

# Förenklad dagvattenutredning Strandkyrkogården

## Detaljplan ceremonibyggnad, Strandkyrkogården 1

Kyrkogårdsförvaltningen  
Stockholm Stad



**RAPPORT**

**Titel**

Förenklad dagvattenutredning Strandkyrkogården

**Datum**

2022-08-26

**Uppdragsnr**

340265

Hifab

UPPDRAGSGIVARE:  Kyrkogårdsförvaltningen Stockholms Stad	HIFABS UPPDRAGSNR:  340 265	Hifab AB  Org. nr. 556125-7881 Box 1910 90 104 32 Stockholm  Besök: Sveavägen 167 Telefon: 010-476 60 00 (vxl)  Direkt: 010-476 67 07
UPPDRAGSGIVARENS KONTAKTPERSON:  Anders Åström		
RAPPORTITITEL:  Förenklad dagvattenutredning, Strandkyrkogården		
DATERAD: 2021-04-26	REVIDERAD: 2022-05-23	
HANDLÄGGARE:  Louise Björkvald, Alejandra Silva och Anna-Karin Karlsson		
UPPDRAGSLEDARE:  Anna-Karin Karlsson och Louise Björkvald		

Stockholm 2021-04-26, rev. 2022-05-23

**Uppdragsansvarig**

Anna-Karin Karlsson

Hifab AB

Sveavägen 167

104 32 Stockholm

Tel vxl: +46 (0)10-476 60 00

Org. nr. 556125-7881

**Beställare**

Kyrkogårdsförvaltningen Stockholms Stad

Anders Åström

Box 9

121 25 Stockholm

## Sammanfattning

Stockholms stads kyrkogårdsförvaltning planerar nybyggnation av en ceremonibyggnad på Strandkyrkogårdens begravningsplats i Tyresö. Inför granskningsskede av detaljplanen har en förenklad översiktlig dagvattenutredning upprättats.

Syftet med den förenklade dagvattenutredningen är att översiktligt uppskatta den förväntade ökningen i dagvattenbildningen jämfört med förhållanden som råder innan exploatering, samt ge förslag för en lämplig hantering av dagvattnet. I utredningen har även halter och transporter av föroreningar och näringsämnen från aktuellt område beräknats. I den översiktliga dagvattenutredningen redovisas vilka förutsättningar som finns för att ta hand om dagvatten samt hur rening och bortledning planeras att ske.

Området är beläget inom Drevvikens avrinningsområde som är slutlig recipient för dagvatten från området. Miljökvalitetsnormer för Drevviken är god ekologisk och kemisk status 2027/2033. Drevviken har idag otillfredsställande ekologisk status och uppnår inte god kemisk status. För att nå miljökvalitetsnormen (MKN) god ekologisk status till år 2027 krävs bl.a. minskad fosforbelastning.

Nuvarande markanvändning är park med öppna gräsytor och gångstråk. Planlagd markanvändning är begravningsmark, men inom aktuellt planområde kommer inte några kistgravar att anläggas. Det kommer även att framgå i planbestämmelsen.

Planområdet är beläget inom ett område där jordarterna karaktäriseras av växellagring av varierande sandiga, siltiga och leriga jordlager. Geotekniska och hydrogeologiska undersökningar har visat att det inom området förekommer sandiga siltiga friktionsjordarter som ställvis kan överlagras av mindre mäktiga lerskikt (<0,5 m). Det finns en stor variation i grundvattenytans nivå inom området, men grundvattennivåerna bedöms generellt vara stabila enligt tidigare geotekniska och hydrogeologiska undersökningar.

Den översiktliga dagvattenutredningen har visat att det dimensionerande flödet kommer att öka i samband med att grönytor hårdgörs. Dock planeras ett antal dagvattenåtgärder som bevarar grönska och minimerar hårdgörandet av ytor. De åtgärder som föreslagits för att uppnå åtgärdsnivån att fördröja 20 mm nederbörd från området med ceremonibyggnaden är:

- Svackdiken i anslutning till grusvägar och gräsytor
- Ceremonibyggnaden anläggs med s.k. grönt tak
- Dagvattenränna som avleder dagvatten söderut till planerad dagvattenledning.
- Stensatt yta söder om byggnaden avvattnas till skelettjord
- Avledning av dagvatten till befintlig parkdamm

För att erhålla ytterligare rening av dagvattnet föreslås kompletterande fördröjning, t.ex. överskottsvatten från sedumtaket avvattnas till närliggande grönytor, vändplanen med parkeringsytor föreslås fördröjas och renas i krossdiken eller makadamdiken, för vidare avledning till dammen, vilket ger ytterligare fördröjning och rening. Alternativt så kan dagvatten från takytor och vändplanen ledas till en dagvattenränna som kan förses med växtbäddar, innan avledning sker till dammen.

I möjligaste mån rekommenderas att grönytor behålls i så stor omfattning som möjligt.

Med de föreslagna dagvattenåtgärder uppskattas medelhalten av fosfor som avleds från området till parkdammen vara ca 35 µg/l. Detta bedöms vara en acceptabel halt, eftersom det kommer ske ytterligare rening i dammen och även i våtmarken, varvid halter som är i nivå med eller lägre än målhalten för totalfosfor i Drevviken erhålls (målhalten för totalfosfor för att kunna nå MKN för Drevviken är 23 µg/l, motsvarande gränsen mellan god och måttlig status).

Det är dock av stor vikt att skötselplaner upprättas för de dagvattenanläggningar som projekteras så att maximal fördröjning och rening kan erhållas.

I samband med projektering är det viktigt att bedöma grundvattenytans variation över området och hur det kan påverka ev. infiltration och dagvattenanläggningar. Det är även viktigt att säkerställa att jordlager vid planerade infiltrationsytor är väl karterade så att områden som kan försvåra infiltration undviks (lerlager som överlagrar friktionsjorden). Vid planering och projektering av dagvattenåtgärder med infiltration i mark är det även viktigt att undersöka de tänkta ytornas föroreningshalter, då infiltration inte får ske i förorenade jordmassor.

Den förenklade dagvattenutredningen visar att 20 mm nederbörd kommer att kunna fördröjas och renas inom området. Om föreslagna dagvattenåtgärder eller motsvarande åtgärder används bedöms halterna av föroreningar och näringsämnen reduceras, och beräknade uppskattade halter är samma storleksordning som målhalterna för att nå MKN med avseende på fosfor.

Transporten av näringsämnen bedöms vara liten i förhållande till hela bidraget från avrinningsområdet. Dessutom är transportmängden av t.ex. fosfor och kväve i förhållande till de interna mängderna av näringsämnena i sjön och dess sediment sannolikt försumbar.

För att övervaka och säkerställa reningen av dagvatten, främst med avseende på näringsämnen föreslås att ett kontrollprogram upprättas, förslagsvis före, under och efter entreprenad.

## Innehåll

Sammanfattning.....	2
Innehåll.....	4
1. Inledning.....	6
2. Underlag och tidigare utredningar .....	6
3. Riktlinjer för dagvattenhantering.....	7
4. Områdesbeskrivning.....	7
4.1 Topografi.....	7
4.2 Recipienter och miljö kvalitetsnormer .....	8
4.2.1 Miljö kvalitetsnormer .....	9
4.3 Markförutsättningar.....	10
4.3 Befintlig och planerad markanvändning.....	11
5. Avrinningsområden och avvattningsvägar.....	12
5.1 Ytliga avrinningsområden.....	12
5.2 Tekniska avrinningsområden.....	14
6. Beräkningar dagvattenavrinning.....	15
6.1 Förutsättningar för beräkningar och antaganden.....	15
6.2 Dagvattenflöden och fördröjningsbehov .....	16
7. Föroreningar.....	17
7.1 Halter och transport, utan åtgärder .....	17
8. Översvämningsrisker .....	18
9. Förslag på dagvattenhantering .....	18
9.1 Åtgärds mål för fördröjnings- och reningsåtgärder .....	18
9.2 Övergripande förslag till fördröjnings- och reningsåtgärder .....	18
9.2.1 Takytor.....	19
9.2.2 Parkering och vändplan.....	19
9.2.3 Angörande grusväg och grusgångar.....	20
9.2.4 Hårdgjord yta med natursten .....	21
9.3 Helhetsbild av dagvattenhanteringen.....	21
10. Hantering av skyfall .....	22
11. Dagvattenhantering i förhållande till åtgärdsnivå .....	23
11.1 Fördröjningsbehov.....	23
11.2 Föroreningshalter och transport med föreslagna åtgärder.....	23

11.2.1	Föroreningshalter och transport med planerade åtgärder – befintlig damm.....	24
11.2.2	Föroreningshalter och transport efter ytterligare fördröjnings- och reningsåtgärder.....	25
12.	Sammanfattning av dagvattenhantering .....	27
	Referenser.....	31

**Bilaga 1** Principskiss dagvattenåtgärder i anslutning till planerad ceremonibyggnad

**Bilaga 2** Bakgrund till nuvarande detaljplan (bl.a. avseende delområde n1 och n2)

## 1. Inledning

Stockholms stads kyrkogårdsförvaltning planerar nybyggnation av en ceremonibyggnad på Strandkyrkogårdens begravningsplats i Tyresö. Detaljplanen har varit uppe i samråd och som till följd av detta upprättas en förenklad dagvattenutredning.

Hifab AB har på uppdrag av Stockholms stads kyrkogårdsförvaltning erhållit uppdraget att genomföra en förenklad dagvattenutredning för området som ingår i detaljplanearbetet och omfattar delar av fastigheten Strandkyrkogården 1. Syftet med denna utredning är att översiktligt uppskatta den förväntade ökningen i dagvattenbildningen jämfört med förhållanden som råder innan exploatering, samt ge förslag för en lämplig hantering av dagvattnet. I utredningen har även halter och transporter av föroreningar och näringsämnen från aktuellt området beräknats.

## 2. Underlag och tidigare utredningar

Följande underlag har använts i utredningen.

- Markplaneringsplan, arbetskopia Strandkyrkogården (ungefärlig illustration för hur området kommer att gestaltas efter exploatering, avser ritning L-30.1-001 daterad 2021-04-14)
- Illustrationsplan – översikt (översiktlig illustrationsplan erhållen från Rasmus Roman, A-sidan arkitektkontor AB, 2022-05-12)
- Aktuella ledningskartor för kommunala dagvattenledningar
- Ledningsunderlag från Kyrkogårdsförvaltningen (ledningar inom fastigheten)
- Ortofoto nuvarande markanvändning
- Jordartskarta (SGU)
- Utdrag från VISS (Vatteninformationssystem Sverige)
- Svenskt Vattens Publikationer P90, P104 och P110
- Länsstyrelsens lågpunktskartering
- PM – Översvämningsrisker vid planerad ceremonibyggnad på Strandkyrkogården (WRS, 18 oktober 2019)
- Ceremonibyggnad Strandkyrkogården - markmiljöundersökning (Hifab AB, 2018)
- Kompletterande markmiljöundersökning Strandkyrkogården (Hifab AB, 2019)
- Samrådshandling Plankarta – Förslag detaljplan för del av fastigheten Strandkyrkogården 1 i stadsdelen Skrubba i Stockholm. S-Dp 2020-01376-54 (daterad 2020-12-08)
- Samrådshandling Planbeskrivning - Detaljplan för Strandkyrkogården 1 i stadsdelen Skrubba, S-Dp 2020-013676 (daterad 2020-12-08)

- PM Hydrogeologi Strandkyrkogården. Bjerking (daterad 2021-11-26)
- Detaljplan för Strandkyrkogården inom stadsdelen Skrubba i Stockholm. Planbeskrivning Dp 8178A (daterad 1988-05-05).
- Plankarta Strandkyrkogården inom stadsdelen Skrubba i Stockholm. Dp 8178A (daterad 1988-05-05)
- Geoutredning för Strandkyrkogården vid Drevviken, Stockholms fastighetskontor. Geobyrå (daterad 1986-11-17)
- Markteknisk undersökningsrapport, MUR-Geoteknik. Strandkyrkogården, Stockholm. Systemhandling Strandkyrkogården Dnr 4.1.2-1726-2016 (daterad 2018-12-21)
- Drevviken. Lokalt åtgärdsprogram. Fakta och åtgärdsbehov. På väg mot god vattenstatus. Stockholms stad, 2021
- Drevviken. Lokalt åtgärdsprogram. Genomförandeplan. På väg mot god vattenstatus. Stockholms stad, 2021

### 3. Riktlinjer för dagvattenhantering

När nya områden ska byggas och befintliga miljöer bebyggs behövs en dagvattenhantering som är långsiktigt hållbar ur ett klimatförändringsperspektiv. Stockholms stads riktlinjer för dagvattenhantering har tagits fram med fokus på vattenkvalitet samtidigt som den lyfter dagvattenfrågan för att hantera de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat i en allt tätare stad. Riktlinjerna ska ge ett konkret stöd i arbetet med att skapa en hållbar hantering av dagvatten.

