Dränvattenutredning

Vägga Kyrkogård

Sotenäs kommun

Status
Slutversion

Beställare
Sotenäs Pastorat

Datum
2023-04-24

ÅF-Infrastructure AB, Frösundaleden 2, Frösundaleden 2E, SE-169 99 Sverige
Telefon +46 10 505 00 00, Säte i Stockholm, www.afconsult.com
Org.nr 556185-2103, VAT nr SE556185210301

Uppdragsansvarig
Joanna Kleinrock

Handläggare
Mattias Gustafsson

Granskare
Joanna Kleinrock

Projekt-ID
D0111791

Mottagare
Svenska Kyrkan, Sotenäs pastorat
Jan Bäck
Kyrkoplan 1
456 31 Kungshamn
Sverige

Sammanfattning

På uppdrag av Sotenäs Pastorat har en Dränvattenutredning upprättats, som underlag i detaljplanen VÄGGA KYRKOGÅRD, VÄGGA 1:49, utanför Kungshamn, Sotenäs kommun.

Vägga kyrkogård ligger drygt en och en halv kilometer från Kungshamns centrum. Den invigdes 1950 och utvidgades 1979. Inom den södra delen av fastigheten finns gravplatser och minneslund medan områden i den norra delen av fastigheten utgörs av öppna gräsytor. Området är i dagsläget inte planlagt för ändamålet eftersom en detaljplan för området helt saknas. Huvudsyftet med detaljplanen är att bekräfta nuvarande kyrkogårdsanvänding samt att utöka kyrkogården med fler gravplatser inom kyrkans mark *(Bråtegren, H. & Gustafsson, K. 2019).*

Enligt Miljöbalken (1998:808) 9 kap 2 § klassas vatten som avleds för avvattning av en begravningsplats som avloppsvatten. Utsläpp av detta vatten är en miljöfarlig verksamhet enligt lagens definition. Dränvattnet borde således ledas till det kommunala spillvattennätet eller enligt Miljöbalken (1998:808) 9 kap 7 §, annan inrättning.

Då det kommunala reningsverket är överbelastat föreslår AFRY att dränvattnet omhändertas inom fastigheten VÄGGA 1:49 med hjälp av reningsbädd/markbädd.

Innehållsförteckning

1 Inledning ... 6
1.1 Uppdragsbeskrivning och syfte ... 6
2 Förutsättningar ... 7
2.1 Underlag ... 7
2.2 Riktlinjer för dränvattenhantering ... 8
2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder för dränvatten ... 9
2.3.1 Flöden ... 9
2.4 Miljökrav på recipient för dränvatten ... 10
2.4.1 Miljökvalitetsnormer för dränvatten ... 11
3 Områdets förutsättningar ... 13
3.1 Planbeskrivning ... 13
3.2 Geotekniska förhållanden ... 16
3.2.1 Markförhållanden ... 16
3.2.2 Grundvattennivåer ... 18
3.3 Avrinning ... 18
3.4 Markavvattningsföretag ... 18
4 Flödesberäkningar ... 19
4.1 Befintlig situation ... 19
4.1.1 Befintlig markanvändning- flöden ... 19
4.2 Planerad utformning ... 20
4.2.1 Markanvändning ... 22
4.2.2 Flöden- beräkningar dränvatten ... 22
4.3 Dimensionering av markbädd ... 22
5 Föroreningsberäkningar och föroreningskoncentrationer ... 24
5.1 Provtagning ... 25
5.1.1 Syfte ... 25
5.1.2 Utförande ... 25
5.1.3 Utvärdering ... 25
5.1.4 Drift ... 25
6 Slutsats- Dränvattenhantering ... 26
6.1 Sammanfattande bedömning av dränvatten ... 26
6.2 Dränvattenlösningar ... 26
6.2.1 Markbädd ... 26

6.2.2 Systemlösning 27
6.2.3 Alternativa lösningar 28
7 Referenser 29

Bilagor

Bilaga 1. *Ritning- Befintligt dränsystem, samt förslag på nytt dränsystem i norr med markbädd och damm, samt modifiering av befintligt dränsystem i söder med markbädd (AFRY, 2023).*

Bilaga 2. *Principskiss- Förslag på utformning av markbädd enligt koncept från Håjums begravningsplats, Trollhättan (Camping, 2014).*

Bilaga 3. *Alternativ- exempelvis systemlösning från BAGA med slamavskiljare och markbädd.*

1 Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning och syfte

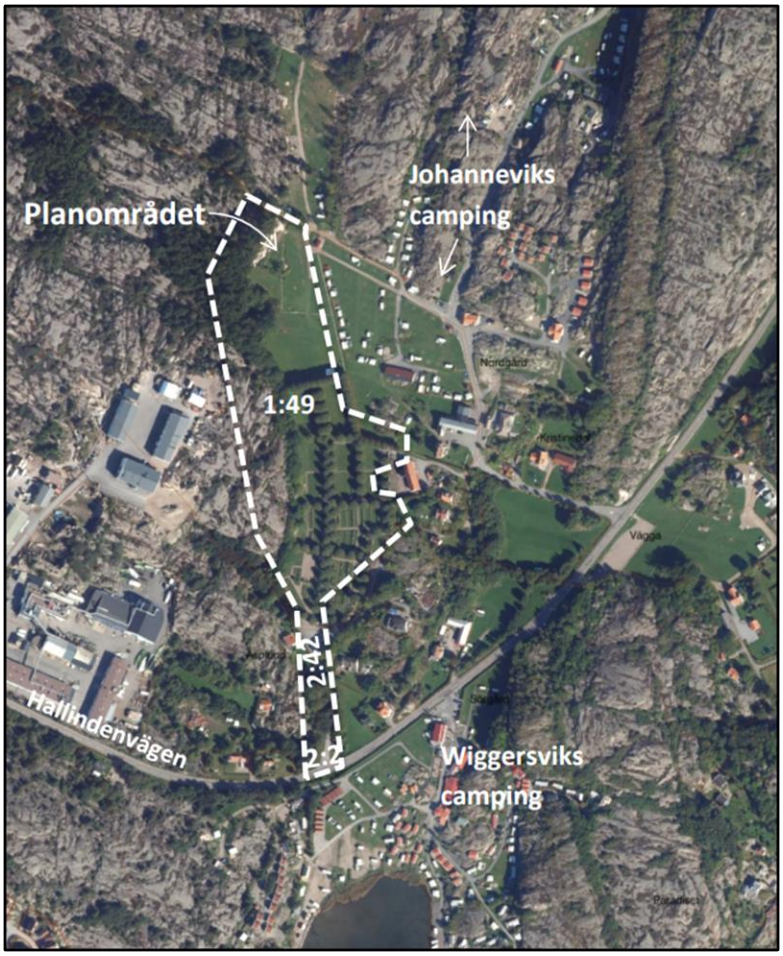
På uppdrag av Sotenäs Pastorat har en Dränvattenutreding upprättats, som underlag i detaljplanen VÄGGA KYRKOGÅRD, VÄGGA 1:49, utanför Kungshamn, Sotenäs kommun.

Uppdraget omfattar att redogöra för hur dräneringen från befintliga gravplatser fungerar idag samt utreda och föreslå en lösning för hur det ska hanteras i samband med att antalet gravlatser på kyrkogården ökar.

Framtagen handling ska vara underlag i detaljplaneprocessen för detaljplanen VÄGGA KYRKOGÅRD, VÄGGA 1:49 som just nu är inför samråd.

I denna rapport kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa för:

- Beskrivning av hur nuvarande dräneringssystem fungerar.
- Framtagande av förslag för utformning för framtida tillkommande dränering baserat på arkitektskiss av kyrkogården.
- Framtagande av lämplig reningsmetod för dräneringsvatten från kyrkogården.
- Ritning i plan med nytt och befintligt dräneringssystem.
- Beskrivning av framtida funktion av dräneringssystemet.



*Figur 1. Översiktskarta över Vägga kyrkogård med utredningsområdet markerat med en sträckad linje (**Bråtegren, H. & Gustafsson, K. 2019**).*

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Datum
Uppdragsbeskrivning och offert	2023-02-07
Grundkarta med höjdkurvor	2023-02-07
Gränser för detaljplanområde *Plankarta dwg. fil*	2023-02-07
Underlag med befintliga dräneringsledningar och VA	2023-02-07
Camper, P-A. (2014). *Dräneringsvatten från begravningsplatser*. Rapport 2014-06. Svenskt Vatten Utveckling. Stockholm.	2014-06-01

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P83	Svenskt Vatten	2001
P104	Svenskt Vatten	2011
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	2022
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	2022
WebbGIS	Länsstyrelsen	2022
Genomsläpplighetskarta	SGU	2022
Jordartskarta	SGU	2022
Jorddjupskarta	SGU	2022
Miljöbalk (1998:808)	SFS	2022

2.2 Riktlinjer för dränvattenhantering

Dränvattnet, som är relativt konstant till skillnad från flödet från dagvattnet som är episodiskt, ska omhändertas separat. Dränvatten ifrån kyrkogårdar med kistgravar anses enligt Miljöbalken 9 kap 2§ vara hälsofarligt och ska hanteras som spillvatten.

