

# Dagvattenutredning

Sjöstadshöjden Kv H

2021-04-30

Structor

Beställare: AB Familjebostäder  
Konsultbolag: Structor Uppsala AB  
Uppdragsnamn: Sjöstadshöjden Kv H  
Uppdragsnummer: 2236  
Datum: 2021-04-30  
Senast reviderad: -  
Uppdragsledare: Anna Thorsell  
Handläggare: Åsa Söderqvist  
Granskare: Anna Thorsell, 2021-04-30

Status: SLUTGILTIG HANDLING

## SAMMANFATTNING

Inom detaljplaneområdet Sjöstadshöjden i Stockholm planerar AB Familjebostäder för exploatering inom ett av kvarteren (kvarter H), vilket ska innefatta flerfamiljsbostäder och förskola med tillhörande förskolegårdar. Structor Uppsala AB har fått i uppdrag att upprätta denna dagvattenutredning för kvartersmarken inom området. Syftet är att föreslå en systemlösning som säkerställer tillräcklig fördröjning och rening av dagvattnet.

### Dagvattenflöden

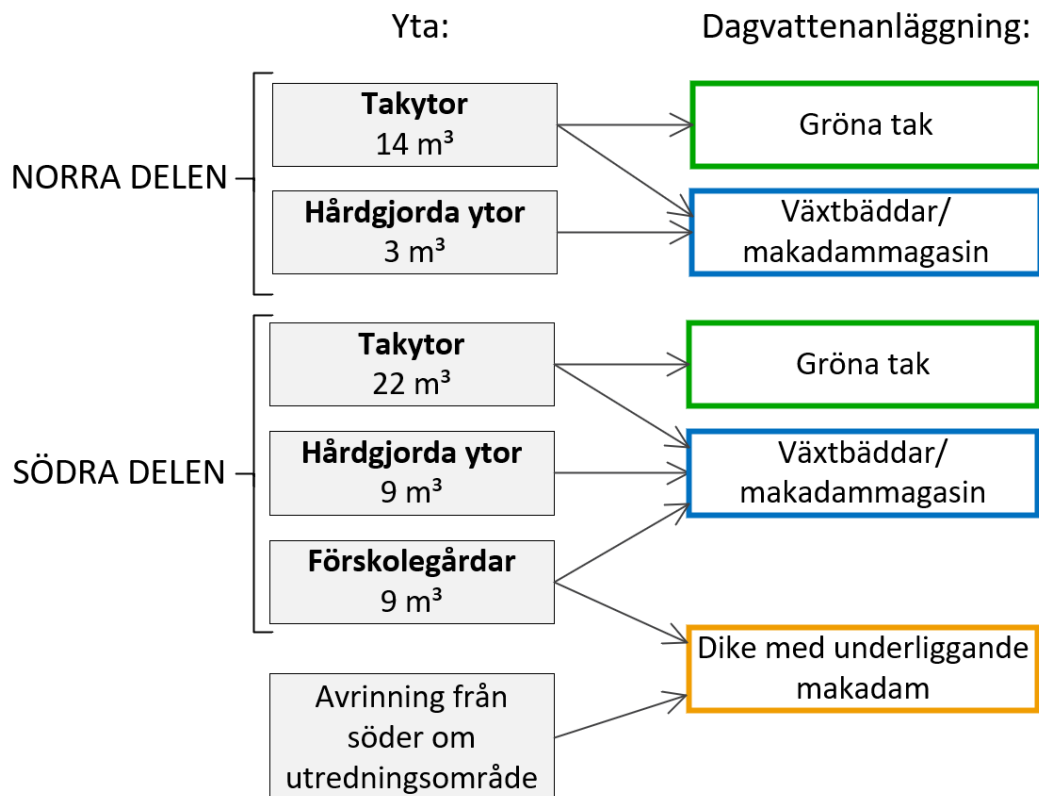
Det totala dagvattenflödet från utredningsområdet efter exploatering beräknas uppgå till 69 l/s utifrån ett dimensionerande 5-årsregn respektive 87 l/s utifrån ett dimensionerande 10-årsregn (inkl klimatfaktor 1,25).

### Erforderliga fördröjningsvolymer

Utifrån gällande krav behövs en total fördröjningsvolym på totalt 57 m<sup>3</sup> för fördröjning och rening av dagvatten. Baserat på planerad utformning bedöms det vara genomförbart att uppnå denna volym i dagvattenlösningar inom utredningsområdet. Fördröjningsvolymen är baserad på fördröjning och rening av 20 mm nederbörd enligt Stockholm stads åtgärdsnivå.

### Åtgärdsförslag

För att fördröja och rena dagvatten inom utredningsområdet föreslås dagvattenanläggningar i form av gröna tak, växtbäddar, makadammagasin samt ett dike enligt följande systemlösning:



## Påverkan på vattenkvalitet

Trots bevarande av naturmark inom fastighetsgräns och planerade reningsåtgärder i form av växtbäddar och makadammagasin visar beräkningarna att både halter och mängder ökar för majoriteten av de beräknade ämnena.

Att exploatera flera byggnader med tillhörande kvartersmark och förskolegård inom ett befintligt skogsmarksområde innebär i regel att det medför en viss ökad belastning av föroreningar i dagvattnet. Trots långtgående reningsåtgärder är det ytterst svårt att uppnå icke-försämringskravet.

## Extrema regn

Att byggnader planeras att placeras i en kuperad terräng medför en risk för att dagvatten avrinner mot husfasader vid skyfall. Enligt utförd skyfallsanalys är denna risk aktuell framförallt för Hus 2 (huset mot nordost), där det rekommenderas att huset antingen flyttas eller att höjdsättningen justeras så att vatten kan passera på ett säkert sätt. Generellt behöver höjdsättningen utföras så att skyfall som rinner in i utredningsområdet söderifrån avrinner i låglinjer där de inte riskerar att skada byggnader eller annan infrastruktur.

## Grundvattenförhållanden

Grundvattennivåer inom och runtom utredningsområdet behöver mätas över tid och grundvattenförhållanden behöver utredas vidare. Schaktnivåer och grundläggningsnivåer för garage och källare behöver planeras utifrån gällande förhållanden för grundvatten, för att inte riskera exempelvis skador på byggnader.

## INNEHÅLL

|   |    |
|---|----|
| 1. Inledning .....  | 7  |
| 2. Förutsättningar .....  | 7  |
| 2.1. Områdesbeskrivning.....  | 7  |
| 2.1.1. Platsbesök .....   | 8  |
| 2.1.2. Befintlig avrinning.....   | 9  |
| 2.1.3. Befintliga ledningar .....   | 9  |
| 2.1.4. Planerad exploatering .....  | 10 |
| 2.2. Recipient.....   | 11 |
| 2.2.1. Recipient och miljö kvalitetsnormer.....                                   | 11 |
| 2.2.2. Lokala åtgärdsprogram .....  | 11 |
| 2.3. Geologi och hydrogeologi.....  | 11 |
| 2.3.1. Jordarter och jorddjup.....  | 11 |
| 2.3.2. Grundvatten.....   | 12 |
| 2.3.3. Föroreningar i mark och grundvatten .....                                  | 14 |
| 3. Riktlinjer för dagvattenhantering .....  | 15 |
| 3.1. Dimensionering enligt Svenskt Vatten.....                                    | 15 |
| 3.2. Stockholms stads dagvattenstrategi.....                                      | 15 |
| 3.3. Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnationer .....                          | 15 |
| 3.4. Icke-försämringskrav för föroreningar.....                                   | 16 |
| 3.5. Rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall ..... | 16 |
| 4. Dagvattenberäkningar .....   | 16 |
| 4.1. Markanvändning .....   | 16 |
| 4.2. Dagvattenflöden och erforderlig fördröjningsvolym.....                       | 18 |
| 5. Förslag till dagvattenhantering.....   | 20 |
| 5.1. Principlösningar .....   | 20 |
| 5.1.1. Gröna tak.....   | 20 |
| 5.1.2. Växtbäddar.....  | 21 |
| 5.1.3. Makadammagasin .....   | 22 |
| 5.1.4. Dike med underliggande makadam.....  | 22 |
| 5.2. Systemlösning .....  | 23 |
| 5.3. Servisanslutning.....  | 26 |
| 5.4. Snöröjning och snöupplag .....   | 26 |
| 5.5. Drift och skötsel.....   | 26 |
| 6. Föroreningar i dagvatten .....   | 27 |

|  |    |
|--|----|
| 7. Översvämningsrisker .....                   | 29 |
| 7.1. Tidigare utredning för detaljplanen ..... | 29 |
| 7.2. Extrema regn .....                        | 30 |
| 8. Slutsats.....                               | 33 |
| 9. Underlag.....                               | 34 |
| 10. Bilagor.....                               | 35 |

## 1. INLEDNING

I ett område mellan Hammarby sjöstad och Hammarbyhöjden i södra Stockholm planeras för det nya detaljplaneområdet Sjöstadshöjden. Som en del av detta avser AB Familjebostäder att anlägga ett nytt bostadskvarter, vilket benämns kvarter H i detaljplanen. Byggnationen innefattar flerfamiljsbostäder samt en förskola och tillhörande förskolegårdar.

Structor Uppsala har fått i uppdrag av AB Familjebostäder att upprätta en dagvattenutredning för kvarter H, med en systemlösning som säkerställer tillräcklig fördröjning och rening av dagvattnet. Dagvattenhanteringen ska uppfylla Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering samt dimensioneras i enlighet med rekommendationer från Svenskt Vatten.

Det finns en tidigare dagvattenutredning för hela detaljplanen Sjöstadshöjden utförd av WSP (WSP, 2019). Denna belyser främst skyfallsrisker och dagvattenhantering på allmän platsmark.

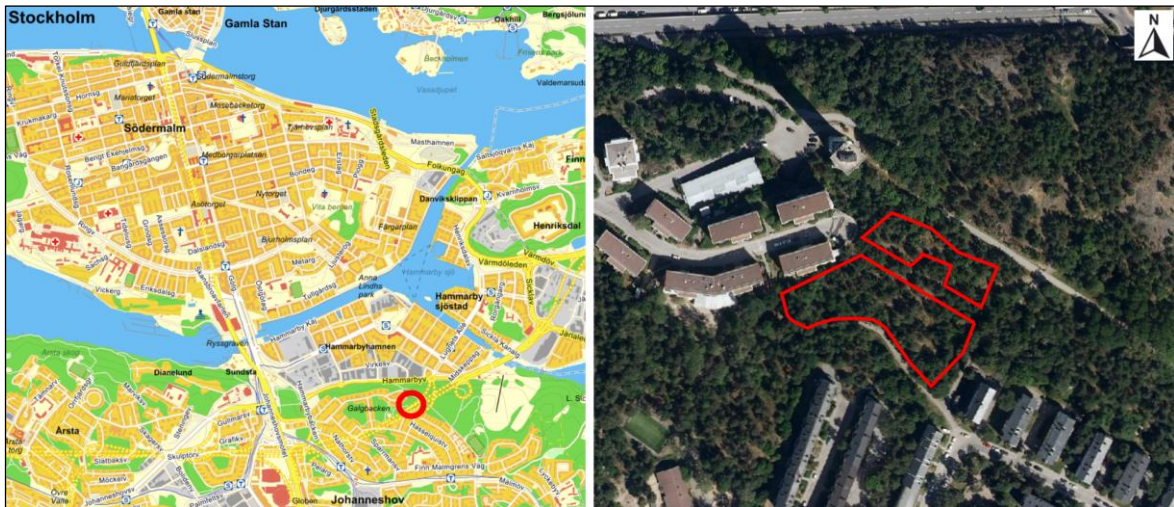
Området som innefattas av denna dagvattenutredning innefattar kvartersmarken inom kvarter H och benämns fortsättningsvis som *utredningsområdet* i denna utredning.

## 2. FÖRUTSÄTTNINGAR

### 2.1. OMRÅDESBESKRIVNING

Utredningsområdet är beläget i Hammarby i södra Stockholm, se Figur 1. Det är cirka 5 300 m<sup>2</sup> till ytan och utgörs i dagsläget av ett skogsområde beläget på en höjd intill Hammarbyskogen. Utredningsområdet ligger sydöst om Kalmgatans vändplats och begränsas söderut av en befintlig gångväg.

Marken inom området är kuperad med en generell lutning norrut. I en tunnel i berget under utredningsområdet passerar Södra länken.



Figur 1. Utredningsområdets placering i Hammarby (röd cirkel i vänster bild) och dess gräns (röd polygon i höger bild) (Eniro, 2020).

### 2.1.1. PLATSBESÖK

I Figur 2 redovisas foton från platsbesök av landskapsarkitekter på Topia. Dessa foton är från den södra delen av utredningsområdet längs med befintlig gångväg, där de övre är från den västra delen och det nedre är från den östra delen.<sup>1</sup> Utifrån platsbesöket kan det konstateras att området är kuperat med både en generell lutning norrut och även mindre höjdskillnader inom området. Dock är dessa foton från den del av området där marken är minst kuperad.



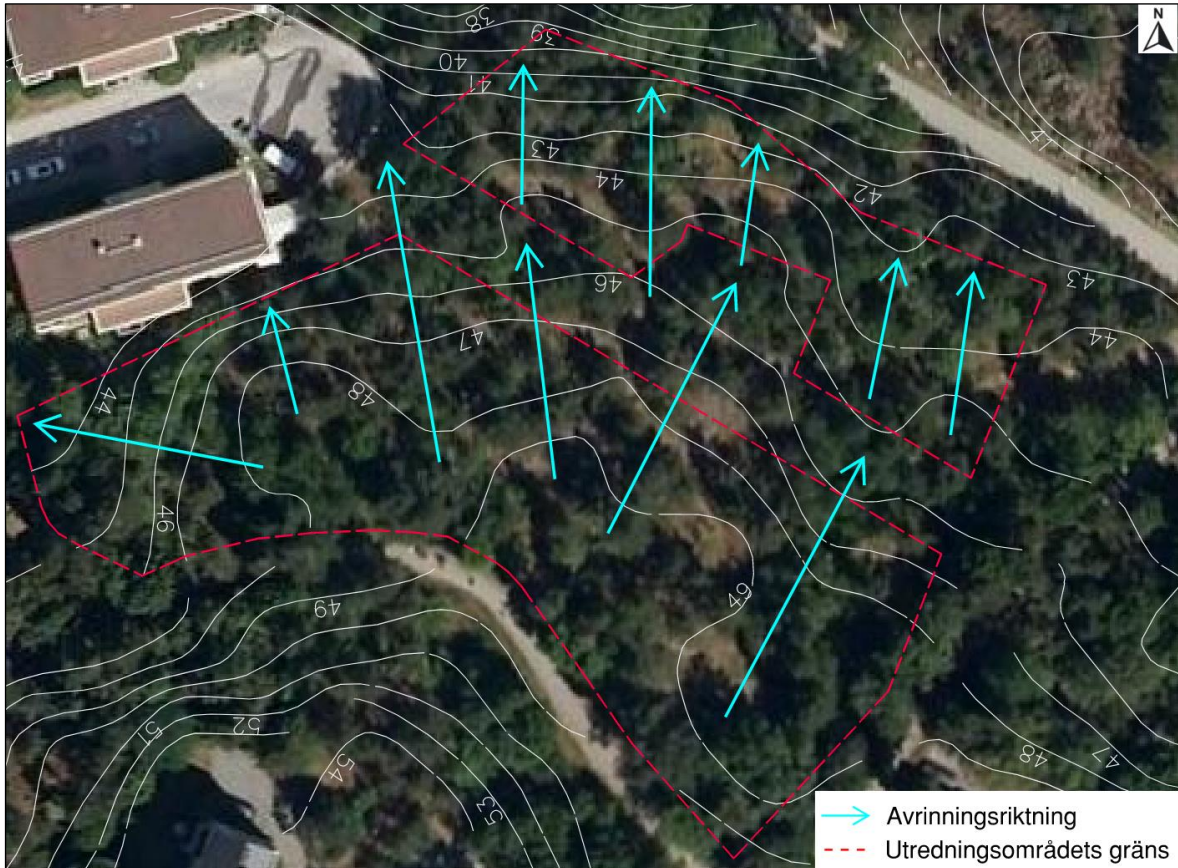
Figur 2. Foton från platsbesök av landskapsarkitekter på Topia, under vårvintern år 2021.