För att miljökvalitetsnormerna ska kunna följas i stadens vattenförekomster behöver föroreningsbelastningen från dagvattnet minska med 70-80 procent. För att målet ska kunna nås behöver cirka 90 procent av dagvattnets årsvolym fördröjas och renas. Genom att dimensionera dagvattenanläggningar för 20 mm nederbörd skapas en renings- och fördröjningseffekt för 90 procent av årsnederbörden.

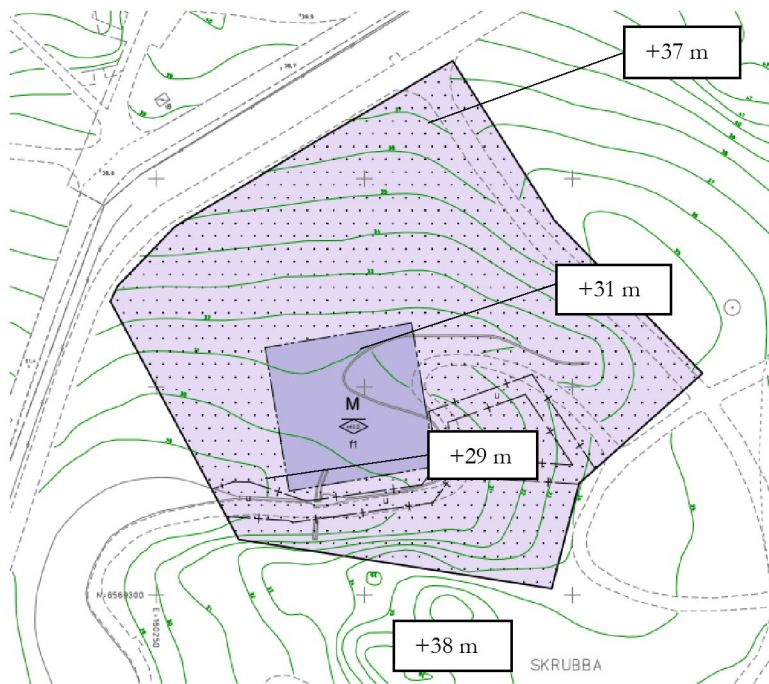
Slutrecipient för dagvatten är i detta fall Drevviken. Stockholm stad har som mål att totalfosforhalten i sjöar ska minskas eller bibehållas i de sjöar som idag har låga eller måttliga halter. För att Drevviken ska uppnå miljökvalitetsnormen (MKN) god ekologisk status till år 2027 krävs bl.a. minskad fosforbelastning. Drevviken bedöms idag ha otillfredsställande ekologisk status och uppnår inte god kemisk status (VISS, 2022).

### 4. Områdesbeskrivning

#### 4.1 Topografi

Platsen är beläget i ett halvskålsformat område med höjder norr, öster och söder om den planerade byggnaden. I norr är marknivå ca +37 m. ö. h. i öster ca +34 m. ö. h. och ned mot ca 29 m.ö.h. i sydväst. I söder finns berg i dagen med en topp på ca 38 m.ö.h. se figur 1.

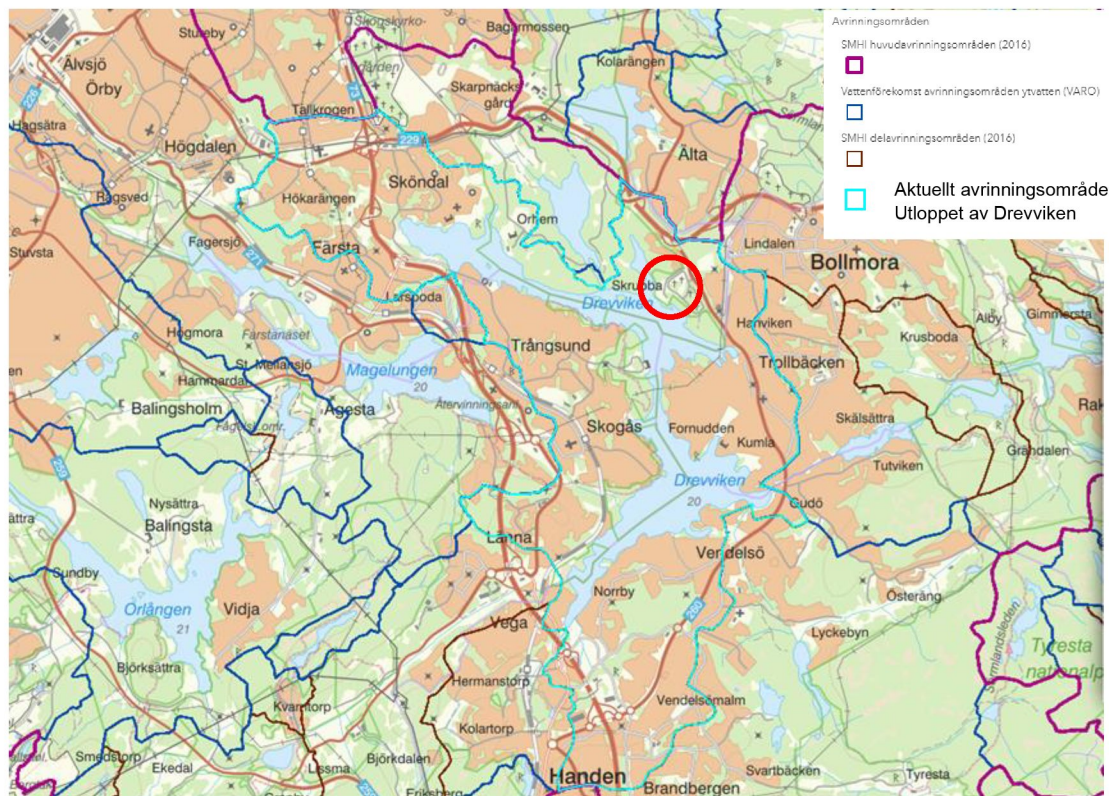




**Figur 1. Höjdvariationen på aktuellt område med planområdet.**

#### 4.2 Recipienter och miljökvalitetsnormer

Enligt VISS tillhör Strandkyrkogården till Drevvikens delavrinningsområde, vilket har en areal på ca 35 km<sup>2</sup>. Avrinningsområdet rinner därefter ut i Tyresåns vattensystem som är huvudavrinningsområde. Recipient är Drevviken som är den största sjön inom Tyresåns huvudavrinningsområde. Drevviken delas av Stockholm, Huddinge, Tyresö och Haninge kommun. Karta över avrinningsområden redovisas i figur 2.



**Figur 2.** Översiktsskarta med huvud- och delavrinningsområden. Aktuellt område inom röd ring.

Trollbäckens grundvattenmagasin är beläget cirka 1 km sydväst om det aktuella området. Inget vattenskyddsområde är beläget i närheten av Strandkyrkogården, närmsta vattenskyddsområdet (Sandasjön) ligger ca 3 km norr om Strandkyrkogården.

#### 4.2.1 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormerna (MKN) är en bestämmelse om en viss miljökvalitet som ska uppnås eller bibehållas (5 kap Miljöbalken). Miljökvalitetsnormerna måste följas i samband med detaljplanearbetet.

Enligt VISS uppnår Drevviken ej kemisk god status och dess ekologiska status är otillfredsställande. Beslutad MKN (2021-12-20) för Drevviken är god ekologisk status 2033 och god kemisk ytvattenstatus med senare målår 2027 (enligt VISS, 2022). Eftersom det är svårt att åtgärda övergödnings- och miljögiftsproblematiken på kort sikt har normerna ett tidsundantag till 2027 eller 2033 med avseende på växtplanton och näringsämnen för den ekologiska statusen. För den kemiska statusen finns ett tidsundantag för PCB, TBT (tributyltenn) till 2027 samt PFOS till senare målår 2027.

Flera av de ekologiska kvalitetsfaktorerna har otillfredsställande status och utslagsgivande för den ekologiska statusen har varit växtplankton. Gällande den kemiska statusen överskrider fastställda gränsvärden för bromerade difenyletrar (PBDE), kvicksilver, perfluoroktansulfonsyra (PFOS), tributyltenn (TBT) och antracen i vatten, biota eller sediment, vilket medför att god status inte uppnås. Halterna av metaller och organiska föroreningar i sediment är höga i den nordvästra delen av Drevviken framförallt på grund av äldre orenade utsläpp från Nynäsvägen (Stockholm stad, 2021).

Totalfosforhalten ska minska i Stockholms sjöar eller bibehållas i de sjöar som idag har låga eller måttliga halter. Enligt Miljöbarometern har Drevviken ett mål för fosfor för att uppnå miljökvalitetsnormerna på 18 µg/l (år 2021), se Miljöbarometern - Huddinge kommun. Bakgrundshalten för fosfor är 11,7 µg/l (enligt VISS, 2022). Målhalten för totalfosfor motsvarar gränsvärdet mellan god och måttlig ekologisk status för näringsämnen, som är dubbla referenshalten, motsvarande 23 µg/l enligt Miljöbarometern, se Stockholms miljöbarometer. Den halt av totalfosfor som eftersträvas för Drevviken är således 23 µg/l (avser dock augusti, inte årsmedelhalt).

Under förvaltningscykel 3 (2017-2021) var medelhalten av totalfosfor i Drevviken ca 40 µg/l (dataurvalet avser augusti under 2013-2018 och bedömningen är en sammanvägning av data från fyra stationer). Halten av totalfosfor har halverats sedan år 2000.

För att Drevviken ska nå god ekologisk status till 2027 behöver belastningen av fosfor från landbaserade källor reduceras med ca 515 kg fosfor, vilket motsvarar en minskning med 30% avseende den totala externa belastningen (Stockholm stad, 2021). Ett lokalt åtgärdsprogram för att höja den ekologisk och kemiska statusen för Drevviken har nyligen publicerats och åtgärder kommer påbörjas inom kort. En av åtgärderna för att nå MKN med avseende på fosfor är att minska sedimentens interbelastning av fosfor via läckagebenägna sediment, vilket har föreslagits att utföras med hjälp av polyaluminiumklorid (Stockholm stad, 2021b).

#### 4.3 Markförutsättningar

Enligt SGU:s jordartskarta är den dominerande jordarten inom avrinningsområdet postglacial sand och isälvsmaterial (sand). Även berg i dagen finns inom området, se jordartskarta i figur 5. Merparten av området utgörs av infiltrerbara ytor (framförallt gräs) med potentiellt hög infiltrationskapacitet. Jordartsgeologin karaktäriseras av växellagring av varierande sandiga, siltiga och leriga jordlager (Bjerking, 2021). Även om det finns en variation i jordlagren inom planområdet utgörs underliggande friktionsjord av jordarter som vanligtvis har god infiltrationskapacitet. Dock kan lerlager förekomma inom området, men leran förefaller vara mindre mäktig (som mest ca 0,5 m). Enligt Hifabs markmiljöundersökning (2018; 2019) fanns det vid vissa provpunkter ett naturligt gytjt lerlager mellan 0,5-1 m, under lerlagret påträffas naturlig sand. Detta har även påträffats vid geotekniska sonderingar där man bedömt att det finns torv och gytta på lera på friktionsjord på berg. Mellan 0,5-2,5 m under markytan bedöms dock jorden bestå av sand- och/eller siltskiktad lera alternativt sandig silt.