För dränvattensystem gäller generellt följande funktionskrav *(Svenskt Vatten, 2004):*

- Markens naturliga grundvattennivåer ska, i samband med dränering, så mycket som möjligt bibehållas *(Svenskt Vatten, 2004).*
- Drän- och dagvatten bör avledas skilt ifrån varandra, tex för kyrkogårdar *(Camper, 2014).*
- Dränvatten från begravningsplatser ska hanteras som avloppsvatten *(Miljöbalk 1998:808).*
- Vattenskyddsföreskrifter kan sätta vissa ramar och begränsningar för vilka typer av avloppsanläggningar som är möjliga att anlägga inom området. Vägga Kyrkogård ligger emellertid inte inom ett vattenskyddsområde *(Naturvårdsverket, 2023).*

För Vägga kyrkogård har grundvatten i samband med grävning i mark ännu inte påträffats *(Kleinrock, J. & Dahlgren, C., 2019)*. För begravningsplatser kan dränvatten hanteras som spillvatten, men eftersom kommunens reningsanläggning är överbelastad föreslår AFRY en platsspecifik lösning, där den mest ändamålsenliga teknik som finns tillgänglig implementeras, i vilken dränvattnet renas innan det når närmsta vattendrag och slutrecipient.

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).*

Vid Håjums begravningsplats i Trollhättan har rening av dräneringsvatten utförts med markbädd. I markbädden sker reningen med både mekaniska, kemiska och biologiska processer. I Trollhättan har utförda kontrollmätningar visat på en god reduktion av fosfor och patogener *(Camper, 2014)*. Fosfor reducerades med ca 75 % och patogenerna minskade med ca 50 % under en period av tre år. Dock konstaterades det där att reningsresultaten kan variera beroende på flödesförhållanden. Efter rening i markbädd släpptes vattnet ut i damm för att sedan ledas till kommunens dagvattenanläggning.

Risker med patogener i vatten från en begravningsplats gäller enbart för ett dräneringsvatten från kistbegravningar. Vägga kyrkogård har endast ca tre kistbegravningar per år. För område med urnor och askgravar är inte dräneringsledningar nödvändiga i detta syfte. Anledningen till detta är att askorna när de gravsätts är helt sterila då förbränningen sker vid mycket höga temperaturer. Kvicksilver från tänderna renas i samband med kremeringen. Askorna grävs ner grundare än kistor och rening av lakvatten sker i underliggande jordlager likt en markbädd.

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder för dränvatten

Flödesberäkningar för dränvatten har sin utgångspunkt i den hastighet en fluid flödar genom ett poröst medium, alltså den mängd vatten som kan rinna igenom marken på en viss tid. Markens vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) tillsammans med vattenflöde, tvärsnittsarea och hydraulisk gradient är faktorer som påverkar den mängd dränvatten som rinner genom ett område.

2.3.1 Flöden

För att beräkna utflöde i form av infiltration ner i mark, är Darcy's lag tillämplig. Darcy´s lag beskriver den hastighet med vilken en fluid flödar genom ett poröst medium och används bland annat inom hydrogeologin.

Formula för Darcy´s lag är följande:

$$Q=-KA(dh/dL)$$

Där:

Q= vattenflöde (m3/s)

K= hydraulisk konduktivitet (m/s)

A=tvärsnittsarean (m2)

dh/dL= hydraulisk gradient (dimensionslös, m/m)

För omättade vattenflöden i mark varierar den hydrauliska konduktiviteten (k) starkt md markens vattenhalt och den hydrauliska gradienten är mer än ett när vatten står på ytan och marken ännu inte hunnit mättas.

En porösare jordstruktur som tex morän har större genomsläpplighet än tex lera. I den aktuella dränvattenutredningen har dränvattenavrinning och ytbehov för planerad markbädd beräknats översiktligt utifrån dimensioneringsprinciper i *'Naturvårdsverket Allmänna Råd 91:2, Rening av hushållsspillvatten' (Naturvårdsverket, 1991),* samt *Vägverket (2008).* Till skillnad från de markbäddar som används för rening av spillvatten från hushåll bör emellertid de föreslagna markbäddarna inte torka ut och därför göras mindre. Anledningen är att skapa rätta förutsättningar för den biomassa som etableras i markbädden och som bryter ner patogener och andra föroreningskoncentrationer.

För mer information om flödesberäkningar i den här utredningen, se under kapitel *'4. Flödesberäkningar'.*

2.4 Miljökrav på recipient för dränvatten

Avrinning från dränvattenledningarna vid VÄGGA 1:49 sker söderut via kulverterad ledning som släpps i befintligt dike längs infartsvägen. Vattnet rinner under Hallindenvägen och vidare söderut genom campingen till Vägga kile som är del av Hovenäsområdet, se Figur 2-3 nedan.

Figur 2. Recipienten Hovenäsområdet inom turkos avgränsningslinje med flödespil (www.VISS.com, 2023).

Figur 3. Vägga kyrkogård med Vägga kile och del av Hovenäsområdet med flödespil (www.Scalgo.com, 2023).

2.4.1 Miljökvalitetsnormer för dränvatten

En miljökvalitetsnorm för vatten beskriver den kvalitet en så kallad vattenförekomst ska ha uppnått vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå det som inom vattenförvaltning kallas '*God status*'. Vattenförekomsten får inte påverkas av en verksamhet på så sätt att kvaliteten blir sämre än den status som anges i normen.

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN). Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor. Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2027 samt att ingen vattenförekomsts status får försämras. Den ska istället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. *(HaV, 2016)*

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämras samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämras. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS (Vatteninformationssystem för Sverige) enligt Tabell 1. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2021 i samband med skiftet av den andra och tredje förvaltningscykeln. Slutrecipienten för Vägga Kyrkogård är Hovenäsområdet.

Tabell 1. VISS statusklassificering av recipienten Hovenäsområdet från 2021-12-20.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status *(dagsläge)*	***MKN*** *(framtida mål)*	***Status*** *(dagsläge)*	***MKN*** *(framtida mål)*
Hovenäset området SE82210-111880	god ekologisk status	god ekologisk status 2027	uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	god kemisk ytvattenstatus 2027

Vattenförekomsten för Hovenäsområdet är klassad till god ekologisk status.

Vad beträffar den kemiska statusen så har emellertid ett eller flera prioriterade ämnen bedömts ej ha uppnått god status, nämligen Kvicksilver-, PBDE-föroreningar (Bromerad difenyleter), samt Tributyltenn föreningar. Bedömningarna har genomförts enligt Havs- och vattenmyndighetens författningssamling HVMFS 2013:19, Havs- och vattenmyndighetens vägledning 2016:26, Havs- och vattenmyndighetens kunskapssammanställning 2018:31 och Vattenmyndighetens riktlinjer.

Kvicksilver anses vara ett särskilt farligt ämne och kommer att fasas ut ur samhället. Det finns ett generellt förbud sedan 2009 mot användning av kvicksilver vilket kraftigt har bidragit till minskade utsläpp för miljön. Målet har varit att kvicksilver senast år 2015 inte längre ska läcka ut till miljön, något som ännu inte kan bekräftas. Kvicksilver finns kvar i miljön under mycket lång tid och där kan oorganiskt kvicksilver omvandlas till

metyllkvicksilver som kan ansamlas i fisk. Det är vanligen via fisk som människor får i sig metyllkvicksilver vilket även kan skada nervsystemet *(Bergkvist, J & Magnusson, M., 2016).*

Ett undantag i form av mindre strängt krav har emellertid satts för kvicksilver (Hg). Halterna av kvicksilver bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster *(Bergkvist, J & Magnusson, M., 2016).* Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av kvicksilver till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Den största påverkan av kvicksilver består av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats. Problemet bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av kvicksilver (december 2015) får dock inte öka. Lokala påverkanskällor som bidrar till sänkt status för Hg ska åtgärdas oavsett det mindre stränga kravet för atmosfärisk deposition. Vid sämre än god status föreligger ett förbättringsbehov. Operativ övervakning sker för att följa effekt av åtgärder *(Länsstyrelsen, 2023).*

Vad gäller tungmetaller ifrån begravningsplatser kan konstateras att halterna är låga. Mätningar som gjorts tex vid Håjums begravningsplats i Trollhättan visar för bl a kvicksilver att halterna inte reduceras i en markbädd, men samtidigt är inkommande halter mycket låga *(Camper, 2014).* För Vägga kyrkogård kan emellertid halterna för kvicksilver från begravningsplatsen reduceras i diket mellan fastigheten och slutrecipienten *(Kleinrock, J. & Dahlgren, C. 2019*).

Även för Bromerad difenyleter, även kallade polybromerade difenylterar (PBDE), har ett undantag i form av mindre strängt krav satts. Halterna av PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga vattenförekomster *(Bergkvist, J & Magnusson, M., 2016).* Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av PBDE till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Problemet beror främst på påverkan från långväga luftburna föroreningar och bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av PBDE (december 2015) får dock inte öka. Lokala påverkanskällor som bidrar till sänkt status för PBDE ska åtgärdas oavsett det mindre stränga kravet för atmosfärisk deposition (*Länsstyrelsen, 2023).*

Vad gäller PBDE ifrån Vägga Kyrkogård finns inga kända föroreningskällor.

