Making Future.

Dagvattenutredning

Vägga Kyrkogård

Beställare
Rådhuset Arkitekter

Datum
2019-09-03

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

Granskare
Carola Dahlgren

Datum
2019-09-03

Projekt-ID
769237

Mottagare
Rådhuset Arkitekter
Helena Bråtengren/
Kalle Gustafsson

Sammanfattning

Inom planområdet VÄGGA 1:49 planeras utökning av gravplatser på kyrkogården, anläggning av lokaler för skötsel och anläggande av ny kapellbyggnad.

Flödesberäkningar har gjorts för området och eftersom tidsplanen för kyrkogårdens utbredning är ca 200 år kan även fördröjningsanläggningar för dagvatten byggas när behov finns. Flera alternativ till fördröjning presenteras i rapporten men eftersom infiltration på kyrkogårdar bör undvikas är ett rörnätsmagasin ett bra val. Föroreningsberäkningar visar att inga föroreningar överstiger riktvärden från riktvärdesgruppen trots exploatering men för att inte öka belastningen på recipienten jämfört med innan exploatering kan t ex biofilter samt oljeavskiljare anläggas.

Kommunalt vatten- och spillvattennät finns strax söder om fastigheten. Enligt medlemmar på Sotenäs pastorat finns även ledningar anlagda genom kyrkogården till befintlig arbetsbyggnad. Det bör utredas var dessa finns för att kunna avgöra hur påkoppling till framtida byggnad ska göras. Utifrån kommunens VA-ritningar är bedömningen att det ska finnas tillräcklig kapacitet att koppla in den nya byggnaden på den kommunala vatten- och spilledningen.

Bilagor

Bilaga 1	Ritning R-52.1-1

Innehållsförteckning

1 Inledning 4
1.1 Bakgrund 4
1.2 Uppdragsbeskrivning 5
2 Förutsättningar 5
2.1 Underlag 5
2.2 Hydrologiska beräkningsmetoder 6
2.2.1 Flöden 6
2.3 Miljökrav på recipient för dagvatten 6
2.3.1 Miljökvalitetsnormer för dagvatten 7
2.3.2 Riktvärden för föroreningar 7
3 Områdets förutsättningar 8
3.1 Planbeskrivning 8
3.1.1 Yta 1 – Befintlig kyrkogård med gravplatser 8
3.1.2 Yta 2 – Befintlig kyrkogård utan gravplatser 8
3.1.3 Yta 3 – Utökat begravningsområde 8
3.1.4 Yta 4 – Område med byggnader 8
3.2 Markförhållanden 8
3.2.1 Grundvattennivåer 10
3.2.2 Markavvattningsföretag 10
3.2.3 Avrinning 10
4 Flödesberäkningar 10
5 Föroreningsberäkningar 12
6 Dagvattenhantering 13
6.1 Allmänna rekommendationer 13
6.1.1 Höjdsättning och översvämningsrisk 13
6.1.2 Miljöanpassade materialval 13
6.2 Dagvattenlösningar för fördröjning 14
6.2.1 Svackdike/dike 14
6.2.1 Dagvattendamm/magasin 15
6.2.2 Rörnätsmagasin 15
6.3 Dagvattenlösningar för rening 16
6.3.1 Dagvattendamm 16
6.3.2 Svackdike 17
6.3.3 Biofilter (växtbädd) 17
7 Vatten- och Spillvattenledningar 18
8 Dräneringsvatten 18

1 Inledning

1.1 Bakgrund

På uppdrag av Rådhuset Arkitekter utreds dagvattenförhållanden före och efter planerad utökning av gravplatser samt byggnation inom detaljplanen för VÄGGA 1:49, beläget utanför Kungshamn i Sotenäs. Även möjlig lösning för vatten- och spillvattenledningsdragning utreds.

Den del av planområdet som berörs i denna utredning är idag skogbevuxet med berg i dagen samt delvis gräsbeklätt. Se Figur 1 nedan.

Figur 1: Bild tagen under platsbesök den 14e Juli 2019.

Planområdet ligger öster om Kungshamn intill Johannesvik Camping, se Figur 2 nedan. Inom detaljplan VÄGGA 1:49 finns idag redan en kyrkogård samt arbetsbyggnad med parkering. Kyrkogården är endast delvis fylld med gravplatser idag. På resterande grönyta innanför kyrkogårdens mur samt grönområdet utanför muren, där det idag bedrivs camping är planen att det i framtiden kommer att anläggas gravar och minneslundar. Det uppskattas att det kommer anläggas 85 % askgravar och 15 % grävda gravar. Grävda gravar anläggs med ett djup på ca 2 m till skillnad från askgravarna som är endast ca 0,7 m djupa.

Kyrkogården ligger på en dal av postglacial sand och även lite lera, omringad av berg, främst i väst. Berg i dagen förekommer. På grund av den kuperade terrängen runt planområdet är avrinningsområdet som leds genom dalsänkan där kyrkogården ligger relativt stort, ca 50 ha. Det är därför viktigt att tänka på höjdsättning och vattnets rinnväg vid planering av nya byggnader för att undvika översvämning vid skyfall.

Figur 2: Översiktsbild över planområdet för fastighet VÄGGA 1:49 som är markerat med gul färg.

