botkyrka kommun har tagit fram en strategi för hantering av dagvatten inom kommunen för att uppnå en robust och hållbar dagvattenhantering. Strategin fastställer bl.a. att dagvatten i första hand ska omhändertas lokalt så långt det är möjligt och att öppna lösningar för avledning av dagvatten ska föredras, där dagvatten kan rinna långsamt och renas. Nedan presenteras ett urval av mål och övergripande principer för dagvattenhanteringen.

Mål

- God vattenkvalitet i sjöar och vattendrag
- Höga estetiska värden i bebyggelsemiljöerna
- Synlig dagvattenhantering
- Inget dagvatten till avloppsreningsverk

Övergripande principer

- Naturlig vattenbalans ska eftersträvas och de naturliga grundvattennivåerna ska bibehållas
- Dagvatten ska tas omhand så nära källan som möjligt och så långt det är möjligt återföras till mark, sjöar och vattendrag utan att förorena dessa
- Förorening av dagvatten ska förebyggas redan vid källan och tillförseln av föroreningar till recipienter ska begränsas
- Dagvattenhanteringen ska vara klimatanpassad. Med det menas att dagvattenanläggningar ska planeras, dimensioneras och konstrueras så att de klarar av framtida förväntade klimatförändringar såsom skyfall
- Öppna dagvattenlösningar ska ses som en resurs som berikar bebyggelsemiljöerna och synliggör vattenprocesserna
- Lokalt omhändertagande och avrinning i öppna system ska prioriteras före ledningssystem
- Mängden dagvatten till ledningsnätet för spillvatten ska minska
- Avrinningen till ledningsnät eller omgivande mark ska inte öka efter exploatering

3.2 Samråd gällande dräneringsvatten

Enligt miljöbalken 9 kap2§ klassas vatten som avleds för avvattning av en begravningsplats som avloppsvatten och borde således ledas till det kommunala spillvattennätet. I detta fall består avvattningen i dränering av kistgravar och ska betraktas som en miljöfarlig verksamhet.

För hantering av framtida dräneringsvatten från kistgravar har markbädd föreslagits inom utvidgningsområdet. Markbädden planeras att utföras i likhet med befintlig markbädd vid Håjums begravningsplats i Trollhättan. Som ett led i föreliggande dag- och dränvattenutredning har studiebesök skett 2016-08-17 vid Håjums begravningsplats.

Förslag att använda markbädd i Botkyrka kyrkogård behöver förankras med Botkyrka kommun då avvattningen är att betrakta som en miljöfarlig verksamhet. Dess planerade läge ligger strax utanför sekundärt vattenskyddsområde för östra Mälaren.

I samband med detaljplanearbete skickas i september 2021 en ansökan om anläggningen av markbädd in till kommunens Miljöförvaltning.

4 Områdesbeskrivning

Botkyrka kyrka är beläget vid Sankt Botvids väg i den norra delen av Botkyrka kommun. Omgivande mark utgörs av bostadsområde i norr och grönområden mot öster och väster. Mot söder angränsas kyrkans mark av E4 Södertäljevägen.

4.1 Markförhållanden och topografi

Enligt SGU:s jordarts- och jorddjupskarta består marken inom planområdet av leriga jordar, se figur 3. Jorddjupet uppskattas variera mellan ca 10 och 20 m enligt SGU. Genomsläpplighetskartan redovisar att området generellt bedöms ha en låg genomsläpplighet av vatten.

Planområdet sluttar åt syd-sydväst. Marknivån varierar mellan ca + 32 och 27 m.

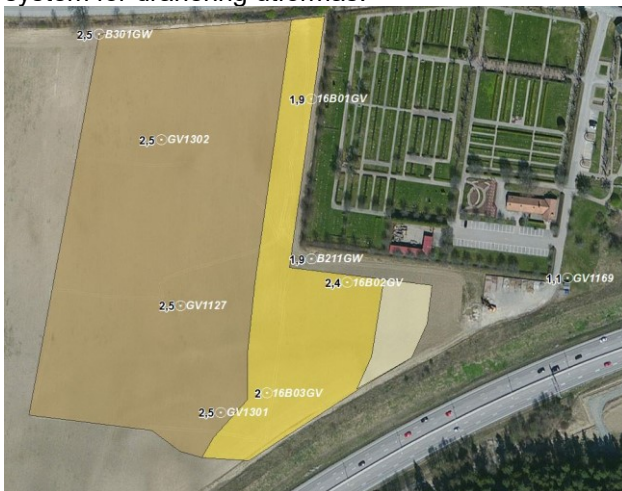


Figur 3. Jordarter inom det aktuella området (underlag från SGU:s kartvisare). Ungefärlig planområdesgräns visas med röd streckad linje.

4.2 Grundvatten

En hydrologisk utredning har tidigare skett inom utvidgningsområdet (Bjerking 2016). Utredningen undersökte grundvattenytans trycknivå och rekommenderade schaktdjup för att minimera risk för bottenuppträckning av leran. Resultatet visade på att de maximala grundvattentrycknivåerna i den norra delen av området är omkring tre meter under befintlig markyta medan de i det övriga utvidgningsområdet ligger på omkring 1 meter under befintlig markyta. Utifrån information om lerbottennivåer och grundvattentrycknivåer har en rekommendation för maximalt schaktdjup tagit fram. Utvidgningsområdet delades in i tre delområden där rekommenderat maximalt schaktdjup är 2,5 meter för område A, 2 meter i område B samt 1,5 meter i område C, se figur 4.

Den hydrologiska utredningen drog slutsatsen att om schaktarbeten utförs enligt rekommendation kommer ingen bortledning av grundvatten att ske till följd av arbetet. Infiltrering av ytvatten kan ske vid schakterna och utredningen rekommenderar att ett system för dränering utformas.

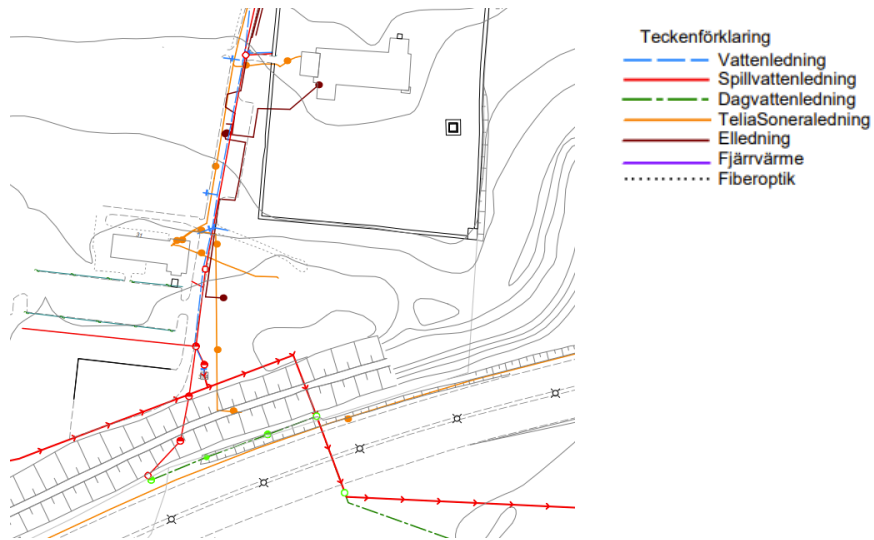


Figur 4. Ritning över delområde A, B och C i utvidgningsområdet (PM Hydrogeologi, Bjerking 2016).

4.3 Befintliga VA-anläggningar

Vatten- och avloppsledningarna inom befintlig kyrkogård finns redovisat dels som dwg (huvudledningarna) och i PDF-format, se Figur 5. Av underlaget och kontakt med kommun och beställare framgår följande:

- Dagvattenledningarna inom befintlig kyrkogård avleds söder ut mot E20/E4.
- Spillvatten från befintlig kyrka leds till det kommunala spillvattennätet. Kommunen har en pumpstation för spillvatten i fastighetens södra del.
- Pumpstationen har en bräddledning, vilken leder till en våtmark. Våtmarken ligger inom projekt Södra Porten vilket är beläget strax söder om planområdet på andra sidan E4:an (uppgifter från VA).
- Dränvatten från kyrkogården leds idag till kommunens pumpstation för spillvatten och därifrån vidare till Syvab (Himmerfjärdsverket) (uppgifter från beställare).
- Botkyrka kyrka får sitt bevattningsvatten från sjön Aspen. Pumphuset för bevattning finns i anslutning till sjön.

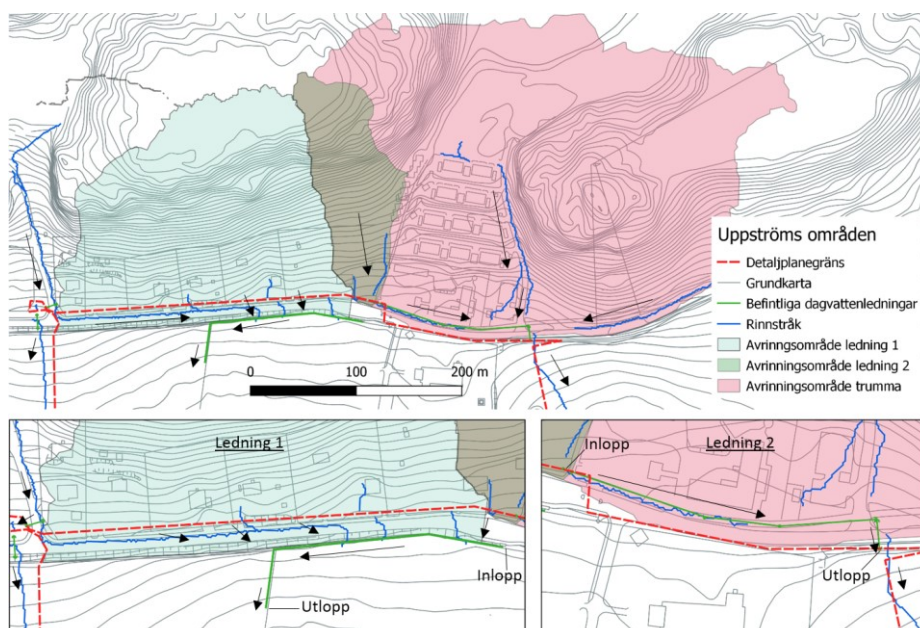


Figur 5. Utdrag från digitalt va-underlag som visar sträckning för bräddledning och avledande spillvattenledning.

Upströms områden

En befintlig dagvattenledning finns längs med kyrkogårdens norra gräns (kallad ledning 1), vilken leder dagvatten västerut mot jordbruksmarken. Denna bedöms avleda dagvatten från del av St Botvids väg, uppströms liggande fastigheter och skogsmark. För ledningens ungefärliga läge och bedömt avrinningsområde, se figur 6 och Bilaga 3.

Vid detaljplaneområdets nordöstra gräns finns en befintlig dagvattenledning (kallad ledning 2). Den bedöms avleda dagvatten från ca 1 ha skog och 0,3 ha fastighetsmark. Ledningen har sitt utlopp i trumma söder om St Botvids väg. Till trumma tillrinner ett område på ca 5,9 ha skog, 2,2 ha öppen mark och 1,5 ha fastigheter, se figur 6 och Bilaga 3. Eventuella dagvattenanläggningar inom avrinningsområdet är okänt. Efter utloppet bedöms detta vatten rinna vidare i rinnstråk strax utanför detaljplaneområdet.



Figur 6. Skiss över befintlig avledning av dagvatten från uppströms områden.

4.4 Vattenskyddsområde

Det aktuella planområdet ligger ca 2 km från Mälarens strandkant. Då Mälaren är en dricksvattentäkt har vattenskyddsområdet inrättats för att skydda råvattnets kvalitet. Skyddsområdet består av en primär och en sekundär zon. Den primära zonen utgör landområde 50 m från strandlinjen. Den sekundära zonen utgör område där antingen dagvatten eller direkt avrinning tillförs Mälaren.

Befintliga kyrkogård och utvidgningsområde ligger delvis inom vattenskyddsområdet, se figur 7.

Inom området finns inga dricksvattenbrunnar enligt uppgifter från Brunnsarkivet och heller ingen grundvattentäkt för dricksvattenförsörjning.



Figur 7. Planområdets läge (i rött) i förhållande till vattenskyddsområde för Mälaren, som markeras med blå skraffering.

4.5 Recipient och statusklassning

Största delen av det aktuella området ligger inom ett ytavrinningsområde där Aspen är recipient. En liten del av områdets östra del ligger inom ett ytavrinningsområde med Albysjön som recipient. Idag avleds dagvatten från vissa delar av kyrkogården via dagvattenledningar till Albysjön. Botkyrka kommun har under arbetes gång med denna dagvattenutredning gjort bedömningen att framtida avledning av allt dagvatten bör ske till Aspen, mer information om detta finns under Kapitel 5.1. Därmed blir Aspen i framtida situation ensam recipient för dagvatten från området.

Aspen är en grund lerslättsjö som är delad av en vägbank av motorvägen E4/E20. Sjön är delad i nordlig och sydlig del med en relativt smal och grund öppning mellan sjödelarna.

Statusklassning från 2021 fastslår att Aspen (SE656832-161545) har en **måttlig ekologisk status** och statusklassning från 2020 fastslår att Aspen uppnår **ej god kemisk status**, se tabell 1.