Tributyltenn föroreningar (TBT) är en organisk tennförening som ursprungligen togs fram som ett bekämpningsmedel i kampen mot bilharzia (tropisk magsjukdom). Under 1960-talet började TBT användas som båtbottenfärg för att förhindra påväxt av bland annat alger och havstulpaner. TBT har emellertid visat sig ha en mycket negativ inverkan på den marina miljön, med speciellt kraftig inverkan på snäckor och musslor. TBT påvisar redan vid extremt låga koncentrationer påverka bl a nätsnäckor negativt *(Bengtsson, H. & Cato, Ingemar, 2011).*

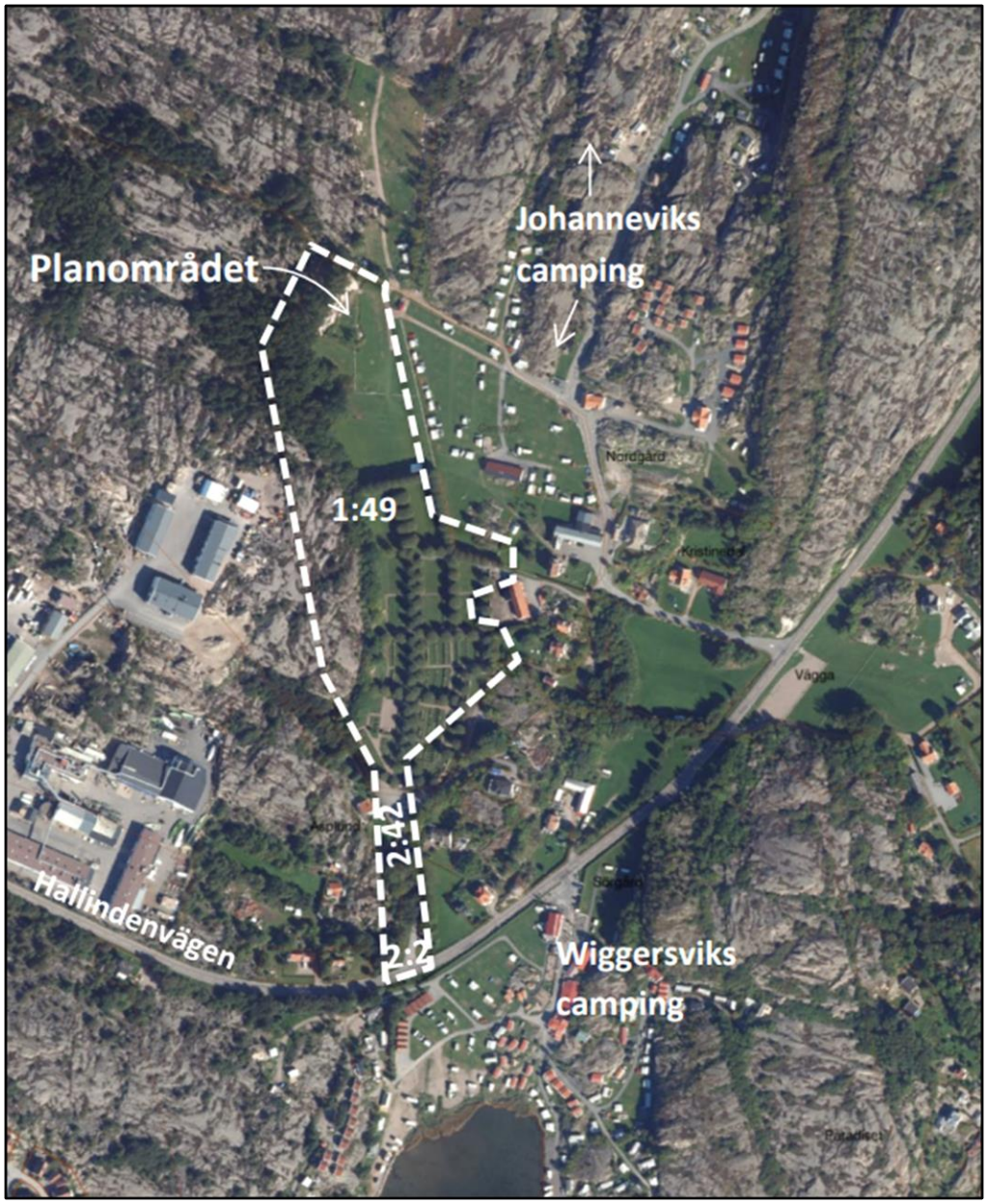
Vad gäller TBT ifrån Vägga Kyrkogård finns inga kända föroreningskällor.

3 Områdets förutsättningar

3.1 Planbeskrivning

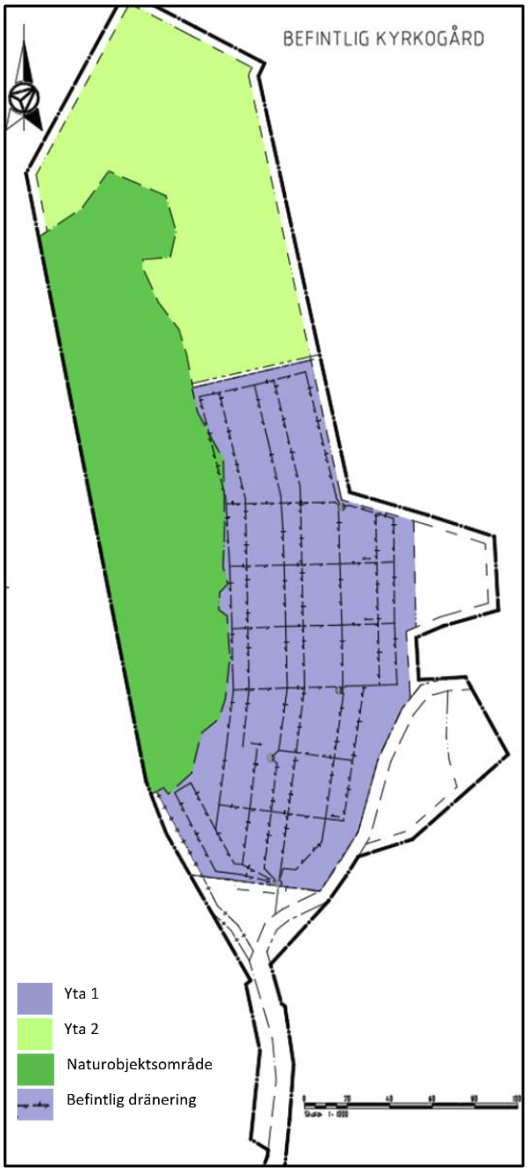
Planområdet ligger mellan Kungshamn och Hovenäset, strax norr om Hallindenvägen, i Sotenäs kommun. Kungshamns centrum ligger på cirka 1,5 kilometers avstånd.

Planområdet omfattar huvudsakligen fastigheterna Vägga 1:49 och Vägga 2:42 som tillsammans omfattar cirka 55 600 m2. I norr gränsar planområdet mot Johannesviks camping och i väster till ett större berg- och naturområde. I söder ligger Hallindenvägen och i öster finns enstaka småhusbebyggelse *(Bråtegren, H. & Gustafsson, K. 2019).* Söder om Hallindenvägen ligger Wiggersviks camping vid Vägga Kile, del av slutrecipienen Hovenäsområdet.



Figur 4. Vägga kyrkogård med Vägga kile och del av Hovenäsområdet ***(Bråtegren, H. & Gustafsson, K. 2019).***

Yta 1 har ett befintligt dräneringssystem som anlades i början på 1950-talet och är fortfarande i gott skick och välfungerande (se figur 5). Yta 1 är endast delvis fyllt med gravplatser. Yta 1 kommer fortsättningsvis att anläggas med gravar och minneslundar. För modifiering av befintligt system, se avsnitt 4.2.



Yta 2 består idag av ett grönområde som utgörs av flacka öppna gräsytor som i dagsläget används som fotbollsplan av Johannesviks camping. I framtiden kommer även det här området att utgöras av askgravar och grävda kistgravar. AFRY föreslår att ett nytt dräneringssystem anläggs på Yta 2 där dränvattnet omhändertas med en egen markbädd/reningsbädd för att sedan rinna vidare till en öppen dagvattendamm (se vidare kapitel 4.2).

Den västra delen av kyrkogården är klassat som naturvärdesobjekt, ett objekt med naturvärdesklass 2 (högt naturvärde) och ett objekt med naturvärdesklass 3 (påtagligt naturvärde). Inom området återfinns ett flertal naturvårdsarter, samt en naturlig ekskog. Området får inte exploateras *(Bråtegren, H. & Gustafsson, K. 2019).*

Figur 5. Befintliga ytor med befintligt dräneringssystem och flödesriktning (AFRY, 2023).

Figur 6. Del av Yta 1, med befintligt dräneringssystem under mark (AFRY, 2023).

Det befintliga dräneringssystemet anlades i början av 1950-talet och är fortfarande välfungerande och i gott skick.

Dräneringsledningarna är anlagda av dubbla ledningar med 4 tums tegelrör, på minst ett djup av 2,2 m under befintlig mark och med minsta lutning av 1:200 i ett lager av makadam (30 cm). Där marklutningen är större än 1:200 har markens lutning följts.