Hydrogeologiska undersökningar inom området har visat att grundvattenytan är belägen ca 1,6 m under markytan, motsvarande en grundvattennivåyta på +29,1 (Geomind, 2018). De hydrogeologiska undersökningar som gjordes 2021 har dock visat att grundvattentrycket uppvisar stor variation över området med grundvattennivåer mellan +28,66 och +31,8 m. Grundvattennivåerna är inom vissa delområden delvis artesiska, dvs. grundvattnets trycknivå ligger i eller över markytan (Bjerking, 2021). Tidigare utredning (Geobyran, 1986) har visat att grundvattenytan ligger som högst under perioden maj-juni. De grundvattennivåmätningar som genomförts inom området visar att grundvattennivåerna är stabila inom området men nivåvariationer kring +/- 0,5 m (Bjerking, 2021).

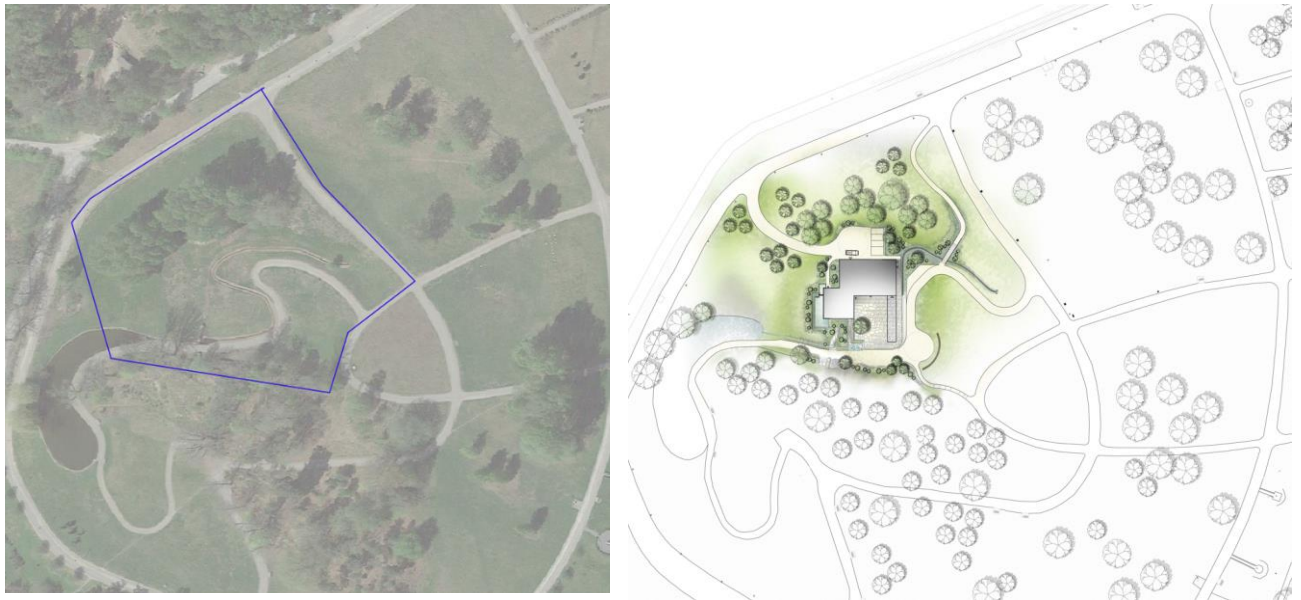
Tidigare markundersökningar som utförts på fastigheten visar att föroreningshalterna i det ytliga fyllningsmaterialet är måttliga och ligger i intervallet KM-MKM. Miljö-, hälso- och spridningsriskerna för föroreningen i fyllningen bedöms utifrån nuvarande underlag som små (Hifab 2018, 2019).



### 4.3 Befintlig och planerad markanvändning

Området är idag obebyggt och utgörs huvudsakligen av öppna gräsytor och mindre områden med träd/skogsdungar och det finns en anlagd parkdamm i direkt anslutning till planområdet. I figur 3 syns områdets befintliga markanvändning samt illustrationsplan för den planerade ceremonibyggnaden.

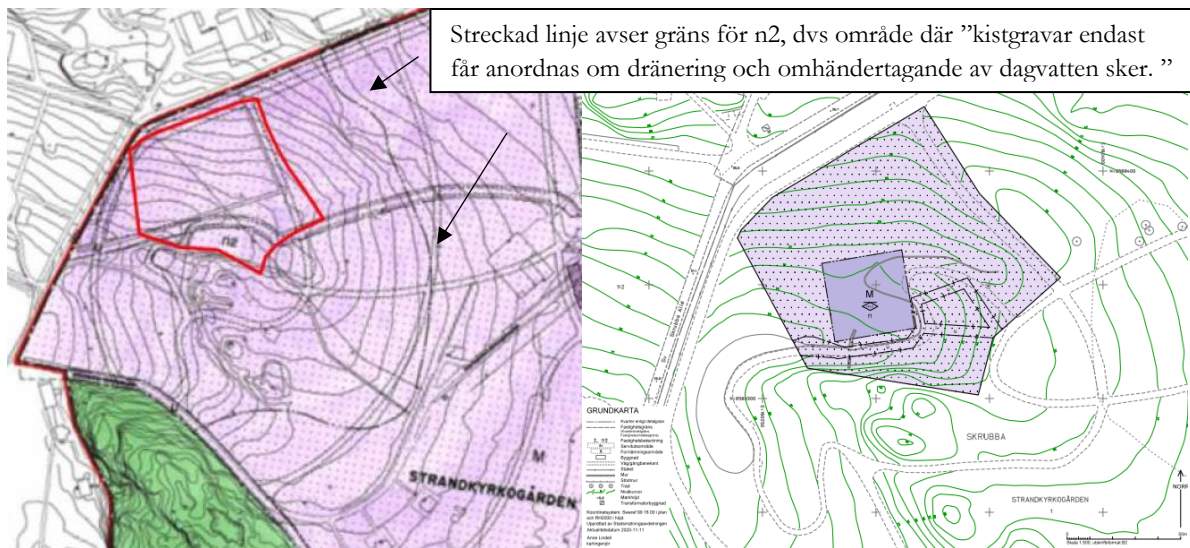
Aktuellt område inom fastigheten Strandkyrkogården 1 är enligt gällande detaljplan planlagd för begravnin (Stockholms stadsbyggnadskontor, 1988 plankarta), men inom aktuellt planområde får inte kistgravar anordnas enligt gällande planbestämmelse. I planbestämmelsen framgår det att ”kistgravar får anordnas endast om dränering och omhändertagande av dagvatten utförts”, se markering i figur 3. Denna bestämmelse grundar sig på tidigare hydrogeologisk utredning (Geobyrå, 1986), inför anläggandet av begravningsplatsen. Hydrogeologiska beräkningar har resulterat i ett säkerhetsavstånd, som utgått från att grundvattnet ska ha minst två månaders uppehållstid innan det når Drevviken. Bakgrunden till de gällande planbestämmelserna redovisas mer ingående i bilaga 2. I föreliggande detaljplanearbete kommer planbestämmelsen att ändras så att det kommer framgå att kistgravar inte kommer anläggas inom aktuellt område. Närmaste område där gravsättning får ske är ca 200 m från aktuellt område för ceremonibyggnaden.



**Figur 3. T.v. satellitfoto över aktuellt området, dagsläge. T.h. området med föreslagen ceremonibyggnad. Inom området ska inte kistgravar anläggas.**

Stockholm stads Kyrkogårdsförvaltning beslutade 2017 om att uppföra en ceremonibyggnad inom Strandkyrkogården. Det pågående detaljplanearbetet syftar till att möjliggöra uppförandet av en ceremonibyggnad, som ska bli en naturlig målpunkt i landskapet (Stadsbyggnadskontoret, 2020). Byggnaden är tänkt att uppföras i grässlätten i den nordvästra delen av Strandkyrkogården i anslutning till befintlig parkdamm. Planområdet omfattar totalt ca 11 000 m<sup>2</sup>. I nordöstra delen av planområdet finns en befintlig passage in i området och i söder angränsar området till en parkdamm, en bergskant och det finns även delar av en äldre stenmur.

Ceremonibyggnaden ska få färdigt golv på nivån +30,98 m (RH 2000), vilket är ca 2,5 m högre än dammens breda krön ut mot slänten på nivån +28,5 m enligt WRS skyfallsrapport 2019.



Figur 4. (T.v.) Utdrag ur gällande detaljplan Dp 8178A med planområdet inom röd markering. Förslag på ändrad detaljplan t.h. Kistgravar ska inte anläggas inom aktuellt planområde, vilket kommer framgå i kommande planbestämmelse.

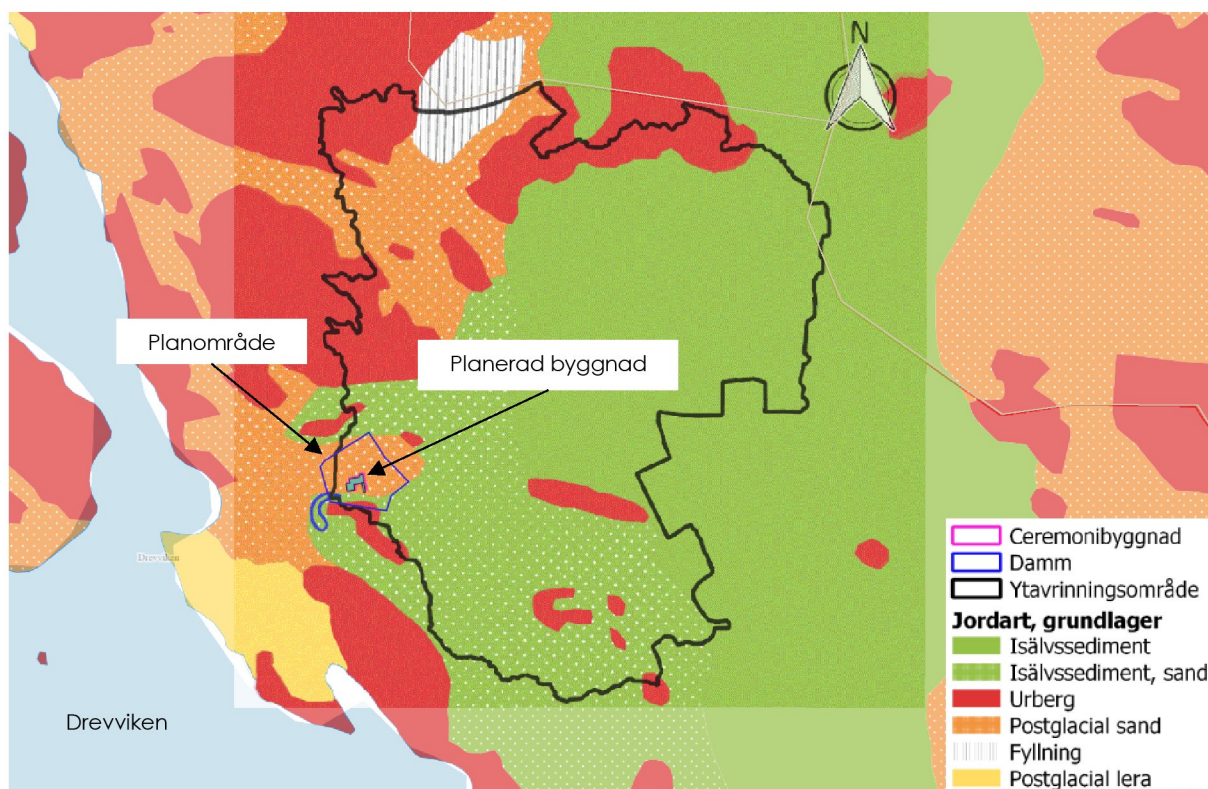
## 5. Avrinningsområden och avvattningsvägar

## 5.1 Ytliga avrinningsområden

Stora delar av planområdet utgörs i dagsläget av gräsytor och trädgångar, eftersom huvuddelen av nederbörden med största sannolikhet infiltreras och bildar grundvatten är dagvattenbildning i dagsläget låg. Den naturliga vegetationen i kombination med ojämnheter i marken medför att nederbörd inte avrinner utan bibehålls inom området. Den naturliga flödesriktningen för både avrinning vid kraftiga skyfall samt grundvatten följer sannolikt den lokala topografin där huvuddelen av avrinningen sker mot söder-sydväst.