1.2 Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer ÅF enligt uppdrag att redovisa för:

- Beräknade dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Konsekvensbeskrivning av ett 100-års regn.
- Förslag på dagvattenlösning och nya spill och vattenledningar.
- Påverkan på mottagande recipient och befintliga dagvattensystem nedströms planområdet.
- Påverkan på markavvattningsföretag.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Datum
Uppdragsbeskrivning och offert	2019-05-17
Översiktsskiss över utbredningsområdet	
Befintligt känt VA i området (DWG)	
Ritningsmaterial befintliga dräneringsledningar	

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	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	

2.2 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 10- och 20-årsregnet med varaktighet på 10 minuter. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30. (Svenskt Vatten AB)

2.2.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 10.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{Å} = 190 * \sqrt[3]{Å} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:
$i_{Å} = regnintensitet\ [l/s, ha]$
$T_R = regnvaraktighet\ [minuter]$
$Å = återkomsttid\ [månader]$

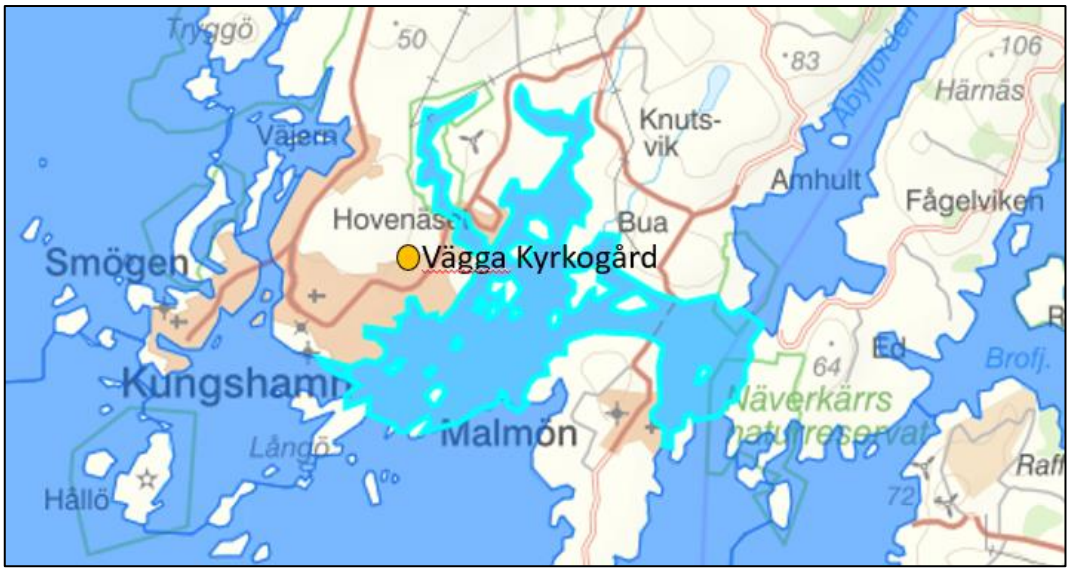
Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:
$q_{dim} = dimensionerande\ flöde\ [l/s]$
$A = avrinningsområdets\ area\ [ha]$
$\varphi = avrinningskoefficient\ [-]$
$i_{Å} = regnintensitet\ [l/s, ha]$
$k = klimatfaktor$; 1,25

2.3 Miljökrav på recipient för dagvatten

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



Figur 3: Kartbild över planområdet samt recipienten Hovenäsområdet.

2.3.1 Miljökvalitetsnormer för dagvatten

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer. 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 2021 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; VISS)

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.

Hovnäsområdet är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i Länsstyrelsens vatteninformationssystem enligt Tabell *1*. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2010-2016 i samband med skiftet av den andra förvaltningscykeln.

Tabell 1. Statusklassificering från Länsstyrelsen vatteninformationssystem VISS.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status *(dagsläge)*	***MKN*** *(framtida mål)*	***Status*** *(dagsläge)*	***MKN*** *(framtida mål)*
Hovenäset området SE582210-111880	God	God 2027	Uppnår ej god	God

2.3.2 Riktvärden för föroreningar

Riktvärden på hur mycket föroreningar som kan släppas ut till recipient från olika typer av föroreningskällor har tagits fram av Stockholms läns landsting. Systemet är uppbyggt i

olika nivåer där hänsyn tas till vilken sorts recipient dagvattnet avleds till och hur mycket vattenomsättning som recipienten antas ha. För en jämförelse av föroreningar från VÄGGA 1:49 har nivå 2M valts. 2M är enligt systemet lämplig att använda vid nya exploateringsområden, där recipienten är t ex en havsvik och dagvattnet inte släpps direkt till recipienten.

Miljöbalken säger att den som orsakar förorening ska bekosta reningen. Föroreningarna som beräknats för detta område (se kapitel 5) kan jämföras både med riktvärden som tagits fram av Stockholms läns landsting och mot hur mycket föroreningar som finns i området idag, innan exploatering.

3 Områdets förutsättningar

3.1 Planbeskrivning

Planområdet VÄGGA 1:49 är, för att underlätta beräkningarna, uppdelat i fyra delytor. Yta 1 består av den befintliga kyrkogården, där det finns gravar idag. Yta 2 är resterande del av den befintliga kyrkogården, som idag består av endast gräs. Yta 3 är den del av planområdet som kallas utökat begravningsområde på plankartan och som idag består av gräsmatta där campinggäster vistas, utanför den befintliga kyrkogården. Yta 4 är den ytan där det idag finns en arbetsbyggnad med parkering samt det område som ligger öster om kyrkogårdens mur. Samtliga områden finns redovisade på ritning R-52.1-1.

3.1.1 Yta 1 – Befintlig kyrkogård med gravplatser

Efter platsbesök och granskning av ritningar över området har en bedömning gjorts att gräsytan i kyrkogården består av 5 % gravar och 95 % gräs. Detta förhållande har sedan använts för att göra beräkningar av flöden för yta 2 och yta 3. Yta 1 består även av grus- och asfaltsgångar. I beräkningarna efter exploatering för yta 1 har antagits att inga förändringar görs eller att samtliga gångar asfalteras och gravtätheten ökar något.

3.1.2 Yta 2 – Befintlig kyrkogård utan gravplatser

Yta 2 består idag endast av gräs. I beräkningarna för yta 2 efter exploatering har två olika fall granskats. Det ena att gravar och gångar anläggs på samma sätt som befintlig kyrkogård (yta 1) och det andra att gravtätheten ökar något samt att alla gångar blir asfalterade.