Ledningarna är sammanförda i 4 st. brunnar av cementrör med 80 cm invändig diameter, sammanfogade av cementbruk, med botten av cement och lock av gjutjärn eller armerad cement. Vid ledningarnas indragande i brunnarna har de fogats med cementbruk. Botten ligger 40 cm under utgående lednings underkant *(Forssén, A. 1949).*

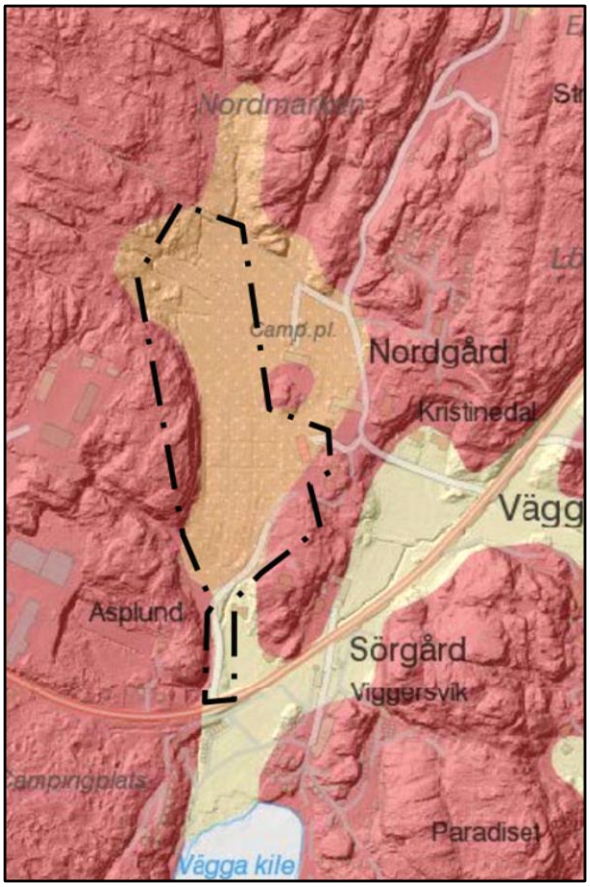
Figur 7. Befintligt dräneringssystem, ockulär inspektion 15 mars 2023 (AFRY, 2023).

Från den sydligaste brunnen, innanför huvudingången är en utloppsledning anlagd fram till dike väster om infartsvägen, se figur 8. Höganäsrör eller cementrör har använts och har fogats samman. Rören är anlagda i och är täckta med skärv och stenskrot eller makadam till ett lager av ca 40 cm djup, återfyllning är sedan gjort och stampat till markhöjd *(Forssén, A. 1949).* Idag utgörs befintlig mark av en grönyta, samt asfalterad infartsväg och besöksparkering vid den södra entrén till kyrkogården.

Figur 8. Dränavrinningen från VÄGGA 1:49 via kulverterad ledning som släpps i befintligt dike läng infartsvägen. Diket leder vattnet vidare till slutrecipienten, ockulär inspektion 15 mars 2023 (AFRY, 2023).

3.2 Geotekniska förhållanden

3.2.1 Markförhållanden



Området är typiskt bohuslänskt, vilket innebär kraftigt kuperat med berg i dagen i höjdpartier och jord i lågpartierna.

Lågpartierna består av postglacial sand enligt SGU (Statens Geologiska Undersökning), men Sotenäs Pastorat uppskattar att delen ler-silt uppgår till ca 33-50 %.

Jorddjupet i området uppskattas allmänt till 1-3 meter och den norra delen av planområdet till 1-5 meter *(Björnsson, M.(2019).*

berg (granit)

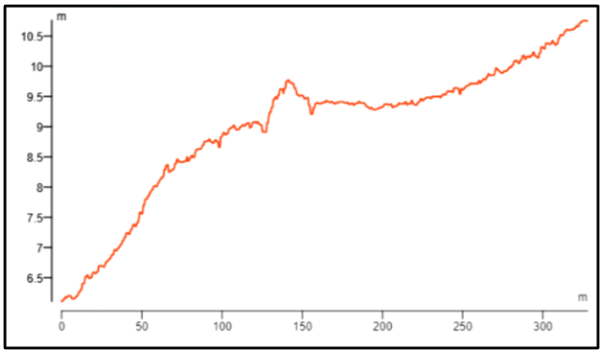
postglacial sand

ler-silt

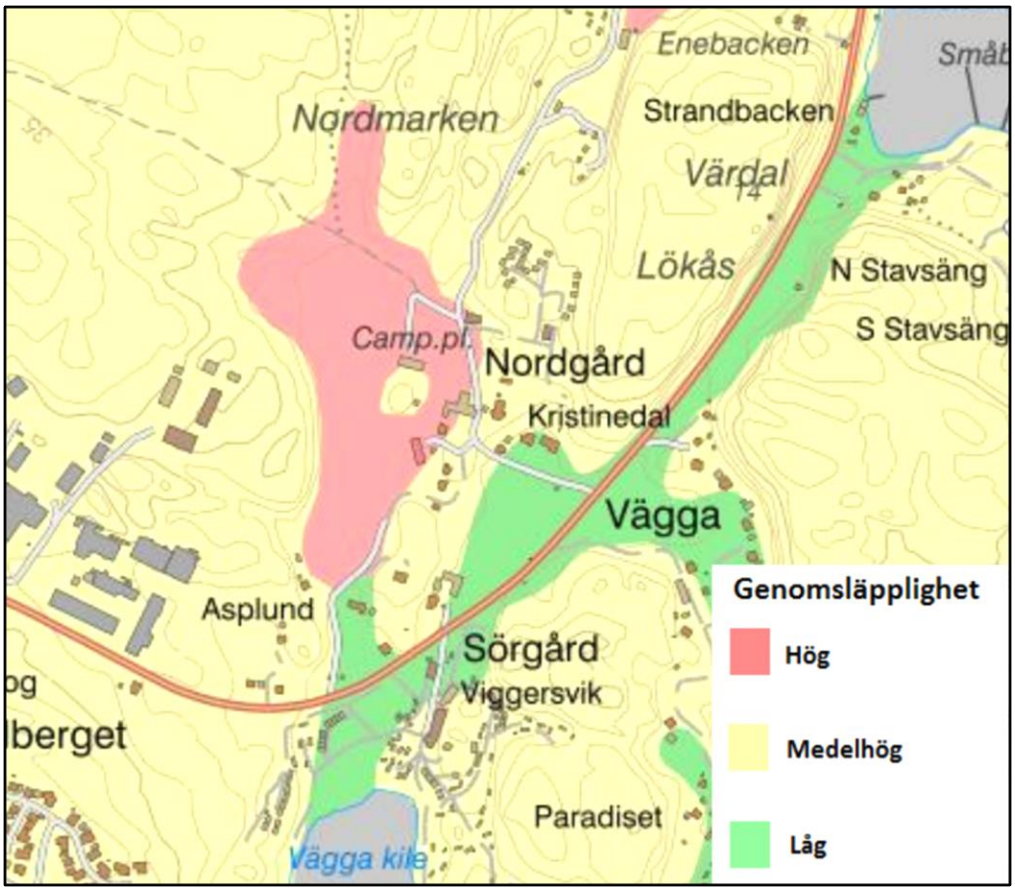
Figur 9. Markförhållanden med planområdet inom punktstreckad linje (Bråtegren, H. & Gustafsson, K. 2019).

Lågpartierna sluttar svagt från +11 mö. h. i norr ned till ca +6 mö.h. i söder, se Figur 10 & 11. Jorddjupet i området uppskattas allmänt till 1-3 meter och den norra delen av planområdet till 1-5 meter *(Björnsson, M. 2019).*

Figur 10 & 11. Topografi, lågpartier (www.scalgo.com).



Marken inom planområdet har hög genomsläpplighet enligt SGU, se figur 12. Genomsläppligheten är en generaliserad beskrivning för området och en mer platsspecifik bedömning har gjorts för området. Genomsläppligheten har betydelse för beräkning och dimensionering av dränvattensystemets utformning.



Figur 12. Genomsläpplighet (*Kleinrock, J. & Dahlgren, C., 2019*).

Med avseende på hög genomsläpplighet och att tillrinningen från omgivande område är omfattande (se *Kleinrock, J. & Dahlgren, C., 2019),* är det av stor vikt att kringliggande fastigheter tar hand om sitt eget dagvatten. I juli 2021 uppstod ett häftigt skyfall i området med översvämningar som följd (se figur 13). En stor del av tillrinningen sker ifrån nord-nordväst. Det regnoväder som inträffade kan beskrivas som ett extremregn och utredningsområdet tillsammans med omkringliggande fastigheter översvämmades. Incidenten har påvisat brister i nuvarande dagvattennät för hela det avrinningsområdet som rinner till fastigheten VÄGGA 1:49. Vid en översvämning finns det risk för att markbäddarna kommer att översköljas av dagvatten med resutat att dagvatten och dränvatten kommer att blandas. Vid ett framtida scenario om ett häftigt skyfall inträffar igen finns det risk att markbädden eroderar bort om inte vegetationen på markbädden har etablerats. Vid ett häftigt skyfall behöver även en bedömning angående påverkan på biomassan i markbädden genomföras, speciellt om markbädden har påverkats av dagvatten.

Figur 13. Johannesviks camping juli 2021 (SVT, 2021).