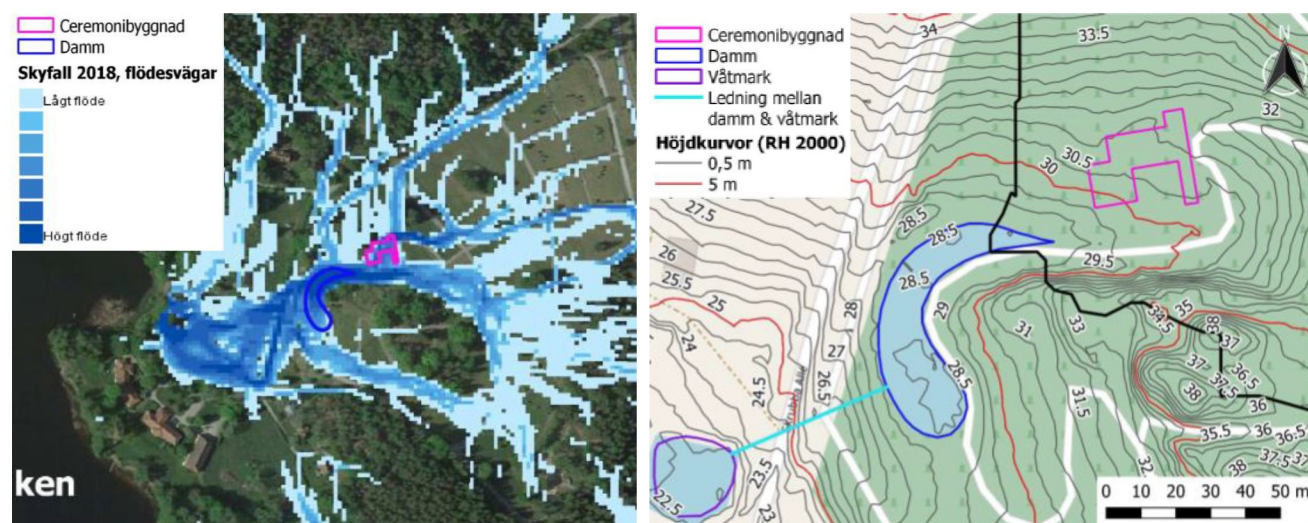
Tidigare utredningar (WRS, 2019) har uppskattat avrinningsområdet uppströms platsen för ceremonibyggnaden, se utbredning i figur 5 nedan. Avrinningsområdet är knappt 60 ha stort. Merparten av avrinningsområdet består av olika former av isälvsediment med hög infiltrationskapacitet.





**Figur 5.** Avrinningsområde uppströms ceremonibyggnaden. Figur hämtad från WRS, 2019. I kartan framgår även SMHIs vattendelare (lila streck) samt Drevviken.

I samma utredning presenteras även avrinningsvägar samt marknivåer för aktuellt område, se figur 6. Modelleringar av flödena visar att inom planerat område rinner det huvudsakliga flödet utifrån topografin i den befintliga rännan/stensatta diket som leder ner till dammen. Vid kraftiga skyfall och kapacitetsbrist i diket kommer vatten troligen att flöda på den planerade grusgången öster och söder om ceremonibyggnaden.



**Figur 6.** T.v. Flödes- och avrinningsvägar vid skyfall, t.h. topografi och marknivåer (urklipp från WRS, 2019).



## 5.2 Tekniska avrinningsområden

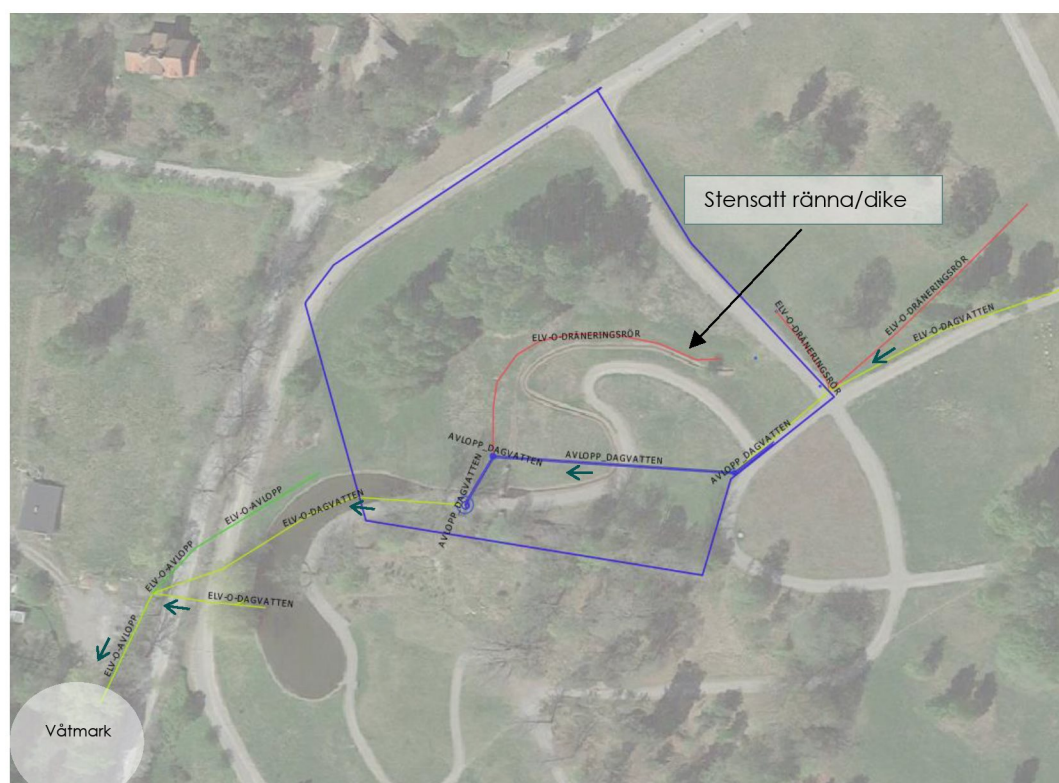
Beskrivning av nuvarande dagvattenledningar från området utgår från utdrag från Samlingskartan samt ledningsunderlag som tillhandahållits från Kyrkogårdsförvaltningen (KYF).

Från Samlingskartan finns angivet att det finns en dagvattenledning (dimension 400 mm) som inkommer i planområdets östra hörn och leder nedåt och vidare rakt västerut till en brunn. Ledningsunderlag från KYF visar att från brunnen leds dagvatten vidare mot dammen.

Det finns även flera vattenledningar för bl.a. bevattning samt ledningar från områden uppströms som korsar området. Det finns även en dräneringsledning som troligen är inkopplad i dagvattenledning som mynnar ut i en mindre våtmark i fastigheten Skrubba 1:2.

Inom området finns ett stensatt ränna/”bäck” som leder eventuell ytvavrinning/dagvatten från området ner till parkdammen.

Delar av rännan ska ledas om för att runda den planerade ceremonibyggnaden, och återkopplas till befintlig dragning söderut i planområdet. Dagvatten omhändertas lokalt i parkdammen som avvattnas till våtmarken i sydväst, utanför aktuell fastighet och planområdet. Utifrån befintligt ledningsunderlag finns inga kända ledningar som leder vattnet vidare från våtmarken. Ett utlopp från våtmarken har dock observerats i samband med platsbesök, se utförligare beskrivning av våtmarken längre fram i detta avsnitt



**Figur 7.** Befintliga ledningar inom aktuellt område, enligt befintligt ledningsunderlag. I bilden syns befintlig damm och det stensatta diket/rännan som rinner söderut och ut i dammen. Pilarna anger flödets riktning.

Den nuvarande befintliga dammen är förhållandevis grund, med ett maximalt djup på ca 0,5 m, det kan ev. finnas lokala sänkor för de karpar som finns i dammen. Ytan ska enligt uppgift vara ca 1000 m<sup>2</sup> och vattenytan vara belägen på höjden +28,0 m (enligt uppgifter i mötesanteckningar från 2002). Dammen är grundast vid kanterna och i samband med platsbesök (2022-05-18) noterades mindre bestånd av vass inom vissa delar av dammen. Dammen verkar vara anlagd på en gummiduk och kantad av sten. I anslutning till dammen växer bl.a. säl, björk och ek.

Den våtmark som finns nedströms aktuell fastighet, sydväst om planområdet bedöms också vara relativt grund (ca 0,5-0,7 m). Den öppna vattenytan uppskattas omfatta ca 500-600 m<sup>2</sup> (maj 2022) och i samband med platsbesök (2022-05-18) identifierades bl.a. svärdsiljor, bredkaveldun och lummerväxter i våtmarken. Våtmarken kantas av bl.a. klibbal, björk, rönn, hägg och markvegetationen karaktäriserades av bl.a. hallon, nässlor, löktrav, fräken. Vid platsbesöket noterades ett inlopp (ledning) i den nordöstra delen av våtmarken, vilket överensstämmer med ledningsunderlaget. Vid inventeringen av våtmarken identifierades även ett utlopp från våtmarken, dock inte i en dagvattenledning, utan längs med ett dike eller bäckfåra. Utloppet är i våtmarkens nordvästra del och även om utloppet troligen varit anlagt från början så är vattendragets nuvarande utseende av mer naturlig karaktär (grunt, brett, rikligt med angränsande vegetation), och förekomst av grenar, stenar mm som reducerar flödet. Flödet in till våtmarken uppskattades vara ungefär dubbelt så stort som flödet ut ur dammen.

Våtmarken har inte kunnat identifieras på äldre flygfoton (1960 och 1970-talet; Lantmäteriets öppna data). Det är troligt att våtmarken har anlagts efter 1970-talet, troligen även bäcken/diket som leder vattnet vidare till Drevviken.

## 6. Beräkningar dagvattenavrinning

### 6.1 Förutsättningar för beräkningar och antaganden

Vid beräkningar av flöden och erforderliga magasinvolymen gäller följande förutsättningar:

- Dimensionerande nederbördsintensitet (Dahlströms ekvation) och flöden har beräknats för ett 10-årsregn med 10 min varaktighet
- En klimatkoefficient (1,25) har använts för den förväntade ökningen av nederbördsintensitet till följd av klimatförändringar
- Beräkningar har endast utförts på förändringar i flöde inom aktuellt planområde.
- Beräkningar av erforderliga fördröjningsvolymen utgår från åtgärdsnivån 20 mm.

Beräkningar baseras på metodik och underlag i Svenskt Vatten Publikation P90 och P110. Beräkningarna omfattar dimensionerande flöde, erforderlig fördröjningsvolym samt föroreningstransport enbart inom aktuellt utredningsområde för detaljplanen. Uppströms liggande områden inkluderas inte i de ingående beräkningarna. Avrinningen uppströms detaljplaneområdet sker med riktning mot aktuellt område, den storskaliga avrinningen finns beskriven i WRS skyfallsutredning. I WRS rapport föreslås avskärande diken som ska avleda vatten längre upp i avrinningsområdet som en ytterligare säkerhetsåtgärd vid kraftiga skyfall, i denna utredning har dessa åtgärder inte ingått då de är utanför planområdet.



## 6.2 Dagvattenflöden och fördröjningsbehov

I följande avsnitt redovisas utförda beräkningar av flöden samt fördröjningsbehov.

I tabell 1 redovisas resultaten från genomförda beräkningar av dimensionerande flöden för befintlig situation samt framtida planerad markanvändning. Resultaten avser dimensionerande flöden för ett 10-årsregn samt dimensionerande flöden enligt P110. Vid beräkningarna har 10-årsregnet beräknats utan klimatfaktor samt inklusive klimatfaktor för det dimensionerande flödet.

Vid nuvarande markanvändning genererar ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet ett dimensionerande flöde på ca 27 l/s från området. Med klimatfaktor blir det dimensionerande flödet ca 33 l/s.