3.1.3 Yta 3 – Utökat begravningsområde

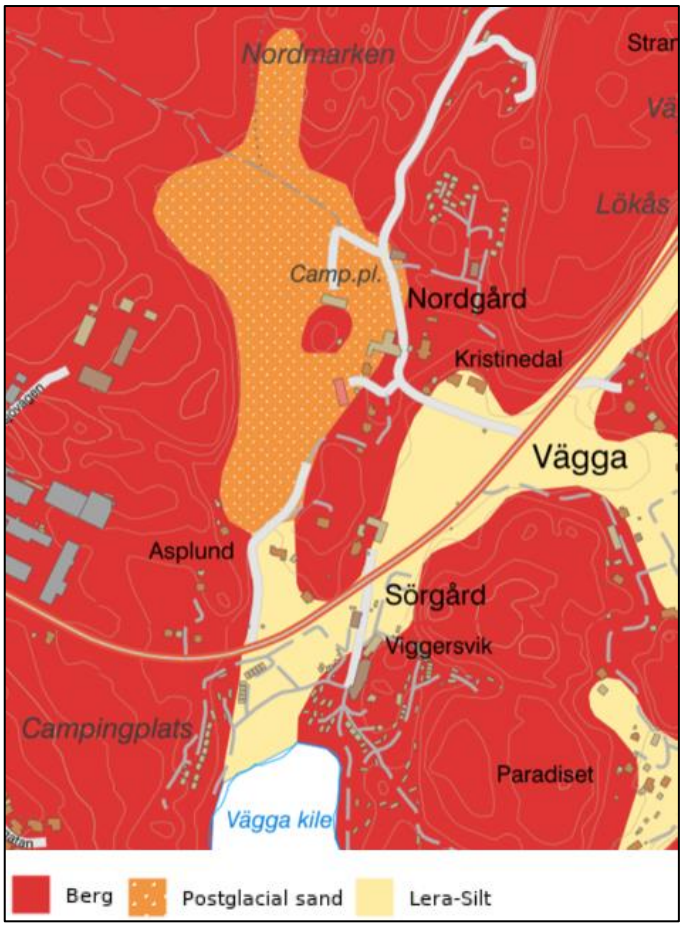
Yta 3 består idag av endast gräs. I beräkningarna efter exploatering har samma antagande för de två framtida fallen gjorts som för yta 2.

3.1.4 Yta 4 – Område med byggnader

En arbetsbyggnad med parkering finns idag på yta 4. Ytan består även av en kulle med berg i dagen där en byggnad på max 500 m^2 är planerad att uppföras.

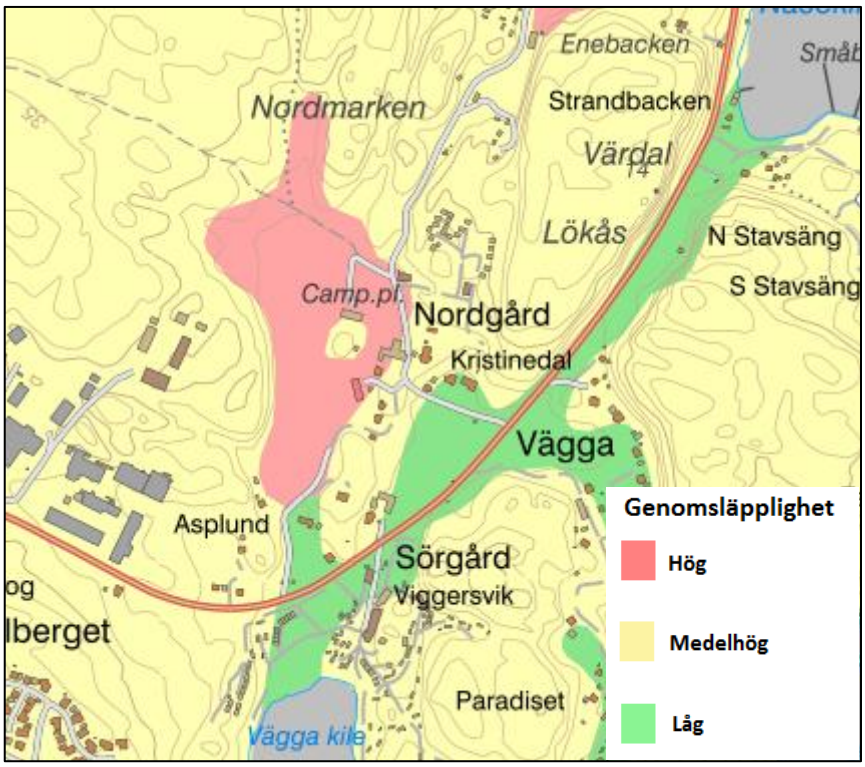
3.2 Markförhållanden

Höjderna i planområdet skiftar mellan ca + 10 m till + 26 m över nollplanet. Området där kyrkogården ligger och där begravningsområdet är tänkt att utökas är relativt plant. Runt begravningsområdet finns berg och marken är kuperad. I de lägre partierna består marken av postglacial sand. Se Figur 4.



Figur 4: Bild från SGU:s jordartskarta.

Marken i området har hög genomsläpplighet. Se Figur 5.



Figur 5: Bild från SGU, genomsläpplighetskarta

3.2.1 Grundvattennivåer

Grundvattennivåer i området är inte kända.