3.2.2 Grundvattennivåer

Grundvattennivåer i området är inte kända. Inom pastoratet finns emellertid ingen kännedom om att grundvatten har påträffats vid en kistbegravning. Utredningsområdet är en begravningsplats och marken får inte vara dränkt eftersom kropparna vid en kistbegravning förmultnas genom en luftningsprocess. Ej heller får grundvattnet kontamineras av lakvattnet ifrån kistgravarna.

För patogener har en meters avstånd från kistbotten till grundvattnet rekommenderats för att utesluta risk för smittspridning *(Camper, 2014).*

3.3 Avrinning

Idag rinner dränvattnet ifrån befintligt dränsystem via ett dike väster om infartsvägen (se figur 8). Från utloppet rinner dränvattnet ca 220 m innan det når slutrecipienten.

3.4 Markavvattningsföretag

Vattenarkivet av Länsstyrelsen Västra Götaland innehåller inga kända markavvattningsföretag som kan påverkas av den planerade exploateringen av VÄGGA 1:49.

4 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar har utförts för planområdet utifrån befintlig respektive planerad markanvändning. Föroreningsberäkningar har analyserats i ett referensobjekt.

4.1 Befintlig situation

För befintlig situation har flödesberäkningar gjorts för Yta 1, se figur 14.

Figur 14. Planområdet utgörs idag bl.a. av en befintlig kyrkogård, som fortfarande har stora ytor kvar för kistbegravningar m.m. Befintlig kyrkogård har ett fungerande dränvvattensystem, som emellertid behöver kompletteras med markbädd (Foto: AFRY, 2019).

4.1.1 Befintlig markanvändning- flöden

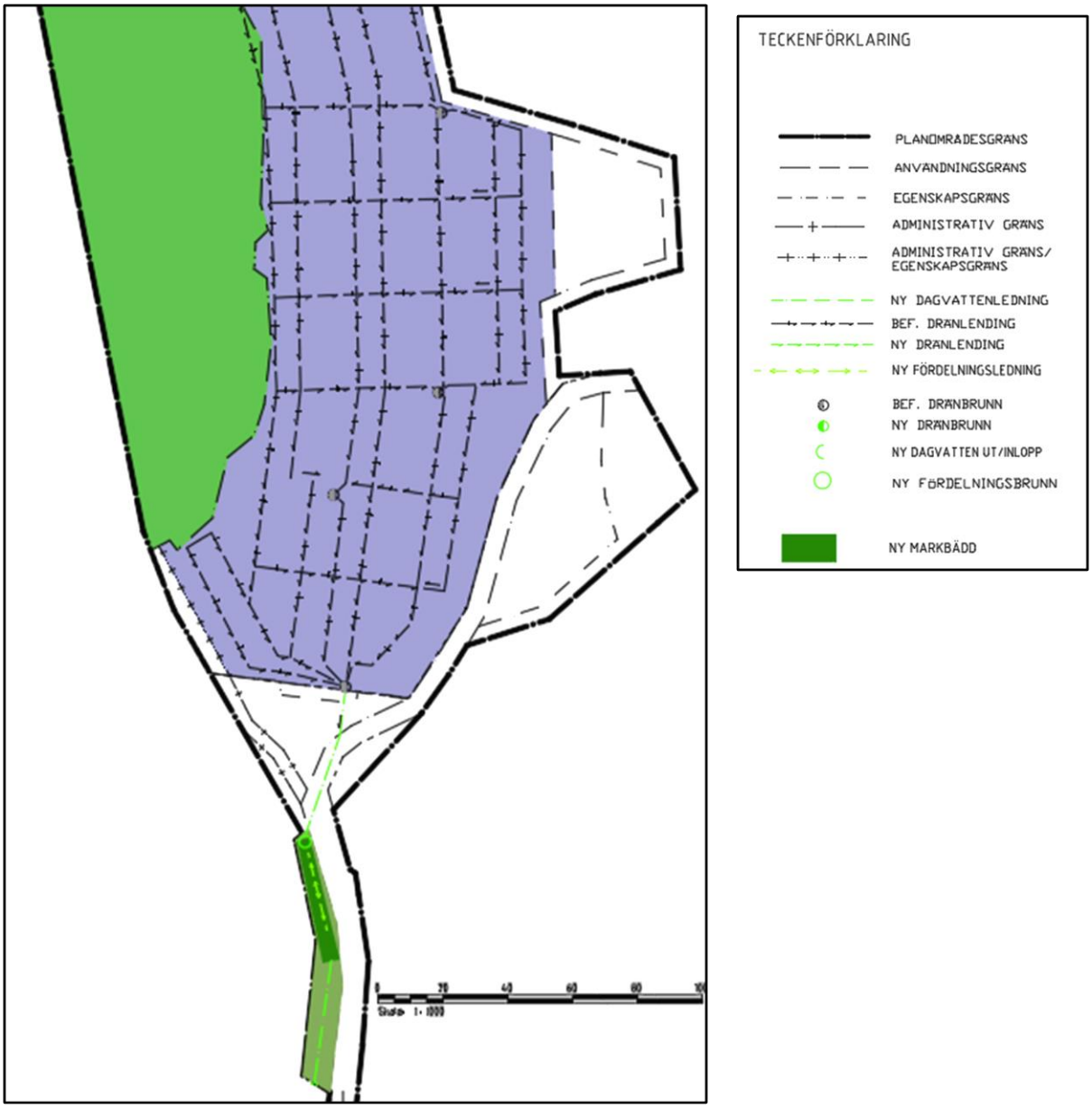
Beräkningar för flöden baseras på befintlig markanvändning, ytornas totala area, avrinningskoefficient samt dess reducerande yta. Se tabell 2.

Tabell 2. Area- och dränvattenavrinning för Yta 1 med befintligt dräneringssystem.

	Markanvändning	Yta [m²]	Avrinning l/s/ha	Summa avrinning l/s
Yta 1	Kyrkogård	18 609	0,05	0,93

4.2 Planerad utformning

Yta 1- Befintlig kyrkogård föreslås kompletteras med en reningsanläggning/markbädd i söder, med placering norr om den befintliga bäck som rinner längs infartsvägen, se figur 15, samt bilaga 1.



*Figur **15**. Planerad markanvändning för planområdet med modifiering av befintligt dränsystem. En markbädd tillkommer i söder innan dike. (AFRY, 2023).*

Yta 2- Den utvidgade kyrkogården föreslås kompletteras med ett nytt dräneringssystem i kombination med en egen reningsbädd/markbädd. Dränvattnet leds sedan vidare till en öppen dagvattendamm. Därifrån rinner vattnet vidare via dagvattensystemet (se figur 16 och 17, samt bilaga 1).

*Figur **16**. Yta 2- utvidgad kyrkogård. Planerad markanvändning med anläggning av ett nytt dränsystem. Dränsystem med reningsbädd/markbädd, samt dagvattendamm (AFRY, 2023).*

Figur 17. Yta 2- utvidgad kyrkogård, som idag används av Johannesviks camping (AFRY, 2021).

4.2.1 Markanvändning

Tabell 3 beskriver den planerade markanvändningen, de separata ytornas totala area, avrinning l/s/ha, samt summa avrinning l/s.

Tabell 3. Areaberäkning för planerad markanvändning inom planområdet.

Delområde	Markanvändning	Area [m²]	Dränvattenavrinning l/s/ha	Summa dränvattenavrinning l/s
Yta 1	Kyrkogård	18 609	0,05	0,93
Yta 2	Kyrkogård	11 638	0,1	1,16
Totalt		**30 247**		**2,09**

4.2.2 Flöden- beräkningar dränvatten

Tabell 4. Areaberäkning för planerad markanvändning inom planområdet.

Delområde	Area ha	Dränvattenavrinning l/s/ha	Summa dränvattenavrinning l/s	Qmax, drän m3/dygn
Yta 1	1,8609	0,05	0,093	8,039
Yta 2	1,1638	0,1	0,11	10,055
Totalt				**18,094**

4.3 Dimensionering av markbädd

Vid beräkning och dimensionering av dränvattenflöden har Vägverkets publikation (2008), samt Naturvårdsverket rapport (2011) använts. Utredningsområdet har delats upp i tre delar;

- Yta 1, som har ett befintligt dräneringssystem och är 18 609 m2 stort.
- Yta 2, som är den del av kyrkogården som kommer att utvidgas och är 11 638 m2 stort.
- Det gröna området är ett naturobjektsområde.

För beräkningar av bäddarnas storlek har beräkningar gjorts enligt nedan:

Yta 1 – Befintligt dränvattensystem (se bilaga 1).

Area: 18 609 m2

Dränvattenavrinning:0,05 l/s

Belastning markbädd *Qa*: 50 l/m2, dygn

Beräkningar:

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

Erforderlig total yta = *Qbf/Qa*

$Q_{max,\ drän}$ = 8,039 m3/d

Erforderlig total yta = 161 m2

Yta 2- Utökat begravningsområde (se bilaga 1).