Ämnen som inte uppnår god kemisk status är kvicksilver, PBDE och PFOS. För kvicksilver och PBDE finns undantag om mindre stränga krav på grund av att halterna bedöms överskridas i samtliga vattenförekomster. För PFOS finns en tidsfrist att nå miljökvalitetsnormerna till 2027. Utslagsgivande för den ekologiska klassningen är miljögifter samt övergödning.

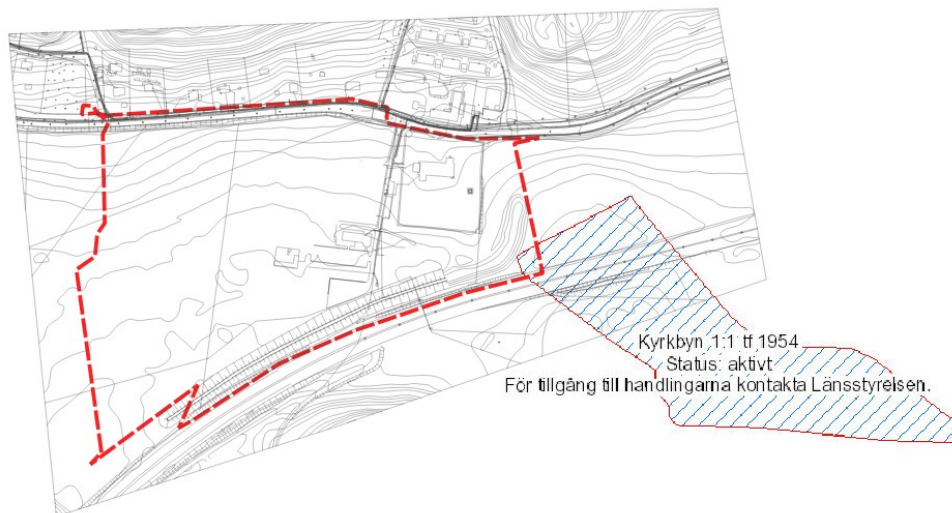
Tabell 1. Statusklassning av vattenförekomsten Aspen enligt VISS.

Vattenförekomst: Aspen (SE656832-161545)					Datum	
Ekologisk:	Dålig	Otillfredsställande	Måttlig	God	Hög	
Status	X					2021-05-04
Kvalitetskrav					X	2021-12-20
Kemisk:	Uppnår ej god		God			
Status	X					2020-03-27
Kvalitetskrav			X ¹			2021-12-20

¹ Mindre stränga krav för PBDE samt kvicksilver. Tidsfrist till 2027 för PFOS.

4.6 Markavvattningsföretag

Strax intill planområdet finns ett markavvattningsföretag, Kyrkbyn 1:1, aktivt sedan 1954, se figur 8. Länsstyrelsen har ingen vidare information om markavvattningsföretaget, utan detta kan hämtas hos Stadsarkivet.



Figur 8. Utdrag över markavvattningsföretag intill planområdet (Länsstyrelsen Stockholm). Planområdets ungefärliga läge visas i röd streckad linje.

5 Föreslagen hantering av dag- och dräneringsvatten

5.1 Nytt utlopp dagvatten

Idag har kyrkogården en anslutning till en dagvattenledning som avleds söder ut mot E4/E20 och enligt utförd rörenspektion avleds dräneringsvatten till kommunens spillvattenledning. Då det under utredningsarbetet har uppdagats att kyrkans dagvattenledning ansluter till en bräddledning från kommunens pumpstation för spillvatten, som leder till mark norr om motorvägen ägd av Botkyrka kommun (Eriksberg 2:1), bedömer kommunen att framtida avledning av dagvatten istället behöver ske väster ut till recipienten Aspen.

En separat utredning av det nya utloppet har utförts. Utredningen förslår att en ny dagvattenledning förläggs från Botkyrka kyrkogård över åkermarken väster om området med utlopp i Aspen, se figur 9 samt Bilaga 5. Ledningens placering har tagits fram med hjälp av höjdkurvor samt höjdmodell från analysverktyget ScalgoLive. Marknivåer från

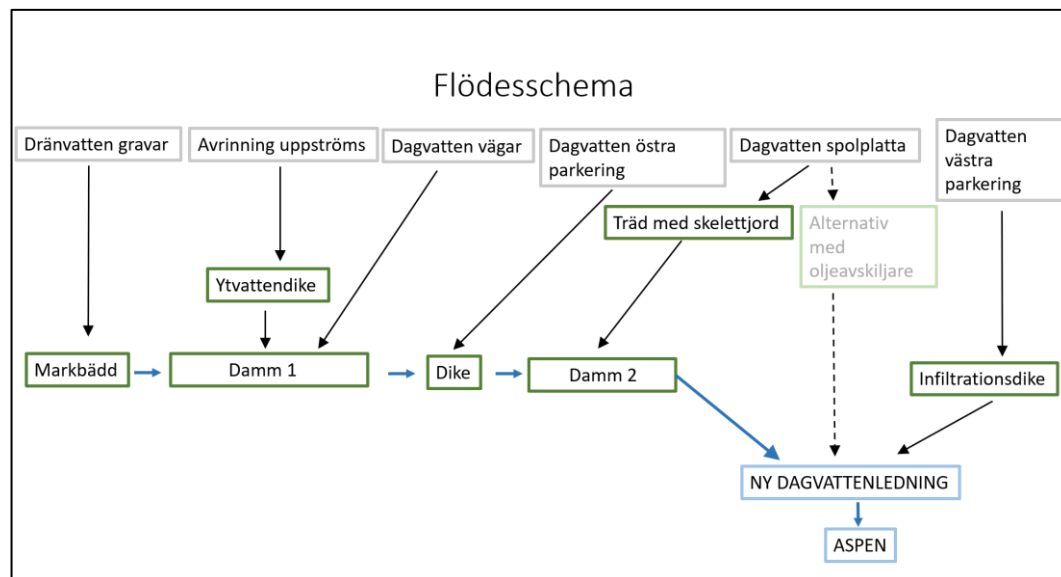
Scalgo baseras primärt på Lantmäteriets markhöjdmodell, grid 1+. Exakt ledningssträcka kommer behöva detaljprojekteras i kommande skeden.



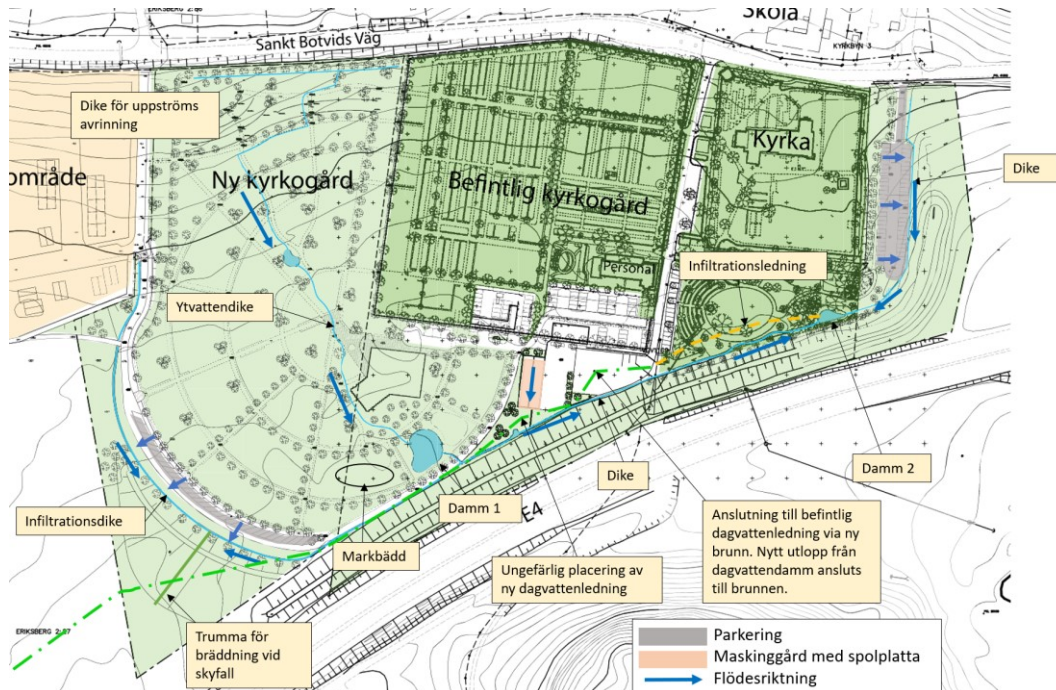
Figur 9. Förslagen placering av ny utloppsledning för dagvatten från Botkyrka kyrkogård.

5.2 Hantering av dagvatten

Vid befintlig kyrkogård, där ingen ombyggnation planeras, föreslås ingen förändring vad gäller dagvattenhanteringen. Inom utvidgningsområdet föreslås hantering av dagvatten i ett system av dagvattenåtgärder, enligt flödesschema i figur 10. Figur 11 redovisar var föreslagna åtgärder placeras.



Figur 10. Flödesschema för föreslagna åtgärder för omhändertagande av dag- och dräneringsvatten.



Figur 11. Skiss över föreslaget system av dagvattenåtgärder inom planområdet.

För att omhänderta dagvatten från både hårdgjorda ytor och avrinning från grönytor inom utvidgningsområdet har ett system av öppna lösningar föreslagits. Systemet innefattar att dagvatten avleds via diken och därefter leds för omhändertagande i någon av de två dammarna (damm 1 och damm 2) som föreslagits, se flödesschema i figur 10 och skiss i figur 11 samt Bilaga 1. De två dammarna är sammankopplade via ett 220 meter långt dike.

Efter rening och fördröjning i föreslagna åtgärder behöver dagvatten kunna avledas från fastigheten. Avledning föreslås ske genom bräddning av damm 2 via infiltrationsledning. Bedömningen är att damm 2 är dimensionerad och bräddutloppet placerat på så vis att dagvatten i första hand ska få möjlighet att infiltrera. Vid händelse av större regn där marken är mättad och flödet för stort för infiltration bräddar infiltrationsledningen från damm 2 till den nya dagvattenledningen som leder till Aspen.

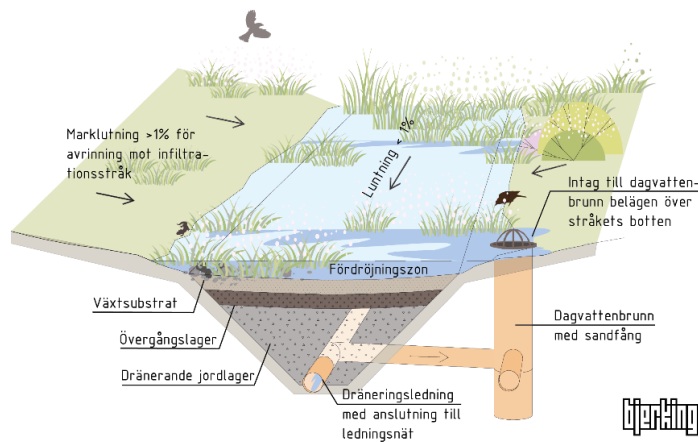
Val av öppna gröna lösningar medför ett robustare system gentemot större regn och översvämningar samt goda möjligheter till rening i både diken och dammar innan det leds vidare till recipienten, i linje med Botkyrka kommuns dagvattenstrategi.

Parkeringsplatser

Två parkeringar planeras inom det nya området, en i väst och en i öst.

Ett dike anläggs längs med den östra parkeringen, vilket leder vidare parkeringsvattnet till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder. Parkeringen anläggs med svag lutning så att dagvattnet ytligt avrinner till diket.

För den västra parkeringen avleds dagvatten till ett infiltrationsdike, ett gräsklätt dike med ett underliggande makadamlager, se principskiss i figur 12. Flödet från parkeringen kan inte avledas till dagvattendammarna varför ett infiltrationsdike föreslås som har en bättre reningsförmåga än ett vanligt gräsdike.



Figur 12. Exempel på gräsbeklätt makadamdike/infiltrationsstråk (Illustration: Bjerking AB).

Om dagvatten från parkeringsytor renas och fördröjs i det föreslagna dagvattensystemet genomgår det en god rening. Med hänsyn till att nyttjandegraden av parkeringen sannolikt inte kommer vara särskilt hög bedöms oljeavskiljare inte vara nödvändig vid parkeringsplatser. Dock föreslås det, i syfte att minska dagvattenflödet, att ca 50 % av parkeringsytan anläggs med genomsläpplig beläggning.

Maskinhall med spolplatta

Ny maskinhall med spolplatta kommer att uppföras och den gamla spolplattan tas ur bruk och rivs. Ett alternativ är att förse den nya spolplattan med en oljeavskiljare för att rena olja och metaller från spolplattan. Oljeavskiljaren behöver sedan anslutas till den nya dagvattenledning som leder till Aspen. Detta då oljeavskiljaren skulle vara nedsänkt i marken är det inte möjligt att leda utgående vatten till det föreslagna diket eller damm 2 utan pumplösning.

Ett annat alternativ är att anlägga träd med skelettjord och biokol för reducering av olja och övriga föroreningar från spolplattan. Med en sådan anläggning är det möjligt att ansluta flödet ut från skelettjorden till föreslaget dike och damm 2 för ytterligare rening. Med detta uppnås även en fördröjning av dagvatten från maskinhall med spolplattan.