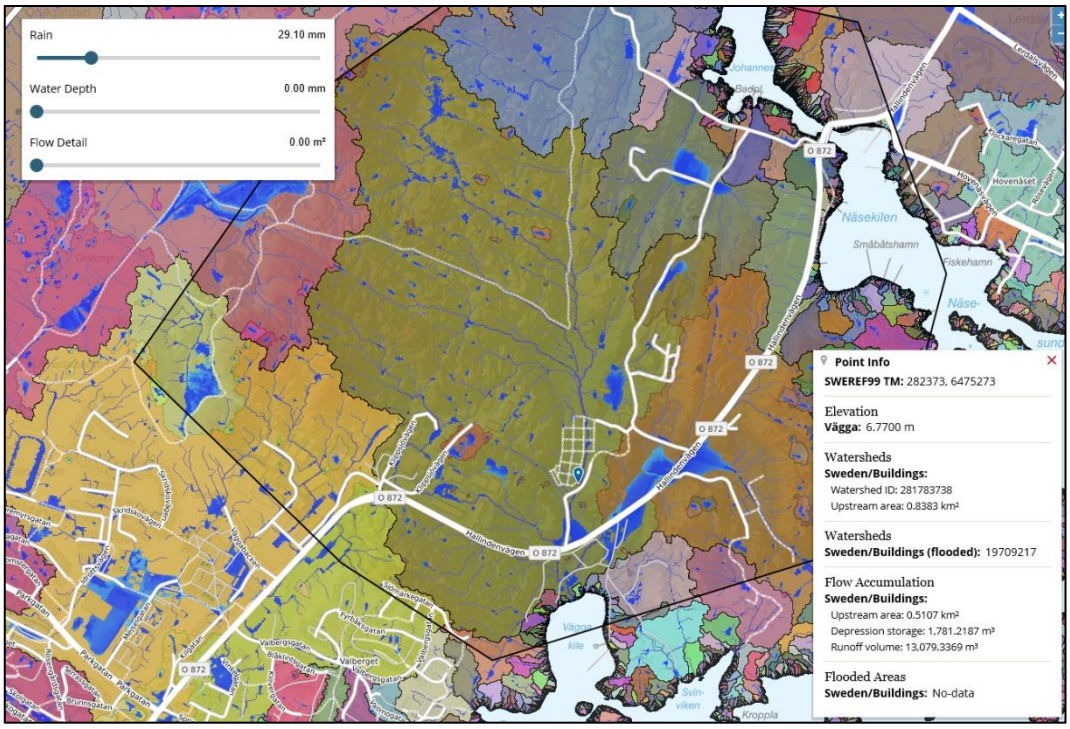
3.2.2 Markavvattningsföretag

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

3.2.3 Avrinning

Idag rinner dagvatten ifrån omkringliggande platåer via diken och kulvertar till planområdet, genom kyrkogården i kulvert och vidare mot ett öppet dike söder ut till recipienten Vägga kile.

Avrinningsområdet till diket söder om kyrkogården är relativt stort, på ungefär 50 ha. Se Figur 6.



Figur 6: Avrinningsområde till dike söder om kyrkogården vid ett 100-årsregn med varaktigheten 10 minuter.

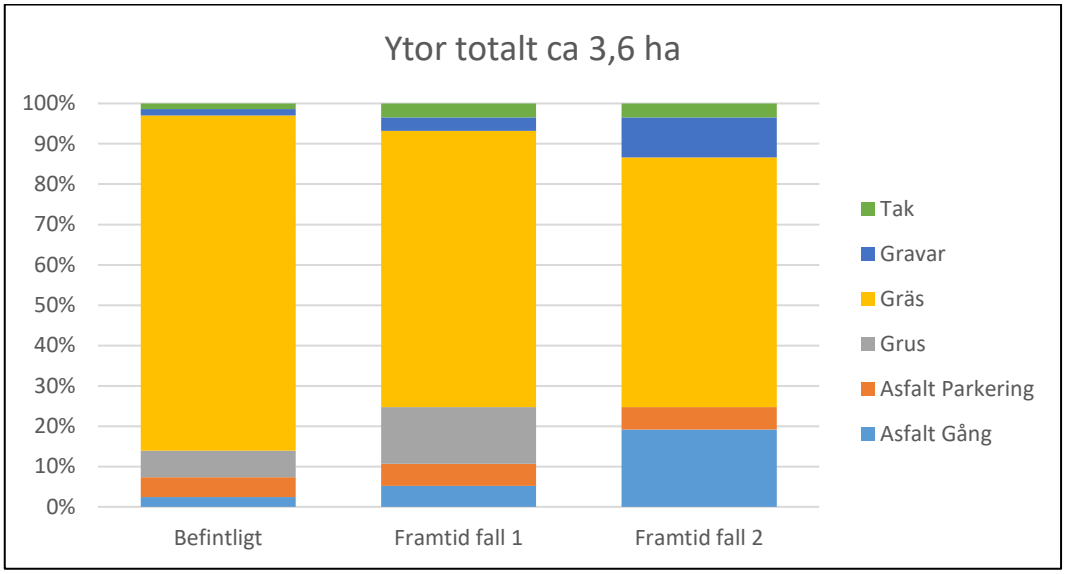
Ett stort avrinningsområde kan innebära att mycket vatten kommer passera kyrkogården vid ett skyfall.

4 Flödesberäkningar

Avrinning från området har beräknats för 10- och 20-årsregn, före och efter exploatering. Som tidigare beskrivits har flöden för två framtida scenarion tagits fram. Framtidsscenario 1 (fall 1) där gravar och gångar anläggs på samma sätt på befintlig grönyta och obebyggd befintlig kyrkogård som de anlagts på befintlig kyrkogård. Framtidsscenario 2 (fall 2) är antagandet att området hårdgörs till större grad samt att gravar anläggs tätare. I Tabell 2 och Figur 7 visas de ytor som använts för beräkningarna.

Tabell 2: Ytor för flödes- och föroreningsberäkningar (ha).

	Befintligt	Framtid fall 1	Framtid fall 2
Asfalt Gång	0,09	0,19	0,70
Asfalt Parkering	0,18	0,20	0,20
Grus	0,24	0,51	0,00
Gräs	3,02	2,49	2,25
Gravar	0,06	0,12	0,36
Tak	0,05	0,13	0,13



Figur 7: Översikt: procentuell fördelning av ytor före och efter exploatering i området.