<sup>1</sup> Enligt mail från Jenny Elgstrand, Topia, 2021-03-26



## 2.1.2. BEFINTLIG AVRINNING

I Figur 3 redovisas avrinningens riktning i befintlig situation, vilket tolkats efter höjdkurvor i grundkartan. Generellt avrinner dagvatten norrut inom utredningsområdet, förutom i västra delen där det avrinner västerut. I Figur 3 ses att marken inom utredningsområdet är kuperad med en höjdskillnad på cirka 10 meter mellan den norra och södra änden.



Figur 3. Avrinning i befintlig situation, tolkat efter höjdkurvor i grundkarta. Utredningsområdet är markerat med röd polygon och avrinningens riktning visas med blå flödespilar.

Det finns ingen information om befintliga anläggningar för hantering av dagvatten från utredningsområdet. Dagvattnet antas därför omhändertas lokalt i befintlig situation.

## 2.1.3. BEFINTLIGA LEDNINGAR

Enligt ledningssamordning för befintliga ledningar finns inga ledningar inom utredningsområdet i dagsläget. I gångvägen strax söder om området finns ett elstråk och i Kalmgatan västerut finns flertalet ledningsslag, däribland ett kombinerat system för dagvatten och spillvatten (Tyréns, 2021).

I samband med exploateringen inom detaljplanen planeras för omledning av en huvudvattenledning. Ett alternativ för dess nya sträckning är i den planerade allmänna

gatan intill utredningsområdet. En utredning gällande detta är i dagsläget under arbete hos Stockholm Vatten och Avfall<sup>2</sup>.

#### 2.1.4. PLANERAD EXPLOATERING

Figur 4 redovisar ett utkast till illustrationsplan för utredningsområdet. Området består av två delar som avgränsas av en gata på allmän platsmark mellan dem.



Figur 4. Utkast till illustrationsplan med inspirationsbilder (Topia, 2021-03-26).

Exploateringen planeras bestå av fyra flervåningshus med bostäder där de två husen i den södra delen är sammanbyggda med en lägre huskropp innehållande en förskola. Två förskolegårdar planeras i de sydvästra och sydöstra hörnen av utredningsområdet. Övriga markytor planeras främst utformas med hårdgjorda entréer, vistelsezoner och planteringar. Enligt den föreslagna utformningen i Figur 4 planeras gröna tak på förskolan och de tre cykelrummen.

Flera skyddsvärda träd planeras att bevaras i och med exploateringen och även en del befintlig naturmark bevaras i ytterkanterna av utredningsområdet.

Planerad exploatering kommer innebära sprängning av berg. Exakt omfattning redovisas i kommande handlingar.

<sup>2</sup> Enligt mail från Tove Asztély, Stockholms stad, 2021-03-24

## 2.2. RECIPIENT

### 2.2.1. RECIPIENT OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Dagvatten från utredningsområdet avrinner norrut mot Hammarbyvägen och därefter vidare österut, via Södra länkens tunnelmyning, till Sickla kanal. Denna kanal sammanbinder Sicklasjön med Hammarby sjö, vilket blir den slutliga recipienten för dagvattnet från utredningsområdet.

Hammarbysjön utgör inte en egen vattenförekomst i VISS utan tillhör Strömmen, som har statusklassats med avseende på MKN (miljökvalitetsnormer). Dess nuvarande status samt kvalitetskrav framgår av Tabell 1.

Tabell 1. Statusklassning och miljökvalitetsnorm för Strömmen, enligt statusklassning 2019-04-26 (VISS, 2021).

| Ekologisk statusklassning                   | Dålig         | Otillfreds-<br>ställande | Måttlig | God             | Hög |
|---|---------------|--------------------------|---------|-----------------|-----|
| Status                                      |               | X                        |         |                 |     |
| Kvalitetskrav (år 2027)                     |               |                          | X       |                 |     |
| Kemisk statusklassning                      | Uppnår ej god |                          |         | God             |     |
| Status                                      |               | X                        |         |                 |     |
| Status utan överallt<br>överskridande ämnen |               | X                        |         |                 |     |
| Kvalitetskrav                               |               |                          |         | X <sup>1)</sup> |     |

<sup>1)</sup> Med undantag för bromerad difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar som har mindre stränga krav samt antacen, bly, blyföreningar och tributyltenn-föreningar som har tidsfrist till år 2027.

Vattenkvaliteten i Strömmen är starkt påverkad av exempelvis hamnverksamhet och tillförsel av näringsämnen. Eftersom hamnverksamheten utgör ett väsentligt samhällsintresse och det bedöms vara ekonomiskt orimligt att vidta de åtgärder som krävs för att uppnå god ekologisk status i vattenförekomsten har kvalitetskravet bestämts till måttlig ekologisk status, vilket ska uppnås till år 2027 (VISS, 2021).

I Hammarby sjö har det uppmätts mycket höga halter av kväve och fosfor, höga till mycket höga halter av PAH och måttliga till höga halter av metaller i sediment (Stockholms stad, 2021a).

### 2.2.2. LOKALA ÅTGÄRDSPROGRAM

Stockholms stad arbetar i dagsläget med att ta fram lokala åtgärdsprogram för Strömmen, med förslag på åtgärder för att kunna uppnå miljökvalitetsnormerna (Stockholms stad, 2021b).

## 2.3. GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGI

### 2.3.1. JORDARTER OCH JORDDJUP

I Figur 5 visas jordarter och jorddjup över berg inom utredningsområdet. Jordarterna består av urberg med delvis tunt/osammanhängande ytlager morän som ligger direkt på berget (SGU, 2020a och SGU, 2020b).

Till följd av underliggande berg inom hela fastigheten kommer möjligheterna till infiltration och återbildande av grundvatten vara mycket begränsade. Dock kan det antas att sprickor bildas där infiltrerande dagvatten från ytan kan ledas bort. Exakt utformning och utbredning av sprickbildning i berg p.g.a. sprängning går dock ej att förutse.

Marken har en generell lutning norrut och marknivåerna varierar mellan ca +38 m och +49 m (RH 2000).

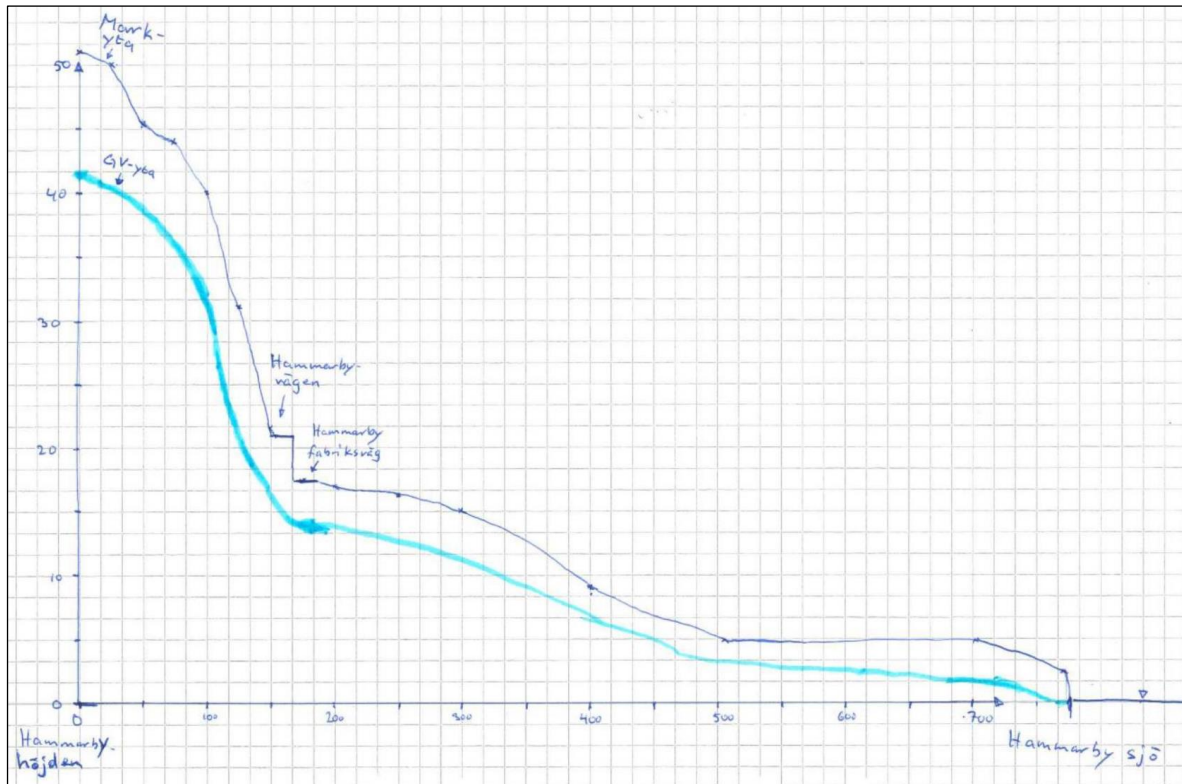


Figur 5. Jordarter och jorddjup, enligt SGU:s jordartskarta. Utredningsområdets gräns är markerat med svart linje.

### 2.3.2. GRUNDVATTEN

Grundvattennivåerna i utredningsområdet är inte kända.

Utredningsområdet är kuperat med en generell lutning från söder ner mot norr, men också med mindre höjdskillnader inom utredningsområdet. Jordlagren är tunna och osammanhängande och består av morän på urberg, enligt SGU:s generella bedömning. Grundvattennivåer och grundvattenflöden brukar i ett sådant område styras av topografin, där grundvattennivåerna är högre i höjdområden och lägre i lågområden, se principskiss i Figur 6.



Figur 6. Principskiss i sektion för grundvattenförhållanden i området (WSP, 2017). Söder är till vänster och norr är till höger i figuren.

Grundvattnet flödar således generellt sett från de sannolikt höga grundvattennivåerna i höjdområdet i söder, ner mot de sannolikt låga grundvattennivåerna i lågområdet i norr, jämförbart med flödesriktningarna för avrinningen i utredningsområdet i Figur 3.

I berg finns grundvatten i sprickor och grundvattenflöden sker i spricksystem. Större delen av grundvattenflödet i utredningsområdet bedöms ske i berget, med i allmänhet lägre hydraulisk konduktivitet (vattengenomsläpplighet), vilket bedöms hålla uppe grundvattennivåerna i söder. Vid schaktning i jord och sprängning i berg kan förhållandena för grundvatten förändras, både vad gäller grundvattennivåer och grundvattenflöden.

Riskbedömning avseende schaktnivåer och grundläggningsnivåer för garage och källare:

- Kan ge dämningseffekter avseende grundvattenflöden och dagvattenflöden, vilket kan ge stående vatten mot byggnaderna.
- Grundvattennivåer kan orsaka skador på byggnader och konstruktioner genom:
  - Upptryck under grundläggningsskedet
  - Sprickbildning i golv och väggar
  - Inläckage i byggnader
- Schaktning och dräneringslösningar kan innebära bortledning av grundvatten – temporärt under byggskedet och permanent under driftskedet – vilket är tillståndspliktigt enligt miljöbalken.

Rekommendationer är att:

- Borra grundvattenbrunnar i berg inom utredningsområdet
- Installera grundvattenrör i jord om möjligt, beroende på faktiska jorddjup.
- Mäta grundvattennivåer över tid.
- Utredda schaktdjup och grundläggning med avseende på dimensionerande grundvattennivåer för upptryck.
- Utredda dimensionerande grundvattennivåer för täta konstruktioner.
- Utredda dimensionerande grundvattennivåer för dränering.
- Utredda grundvattenförhållanden i utredningsområdet i förhållande till projektområdet för väg, då utredningsområdet delvis ligger inom projektområdet för väg.

### 2.3.3. FÖRORENINGAR I MARK OCH GRUNDTVATTEN

En översiktlig bedömning av markmiljö inom delar av Sjöstadshöjden har utförts av Structor Miljöbyrå Stockholm AB. Enligt denna bedöms det inte finnas någon förhöjd risk för förekomst av föroreningar inom utredningsområdet för kvarter H. Eftersom en förskola planeras inom utredningsområdet, och det därmed finns höga krav på markens lämplighet, kan det krävas provtagning för att säkerställa att inte hälsoskadliga halter av föroreningar finns i marken. Detta kan vara aktuellt om marknivån på förskolans gårdsytor behålls på samma nivå som i befintlig situation (Structor Miljöbyrå Stockholm AB, 2021).

## 3. RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

Beräkningar och föreslagna dagvattenåtgärder utgår från nedanstående riktlinjer och krav.

### 3.1. DIMENSIONERING ENLIGT SVENSKT VATTEN

Dimensioneringsberäkningar i denna utredning ska utgå från Svenskt Vattens publikation P110. Beräkningar av dagvattenflöden utförs utifrån en återkomsttid på både 5 år (vilket rekommenderas för tät bostadsbebyggelse) och 10 år (vilket rekommenderas för centrum- och affärsområden). I enlighet med P110 inkluderas även en klimatfaktor på 1,25 för flödesberäkningar i situationen efter exploatering, för att ta hänsyn till ökad nederbörd till följd av klimatförändringar.