Area: 11 638 m2

Dränvattenavrinning: 0,1 l/s

Belastninga markbädd: 50 l/m2, d

Erforderlig total yta = *Qbf/Qa*

Beräkningar:

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

$Q_{max,\ drän}$ = 10,06 m3/d

Erforderlig total yta = 201 m2

5 Föroreningsberäkningar och föroreningskoncentrationer

Beräkningar för föroreningskoncentrationer i analysverktyget StormTac behandlar inte innehållet av patogener och föroreningar i dräneringsvatten. För bedömning av innehåll i dräneringsvatten och rening i markbädd har provtagningar och utvärderingar i SVU Rapport 2014-16 legat till grund, se *Camper 2014*.

Det främsta föroreningsinnehållet i dräneringsvatten från kistgravar är näringsämnen och förekomsten av patogener.

De uppmätta halterna av fosfor bedöms som relativt höga. Rening i markbädd har uppskattats till runt 75 %. Markbädden anses ha en god kapacitet att reducera fosfor långt efter anläggningens driftsstart. I SVU Rapport 2014-06 har kväve inte analyserats.

För patogener har E Coli 44° C och koliforma bakterier 35° C analyserats och påvisats. Provtagningar har visat på högst halter under de två första åren efter gravsättning, dock bedöms halterna som relativt låga. Reduktionen av patogener i markbädd sker genom en avdödning i jordprofilen bl.a. till följd av biologisk nedbrytning. Reduktionen förbättras efter ca 2 år då markbäddens bakterieflora växt till sig.

Metaller i dräneringsvattnet bedöms generellt som låga. Framtida metallhalter i dräneringsvattnet vid Vägga kyrkogård från planerat område med kistgravar bedöms också vara låga.

Mätresultat 2008–2010	Ingående vatten till markbädd Medel (max)	Utgående vatten från markbädd Medel (max)
BOD_7, 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)
Kvicksilver, mg/l	< 0,0001 (< 0,0001)	< 0,0001 (< 0,0001)
Bly, mg/l	0,00052 (0,0019)	0,00026 (0,078?)

Figur 18. Utdrag från SVU Rapport 2014-06 över mätning på inkommande och utgående vatten från markbädd (Camper 2014).

Allt dränvatten bör ledas till en markbädd där reducering av patogener och andra föroreningskoncentrationer som tex fosfor kan ske. Risken för spridning av patogener till grund- och ytvatten bedöms vara liten när markbädd installeras. Eftersom markbädden reducerar fosfor till 75 %, samt att Vägga kyrkogård endast har 3 st. kistbegravningar per år i snitt och att rening sker i dike nedströms innan utsläpp till recipient, anses reningen vara tillräcklig.

5.1 Provtagning

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

Om dräneringsledningar anläggs grundare än rekommenderat schaktdjup eller vid osäkerhet kan följande förslag till rutiner för miljökontroll nedan följas (se 5.1.1-5.1.4).

5.1.1 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 föroreningarna i dräneringsvattnet och kan användas för att utvärdera markbäddens reningseffekt. Utgående vatten provtas för att säkerställa att utgående vatten inte negativt påverkar miljökvalitetsnormerna (MKN) för slutrecipienten eller utgör risk för människors hälsa.

5.1.2 Utförande

Provtagning föreslås genomföras fyra gånger per år under de första tre åren. Förslagsvis ett prov per årstid för att se eventuella årstidsvariationer. Utvärdering av provtagningsresultatet och beslut om fortsatt provtagningsfrekvens och analysparameterar för vidare kontroller. Provtagningen ska ske på så sätt att det framgår vilka föroreningsmängder det utgående dräneringsvattnet har.

De parametrar som analyseras bör inkluera BOD_7, COD, totalfosfor, koliforma bakterier 35° C, E-coli 44° C, TOC samt metallerna silver, koppar, kvicksilver och bly. Proverna ska analyseras av ackrediterat laboratorium och provtagning ske enligt deras rekommendationer.

5.1.3 Utvärdering

Vid utvärderingen 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 miljökvalitetsnormerna (MKN) för recipienten.

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.

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

För Yta 2 bör hänsyn tas till att det utgående vattnet från markbädden kommer att ledas vidare till planerade dagvattenåtgärder och ytterligare rening av dräneringsvattnet kommer därför att ske innan det lämnar fastigheten, varför miljökvalitetsnormerna inte behöver nås redan vid utloppet från markbädden. Om yta 1 kompletteras med ytterligare åtgärder efter markbädd gäller samma hänsyn.

5.1.4 Drift

Ett driftsprogram tas fram i projekteringsstadiet enligt leverantörens instruktioner på vald reningsbädd/markbädd.

6 Slutsats- Dränvattenhantering

6.1 Sammanfattande bedömning av dränvatten

Befintlig kyrkogård samt utvidgningsområde ligger inte inom ett vattenskyddsområde *(Naturvårdsverket, 2023).*

Det bedöms vara möjligt att ansluta dränvatten från befintligt gravområde, samt utvidgat gravområde till planerade åtgärder med markbädd och modifierat dagvattensystem.

Vad gäller dräneringsvatten från kistgravar är näringsämnen och patogener de främsta föroreningarna. De föreslagna åtgärderna bedöms ge en god reducering av näringsämnen och avdödning av patogener.

6.2 Dränvattenlösningar

6.2.1 Markbädd

För att rena dräneringsvatten från kistgravar föreslås markbädd. Markbädden har en god reducering av patogener och näringsämnen. 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 (biomassa) förbrukar organiskt material (patogener m.m.) 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 en betydande reduktion av föroreningar skett.

<u>För Yta 1</u> föreslås att dräneringsvattnet leds till en markbädd i anslutning till befintlig grönyta som är belägen innan det befintliga dike som leder drän- och dagvatten vidare till slutrecipienten (se bilaga 1).

Om möjligt vore det en fördel om markbädden kan anläggas med självfall där dräneringsvattnet filtreras över markbädden utan att en pumpstation behöver installeras. Vid en projektering behöver de topografiska förutsättningarna för en optimal lösning undersökas. Vid en ockulär besiktning av området bedömer vi att man kan behöva förlänga befintlig dagvattentrumma för att skapa mer yta för en markbädd där dräneringsvattnet genomflödar markbädden med självfall.

Från markbädden föreslås det renade dränvattnet sedan ledas vidare till diket längs infartsvägen som utgör en möjlighet till kompletterande rening av framförallt näringsämnen (se bilaga 1).

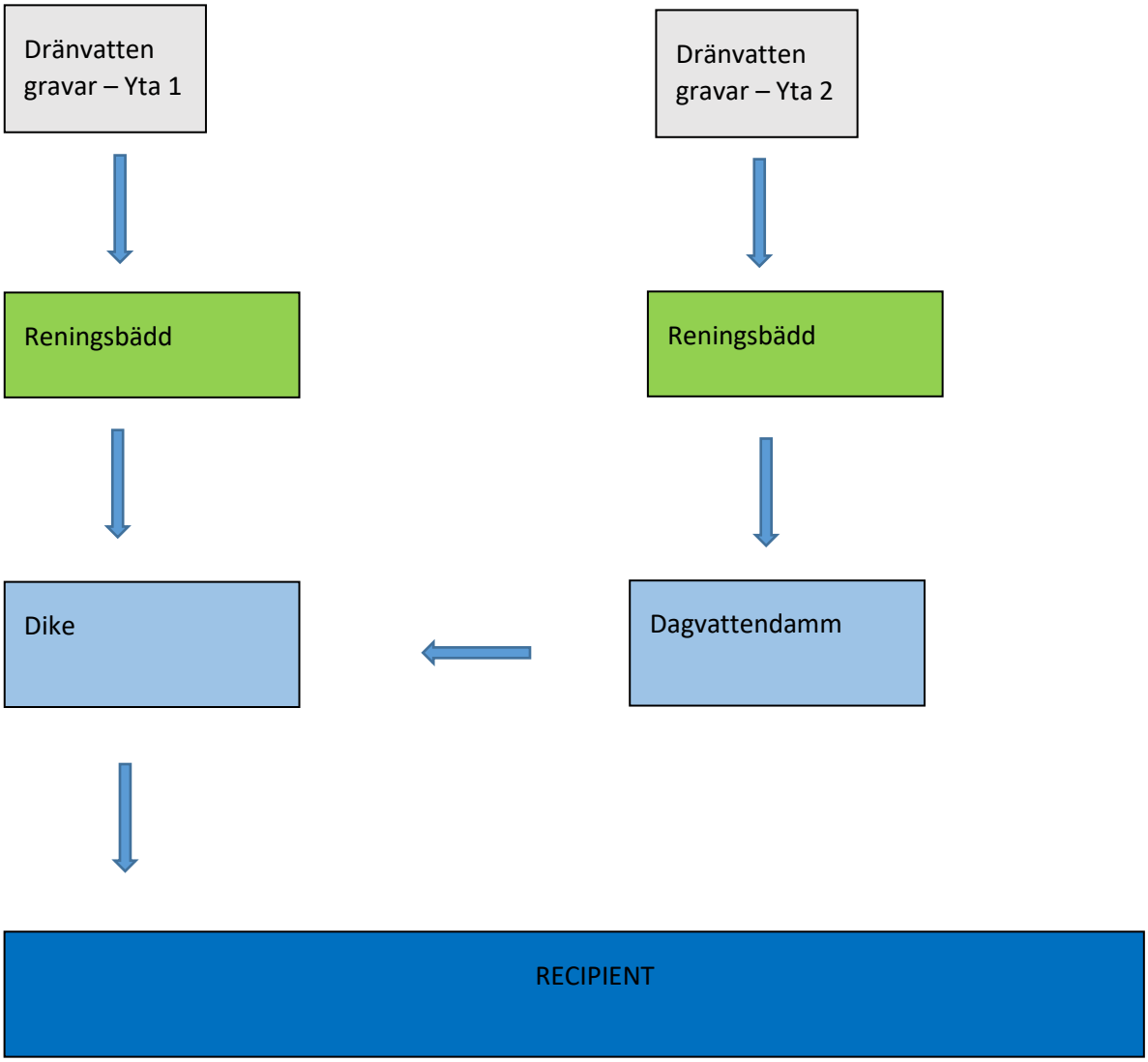
Det bedöms vara möjligt att ansluta dränvatten från befintligt gravområde till föreslagen markbädd.