Beräkningar av flöden före och efter exploatering samt hur mycket dagvatten som kommer tillkomma på grund av exploateringen om ingen åtgärd genomförs, visas i Tabell 3 och Tabell 4.

Tabell 3: Flöden (l/s, ha) efter 10 minuter för olika regnåterkomsttider för de olika fallen. Endast framtida fall har beräknats med klimatkompensation.

	Befintligt	Framtid fall 1	Framtid fall 2
10-årsregn	168	280	390
20-årsregn	212	351	493

Tabell 4: Jämförelse av flöden (l/s, ha) efter 10 minuter för olika regnåterkomsttider för de olika fallen. Endast framtida fall har beräknats med klimatkompensation. Siffrorna i kolumnerna <fall 1> och <fall 2> representerar skillnaden i flöde jämfört med befintlig situation.

	Befintligt	Framtid fall 1	Framtid fall 2
10-årsregn	168	+113	+222
20-årsregn	212	+138	+281

Utan dagvattenåtgärder kommer recipienten få en ökning av vattenflöde enligt siffrorna i Tabell 4 och kolumn <Fall 1> och >fall 2> ovan.

De avrinningskoefficienter som valts för beräkningar av dagvattenflödet från området finns presenterade i Tabell 5. Beräkningarna har gjorts med hjälp av formel i kapitel 2.2.1.

Tabell 5: Avrinningskoefficienter som valts för beräkningar av avrinning från området.

Avrinningskoefficient gräs, φ	0,1	*Finns att hitta i P110 tabell 4.8*
Avrinningskoefficient gravstenar (betong/sten) φ	0,9	*Finns att hitta i P110 tabell 4.8*
Avrinningskoefficient asfalt, φ	0,8	*Finns att hitta i P110 tabell 4.8*
Avrinningskoefficient tak, φ	0,9	*Finns att hitta i P110 tabell 4.8*
Avrinningskoefficient grus, φ	0,4	*Finns att hitta i P110 tabell 4.8*

För beräkningarna gjorda för område VÄGGA 1:49 har två antaganden gjorts. Antagande för beräkningar av framtida fall 1 är att förhållandet mellan gravar, grusgångar och gräs på nya begravningsytor kommer vara samma som för befintlig kyrkogård. Efter platsbesök och granskning av ritningar över området har en bedömning gjorts att gräsområdet på kyrkogården består av 5 % gravar och 95 % gräs. Antagande för beräkningar av framtida fall 2 är att samtliga gångar asfalteras samt att gravarna ligger ca 10 % tätare än på befintlig kyrkogård. För hårdgjorda ytor, t.ex. tak, asfalterade ytor och gravar, har avrinningskoefficient 0,8-0,9 används för beräkningarna. Se Tabell 5. Avrinningskoefficienten för gräs har sats till 0,1 och för grus till 0,4.

Extrem nederbörd, så som 100-årsregn, ökar avrinningskoefficienten för icke hårdgjorda ytor, såsom gräs och skog, till ett värde inom 0,2-0,8 beroende på topografi (Blomquist m.fl., 2016).

5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer och -mängder inom området före och efter exploatering och redovisas i Tabell 6 och Tabell 7.

Tabell 6: Föroreningsberäkningar för YTA 1 – 4 före och efter exploatering. Endast framtida fall 2 redovisas eftersom det scenariot inkluderar mest hårdgjort yta.

		Riktvärde Storm-Tac (Riktvärdes-gruppen)	Befintlig situation med rening i bef. dike	Efter exploatering (fall 2) och rening i bef. dike	Efter exploatering (fall 2) och rening i bef. dike och biofilter
Fosfor (P)	µg/l	160	88	82	48
Kväve (N)	µg/l	2000	1000	840	620
Bly (Pb)	µg/l	8	3,5	2,1	1,4
Koppar (Cu)	µg/l	18	10	7,6	3,9
Zink (Zn)	µg/l	75	21	14	5,2
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4	0,18	0,19	0,072
Krom (Cr)	µg/l	10	2,4	2,2	1
Nickel (Ni)	µg/l	15	1,9	1,9	1,5
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,03	0,017	0,023	0,017
Suspenderad substans (SS)	µg/l	40000	17000	13000	6800
Oljeindex (Olja)	µg/l	400	50	81	93

Tabell 7: Föroreningsberäkningar för YTA 1 – 4 före och efter exploatering. Endast framtida fall 2 redovisas eftersom det scenariot inkluderar mest hårdgjort yta.

		Befintlig situation med rening i bef dike	Efter exploatering (fall 2) och rening i bef dike	Efter exploatering (fall 2) och rening i bef. Dike och biofilter
Fosfor (P)	kg/år	0,82	1	0,59
Kväve (N)	kg/år	9,6	10	7,6
Bly (Pb)	kg/år	0,032	0,026	0,017
Koppar (Cu)	kg/år	0,097	0,094	0,048
Zink (Zn)	kg/år	0,2	0,17	0,064
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0017	0,0024	0,00089
Krom (Cr)	kg/år	0,023	0,028	0,012
Nickel (Ni)	kg/år	0,018	0,023	0,019
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00016	0,00028	0,00021
Suspenderad substans (SS)	kg/år	160	160	84
Oljeindex (Olja)	kg/år	0,47	1	0,31

I Tabell 6 och Tabell 7 kan det utläsas att samtliga föroreningar klarar gränsen för riktvärden enligt M2 från Stockholms läns landsting (se kapitel 2.3.2.) utan rening i ny reningsanläggning. Endast koncentrationer av föroreningarna kadmium, kvicksilver och olja ökar efter exploatering. För total mängd av föroreningar på hela året kan utläsas i Tabell 7 att förutom tidigare nämnda föroreningar även fosfor, kväve, krom och nickel ökar något.