Efter exploatering uppskattas det dimensionerande flödet från området för ett 10-årsregn med varaktigheten 10-minuter till ca 46 l/s, vilket är en ökning med ca 19 l/s. Med klimatfaktor blir flödet ca 57 l/s, motsvarande en ökning med ca 24 l/s.

**Tabell 1. Flöden för befintlig respektive planerad situation, baserat på ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet.**

	<b>10-årsflöde exklusive klimatfaktor</b>	<b>Dimensionerande flöde enligt P110 inklusive klimatfaktor</b>
Befintlig situation	26,5	33,1
Planerad situation	45,8	57,2

Enligt Stockholms stads dagvattenstrategi ska ca 90% dagvattnets årsvolym fördröjas. I samband med ny- eller ombyggnation ska den volym som 20 mm nederbörd genererar omhändertas och fördröjas. I tabell 2 redovisas den erforderliga magasineringensvolymen för aktuellt utredningsområde. Den sammanlagda fördröjningsvolymen uppgår till ca 41 m<sup>3</sup>.

**Tabell 2. Planerade ytor, avrinningskoefficienten. Reducerande area samt den erforderliga magasineringensvolymen för aktuellt utredningsområde.**

<b>Planerad markanvändning</b>	<b>Areal (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Avrinnings-koefficient</b>	<b>Red. area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Erforderlig fördröjningsvolym (m<sup>3</sup>)</b>
Takyta	479	0,9	412	8,6
Asfalterad yta (vändplan+parkerings)	233	0,8	186	3,7
Stensatta ytor (med grusade fogar) och spång	440	0,7	308	6,2
Grusvägar och övr. grusade ytor	1420	0,4	568	11,4
Grusad rännal	70	0,2	14	0,3
Berg i dagen	321	0,3	96	1,9
Gräsytor/park	7366	0,05	368	7,4
Träddungar	1079	0,05	54	1,1
<i>Total fördröjningsvolym:</i>				<b>40,5</b>

## 7. Föroreningar

Exploatering innebär generellt att föroreningsinnehållet i avrinnande vatten ökar. För att kunna jämföra dagvattenflöden och föroreningstransport vid exploatering med nuvarande förhållanden användes de ingående ytor som identifierats och motsvarande schablonvärden (enligt StormTac) för olika typer av markanvändning. Föroreningshalter har beräknats med underlag från respektive typ av markanvändning och reducerad area. Mängd förorening (transport) som avrinner har beräknats genom att multiplicera genomsnittlig årsmedelnederbörd med avrinningskoefficienten och schablonhalterna för respektive typyta. En årsmedelnederbörd på 600 mm har använts för Stockholm, enligt rekommendationer i vägledningsmaterial (Stockholm stad, 2019).

### 7.1 Halter och transport, utan åtgärder

I tabell 3 redovisas uppskattade föroreningshalter, baserat på schablonvärden för olika typer av markanvändning (Stormtac, 2018) och reducerad area, vid befintlig och planerad situation. Beräkningarna av nuvarande och framtida halter indikerar att halterna av samtliga parametrar ökar i samband med genomförande av planförslaget, om inga reningsåtgärder vidtas.

**Tabell 3. Uppskattade föroreningshalter (mg/l och µg/l) i dagvatten vid nuvarande och framtida förhållanden utan åtgärder för fördröjning/rening. Beräkningarna baseras på schablonhalter för de olika ämnena för olika typer av markanvändning.**

Parameter	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Susp.	olja	PAH16	BaP <sup>1</sup>
Enhet	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l
<b>Nuvarande</b>	0,090	1,58	0,004	0,013	0,030	0,19	0,0017	0,0010	0,017	25,8	0,149	0,0009	0,0055
<b>Framtida<sup>2</sup></b>	0,108	1,901	0,0059	0,016	0,041	0,19	0,0032	0,0028	0,023	33,2	0,203	0,0014	0,012

<sup>1</sup> Benso(a)pyren

<sup>2</sup> Framtida planering med sedumtak på byggnad

I tabell 4 redovisas den totala skillnaden i uppskattade mängder mellan nuvarande och framtida förhållanden med avseende på föroreningstransport, utan åtgärder för rening av dagvatten. Resultaten indikerar att planförslaget kan bidra till en ökad föroreningstransport av fosfor från ca 0,06 kg/år till ca 0,12 kg/år, d.v.s. en ökning med ca 0,06 kg/år. Planförslaget kan bidra till att föroreningstransporten av flertalet parametrar ökar jämfört med nuvarande förhållanden, om inga reningsåtgärder vidtas.

**Tabell 4. Uppskattad förändring i transport av föroreningar (kg/år och g/år) efter nybyggnation enligt planförslag jämfört med nuvarande förhållanden, utan åtgärder för fördröjning/rening. Beräkningarna baseras på schablonhalter (från Stormtac) för de olika ämnena för olika typer av markanvändning.**

Parameter	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Susp.	Olja	PAH	BaP
Enhet	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	g/år	kg/år	kg/år	g/år	kg/år	kg/år	kg/år	g/år
<b>Nuvarande</b>	0,063	1,096	0,003	0,009	0,021	0,135	0,001	0,001	0,012	17,933	0,104	0,001	0,003
<b>Framtid</b>	0,118	2,080	0,006	0,018	0,045	0,211	0,004	0,003	0,023	36,386	0,222	0,002	0,014
<b>förändring i % (sedumtak)</b>	89	90	136	92	115	56	203	315	96	103	114	147	311

De föroreningsberäkningar som utförts baseras på schablonhalter för olika typer av markanvändningar och de schablonhalter som finns tillgängliga baseras på resultat från olika typer av markanvändningar i Sverige men även andra delar av världen. Det finns således en osäkerhet i beräknade resultat, eftersom det kan finnas lokala variationer i markförutsättningar men även variationer över tid som inte beaktas i beräkningarna.

## 8. Översvämningssrisker

Enligt Stockholms stads skyfallsanalys finns risk för översvämning där byggnaden är tänkt att uppföras. För att undersöka översvämningssriskerna har en skyfallskartering utförts av WRS (2019) där lågpunkter, översvämningssrisker samt åtgärder m.m. har redovisats.

Sammanfattningsvis gör WRS bedömningen att Stockholms skyfallsanalys överskattar riskerna för översvämning i området till följd av underskattning av infiltrationen i avrinningsområdet. I rapporten har den befintliga stenmuren identifierats som en begränsande sektion för avrinning på markytan förbi den planerade ceremonibyggnaden vid ett skyfall. Åtgärder, bland annat att vidga stenmuren, har föreslagits för att öka säkerhetsmarginalerna. För en mer utförlig bedömning av översvämningssriskerna se rapport *PM – Översvämningssrisker vid planerad ceremonibyggnad på Strandkyrkogården* (WRS, 2019).

## 9. Förslag på dagvattenhantering

### 9.1 Åtgärds mål för fördröjnings- och reningsåtgärder

En hållbar dagvattenhantering med trög avledning av dagvattnet kan åstadkommas genom planering av en kombination av olika lösningar som gynnar fördröjning inom planområdet.

Lokalt omhändertagande av vatten (LOD) har ett antal miljömässiga fördelar då vattnet bl.a. kan renas i samband med att vattnet t.ex. fördröjs. En väl planerad dagvattenhantering kan även bidra med ett tilltalande inslag då lösningar med fördröjning genom t.ex. växtbäddar/regngårdar, meandrande svackdiken m.m. kan vara estetiskt inslag i den omgivande miljön.

Föreslagna åtgärder för dagvattenhantering och reningsåtgärder utgår från följande åtgärds mål:

- Nederbörd motsvarande 20 mm ska omhändertas
- Upphållstiden för erforderlig fördröjningsvolym ska vara tillräcklig för att förbättra rening och minimera påverkan på recipient
- Tillräckliga reningsåtgärder ska utformas så att medelhalten av fosfor i utgående dagvatten från aktuellt område är i nivå med målhalterna för recipienten. Målhalten motsvarar gränsvärdet mellan god och måttlig ekologisk status för näringsämnena. Enligt Miljöbarometern (Stockholms miljöbarometer) motsvarar det en halt av totalfosfor på 23 µg/l, vilket då motsvarar den halt som eftersträvas för att kunna nå MKN god ekologisk och kemisk status.

### 9.2 Övergripande förslag till fördröjnings- och reningsåtgärder

Dagvatten från aktuellt område planeras att avledas till den befintliga parkdammen i den sydvästra delen av fastigheten. Befintliga dagvattenledningar kommer delvis att ersättas med nya ledningar. Den befintliga stensatta/grusade rännan som tar emot avrinning idag kommer att ha

samma funktion även i framtiden, men den kommer att få ett ändrat läge öster om planerad byggnad.

Den erforderliga fördröjningsvolymen är ca 41 m<sup>3</sup>. För att den volymen ska kunna omhändertas av dammen bör det i samband med projekteringen utredas om dammens utformning behöver förändras/anpassas för att kunna motta en ökad volym. Förslagsvis kan dammens storlek ökas och dess utformning bör optimeras för att gynna och öka reningsförmågan, främst med avseende på näringsämnen. En damm har fördelen att både flödesutjämna och medföra en god reningseffekt, förutsatt att utformningen gynnar till exempel sedimentation.

Inom områden med grönytor (befintliga gräsytor, träddungar) kommer huvuddelen av nederbörden att infiltrera och ev. avrinning kommer inte att ledas till dagvattenledningar. Den erforderliga fördröjningsvolymen från de ytor som i första hand kommer att avledas via dagvattenledningar till parkdammen motsvarar ca 18 m<sup>3</sup> (vändplanen och parkeringen, takytan, samt stensatt yta söder om byggnaden). I nedanstående avsnitt redovisas kort de fördröjningsåtgärder som finns planerade för området och vilka åtgärder som kan bidra till ytterligare fördröjning och rening, innan avledning till den befintliga dammen. Det finns även andra typer av lösningar än de förslag som nämns nedan, t.ex. växtbäddar som även kan ge god fördröjning och reningseffekt av bl.a. fosfor.

Vid planering av ytterligare dagvattenåtgärder med infiltration i mark är det viktigt att undersöka de tänkta ytornas föroreningshalter, då infiltration inte får ske i förorenade jordmassor.

Fortsatt hydrogeologiska undersökningar kan också behövas inför projektering för att få en bättre förståelse för grundvattenytans variation över tid och spatialt inom aktuellt planområde. Det är också viktigt att tänkta lägen för infiltration undersöks så att områden med lerlager undviks.

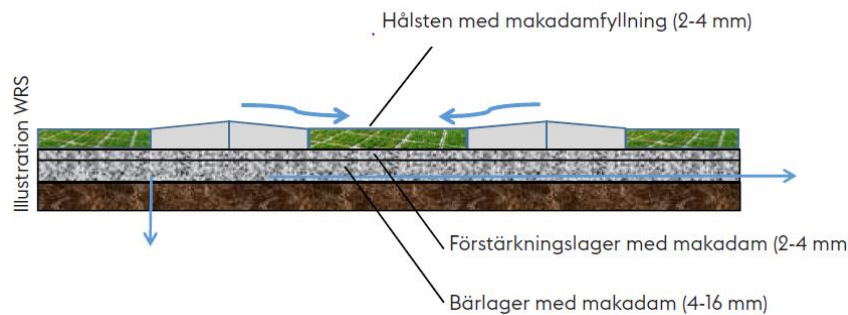
### 9.2.1 Takytor

Ceremonibyggnaden kommer att anläggas med sk. grönt tak (sedum tak). Fördelen med gröna tak är att de har en hög vattenhållande förmåga och bidrar till att reducera och utjämna flödestoppar från takavrinning. Mindre regn tas upp av vegetationen men vid längre perioder med ihållande regn kan vattenmättnad uppstå i vegetationstäcket. Beroende på hur mäktigt vegetationsskiktet är kan mellan 50-75% av den avrunna volymen reduceras (på årsbasis). Gröna tak kan dock bidra med en viss näringstillförsel till dagvattnet varvid det är viktigt att val av växter görs för att minimera krav på gödning och att takvatten från gröna tak i första hand leds ut på grönytor. I beräkningarna har ett försiktigt antagande använts som utgår från att ca 50% av den erforderliga fördröjningsvolymen kan fördröjas i det gröna taket.