<u>För Yta 2</u> föreslås anlägging av ett nytt dränvattensystem där dränvattnet leds vidare till en fördelningsbrunn med pumpstation som sedan fördelar dräneringsvattnet jämnt över markbädden. Från markbädden föreslås det renade dränvattnet ledas vidare till en ny dagvattendamm (se bilaga 1). För yta 2 gäller samma sak som för yta 1, att det vore fördelaktigt vid en projektering, att använda platsens naturliga förutsättningar. Det vore

att föredra att installera ett reningssystem där de topografiska förutsättningarna utnyttjas för att optimera en platsspecifik lösning utan pumpstation.

6.2.2 Systemlösning

Nedan redovisas förslag på lämpliga dränvattenlösningar för de olika markanvändningarna inom planområdet, tillsammans med redogörelser i avsnitt 4.2 för hur den erforderliga föroreningsreduceringen kan uppnås. Figur 19 visar en översikt av vilken/vilka dränvattenåtgärder som föreslås för respektive markanvändning.



Figur 19. Principskiss för dränvattenhantering (AFRY, 2023).

6.2.3 Alternativa lösningar

6.2.3.1 Markbädd med slamavskiljare

Om biomassan i markbädden i det aktuella utredningsområdet inte får tillräckligt med näring och reduceras med resultat att den biologiska reningen uteblir föreslås att befintligt spillvattenavlopp kopplas till samma markbädd som för Yta 1.

Om behovet dessutom finns att ytterligare reducera anläggningsytan för en konventionell markbädd, typ den som i bilaga 2, kan man projektera för ett minireningsverk typ Kingspan BAGA´s system, se bilaga 3.

6.2.3.2 Anslutning till spillvattennätet

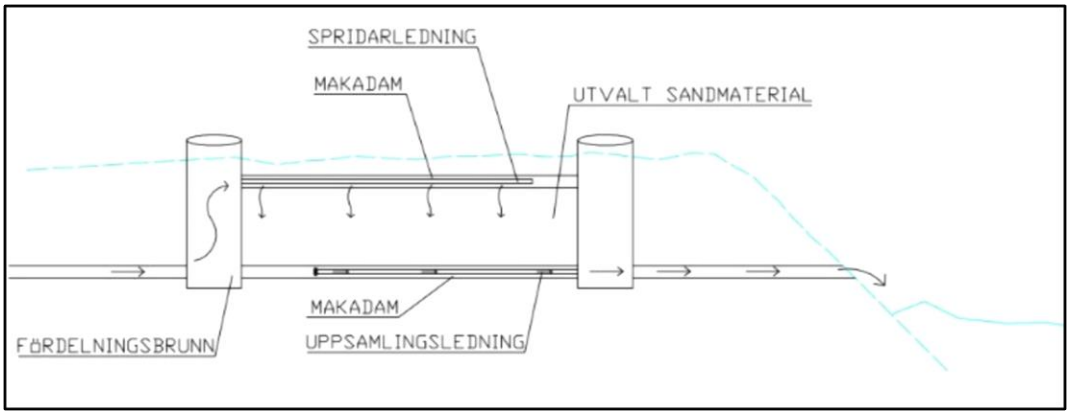
Det sista förslaget är att ansluta dränvattensystemet till befintligt spillvattennät. Då det kommunala reningsverket emellertid är överbelastat föreslår AFRY att dränvattnet omhändertas inom fastigheten VÄGGA 1:49 med hjälp av reningsbädd/markbädd.

7 Referenser

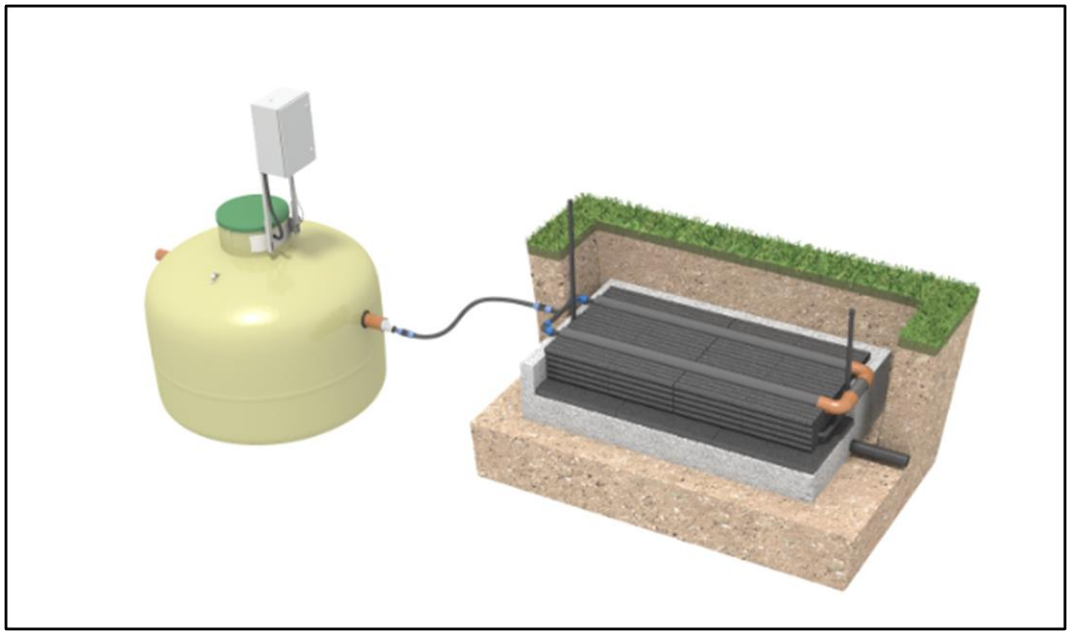
- Bengtsson, H. & Cato, Ingemar, (2011). *TBT i småbåtshamnar I Västra Götalands län 2010 – En studie av belastning och trender.* Rapport. Göteborg. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, vattenvårdenheten.
- Bergkvist, J., & Magnusson, M. (2016). *BVVF Miljögifter i biota 2016 [Elektronisk resurs]*. Rapport. Göteborg: Bohuskustens Vattenvårdsförbund (BVVF).
- Björnsson, M. (2019). *Geotekniskt utlåtande- Detaljplan för kyrkogård inom Vägga 1:49 m fl, Sotenäs kommun.* Rapport från WSP. Sotenäs kommun.
- Bråtegren, H. & Gustafsson, K. (2019). *Detaljplan för VÄGGA KYRKOGÅRD, Vägga 1:49 m.fl.* Detaljplan. Sotenäs kommun. www.sotenas.se/download/18.fa8c6b4170a80b9ba63a0d/1583395087150/Planbeskrivning.pdf
- Camper, P. A. (2014). Dräneringsvatten från begravningsplatser. Rapport 2014-06. Svenskt Vatten Utveckling (SVU). https://www.vattenbokhandeln.svensktvatten.se/produkt/draneringsvatten-fran-begravningsplatser/
- Forssén, A.(1949). *Arbetsbeskrivning til anläggande av begravningsplats för Kungshamns församling å Vägga i Askums socken.* Arbetsbeskriving. Göteborg.
- Kleinrock, J.& Dahlgren, C. (2019). *Dagvattenutredning Vägga Kyrkogård.* Uddevalla. AFRY. Pdf.
- Miljöbalken (1998:808)
- HaV (2016). *Miljökvalitetsnormer.* https://www.havochvatten.se/hav/vagledninglagar/vagledningar/miljokvalitetsnormer/miljokvalitetsnormer.htm (2023-03-21)
- Länsstyelsen (2022). *Vattenarkivet, Markavvattning i Västra Götaland båtnadsområden. www.ext-geoportal.lansstyrelsen.se (2023-03-21)*
- Naturvårdsverket (2023). *Vattenskyddsområde.* www.skyddadnatur.naturvardsverket.se
- Naturvårdsverket (1991). *Naturvårdsveket Allmänna Råd 91:2, Rening av Hushållsspillvatten.* Rapport. Solna. Pdf.
- Scalgo (2022). *Geodata*. https://scalgo.com/live/sweden (2023-03-21)
- Svenskt vatten (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten: funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppsystem ; publikation P110.* Stockholm. Svenskt vatten.
- SVT (2021. *Panik när vattenmassorna dränkte campingplats.* Publikation SVT 2021-07-31. Stockholm. www.svt.se/nyheter/lokalt/vast/panik-nar-vattenmassorna-drankte-campingplats
- Vägverket (2008). *VVMB 310 Hydraulisk dimensionering.* Publikation 2008:61. Borlänge. Vägverket.