Enligt schablonvärden i StormTac är reningseffekten för olja 85 % i lamelloljeavskiljare och 80 % i oljeavskiljare. Reducering av andra föroreningar är osäkert i programmet, reningseffekter mellan 0 och 20 % har uppskattats i StormTac (se tabell 11). För skelettjordar utan biokol anges reningseffekter på 85 % för olja och 55–90 % för andra föroreningar (StormTac). Om biokol tillförs skelettjorden ökar reningseffekten ytterligare. Erfarenheter i gatumiljö har påvisat att träd klarar föroreningstillförseln från dagvatten så länge träden får vatten och näring. Dock kan en något högre belastning förväntas i dagvatten från spolplatta.

Utifrån både renings- och fördröjningssynpunkt föreslås dagvatten från spolplattan ledas till skelettjord och sedan vidare till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder.

St Botvids väg och uppströms område

Längs med kyrkogårdens norra gräns finns idag en befintlig ledning som avleder del av St Botvids väg och uppströms områden västerut till jordbruksmarken, se figur 6.

Framtida hantering av detta vatten planeras genom dike längs med kyrkogårdens norra gräns, som går ut till ett meandrande dike genom utvidgningsområdet (benämnt som ytvattendike). Det meandrande diket ansluter till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder, se figur 11 och Bilaga 1.

5.3 Hantering av dränvatten från gravområde

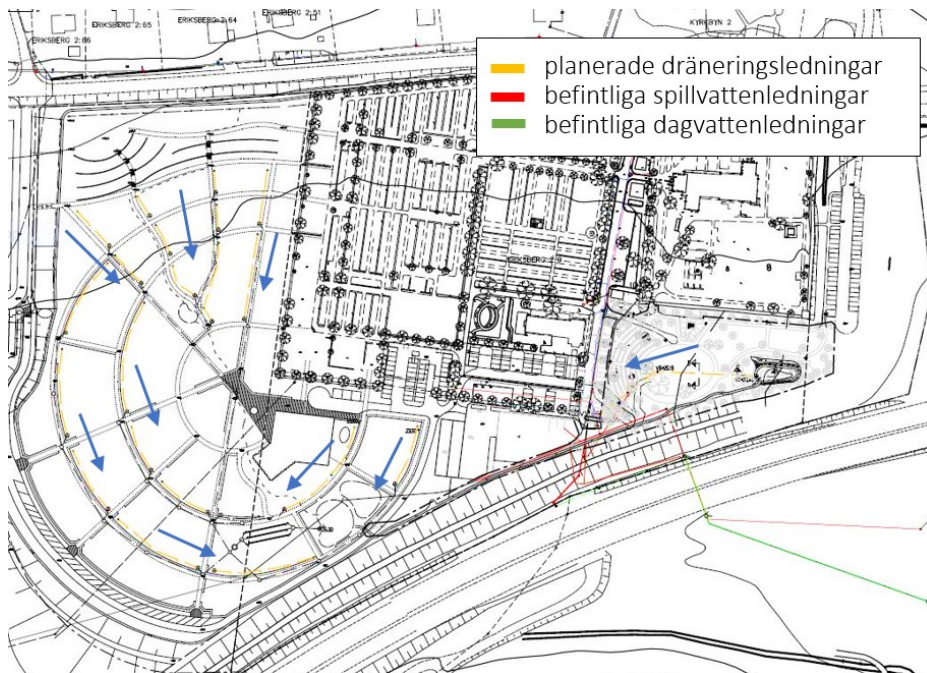
Den planerade utvidgningen utgörs av ca 4,7 ha gravområde. För att omhänderta dräneringsvatten från kistgravar vid utvidgningsområdet har markbädd föreslagits som åtgärd, med den anlagda markbädden vid Håjums begravningsplats som förlaga. För vidare beskrivning av markbäddens uppbyggnad, funktion och rening, se Bilaga 4.

Utgående renat vatten från markbädden föreslås ledas vidare till föreslagna dagvattenåtgärder, se flödesschema i figur 10. Detta då utgående vatten från markbädden kan anses vara tillräckligt rent med hänsyn till bla patogener samtidigt som dagvattensystemet tillåter vidare reduktion av föroreningar.

Dräneringsledningar

För att leda dräneringsvatten från de nya urn- och kistgravsområdena till markbädden planeras ett separat ledningssystem, se figur 13 och Bilaga 4. Dräneringsvatten leds via en pumpstation till markbädden. Flera av dräneringsledningarna har ventiler vilket gör att man kan stänga av de ledningar som är dragna på områden som inte behöver dräneras och därmed reducera flödet.

Dräneringsvatten från befintlig kyrkogård leds idag till kommunens spillvattennät. Framöver planeras även delar av det befintliga dräneringsvattnet att ledas till planerad markbädd. Detta bedöms utifrån reningssynpunkt vara mest fördelaktigt inom områden där nya gravsättningar är möjliga. Anslutning av befintliga dräneringsledningar till planerad markbädd bedöms utifrån höjder vara möjligt.



Figur 13. Förslag till nya huvudledningar för dränering (dragning i gult). Flödesriktningen för dessa redovisas i grova drag med blå pilar. Observera att samtliga befintliga VA-ledningar ej syns i denna figur.

6 Beräkningar dränvatten

6.1 Dimensionering av markbädd

Markbädd för den nya begravningsplatsen har översiktligt utformats och dimensionerats enligt Naturvårdsverkets Allmänna Råd 91:2, Rening av hushållsspillvatten. 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).

Markbäddens ytbehov har uppskattats i beräkning nedan. Beräkningen är en medveten överskattning av ytbehovet.

Ny begravningsplats: etapp 1

Area: 24 800 m²
 Dränvattenavrinning: 0,03 l/s, ha
 Belastning markbädd Q_a : 50 l/m², d

Beräkningar:

$$Q_{max, drän} = A(ha) \times Q_{drän} \times 86400s = \text{xxl/dygn}$$

$$Q_{max, drän} = 2,48 \times 0,03 \times 86400 = 6428 \text{ l/dygn}$$

$$Q_{bf} = Q_{max, drän} + Q_{max, spill} \approx 6428 + 0 = 6428 \text{ l/dygn} = 6,43 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Erforderlig total yta} = \frac{Q_{bf}}{Q_a} = \frac{6428}{50} \text{ m}^2 \approx 128,6 \approx 130 \text{ m}^2$$

Markbäddens storlek för etapp 1 behöver vara ca 130 m² stor.

Befintlig begravningsplats: etapp 2

Area: 21 370 m²
 Dränvattenavrinning: 0,03 l/s, ha
 Belastning markbädd Q_a : 50 l/m², d

Beräkningar:

$$Q_{max, drän} = A(ha) \times Q_{drän} \times 86400s = \text{xxl/dygn}$$

$$Q_{max, drän} = 2,137 \times 0,03 \times 86400 = 5539 \text{ l/dygn}$$

$$Q_{bf} = Q_{max, drän} + Q_{max, spill} \approx 5539 + 0 = 5539 \text{ l/dygn} = 5,54 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Erforderlig total yta} = \frac{Q_{bf}}{Q_a} = \frac{5539}{50} \text{ m}^2 \approx 111 \text{ m}^2$$

Markbäddens storlek för etapp 2 behöver vara ca 111 m² stor.

Slutsats:

En markbädd på 241 m² erfordras för att rena dräneringsvattnet från kistgravarna för etapp 1 och 2.

7 Beräkningar dagvatten

7.1 Befintlig och planerad markanvändning

Den befintliga kyrkogården, där ombyggnation inte planeras, består av kyrka, asfalterade gångvägar, infart, parkering samt till största delen av gräsbeklätt gravområde med kist- och urngravar.

Den aktuella marken vid utvidgningsområdet består idag av jordbruksmark med odling av olika grödor, bla. höstvetete och raps.

Framtida markanvändning inom utvidgningsområdet utgörs av område med kistgravar och tillhörande gångytor, parkering, ceremonibyggnad och maskinhall med spolplatta, se illustrationsskiss i figur 2 samt tabell 2.

I norra delen av detaljplaneområdet finns St Botvids väg och del av bostadsfastigheter. Norr om dessa fastigheter finns brantare skogsområde beläget. Dessa uppströmsområden avrinner till vägen ned på St Botvids väg, se figur 6 och Bilaga 3. Framtida markanvändning innefattar att trottoaren längs med vägens norra kant byggs om till GC-väg.

För skiss av befintlig och framtida markanvändning, se Bilaga 2.

Tabell 2. Sammanställning av markanvändning (ha) och avrinningskoefficienter före och efter utbyggnationer.

Markanvändning begravningsplats	Avrinningskoeff. ψ	Befintligt (ha)	Framtida (ha)
Jordbruksmark	0,1	5	0
Kyrkogård	0,1	5	10
Reducerad avrinningsyta befintlig kyrkogård och utvidningområde (ha_{red})		2,2	1,8
St Botvids väg (ÅDT 1000)	0,8	0,23	0,23
Gångväg/GC-väg	0,8	0,07	0,25
Villafastigheter (stora, något branta)	0,3	1,65	1,47
Skog (brantare)	0,15	2,59	2,59
Slänt	0,4	0,19	0,19
Reducerad avrinningsyta väg och uppströms områden (ha_{red})		1,18	1,28

7.2 Flöden

Beräkningar av flöden (l/s) och årsvolym (m³/år) har utförts i modellverktöget StormTac. Flödesberäkningarna är genomförda för ett 20-årsregn för dagens scenario och ett framtida scenario. Framtida scenario är beräknade med klimatfaktor 1,25 i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110.

Beräkningen har delats upp i befintlig kyrkogård, där ingen ombyggnation planeras, och utvidgningsområdet för att tydliggöra hur omvandling av marken inom utvidgningsområdet påverkar dagvattenflöden. Därtill har flöden från väg och uppströms områden utförts.

Rinnhastighet är generellt 0,1 m/s för mark och 0,5 m/s för diken och rännsten. För jordbruksmark bedöms hastigheten vara något högre än för mark pga. eventuella diken och att marken har en viss lutning och är därför satts till 0,2 m/s. För begravningsplats har rinnhastigheten 0,5 m/s valts. För kyrkogård och utvidgningsområde har därför rinnhastighet 0,35 m/s valts för befintligt scenario och för framtida scenario har

rinnhastigheten 0,5 m/s valts. Rinnsträckan har satts till 500 m för båda scenarier. För väg har rinnsträckan ansatts till 1 m/s och för uppströms fastigheter och skog till 0,15 m/s. Rinnsträckan längs vägen och uppströms område är båda ca 200 m.

I tabell 3 redovisas beräknade flöden för befintlig kyrkogård och utvidgningsområdet samt för väg och uppströms område. Beräkningar med de redovisade antagandena visar att framtida dimensionerande flöden inom planområdet förväntas öka.

Tabell 3 Årsvolymer och flöden för befintligt och framtida scenario för planområdet.

Dagvatten befintlig kyrkogård		Scenario		
		Befintligt	Framtida utan klimatfaktor	Framtida med klimatfaktor
Tot, avrinning, årsmedel	m ³ /år	10 000	10 000	10 000
Tot, avrinning, årsmedel	l/s	0,32	0,32	0,32
Medelavrinning	l/s	2,7	2,7	2,7
Dim, flöde 20-årsregn	l/s	110	110	130
Dagvatten utvidgningsområde		Scenario		
		Befintligt	Framtida utan klimatfaktor	Framtida med klimatfaktor
Tot, avrinning, årsmedel	m ³ /år	12 000	10 000	10 000
Tot, avrinning, årsmedel	l/s	0,39	0,32	0,32
Medelavrinning	l/s	1,5	2,7	2,7
Dim, flöde 20-årsregn	l/s	58	110	130
Dagvatten väg och uppströms områden		Scenario		
		Befintligt	Framtida utan klimatfaktor	Framtida med klimatfaktor
Tot, avrinning, årsmedel	m ³ /år	9 300	9 800	9 800
Tot, avrinning, årsmedel	l/s	0,30	0,31	0,31
Medelavrinning	l/s	3,2	3,4	3,4
Dim, flöde 20-årsregn	l/s	210	232	290
Dagvatten Totalt		Scenario		
		Befintligt	Framtida utan klimatfaktor	Framtida med klimatfaktor
Tot, avrinning, årsmedel	m ³ /år	31 300	29 800	29 800
Tot, avrinning, årsmedel	l/s	1,01	0,95	0,95
Medelavrinning	l/s	7,4	8,8	8,8
Dim, flöde 20-årsregn	l/s	378	452	550

Inom utvidgningsområdet består flödesökning av ökad hårdgöring. Dock ses en framtida minskning av årsavrinningen. Inom befintlig kyrkogård består ökning av applicerad klimatfaktor. För väg och uppströms område består ökningen i en något ökad hårdgöring då befintlig trottoar utökas till GC-väg samt i applicerad klimatfaktor.