Ett traditionell grönt tak med sedummatta kan fördröja ca 5 mm nederbörd om taket är relativt torrt när regnet börjar. Ett s.k. intensivt tak med en mäktighet på över 15 centimeter kan dock fördröja och magasinera cirka 20 mm nederbörd ([www.stockholmvattenochavfall.se](http://www.stockholmvattenochavfall.se)).

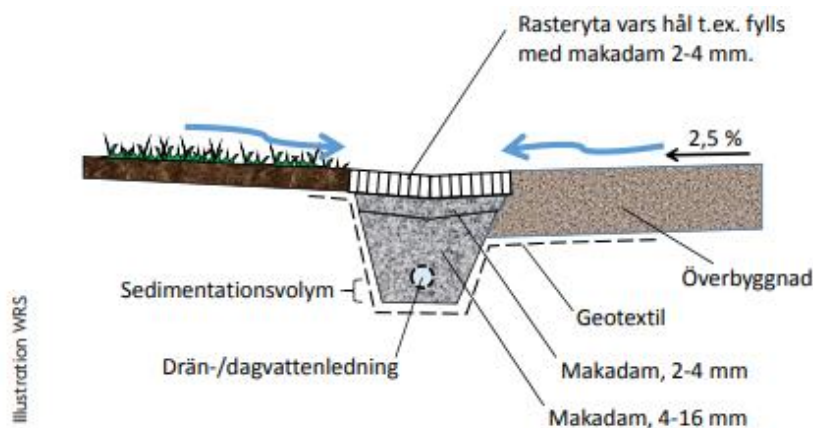
### 9.2.2 Parkering och vändplan

Den planerade vändplanen med tre parkeringsfickor norr om byggnaden kan förslagsvis anläggas helt eller delvis med genomsläppliga beläggningar. På så vis erhålls både en fördröjning och rening av dagvattnet. Det krävs dock att en överbyggnad anläggs med tillräcklig volym för att fördröja nederbördsvolymen. Ett förslag kan vara att anlägga permeabel asfalt i kombination med t.ex. gräsarmerad hålsten. Om permeabel asfalt används inom planerade hårdgjorda ytor kan de dimensionerande flödena från dessa ytor reduceras med ca 50 %, jämfört med om traditionell asfalt används.



**Figur 8.** Principskiss över uppbygganden av genomsläppliga beläggningar (WRS, 2017). Under ytan finns ett bärlager med grov makadam, och eventuellt ett förstärkningslager. I exemplet ovan har ytan en gräsarmerad betonghålst.

*Krossdiken/makadamdike* är ett alternativ som kan användas i anslutning till t.ex. parkeringsplatsen då de förutom fördröjning av dagvatten även bidrar till rening av främst partikelburna föroreningar (figur x). Krossdiken är fyllda med genomsläppligt material, t.ex. makadam. Porvolymen i makadam är ca 30 % som då utgör fördröjnings- eller magasineringsvolymen. Geotextil användas för att skilja makadammen från omgivande jordlager och diket kan förses med en dräneringsledning som avleder dagvattnet. Det är viktigt att utformningen av krossdikena anpassas till nya höjdsättningar (marknivåer) och grundvattenytans nivå.



**Figur 9.** Principskiss över uppbygganden av makadamdike/krossdike (WRS, 2017). Makadamfyllning placeras i grävt dike och porvolymen utgör fördröjningsvolymen. Överytan kan anläggas med makadam eller annat genomsläppligt material.

Omhändertagande av 20 mm nederbörd från aktuell vändplan och parkeringsplats kräver en magasineringsvolym på ca 3,7 m<sup>3</sup>. Om en porositet på 0,3 antas skulle ett makadamdike med volymen 12-15 m<sup>3</sup> vara tillräckligt stort för att fördröja 20 mm regn. Dock bör hänsyn även tas till att grundvattenytan under perioder av året kan stå högt inom området.

Ett alternativ till den permeabelt asfalt och krossdiken kan förslagsvis vara att dagvattnet istället leds via växtbäddar vidare till dammen.

### 9.2.3 Angörande grusväg och grusgångar

För att öka fördröjning och infiltration i anslutning till grusvägen som angör vändplan och parkering kan svackdiken anläggas på båda sidor om vägen. Dessa diken kan också fånga upp

eventuell avrinning från grönyterna uppströms diket. En dagvattenränna föreslås placeras norr om vändplanen för att avleda eventuellt överskottsvatten till den sydvästra delen för vidare avledning och infiltration i grönyterna (WRS, 2018). Svackdiken föreslås även anläggas utmed övriga grusade ytor för att fördröja och infiltrera avrinning.

#### 9.2.4 Hårdgjord yta med natursten

På byggnadens baksida, söder om byggnaden, ska natursten anläggas. Denna yta kommer att avvattnas till den öppna dagvattenränna som planeras att dras om i nytt läge öster om byggnaden. Dagvattenrännan övergår i en markförlagd ledning som leder vattnet vidare till parkdammen.

I anslutning till ytan av natursten finns även en planerad yta för trädplantering där skelettjord ska anläggas, avvattnings mot denna yta kan med fördel ske och på så vis kan flöden från denna yta minska belastningen på dagvattenledningen som leds till parkdammen.

### 9.3 Helhetsbild av dagvattenhanteringen

I figur 10 nedan redovisas planerad lösning för dagvattenhanteringen inom planområdet, i figuren finns även tänkta anslutningar till befintliga dagvattenledningar samt förslag på kompletterande lösningar.

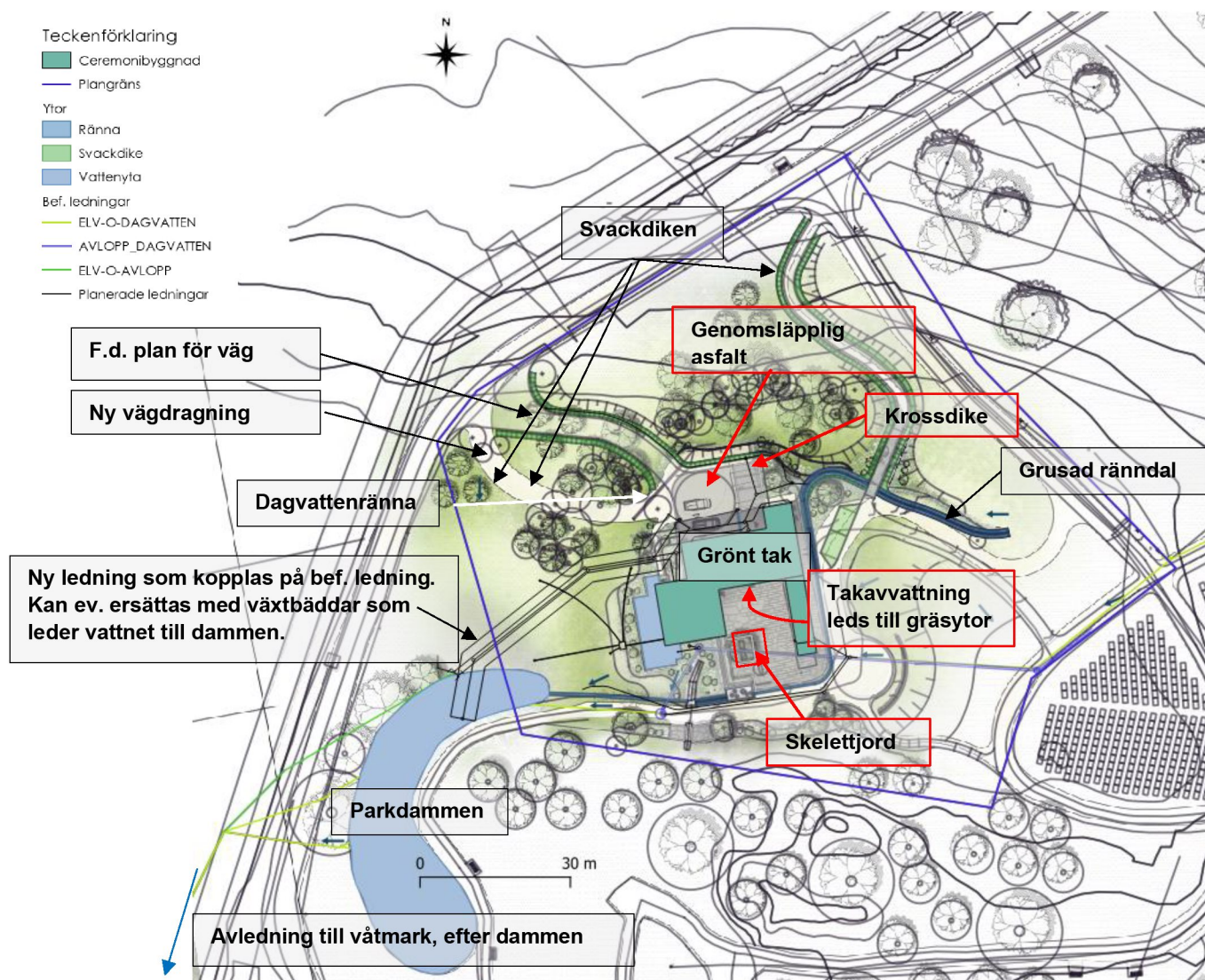
- Byggnaden anläggs med grönt tak. Överskottsavrinning från tak är i dagsläget planerat att ledas från takrännor till markförlagda ledningar (dimension 400 mm) som ansluts till dagvattenledningen som leder till parkdammen. Alternativt kan överskottsavrinningen avledas till växtbäddar som ansluter till dammen, istället för markförlagda ledningar.
- I anslutning till grusade vägar planeras svackdiken på vardera sida om vägarna. Även en dagvattenränna som leder vatten från norra diket ned mot gräsytan vid höga flöden.
- Befintlig grusad ränna flyttas öster om byggnaden, i kant med ytan som täcks av natursten.

Förslag på kompletterande dagvattenlösningar är t.ex. (se orange rutor i figur 10):

- Genomsläpplig asfalt eller krossdike vid vändplanen mellan parkering och planteringar.
- Avrinning från naturstensytan leds till skelettjord vid planteringsytan.
- Takavvattnings från sedumtak leds till närliggande gräsytor för infiltration.
- Ett komplement eller alternativ lösning till de ovan nämnda lösningarna kan även vara att anlägga växtbäddar längs med ett dike/stråk, som sedan ansluter till dammen.

Dagvatten som inte infiltrerar ner i marken leds till parkdammen.





**Figur 10.** Planerade lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet, i ritningen finns även tänkta anslutningar till befintliga dagvattenledningar samt förslag på kompletterande lösningar i rött.

## 10. Hantering av skyfall

I skyfallskarteringen har avledningskapacitet och hantering av momentana flöden diskuterats. Hundraårsregnet uppgår maximalt till  $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$  enligt beräkningar från Svenskt Vatten och Trafikverket. Utredningen bedömer däremot att det verkliga 100-årsflödet troligen är betydligt lägre, med hänsyn taget till den höga infiltrationskapaciteten. En exakt siffra har dock inte tagits fram. Från skyfallskartering anges att rännaldalen som avvattnar området bedöms kunna avleda ett flöde på  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , vilket inte klarar av att leda bort det beräknade hundraårsregnet. Breddning kommer därför troligen att ske mot grusgången. Vid flöden i grusgången kommer öppningen i stenmuren nedströms byggnaden vara den begränsande sektorn för flödet. Detta beskrivs i skyfallskarteringsrapporten, där även föreslagna åtgärder presenterats.

## 11. Dagvattenhantering i förhållande till åtgärdsnivå

### 11.1 Fördröjningsbehov

Den vattenvolym som ska omhändertas enligt åtgärdsnivån 20 mm motsvarar ca 41 m<sup>3</sup> för aktuellt utredningsområde. Denna volym föreslås avledas för fördröjning i den befintliga parkdammen söder om planerat område. Parkdammen är för nuvarande ca 1000 m<sup>2</sup> till ytan. Dammens utformning bör ses över i samband med projektering för att bedöma om dammen behöver justeras i storlek eller utformning för att kunna fördröja och rena ytterligare dagvatten.