6 Dagvattenhantering

6.1 Allmänna rekommendationer

6.1.1 Höjdsättning och översvämningsrisk

Vid kraftigare regn än det dimensionerande 10-årsregnet kommer vattnet inte kunna avledas tillräckligt snabbt via den befintliga kulverten samt diket på fastigheten. Området måste vara höjdsatt så att vattnet avrinner från byggnaderna mot områden som kan översvämmas utan skador på byggnader. Svenskt Vatten rekommenderar att nybyggda fastigheter byggs så att marköversvämningar med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110, 2016). För att förhindra att yt- eller dagvatten rinner in i byggnaden måste marken ges en tillräcklig lutning från byggnaden.

6.1.2 Miljöanpassade materialval

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen som exempelvis zinktak. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

6.2 Dagvattenlösningar för fördröjning

I Tabell 4 redovisas hur mycket dagvatten som tillkommer från området beroende på vilket av framtidsscenariona som väljs samt regnets återkomsttid. Tidsplanen för kyrkogårdens utbredning norrut, inom den nya planen är ca 200 år. Det innebär att även fördröjningsanläggningar för dagvatten kan byggas på flera platser i mindre skala när det finns behov.

Alla fördröjningsanläggningar har en magasinvolym. I vissa fall kan delar av vattnet i magasinvolymen infiltreras. Vid dimensionering och projektering av fördröjningsanläggningar för dagvatten i området bör infiltrationskapacitet utredas då stora delar av planområdet ligger på postglacial sand, se Figur 4, och har goda genomsläpplighetsmöjligheter, se Figur 5. Det bör dock tas i beaktning att allt vatten som infiltreras riskerar att hamna i kyrkogårdens dräneringsanläggning vilket innebär att delar av dagvattnet (det som infiltreras i marken och hamnar i dräneringsledningarna) kommer att behöva renas på ett reningsverk för spillvatten, enligt Miljöbalken 9 kap 2 §. Se kapitel 8. Dräneringsvatten, för mer information om dränering på begravningsplatser. Infiltrationsanläggningar bör anläggas på platser där dagvattnet inte riskerar att urlaka gravar för att minimera risken att bakterier och närsalter frigörs.

Enligt svenskt vatten, P110 är minimikraven på återkomsttid som ska användas vid dimensionering av nya dagvattensystem vid gles bostadsbebyggelse 10 år, för trycklinje i marknivå. Det innebär att ett 10-årsregn måste kunna fördröjas med hjälp av dagvattenanläggningar i planområdet eller där det är lämpligt. I Tabell 8 kan utläsas att för att klara kravet ifrån svenskt vatten behöver 457 m^3 dagvatten fördröjas när hela planområdet är bebyggt (om 200 år) om framtida fall 2 väljs för byggnation. En rimlig magasinvolym att anlägga i första skedet kan vara halva magasinvolymen av minimikravet för framtida fall 1, alltså ca 115 m^3.

Tabell 8: Magasinbehov (m^3) för ett regn med varaktigheten 10 minuter.

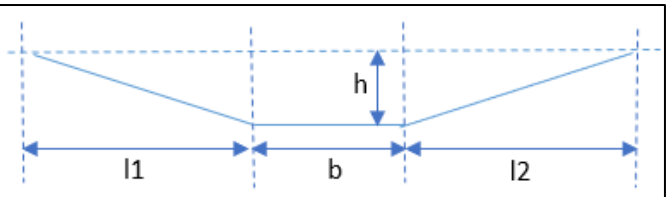
	Framtid fall 1	Framtid fall 2
10-årsregn	232	457
20-årsregn	285	579

Fördröjning av dagvatten kan göras på många olika sätt. Nedan presenteras några.

6.2.1 Svackdike/dike

Ett svackdike är en öppen dagvattenanläggning som kan fungera som en infiltrationsanläggning, ett fördröjningsmagasin och även ersätta en nedgrävd dagvattenledning. Dikets kanter sluttar svagt och normalt brukar längsgående lutning vara 2-5 ‰ (Svenskt vatten). Svackdiken måste underhållas för att kapacitet ska bibehållas. Växter kan behöva klippas/rensas samt gräset i ett svackdike ska vara klippt till rätt längd. Sediment vid inlopp måste rensas regelbundet.

För att kunna fördröja 115 m^3 kan diket dimensioneras exempelvis enligt Figur 8.



h (m) =	0,5
b (m) =	0,2
l1 (m) =	1
l2 (m) =	1
längstlutning (faktor)=	0,1
längd (m) =	200

Figur 8: Exempel på dimensionering av dike för att klara hälften av magasinbehovet för fall 1, vid ett 10-årsregn med varaktigheten 10 minuter.

6.2.1 Dagvattendamm/magasin

Syftet med en dagvattendamm kan vara både fördröjning och rening. Oavsett syfte så kommer partiklar att sedimentera i olika mängd beroende på utformning. För att dagvattendammen ska behålla sin fördröjningskapacitet så måste sedimentet grävas upp regelbundet. Därför är en viktig aspekt att tänka på när dammen byggs, att den ska vara lättillgänglig för inspektion och tömning.