7.3 Fördröjningsvolym

Den ökade volymen dagvatten behöver fördröjas inom planområdet. För att inte öka det dimensionerande flödet för ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25 behöver totalt **67 m³** fördröjas inom utvidgningsområdet. Motsvarande fördröjningsvolym för befintlig kyrkogård uppgår till **23 m³** och består i den klimatfaktor som applicerats på framtida flöde. För väg och uppströmsområden behöver totalt **88 m³** fördröjas för att inte öka det framtida flödet ut från planområdet. Ökningen består både i ökad hårdgjord yta då befintlig trottoar utökas till GC-väg samt den klimatfaktor som appliceras vid framtidsscenario.

Tillgängliga fördröjningsvolym i de två föreslagna dammarna och det sammankopplade diket har uppskattats i StormTac och uppgår till **351 m³**. Antagande kring åtgärdernas area och djup beskrivs i tabell 4. Djup på de två dammarna har uppskattats till 1 m respektive 0,5 meter, detta kan komma att modifieras. Maximalt djup för dammkonstruktioner är 2 m baserat på den utförda hydrogeologiska undersökningen. Dikets djup har uppskattats till 0,3 m. Djupen har satts för att snarare ge en underskattning än en överskattning av fördröjning och rening. I nuläget kan djupen ses som en minimigräns för att uppnå den beräknade reningen.

Med föreslagna åtgärder (damm 1, dike och damm 2) kan det ökade flödet från utvidgningsområdet med god marginal fördröjas. Utöver detta sker fördröjning även i de diken (ytvattendike och diken vid parkeringar) som leder till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder.

I och med att fördröjningsvolymen i det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder vid utvidgningsområdet är betydligt större än erforderlig total fördröjningsvolym, kan de ytterligare 23 m³ för befintlig kyrkogård fördröjas inom utvidgningsområdet.

Fördröjningskapaciteten i det ytvattendiket, som fortsatta ska hantera dagvatten från St Botvids väg och uppströms områden, har uppskattats till ca 125 m³. Resterande fördröjningsvolym från vägområdet och uppströms område med fastigheter och skog kan inrymmas i de dagvattenåtgärder som ytvattendiket avleds till. Fördröjningen i infiltrationsdiket som föreslås i väst skapar en tillgänglig fördröjningsvolym på cirka 54 m³ med föreslagen utformning enligt tabell 4.

Sammantaget bedöms det att föreslaget system av dagvattenåtgärder har kapacitet att fördröja framtida dagvatten från befintlig kyrkogård och utvidgningsområdet samt väg och uppströmsområden, vilket gör att det framtida flödet ut från planområdet inte kommer att öka.

Tabell 4. Beräknade utjämningsvolymmer för det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder.

Anläggning	Fördröjning (m ³)	Antagna dimensioner
Ytvattendike (väg och uppströms område)	125	500 m * 1 m bredd * 0,5 m djup, antaget 1:2 lutning
Damm 1	260	378 m ² * 1 m djup
Dike	33	220 m * 1 m bredd * 0,3 m djup, antaget 1:2 lutning
Damm 2	64	153 m ² * 0,5 m djup
Infiltrationsdike	54	200 m * 1 m bredd * 0,3 m djup Underliggande makadamlager 200 m * 1 m bredd * 0,5 m djup * 0,4 m bottenbredd
<i>Totalt</i>	536	

8 Föroreningar

8.1 Dräneringsvatten från kistgravar

Erfarenheter från undersökningar och provtagningar utförda på dräneringsvatten från kistgravar visar generellt på höga halter av fosfor och förekomst av patogener men låga halter av metaller. Urlakning av patogener är kopplad till nedbrytning och är som högst de två första åren efter gravsättningen (Camper, 2014). 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.

Kistgravar inom utvidgningsområdet

Dagvattenberäkning som utförts i StormTac behandlar inte innehållet av patogener och föroreningar i dräneringsvattnet.

Inom den aktuella platsen har bedömning av föroreningsinnehåll i dräneringsvatten och rening i markbädd baserats på erfarenheterna från Håjums begravningsplats. Metodik för uppskattning av fosforbelastning har gjorts enligt Miljökonsekvensbeskrivning för Järva begravningsplats (Stråe, 2014).

Utifrån detta bedöms framtida metallhalter i dräneringsvattnet från planerat område med kistgravar även bli låga.

För patogener har en meters avstånd från kistbotten till grundvattnet rekommenderats för att utesluta risk för smittspridning. I detta fall kommer gravar att anläggas enligt rekommenderat schaktdjup i hydrologisk utredning (Bjerking, 2016) och därför inte komma i kontakt med grundvattnet. Samtidigt dräneringsvatten kommer således att ledas till markbädden, där reduktion kan ske. Risken för spridning av patogener till grund- och ytvatten bedöms därför vara mycket liten.

För fosfor, där halterna kan förväntas bli förhöjda har en uppskattning av årliga mängder som tillförs den aktuella markbädden beräknats, se beräkning i Bilaga 4. Resultatet är en årlig belastning av fosfor på 5,5 kg in till markbädden. Efter rening uppskattas den årliga mängden ut från markbädden till 1,4 kg fosfor.

8.2 Dagvatten

Mängder och halter av föroreningar som är vanligt förekommande i dagvatten har beräknats utifrån schablonvärden i modellverktyget StormTac (v22.2.2). Beräkningarna har utförts för utvidgningsområdet vid befintlig och planerad markanvändning samt med och utan reningsåtgärd. Därefter har den totala föroreningsbelastningen från både befintlig kyrkogård och utvidgningsområde efter rening beräknats. Inom befintlig kyrkogård förväntas ingen framtida förändring av föroreningsbelastning. Årlig föroreningsbelastning från befintlig kyrkogård bedöms inte öka vid ett framtida scenario. Då nya gravsättningar inom befintlig kyrkogård är relativt få sett till dess total bedöms framtida föroreningsbelastning för denna yta vara oförändrad. I beräkningarna renas inte detta dagvatten.

Beräkningarna baseras på årsvolymer av avrinning, där volymavrinningskoefficienter och korrigerad årsmedelnederbörd på 636 mm/år för Stockholmsområdet beaktas.

Innan rening

Utförda beräkningar av föroreningsinnehåll inom utvidgningsområdet visar på en framtida minskning av näringsämnen, bly och suspenderade ämnen, se tabell 5. Hur stor dagens belastning är beror på en rad faktorer kring hur jordbruksmarken brukas och de beräknade värdena ska användas med försiktighet. Dock bedöms minskningen av framför allt näringsämnen vara betydande. Årliga mängder av övriga beräknade metaller, olja och benso(a)pyren (BaP) bedöms öka.

Utförda beräkningar för väg och uppströms område, se tabell 6, visar ingen genomgående ökning av halter. Förändringar ligger inom schablondatans mätosäkerhet som är 20 %. Vad gäller föroreningsmängder ses liknande resultat. Utifrån detta bedöms planerad byggnation av GC-väg ge en liten påverkan på föroreningsinnehållet i dagvattnet, se tabell 6.

Tabell 5. Föroreningshalter i dagvatten från utvidgningsområdet vid befintlig och framtida markanvändning utan reningsåtgärder. Fetmarkerade halter är halter högre än för befintlig situation. Gröna pilar visar mängder för planerad markanvändning som understiger mängder för befintlig markanvändning och röda pilar visar mängder som ökar.

Dagvatten utvidgningsområde	Enhet	Koncentration		Mängder		
		Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Befintlig markanvändning kg/år	Planerad markanvändning kg/år	Förändring
P – Fosfor	µg/l	160	56	2,0	0,47	▲
N – Kväve	µg/l	3 900	1 100	48	9,4	▲
Pb – Bly	µg/l	7,0	5,9	0,085	0,050	▲
Cu – Koppar	µg/l	12	18	0,15	0,15	—
Zn – Zink	µg/l	20	34	0,25	0,28	▶
Cd – Kadmium	µg/l	0,10	0,18	0,0012	0,0015	▶
Cr – Krom	µg/l	2,3	3,2	0,029	0,027	▲
Ni - Nickel	µg/l	1,5	2,4	0,019	0,020	▶
Hg- Kvicksilver	µg/l	0,0060	0,013	0,000073	0,00011	▶
Susp. ämnen	mg/l	74	47	900	390	▲
Olja	mg/l	0,18	0,23	2,3	2,0	▲
BaP	µg/l	0,0071	0,010	0,000087	0,000084	▲

Tabell 6. Föreningshalter i dagvatten från väg och uppströms områden vid befintlig och framtida markanvändning utan reningsåtgärder. **Fetmarkerade** halter är halter högre än för befintlig situation. Gröna pilar visar mängder för planerad markanvändning som understiger mängder för befintlig markanvändning. Röda pilar visar mängder för planerad markanvändning som ökar jämfört med befintlig markanvändning.

Dagvatten väg och uppströms område	Enhet	Koncentration		Mängder		
		Befintlig mark-användning	Planerad mark-användning	Befintlig mark-användning kg/år	Planerad mark-användning kg/år	För-ändring
P – Fosfor	µg/l	82	79	0,87	0,87	—
N – Kväve	µg/l	930	980	9,8	11	→
Pb – Bly	µg/l	5,1	4,8	0,053	0,053	—
Cu – Koppar	µg/l	11	12	0,11	0,13	→
Zn – Zink	µg/l	34	31	0,36	0,35	↙
Cd – Kadmium	µg/l	0,24	0,24	0,0025	0,0026	→
Cr – Krom	µg/l	4,5	4,7	0,048	0,052	→
Ni - Nickel	µg/l	4,6	4,5	0,048	0,050	→
Hg- Kvikksilver	µg/l	0,019	0,022	0,00020	0,00024	→
Susp. ämnen	mg/l	29	27	300	290	↙
Olja	mg/l	0,29	0,33	3,1	3,7	→
BaP	µg/l	0,023	0,022	0,00025	0,00024	↙

Efter rening

Reningseffekten för det föreslagna systemet av dagvattenåtgärderna har beräknats i StormTac, erhållna reningseffekter redovisas i tabell 7. Halter och mängder i dagvatten från utvidgningsområde efter rening presenteras i tabell 8. Beräkningarna baseras på att största delen av utvidgningsområdet renas i en seriekopplad anläggning av damm-dikedamm. Den västra parkeringen och del av kyrkogården i den västra delen har beräknats med rening i infiltrationsdike. Efter rening i föreslagna åtgärder ses en minskning av föroreningsinnehållet i dagvattnet från utvidgningsområdet, se tabell 8.

Tabell 7. Beräknad reningseffekt för ytvattendike samt det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder.

Reningseffekt (%)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Dike och ytvattendike för uppströms dagvatten	0 ¹	10	33	15	23	16	20	28	6	35	71	7,6
Åtgärder i serie (damm 1, dike och damm 2)	63	61	95	91	92	81	93	78	73	93	89	42
Infiltrationsdike	57	49	82	67	82	78	54	76	58	78	71	82

¹Ingen rening pga minsta möjliga utloppshalt har påverkat beräknad effekt i StormTac.

Tabell 8. Föroreningshalter och -mängder i dagvatten från utvidgningsområdet vid befintlig och framtida markanvändning med reningsåtgärder. **Fetmarkerade** halter är halter högre än för befintlig situation.

Dagvatten utvidgnings-området	Enhet	Koncentration		Mängder		
		Befintlig mark-användning	Planerad mark-användning Efter rening	Befintlig mark-användning kg/år	Planerad mark-användning Efter rening kg/år	För-ändring
P – Fosfor	µg/l	160	21	2,0	0,18	▲
N – Kväve	µg/l	3 900	460	48	3,9	▲
Pb – Bly	µg/l	7,0	0,48	0,085	0,0040	▲
Cu - Koppar	µg/l	12	2,3	0,15	0,019	▲
Zn - Zink	µg/l	20	3,5	0,25	0,029	▲
Cd - Kadmium	µg/l	0,10	0,035	0,0012	0,00030	▲
Cr - Krom	µg/l	2,3	0,51	0,029	0,0042	▲
Ni - Nickel	µg/l	1,5	0,54	0,019	0,0045	▲
Hg- Kviksilver	µg/l	0,0060	0,0040	0,000073	0,000034	▲
Susp. ämnen	mg/l	74	4,4	900	37	▲
Olja	mg/l	0,18	0,035	2,3	0,29	▲
BaP	mg/l	0,0071	0,0048	0,000087	0,000040	▲

Efter rening från uppström område ses att samtliga mängder minskar med undantag för Kviksilver som har en liten ökning. Den totala föroreningsbelastningen från både befintlig kyrkogård och utvidgningsområde samt väg och uppströms område efter rening redovisas i tabell 9.

Tabell 9. Föroreningshalter och -mängder i dagvatten från väg och uppströms område vid befintlig och framtida markanvändning efter rening i ytvattendike. **Fetmarkerade** halter är halter högre än för befintlig situation.

Dagvatten väg och uppströms område	Enhet	Koncentration		Mängder		
		Befintlig mark-användning	Planerad mark-användning Efter rening ytvattendike	Befintlig mark-användning kg/år	Planerad mark-användning Efter rening ytvattendike kg/år	För-ändring
P – Fosfor	µg/l	82	79	0,87	0,87	—
N – Kväve	µg/l	930	880	9,8	9,7	▲
Pb – Bly	µg/l	5,1	3,2	0,053	0,035	▲
Cu - Koppar	µg/l	11	9,9	0,11	0,11	—
Zn - Zink	µg/l	34	24	0,36	0,27	▲
Cd - Kadmium	µg/l	0,24	0,20	0,0025	0,0022	▲
Cr - Krom	µg/l	4,5	3,8	0,048	0,042	▲
Ni - Nickel	µg/l	4,6	3,2	0,048	0,035	▲
Hg- Kviksilver	µg/l	0,019	0,020	0,00020	0,00023	▶
Susp. ämnen	mg/l	29	17	300	190	▲
Olja	mg/l	0,29	0,096	3,1	1,1	▲
BaP	µg/l	0,023	0,020	0,00025	0,00022	▲

Totalt sett för hela området (befintlig kyrkogård samt utvidgningsområdet) samt uppströms område innebär förändringen med föreslagen dagvattenhantering att föroreningsbelastningen från området minskar, se Tabell 10.