### 3.2. STOCKHOLMS STADS DAGVATTENSTRATEGI

Stockholms stads dagvattenstrategi beskriver kommunens mål med dagvattenhanteringen och ger riktlinjer för plan- och projekteringsarbetet. Den innehåller främst följande målsättningar (Stockholms stad, 2015):

- Dagvattenhanteringen ska bidra till en förbättrad kvalitet på yt- och grundvatten så att god vattenstatus eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås. I första hand ska användningen av miljöfarliga ämnen begränsas och åtgärder ske vid utsläppskällan. I andra hand ska föroreningar i dagvatten omhändertas lokalt och i tredje hand genom anläggningar längre ned i systemet för samlad avledning.
- Dagvattenhanteringen ska anpassas efter ökad årsnederbörd, intensivare nederbördstillfällen och höjda vattennivåer. För att uppnå detta bör andelen genomsläppliga ytor maximeras och infiltration eftersträvas. Dimensionering och höjdsättning ska anpassas efter förväntade klimatförändringar och framtida planerade utbyggnader. Även sekundära avrinningsvägar ska identifieras.
- Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
- Dagvattenlösningar ska fylla sin avsedda funktion och vara effektiva ur ett drift- och underhållsperspektiv.

Utifrån dagvattenstrategin har kommunen upprättat checklistor för dagvattenutredningar som specificerar vad dagvattenutredningar ska innehålla. Checklistan för förenklade dagvattenutredningar är aktuell i detta fall.<sup>3</sup>

### 3.3. ÅTGÄRDSNIVÅ VID NY- OCH STÖRRE OMBYGGNINGER

Stockholms stad har tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall AB tagit fram en åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnation, för att nå miljökvalitetsnormerna för stadens vatten. Åtgärdsnivån innebär att dagvatten från hårdgjorda ytor ska ledas till

---

<sup>3</sup> Stockholms stad, 2019. *Checklista-f till förenklade dagvattenutredningar för kvartersmark som del av detaljplan*, version 2019-09-27. [https://www.stockholmvattenochoavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/checklista-f\\_forenklad\\_formular.pdf](https://www.stockholmvattenochoavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/checklista-f_forenklad_formular.pdf)

dagvattenanläggningar som kan fördröja motsvarande 20 mm och renas genom filtrerande ytor. En bräddfunktion ska finnas för att hantera flöden som överskrider 20 mm (Stockholms stad, 2016a).

Kommunens riktlinjer anger att dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvartersmarken (Stockholms stad, 2016b).

### 3.4. ICKE-FÖRSÄMRINGSKRAV FÖR FÖRORENINGAR

Föroreningar i dagvatten utgör ett betydande bidrag till föroreningsbelastningen i sjöar och vattendrag i stadsmiljö. Förutom de krav som ställs av Stockholms stad på fördröjning ska det vid varje exploatering anläggas tillräckligt med dagvattenanläggningar för att dess recipient inte ska försämrats avseende någon kvalitetsfaktor i statusklassningen enligt MKN.

Det finns inga nationellt antagna rikt- eller gränsvärden för dagvatten. Däremot måste varje område som ska exploateras enligt lag visa att den planerade exploateringen inte medför försvårade möjligheter att uppnå miljö kvalitetsnormerna för recipienten. Detta krav brukar kallas "icke-försämringskravet". Det innebär att mängden av föroreningar som släpps ut (i kg/år) inte får öka trots exploateringen. I praktiken innebär det att dagvattenhanteringen inom området måste ske på ett sådant sätt som renar dagvattnet från eventuella föroreningar till en nivå som motsvarar lägre utsläpp än i befintlig situation.

### 3.5. REKOMMENDATIONER FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGAR TILL FÖLJD AV SKYFALL

Länsstyrelsen i Stockholms län har tagit fram rekommendationer för hantering av skyfall som beskriver att risken för översvämningar till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner. Där rekommenderas bland annat att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn (Länsstyrelserna, 2018).

## 4. DAGVATTENBERÄKNINGAR

För att beskriva de förändringar som exploateringen förväntas ge upphov till har flödes- och föroreningsberäkningar utförts för utredningsområdet, utifrån befintlig respektive planerad markanvändning. Föroreningsberäkningarna redovisas i kapitel 6.

### 4.1. MARKANVÄNDNING

Markanvändningen i befintlig situation utgörs av kuperad naturmark (se Figur 3 i kapitel 2.1.2).

Vid exploatering planeras en del naturmark att bevaras. I övrigt kommer markanvändningen i planerad situation att bestå av takytor, hårdgjorda entréytor/vistelseytor, planteringar, grönytor och förskolegårdar. Figur 7 redovisar



ytkarteringen för planerad situation, baserad på ett utkast till illustrationsplan från landskapsarkitekter på Topia.

Utredningsområdets två delar benämns härnäst "norra delen" och "södra delen", för att enklare beskriva föreslagen dagvattenhantering.



Figur 7. Ytkartering för utredningsområdet i planerad situation (enligt illustrationsplan från Topia 2021-03-26).

I Tabell 2 redovisas de olika markanvändningarnas areor och de avrinningskoefficienter som ligger till grund för beräkningarna. Avrinningskoefficienterna i tabellen är enligt Svenskt Vattens publikation P110, utöver för förskolegårdar vars avrinningskoefficient är utifrån antagandet att den utformas med cirka 30% genomsläppliga material. Det baseras på att förskolegårdar ofta behöver utformas med en relativt stor andel hårdgjorda ytor för att kunna bedriva sin verksamhet.

Den sammantagna avrinningskoefficienten beräknas öka från 0,10 till 0,58 till följd av exploateringen. En ökad avrinning är en naturlig följd när naturmark exploateras.

Tabell 2. Markanvändning med tillhörande areor och avrinningskoefficienter, för befintlig och planerad situation.

| Markanvändning                                  | Avrinningskoefficient [-] | Area [m <sup>2</sup> ] |                    |
|---|---------------------------|------------------------|--------------------|
|   |                           | Befintlig situation    | Planerad situation |
| NORRA DELEN                                     |                           |                        |                    |
| Naturmark                                       | 0,1                       | 1 540                  | 540                |
| Takytor   | 0,9                       | -                      | 790                |
| Hårdgjorda ytor                                 | 0,8                       | -                      | 180                |
| Planteringar/grönytor                           | 0,1                       | -                      | 30                 |
| Delsumma  | -                         | 1 540                  | 1 540              |
| SÖDRA DELEN                                     |                           |                        |                    |
| Naturmark                                       | 0,1                       | 3 740                  | 890                |
| Takytor   | 0,9                       | -                      | 1 240              |
| Hårdgjorda ytor                                 | 0,8                       | -                      | 580                |
| Planteringar/grönytor                           | 0,1                       | -                      | 430                |
| Förskolegårdar                                  | 0,7                       | -                      | 600                |
| Delsumma  | -                         | 3 740                  | 3 740              |
| Total area [m <sup>2</sup> ]                    |                           | 5 280                  | 5 280              |
| Sammanvägd avrinningskoefficient <sup>(1)</sup> |                           | 0,1                    | 0,58               |
| Total reducerad area [m <sup>2</sup> ]          |                           | 530                    | 3 040              |

<sup>(1)</sup> Sammanvägd avrinningskoefficient=total reducerad area/total area

## 4.2. DAGVATTENFLÖDEN OCH ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Beräkning av dagvattenflöden i befintlig och planerad situation har genomförts med rationella metoden enligt Ekvation 1, baserat på utredningsområdets dimensionerande varaktighet för regn med återkomsttid 5 år respektive 10 år.

$$Q_{dim} = A \cdot \phi \cdot i \cdot Kf \quad \text{Ekv 1}$$

där  $Q_{dim}$  är dimensionerande dagvattenflöde (l/s), A är area (ha),  $\phi$  är avrinningskoefficient (-), i är regnintensitet (l/s ha) och Kf är klimatfaktor (-). Regnintensiteten beräknas utifrån längsta rinntid, vilket motsvarar tiden det tar för hela utredningsområdet att bidra till avrinningen i en tilltänkt utloppspunkt. Rinntiden beräknades till 10 minuter när ingen hänsyn tas till lokal fördröjning, vilket gör att en varaktighet på 10 minuter blir dimensionerande för befintlig situation och planerad situation utan fördröjning.

I Tabell 3 redovisas beräknade dagvattenflöden i befintlig situation och planerad situation. Det totala dagvattenflödet från utredningsområdet i planerad situation innan fördröjningsåtgärder har beräknats till **69 l/s** för ett 5-årsregn och **87 l/s** för ett 10-årsregn (när klimatfaktor 1,25 inkluderas).

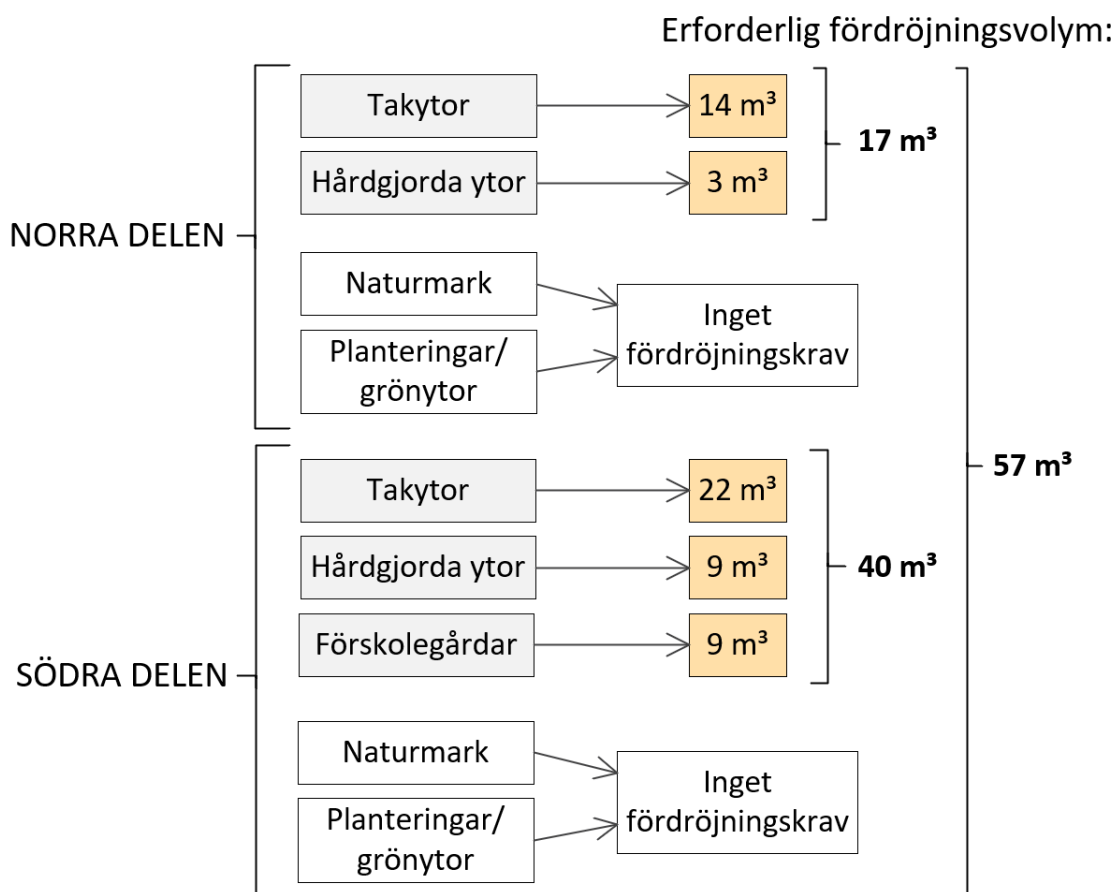
Tabell 3. Beräknade dagvattenflöden för hela utredningsområdet, för dimensionerande regn med återkomsttid 5 år respektive 10 år.

|                     | Dimensionerande dagvattenflöde [l/s] |                        |            |                         |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------|------------|-------------------------|
|                     | 5-årsregn                            | 5-årsregn inkl kf 1,25 | 10-årsregn | 10-årsregn inkl kf 1,25 |
| Befintlig situation | 10                                   | 12                     | 12         | 15                      |
| Planerad situation  | 55                                   | 69                     | 69         | 87                      |

Utifrån kravet att dagvatten från hårdgjorda ytor ska ledas till dagvattenanläggningar som kan fördröja motsvarande 20 mm har erforderlig fördröjningsvolym beräknats med Ekvation 2. Genom att utgå ifrån reducerad area tas hänsyn till markanvändningens hårdgörandegrad.

$$\text{Erforderlig fördröjningsvolym [m}^3\text{]} = \text{Reducerad area [m}^2\text{]} \cdot 0,02 \text{ m} \quad \text{Ekv 2}$$

Beräknade erforderliga fördröjningsvolymerna för respektive hårdgjord yta redovisas i Figur 8. Den totala fördröjningsvolymen som krävs inom utredningsområdet har beräknats till 57 m<sup>3</sup>, varav 17 m<sup>3</sup> i den norra delen och 40 m<sup>3</sup> i den södra delen.



Figur 8. Flödesschema för erforderliga fördröjningsvolymerna inom utredningsområdet.

Utifrån utredningsområdets totala erforderliga fördröjningsvolym och reducerade area beräknades utflödet efter fördröjning enligt beräkningsmetodik i P110<sup>4</sup>. I denna beräkning

<sup>4</sup> Kapitel 10.6 Magasinsvolymerna beräknade med rationella metoden, s. 140 Svenskt Vatten publikation P110

inkluderades ett strypt utflöde, genom korrigerad av den erforderliga fördröjningsvolymen med en reducerad flödesfaktor på  $2/3^5$ . Resulterande flöde blir därmed det konstanta utflödet vid dimensionerande regn, som gäller även under uppfyllnadstiden av fördröjningsanläggningarna.

- Beräkningen resulterade i ett utflöde från utredningsområdet efter fördröjning på 12 l/s för 5-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25 och 20 l/s för 10-årsregn inkl. klimatfaktor 1,25.
- Samma beräkning men utan klimatfaktor gav ett utflöde från utredningsområdet efter fördröjning på 6,5 l/s för 5-årsregn och 11,5 l/s för 10-årsregn.

## 5. FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

### 5.1. PRINCIPLÖSNINGAR

Nedan förklaras generell uppbyggnad och funktion för de dagvattenanläggningar som föreslås inom utredningsområdet.

#### 5.1.1. GRÖNA TAK

Gröna tak reducerar och fördröjer avrinningen från takytor. Fördröjningen sker genom växtupptag, avdunstning och fördröjning i takbädden. Beroende på takets lutning, växtligheten och substratets tjocklek kan taken reducera avrinningen med 25–75% på årsbasis. Gröna tak bidrar även till viss del till rening av dagvatten, vilken främst består i växtupptag och mikrobiell nedbrytning.

Förutom dagvattenhantering kan gröna tak ha flera andra positiva funktioner i stadsmiljön, exempelvis förbättring av luftkvalitet, ökad biologisk mångfald och estetiska värden om de är synliga.


Gröna tak kräver skötsel främst i etableringsfasen, i form av bevattning, kompletterande sådd, ogräsrensning och plantering. Därefter krävs löpande underhåll i form av kontroll av exempelvis dräneringsfunktion och stuprör. För att undvika att de gröna taken tillför näringsämnen till avrinningsvattnet bör tak som inte kräver gödsling väljas (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a).

Figur 9 visar en principskiss av uppbyggnaden av ett moss-sedumtak för anläggning på låglutande takytor. Denna typ av sedumtak kan omhänderta maximalt 20–22 mm nederbörd. Tjockare gröna tak har bättre förutsättningar att ge en större mångfald av växter och har även en högre vattenhållande förmåga än de tunnare varianterna.

---

<sup>5</sup> Enligt Kapitel 4, s. 34, *Guide StormTac Web*, används ett genomsnittligt utflöde (som kan antas vara  $2/3$  av det maximala utflödet) vid dimensionering av utjämningsmagasin

| SEDUMTAK XMS 0-4*             |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| Rekommenderad taklutning 0-4° |                      |
| Uppbyggnad produkter:         | Bygghöjd (mm)        |
| 1 Veg Tech Moss-Sedum         | 30                   |
| 2 ND 5+1                      | 25                   |
| Vikt vattenmättad             | 50 kg/m <sup>2</sup> |
| Vattenhållande förmåga        | 20 l/m <sup>2</sup>  |
| Bygghöjd                      | 55 mm                |

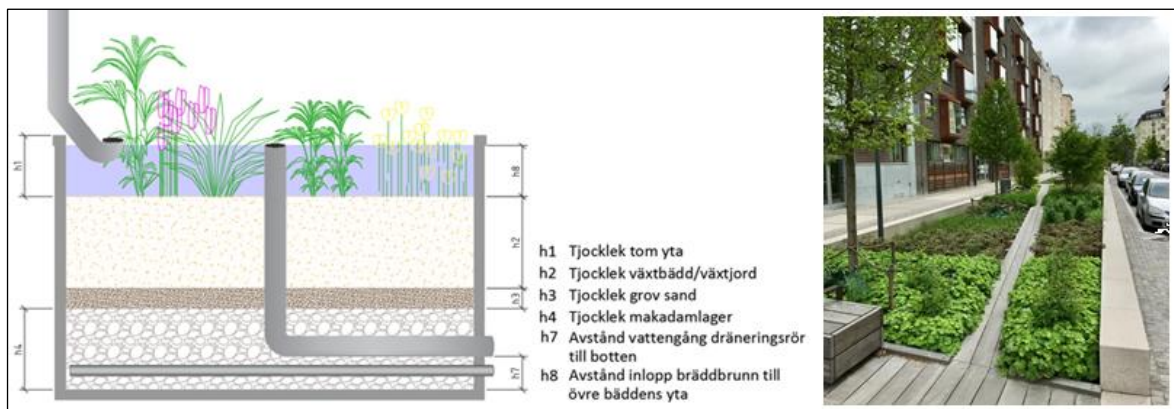


Figur 9. Principskiss av moss-sedumtak (Veg Tech, 2020).

### 5.1.2. VÄXTBÄDDAR

Växtbäddar är en typ av planteringsyta som utformas för att kunna fördröja och rena dagvatten som avrinner från hårdgjorda ytor. Det viktiga för att uppnå en fördröjning och rening av dagvatten är att planteringsytorna anläggs med en ytlig fördröjningszon ovan växtjorden så att dagvattnet kan ansamlas innan det infiltrerar. Växtbäddar kan utformas på en rad olika sätt och anläggas antingen upphöjda eller nedsänkta.

I Figur 10 visas en principskiss av dess utformning. Upphöjda växtbäddar kan omhänderta dagvatten från takytor eller andra högre liggande ytor genom att stuprör med utkastare leds direkt ned i växtbädden. Om växtbäddarna i stället anläggs nedsänkta kan de även utformas för att ta emot ytlig avrinning från närliggande markytor.



Figur 10. Principskiss av växtbädd och foto av en nedsänkt växtbädd (Structor Uppsala AB, 2017).

Det översta lagret består av växtjord och det undre är ett dräneringslager som ofta innehåller makadam. En dräneringsledning tillgodoser ett utlopp i den nedre delen av växtbädden. En bräddfunktion bör även finnas för att leda vattnet vidare om fördröjningszonen blir full.

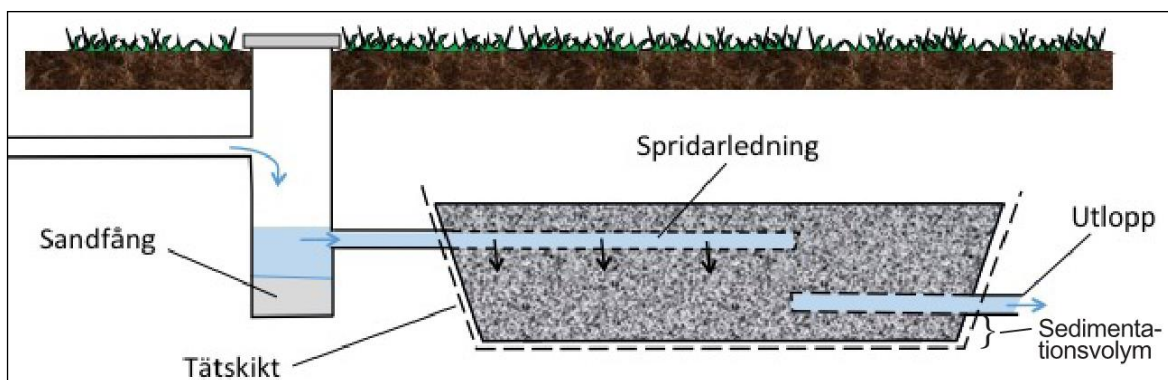
Reningen av dagvattnet sker genom infiltration genom jordsubstraten och genom växtupptag. Både partikelbundna och lösta föreningar kan avskiljas. Förutom vanlig planteringskötsel krävs kontroll och rensning av växtbäddarnas inlopp och bräddavlopp för bibehållen funktion och kapacitet (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b).

### 5.1.3. MAKADAMMAGASIN

Underjordiska makadammagasin kan användas för både fördröjning och rening av dagvatten. Det är en bra lösning på platser där tillgänglig yta för dagvattenlösningar är begränsad och dagvattenhanteringen därmed behöver ske under markytan. På detta sätt kan markytan nyttjas till andra ändamål. Makadammagasin kan placeras under exempelvis torgytor, parkeringsytor och grönytor.

Makadam utan nollfraktioner kan uppnå en dränerbar porositet på 30%, vilket innebär att 300 liter dagvatten per kubikmeter magasin kan fördröjas. Reningen i makadammagasin består framför allt av avskiljning av partikelbundna föroreningar. Genom att komplettera med ett filter på utloppssidan kan ökad reningseffekt erhållas.

Makadammagasin kan utformas på många olika sätt för att anpassas till de förhållanden som gäller på platsen. I Figur 11 visas en typskiss av ett tätt underjordiskt makadammagasin med inloppsbrunn och spridarledning samt sedimentationsvolym och strypt utlopp.



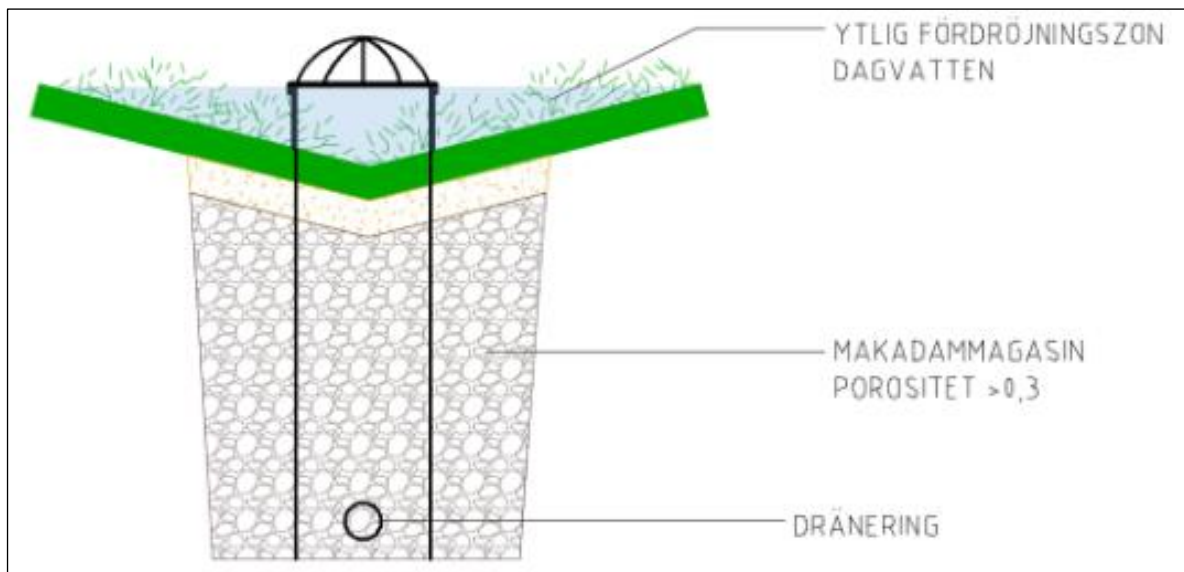
Figur 11. Typillustration av makadammagasin (Stockholm Vatten och Avfall, 2019).

Gällande drift av makadammagasin så krävs regelbunden rensning av sandfång vid inloppet och skötsel av eventuella filter vid utloppet. Om magasinet är tömningsbart kan tömning av sediment utföras vid behov (Stockholms stad, 2016).

### 5.1.4. DIKE MED UNDERLIGGANDE MAKADAM

Ett fördröjningsstråk utformat som ett öppet dike fyllt med makadam/krossmaterial har goda förutsättningar att fördröja och rena dagvatten. I krossdiken sker främst rening av sediment och partikelbundna föroreningar. Om diket utformas gräsbeklätt ökar reningseffekten, då även mindre partiklar i dagvattnet kan avskiljas vid filtrering och växtupptag i gräsyta.

Om underliggande mark har en god genomsläpplighet kan krossdiket anläggas med öppen botten, i annat fall behöver en dräneringsledning anläggas för att säkerställa att krossdiket töms. I diket lågpunkt bör en kupolsilsbrunn placeras och dess betäckning kan med fördel placeras 5–10 cm över dikesbotten för att möjliggöra ytlig fördröjning i diket. I Figur 12 redovisas en principskiss av ett gräsbeklätt makadamdike med kupolsilsbrunn.



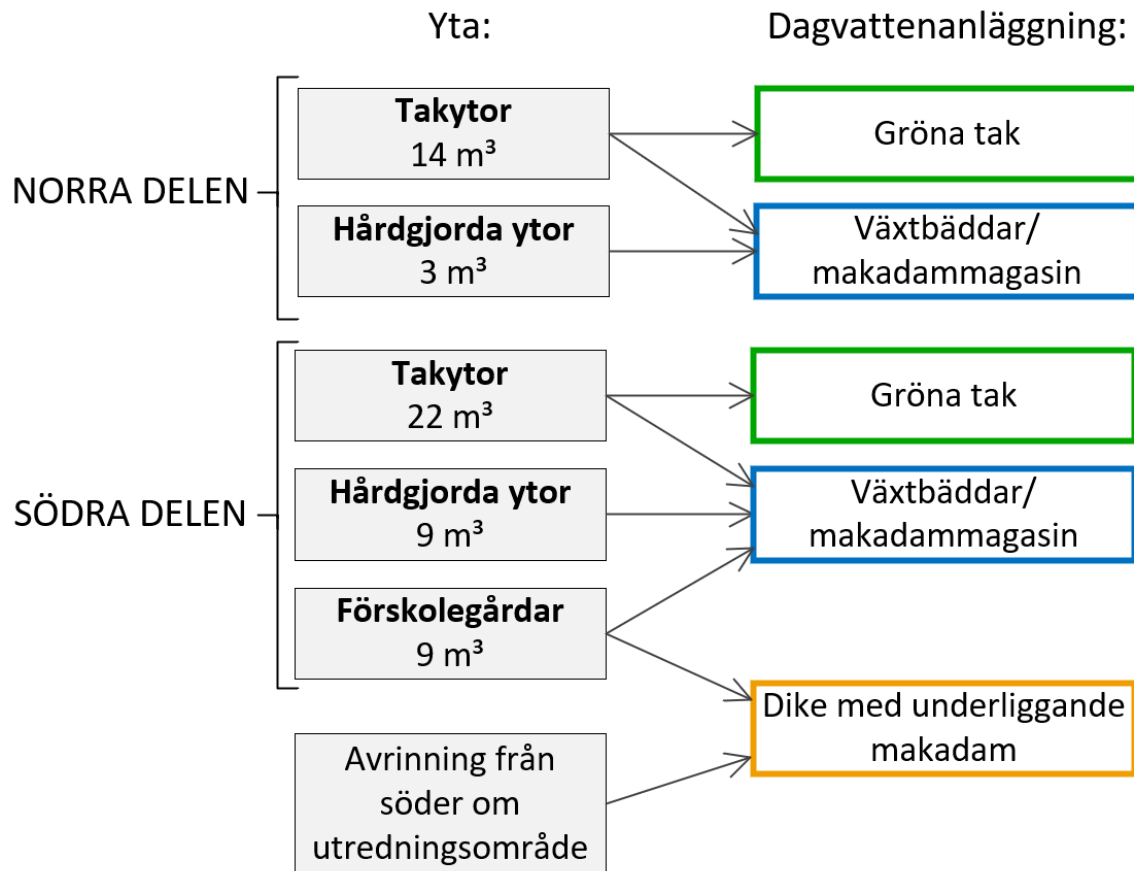
Figur 12. Principskiss av ett gräsbeklätt makadamdike (Structor Uppsala).

Det löpande underhållet av ett dike med underliggande makadam innefattar främst renhållning, gräsklippning och rensning av sediment. In- och utlopp bör kontrolleras och rensas regelbundet. Kontroller av erosionsskador kan behövas och eventuellt kan makadamfyllningen behöva bytas ut på längre sikt (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c och Stockholm Vatten och Avfall, 2017d).

## 5.2. SYSTEMLÖSNING

Dagvattenhanteringen inom utredningsområdet kan utformas på många olika sätt och med flera möjliga kombinationer av dagvattenlösningar. Föreslagen systemlösning i denna utredning syftar till att visa ett exempel på dagvattenlösningar som säkerställer att tillräckliga fördröjningsvolymerna uppnås. I ett senare skede, när utredningsområdets utformning planeras mer detaljerat, bör föreslagen dagvattenhantering utredas vidare.

Flödesschemat i Figur 13 visualiserar vilken typ av dagvattenlösning som respektive delområde föreslås avattnas till samt varje delområdes erforderliga fördröjningsvolym.



Figur 13. Flödesschema för föreslagen dagvattenhantering inom utredningsområdet, som åskådliggör vilka ytor som avvattnas till respektive dagvattenlösning. Dagvattenanläggningarna är färgsatta på samma sätt som avvattningsplanen i Figur 14.

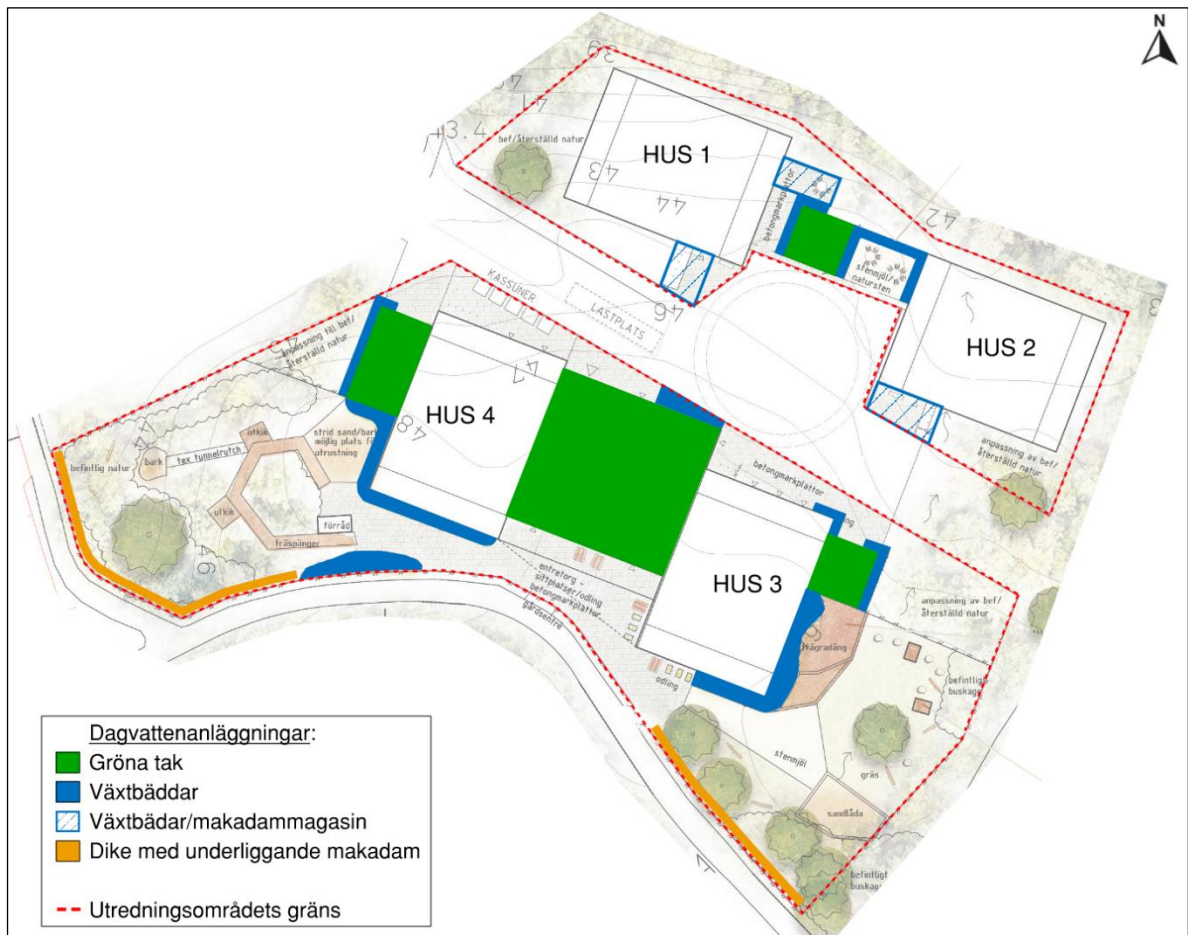
I Figur 14 redovisas en grov avvattningsplan med de dagvattenlösningar som föreslås, för att redovisa dess möjliga placeringar och vilken ungefärlig yta area anläggningarna tar i anspråk. Avvattningsplanen utgår från Figur 13 samt följande antaganden:

- Gröna tak (gröna ytor i Figur 14) anläggs på de takytor som har gröna tak i illustrationsplanen (se Figur 4). Dagvatten på dessa takytor omhändertas i de gröna taken, vilket förutsätter att det kan fördröja 20 mm vatten.
- Återstående volym från takytor som inte har gröna tak och därmed behöver omhändertas i växtbäddar/makadammagasin är 14 m<sup>3</sup> i den norra delen och 14 m<sup>3</sup> i den södra delen.
- Samtliga planteringar i illustrationsplanen (blå ytor i Figur 14) antas kunna utföras som upphöjda eller nedsänkta växtbäddar med en ytlig fördröjningszon på 15 cm. Därmed uppnås en fördröjningsvolym på 5 m<sup>3</sup> (ytarea 30 m<sup>2</sup>) i växtbäddar i den norra delen respektive 24 m<sup>3</sup> (ytarea 160 m<sup>2</sup>) i den södra delen.
- För att förenkla beräkningarna antas förskolegårdarna endast avattnas till diket med underliggande makadam (orange yta i Figur 14). Erforderlig fördröjningsvolym beräknas kunna uppnås med god marginal utifrån föreslagen dikessträcka.
- Resterande volym från takytor och hårdgjorda ytor inom den norra delen föreslås omhändertas i tillkommande växtbäddar eller makadammagasin. Förutsatt att



växtbäddar har en ytlig fördröjningszon på 15 cm och makadammagasinen ett djup på 0,5 m och en dränerbar porositet på 0,3 så kan samma fördröjningsvolym per areaenhet uppnås för växtbäddar som för makadammagasin.

- Detta medför att erforderlig total ytare för tillkommande växtbäddar/makadammagasin är 85 m<sup>2</sup> (12 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym) i den norra delen, vilka är de ytor som redovisas som skrafferade blå ytor i Figur 14.



Figur 14. Föreslagen systemlösning för dagvattenhantering inom utredningsområdet. Dagvattenanläggningarna är färgsatta på samma sätt som flödesschemat i Figur 13.

Det är viktigt att poängtera att föreslagen lösning i Figur 14 och i punktlistan ovan endast är ett av många alternativ på lösningar. Detta syftar endast till att visa vad som krävs för att erforderlig fördröjning och rening ska uppnås inom utredningsområdet. Vid vidare arbete kan dessa lösningar, och andra kombinationer av lösningar, justeras och utredas vidare.

Utifrån erfarenhet från tidigare projekt har det konstaterats att förskolegårdar ofta har behov av hårdgjorda ytor för att kunna bedriva sin verksamhet. Det rekommenderas inte heller att anlägga öppna dagvattenlösningar inom förskolegårdar, på grund av drunkningsrisk.

## 5.3. SERVISANSLUTNING

I samband med exploateringen behöver en eller flera nya anslutningar till det kommunala dagvattennätet anläggas. Lämpligtvis anläggs dessa i den nya gatan i anslutning till området, förutsatt att kommunala VA-ledningar planeras där och att det fungerar utifrån höjdsättningen. I annat fall kan anslutning ske till exempelvis kommunalt ledningsnät i Kalmgatan.

## 5.4. SNÖRÖJNING OCH SNÖUPPLAG

Snöröjning kommer kunna ske med hjälp av maskiner och fordon på kvartersmarkens framsidor mot lastplatsen, se Figur 15. På förskolegården behöver snöskottning ske för hand då det inte finns möjligheter att komma in på gården med fordon och gården är väldigt kuperad. Förslag på platser för snöupplag efter snöröjning redovisas i Figur 15.

Lagring av snö bör ske så att smältvatten avrinner mot grönytor eller naturmarksytor för rening och filtrering.



Figur 15. Förslag på ytor för snöupplag vintertid.

## 5.5. DRIFT OCH SKÖTSEL

Dagvattenanläggningar kräver underhåll och skötselinsatser för att långsiktigt bibehålla den funktion som avses. Det är viktigt att ta hänsyn till och planera för detta vid val av tekniska lösningar. Löpande kontroller av dagvattensystemet behöver utföras för att i tidigt skede kunna upptäcka förändringar i funktion och därmed kunna vidta åtgärder som begränsar onödiga kostnader eller skador på infrastruktur vid översvämningar.

Dagvattnet innehåller fina partiklar som avses filtreras och renas i föreslagna anläggningar (bland annat växtjordslager och makadamfyllning). Detta medför att porerna som vattnet strömmar genom över tid kan sättas igen. Massorna kan behöva bytas ut när funktionen i dagvattenanläggningarna minskar. Det är viktigt att dagvattenanläggningars inlopp och brunnar är i gott skick för effektiv avledning av dagvatten från ytan. Exempelvis behöver sandfång kontrolleras och tömmas regelbundet och skräp som kan blockera inlopp till rännor och brunnar avlägsnas.

Det bör även noteras att dagvattenanläggningars reningseffekt varierar över året. Med lägre reningseffekt under årets kallare vintermånader. Detta då infiltration minskar pga. tjäle och den mikrobiologiska aktiviteten i jordlager och mark är kraftigt begränsad.

I bygghandlingsskedet bör skötselplaner upprättas för de dagvattenanläggningar som ska anläggas. I skötselplanerna ska ansvarsområden och anläggningarnas funktion, uppbyggnad och skötselbehov tydligt framgå.

## 6. FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Föroreningsbelastningen från utredningsområdet vid befintlig och planerad situation har beräknats i dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (version 20.2.2). I denna modell används schablonhalter av föroreningar vilka baseras på resultat av flödesproportionella provtagningar vid olika typer av markanvändningar. Föroreningshalter i dagvatten har stor variation mellan olika platser och tidpunkter vilket gör att beräkningar utifrån dessa schablonhalter inte kommer bli exakta utan kan ses som grova uppskattningar.

Befintlig situation – För befintlig situation har markanvändningen skogsmark använts för hela arean på 5280 m<sup>2</sup>.

Planerad situation – För planerad situation har markanvändningarna takyta, grönt tak, skogsmark och gårdsyta inom kvarter använts. Gårdsyta inom kvarter utgörs av förskolegårdar, planteringar och hårdgjord kvartersmark.

För att beräkna den uppskattade reningseffekten av de planerade åtgärderna har beräkningar utförts för avrinning från taktor (ej gröna tak) och gårdsyta inom kvarter som renas i växtbädd eller makadammagasin. Detta ger då ett intervall av den beräknade reningseffekten.

I Tabell 4 och Tabell 5 redovisas beräknade föroreningshalter respektive föroreningsmängder från utredningsområdet för befintlig situation och efter exploatering, både innan och efter rening.

- *Gröna celler visar att föroreningsbelastningen (halt och mängd) beräknas minska med minst 15% jämfört med befintlig situation.*

- Röda celler visar att föroreningsbelastningen (halt och mängd) beräknas öka med minst 15% jämfört med befintlig situation.
- Gula celler visar att föroreningsbelastningen (halt och mängd) beräknas ligga inom intervallet  $\pm 15\%$  jämfört med befintlig situation.

Fullständiga rapporter från föroreningsberäkningarna inklusive beräknad reningseffekt för de olika lösningarna redovisas i Bilaga 1A-1C.

Tabell 4. Förväntad föroreningshalt i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och planerad situation; innan och efter rening.

| Ämne                | Halt                |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                   |                     |               |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------|
|                     | P                   | N                   | Pb                  | Cu                  | Zn                  | Cd                  | Cr                  | Ni                  | SS                | BaP                 |               |
|                     | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] | [ $\text{mg/l}$ ] | [ $\mu\text{g/l}$ ] |               |
| Befintlig situation | 16                  | 350                 | 3,9                 | 5,5                 | 13                  | 0,13                | 2,5                 | 4,0                 | 21                | 0,0064              |               |
| Planerad situation  | Utan rening         | 160                 | 1400                | 2,8                 | 9,8                 | 24                  | 0,44                | 3,3                 | 3,4               | 26                  | 0,0079        |
|                     | Med rening          | 90-110              | 840-960             | 0,82-1,0            | 4,8-6,0             | 7,3-8,4             | 0,087-0,17          | 1,6-1,9             | 1,1-1,5           | 9,7-12              | 0,0035-0,0047 |

Tabell 4 visar att halten för samtliga ämnen med undantag för nickel beräknas öka i och med den planerade exploateringen. Efter planerade reningsåtgärder i makadammagasin och växtbäddar minskar de beräknade halterna, dock inte tillräckligt för att resultera i en genomgående förbättring jämfört med befintlig situation. Trots rening beräknas en ökning av koncentrationerna i dagvattnet ske för fosfor, kväve och bly.

Tabell 5. Förväntad årlig föroreningsbelastning i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och planerad situation; innan och efter rening.

| Ämne                | Mängd [kg/år] |           |         |         |        |        |           |         |         |        |               |
|---------------------|---------------|-----------|---------|---------|--------|--------|-----------|---------|---------|--------|---------------|
|                     | P             | N         | Pb      | Cu      | Zn     | Cd     | Cr        | Ni      | SS      | BaP    |               |
|                     | [kg/år]       | [kg/år]   | [g/år]  | [g/år]  | [g/år] | [g/år] | [g/år]    | [g/år]  | [kg/år] | [g/år] |               |
| Befintlig situation | 0,013         | 0,28      | 3,1     | 4,3     | 10     | 0,1    | 2         | 3,1     | 16      | 0,005  |               |
| Planerad situation  | Utan rening   | 0,28      | 2,5     | 4,9     | 17     | 43     | 0,79      | 5,9     | 6       | 47     | 0,014         |
|                     | Med rening    | 0,16-0,19 | 1,5-1,7 | 1,5-1,8 | 8,6-11 | 13-15  | 0,15-0,31 | 2,9-3,4 | 1,9-2,7 | 17-21  | 0,0062-0,0084 |

Tabell 5 visar att mängden för samtliga ämnen med undantag för bly beräknas öka i och med den planerade exploateringen. Efter planerade reningsåtgärder i makadammagasin och växtbäddar minskar de beräknade mängderna, dock inte tillräckligt för att resultera i en genomgående förbättring jämfört med befintlig situation. En minskad tillförsel beräknas uppnås för bly och nickel. Belastningen beräknas bli i princip oförändrad gällande suspenderat material.

Att exploatera flera byggnader med tillhörande kvartersmark och förskolegård inom ett befintligt skogsmarksområde innebär i regel att det medför en viss ökad belastning av

föroreningar i dagvattnet. Trots långtgående reningsåtgärder är det ytterst svårt att uppnå icke-försämringskravet.

## 7. ÖVERSVÄMNINGSRISKER

Innan detaljprojektering är det viktigt att planera för hantering och avledning av flöden som uppstår till följd av extrema regn och flöden. Alla regntillfällen som överskrider de dimensionerande dagvattenflödena och som inte kan omhändertas i dagvattensystemets fördröjnings- och reningsanläggningar är att betrakta som extrema regn eller flöden. I praktiken ger den här typen av regn upphov till en situation där dagvattensystemet går fullt och att dagvatten avrinner på markytan.

### 7.1. TIDIGARE UTREDNING FÖR DETALJPLANEN

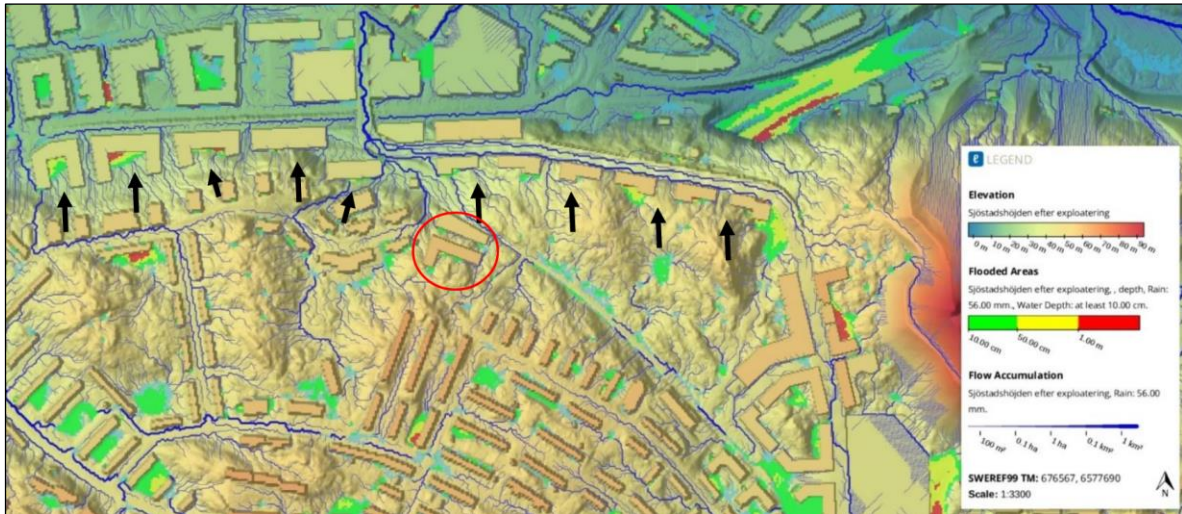
I WSP:s tidigare utredning (WSP, 2019) kartlades skyfallssituationen inom detaljplaneområdet Sjöstadshöjden. Enligt denna gäller följande åtgärds mål för detaljplanen:

- Exploateringen får inte leda till en försämring av översvämningssituationen utanför detaljplaneområdet;
- Exploateringen får inte leda till ökade risker kopplade till stora vattenflöden utanför detaljplaneområdet;
- Den planerade bebyggelsen inom detaljplaneområdet får inte ta skada på grund av översvämningar eller stora vattenflöden vid ett 100-årsregn.

I WSP:s utredning identifieras ett antal problemområden med risk för översvämning både inom och utanför detaljplaneområdet, samt förslag på åtgärder.

En risk som är aktuell på flera ställen inom detaljplanen är att byggnaders föreslagna placering i kombination med den branta terrängen kan medföra att skyfallsvatten rinner mot husen. Några exempel på detta visas i Figur 16 som är från WSP:s utredning, där det ses att byggnaderna skär av vattenflödena vinkelrätt mot den naturliga flödesriktningen. Dessutom är några byggnader västerut u-formade, vilket skapar instängda områden där vatten kan ansamlas.

Denna risk är aktuell även inom utredningsområdet för kvarter H och om inte höjdsättningen utförs på rätt sätt finns risk för skador på byggnaderna.

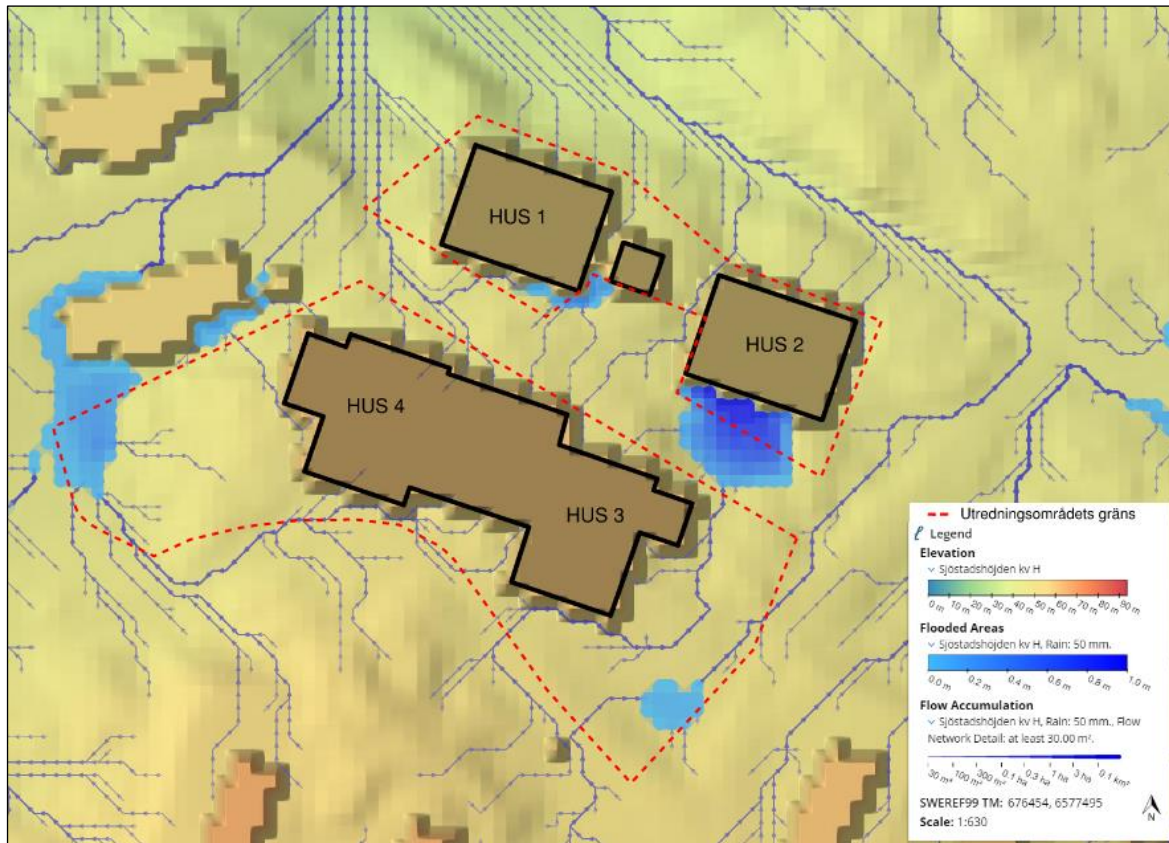


Figur 16. Figur från utredning av WSP, 2019 (figur 14). Rinnvägar och översvämmade områden för det framtida scenariot där de svarta pilarna visar den generella flödesriktningen vid den föreslagna bebyggelsen söder om Hammarbyvägen. Utredningsområdets placering är markerat med röd cirkel.

## 7.2. EXTREMA REGN

En analys av översvämningsrisker inom utredningsområdet har utförts med hjälp av skyfallsmodellen Scalgo Live som visualiserar och beräknar flödesvägar och lågpunkter utifrån terrängmodeller. Denna modell tar inte hänsyn till avrinningsförlopp vilket gör att modellerad utbredning och djup i en lågpunkt representerar ett worst case-scenario. I modelleringen har inget avdrag för kapaciteten i befintligt dagvattensystem gjorts för att inte överskatta hur mycket av dagvattnet som kan avledas i ledningar i samband med extrem nederbörd.

Figur 17 redovisar flödesvägar och utbredning av översvämning vid skyfall utifrån den placering av byggnader som planeras i dagsläget. Denna analys utgår från 50 mm nederbörd, baserat på att SMHI:s definition av skyfall är att det regnar minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut (SMHI, 2017).



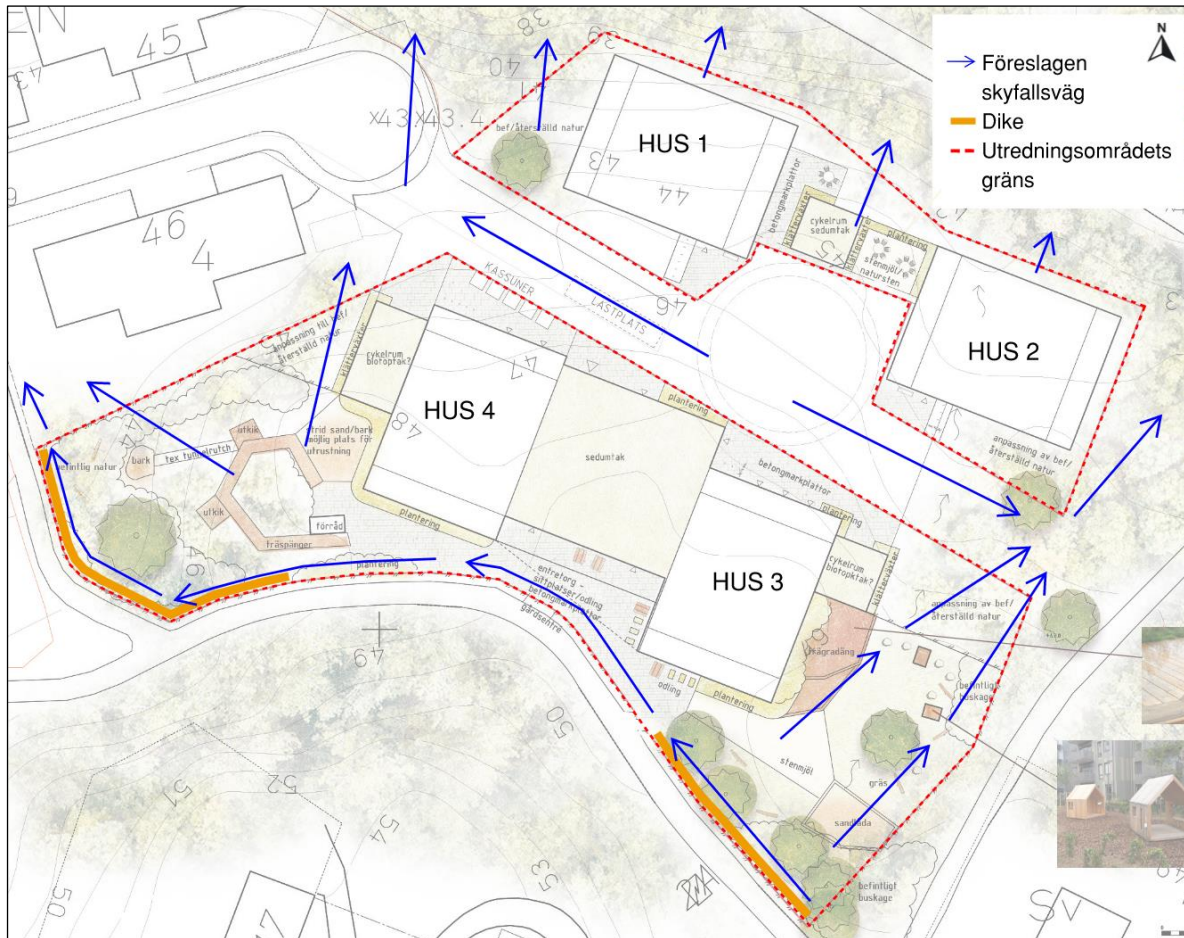
Figur 17. Flödesvägar (blå linjer) och områden med risk för översvämning (markerade med färgskala i blått) inom och runt utredningsområdet, med de planerade byggnaderna inlagda. Utifrån analys i Scalgo Live, vid ett regn på 50 mm. Utredningsområdet är markerat med röd streckad linje.

Figur 17 visar att utifrån planerad placering av byggnader kommer vatten att ansamlas intill fasaden söder om Hus 2 (huset längst åt nordost), eftersom den är placerad mitt i en naturlig avrinningsväg. För att undvika detta och att byggnaden tar skada finns två huvudsakliga alternativ på lösningar:

- Placeringen av Hus 2 justeras så att den flyttas från skyfallsvägen.
- Den befintliga skyfallsvägen justeras genom en förändrad höjdsättning, så att vattnet flödar norrut på husets östra sida (se Figur 18). Detta innebär att sprängning av berget sydost och förmodligen öster om Hus 2 behöver utföras. Sprängning som inte är planerad i dagsläget.

Det är viktigt att ha i åtanke att analysen i Figur 17 baseras på befintlig höjdsättning av markytorna. Exempelvis medför detta en lågpunkt söder om Hus 1 (huset längst åt nordväst), vilken troligen inte kommer uppstå i verkligheten. Skyfallssituationen bör utredas vidare utifrån höjdsättning av gatan mellan husen och övriga markytor, vilken inte har planerats ännu.

I Figur 18 visas ett förslag på hur höjdsättningen bör utföras för att skapa säkra skyfallsvägar inom utredningsområdet, utifrån de befintliga avrinningsvägarna.



Figur 18. Föreslagna skyfallsvägar inom utredningsområdet.

Byggnaderna i det södra området (Hus 3 och Hus 4 som är sammanbyggda) har en u-form söderut, vilket kan medföra en risk för ansamling av vatten intill fasaden vid skyfall. Den generella flödesriktningen är dock västerut (se Figur 17) men som en säkerhetsåtgärd bör ett avskärande dike anläggas längs med gångvägen. På det sättet kan skyfallsvatten från högre liggande områden söderut avledas i diket i stället för att rinna mot fasaden. Detta dike föreslås även som en dagvattenanläggning för dimensionerande regn (se kapitel 5.2).

Strax väster om utredningsområdet finns enligt Figur 17 en lågpunkt i anslutning till en befintlig byggnad. Exploateringen inom utredningsområdet får inte leda till en försämring av översvämningssituationen utanför detaljplaneområdet. Men detta bör inte vara aktuellt eftersom skyfallsflödet västerut längs med utredningsområdets södra kant bedöms inte bedöms öka i jämförelse med befintlig situation.

I Figur 18 föreslås avledningen i diket ske västerut men det kan också ske både västerut och österut med en höjdpunkt i mitten. Det viktiga är att få till en längslutning längs med utredningsområdets södra gräns. Det gäller generellt för Figur 18 att skyfallsvägarna endast är ett förslag utifrån den informationen som finns i dagsläget. Dessa kan justeras i kommande skeden, det viktigaste är bara att skyfall avrinner i låglinjer där de inte riskerar att skada byggnader eller annan infrastruktur och att entréer och uteplatser höjdsätts så att färdig golvnivå ligger högre än marknivån där vatten kan flöda vid extrema regn.



## 8. SLUTSATS

- Det totala dagvattenflödet från utredningsområdet efter exploatering beräknas uppgå till 69 l/s utifrån ett dimensionerande 5-årsregn respektive 87 l/s utifrån ett dimensionerande 10-årsregn (inkl klimatfaktor 1,25).
- Utifrån gällande krav behövs en total fördröjningsvolym på totalt 57 m<sup>3</sup> för fördröjning och rening av dagvatten. Baserat på planerad utformning bedöms det vara genomförbart att uppnå denna volym i dagvattenlösningar inom utredningsområdet.
- För att fördröja och rena dagvatten föreslås en kombination av följande dagvattenlösningar:
  - Gröna tak (som kan fördröja 20 mm nederbörd)
  - Växtbäddar med ytlig fördröjningszon
  - Underjordiska makadammagasin
  - Dike med underliggande makadam
- Trots bevarande av naturmark inom fastighetsgräns och planerade reningsåtgärder i form av växtbäddar och makadammagasin visar beräkningarna att både halter och mängder ökar för majoriteten av de beräknade ämnena.

Följande risker behöver utredas vidare:

- Översvämningsrisker vid skyfall: Utifrån föreslagen placering av byggnader finns risk att vatten ansamlas mot fasader vid skyfall och därmed riskerar att skada husen. Därför behöver det utredas om byggnadernas planerade placering kan justeras alternativt att höjdsättningen justeras så att vatten kan avrinna förbi byggnaderna på ett säkert sätt.
- Grundvattenförhållanden: Grundvattennivåer inom och runtom utredningsområdet behöver mätas över tid och grundvattenförhållanden behöver utredas vidare. Schaktnivåer och grundläggningsnivåer för garage och källare behöver planeras med avseende på gällande förhållanden för grundvatten. Utifrån förmodade grundvattenförhållanden kan det finnas risk för att grundvatten orsakar skador på byggnader eller bortledning av grundvatten.

Inför nästa skede:

- Vid vidare planering av höjdsättningen inom utredningsområdet bör det säkerställas att dagvatten kan avrinna med självfall till föreslagna dagvattenlösningar, alternativt avledas via brunnar till dessa.
- För att säkerställa drift och skötsel av aktuella dagvattenanläggningar bör skötselplaner upprättas i bygghandlingsskedet. I skötselplanerna ska ansvarsområden och anläggningarnas funktion och uppbyggnad tydligt framgå.

## 9. UNDERLAG

SGU, 2020a. *Jordarter 1:25 000 - 1:1 000 000* Tillgänglig via:

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [Hämtad 2021-02-11]

SGU, 2020b. *Jorrdjupskarta*. Tillgänglig via:

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorrdjup.html> [Hämtad 2021-02-11]

SMHI, 2017. *Skyfall och rotblöta* [online] Tillgänglig via:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339> [Hämtad 2021-03-31].

Stockholms stad, 2021a. *Hammarby sjö*. Tillgänglig via:

<http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kustvatten/strommen/hammarby-sjo/>  
[Hämtad 2021-02-11]

Stockholms stad, 2021b. *Framtagande av lokalt åtgärdsprogram för Strömmen*. Tillgänglig via:

<http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/lokala-atgardsprogram/framtagande-av-lokalt-atgardsprogram-for-strommen/> [Hämtad 2021-02-11]

Stockholms stad, 2016. *Dagvattenhantering Riktlinjer för parkeringsytor*. Tillgänglig via:

[http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer\\_parkeringsytor.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_parkeringsytor.pdf)  
[Hämtad 2021-02-11]

Stockholm Vatten och Avfall, 2017a. *Vegetationsklädda tak*. Tillgänglig via:

[https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak\\_h2.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf) [Hämtad 2021-03-30]

Stockholm Vatten och Avfall, 2017b. *Nedsänkt växtbädd*. Tillgänglig via:

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>  
[Hämtad 2021-03-30]

Stockholm Vatten och Avfall, 2017c. *Svackdike*. Tillgänglig via:

[https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd\\_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf)  
[Hämtad 2021-03-30]

Stockholm Vatten och Avfall, 2017d. *Makadamdike*. Tillgänglig via:

[https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/md\\_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/md_h.pdf)  
[Hämtad 2021-03-30]

Structor Miljöbyrå Stockholm AB, 2021. *Översiktlig bedömning av markmiljö inom del av Sjöstadshöjden, Stockholms stad*. 2021-03-17

Tyréns, 2021. *Hammarby, Sjöstadshöjden, ledningssamordning befintliga ledningar*. Arbetsmaterial. 2021-02-25

Vegtech, 2021. *Sedumtak katalog*. Tillgänglig via: [https://www.vegtech.se/wp-content/uploads/2020/09/VegTech\\_Katalog\\_Sedumtak.pdf](https://www.vegtech.se/wp-content/uploads/2020/09/VegTech_Katalog_Sedumtak.pdf) [Hämtad 2021-02-10]

WSP, 2019. *Sjöstadshöjden Dagvattenhantering i tidigt skede 2019-07-01*.

VISS, 2021. *Strömmen* Tillgänglig via:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA79755821> [Hämtad 2021-02-10]

WSP, 2017. *Sjöstaden Hydrogeologi*. 2017-11-15

WSP, 2019. *Sjöstadshöjden dagvattenhantering i tidigt skede*. 2019-07-01

## 10. BILAGOR

- Bilaga 1A Föroreningsberäkningar befintlig situation
- Bilaga 1B Föroreningsberäkningar efter exploatering och med rening regnbädd
- Bilaga 1C Föroreningsberäkningar efter exploatering och med rening makadammagasin

## BILAGA 1A: FÖRORENINGSBERÄKNINGAR BEFINTLIG SITUATION

StormTac Web v20.2.2

Filnamn: Sjöstadshöjden

Datum: 2021-03-31

### Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

#### 1. Avrinning

##### 1.1 Indata

##### Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter  $\varphi_v$  och area per markanvändning (ha).

| Markanvändning                                    | $\varphi_v$ | $\varphi$   | A1<br>Befintlig situation | Tot          |
|---|-------------|-------------|---------------------------|--------------|
| Skogsmark   | 0.15        | 0.10        | 0.53                      | <b>0.53</b>  |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0.15</b> | <b>0.10</b> | <b>0.53</b>               | <b>0.53</b>  |
| <b>Reducerad avrinningsyta (ha<sub>red</sub>)</b> |             |             | <b>0.079</b>              | <b>0.079</b> |
| <b>Reducerad dim. area (ha<sub>red</sub>)</b>     |             |             | <b>0.053</b>              | <b>0.053</b> |

##### Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

|                      |       | A1<br>Befintlig situation |
|----------------------|-------|---------------------------|
| Klimatfaktor         | $f_c$ | 1.25                      |
| Rinnsträcka          | m     | 600                       |
| Rinnhastighet        | m/s   | 1.0                       |
| Dim. regnvaraktighet | min   | 10                        |

## 1.2 Utdata

### Flöden

|   |                    | A1<br>Befintlig situation | Tot |
|---|--------------------|---------------------------|-----|
| Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 790                       | 790 |
| Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.025                     |     |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 0.24                      |     |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 15                        |     |

Dim. flöde total 15 l/s vid Dim. regnvaraktighet 10 min

## 2. Föroreningstransport

### 2.1 Utdata

#### Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

| #  | Kommentar           | P            | N           | Pb            | Cu            | Zn           | Cd             | Cr            | Ni            | SS        | BaP              |
|----|---------------------|--------------|-------------|---------------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------|-----------|------------------|
| A1 | Befintlig situation | 0.013        | 0.28        | 0.0031        | 0.0043        | 0.010        | 0.00010        | 0.0020        | 0.0031        | 16        | 0.0000050        |
|    | <b>Total</b>        | <b>0.013</b> | <b>0.28</b> | <b>0.0031</b> | <b>0.0043</b> | <b>0.010</b> | <b>0.00010</b> | <b>0.0020</b> | <b>0.0031</b> | <b>16</b> | <b>0.0000050</b> |

#### Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

| P        | N        | Pb       | Cu       | Zn       | Cd       | Cr       | Ni       | SS       | BaP       |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år  |
| 0.024    | 0.53     | 0.0058   | 0.0082   | 0.019    | 0.00020  | 0.0037   | 0.0059   | 31       | 0.0000095 |

#### Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde.

Totala fraktioner avses där inget annat anges.

| #  | Kommentar           | P   | N    | Pb  | Cu  | Zn | Cd   | Cr  | Ni  | SS    | BaP    |
|----|---------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|-------|--------|
| A1 | Befintlig situation | 16  | 360  | 3.9 | 5.5 | 13 | 0.13 | 2.5 | 4.0 | 21000 | 0.0064 |
|    | <b>Total</b>        | 16  | 350  | 3.9 | 5.5 | 13 | 0.13 | 2.5 | 4.0 | 21000 | 0.0064 |
|    | Riktvärde           | 160 | 2000 | 8.0 | 18  | 75 | 0.40 | 10  | 15  | 40000 | 0.030  |

### 3. Transport och flödesutjämning

#### 3.1 Indata

Flödesutjämning

|                  |                  |           |
|------------------|------------------|-----------|
|                  |                  | <b>A1</b> |
| Maximalt utflöde | Q <sub>out</sub> | 200       |
| Klimatfaktor     |                  | 1.00      |

#### 3.2 Utdata

Flödesutjämning

|                             |                    |           |
|-----------------------------|--------------------|-----------|
|                             |                    | <b>A1</b> |
| Erforderlig utjämningsvolym | V <sub>d,max</sub> | 0         |

### 4. Föroreningsreduktion

#### 4.2 Utdata

Renings effekter (%)

| #         | Kommentar           | P | N | Pb | Cu | Zn | Cd | Cr | Ni | SS | BaP |
|-----------|---------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| <b>A1</b> | Befintlig situation |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

| #         | Kommentar           | P | N | Pb | Cu | Zn | Cd | Cr | Ni | SS | BaP |
|-----------|---------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| <b>A1</b> | Befintlig situation | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   |

Summa belastning kg/år efter rening

| #         | Kommentar           | P     | N    | Pb     | Cu     | Zn    | Cd      | Cr     | Ni     | SS | BaP       |
|-----------|---------------------|-------|------|--------|--------|-------|---------|--------|--------|----|-----------|
| <b>A1</b> | Befintlig situation | 0.013 | 0.28 | 0.0031 | 0.0043 | 0.010 | 0.00010 | 0.0020 | 0.0031 | 16 | 0.0000050 |
|           | <b>Total</b>        | 0.013 | 0.28 | 0.0031 | 0.0043 | 0.010 | 0.00010 | 0.0020 | 0.0031 | 16 | 0.0000050 |

Summa belastning kg/ha/år efter rening.

| #         | Kommentar           | P     | N    | Pb     | Cu     | Zn    | Cd      | Cr     | Ni     | SS | BaP       |
|-----------|---------------------|-------|------|--------|--------|-------|---------|--------|--------|----|-----------|
| <b>A1</b> | Befintlig situation | 0.024 | 0.53 | 0.0058 | 0.0082 | 0.019 | 0.00020 | 0.0037 | 0.0059 | 31 | 0.0000095 |

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

| #         | Kommentar           | P   | N    | Pb  | Cu  | Zn | Cd   | Cr  | Ni  | SS    | BaP    |
|-----------|---------------------|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|-------|--------|
| <b>A1</b> | Befintlig situation | 16  | 360  | 3.9 | 5.5 | 13 | 0.13 | 2.5 | 4.0 | 21000 | 0.0064 |
|           | <b>Total</b>        | 16  | 350  | 3.9 | 5.5 | 13 | 0.13 | 2.5 | 4.0 | 21000 | 0.0064 |
| Riktvärde |                     | 160 | 2000 | 8.0 | 18  | 75 | 0.40 | 10  | 15  | 40000 | 0.030  |

## BILAGA 1B: FÖRORENINGSBERÄKNINGAR EFTER EXPLOATERING OCH MED RENING REGNBÄDD

StormTac Web v20.2.2  
 Filnamn: Sjöstadshöjden  
 Datum: 2021-03-31

**Resultatrapport StormTac Web**  
 I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

### 1. Avrinning

#### 1.1 Indata

#### Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter  $\%_v$  och area per markanvändning (ha).

| Markanvändning                                    | $\%_v$      | *           | A3<br>Efter exploatering utan rening | A4<br>Efter exploatering till rening regnbädd | Tot          |
|---|-------------|-------------|--------------------------------------|---|--------------|
| Grönt tak   | 0.31        | 0.60        | 0.053                                | 0   | <b>0.053</b> |
| Skogsmark   | 0.15        | 0.10        | 0.14                                 | 0   | <b>0.14</b>  |
| Takyta  | 0.90        | 0.90        | 0                                    | 0.15  | <b>0.15</b>  |
| Gårdsyta inom kvarter                             | 0.45        | 0.45        | 0                                    | 0.18  | <b>0.18</b>  |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0.48</b> | <b>0.50</b> | <b>0.20</b>                          | <b>0.33</b>                                   | <b>0.53</b>  |
| <b>Reducerad avrinningsyta (ha<sub>red</sub>)</b> |             |             | <b>0.038</b>                         | <b>0.22</b>                                   | <b>0.25</b>  |
| <b>Reducerad dim. area (ha<sub>red</sub>)</b>     |             |             | <b>0.046</b>                         | <b>0.22</b>                                   | <b>0.26</b>  |

#### Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

|                      |       | A3<br>Efter exploatering utan rening | A4<br>Efter exploatering till rening regnbädd |
|----------------------|-------|--------------------------------------|---|
| Klimatfaktor         | $f_c$ | 1.25                                 | 1.25  |
| Rinnsträcka          | m     | 600                                  | 600   |
| Rinnhastighet        | m/s   | 1.0                                  | 1.0   |
| Dim. regnvaraktighet | min   | 10                                   | 10  |

## 1.2 Utdata

### Flöden

|   |                    | <b>A3</b><br>Efter exploatering utan rening | <b>A4</b><br>Efter exploatering till rening regnbädd | <b>Tot</b> |
|---|--------------------|---|--|------------|
| Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 340   | 1400   | 1800       |
| Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.011                                       | 0.045  |            |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 0.11  | 0.66   |            |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 13  | 62   |            |
|   |                    |   |  |            |

Dim. flöde total 75 l/s vid Dim. regnvaraktighet **10** min

## 2. Föroreningstransport

### 2.1 Utdata

#### Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

| #         | Kommentar                               | P           | N          | Pb            | Cu           | Zn           | Cd             | Cr            | Ni            | SS        | BaP             |
|-----------|---|-------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------|---------------|---------------|-----------|-----------------|
| <b>A3</b> | Efter exploatering utan rening          | 0.032       | 0.49       | 0.00094       | 0.0028       | 0.0053       | 0.000036       | 0.00084       | 0.0012        | 6.3       | 0.0000024       |
| <b>A4</b> | Efter exploatering till rening regnbädd | 0.25        | 2.0        | 0.0040        | 0.015        | 0.038        | 0.00075        | 0.0050        | 0.0048        | 40        | 0.000011        |
|           | <b>Total</b>                            | <b>0.28</b> | <b>2.5</b> | <b>0.0049</b> | <b>0.017</b> | <b>0.043</b> | <b>0.00079</b> | <b>0.0059</b> | <b>0.0060</b> | <b>47</b> | <b>0.000014</b> |

#### Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

| P        | N        | Pb       | Cu       | Zn       | Cd       | Cr       | Ni       | SS       | BaP      |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år |
| 0.53     | 4.7      | 0.0093   | 0.033    | 0.082    | 0.0015   | 0.011    | 0.011    | 88       | 0.000026 |



## Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde.  
Totala fraktioner avses där inget annat anges.

| #         | Kommentar                               | P   | N    | Pb  | Cu  | Zn | Cd   | Cr  | Ni  | SS    | BaP    |
|-----------|---|-----|------|-----|-----|----|------|-----|-----|-------|--------|
| A3        | Efter exploatering utan rening          | 94  | 1400 | 2.8 | 8.2 | 16 | 0.10 | 2.5 | 3.4 | 19000 | 0.0072 |
| A4        | Efter exploatering till rening regnbädd | 170 | 1400 | 2.8 | 10  | 27 | 0.53 | 3.5 | 3.4 | 28000 | 0.0080 |
|           | <b>Total</b>                            | 160 | 1400 | 2.8 | 9.8 | 24 | 0.44 | 3.3 | 3.4 | 26000 | 0.0079 |
| Riktvärde |   | 160 | 2000 | 8.0 | 18  | 75 | 0.40 | 10  | 15  | 40000 | 0.030  |

## 3. Transport och flödesutjämning

### 3.1 Indata

Flödesutjämning

|                  |                  | A3   | A4   |
|------------------|------------------|------|------|
| Maximalt utflöde | Q <sub>out</sub> | 200  | 200  |
| Klimatfaktor     |                  | 1.00 | 1.00 |

### 3.2 Utdata

Flödesutjämning

|                             |                    | A3 | A4 |
|-----------------------------|--------------------|----|----|
| Erforderlig utjämningsvolym | V <sub>d,max</sub> | 0  | 0  |

## 4. Föroreningsreduktion

### 4.2 Utdata

Reningseffekter (%)

| #  | Kommentar                               | P  | N  | Pb | Cu | Zn | Cd | Cr | Ni | SS | BaP |
|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| A3 | Efter exploatering utan rening          | 40 | 32 | 64 | 37 | 68 | 52 | 39 | 68 | 51 | 51  |
| A4 | Efter exploatering till rening regnbädd | 43 | 32 | 64 | 39 | 70 | 82 | 42 | 68 | 56 | 56  |

## Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

| #  | Kommentar                               | P     | N    | Pb      | Cu     | Zn     | Cd       | Cr      | Ni      | SS  | BaP       |
|----|---|-------|------|---------|--------|--------|----------|---------|---------|-----|-----------|
| A3 | Efter exploatering utan rening          | 0.013 | 0.15 | 0.00060 | 0.0010 | 0.0036 | 0.000019 | 0.00033 | 0.00080 | 3.2 | 0.0000012 |
| A4 | Efter exploatering till rening regnbädd | 0.11  | 0.63 | 0.0025  | 0.0057 | 0.027  | 0.00062  | 0.0021  | 0.0033  | 23  | 0.0000065 |

## Summa belastning kg/år efter rening

| #  | Kommentar                               | P     | N    | Pb      | Cu     | Zn     | Cd       | Cr      | Ni      | SS  | BaP       |
|----|---|-------|------|---------|--------|--------|----------|---------|---------|-----|-----------|
| A3 | Efter exploatering utan rening          | 0.019 | 0.33 | 0.00034 | 0.0017 | 0.0017 | 0.000017 | 0.00051 | 0.00037 | 3.1 | 0.0000012 |
| A4 | Efter exploatering till rening regnbädd | 0.14  | 1.4  | 0.0014  | 0.0088 | 0.011  | 0.00014  | 0.0029  | 0.0015  | 18  | 0.0000050 |
|    | <b>Total</b>                            | 0.16  | 1.7  | 0.0018  | 0.011  | 0.013  | 0.00015  | 0.0034  | 0.0019  | 21  | 0.0000062 |

## Summa belastning kg/ha/år efter rening.

| #  | Kommentar                               | P     | N   | Pb     | Cu     | Zn     | Cd       | Cr     | Ni     | SS | BaP       |
|----|---|-------|-----|--------|--------|--------|----------|--------|--------|----|-----------|
| A3 | Efter exploatering utan rening          | 0.097 | 1.7 | 0.0018 | 0.0089 | 0.0086 | 0.000087 | 0.0026 | 0.0019 | 16 | 0.0000061 |
| A4 | Efter exploatering till rening regnbädd | 0.42  | 4.1 | 0.0044 | 0.027  | 0.034  | 0.00041  | 0.0088 | 0.0047 | 53 | 0.000015  |

## Summa föroreningshalt µg/l efter rening

| #  | Kommentar                               | P   | N    | Pb  | Cu  | Zn  | Cd    | Cr  | Ni  | SS    | BaP    |
|----|---|-----|------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|--------|
| A3 | Efter exploatering utan rening          | 56  | 980  | 1.0 | 5.1 | 5.0 | 0.050 | 1.5 | 1.1 | 9100  | 0.0035 |
| A4 | Efter exploatering till rening regnbädd | 98  | 950  | 1.0 | 6.2 | 7.9 | 0.095 | 2.0 | 1.1 | 12000 | 0.0035 |
|    | <b>Total</b>                            | 90  | 960  | 1.0 | 6.0 | 7.3 | 0.087 | 1.9 | 1.1 | 12000 | 0.0035 |
|    | Riktvärde                               | 160 | 2000 | 8.0 | 18  | 75  | 0.40  | 10  | 15  | 40000 | 0.030  |

## BILAGA 1C: FÖRORENINGSBERÄKNINGAR EFTER EXPLOATERING OCH MED RENING MAKADAMMAGASIN

StormTac Web v20.2.2  
 Filnamn: Sjöstadshöjden  
 Datum: 2021-03-31

### Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

#### 1. Avrinning

##### 1.1 Indata

##### Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter  $\%_v$  och area per markanvändning (ha).

| Markanvändning                                    | $\%_v$      | *           | A3<br>Efter exploatering utan rening | A5<br>Efter exploatering till rening makadam | Tot          |
|---|-------------|-------------|--------------------------------------|--|--------------|
| Grönt tak   | 0.31        | 0.60        | 0.053                                | 0  | <b>0.053</b> |
| Skogsmark   | 0.15        | 0.10        | 0.14                                 | 0  | <b>0.14</b>  |
| Takyta  | 0.90        | 0.90        | 0                                    | 0.15   | <b>0.15</b>  |
| Gårdsyta inom kvarter                             | 0.45        | 0.45        | 0                                    | 0.18   | <b>0.18</b>  |
| <b>Totalt</b>                                     | <b>0.48</b> | <b>0.50</b> | <b>0.20</b>                          | <b>0.33</b>                                  | <b>0.53</b>  |
| <b>Reducerad avrinningsyta (ha<sub>red</sub>)</b> |             |             | <b>0.038</b>                         | <b>0.22</b>                                  | <b>0.25</b>  |
| <b>Reducerad dim. area (ha<sub>red</sub>)</b>     |             |             | <b>0.046</b>                         | <b>0.22</b>                                  | <b>0.26</b>  |

#### Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

|                      |       | A3<br>Efter exploatering utan rening | A5<br>Efter exploatering till rening makadam |
|----------------------|-------|--------------------------------------|--|
| Klimatfaktor         | $f_c$ | 1.25                                 | 1.25   |
| Rinnsträcka          | m     | 600                                  | 600  |
| Rinnhastighet        | m/s   | 1.0                                  | 1.0  |
| Dim. regnvaraktighet | min   | 10                                   | 10   |

## 1.2 Utdata

### Flöden

|   |                    | <b>A3</b><br>Efter exploatering utan rening | <b>A5</b><br>Efter exploatering till rening makadam | <b>Tot</b> |
|---|--------------------|---|---|------------|
| Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning) | m <sup>3</sup> /år | 340   | 1400  | 1800       |
| Tot. avrinning, årsmedel (basflöde + avrinning) | l/s                | 0.011                                       | 0.045   |            |
| Medelavrinning                                  | l/s                | 0.11  | 0.66  |            |
| Dim. flöde                                      | l/s                | 13  | 62  |            |

Dim. flöde total 75 l/s vid Dim. regnvaraktighet 10 min

## 2. Föroreningstransport

### 2.1 Utdata

#### Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

| #         | Kommentar                              | P           | N          | Pb            | Cu           | Zn           | Cd             | Cr            | Ni            | SS        | BaP             |
|-----------|--|-------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------|---------------|---------------|-----------|-----------------|
| <b>A3</b> | Efter exploatering utan rening         | 0.032       | 0.49       | 0.00094       | 0.0028       | 0.0053       | 0.000036       | 0.00084       | 0.0012        | 6.3       | 0.0000024       |
| <b>A5</b> | Efter exploatering till rening makadam | 0.25        | 2.0        | 0.0040        | 0.015        | 0.038        | 0.00075        | 0.0050        | 0.0048        | 40        | 0.000011        |
|           | <b>Total</b>                           | <b>0.28</b> | <b>2.5</b> | <b>0.0049</b> | <b>0.017</b> | <b>0.043</b> | <b>0.00079</b> | <b>0.0059</b> | <b>0.0060</b> | <b>47</b> | <b>0.000014</b> |

#### Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

| P        | N        | Pb       | Cu       | Zn       | Cd       | Cr       | Ni       | SS       | BaP      |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år | kg/ha/år |
| 0.53     | 4.7      | 0.0093   | 0.033    | 0.082    | 0.0015   | 0.011    | 0.011    | 88       | 0.000026 |

#### Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde.

Totala fraktioner avses där inget annat anges.

| #         | Kommentar                              | P          | N    | Pb  | Cu  | Zn | Cd          | Cr  | Ni  | SS    | BaP    |
|-----------|--|------------|------|-----|-----|----|-------------|-----|-----|-------|--------|
| <b>A3</b> | Efter exploatering utan rening         | 94         | 1400 | 2.8 | 8.2 | 16 | 0.10        | 2.5 | 3.4 | 19000 | 0.0072 |
| <b>A5</b> | Efter exploatering till rening makadam | <b>170</b> | 1400 | 2.8 | 10  | 27 | <b>0.53</b> | 3.5 | 3.4 | 28000 | 0.0080 |
|           | <b>Total</b>                           | 160        | 1400 | 2.8 | 9.8 | 24 | <b>0.44</b> | 3.3 | 3.4 | 26000 | 0.0079 |
|           | Riktvärde                              | 160        | 2000 | 8.0 | 18  | 75 | 0.40        | 10  | 15  | 40000 | 0.030  |

## 3. Transport och flödesutjämning

### 3.1 Indata

Flödesutjämning

|                  |                  |      |      |
|------------------|------------------|------|------|
|                  |                  | A3   | A5   |
| Maximalt utflöde | Q <sub>out</sub> | 200  | 200  |
| Klimatfaktor     |                  | 1.00 | 1.00 |

### 3.2 Utdata

Flödesutjämning

|                             |                    |    |    |
|-----------------------------|--------------------|----|----|
|                             |                    | A3 | A5 |
| Erforderlig utjämningsvolym | V <sub>d,max</sub> | 0  | 0  |

## 4. Föroreningsreduktion

### 4.2 Utdata

**Reningseffekter (%)**

| #  | Kommentar                              | P  | N  | Pb | Cu | Zn | Cd | Cr | Ni | SS | BaP |
|----|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| A3 | Efter exploatering utan rening         | 40 | 32 | 64 | 37 | 68 | 52 | 39 | 68 | 51 | 51  |
| A5 | Efter exploatering till rening makadam | 29 | 42 | 72 | 53 | 65 | 61 | 53 | 52 | 65 | 38  |

**Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening**

| #  | Kommentar                              | P     | N    | Pb      | Cu     | Zn     | Cd       | Cr      | Ni      | SS  | BaP       |
|----|--|-------|------|---------|--------|--------|----------|---------|---------|-----|-----------|
| A3 | Efter exploatering utan rening         | 0.013 | 0.15 | 0.00060 | 0.0010 | 0.0036 | 0.000019 | 0.00033 | 0.00080 | 3.2 | 0.0000012 |
| A5 | Efter exploatering till rening makadam | 0.070 | 0.84 | 0.0029  | 0.0077 | 0.025  | 0.00046  | 0.0026  | 0.0025  | 26  | 0.0000043 |

**Summa belastning kg/år efter rening**

| #  | Kommentar                      | P     | N    | Pb      | Cu     | Zn     | Cd       | Cr      | Ni      | SS  | BaP       |
|----|--------------------------------|-------|------|---------|--------|--------|----------|---------|---------|-----|-----------|
| A3 | Efter exploatering utan rening | 0.019 | 0.33 | 0.00034 | 0.0017 | 0.0017 | 0.000017 | 0.00051 | 0.00037 | 3.1 | 0.0000012 |

|    |  |      |     |        |        |       |         |        |        |    |           |
|----|--|------|-----|--------|--------|-------|---------|--------|--------|----|-----------|
| A5 | Efter exploatering till rening makadam | 0.18 | 1.2 | 0.0011 | 0.0068 | 0.013 | 0.00029 | 0.0024 | 0.0023 | 14 | 0.0000072 |
|    | <b>Total</b>                           | 0.19 | 1.5 | 0.0015 | 0.0086 | 0.015 | 0.00031 | 0.0029 | 0.0027 | 17 | 0.0000084 |

### Summa belastning kg/ha/år efter rening.

| #  | Kommentar                              | P     | N   | Pb     | Cu     | Zn     | Cd       | Cr     | Ni     | SS | BaP       |
|----|--|-------|-----|--------|--------|--------|----------|--------|--------|----|-----------|
| A3 | Efter exploatering utan rening         | 0.097 | 1.7 | 0.0018 | 0.0089 | 0.0086 | 0.000087 | 0.0026 | 0.0019 | 16 | 0.0000061 |
| A5 | Efter exploatering till rening makadam | 0.53  | 3.5 | 0.0034 | 0.021  | 0.040  | 0.00088  | 0.0072 | 0.0071 | 42 | 0.000022  |

### Summa föroreningshalt µg/l efter rening

| #         | Kommentar                              | P   | N    | Pb   | Cu  | Zn  | Cd    | Cr  | Ni  | SS    | BaP    |
|-----------|--|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|--------|
| A3        | Efter exploatering utan rening         | 56  | 980  | 1.0  | 5.1 | 5.0 | 0.050 | 1.5 | 1.1 | 9100  | 0.0035 |
| A5        | Efter exploatering till rening makadam | 120 | 810  | 0.78 | 4.8 | 9.2 | 0.20  | 1.7 | 1.6 | 9800  | 0.0050 |
|           | <b>Total</b>                           | 110 | 840  | 0.82 | 4.8 | 8.4 | 0.17  | 1.6 | 1.5 | 9700  | 0.0047 |
| Riktvärde |  | 160 | 2000 | 8.0  | 18  | 75  | 0.40  | 10  | 15  | 40000 | 0.030  |