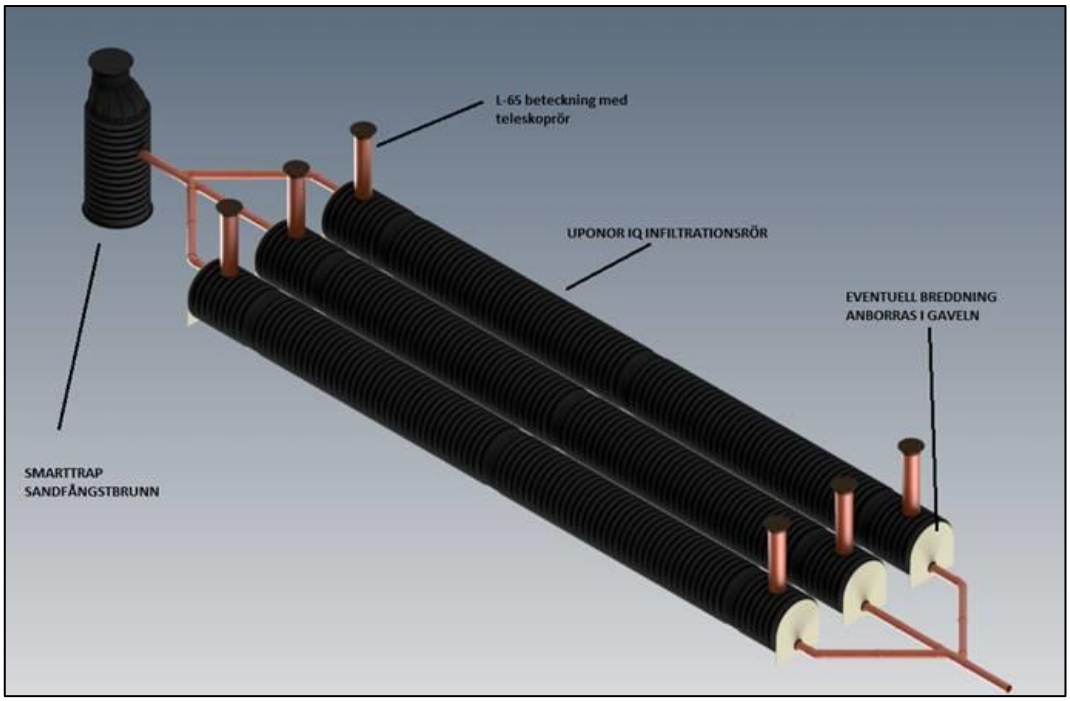
För att kunna fördröja 115 m^3 i en dagvattendam som har ett effektivt fördröjningsdjup på 1 m så behöver dammen ha en yta på 115 m^2,ca 10 m x 11 m. Det är möjligt att göra dammen djupare men det är viktigt att tänka på var dräneringsledningarna är placerade på kyrkogården för att undvika att dagvatten hamnar i dessa och blir en belastning på reningsverket. Det är även möjligt att göra dammen tät i botten för att undvika infiltration.

6.2.2 Rörnätsmagasin

I Figur 9 visas ett typexempel på hur ett rörmagasin kan uppföras. I detta exempel finns anborrade teleskoprör för inspektionsmöjligheter men det går även att utforma med exempelvis nedstigningsbrunnar. Denna anläggning är fördelaktig för områden där infiltration inte är lämpligt. T ex i närheten av gravar.

Ett rörnätsmagasin kan byggas av flera dagvattenrör intill varandra. Beräkningar har gjorts för tre rör med diametern 1000 mm, som ligger intill varandra. För att klara att fördröja det tillkommande dagvattnet på 115 m^3 från området efter exploatering behöver en yta under mark på ca 50 x 4 m att användas.

Ett rörmagasin underhålls genom att det regelbundet spolas så att sediment inte orsakar en kapacitetsminskning.



Figur 9: Schematisk bild på ett rörmagasin för fördröjning av dagvatten. Bild från Uponor Infra.

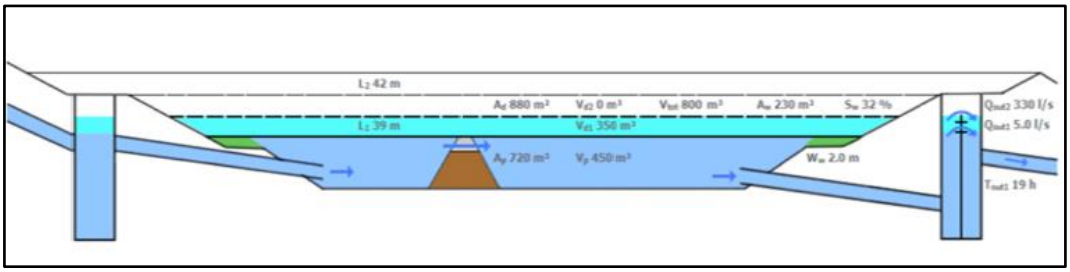
6.3 Dagvattenlösningar för rening

Eftersom recipienten har god ekologisk status och värdena för koncentrationer av samtliga föroreningar efter exploatering är lägre än riktvärdena från riktvärdesgruppen är en synvinkel att inga reningsåtgärder behöver göras. Enligt vattenförvaltningen får dock ingen vattenförekomst status försämras. Därför bör det övervägas om en reningsanläggning ändå vore lämplig.

Några av de förslag till fördröjning som beskrivits i kapitel 6.2 Dagvattenlösningar för fördröjning, kan även användas för att rena dagvatten. Det gäller dagvattendamm samt svackdike. Andra anläggningar är designade med syftet att främst eller endast rena dagvatten och kan fördröja endast en väldigt liten volym. Det kan t ex vara biofilter.

6.3.1 Dagvattendamm

Reningen sker till största del mellan regntillfällen i form av sedimentation och växtupptag. För att en damm ska fungera optimalt ur reningssynpunkt ska den vara långsmal och ha inlopp och utlopp placerat i varsin ände av dammen, se bild i Figur 10.



Figur 10: Exempel på hur en dagvattendamm kan designas.