Inom områden med grönytor (befintliga gräsytor, trädgångar) kommer nederbörden att infiltrera direkt i marken och ev. avrinning kommer inte att ledas till dagvattenledningar. Den erforderliga fördröjningsvolymen från de ytor som i första hand kommer att avledas via dagvattenledningar till parkdammen motsvarar ca 19 m<sup>3</sup> (vändplanen och parkeringen, ev. avvattning från takytan samt stensatt yta söder om byggnaden). Denna volym kan omhändertas och fördröjas i den befintliga dammen, under förutsättning att utformningen anpassas för ytterligare tillskott av dagvatten. I tabell 5 presenteras aktuella deltagande ytor med de dagvattenåtgärder som finns planerade.

Tabell 5. Planerade ytor och föreslagna dagvattenåtgärder samt resulterande fördröjningsvolym.

Planerad markanvändning	Erforderlig fördröjningsvolym	Föreslagen LOD <sup>1</sup> (innan avledning till damm)	Erforderlig fördröjningsvolym EFTER LOD
	(m <sup>3</sup> )		(m <sup>3</sup> )
<b>Takyta</b>	8,6	Sedum tak	<b>4,8</b>
<b>Asfalterad yta (vändplan+parkerings)</b>	3,7	Genomsläpplig beläggning alt. krossdike	<b>1,4</b>
<b>Stensatta ytor (med grusade fogar) och spång</b>	6,2	till dagvattenränna via skelettjord	<b>6,2 (reduceras men har ej beräknats)</b>
<b>Grusvägar och övr. grusade ytor</b>	11,4	delvis svackdiken	11,4
<b>Grusad rännal</b>	0,3	ingen åtgärd	0,3
<b>Berg i dagen</b>	1,9	ingen åtgärd	1,9
<b>Gräsytor/park</b>	7,4	delvis svackdiken	7,4
<b>Trädgångar</b>	1,1	ingen åtgärd	1,1
<b>Summa</b>	40,5		34,4

<sup>1</sup> övergripande LOD är avledning till befintlig parkdamm.

Aktuella ytor som kommer att hårdgöras i samband med den planerade byggnationen motsvarar ca 19 m<sup>3</sup> av de 41 m<sup>3</sup> som är den magasinvolym som ska fördröjas. Med de dagvattenåtgärder som föreslagits sedan tidigare (grönt tak) kommer fördröjningsvolymen att reduceras med ca 5 m<sup>3</sup>, eftersom viss fördröjning sker i det gröna taket.

### 11.2 Föroreningshalter och transport med föreslagna åtgärder

Följande förutsättningar har antagits vid beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll:

- Föroreningar förekommer både bundna till partiklar och i "löst" fas. Följande antagande görs: fosfor 50-55 % är partikelbundet (Stockholm Vatten och Avlopp AB, 2016).



- Målvärdet för halten av fosfor är en styrande parameter. Halten av fosfor i det utgående vattnet som når ut till Drevviken bör inte vara högre än målhalten för totalfosfor, som motsvarar gränsvärdet/halten mellan god och måttlig ekologisk status. Gränsvärdet mellan god och måttlig status för totalfosfor är 23 µg/l (enligt Miljöbarometern).
- De reningsgrader (%) som används vid föreslagna åtgärder är tagna från underlagsmaterial som finns på Stockholms stads hemsida avseende dagvatten. Reningsgraden varierar från ämne till ämne, mellan löst och partikulär fas, samt vilken typ av anläggning som används.

För att kunna bedöma om planerade åtgärder är tillräckliga för att nå åtgärds målet redovisas i följande avsnitt 11.2.1 beräkningar av föroreningshalter och transport från ytor som kommer att anslutna till parkdammen, utan föregående fördröjning eller rening.

I avsnitt 11.2.2 redovisar resultat från beräkningar efter ytterligare fördröjnings- och reningsåtgärder av dagvattnet har vidtagits.

## 11.2.1 Föroreningshalter och transport med planerade åtgärder – befintlig damm

### 11.2.1.1 Föroreningshalter

I tabell 6 redovisas beräknade halter av olika parametrar från delytorna som motsvarar vändplanen med parkeringsplatser, stensatt yta söder om byggnaden samt ev. avrinning från sedumtaket. I tabellen redovisas uppskattade halter för framtida situation före och efter rening i befintlig parkdamm. Beräkningar har i första hand utförts för dessa ytor eftersom övriga ytor huvudsakligen utgörs av befintliga grönytor med gräs där dagvattenavrinning bedöms vara begränsad. I anslutning till angörande grusväg och gångstigar har svackdiken planerats för att kunna avleda vatten från dessa ytor.

Det reningssteg som beaktas är den rening av dagvattnet som kan ske i befintlig damm, dit dagvattnet är tänkt att avledas.

**Tabell 6. Beräknade halter av olika ämnen vid framtida situation före reningssteg i befintlig parkdamm och därefter efter rening i parkdamm. De delytor som beaktats är vändplanen med parkeringsplats, stensatt yta söder om planerad byggnad samt eventuell avrinning från sedumtaket (dvs de ytor som planeras avledas till dagvattenledning för vidare avledning till befintlig damm).**

Parameter	Enhet	Halter framtida, före åtgärd	Halt framtid, efter rening i damm
<b>P</b>	mg/l	0,14	0,070
<b>N</b>	mg/l	2,4	1,16
<b>Pb</b>	mg/l	0,0091	0,004
<b>Cu</b>	mg/l	0,0206	0,010
<b>Zn</b>	mg/l	0,0574	0,026
<b>Cd</b>	g/l	0,2	0,09
<b>Cr</b>	mg/l	0,0056	0,002
<b>Ni</b>	mg/l	0,0054	0,002
<b>Hg</b>	g/l	0,03	0,011
<b>Suspenderat mtrl.</b>	mg/l	46,1	18,9
<b>Olja</b>	mg/l	0,288	0,115
<b>PAH16</b>	mg/l	0,002	0,001

Halten av fosfor efter rening i dammen uppskattas till ca 70 µg/l, vilket överstiger MKN för Drevviken.

### 11.2.1.2 Transport

I tabell 7 redovisas uppskattade transporter av föroreningar (kg/år, vissa ämnen i g/år) från aktuella delområden område för framtida situation. I tabellen redovisas mängder före åtgärd (rening) och uppskattade mängder efter rening i befintlig damm. De delytor som beaktats är vändplanen med parkeringsplats, stensatt yta söder om planerad byggnad samt eventuell avrinning från sedumtaket (dvs de ytor som planeras avledas till dagvattenledning för vidare avledning till befintlig damm).

**Tabell 7. Beräknad transport av olika ämnen vid framtida situation före reningssteg i befintlig parkdamm och efter rening i parkdammen. De delytor som beaktats är vändplanen med parkeringsplats, stensatt yta söder om planerad byggnad samt eventuell avrinning från sedumtaket (dvs de ytor som planeras avledas till dagvattenledning för vidare avledning till befintlig damm).**

Parameter	Enhet	Transport framtida, före åtgärd	Transport framtida efter rening i damm	Procentuell förändring efter rening i damm
<b>P</b>	kg/år	0,061	0,030	-50
<b>N</b>	kg/år	1,03	0,50	-51
<b>Pb</b>	kg/år	0,004	0,002	-52
<b>Cu</b>	kg/år	0,009	0,004	-53
<b>Zn</b>	kg/år	0,025	0,011	-54
<b>Cd</b>	g/år	0,09	0,039	-55
<b>Cr</b>	kg/år	0,002	0,001	-56
<b>Ni</b>	kg/år	0,002	0,001	-57
<b>Hg</b>	g/år	0,012	0,005	-58
<b>Susp.</b>	kg/år	20,0	8,2	-59
<b>Olja</b>	kg/år	0,125	0,050	-60
<b>PAH16</b>	kg/år	0,001	0,0004	-61

Resultaten från beräkningarna visar att reningssteget via parkdammen reducerar transporten av alla ämnen.

### 11.2.2 Föroreningshalter och transport efter ytterligare fördröjnings- och reningsåtgärder

För att minska föroreningshalter och transport beräknas de reningseffekter som de föreslagna fördröjningsåtgärderna kan bidra med. De reningseffekter som använts i beräkningarna är följande:

- Takavvattning från sedumtaket avleds till närliggande gräsytor för infiltration.
- Vändplanen med parkeringsytorna: dagvatten från dessa ytor föreslås avledas till ett makadamdike/krossdike, t.ex. i anslutning till parkeringsytorna. Alternativt kan en växtbädd anläggas i anslutning till parkeringsplatserna.
- Stensatta ytan avleds till skelettjord, för fördröjning och rening.

### 11.2.2.1 Föroreningshalter

I tabell 8 redovisas en beräknad viktad medelhalt för föroreningarna avseende dagvatten från de ytor som planeras att avledas till dagvattenledningar för vidare avledning till den befintliga dammen. Beräkningarna har således utförts för den planerade vändplanen norr om bygganden och den stensatta ytan söder om byggnaden. Beräkningar har även inkluderat eventuell avrinning från sedumtaket, eftersom det i nuläget inte är fastställt hur det gröna taket ska utformas med avseende på tjocklek. Beräkningarna för taket är baserade på ett antagande att hälften av nederbörden kan fördröjas. Om taket kommer att dimensioneras för att kunna fördröja 20 mm kommer halterna sannolikt att reduceras.

Eftersom grönt tak kan bidra med näringstillförsel bör ev. överskottsvatten ledas till kringliggande grönytor för infiltration eller ledas till växtbäddar eller liknade innan det eventuellt avleds till dagvattenledningar till dammen.

**Tabell 8. Uppskattad medelhalt (µg/l) av olika föroreningar som genereras i avrinningen från de delytor som inte kommer att ha inbyggd fördröjning samt takytan (med inbyggd fördröjning). Halterna avser efter fördröjning/rening och jämförs också med medelhalt utan reningsåtgärder för dessa ytor. Beräkningarna baseras på schablonhalter för de olika ämnena (Stormtac) och olika reningsgrader beroende på vilken typ av rening som sker. Reningsgrader erhållna från Stockholm Stad (2017). Målvärdet för fosfor är 23 µg/l, motsvarande gränsen mellan god och måttlig ekologisk status map totalfosfor.**

Parameter	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Susp	Olja	PAH16
Delyta Enhet	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Takyta sedum	43	389	-	4,5	3,5	-	-	-	-	950	0,0	0,3
Vändplan och parkering	40	715	4,5	14,0	42,0	0,07	2,25	1,5	0,028	28000	160	1,4
Stensatt yta	26	1200	0,5	3,3	6,6	0,02	0,57	0,3	0,014	1403	48	0,4
Medelhalt EFTER rening	35	818	1,4	6,4	14,7	0,03	0,82	0,5	0,013	8113	62	0,6
Medelhalt UTAN rening	140	2366	9,1	20,6	57,4	0,198	5,62	5,4	0,027	46070	288	2,1

Resultaten från beräkningarna visar att medelhalten av föroreningar och näringsämnen reduceras med ca 70% om vissa fördröjnings- och reningsåtgärder utförs.

### 11.2.2.2 Transport

I tabell 9 redovisas beräknade årliga transporter av olika ämnen vid nuvarande förhållande, vid framtida förhållanden utan renings/fördröjningsåtgärder samt halter efter föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärder. Resultaten visar att transporten av samtliga parametrar ökar efter exploateringen, om inga åtgärder vidtas. Om föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärder vidtas för vändplanen och den stensatta ytan samt om ev. takavrinning avleds till grönytor, så kommer ämnestransporterna från området att reduceras betydligt.