Reningseffekter är klassade som osäkra och ska tolkas med försiktighet. Uppskattning av årliga mängder är lägre än vid dagens markanvändning, undantaget kvicksilver som är i samma nivå.

Det bör också poängteras att föroreningsinnehållet i dagvatten kan och ska begränsas genom materialval vid till och ombyggnationer. Att undvika är exempelvis kopparbleck, omålade zinkytter eller annat rostskyddat material som kan släppa metaller.

Tabell 10. Föroreningshalter i dagvatten från befintlig kyrkogård, utvidgningsområdet (hela planområdet samt väg och uppströms områden vid befintlig och framtida markanvändning med reningsåtgärder. Fetmarkerade halter är halter högre än för befintlig situation.

Dagvatten totalt*	Enhet	Koncentration		Mängder		
		Befintlig mark-användning	Planerad mark-användning Efter rening	Befintlig mark-användning kg/år	Planerad mark-användning Efter rening kg/år	Förändring
P – Fosfor	µg/l	100	52	3,2	1,4	↘
N – Kväve	µg/l	2100	770	65	21	↘
Pb – Bly	µg/l	5,3	2,3	0,16	0,062	↘
Cu - Koppar	µg/l	12	9,1	0,38	0,25	↘
Zn - Zink	µg/l	25	17	0,76	0,45	↘
Cd - Kadmium	µg/l	0,16	0,14	0,0049	0,0037	↘
Cr - Krom	µg/l	3,0	2,2	0,090	0,059	↘
Ni - Nickel	µg/l	2,4	1,7	0,073	0,046	↘
Hg- Kviksilver	µg/l	0,01	0,01	0,00031	0,00029	↘
Susp. ämnen	mg/l	48	18	1 500	500	↘
Olja	mg/l	0,22	0,097	6,6	2,6	↘
BaP	µg/l	0,012	0,011	0,00036	0,00029	↘

*befintlig kyrkogård, utvidgnings-området, väg & uppströms områden

Två alternativ för rening av den nya spolplattan har utretts där alternativen är oljeavskiljare eller skelettjord. Generella reningseffekter för oljeavskiljare och skelettjord redovisas i Tabell 11. Oljeavskiljare är utformade för att avskilja högre koncentrationer av flytande oljeföroreningar. Reningseffekten för låga halter av oljeföroreningar och för andra föroreningar är begränsade. Därför bedöms det att dagvatten från spolplatta med fördel bör ledas till skelettjord (med biokol) och sedan till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder i stället för oljeavskiljare, för att förbättra reduceringen av föroreningar.

Tabell 11. Schablonvärden från StormTac över reningseffekter för Oljeavskiljare och skelettjord.

Reningseffekt (%)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Oljeavskiljare	5	5	10	-	10	-	-	5	20	15	80	5
Skelettjord	55	55	75	75	80	65	70	65	50	90	85	75

8.2.1 Påverkan på Aspen

Idag avrinner den befintliga jordbruksmarken (utvidgningsområdet) samt uppströms område ytligt mot Aspen. Den befintliga kyrkogården har till största del ett ytligt avrinningsområde mot Aspen men dagvattenledningsnätet har idag avledning mot Albysjön. Vid planerad situation med den nya utloppsledningen till Aspen kommer hela området att avledas mot Aspen. Tabell 12 redovisar den befintliga belastningen på aspen från uppströms område och jordbruksmark jämfört med framtida belastning med föreslagen rening.

Tabell 12 Befintlig och framtida föroreningsbelastning på Aspen.

	Mängder		
	Befintlig belastning på Aspen från jordbruksmark och uppströms område (kg/år)	Planerad markanvändning från uppströms område, utvidgningsområdet och befintlig kyrkogård efter rening (framtida belastning på Aspen) (kg/år)	Förändring
P – Fosfor	2,8	1,4	↘
N – Kväve	58	21	↘
Pb – Bly	0,14	0,062	↘
Cu - Koppar	0,26	0,25	↘
Zn - Zink	0,60	0,45	↘
Cd - Kadmium	0,0038	0,0037	↘
Cr - Krom	0,076	0,059	↘
Ni - Nickel	0,67	0,046	↘
Hg- Kviksilver	0,00027	0,00029	↗
Susp. ämnen	1 200	500	↘
Olja	5,3	2,6	↘
BaP	0,0033	0,00029	↘

Resultatet visar att samtliga föroreningsmängder reduceras jämfört med dagens situation med föreslagen dagvattenhantering, med undantag för kvicksilver som indikerar en mindre ökning. Albysjön som idag tar emot dagvatten från den befintliga kyrkogården kommer få en reduktion av föroreningsbelastning när kyrkogården tar bort sin anslutning mot det befintliga systemet. Som helhet leder framtida situation därmed till en förbättring för Albysjön och Aspen.

8.3 Sammanfattande bedömning av dag- och dräneringsvatten

För befintlig kyrkogård bedöms den framtida föroreningsbelastningen förbli densamma som vid dagsläget.

Utvidgningsområdet består i dagsläget av jordbruksmark och bedöms därmed kunna ge ett betydande tillskott av näringsämnen i avrinningen.

Den framtida omvandlingen av utvidgningsområdet ger en potentiell minskning av näringsämnen men ökning av metaller och olja i dagvattnet. Ökning härrör framför allt från parkeringar och maskinhall med spolplatta. Därför bedöms det att dagvatten från spolplatta med fördel bör ledas till skelettjord med biokol och sedan till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder i stället för oljeavskiljare, för att förbättra reduktionen av föroreningar.

Utbyggnation av GC-väg visar generellt ingen förändring av föroreningar i dagvattnet. Eventuella ökning bedöms kunna reduceras till nivåer under dagens belastning i framtida ytvattendike. Därför och det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder.

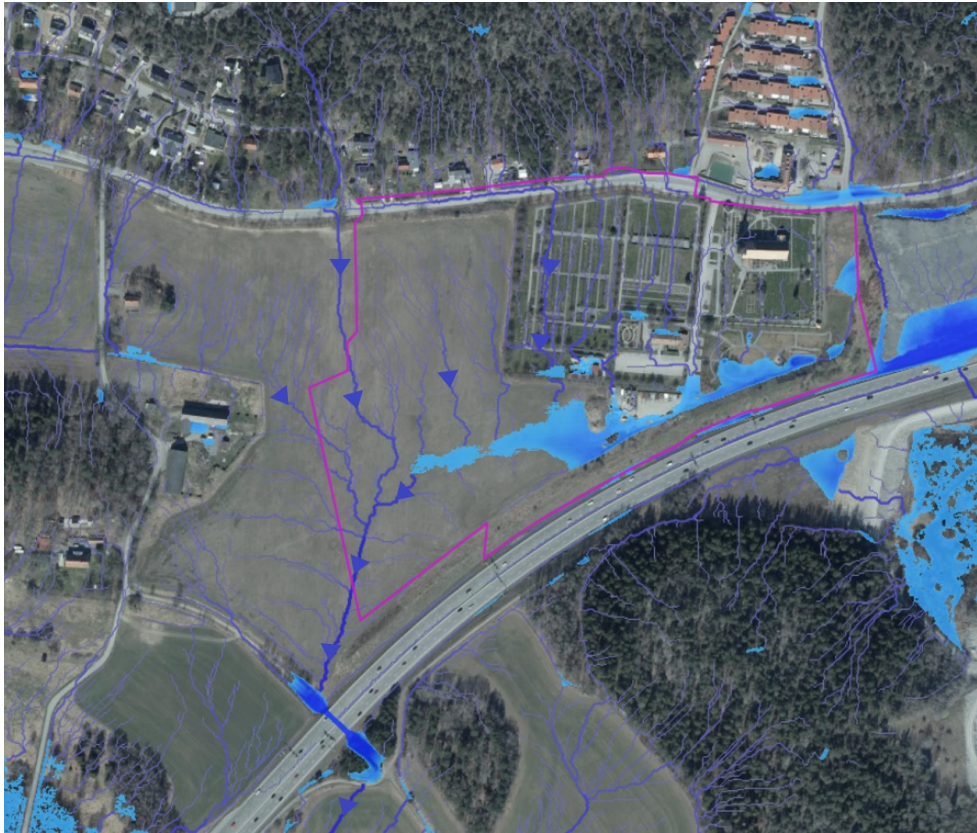
Sammantaget visar utförda beräkningar på att föreslagna dagvattenåtgärder ger en bra rening och att framtida utgående dagvatten från planområdet har ett lägre föroreningsinnehåll än i dagsläget.

Vad gäller dräneringsvatten från kistgravar är näringsämnen och patogener de främsta föroreningarna. Den föreslagna markbädden bedöms ge en god reduktion av näringsämnen och avdödning av patogener. Uppskattad tillförsel av fosfor efter rening i markbädd uppgår till ca 1,4 kg årligen. Efterföljande dagvattenåtgärder har en uppskattad fosforrening på 56 %.

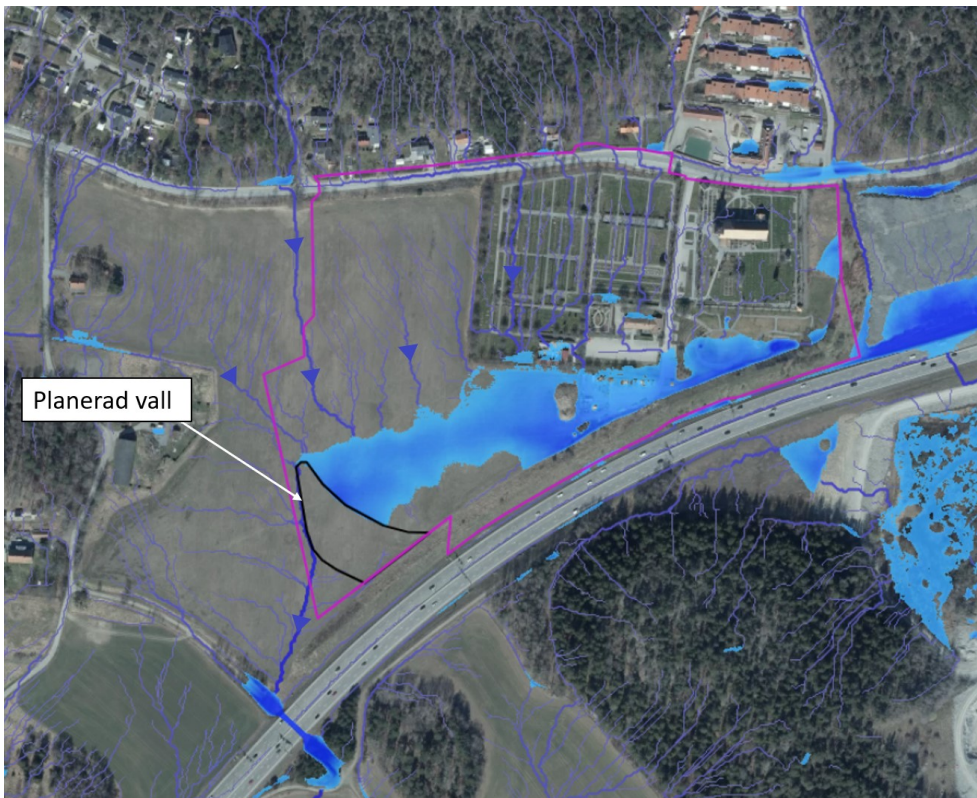
9 Skyfall

En översiktlig skyfallsanalys har utförts med hjälp av SCALGOLive för befintlig situation. Analysen är utförd för ett regn på 50 mm vilket enligt SMHI kan definiera ett skyfall (50 mm som faller på en timme). Analysen tar inte hänsyn till något ledningsnät eller infiltration i marken. Då det planeras en vall i planområdets sydvästra del har en analys utförts där modellen har justerats genom att höja marken där den nya vällen är planerad.

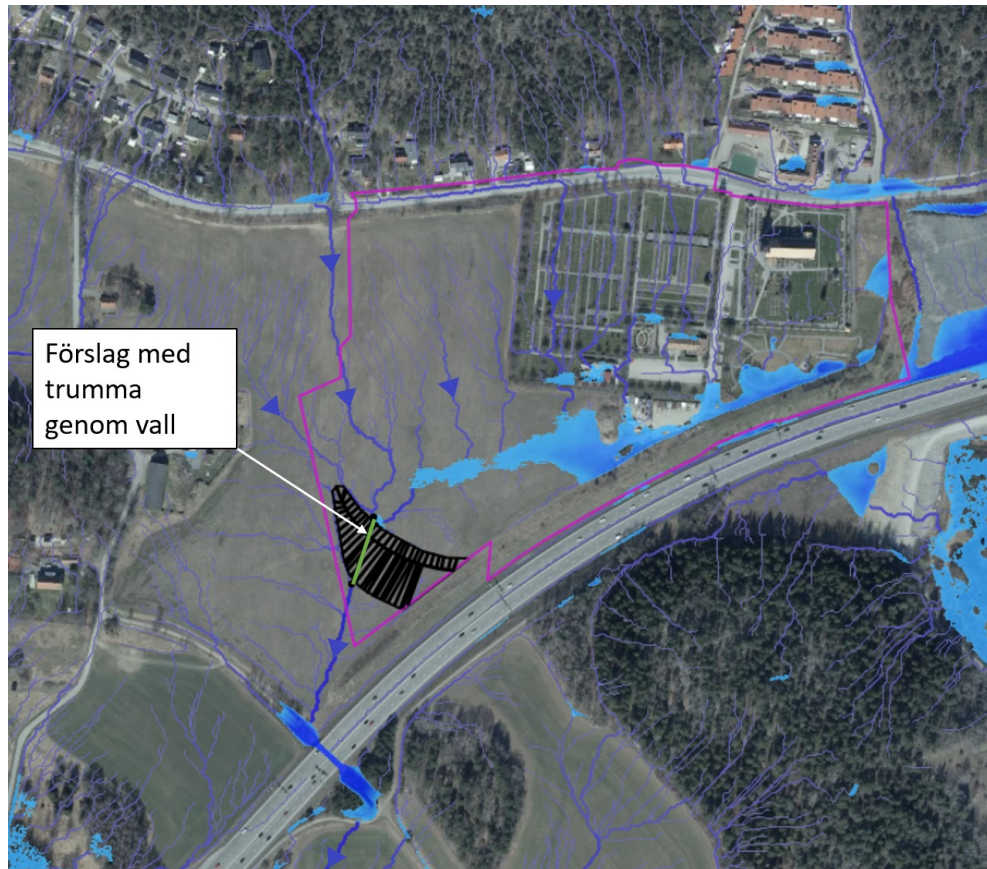
Analysen visar att det idag finns instängda områden i planområdets södra del. Avrinningsvägar går från norr till söder över befintlig åker och ner mot underfart under E4, se figur 14. Den föreslagna vällen blockerar befintliga avrinningsvägar, se figur 15 och gör att vatten inte kan avrinna ytligt från området som idag. Risken finns därmed att översvämningar uppkommer vid stora regn som inte kan hanteras i dagvattensystemet. För att bibehålla befintliga avrinningsvägar föreslås en trumma genom jordvallen så vatten kan avledas ytligt från området likt idag vid skyfall. Resultatet av modelleringarna med en trumma redovisas i figur 16.



Figur 14. Skyfallsanalys vid 50 mm för befintlig situation.



Figur 15. Skyfallsanalys vid 50 mm med planerad vall.



Figur 16. Skyfallsanalys vid 50 mm med planerad vall med trumma genom vallen.

10 Slutsats

Resultat av utförd utredning är:

- Framtida dimensionerat dagvattenflöde förväntas öka vid planens genomförande. Ökning består främst i applicerad klimatfaktor för framtidsscenarioet men även ökad hårdgöring inom utvidgningsområdet och planerad GC-väg.
- Framtida föroreningsinnehåll i dagvattnet kan förväntas öka vid planens genomförande. Ökning består främst i föroreningar från spolplatta och parkeringar inom utvidgningsområdet samt viss ökning av olja till följd av byggnation av GC-väg. Däremot ses en minskning av fosforinnehållet, till följd av att jordbruksmark omvandlas.
- Framtida omhändertagande av dagvatten inom kyrkans mark består i ett ytligt system av dagvattenåtgärder med avledning i diken och rening i dammar.
- En ny dagvattenledning kan anläggas mellan kyrkogården och Aspen för avledning av dagvatten från planområdet. Det innebär att dagvatten kopplas bort från befintlig dagvattenledning som idag går mot E4/E20.
- För omhändertagande av väg och uppströms område planeras ett meandrande ytvattendike som avleds till det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder.
- Åtgärderna har en väl tilltagen fördröjningskapacitet. Sammantaget bedöms det att föreslaget system av dagvattenåtgärder har kapacitet att fördröja framtida

dagvatten från befintlig kyrkogård och utvidgningsområdet samt väg och uppströmsområden, vilket gör att det framtida flödet ut från planområdet inte kommer att öka.

- Efter rening och fördröjning i föreslagna åtgärder behöver dagvatten avledas från fastigheten. Detta föreslås ske via en ny dagvattenledning som anläggs mellan kyrkogårdens område och Aspen.
- För att rena dräneringsvatten från kistgravar har markbädd föreslagits. Markbädden har en god reducering av patogener och näringsämnen. Renat dräneringsvatten från markbädden förslås ledas till dagvattensystemet som utgör en möjlighet till kompletterande rening av framför allt näringsämnen.
- Det bedöms vara möjligt att ansluta dränvatten från befintligt gravområde till planerad markbädd.
- Utförda beräkningar visar att samtliga föroreningsmängder reduceras jämfört med dagens situation med föreslagen dagvattenhantering, med undantag för kvicksilver som indikerar en mindre ökning. Albysjön som idag tar emot dagvatten från den befintliga kyrkogården kommer få en reducering av föroreningsbelastning när kyrkogården tar bort sin anslutning mot det befintliga systemet. Den framtida sammanlagda belastningen av fosfor i dagvatten beräknas till ca 1,4 kg/år. Detta kan jämföras med befintlig dagvattenbelastning på 3,2 kg/år. Föroreningsmängden av fosfor till recipienten Aspen minskar från 2,8 kg/år till 1,4 kg/år. Som helhet leder framtida situation därmed till en förbättring för Albysjön och Aspen.
- Då åtgärdsförslaget för dagvatten innefattar en lokal öppen lösning med trögt flöde som tillåter rening är det i linje med kommunens dagvattenstrategi.
- Den sammantagna bedömningen av utförd utredning är att om föreslagna åtgärder genomförs kommer planens genomförande inte försämra möjligheten för recipienten att uppnå sina miljö kvalitetsnormer.
- Det behöver säkerställas att uppströms avrinningsområde för ledning 2 och trumma vid detaljplaneområdets nordöstra gräns fortsatt leds förbi mot öster. Detta för att inte riskera att fördröjning eller rening uppfylls inom föreslagna åtgärder inom detaljplaneområdet. Förslagsvis hanteras detta dagvatten på allmän platsmark inom projekt Södra Porten, där Botkyrka Södra Porten AB äger marken.
- För att inte förvärra risken för översvämning vid skyfall inom planområdet föreslås en trumma anläggas genom den planerade vallen dit dagvatten kan brädda vid extrema regn.

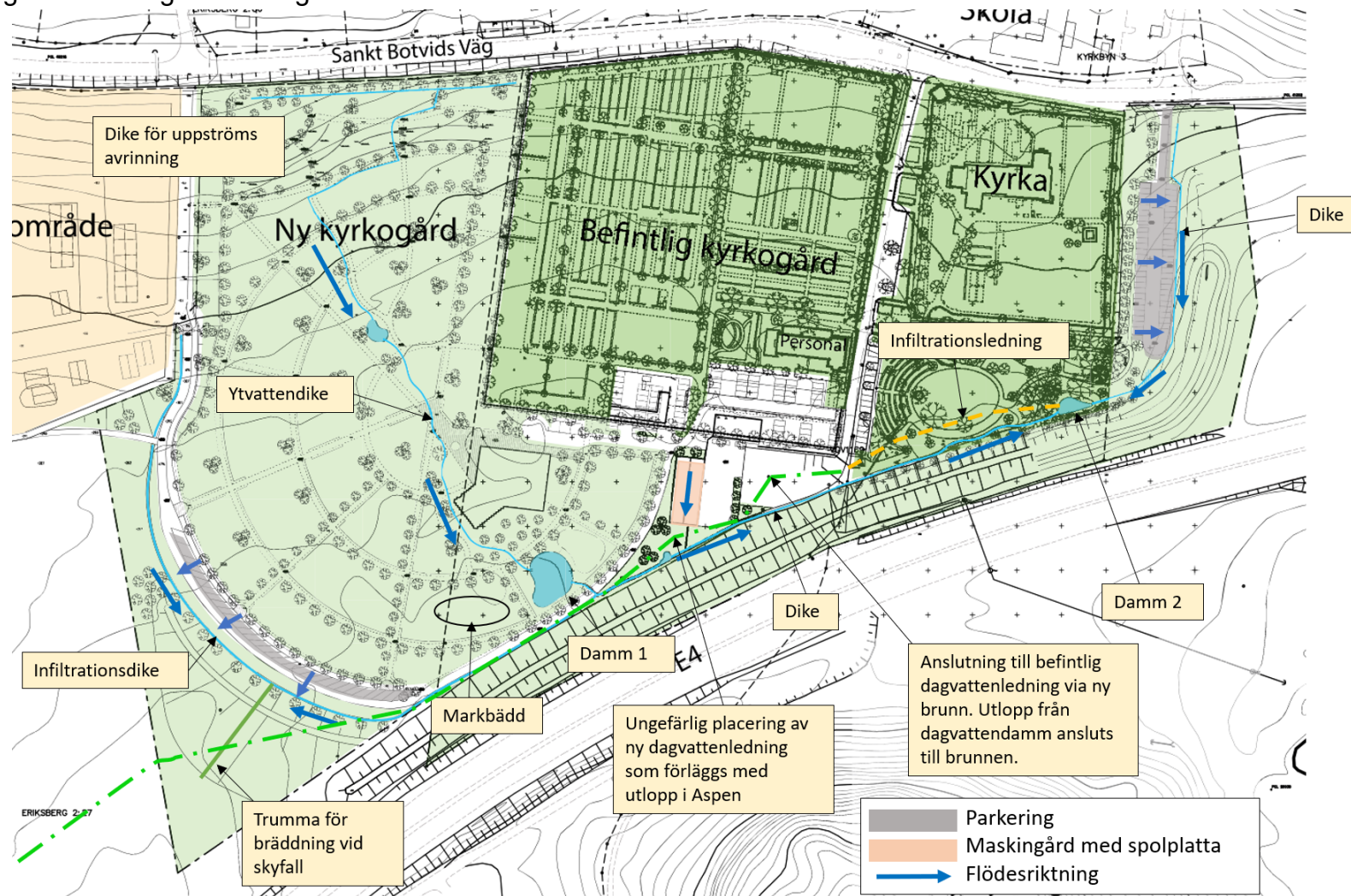


Bjerking AB

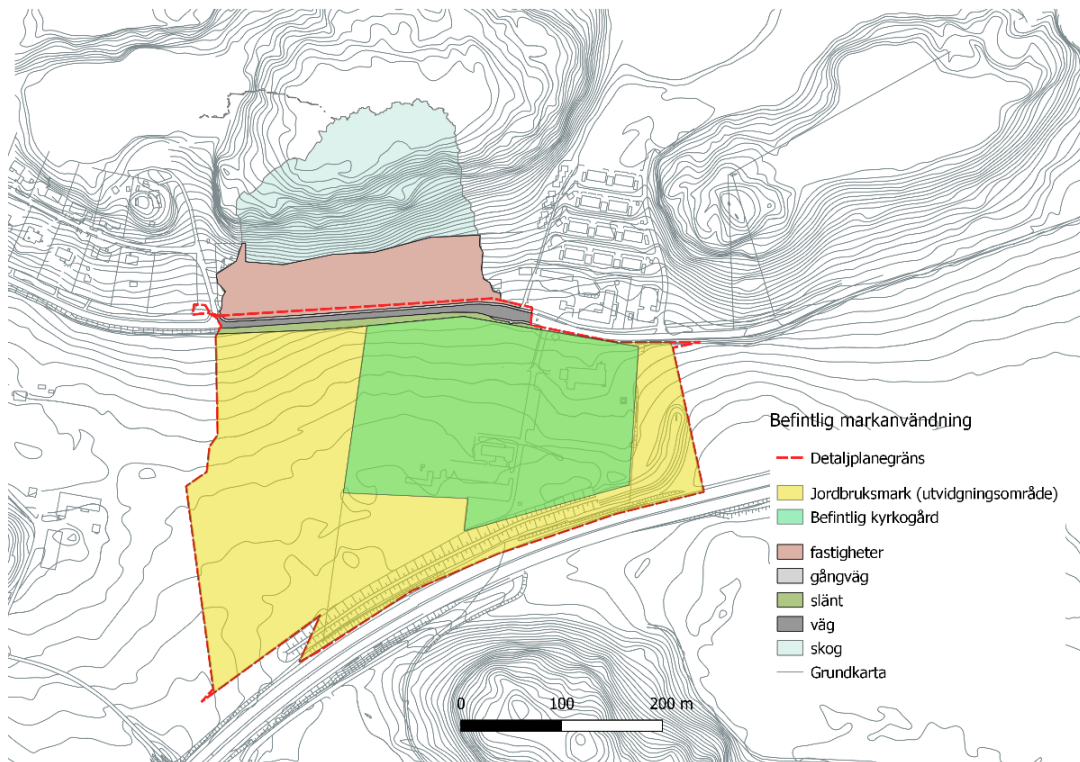
Eleonore Lövgren
Jesper Johansson
Maria Handberg
Lina Thorén

Granskning
Maria Schoeps
Gabiella Hjerpe 2022-05-12

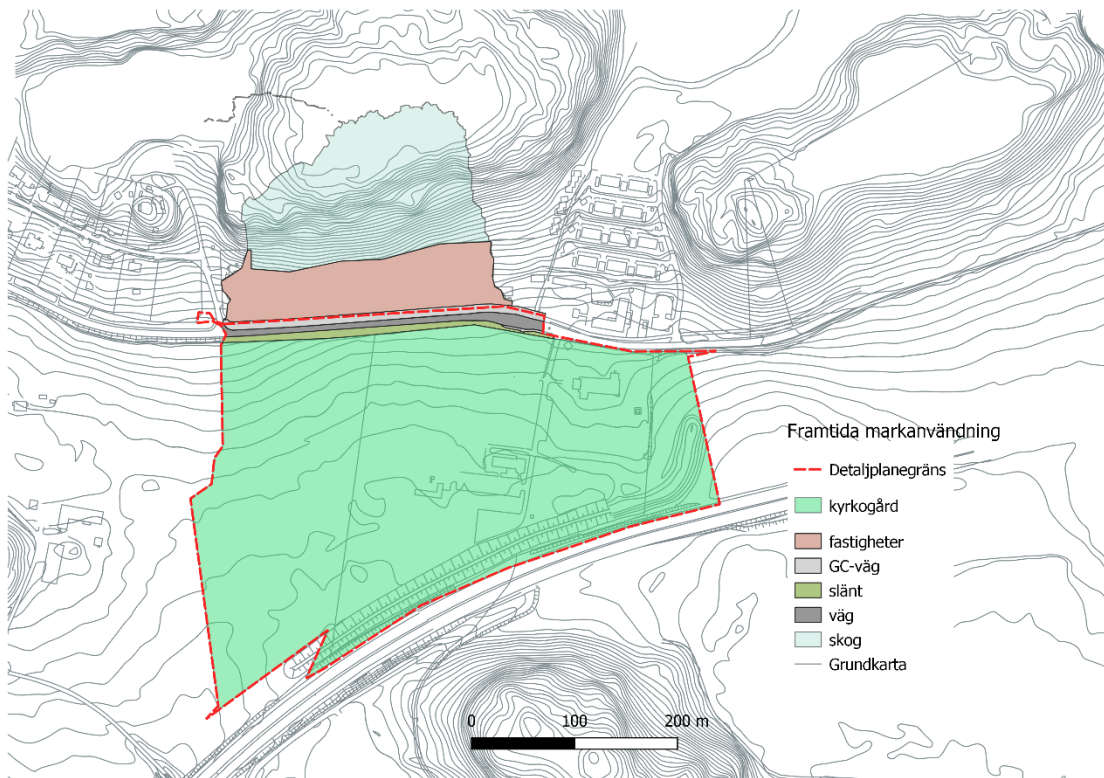
Bilaga 1 Skiss åtgärdsförslag



Bilaga 2 Befintlig och framtida markanvändning

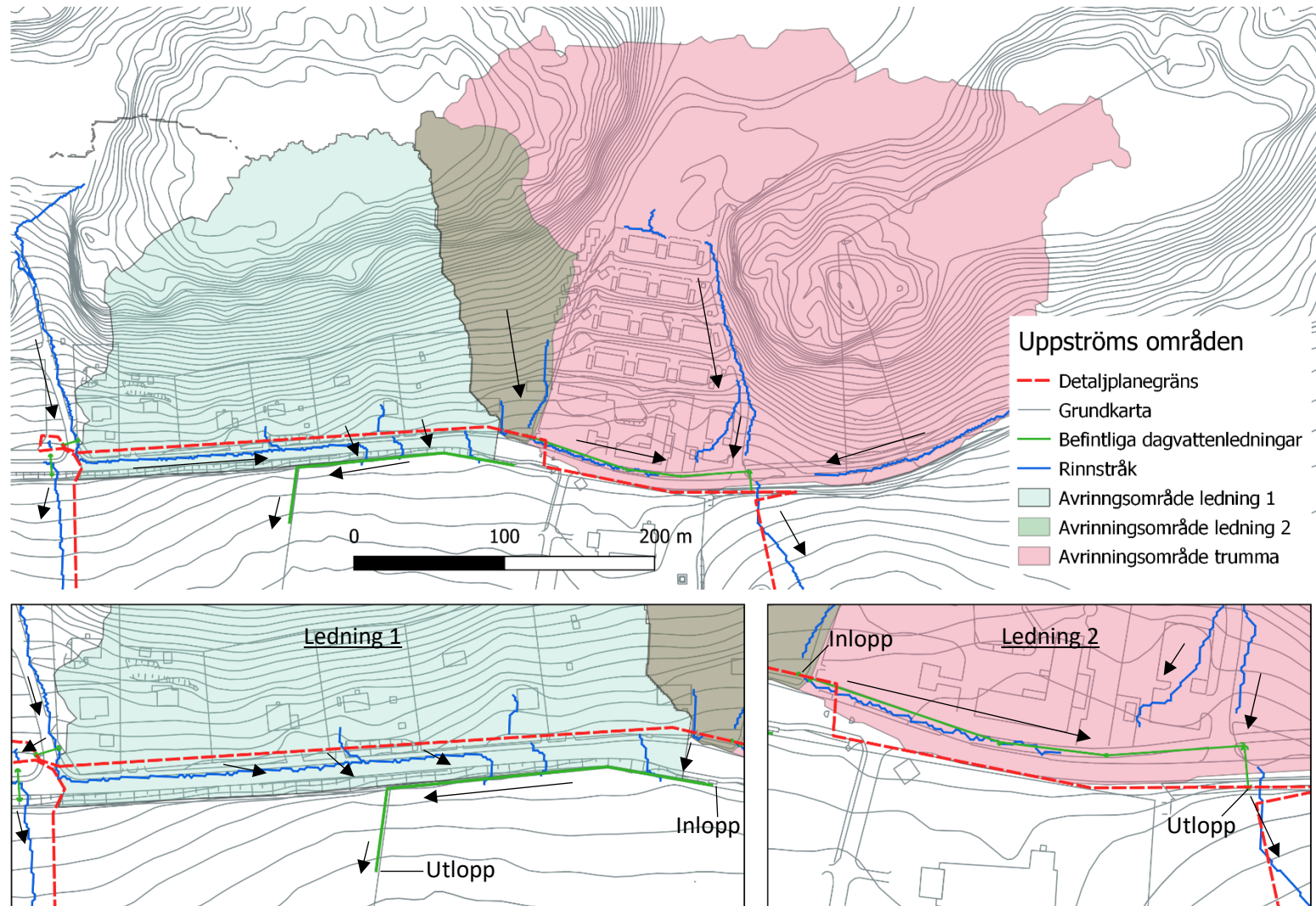


Figur 1. Skiss över befintlig markanvändning.



Figur 2. Skiss över framtida markanvändning.

Bilaga 3 Uppströms områden



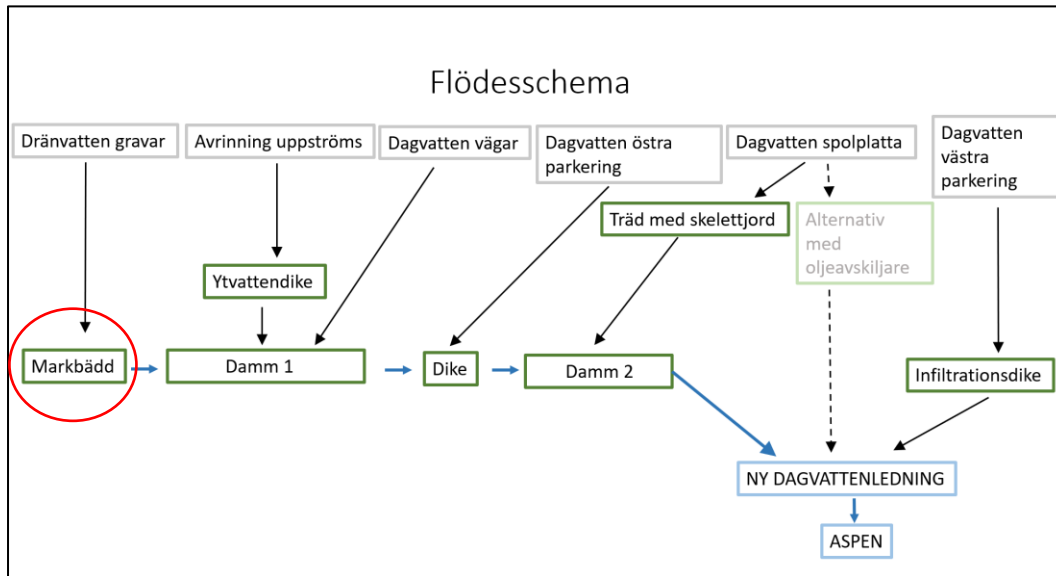
Figur 1. Modellerade avrinningsområden och rinnstråk för tillrinnande områden.

Bilaga 4 Beskrivning av planerad markbädd

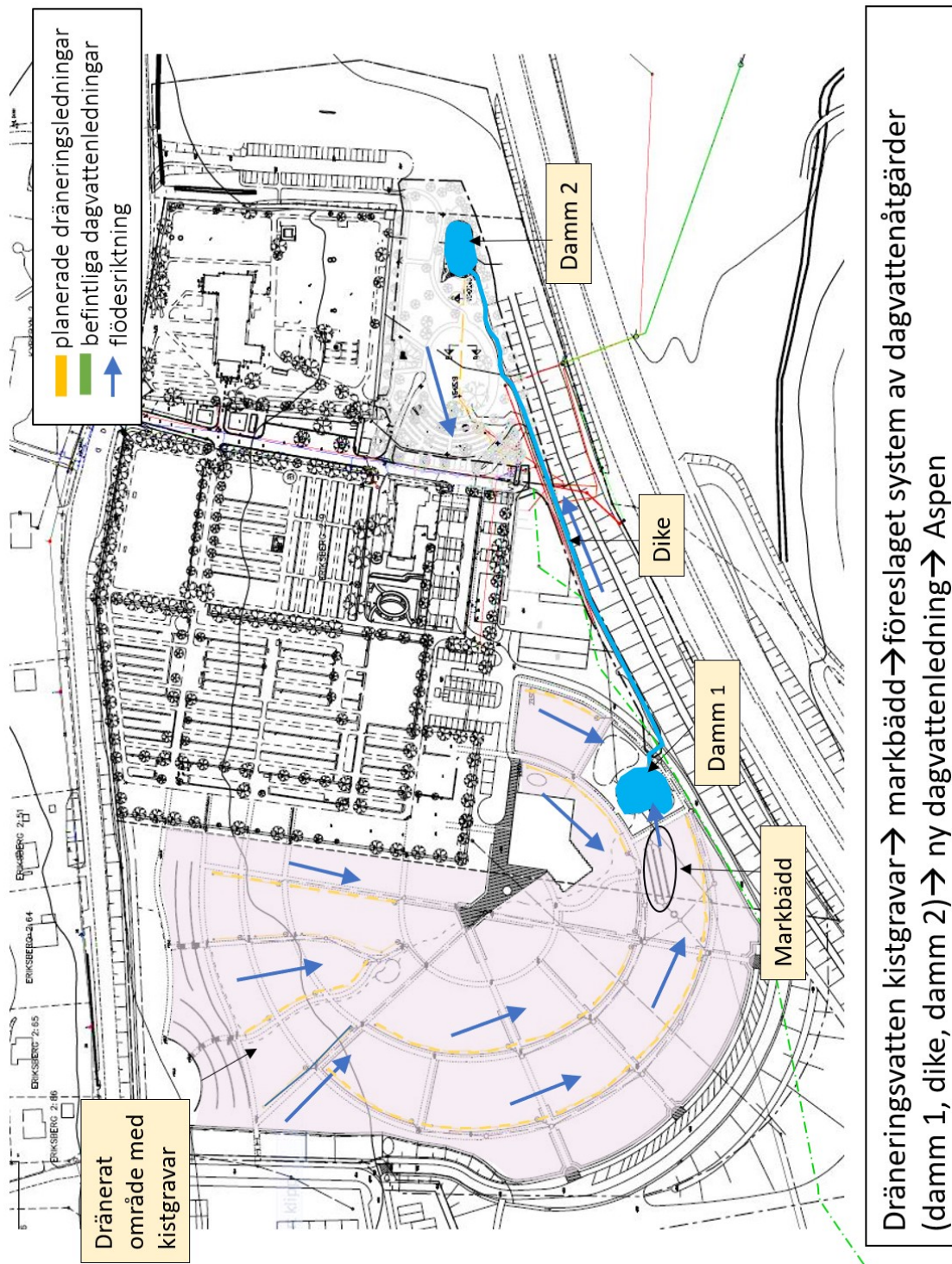
Planerat omhändertagande av dräneringsvatten

Skissen nedan redovisar planerat omhändertagande av dräneringsvatten från kistgravar. I den ses markbäddens planerade läge, ungefärligt ytbehov, dränerade områden samt utlopp till föreslagna dagvattenåtgärder (damm 1, dike, damm 2) och vidare till ny föreslagen dagvattenledning, som slutligen leder till Aspen, se figur 1 och figur 2.

I fortsatt arbete färdigställs en situationsplan med markbäddens exakta läge och dimensioner fram.



Figur 1. Flödesschema för dränerings- och dagvatten inom utvidgningsområdet vid Botkyrka kyrkogård (utdrag från Drän- och dagvattenutredning, Bjerking 2021).



Figur 2. Skiss över planerad hantering av dräneringsvatten från utvidningsområde med kistgravar, med planerade dräneringsledningar, ytbehov för planerad markbädd samt avledning till dagvattenåtgärder.

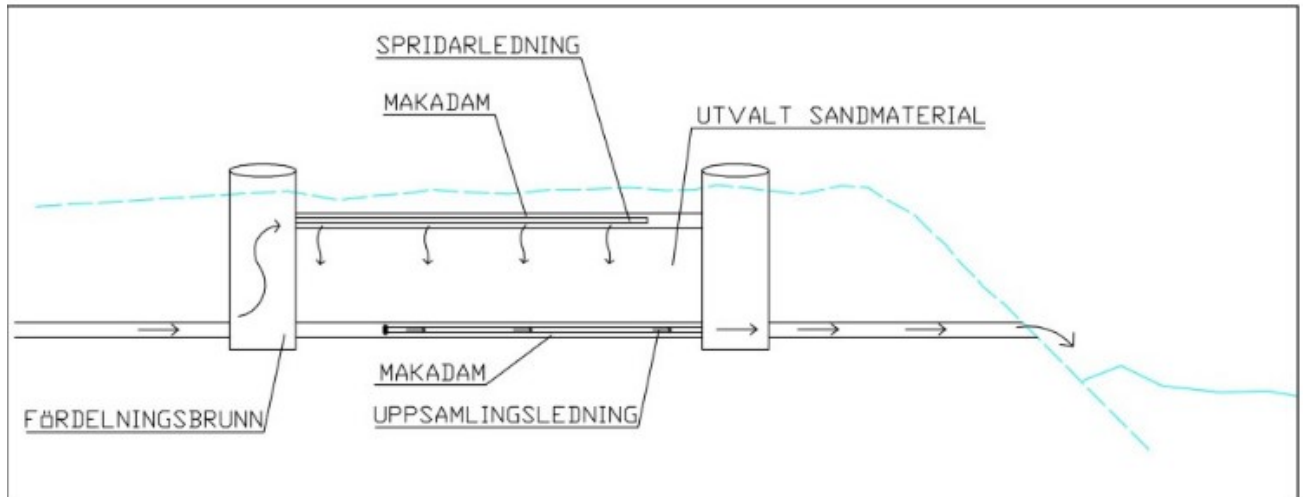
Beskrivning av uppbyggnad, funktion och föroreningar

Den planerade utvidgningen utgörs av ca 4,7 ha gravområde. För att omhänderta dräneringsvatten från kistgravar vid utvidgningsområdet har markbädd föreslagits som åtgärd. Projektet är än så länge i detaljplaneskede och inga bygghandlingar finns framtagna.

Befintlig kyrkogård och utvidgningsområde ligger delvis inom sekundär skyddszon för östra Mälaren. Den planerade markbädden ligger dock strax utanför.

Uppbyggnad

Den planerade markbädden är tänkt att utformas i likhet med den anlagda markbädden vid Håjums begravningsplats¹, se figur 3.



Figur 3. Principskiss över markbädd i Håjum begravningsplats (bild Camper 2014).

Denna är uppbyggd så att inkommande dräneringsvatten passerar en fördelningsbrunn till spridningsledningar i ett övre spridarlager av makadam. Därefter filtreras vattnet genom ett sandfilter för att sedan samlas upp i ett lager av makadam med uppsamlingsledningar.

Markbädden vid Botkyrka kyrkogård är planerad att utföras med tät botten. Området består av glacial lera och schaktdjup har bestämt utifrån grundvattnets trycknivå och risk för bottenuppträckning. Utifrån rekommenderade schaktdjup kommer dräneringsvattnet eller markbädden inte i kontakt med grundvattnet.

Markbädden planeras bli täckt, troligtvis med gräsbeklädd yta, vilket betyder att människor inte kommer i kontakt med dräneringsvattnet innan det lämnar markbädden.

Ytbehov för planerad markbädd har översiktligt beräknats utifrån dimensionerings principer i Naturvårdsverket *Allmänna Råd 91:2, Rening av hushållspillvatten*. Men 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 försämras¹.

Som försiktighetsåtgärd kommer brunnar placeras inom dräneringssystemet. Om höga fosforhalter påvisas kan fosforfilter (kalkbaserade filtermaterial) anläggas i dessa brunnar. Dessa ökar systemets reningseffekt och har även en avdödande effekt på patogener i och med att de är pH-höjande.

Utlopp

Utgående renat vatten från markbädden föreslås ledas vidare till dammar inom det föreslagna systemet av dagvattenåtgärder, se Bilaga 1. Detta då utgående vatten från markbädden kan anses vara tillräckligt rent med hänsyn till bla patogener samtidigt som dagvattenåtgärder tillåter vidare reduktion av föroreningar.

¹ Camper, 2014. *Dräneringsvatten från begravningsplatser*. Svenskt Vatten rapport 2014-06

Detta innebär att utgående vatten från markbädden förs till damm 1, vidare genom 220 meter långt dike till damm 2. Från damm 2 finns ett bräddutlopp till den nya dagvattenledning som ska leda till sjön Aspen.

Föroreningsinnehåll i dräneringsvatten från kistgravar

Erfarenheter från undersökningar och provtagningar utförda på dräneringsvatten från kistgravar visar generellt på höga halter av fosfor och förekomst av patogener men låga halter av metaller. Urlakning av patogener är kopplad till nedbrytning och är som högst de två första åren efter gravsättningen (Camper, 2014). 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.

Mätresultat 2008–2010	Ingående vatten till markbädd Medel (max)	Utgående vatten från markbädd Medel (max)
BOD ₅ , mg/l	< 3,0 (4,0)	< 3,0 (< 3,0)
COD, mg/l	< 30 (< 30)	< 30 (< 30)
TOC, mg/l	5,2 (8,5)	4,9 (7,6)
Totalfosfor, mg/l	0,129 (0,240)	0,036 (0,052)
Koliforma bakt, 35° C	1 146 (9000)	654 (5000)
E Coli, 44° C	< 100 (1500)	< 40 (560)
Silver, mg/l	< 0,00005 (0,0001)	< 0,00008 (0,0005)
Koppar, mg/l	0,0032 (0,0096)	0,0041 (0,0065)
Kvikksilver, mg/l	< 0,0001 (< 0,0001)	< 0,0001 (< 0,0001)
Bly, mg/l	0,00052 (0,0019)	0,00026 (0,078?)

Figur 4. Utdrag från SVU Rapport 2014-06 över mätning på inkommande och utgående vatten från markbädd.

Rening i markbädd

I markbädden sker reningen med både mekaniska, kemiska och biologiska processer. Den kemiska reningen består i att ämnen binds till sandmaterialet i bädden medan den mekaniska reningen fungerar likt ett filter. Den biologiska reningen sker genom att en mikrobiell fauna förbrukar organiskt material i dräneringsvattnet. Den mikrobiella faunan byggs upp i bädden över tid och inkluderar många olika arter som kan rena vattnet från både dött organiskt material och levande organismer som bakterier. När dränvattnet lämnar markbädden har således en betydande sänkning av föroreningar skett.

Vid Håjum har utförda kontrollmätningar visat på en god reduktion av fosfor och patogener (Camper, 2014). Fosfor har reducerades med ca 75 % och patogener minskade med ca 50 % under en period av tre år, se figur 4 för mätresultat från Håjum. Den mikrobiella fauna som behövs för att den biologiska reningen i markbädden ska fungera kan ta omkring ett år att bygga upp (Camper, 2014) och det är därför troligt att reduktionen av patogener kommer att öka med tiden.

Dock konstaterades det där att reningsresultaten kan variera beroende på flödesförhållanden. Vid Håjum släpptes det reade dräneringsvattnet från markbädden ut i damm för att sedan ledas till kommunens dagvattennät.

Föroreningsbelastning i dränvattnet inom utvidgningsområdet

Utifrån detta bedöms det att framtida metallhalter i dräneringsvattnet från planerat område med kistgravar även blir låga.

För patogener har en meters avstånd från kistbotten till grundvattnet rekommenderats för att utesluta risk för smittspridning². I detta fall kommer gravar att anläggas enligt rekommenderat schaktdjup i hydrologisk utredning av Bjerking och därför inte komma i kontakt med grundvattnet. Samtligt dräneringsvatten kommer således att ledas till markbädden, där reduktion kan ske. Risken för spridning av patogener till grund- och ytvatten bedöms därför vara mycket liten.

² Naturvårdsverket 1982. Begravningsplatser, Förekomst och transport av tungmetaller och sjukdomsalstrande organismer, SNV PM 1586.

För fosfor, där halterna kan förväntas bli förhöjda har en uppskattning av årlig mängder som tillförs den aktuella markbädden beräknats, se tabell 1³. Resultatet från denna beräkning ger en årlig belastning av fosfor på 5,5 kg in till markbädden. Efter rening uppskattas det årliga utflödet från markbädden till 1,4 kg fosfor.

Tabell 1. Antagna parametrar för beräkning av årlig fosfortransport in och ut från markbädden.

Parameter	Indata	Kommentar
Fosforhalt i dräneringsvattnet	0,5 mg/l	Antagen fosforhalt i dräneringsvattnet baseras på uppmätt halt på 0,5 mg P/l i grundvattnet i Skogskyrkogården i Stockholm stad. Vid Håjum ligger medelhalten i dräneringsvattnet på 0,126 mg P/l och maxhalten på 0,24 mg P/l. För att inte underskatta fosforinnehållet har halten från Stockholm valts.
Area kistgravar	4,6 ha	-
Dräneringsvatten	240 mm/ha	40 % av den årlig nederbörden på 600 mm.
Reningseffekt	75 %	Uppmätt reduktion av fosfor vid Håjums markbädd är 75 %.

Rutiner för miljökontroll

Nedan presenteras ett förslag till rutiner för miljökontroll. Ett slutligt kontrollprogram tas fram i ett senare skede.

Syfte

För att säkerställa erforderlig rening av dränvatten i markbädd ska provtagning av föroreningar på ingående och utgående vatten från markbädden ske. Provtagning av ingående vatten ger information om halterna av föroreningar i dräneringsvattnet och kan användas för att utvärdera markbäddens reningseffekt. Utgående vatten provtas för att säkerställa att utgående vatten inte negativt påverkar miljö kvalitetsnormerna för Aspen eller utgör risk för människors hälsa.

Om rekommenderade schaktdjup efterföljs kommer dräneringsvattnet inte i kontakt med grundvatten och provtagning av grundvatten bedöms därför inte nödvändig.

Utförande

Provtagning föreslås genomföras fyra gånger per år under de första tre åren. Förslagsvis ett prov per årstid för att se eventuella årstidsvariationer. Därefter bör man utvärdera provtagningsresultatet och besluta fortsatt provtagningsfrekvens och analysparametrar för vidare kontroller. Provtagningen ska ske på så sätt att det framgår vilka föroreningsmängder det utgående dräneringsvattnet har.

De parametrar som analyseras bör inkludera BOD₇, COD, totalfosfor, koliforma bakterier 35 grader, E-coli 44 grader, TOC samt metallerna silver, koppar, kvicksilver och bly. Proverna ska analyseras av ackrediterat laboratorium och provtagning ske enligt deras rekommendationer.

Utvärdering

Vid utvärdering av analysresultatet bör markbäddens reningseffekt samt årliga mängder och medelhalter i utgående vatten beräknas och bedömas.

Reningseffekten bör visa på en betydande reducering och förbättrad rening av patogener efter tid. Dock kommer variationer att ses, bland annat med hänsyn till varierande inloppshalter. Halter kan jämföras med miljö kvalitetsnormerna för recipienten. Vid utvärderingen bör man ta hänsyn till att då det utgående vattnet från markbädden leds vidare till planerade dagvattenåtgärder kommer ytterligare rening av dräneringsvattnet att ske där, varför miljö kvalitetsnormerna inte behöver nås redan vid utloppet från markbädden.

Vid avvikande analysresultat bör kompletterande provtagning utföras för att verifiera resultat.

Om genomgående höga fosforhalter uppmätts i inkommande vatten (över 0,5 mg P/l) och god reningseffekt inte uppnås kan det bli aktuellt att installera fosforfilter i dräneringssystemets brunnar.

³ Beräkningsmetodik enligt Stråe, 2014. Miljökonsekvensbeskrivning för Järva begravningsplats, 2014-08-15.



Drift

Utförs markbäddar enligt leverantörens instruktioner och anvisningar finns goda förutsättningar att de kommer att få en livslängd på upp till 20 år. Dock behöver en korrekt drift ske. Framtagande av driftinstruktion ska därför upprättas inför att anläggningen tas i bruk.

När markbädden tas i bruk bör inspektion ske minst 1 gång per år. Detta görs bland annat genom att undersöka att luftningsröret inte är vattenfyllt. Ett vattenfyllt luftningsrör indikerar att bädden är vattenmättad och att inget kontinuerligt flöde sker.

Vidare 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).