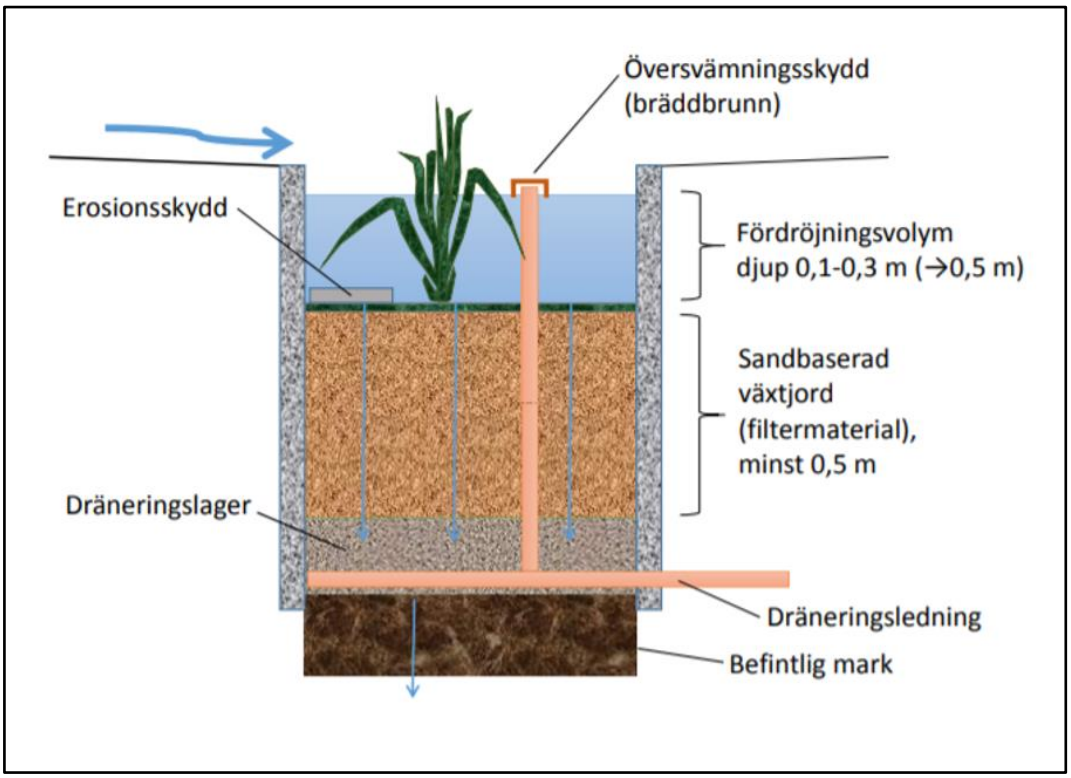
En dagvattendamm kan vara ett estetiskt tillskott på ett begravningsområde, med flytande växtöar tex.

6.3.2 Svackdike

Reningen i ett svackdike sker genom att dagvattnet långsamt filtreras i gräset/växterna när det rinner i diket. Svackdiken måste underhållas för att reningseffekt ska bibehållas. Växter kan behöva klippas/rensas samt gräset i ett svackdike ska vara klippt till rätt längd. Sediment vid inlopp måste rensas regelbundet.

6.3.3 Biofilter (växtbädd)

Biofilter används framförallt för att infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor men bidrar även till fördröjning av dagvatten. Biofilter brukar dock inte dimensioneras för stora regn utan endast för att rena de mest vanligt förekommande regnen för att uppnå en totalt hög reningsgrad. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med regn för att vattnet sedan ska kunna infiltrera i filtermaterialet.



Figur 11: Principskiss på växtbädd (Stockholm stad, 2018).

Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Se Figur 11 för principskiss.

Föroreningsberäkningar i StormTac (sista kolumnen i Tabell 6 och Tabell 7) visar att med anläggning av biofilter kan alla ämnen förutom olja renas så att koncentrationerna och totalmängderna i dagvattnet har lägre föroreningshalter efter exploatering än före. Halterna av olja är dock i verkligheten lägre än beräkningarna i StormTac visar eftersom en oljeavskiljare finns installerad idag nedströms parkeringen vid arbetsbyggnaden. Placeringen av biofilteranläggningarna har stor betydelse för att tillräcklig reningsgrad ska uppnås. Vid projektering och dimensionering av biofilteranläggningar bör beräkningar göras för delflöden från området för att få mer exakta värden.

7 Vatten- och Spillvattenledningar

Det har kunnat utläsas på underlag från Sotenäs kommun att en vattenledning är anlagd fram till kyrkogårdens södra ingång. Ritningar där det framgår var spillvatten finns visar endast ledningar längre söder ut, närmare Hallindenvägen. Enligt medlem i Sotenäs pastorat, finns en vattenklosett i den befintliga pastorsbyggnaden och VA-ledningar dit har anlagts från södra ingången, genom kyrkogården. Antaget läge för ledningarna finns på ritning R-52.1-1. Eftersom inga brunnslock fanns att se i asfaltsgången under platsbesöket antas ledningarna ligga under en grusad gång. Vatten- och spillvattenledning behöver anläggas till den planerade byggnaden söder om arbetsbyggnaden. Dessa kan förmodligen kopplas på de befintliga ledningarna som löper genom kyrkogården. Se ritning R-52.1-1 för förslag.

Utifrån kommunens VA-ritningar är bedömningen att det ska finnas tillräcklig kapacitet att koppla in den nya byggnaden på den kommunala vatten- och spilledningen.

8 Dräneringsvatten

Miljöbalken, 9 kap 2 §, definierar vatten som avvattnar en begravningsplats som avloppsvatten. Utsläpp av detta vatten är en miljöfarlig verksamhet. När en begravd kropp ska förmultnas med en luftad process får marken inte vara dränkt. Därför används dränering för att sänka grundvattnet.

Vid startmötet för projektet framkom att grundvatten aldrig stötts på trots att gravar grävs till ett djup på 2 m. Enligt medlem på Sotenäs pastorat ligger dräneringsledningarna på ca 2,1 m djup. Det stämmer även enligt ritningar som levererats av pastoratet. Att inget grundvatten har påträffats är en god indikation på att dräneringen fungerar bra och att ett liknande dräneringssystem med samma djup kan anläggas i övriga delar av kyrkogården där djupa gravar är planerade att grävas.

Innan projektering av ny dräneringsanläggning bör dock en geoteknisk undersökning göras av en geo/hydrolog.