**Tabell 9. Uppskattad transport (kg/år) av olika föroreningar före och efter fördröjning/rening inom detaljplaneområdet. Beräkningarna baseras på schablonhalter för de olika ämnena och olika reningsgrader beroende på vilken typ av rening som sker.**

Parameter	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Susp	Olja	PAH16
Enhet	kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	kg/år	kg/år	g/år
Transport nuvarande	0,063	1,1	2,7	9,1	20,7	0,13	1,2	0,7	0,012	18	0,10	0,6
Transport framtida, utan åtgärder	0,118	2,1	6,5	17,5	44,6	0,21	3,5	3,0	0,023	36	0,22	1,6
Transport framtida, med åtgärder <sup>1</sup>	0,015	0,4	0,6	2,8	6,4	0,01	0,36	0,22	0,006	4	0,03	0,3
Procentuell förändring	-76	-68	-78	-69	-69	-92	-69	-70	-51	-80	-74	-58

<sup>1</sup> avser transport av ämnen från de ytor som inte har inbyggd fördröjning/rening (vändplan och parkeringsyta, stensatt yta) samt takytan (inbyggd fördröjning)

Under förutsättning att övriga grönytor bibehålls uppskattas den framtida transporten av fosfor och kväve från området att vara ca 0,015 kg/år respektive 0,4 kg/år, för det dagvatten som avleds till dammen.

Dessa beräknade transporter avser dock mängder innan dagvattnet når dammen. Dammen utgör i sig även ett reningssteg och beroende på uppehållstid etc. kan halter reduceras ytterligare. Rening av näringsämnen i dammar kan uppgå till 30-50% (Stockholm stad, 2017) under förutsättning att uppehållstid etc. är tillräckliga för att få en avskiljning av t.ex. löst fosfor. Med nuvarande förslag till fördröjning och rening uppskattas halten av fosfor kunna reduceras till ca 35 µg/l innan vattnet når dammen. Ett antagande att ytterligare 50 % av fosforhalterna kan renas i dammen resulterar i en uppskattad halt på ca 18 µg/l, vilket är lägre än målhalten för MKN för Drevviken. Eftersom vattnet från dammen i sin tur leds vidare till en våtmark, så bedöms möjligheterna för ytterligare rening även nedströms dammen vara goda.

## 12. Sammanfattning av dagvattenhantering

Stockholms stads Kyrkogårdsförvaltning planerar att uppföra en ceremonibyggnad inom den nordvästra delen av Strandkyrkogården i Tyresö. Inom aktuellt planområde får inte kistgravar att anläggas enligt nu gällande detaljplan. Inom aktuellt planområde för ceremonibyggnaden kommer kistgravar inte att anläggas, vilket kommer förtydligas i planhandlingarna.

Förändringen av markanvändningen från gräsmark till hårdgjorda ytor medför att dagvattenavrinningen från området kommer att öka. Inom aktuellt område kommer dagvatten att avledas till en befintlig parkdamm inom aktuell fastighet. Nedströms dammen finns även en våtmark dit vattnet från dammen leds. Slutlig recipient är Drevviken, vilken inte uppnår god ekologisk status. Miljökvalitetsnormen (MKN) är att god ekologisk status ska uppnås 2027. Målhalten för totalfosfor är 23 µg/l, motsvarande gränsvärdet mellan god och måttlig ekologisk status avseende totalfosfor.

Tidigare utredning (WRS, 2018) har omfattat översvämningsrisker vid dammen och den planerade ceremonibyggnaden. Föreliggande utredning omfattar en översiktlig dagvattenutredning för att ge en överblick över flöden vid nuvarande och planerad framtida situation. I utredningen har även halter och transporter av föroreningar och näringsämnen från aktuellt området beräknats.

Den översiktliga dagvattenutredningen har resulterat i följande slutsatser och rekommendationer:

- Den planerade byggnationen av en ceremonibyggnad inom Strandkyrkogården kommer att påverka dagvattenhanteringen i utredningsområdet, eftersom befintliga gräsytor delvis kommer att hårdgöras. Ceremonibyggnaden kommer att uppföras med grönt tak, vilket bidrar till fördröjning av i första hand lågintensiva regn. Dimensionerande flödet från området vid nuvarande förhållanden (10-årsregn med 10 minuters varaktighet) är ca 26,5 l/s. Vid framtida situation beräknas det dimensionerande flödet vara ca 46 l/s, vilket är en ökning med 20 l/s (utan klimatfaktor). Med klimatfaktor beräknas det framtida flödet till ca 57 l/s, vilket är en ökning med 30 l/s i förhållande till nuvarande flöde.
- Den erforderliga fördröjningsvolymen som krävs för att kunna omhänderta 20 mm nederbörd (åtgärdsnivån) uppskattas till ca 41 m<sup>3</sup>, vid beräkningar utan fördröjningsåtgärder. Cirka 9 m<sup>3</sup> motsvaras av avrinning från takytan och ca 10 m<sup>3</sup> motsvaras av hårdgjorda ytor utan inbyggd fördröjning (vändplan med parkeringsplats samt stenlagd yta för utomhusceremoni på byggnadens baksida).
- Halten av föroreningar och näringsämnen från aktuellt område förväntas öka vid framtida situation, om inga fördröjnings- eller reningsåtgärder vidtas. Halten av fosfor förväntas öka från ca 90 µg/l idag till ca 108 µg/l i framtida situation, men då är halterna beräknade utan hänsyn till att viss rening av dagvattnet sannolikt sker i den befintliga dammen. Transporten av t.ex. fosfor förväntas öka med ca 90% jämfört med nuvarande situation, då hela utredningsytan beaktas. Referenshalten för totalfosfor i Drevviken är ca 12 µg/l och MKN god ekologisk och kemisk status motsvarar en målhalt på ca 23 µg/l. Halt efter planerad byggnation, utan åtgärder, är således ca 10 gånger högre än referenshalten och ca 5 gånger högre än målhalten för MKN. Medelhalten i Drevviken är idag ca 40 µg/l.
- Avledning av dagvatten till befintlig damm kommer att bidra till en rening av dagvattnet, förutsatt att bl.a. uppehållstiden i dammen är tillräckligt lång. Reningseffekten för bl.a. näringsämnen (totalhalter) kan vara upp till ca 50% för fosfor, men den faktiska reningseffekten hos dammen är i nuläget inte känd. Om 50% rening antas (SVOA, 2016) kommer medelhalten av fosfor kunna reduceras till en halt på ca 70 µg/l. Denna halt avser avrinning från de ytor som planeras att avledas direkt till dammen.
- För att kunna nå MKN för recipienten Drevviken är det önskvärt att målhalten för fosfor i dagvattnet är i nivå gränsvärdet för mellan god och måttlig ekologisk status för näringsämnen (ca 23 µg/l). Enbart rening av aktuellt dagvatten i dammen medför att fosforhalten efter dammen är ca 3 x MKN (70 µg/l).
- I nuläget finns följande dagvattenåtgärder planerade för aktuellt område:
  - Svackdiken i anslutning till grusväg och gräsytor.
  - Sedumtak på ceremonibyggnaden
  - Dagvattenränna som avleder dagvatten söderut till planerad dagvattenledning
  - Skelettjord som avvattnar den stenlagda ytan på baksidan om byggnaden
  - Befintlig parkdamm

- För att erhålla ytterligare rening av dagvattnet för att reducera halten av näringsämnen och föroreningar föreslås kompletterande fördröjning, innan dagvattnet avleds till dammen. Följande åtgärder föreslås:
  - Takavvattning från sedumtaket avleds till närliggande gräsytor, förslagsvis västerut för infiltration på grönytor. Detta gynnar återbildning av grundvatten samt att näringstillförseln till dammen reduceras.
  - Vändplanen med parkeringsytorna: dagvatten från dessa ytor avleds och fördröjs i ett makadamdike/krossdike. Magasinet (ca 12-13 m<sup>3</sup>) kan t.ex. anläggas vinkelrät mot parkeringsytorna. Det kan vara anslutet till dagvattensystemet, så att överskottsvatten kan avledas vidare till dammen för ytterligare fördröjning och rening. Alternativt kan en växtbädd anläggas i anslutning till parkeringsplatserna.
- Med ovanstående kompletterande fördröjnings- och reningsåtgärder reduceras medelhalten för fosfor i det dagvattnet som avleds till dammen till ca 35 µg/l och transporten reduceras till ca 0,015 kg/år. Detta bedöms vara en acceptabel halt eftersom kompletterande rening kommer att ske i befintlig damm och därefter även i våtmarken. Det kommer således att vara rening i flera steg vilket reducerar föroreningshalterna. Även om effekten av reningsstegen i dammen och våtmarken inte är kända i nuläget, så brukar reningsgraden map totalfosfor i en damm vanligtvis uppskattas till ca 50%. Liknande reningseffekt har även våtmarker.
- En medelhalt av fosfor på ca 35 µg/l som avleds till dammen, kan reduceras till ca 18 µg/l genom rening i dammen (vid antagande av en reningsgrad på 50%). Om vattnet leds vidare till våtmarken förväntas halterna att reduceras ytterligare, ned till ca 9 µg/l (vid antagande av en reningsgrad på 50% i våtmarken). Halterna efter rening i damm och våtmark uppskattas motsvara halter som inte bedöms påverka Drevviken negativt och som inte kommer att påverka att målet för MKN försvåras.
- Under de givna förutsättningarna i denna utredning bedöms den planerade nybyggnationen sammantaget att få en begränsad inverkan på dagvattenhanteringen inom området. Inom området kommer 20 mm nederbörd att kunna fördröjas och renas.
- För att kunna övervaka halter och transport av näringsämnen och föroreningar från dammen rekommenderas upprättande av kontrollprogram. Detta kan utföras under en period före, under samt efter exploatering.
- Vid planering av ytterligare dagvattenåtgärder med infiltration i mark är det viktigt att undersöka de tänkta ytornas föroreningshalter, då infiltration inte får ske i förorenade jordmassor.
- I samband med projektering bör det säkerställas att tillräckligt hög infiltration finns inom respektive område för dagvattenanläggningar med infiltration, så att eventuella lerlager som kan finnas ovan friktionsjorden undviks/alt. schaktas bort.
- Det rekommenderas även att grundvattenytans variationer observeras ytterligare för att se variationer över tid och även variationer lokalt inom området, eftersom det finns indikationer på högt stående grundvattenyta inom vissa områden.

Sammanfattningsvis visar den förenklade dagvattenutredningen att åtgärdsnivån 20 mm kommer att kunna fördröjas inom aktuellt område. Uppskattning av fosforhalterna, som är styrande för att MKN ska kunna nås för recipienten Drevviken, visar att halterna i dagvattnet kommer vara i nivå med målhalten för fosfor. Dock bedöms ytterligare rening kunna ske i parkdammen och nedströms liggande våtmark, varvid förutsättningarna för att dagvattnet ska renas ytterligare bedöms vara goda. Således finns det goda möjligheter för att fosforhalterna i dagvatten som lämnar dammen potentiellt kan ha fosforhalter som är lägre än målhalten för Drevviken. I samband med projektering är det dock viktigt att dagvattenanläggningar och dammen utformas så att rening av näringsämnen optimeras. Med de antaganden som gjorts i dagvattenberäkningarna bedöms således Drevvikens ekologiska och kemiska status inte påverkas negativt av planförslaget, under förutsättning att föreslagna eller motsvarande dagvattenåtgärder tillämpas inom området. Genomförandet av planförslaget bedöms vara lämpliga för att uppfylla miljökvalitetsnormerna för Drevviken.

## Referenser

Miljöbarometern, 2021. <http://miljobarometern.huddinge.se/agenda-21/sjoar-vattendrag-vatmarker-och-grundvatten/god-ekologisk-och-kemisk-status/fosforhalter/drevviken>

Vatteninformationssystem Sverige (VISS), 2021.

Stockholm stad, 2021a. Drevviken Lokalt åtgärdsprogram. Fakta och åtgärdsbehov. På väg mot god vattenstatus.

Stockholm stad, 2021b. Drevviken Lokalt åtgärdsprogram. Genomförandeplan. På väg mot god vattenstatus.

SVOA, 2016. <http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/bibliotek/dokument-om-dagvatten/metodbeskrivningar/>

Svenskt vatten, 2004. Dimensionering av allmänna avloppsledningar, Publikation P90.

Svenskt vatten, 2016. Avledning av dag-, drän-, och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Del 1 – Policy och funktionskrav för samhällets avvattnings. Publikation P110.

Stormtac, 2018. Schablonhalter för olika typer av markanvändning.

WRS, 2019. PM – Översvämningsrisker vid planerad ceremonibygnad på Strandkyrkogården

WRS, 2017. Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Drevviken. Rapport nr. 2017-1014-B. Daterad 2017-06-16, reviderad 2017-10-25.