Bilagor

Bilaga 1. Se Ritning- Befintligt dränsystem, samt förslag på nytt dränsystem i norr med markbädd och damm, samt modifiering av befintligt dränsystem i söder med markbädd (AFRY, 2023).

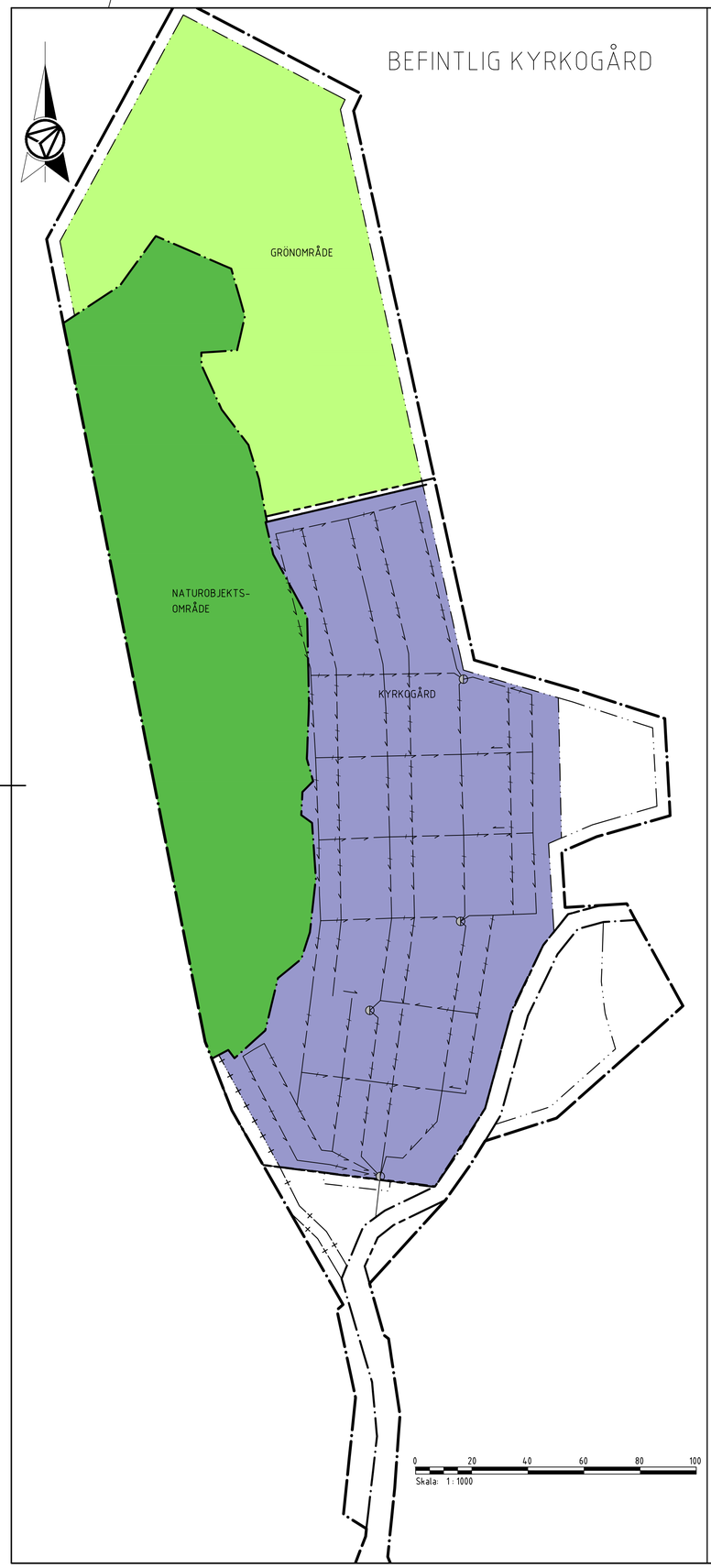


Bilaga 2. Principskiss- Förslag på utformning av markbädd enligt koncept från Håjums begravningsplats, Trollhättan (Camping, 2014).

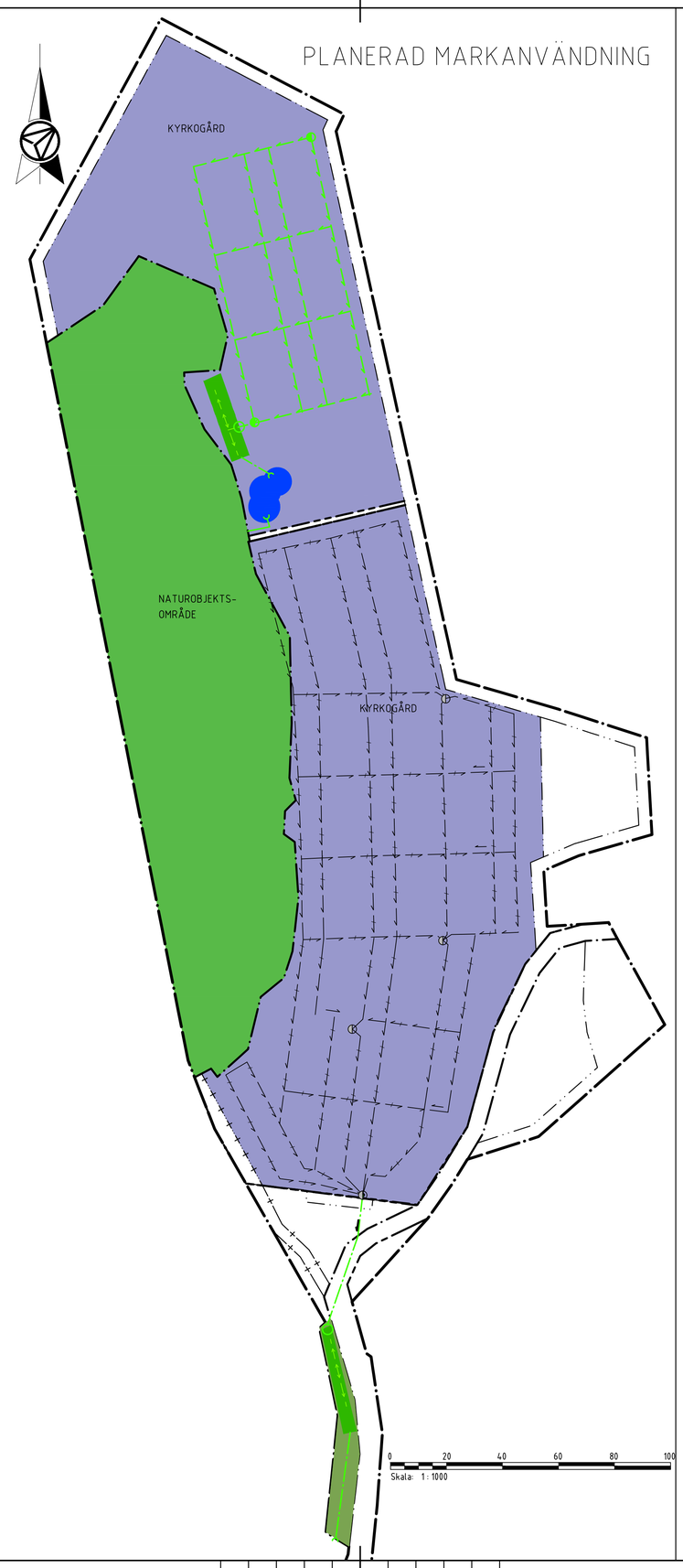


Bilaga 3. Alternativ- exempelvis systemlösning från BAGA med slamavskiljare och markbädd.

BEFINTLIG KYRKOGÅRD



PLANERAD MARKANVÄNDNING



TECKENFÖRKLARING

- PLANOMRÅDESGRÄNS
- ANVÄNDNINGSGRÄNS
- EGENSKAPSGRÄNS
- ADMINISTRATIV GRÄNS
- ADMINISTRATIV GRÄNS/ EGENSKAPSGRÄNS
- NY DAGVATTENLEDNING
- BEF. DRÄNLENDING
- NY DRÄNLENDING
- NY FÖRDELNINGSLEDNING
- BEF. DRÄNBRUNN
- NY DRÄNBRUNN
- NY DAGVATTEN UT/INLOPP
- NY FÖRDELNINGSBRUNN
- NY MARKBÄDD
- NY DAGVATTENDAMM

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

SLUTVERSION BILAGA 1

SOTENÄS PASTORAT
DRÄNVATTEN VÄGGA KYRKOGÅRD, VÄGGA 1:49

AFRY
ÅF PÖYRY

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	PLAN
D0111791	M. GUSTAFSSON	BEFINTLIGT- OCH NYTT DRÄNERINGSSYSTEM
DATUM	HANDLÄGGARE	
2023-04-24	M. GUSTAFSSON	
ANSVARIG	SKALA	NUMMER / BET
J. KLEINROCK	1:1000	

PLO: 2023-04-24 16:46 X:\1-PRJ\SE\D0111791 - VÄGGA KYRKOGÅRD DRÄNERING 438906\02_CAD\1(SKEDE_DELOMRÅDE)\R\RITDEF\R-5x.1-001.DWG GUSTAFSSON, MATTIAS

XREF: