

# Dagvattenutredning

Kv. C inom Årstafältet, etapp 4  
2020-03-27

**Structor**

Författare Linnea Eriksson  
Beställare: Folkhem Trä AB  
Beställarens  
projektnummer:  
Konsultbolag: Structor Vatten & Miljö Uppsala AB  
Uppdragsnamn: Dagvattenutredning Kv. C inom Årstafältet, etapp 4  
Uppdragsnummer: 1213  
Datum: 2020-03-27  
Uppdragsledare: Josef Nordlund  
Handläggare/utredare: Linnea Eriksson  
Åsa Söderqvist (Structor Uppsala AB)  
Granskare: Jonas Robertsson  
Status: Granskningshandling

## Sammanfattning

I kvarter C i Årsta, Stockholm stad, planerar Folkhem Trä AB att uppföra flerbostadshus i form av ungefär 200 lägenheter. Utredningsområdet ligger inom norra delen av detaljplan för Årstafältet, etapp 4, som är belägen mellan den blivande stadsparken och den befintliga bebyggelsen i Valla. Structor har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för utredningsområdet. Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram alternativ för dagvattenhantering som följer gällande krav och riktlinjer i lagstiftning och i Stockholm stads åtgärdsnivå och dagvattenstrategi.

I och med exploateringen beräknas dagvattenflödet från utredningsområdet öka från 33<sup>1</sup> till 173 liter/sekund vid ett dimensionerande 20-årsregn, när hänsyn tagits till att regnintensiteten förväntas öka till följd av klimatförändringar. För att efterleva Stockholm stads åtgärdsnivå om fördröjning av 20 mm nederbörd krävs en erforderlig reningsvolym på 96 m<sup>3</sup>. Dagvatten från tak och innergårdar föreslås avvattnas mot ett sammanhängande underjordiskt poröst lager ovan bjälklag. Det porösa lagret föreslås anläggas som en luftig skelettjord, till vilken dagvattnet infiltrerar genom regnbäddar, planteringar och genomsläppliga ytor. Det är viktigt att anläggningen utformas så att dagvattnet får en uppehållstid på 6 – 12 timmar. Gårdsytan anläggs med ett tätskikt under dagvattenanläggningen för att skydda bjälklag från vatteninträngning, och hänsyn måste tas till anläggningens fulla last vid dimensionering av bjälklag. Ytor bör luta ut från byggnader, mot en ränna som avleder överskottsvatten till dagvattennätet i gata. Kvartersmark utanför innergård och bjälklag föreslås i största möjliga mån anläggas som grönyta. Jordarterna inom utredningsområdet utgörs idag till största del av lera, vilket medför liten infiltrationsförmåga. Genom anläggande av grönytor och planteringar kan dock dagvattnet i viss utsträckning infiltrera och tas upp av växtlighet. Det är viktigt att kvartersmark höjdsätts så att dagvattnet vid skyfall kan avrinna ytledes mot säkra avrinningsvägar utan att skada byggnader eller annan infrastruktur.

Med föreslagna reningsåtgärder indikerar teoretiska beräkningar med schablonhalter på att föroreningshalterna i planerad situation minskar för samtliga ämnen i jämförelse med befintlig situation. I och med att naturmark exploateras och till viss del hårdgörs ökar det förväntade dagvattenflödet, vilket ger en förväntad ökning av föroreningsbelastningen för flertalet ämnen. Maximal reningseffekt uppnås dock i dagvattenanläggningen för samtliga ämnen förutom krom och SS.

Utredningsområdet avrinner till recipienten Årstaviken. Att föroreningsbelastningen från utredningsområdet ökar beror på att låga nivåer antas för naturmark i befintlig situation. Förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder genomförs uppfylls Stockholms stads åtgärdsnivå för planerad bebyggelse. Kvarteret skapar därmed förutsättningarna för att den totala dagvattenhanteringen inom området ska ge recipienten förutsättningar till att uppnå god status.

<sup>1</sup> Dagvattenflöde i befintlig situation för ett dimensionerande 20-årsregn utan klimatfaktor

## Innehåll

<b>1. Inledning.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Underlag och tidigare utredningar .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Riktlinjer för dagvattenhantering .....</b>	<b>6</b>
<b>STEG 1 Förutsättningar för dagvattenhantering.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Områdesbeskrivning .....</b>	<b>8</b>
4.1. Recipienter .....	9
4.2. Markförutsättningar .....	9
4.3. Befintlig och planerad markanvändning .....	11
<b>5. Avrinningsområden och avvattningsvägar .....</b>	<b>12</b>
5.1. Ytliga avrinningsområden.....	12
5.2. Tekniska avrinningsområden .....	13
<b>6. Dagvattenberäkningar .....</b>	<b>15</b>
6.1. Flöden.....	15
6.1.1. Dagvattenflöden i befintlig situation .....	15
6.1.2. Dagvattenflöden i planerad situation.....	16
6.2. Fördröjning enligt åtgärdsnivå .....	16
<b>7. Föroreningar .....</b>	<b>17</b>
7.1. Osäkerheter i beräkningarna .....	19
<b>8. Översvämningsrisker.....</b>	<b>20</b>
<b>STEG 2 Förslag till dagvattenhantering.....</b>	<b>21</b>
<b>9. Förslag på dagvattenhantering.....</b>	<b>21</b>
9.1. Luftig skelettjord .....	23
9.2. Regnbäddar.....	24
9.3. Kompletterande fördröjning .....	25
9.4. Materialval .....	25
9.5. Sättningsrisker.....	25
<b>10. Hantering av skyfall .....</b>	<b>26</b>
<b>11. Helhetsbild av dagvattenhantering .....</b>	<b>27</b>
11.1. Föroreningssituation efter rening .....	27
<b>12. Sammanfattning av dagvattenhanteringen .....</b>	<b>29</b>
12.1. Recipientpåverkan.....	30
<b>Referenser.....</b>	<b>31</b>



## 1. INLEDNING

I kvarter C i Årsta, Stockholm stad, planerar Folkhem Trä AB att uppföra flerbostadshus i form av ungefär 200 lägenheter. Utredningsområdet utgörs idag ett arbetsområde och uppställningsyta för redan pågående arbeten inom Årstafältet. Utredningsområdet ligger inom norra delen av detaljplan för Årstafältet, etapp 4, som är belägen mellan den blivande stadsparken och den befintliga bebyggelsen i Valla. Se Figur 1-1 för utredningsområdets ungefärliga lokalisering.

Structor har fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för utredningsområdet, som utgör en del av ett detaljplaneområde inom Årstafältet. Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram alternativ för dagvattenhantering som följer Stockholm stads riktlinjer. Dagvattenutredningen ska också visa på principer för gårdsutformning och höjdsättning för att undvika skador och anläggningar vid skyfall. En övergripande dagvattenutredning för Årstafältet har tagits fram för ett tidigare skede.



**Figur 1-1.** Utredningsområdets ungefärliga lokalisering är markerad med en röd streckad polygon (översiktskarta erhållen från Veidekke Eiendom AB, 2020-02-25).

## 2. UNDERLAG OCH TIDIGARE UTREDNINGAR

Följande underlag och tidigare utredningar har legat till grund för dagvattenutredningen:

- Årstafältet Dagvattenutredning, uppdragsnummer 1140071000, daterad 2012-05-14, upprättad av Sweco
- Diskussionsunderlag illustrationsplan och förslag till hantering av gårdsytor, daterad 2020-02-19, upprättad av LAND Arkitektur
- Årstafältet 4CA + 4CB, utkast daterat 2020-02-21, upprättad av Waugh Thistleton Architects
- Handledning åtgärdsnivån Årstafältet, daterad 2018-10-26, upprättad av Sweco
- DWG-material från Veidekke Eiendom (erhållet 2020-03-11):
  - Preliminär situationsplan och garageplan L10-P001
  - Ledningssamordning W50V01001, daterad 2019-05-17, upprättad av Tyréns AB
  - Befintliga inmätningar Z01P01101
  - ”Kantlinje”, EO4-T1-31-P-01 (erhållet 2020-03-25)
- PM Miljöteknik, uppdragsnummer 10252416, daterad 2020-03-03, upprättad av WSP

## 3. RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

Utredningen baseras på Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering. Stockholm stad har sedan mars 2015 en av kommunfullmäktige antagen dagvattenstrategi (Stockholm stad, 2015). Utöver dagvattenstrategin har Stockholm stad även tagit fram riktlinjer och principlösningar för dagvattenhantering inom kvartersmark och allmän plats (Stockholm stad, 2020).

Utredningen följer Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvatten (Stockholm stad, 2016). Dessa sammanfattas även i handledning för byggaktörer för kvartersmark inom Årstafältet (Sweco, 2018), från vilken föreliggande dagvattenutredning har utgått.

### **Stockholm stads mål för en hållbar dagvattenhantering**

- Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- Resurs och värdeskapande för staden
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

### **Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholms stad**

- Vid ny- och större ombyggnation ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem

- Systemen ska dimensioneras med en våtvolymer på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation

**Utöver ovanstående principer gäller följande riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse (Stockholm stad, 2016)**

- Dagvattenanläggningarna ska utrustas med bräddfunktion så att även flöden som överskrider 20 mm ska kunna hanteras
- Kvarteren ska höjsättas och planeras så att vattnet vid extrema nederbördstillfällen kan rinna av på markytan utan att orsaka skada
- Minskad användning av miljöfarliga ämnen i byggmaterial
- Dagvattenåtgärderna kan kopplas till grönytefaktor, där ytor med hög grönytefaktor bidrar med ekosystemtjänster
- Dagvatten som avleds från ytor som lutar mot gatan ska i första hand hanteras enligt följande:
  - ledas in mot gård
  - fördröjas i förgårdsmark
  - fördröjas i grönt tak



## STEG 1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING 4. OMRÅDESBESKRIVNING

Utredningsområdet ligger i Årsta, Stockholm stad, och har en yta om ungefär 7 300 m<sup>2</sup>. Utredningsområdet utgörs idag av ett arbetsområde och uppställningsyta för redan pågående arbeten inom Årstafältet.

Utredningsområdet ligger inom norra delen av detaljplan för Årstafältet, etapp 4, som är belägen mellan den blivande stadsparken och den befintliga bebyggelsen i Valla. Utredningsområdet begränsas i norr av en planerad lokalgata och i söder av en planerad huvudgata. Norr om utredningsområdet finns en nedlagd asfaltsbelagd väg (före detta Årstalänken), som togs ur bruk 2004. Utredningsområdets ungefärliga lokalisering visas i Figur 4-1.

Inga kända fornlämningar finns inom utredningsområdet.



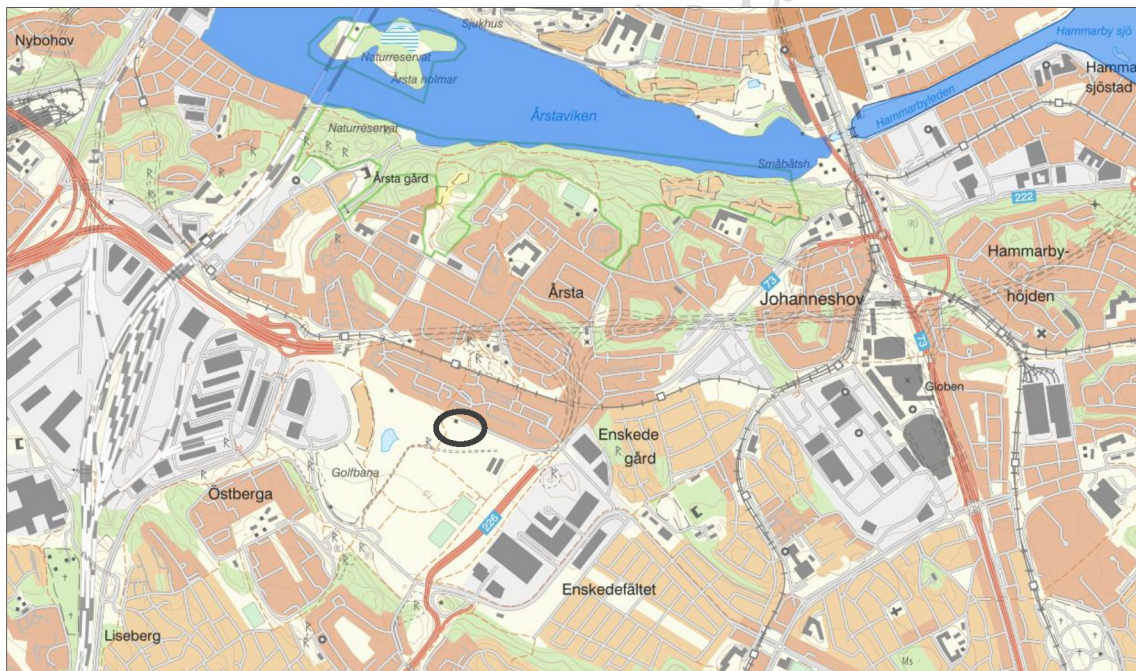
**Figur 4-1.** Utredningsområdets lokalisering är markerad med en svart polygon. Bakgrundskarta erhållen från Lantmäteriet 2020-03-18.



## 4.1. Recipienter

Dagvatten från utredningsområdet avrinner till recipienten Mälaren-Årstaviken (SE657834-162783), se Figur 4-2. Årstaviken är en vattenförekomst som omfattas av miljökvalitetsnormer och enligt Vatteninformationssystem Sveriges (VISS) senaste statusklassning har Årstaviken måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status (beslutad 2019-07-09). När undantag för överallt överskridande ämnen (kvicksilver och PBDE) tillämpas är det statusen för PFOS, kadmium, bly, antracen och TBT som gör att god kemisk status alltså inte uppnås i vattenförekomsten. Klassningen av ekologisk status till måttlig baseras på miljökonsekvenstyperna miljögifter, med avseende på koppar och icke-dioxinlika PCB:er.

Miljökvalitetsnormen för recipienten har enligt VISS (2020) satts till god ekologisk status 2021. För kemisk status har miljökvalitetsnormen getts tidsfrist fram till 2027 för att uppnå god status. Motiveringen för TBT är att det bedöms ta lång tid att uppnå god kemisk ytvattenstatus och att åtgärder måste vidtas så fort som möjligt. För övriga utslagsgivande ämnen är motiveringen att påverkansbilden är komplex och det är oklart både vilka åtgärder som är möjliga och vilka som är mest effektiva för att uppnå god kemisk status.



**Figur 4-2.** Recipienten Årstaviken markerad med en blå polygon. Utredningsområdets ungefärliga placering är markerad med en svart ellips (VISS, 2020).

## 4.2. Markförutsättningar

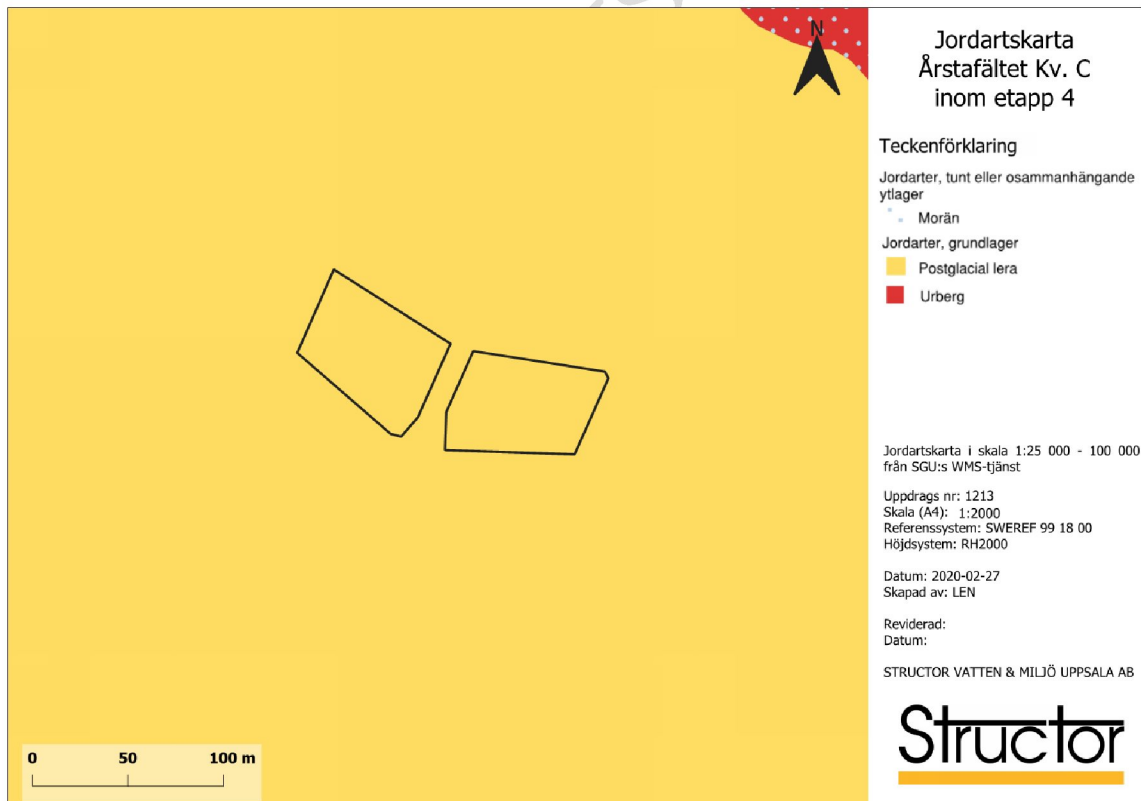
Enligt SGU:s jordartskarta består jordarterna inom utredningsområdet av postglacial lera, se Figur 4-3. Jorddjupen varierar enligt SGU:s jorddjupskarta mellan 10 – 20 meter.



Inga kända grundvattennivåmätningar finns inom utredningsområdet. Det finns enligt VISS (2020) inga definierade grundvattenförekomster inom eller i närheten av utredningsområdet.

Geoteknisk utredning för utredningsområdet är under framtagande av Structor Geoteknik AB. Resultaten från utredningen behöver tas i beaktning. Detta eftersom finkorniga jordarter som lera är känsliga för sättningar vid ökade laster, och eventuella höga trycknivåer i grundvattenmagasin under leran kan leda till bottenuppträckning vid schaktning och markarbeten. Utifrån PM Miljöteknik (WSP 2020), som är en sammanställning över hela Årstafältet etapp 4, visar en provtagningspunkt inom kvarter Cb (östra delen av utredningsområdet) på halter av kobolt som överstiger riktvärden för Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark, känslig markanvändning (KM). Detsamma gäller för flertalet andra punkter inom etapp 4 och västra delen av Årstafältet. Slutsatsen från PM Miljöteknik är att den förhöjda halten sannolikt är naturlig för området. Uppmätta halter understiger Stockholm Stads storstadsspecifika riktvärden och bedöms enligt PM Miljöteknik inte utgöra någon risk för människors hälsa eller miljö med planerad markanvändning.

Enligt Länsstyrelsens databas över potentiellt förorenade områden (Länsstyrelsen Stockholm, 2020) finns inga kända förorenade områden inom eller i utredningsområdets direkta närhet.



**Figur 4-3.** Jordarter enligt SGU:s jordartskarta i skala 1:25 000. Utredningsområdets ungefärliga utbredning har markerats med en svart polygon.

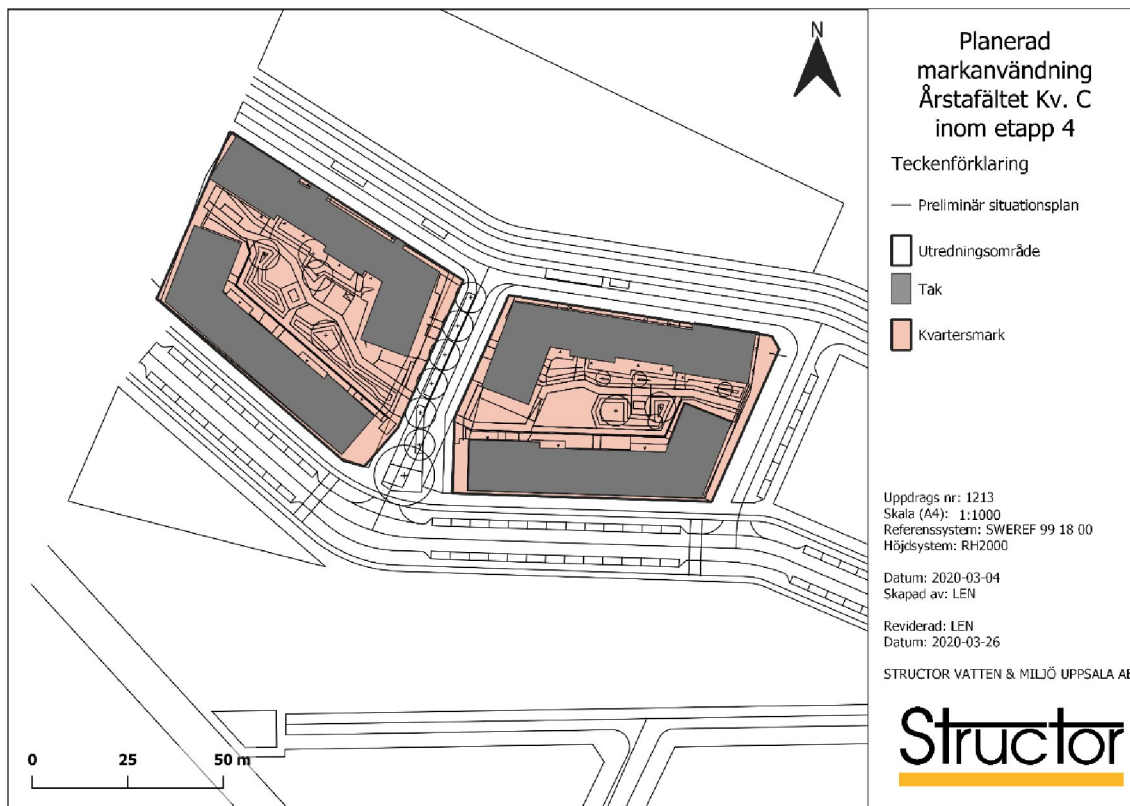
### 4.3. Befintlig och planerad markanvändning

I dagsläget utgörs utredningsområdet av ett arbetsområde och uppställningsyta för pågående arbeten inom Årstafältet. Eftersom denna markanvändning är en konsekvens av den redan påbörjade utbyggnaden av Årstafältet, och därmed inte bedöms vara representativt för den tidigare markanvändningen inom utredningsområdet, har beräkningar för befintlig markanvändning istället baserats på markanvändningen före påbörjad exploatering. Detta har kartlagts utifrån ortofoto, se Figur 4-4. Inom utredningsområdet finns en mindre asfalterad väg och del av förskolegård, som är hårdgjord. I övrigt utgörs kvarteren av blandad grönyta i form av träd, åker och gräsmatta. För beräknade areor per markanvändningstyp i befintlig situation hänvisas till Tabell 6-2.



**Figur 4-4.** Markanvändning i befintlig situation. Bakgrundskarta hämtad från Bing Aerials.

Planerad markanvändning inom utredningsområdet består av flerfamiljshus med underliggande garage, se Figur 4-5. Utöver planerade byggnader ansatts markanvändningen inom utredningsområdet till kvartersmark enligt P110, vilket innebär en blandning av grönytor, grusgångar, stenläggningar och asfalt. Detta eftersom exakt utformning av kvartersmark i detta skede inte är fastställt. För beräknade areor per markanvändningstyp i planerad situation hänvisas till Tabell 6-3.



**Figur 4-5.** Markanvändning i planerad situation. Preliminär situationsplan erhållen av Veidekke Eiendom, 2020-03-11.

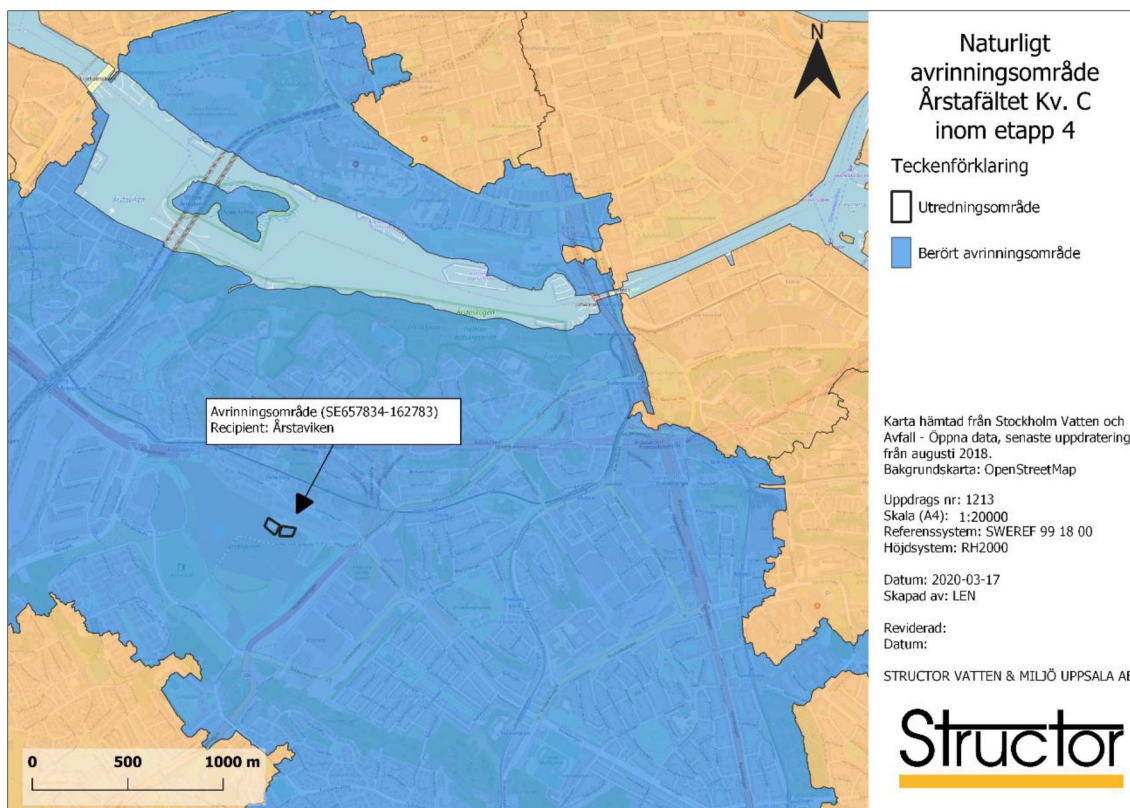
Inom utredningsområdet kommer en grönytefaktor på 0,6 att eftersträvas, vilket innebär en ekologisk effektiv yta på 60 %. Exempel på sådana ytor är gröna tak, gröna väggar och genomsläppliga hårda ytor.

## 5. AVRINNINGSMRÅDEN OCH AVVATTNINGSVÄGAR

### 5.1. Ytliga avrinningsområden

Utredningsområdet och omgivande område är flackt, med en svag lutning inom utredningsområdet från +16,6–16,7 (RH2000) i norr till +15,9 - 16,4 i sydväst/syd. Ytligt naturligt avrinningsområde leder till Årstaviken, och visas i Figur 5-1.





**Figur 5-1.** Berört naturligt avrinningsområde.

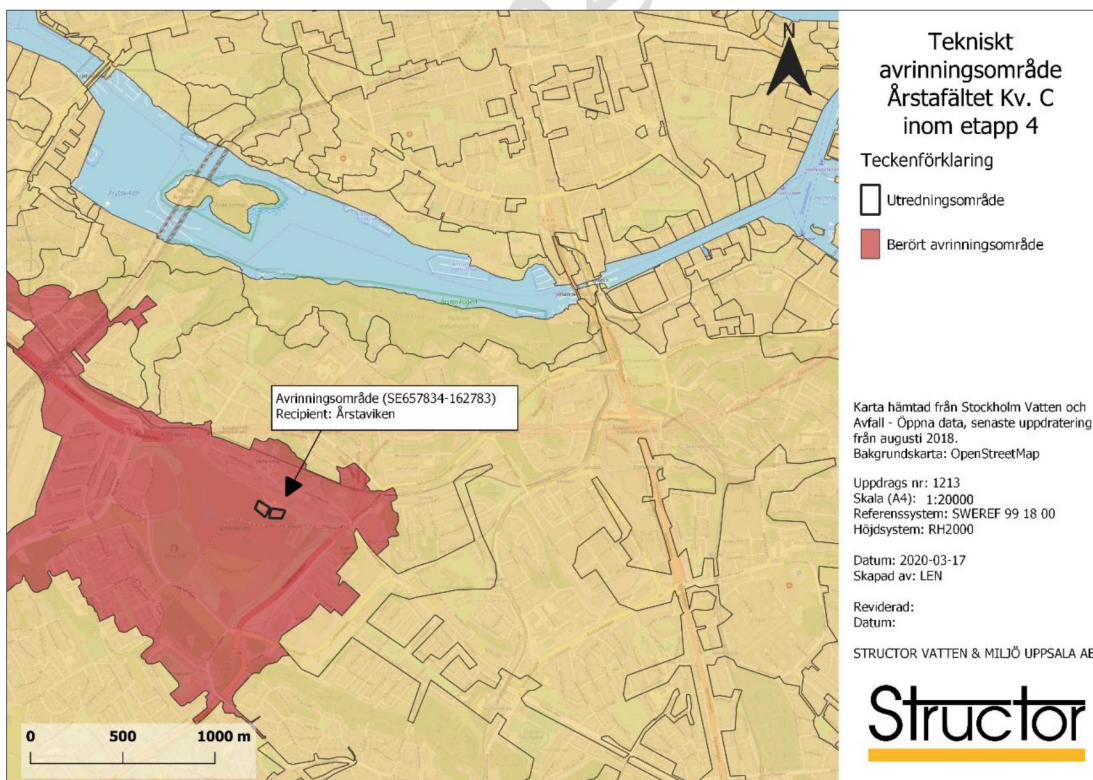
## 5.2. Tekniska avrinningsområden

Utredningsområdet är relativt flackt men har en generell lutning och avvattningsriktning söderut, mot Årstafältet. Längs befintliga vägar finns enligt erhållit underlag vägdiken, där det norra vägdiket har dikeskanter som är belägna högre än utredningsområdet. För ytliga avrinningsvägar i befintlig situation, se Figur 5-2. Avrinningen har bedömts utifrån inmätningar erhållna av Veidekke Eiendom (Z01P01101). Utredningsområdet ligger enligt Stockholm Vatten och Avfalls WMS-tjänst inom det tekniska avrinningsområdet för Årstaviken, se Figur 5-3. Nytt kommunalt VA-ledningssystem kommer att etableras inom området till vilka de föreslagna dagvattenlösningarna ska anslutas, se föreslagna servispunkter i Avsnitt 9. Inom planområdet för Årstafältet finns sedan 10 år tillbaka en dagvattendamm dit dagvattnet om möjligt ska avledas enligt dagvattenutredning som genomförts för hela planområdet (Sweco, 2012). Enligt den översiktliga dagvattenutredningen ska befintlig damm ersättas med en ny anläggning som dimensioneras efter den ökade belastningen från exploateringen inom Årstafältet.

Inga kända markavvattningsföretag finns inom eller i närheten av utredningsområdet.



**Figur 5-2.** Bedömning av befintliga ytliga avrinningsvägar. Då området både är flackt och utgörs av naturmark bedöms den ytliga avrinningen som låg.



**Figur 5-3.** Tekniskt avrinningsområde, vilket innefattar utloppspunkt i dagvattenledningsnätet.



## 6. DAGVATTENBERÄKNINGAR

### 6.1. Flöden

Dagvattenberäkningar enligt Svenskt Vattens publikation P110 har utförts för befintlig situation och planerad situation för ett dimensionerande 20-årsregn, med och utan klimatfaktor. I enlighet med Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering har beräkningarna av dimensionerande flöde även utförts för 10 års återkomsttid, utan klimatfaktor.

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden, vilken redovisas i Ekvation 1.

$$Q_{dim} = A \cdot \Phi \cdot i(t) \cdot K_f \quad (\text{Ekvation 1})$$

, där

$Q_{dim}$  = dimensionerande dagvattenflöde [l/s]

$A$  = utredningsområdets area [m<sup>2</sup>]

$\Phi$  = avrinningskoefficient [-]

$i(t)$  = dimensionerande regnintensitet beroende av regnets varaktighet  $t$  [l/s ha]

$K_f$  = klimatfaktor [-]

Regnintensiteten beror på återkomsttid och av regnets varaktighet. I P110 rekommenderas att dimensioneringen ska ta hänsyn till att mer intensiva regn förväntas i framtiden till följd av klimatförändringar. Därför bör, utifrån P110, regnintensiteten räknas upp med en klimatfaktor 1,25 vid regn med varaktighet under en timme, som i detta fall. Indata till flödesberäkningarna visas i Tabell 6-1. För både befintlig och planerad situation har regnintensiteten för ett 10-årsregn, utan klimatfaktor, och för ett 20-årsregn, med klimatfaktor, använts enligt Stockholm stads instruktioner.

**Tabell 6-1.** Indata till flödesberäkningar för ett dimensionerande regn med 10 respektive 20 års återkomsttid.

Återkomsttid	120	månader	240	månader
Varaktighet	10	minuter	10	minuter
Regnintensitet	228	liter/sekund·hektar	287	liter/sekund·hektar
Klimatfaktor	1,25	-	1,25	-
Regnintensitet inkl. klimatfaktor	285	liter/sekund·hektar	358	liter/sekund·hektar

#### 6.1.1. Dagvattenflöden i befintlig situation

Markanvändningen i befintlig situation har bedömts utifrån ortofoto och visas i Tabell 6-2 tillsammans med flödesberäkningar. Flödesberäkningar har gjorts för ett dimensionerande 10-årsregn och ett dimensionerande 20-årsregn, med klimatfaktor 1,25. Avrinningskoefficienterna för ytorna har ansatts enligt P110.

**Tabell 6-2.** Beräknade areor för markanvändningen och dagvattenflöden i befintlig situation för ett dimensionerande 10-årsregn, utan klimatfaktor, och ett dimensionerande 20-årsregn, med och utan klimatfaktor.

Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [-]	Red. area [m <sup>2</sup> ]	Q 10 år [l/s]	Q 20 år x 1,25 [l/s]
Hårdgjord yta	600	0,8	480	11	17
Grönyta	6 700	0,1	670	15	24
<b>Totalt</b>	<b>7 300</b>	<b>0,16<sup>(1)</sup></b>	<b>1 150</b>	<b>26</b>	<b>41</b>

<sup>1)</sup> Sammanvägd  $\Phi$ =Total reducerad area/Total area.

## 6.1.2. Dagvattenflöden i planerad situation

Markanvändningen i planerad situation har bedömts utifrån situationsplan, erhållen 2020-02-16 av Veidekke Eiendom AB. Då situationsplan är under pågående revidering har all yta med undantag av tak i beräkningarna ansatts som kvartersmark. I denna schablon ingår en blandning av grönytor, grusgångar, stenläggningar och asfalt. Situationsplan erhållen 2020-03-11, som visas i Figur 4-5 och i Bilaga 1, innebär inga större förändringar av markanvändningsytorna och bedöms inte medföra några betydande förändringar i resultat. Flödesberäkningar för ett dimensionerande 10-årsregn och ett dimensionerande 20-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25, visas i Tabell 6-3. Avrinningskoefficienterna för ytorna har ansatts enligt P110.

**Tabell 6-3.** Beräknade areor för markanvändningen och dagvattenflöden i planerad situation för ett dimensionerande 10-årsregn, utan klimatfaktor, och ett dimensionerande 20-årsregn, med klimatfaktor.

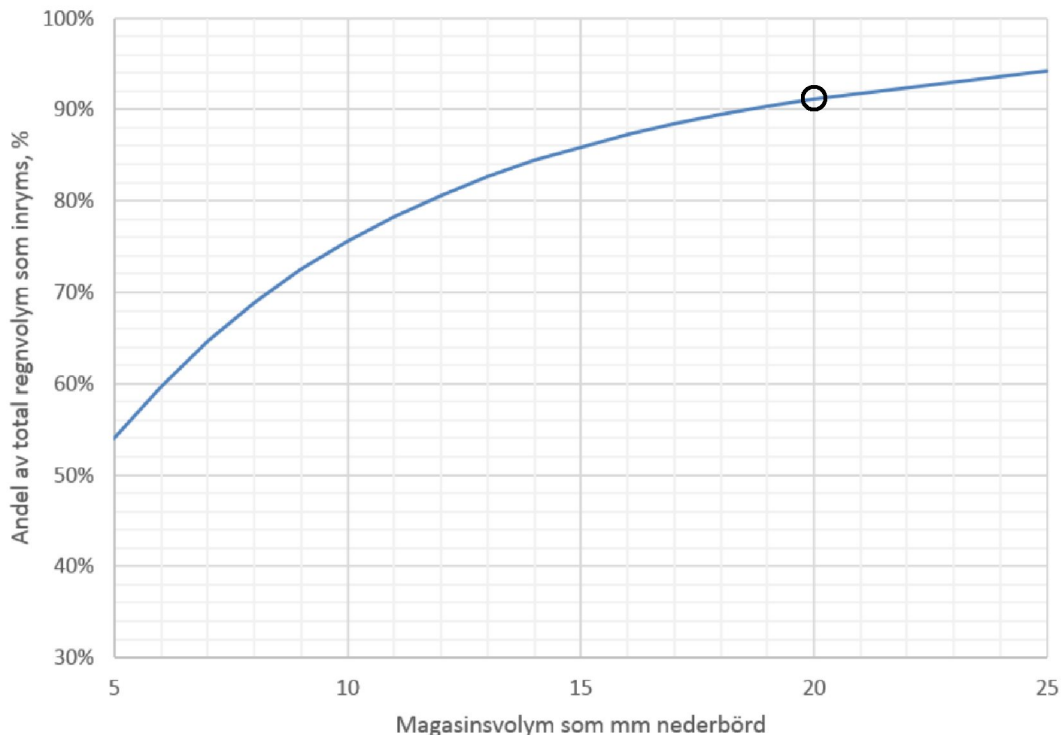
Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [-]	Red. area [m <sup>2</sup> ]	Q 10 år [l/s]	Q 20 år x 1,25 [l/s]
Tak	3 800	0,9	3 420	78	123
Kvartersmark	3 500	0,4	1 400	32	50
<b>Totalt</b>	<b>7 300</b>	<b>0,66<sup>(1)</sup></b>	<b>4 820</b>	<b>110</b>	<b>173</b>

<sup>(1)</sup> Sammanvägd  $\Phi$ =Total reducerad area/Total area.

Enligt beräkningarna uppgår det dimensionerande flödet från utredningsområdet i planerad situation till 173 liter/sekund för ett dimensionerande 20-årsregn, inklusive klimatfaktor. Genomförandet av den planerade exploateringen innebär, om inga åtgärder vidtas, således en ökning av flödet från utredningsområdet med 140 liter/sekund, där 45 liter/sekund kan förklaras av klimatfaktorn. Vid ett dimensionerande 10-årsregn, utan klimatfaktor, ökar flödet från utredningsområdet med 84 liter/sekund. Den procentuella ökningen av flödet vid 10-årsregn, utan klimatfaktor, är således ungefär 320 %.

## 6.2. Fördröjning enligt åtgärdsnivå

Utifrån Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd renas inom utredningsområdet. Detta innebär en erforderlig reningsvolym på 96 m<sup>3</sup>. Genom att anläggningarna dimensioneras för 20 mm nederbörd kommer cirka 90 % av den totala årsnederbörden att omhändertas, se Figur 6-1.



**Figur 6-1.** Andel av total regnvolym (årsvolym i procent), angivet på y-axeln, som inryms i olika magasinsvolymer (som mm nederbörd), angivet på x-axeln. Grafen gäller för uppehållstiden 12 timmar i magasinet. Den svarta cirkeln markerar den punkt längs kurvan som sammanfaller med magasinsvolymen 20 mm. Källa: DHI, 2015.

Genom införande av LOD-åtgärder för 20 mm nederbörd minskar det dimensionerande flödet till 114 liter/sekund. Beräkningen baseras på att det vid ett 20-årsregn tar cirka 10 minuter för 20 mm nederbörd att falla och utredningsområdet därmed får en förlängd rinntid (och därmed också en förlängd dimensionerande regnvaraktighet) med 10 minuter. En regnvaraktighet på 20 minuter ger för ett 20-årsregn regnintensiteten 237 liter/sekund-hektar inklusive klimatfaktor.

## 7. FÖRORENINGAR

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web, som baseras på schablonvärden framtagna vid empiriska studier och dataserier för årsnederbörd. I Tabell 7-1 och Tabell 7-2 presenteras resultaten från genomförda föroreningsberäkningar. Förväntade halter och mängder som lämnar utredningsområdet på årsbasis visas för befintlig situation och för planerad situation utan reningsåtgärder. För resultat från genomförda föroreningsberäkningar utifrån föreslagen dagvattenhantering, hänvisas till Avsnitt 11.1. Fullständiga beräkningar från StormTac Web redovisas i Bilaga 2. Då undersökningsområdet utgörs av ett bostadsområde förväntas ingen transport av farligt gods, eller andra risker för olyckor inom undersökningsområdet som kan leda till föroreningsutsläpp.



Beräkningarna visar på att föroreningshalterna i planerad situation utan dagvattenåtgärder minskar för bly, koppar, kvicksilver, olja och benso(a)pyren (BaP). För resterande undersökta föreningar förväntas utgående halter öka om inga åtgärder vidtas. Som en indikation för huruvida utgående föroreningshalter från utredningsområdet bör betraktas som höga eller ej för planerad situation har halterna jämförts med gränsvärden för dricksvatten enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2), se Tabell 7-1. Utgående halter för samtliga ämnen är avsevärt lägre än vad som bedöms som otjänligt för dricksvatten, även utan dagvattenåtgärder, med undantag av PAH16. Värdet för PAH16 är dock något missvisande då riktvärdet gäller för PAH 4.

Beräkningarna visar på en ökning av den förväntade årliga föroreningsbelastningen för samtliga ämnen med undantag av kvicksilver och olja, utan att några dagvattenåtgärder genomförs, se Tabell 7-2.

**Tabell 7-1.** Förväntade föroreningshalter från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, utan dagvattenåtgärder. Röda celler visar en ökning av föroreningshalter jämfört med befintlig situation, gröna celler en minskning.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder	Gränsvärde för dricksvatten
Fosfor, P	µg/l	110	170	-
Kväve, N	µg/l	1 300	1 400	-
Bly, Pb	µg/l	2,9	2,7	10 <sup>(2)</sup>
Koppar, Cu	µg/l	10	9,7	200 <sup>(3)</sup> ; 2000 <sup>(2)</sup>
Zink, Zn	µg/l	16	26	-
Kadmium, Cd	µg/l	0,17	0,55	5,0 <sup>(2)</sup>
Krom, Cr	µg/l	2,7	3,5	50 <sup>(2)</sup>
Nickel, Ni	µg/l	2	3,5	20 <sup>(2)</sup>
Kvicksilver, Hg	µg/l	0,021	0,005	1,0 <sup>(2)</sup>
SS <sup>(1)</sup>	µg/l	15 000	27 000	-
Olja	µg/l	280	110	-
PAH 16	µg/l	0,08	0,44	0,10 <sup>(2)</sup> (PAH 4)
Benso(a)pyren, BaP	µg/l	0,0088	0,0082	0,010 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> SS: suspenderat material.

<sup>(2)</sup> Gränsvärde där dricksvatten bedöms som otjänligt, Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

<sup>(3)</sup> Gränsvärde där dricksvatten bedöms som tjänligt med anm., Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

**Tabell 7-2.** Förväntade föroreningsbelastningar från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, utan dagvattenåtgärder. Röda celler visar en ökning på mer än 10 % från befintlig situation, gröna celler en minskning på mer än 10 %, gula celler visar en förändring på +/- 10 % i jämförelse med befintlig situation.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan dagvattenåtgärder
Fosfor, P	kg/år	0,15	0,6
Kväve, N	kg/år	1,7	4,8
Bly, Pb	g/år	3,9	9,6
Koppar, Cu	g/år	14	34
Zink, Zn	g/år	22	94
Kadmium, Cd	g/år	0,23	2
Krom, Cr	g/år	3,7	13
Nickel, Ni	g/år	2,7	12
Kvicksilver, Hg	g/år	0,029	0,018
SS <sup>(1)</sup>	kg/år	20	97
Olja	kg/år	0,38	0,38
PAH 16	g/år	0,11	1,6
Benzo(a)pyren, BaP	g/år	0,012	0,029

<sup>(1)</sup> SS: suspenderat material.

## 7.1. Osäkerheter i beräkningarna

Resultaten från StormTac Web skall ses som indikationer på förändringar då modellen ibland innehåller stora osäkerheter.

- I StormTac Web utförs beräkningarna baserade på schablondata från befintliga områden. Majoriteten av de mätningar som är med är ej utförda i Sverige under liknande förhållanden.
- Säkerheten för dagvattenhalt per markanvändning för planerad situation klassificeras enligt StormTac Web som låg för samtliga ämnen, med undantag av kväve, SS och BaP, där den klassas som medel. För reningseffekter, som presenteras i Avsnitt 11.1, klassificeras säkerheten som låg för fosfor, kväve, kvicksilver, PAH16 och BaP. Säkerheten klassificeras endast som hög för bly, zink, kadmium, krom och olja. För absoluta osäkerheter per ämne, se Bilaga 2.
- Den dagvattenhantering som föreslås implementeras utnyttjar växtlighet för att omhänderta dagvatten. Sannolikt kommer alltså en del av dagvattenbildningen under växtperioden att tas upp av växter vid mindre kraftiga regn. Den årliga dagvattenbildningen, och därigenom föroreningsbelastningen, från utredningsområdet kommer därför sannolikt vara lägre i verkligheten än vad som beräknats i detta fall, då modellen inte fullt ut tar hänsyn till sådant upptag. Även viss grundvattenbildning kommer att ske för de ytor utanför bjälklag där grönyta rekommenderas. Den årliga dagvattenbildningen, och därigenom föroreningsbelastningen, från utredningsområdet kommer därför sannolikt vara



lägre i verkligheten än vad som beräknats i detta fall då modellen inte fullt ut tar hänsyn till sådan grundvattenbildning.

Punkterna ovan bidrar till osäkerheter i beräkningarna. Beräknade föroreningshalter och föroreningsmängder bör därmed ses som indikationer mer än faktisk sanning. För att uppnå bättre precision i kunskapen om föroreningsbelastningarna före och efter planerad exploatering skulle det behövas flödesproportionerlig provtagning på utgående dagvatten under en längre period, gärna flera år.

## 8. ÖVERSVÄMNINGSRISKER

Lågpunkter för befintlig situation presenteras i Figur 8-1 utifrån Stockholm stads skyfallskartering, som utifrån en terrängmodell redovisar områden där vatten riskerar att stängas in vid skyfall. Stadens skyfallskartering tar ingen hänsyn till eventuella effekter från om dagvattennätet överbelastas, och i modellen är bland annat infiltrationskapaciteten hos grönytor en stor osäkerhetsfaktor. Utifrån skyfallskarteringen visas att det inom undersökningsområdet idag bildas mindre vattensamlingar vid kraftiga regn.



**Figur 8-1.** Utdrag från Stockholm stads skyfallskartering, hämtad från Stockholm stads dataportal.

## STEG 2 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

### 9. FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING

En översiktlig avvattningsplan som visar föreslagen dagvattenhantering finns i Bilaga 1. Där visas förslag på hur den erforderliga reningsvolymen på 96 m<sup>3</sup> kan fördelas ut mellan olika anläggningar och vilka ytor som lämpligen avleds till respektive anläggning.

Anläggningarna för rening av 20 mm nederbörd ska enligt Stockholm stads anvisningar utformas så att dagvattnet har en mer långtgående rening än sedimentation. Utifrån erhållet diskussionsunderlag och samtal med Land Arkitektur AB föreslås att ett underjordiskt fördröjningsmagasin anläggs inom gårdarnas överbyggnad. I Figur 9-1 visas förslag på utformning av dagvattenlösningar inom innergård.

Fördröjningsmagasinet föreslås utformas som en luftig skelettjord med ett 20 centimeter tjockt lager av makadam, med en porositet på 30 %. Om fördröjningsmagasinet anläggs inom hela innergården ger det en tillgänglig volym på ungefär 150 m<sup>3</sup>, vilket innebär att anläggningen har en större kapacitet än kravet på rening av 20 mm nederbörd, det vill säga 96 m<sup>3</sup>. Det är viktigt att bjälklaget dimensioneras för skelettjordens fulla last och med täta skikt för att undvika vatteninträngning. Dränering behöver säkerställas längs bjälklagets lägsta sträckning för att undvika att vatten blir stående under längre tidsperioder. Se Avsnitt 9.1 för ytterligare beskrivning och råd vid utformning av skelettjord.

Dagvattnet föreslås utnyttjas som en resurs till bevattning genom att ovanpå den luftiga skelettjorden anlägga exempelvis upphöjda växtbäddar där dagvatten och föroreningar kan tas upp under växtperioden. Under torrperioder kan dock bevattning komma att behövas. Inom kvartersmarken planeras i detta skede inte några hårdgjorda ytor. Istället föreslås trädäck, vilket möjliggör infiltrering inom hela gården. I eventuella lokala lågpunkter inom gårdsytan kan kupolbrunnar behöva anläggas med intaget placerat ovan marknivå så att tillrinning till den luftiga skelettjorden, alternativt ledningsnätet, bara sker då ytan är täckt med vatten och ingen ytterligare infiltration är möjlig. Vid avledning mot ledningsnätet behöver fall från kupolbrunn säkras.

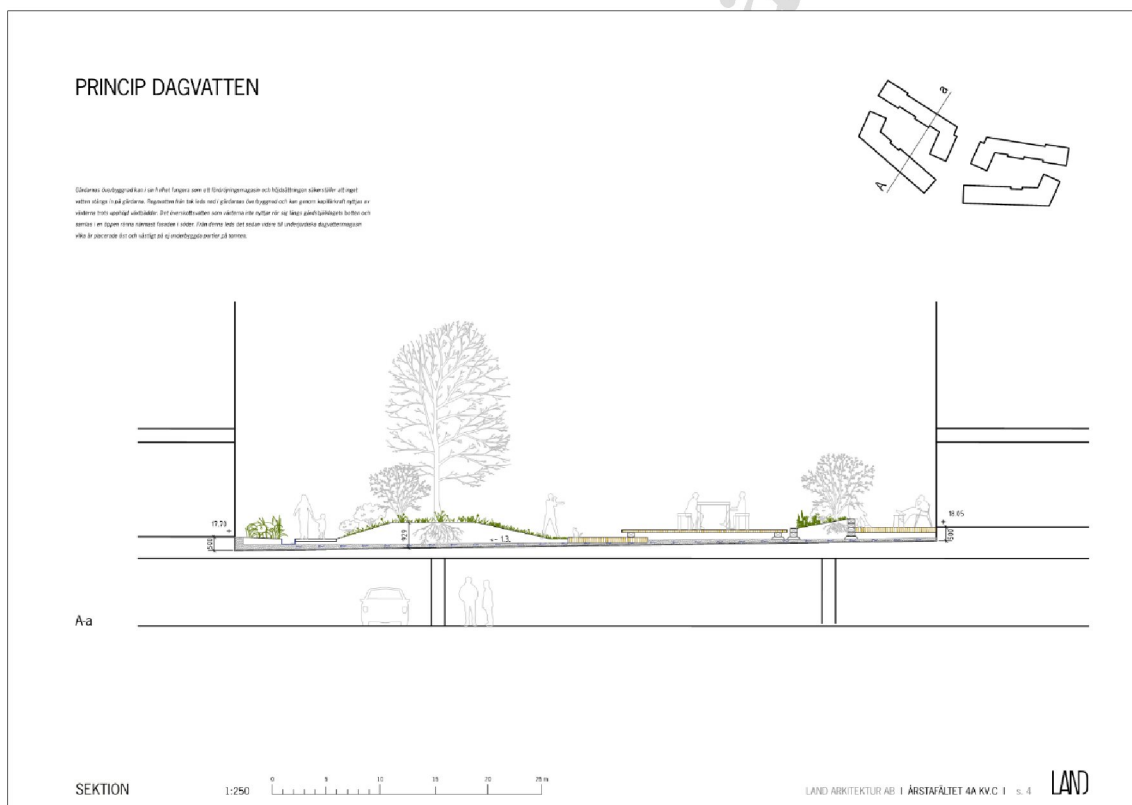
Regelbunden rensning av brunnar behövs för att vattentillförseln ska upprätthållas på sikt. Överskottsvatten avleds längs gårdsbjälklagets botten till en öppen ränna som förslagsvis placeras i gårdens mitt. Från denna leds dagvattnet vidare till anslutning till dagvattenledning, se Figur 9-2 för möjliga anslutningspunkter. Vid stora höjdskillnader mellan gårdsyta och gatunivå kan med fördel avledning från ränna till ledningsnät ske via brunn på den övre nivå istället för ytligt. Läge för slutgiltig placering av servis behöver beslutas i samråd med Stockholm Vatten och Avfall AB.

Takytor föreslås avvattnas via stuprör till skelettjorden. Om tak avvattnas ut mot gata bör samråd hållas med Stockholm stad för att undersöka möjligheten att anlägga exempelvis regnbäddar i eventuell förgårdsmark på utsidan av byggnaderna. Dessa

regnbäddar som ej är belägna ovan bjälklag föreslås ha en fördröjningszon på 20 centimeter och förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till dagvattennätet. Skulle taken utformas som sadeltak innebär det att regnbäddarna längs de yttre fasaderna (norra och södra) behöver utformas med en tillgänglig volym på ungefär 8,5 m<sup>3</sup> per tak för att uppnå kraven på rening av 20 mm nederbörd. Detta innebär att motsvarande volym kan räknas bort från innergården. För ytterligare beskrivning av regnbäddar, se Avsnitt 9.2.

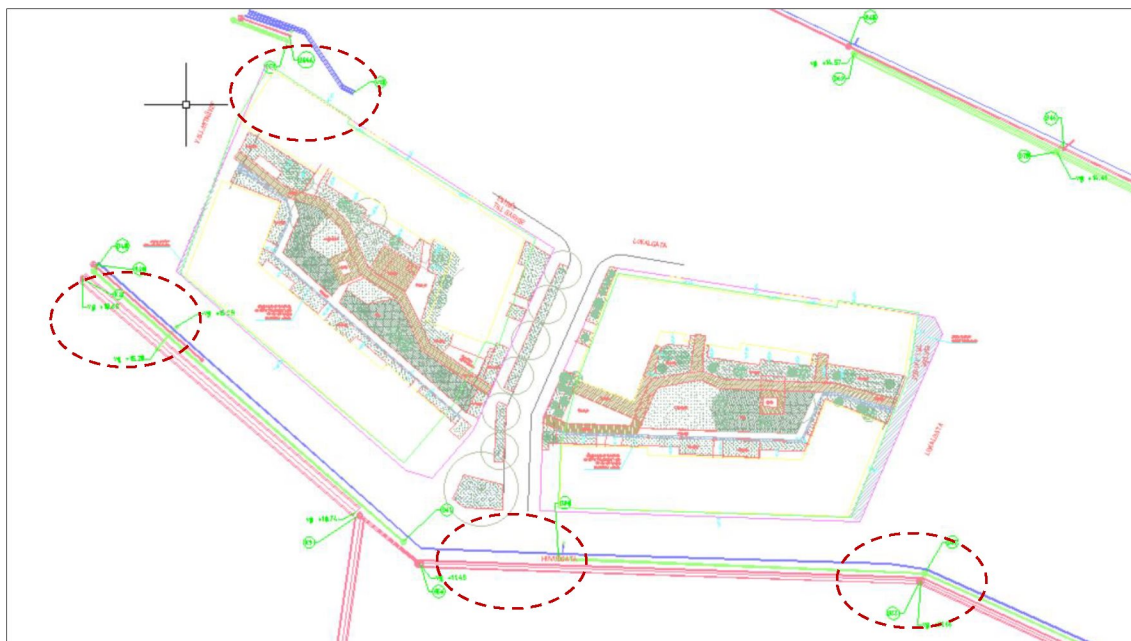
Kvartersmark utanför innergård och bjälklag, avleds enligt föreslagen avvattningsplan inte till någon dagvattenanläggning. Denna yta föreslås därför att i möjligaste mån anläggas som grönyta och eventuella hårdgjorda ytor görs genomsläppliga. Detta ökar möjligheterna för dagvatten att infiltrera till grundvatten vid mindre kraftiga regn, vilket bidrar till att bibehålla grundvattennivåerna i utredningsområdet. Genom planteringar kan också dagvatten vid mindre kraftiga regn tas upp av växter.

Nederbörd som överskrider infiltrationskapaciteten till det underjordiska lagret behöver bräddas till dagvattennätet. Ytliga och säkra avvattningsvägar vid extrema skyfall beskrivs i Avsnitt 10.



**Figur 9-1.** Exempelskiss på föreslagna dagvattenlösningar, inklusive makadamlager med ovanliggande planteringar och genomsläppliga ytor. I skissen är dagvattenrännan placerad längs södra fasaden. Placerar rännan enligt skiss behöver den nedre delen av närliggande byggnads fasad skyfallssäkras. Det behöver också säkerställas en tillräcklig nivåskillnad mellan färdigt golv och rännan för att undvika att vatten i en översvämningssituation tränger in genom exempelvis portar. Skiss erhållen från LAND Arkitektur AB 2020-02-19.





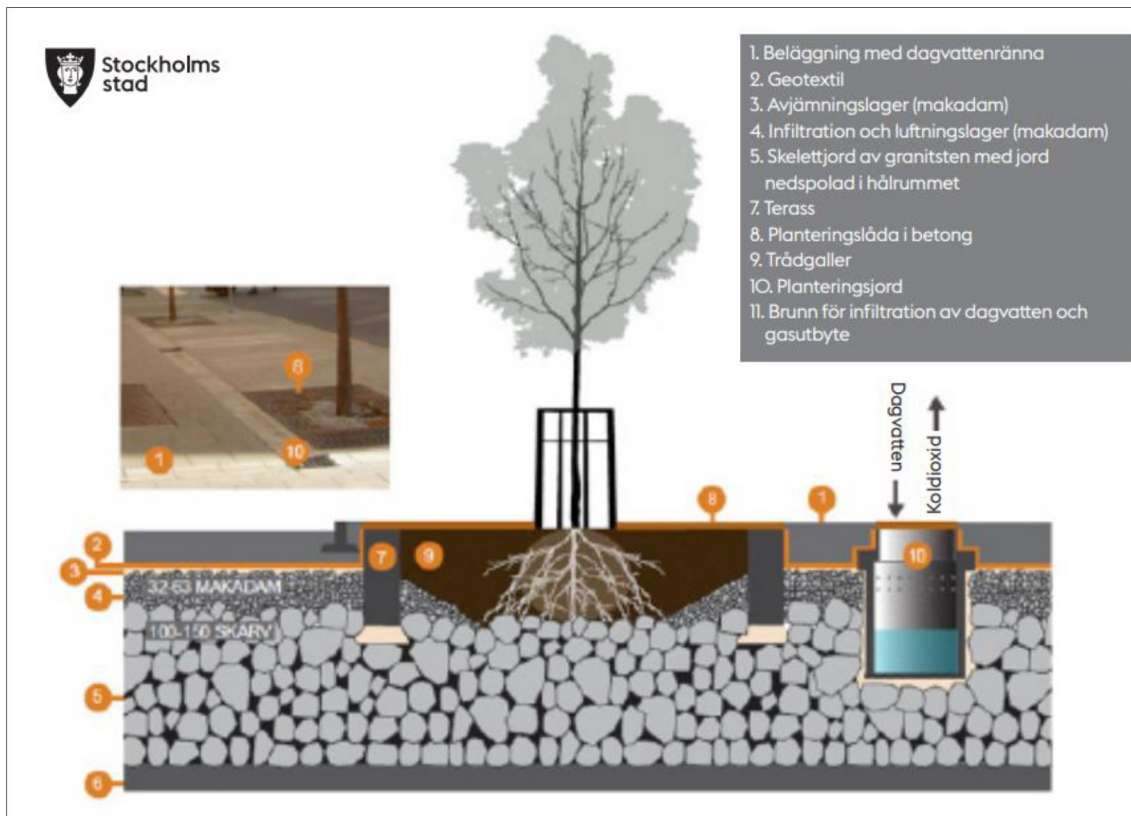
**Figur 9-2.** Situationsplan och föreslagna servispunkter. Möjliga placeringar av anslutningspunkter längs planerad dagvattenledning har markerats med röstreckade ellipser. Ledningsunderlag (W50V01001) daterad 2019-05-17, upprättad av Tyréns AB.

## 9.1. Luftig skelettjord

Det porösa underjordiska lagret anläggs förslagsvis i form av en luftig skelettjord med ett poröst lager av makadam, som ökar den vattenhållande förmågan och förbättrar reningseffekten. Reningen uppstår när dagvattnet filtrerar genom skelettjorden, genom sedimentation av partiklar på skelettjordens botten och vid växtsäsongen genom växters upptag av vatten och näringsämnen. Genom planteringar i övre lagret av skelettjorden kan alltså en del av avrinningen, och föroreningarna, tas upp av växtlighet. Detta innebär att avrinningen minskar under växtsäsongen vilket bidrar till att minska föroreningsbelastningen till dagvattenrecipienter.

Skelettjordar avskiljer främst partikelbundna föroreningar. Se Figur 9-3 för ett exempel på utformning. Vid utformning av planteringsytor överlagras makadamlagret vanligen med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter), vilket ökar reningseffekten av lösta föroreningar såsom näringsämnen och metaller. Själva makadamlagret antas ha en porositet på 30 %. Makadamlagret har ofta en mäktighet på 20 – 100 centimeter, där en mindre mäktighet rekommenderas ovan bjälklag. Dränering behöver säkerställas längs bjälklagets lägsta sträckning för att undvika att vatten blir stående under längre tidsperioder. Förutom makadam kan det porösa lagret anläggas med lättare material såsom lecakulor, vilket ger en större fördröjande och renande effekt samtidigt som växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder. En lägre vikt är särskilt gynnsam då konstruktionen anläggs på bjälklag.

Det är viktigt att anlägga skelettjorden med god infiltrationskapacitet för att minska risken för frysning, vilket minskar reningseffekten. Vid torrperioder kan bevattning av dessa områden komma att behövas.



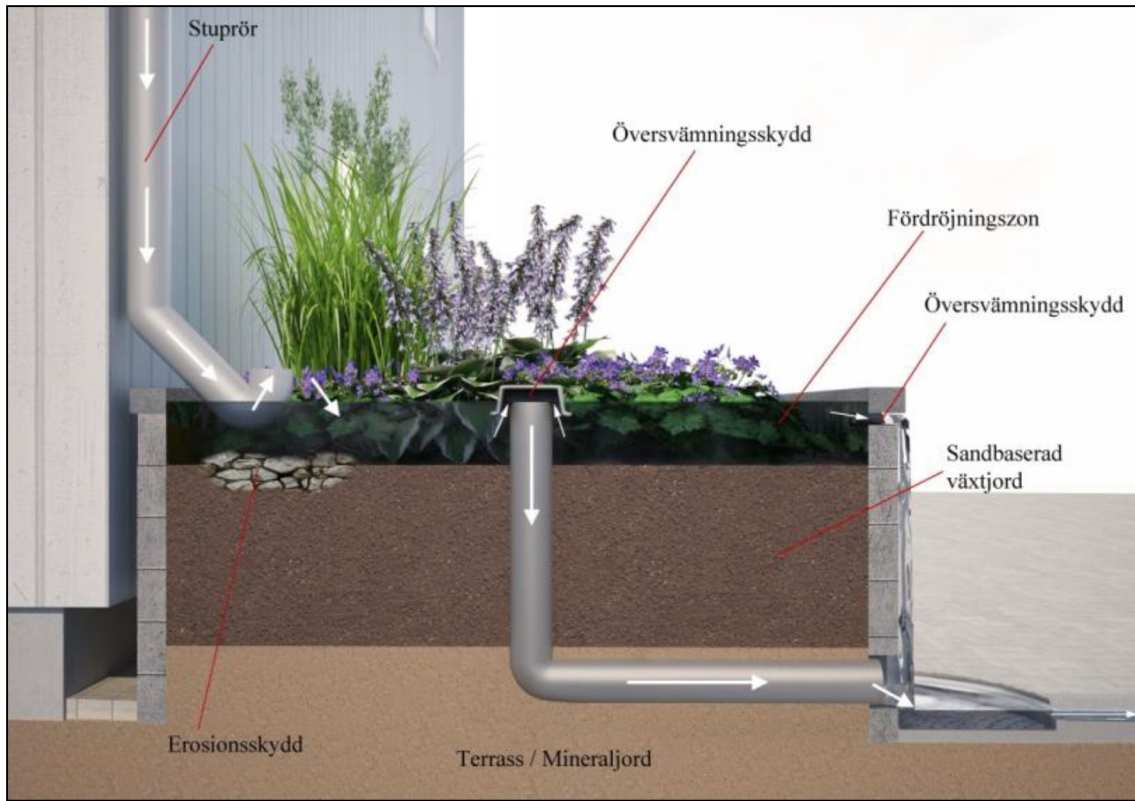
**Figur 9-3.** Principskiss för skelettjord, hämtad från Stockholm Vatten och Avfall.

## 9.2. Regnbäddar

Om takytor avvattnas ut mot gata föreslås att dagvattnet leds mot nedsänkta eller upphöjda regnbäddar vid sidorna av bostadshusen för rening och fördröjning. Dagvattnet leds ut ovanpå planteringen och ges då möjlighet att infiltrera till underliggande mark och bidra till att upprätthålla den naturliga grundvattenbalansen.

Utöver den renande och fördröjande funktionen kan regnbäddar dessutom bidra till en tilltalande boendemiljö. Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i jordlagren och en fördröjningszon ovanpå jordlagret, där det vid intensiva regn kan bildas en vattenspegel. Är regnbädden nedsänkt utgörs fördröjningszonen av höjden mellan växtbäddens jordyta och den omkringliggande marknivån. Regnbädden utgörs av flera jordlager, där ett dräneringslager i botten överlagras av mineraljord och ovanpå detta en jordblandning (växtbädd) där växterna kan växa. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt att i det översta lagret välja en jordart med hög genomsläpplighet. I de flesta fall behöver dock växtligheten en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädd kan konstrueras visas i Figur 9-4.





**Figur 9-4.** Exempel på utformning av en regnbädd, Kristian Klasson & Kent Fridell Tengbomgruppen AB, 2014.

### 9.3. Kompletterande fördröjning

Enligt uppgift från Stockholm stad (2020-03-16) finns inga satta krav på flödesbegränsning till de nya kommunala dagvattenledningarna inom området utöver den flödesreduktion som sker genom att stadens åtgärdsnivå på 20 mm uppfylls. Således behövs ingen kompletterande fördröjning.

### 9.4. Materialval

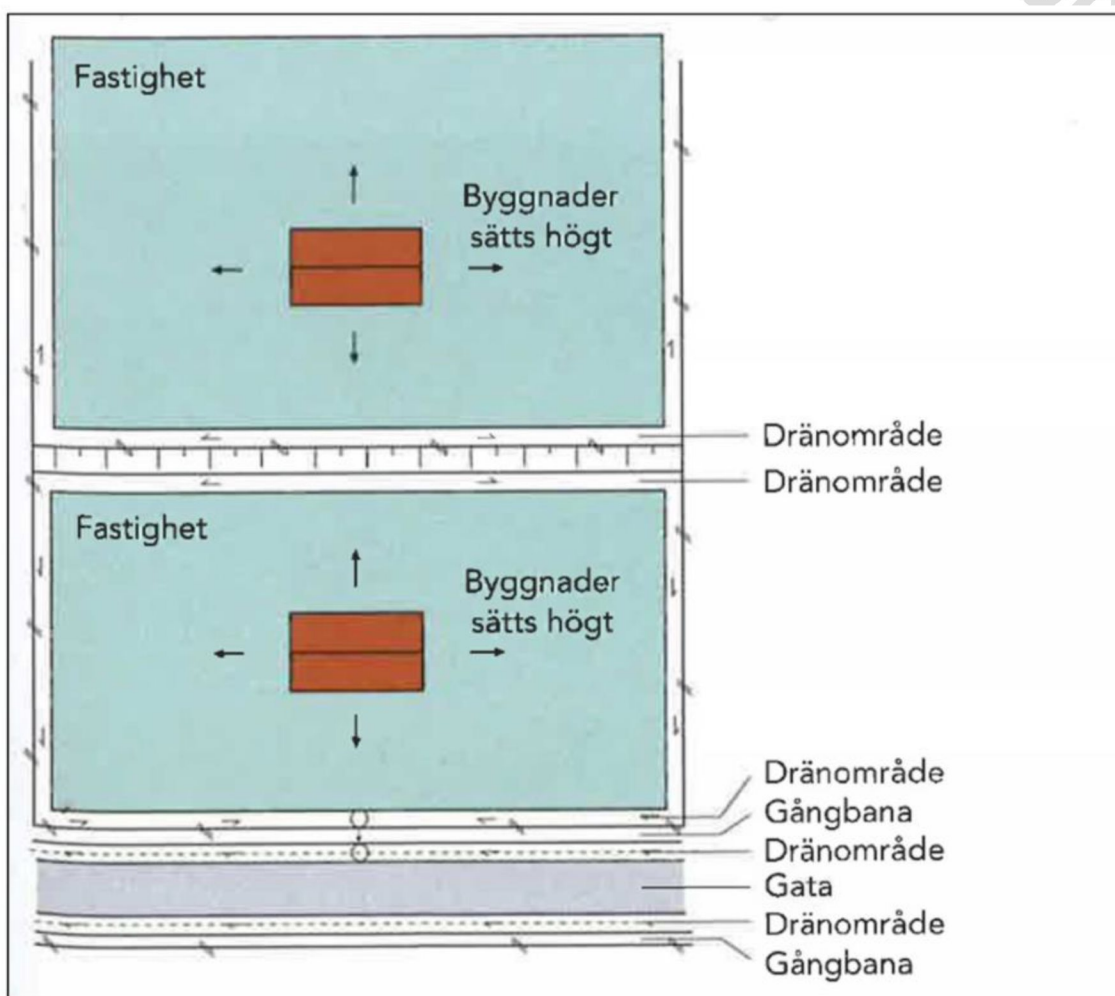
Ett av de mest effektiva sätten att minska dagvattnets föroreningsinnehåll är att införa åtgärder så nära källorna som möjligt. Utöver reningsåtgärder kan förekomsten av vissa föroreningar minskas genom medvetna materialval i anläggningsskedet. Exempelvis kan takytor, där det är möjligt, anläggas i material som inte avger metaller eller andra föroreningar till dagvattnet.

### 9.5. Sättningsrisker

Geotekniska förutsättningar på platsen är under utredning och behöver tas i beaktning. Detta eftersom finkorniga jordarter som lera är känsliga för sättningar vid ökade laster, och eventuella höga trycknivåer i grundvattenmagasin under leran kan leda till bottenuppträckning vid schaktning och markarbeten.

## 10. HANTERING AV SKYFALL

Vid extrema regn som är större än dimensionerande för utredningsområdet är det vid ny exploatering viktigt att höjdsättningen är utförd så att dagvattnet kan avrinna ytledes längs säkra avrinningsvägar utan att skada byggnader eller annan infrastruktur. För det aktuella utredningsområdet innebär det att gårdsytorna behöver höjdsättas så att vatten inte riskerar att stängas in mot någon byggnad utan att det kan avledas ytligt via gårdsytorna till omgivande lokalgator, se principskiss i Figur 10-1. Föreslagna avrinningsvägar inom utredningsområdet visas i avvattningsplan i Bilaga 1.



**Figur 10-1.** Princip för höjdsättning av byggnader inom fastighetsmark så att dagvatten kan rinna av mot dräneringsstråk längs med gata. Svenskt Vatten, P105.

## 11. HELHETSBILD AV DAGVATTENHANTERING

Enligt genomförda beräkningar blir det dimensionerande dagvattenflödet större för planerad situation jämfört med befintlig situation, se Tabell 11-1. Genom föreslagna LOD-åtgärder förväntas det dimensionerade flödet minska. Innergårdarna planeras att anläggas med ett sammanhängande underjordiskt poröst lager ovan bjälklag, till vilken dagvattnet infiltrerar genom planteringar och genomsläppliga ytor, se Bilaga 1. I eventuella lokala lågpunkter inom gårdsytan kan kupolbrunnar behöva anläggas med intaget placerat ovan marknivån så att tillrinning till den luftiga skelettjorden och ledningsnätet bara sker då ytan är täckt med vatten och ingen ytterligare infiltration är möjlig. Det porösa lagret rekommenderas att utformas i form av skelettjord med ett poröst lager av lecakulor eller makadam, där rening sker genom sedimentation, fastläggning och växtupptag. Gårdsytan anläggs med ett tätskikt under dagvattenanläggningen för att skydda bjälklag från vatteninträngning, och hänsyn måste tas till anläggningens fulla last vid dimensionering av bjälklag. Ytor bör luta ut från byggnader, mot en ränna som avleder dagvattnet till dagvattennätet i gata. Föreslagna avrinningsvägar visas i Bilaga 1.

**Tabell 11-1.** Beräknade flöden inklusive dagvattenåtgärder vid ett dimensionerande 10-årsflöde utan klimatfaktor, och ett dimensionerande 20-årsflöde med klimatfaktor, både med och utan LOD.

	Q 10 år [l/s]	Q 20 år x 1,25 [l/s]
Befintlig situation	26	41
Planerad situation	110	173
Planerad situation inklusive LOD	50	114

### 11.1. Föroreningssituation efter rening

För planerad situation har rening i anläggningar motsvarande avvattningsplanen, se Bilaga 1, implementerats i modellen i form av biofilter utan fördröjningszon. Ytorna har representerats av de markanvändningskategorier och avrinningskoefficienter som redovisas i Tabell 6-2 och Tabell 6-3.

Beräkningarna ger en indikation på att föroreningshalterna i planerad situation efter rening minskar för samtliga ämnen i jämförelse med befintlig situation. Som en indikation för huruvida utgående föroreningshalter från utredningsområdet bör betraktas som höga eller låg för planerad situation har halterna jämförts med gränsvärden för dricksvatten enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2), se Tabell 11-2. Utgående halter för samtliga studerade ämnen är avsevärt lägre än vad som bedöms som otjänligt för dricksvatten, givet att föreslagna åtgärder för dagvattenhantering genomförs.

Beräkningarna visar på en ökning av den förväntade årliga föroreningsbelastningen för flera ämnen även inklusive föreslagna åtgärder för dagvattenhantering, se Tabell 11-3. Ökningen är att förvänta då naturmark exploateras, vilket innebär en ökning av förväntat dagvattenflöde. StormTacs ”Minsta möjliga utloppshalt”, som representerar



den maximala reningseffekten, uppnås i dagvattenanläggningen för samtliga ämnen förutom krom och SS. Detta visar på att dagvattnet är att betrakta som rent och att ytterligare reningsanläggningar inom dessa ytor inte har någon effekt på föroreningsbelastningen.

För att ytterligare minska föroreningsbelastningen från utredningsområdet föreslås att ytor som enligt föreslagen avvattningsplan inte leds till någon anläggning, det vill säga kvartersmark utanför innergård och bjälklag, i möjligaste mån anläggas som grönyta. Detta ökar möjligheterna för dagvatten att infiltrera vid mindre kraftiga regn, vilket bidrar till att bibehålla grundvattennivåerna i utredningsområdet. Det skulle innebära att den årliga dagvattenbildningen, och därigenom föroreningsbelastningen, från utredningsområdet sannolikt skulle vara lägre i verkligheten än vad som beräknats i detta fall, då modellen inte fullt ut tar hänsyn till sådan grundvattenbildning. Genom att anlägga takytor i material som inte avger metaller kan även utsläppen av vissa metaller minska. För att ytterligare minska föroreningsbelastningen för kväve, och även fosfor, rekommenderas minimerad gödsling inom området.

**Tabell 11-2.** Förväntade föroreningshalter från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, före och efter rening. Röda celler visar en ökning av föroreningshalter jämfört med befintlig situation, gröna celler en minskning.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation		Gränsvärde för dricksvatten
			Före rening	Efter rening <sup>(1)</sup>	
Fosfor, P	µg/l	110	170	39	-
Kväve, N	µg/l	1 300	1 400	510	-
Bly, Pb	µg/l	2,9	2,7	0,4	10 <sup>(3)</sup>
Koppar, Cu	µg/l	10	9,6	4,6	200 <sup>(4)</sup> ; 2000 <sup>(3)</sup>
Zink, Zn	µg/l	16	26	5,8	-
Kadmium, Cd	µg/l	0,17	0,55	0,082	5,0 <sup>(3)</sup>
Krom, Cr	µg/l	2,7	3,5	1,2	50 <sup>(3)</sup>
Nickel, Ni	µg/l	2	3,5	1,5	20 <sup>(3)</sup>
Kviksilver, Hg	µg/l	0,021	0,005	0,0035	1,0 <sup>(3)</sup>
SS <sup>(2)</sup>	µg/l	15 000	27 000	5 800	-
Olja	µg/l	280	110	49	-
PAH 16	µg/l	0,08	0,44	0,065	0,10 <sup>(3)</sup> (PAH 4)
Benso(a)pyren, BaP	µg/l	0,0088	0,0082	0,0031	0,010 <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Dagvatten inom utredningsområdet har genomgått rening i biofilter. Dagvatten som avleds via område utanför innergård/bjälklag har ej beräknats genomgå någon rening.

<sup>(2)</sup> SS: suspenderat material.

<sup>(3)</sup> Gränsvärde där dricksvatten bedöms som otjänligt, Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

<sup>(4)</sup> Gränsvärde där dricksvatten bedöms som tjänligt med anm., Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (LIVSFS 2017:2).

**Tabell 11-3.** Förväntad årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig situation och för planerad situation, före och efter rening. Röda celler visar en ökning på mer än 10 % från befintlig situation, gröna celler en minskning på mer än 10 %, gula celler visar en förändring på +/- 10 % i jämförelse med befintlig situation.

Ämne	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation		Renings-effekt (%) <sup>(1)</sup>	Förändring befintlig/ planerad situation efter rening (%) <sup>(2)</sup>
			Före rening	Efter rening		
Fosfor, P	kg/år	0,15	0,6	0,14	85	-7
Kväve, N	kg/år	1,7	4,8	1,8	70	+6
Bly, Pb	g/år	3,9	9,6	1,4	95	-64
Koppar, Cu	g/år	14	34	16	60	+14
Zink, Zn	g/år	22	94	21	85	-5
Kadmium, Cd	g/år	0,23	2	0,29	88	+26
Krom, Cr	g/år	3,7	13	4,2	72	+14
Nickel, Ni	g/år	2,7	12	5,5	59	+104
Kvicksilver, Hg	g/år	0,029	0,018	0,013	35	-55
SS <sup>(3)</sup>	kg/år	20	97	21	89	+5
Olja	kg/år	0,38	0,38	0,18	71	-53
PAH 16	g/år	0,11	1,6	0,23	95	+109
Benso(a)pyren, BaP	g/år	0,012	0,029	0,011	66	-8

<sup>(1)</sup> Reduktion föroreningar uttryckt i % för planerad situation med och utan rening.

<sup>(2)</sup> Procentuell förändring i föroreningsbelastning för planerad situation efter rening jämfört med befintlig situation.

<sup>(3)</sup> SS: suspenderat material.

## 12. SAMMANFATTNING AV DAGVATTENHANTERINGEN

Enligt genomförda beräkningar blir det dimensionerande dagvattenflödet större för planerad situation jämfört med för befintlig situation. Flödesökningen beror på exploatering av det som idag är grönytor. I och med att markanvändningen ”kvartersmark” har ansatts så antas en viss andel hårdgjord yta. Eftersom den hårdgjorda ytan enligt aktuellt underlag eftersträvas att minimeras innebär det att det verkliga dagvattenutflödet troligtvis blir mindre. Genom att anläggningar för omhändertagande av 20 mm nederbörd implementeras i och med exploateringen minskas flödet vid ett 20-årsregn för planerad situation med cirka 34 %, från 173 liter/sekund till 114 liter/sekund.

Teoretiska beräkningar med schablonhalter ger en indikation på att föroreningshalterna i planerad situation efter rening minskar för samtliga ämnen i jämförelse med befintlig situation, givet att föreslagna dagvattenåtgärder genomförs. Beräkningarna visar på en ökning av den förväntade årliga föroreningsbelastningen för flera ämnen även inklusive föreslagna åtgärder för dagvattenhantering. Denna ökning är att förvänta i och med det ökade flödet. Maximal reningseffekt uppnås i skelettjorden, och för att ytterligare minska föroreningsbelastningen föreslås att ytor som inte avleds till dagvattenanläggningar i möjligaste mån anläggs som gröna ytor, att gödsling undviks

och att taken inte anläggs med material som avger metaller, utan istället med förslagsvis tegel eller så kallade gröna tak.

Föreslagna reningsanläggningar uppfyller Stockholm stads riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd. Riktlinjen har tagits fram som ett led i stadens mål om klimatanpassade dagvattenlösningar och god vattenkvalitet inom staden, och genom att uppfylla detta bidrar den planerade exploateringen till uppnåendet av detta. Det är viktigt att anläggningarna utformas så att dagvattnet får en uppehållstid på 6 – 12 timmar för att uppnå en effektiv avskiljning av föroreningar.

I senare skede behöver föreslagna lösningar projekteras mer i detalj för att säkerställa att tillräckliga volymer uppnås i respektive anläggning.

## 12.1. Recipientpåverkan

Vid bedömning av recipientpåverkan bör det noteras att utredningsområdet genom sin ringa storlek endast utgör ett litet bidrag till recipientens totala tillförsel, vilket delvis kan ses i berörda avrinningsområden som har presenterats i Avsnitt 5.1 och 5.2.

Recipienten Årstaviken uppnår idag ej god kemisk status med avseende på PFOS, kadmium, bly, antracen och TBT. Den ekologiska statusen klassas som måttlig baserad på miljögifter, där koppar och icke-dioxinlika PCB:er har varit utslagsgivande.

De teoretiska beräkningarna med schablonhalter indikerar att den årliga föroreningsbelastningen för koppar, kadmium och PAH:er, där antracen ingår, kommer att öka med föreslagna dagvattenåtgärder. För bly beräknas den årliga belastningen minska. Som föreslagits kan materialval minska de teoretiska utsläppen ytterligare, eftersom tak (som markanvändning) i StormTacs schablonhalter genererar utsläpp av metaller. Planerade byggnader rekommenderas därför att anläggas med taktyper som byggs i material utan koppar, kadmium eller andra metaller, exempelvis tegel. En ökning av föroreningsbelastningen är dock att förvänta vid exploatering av naturmark, och inom detaljplan planeras även ytterligare åtgärder för att rena dagvatten inom exploateringsområdet. Dagvatten från kvarter ska enligt övergripande dagvattenutredning (Sweco, 2012) tas tillvara som en resurs för exempelvis bevattning av träd, och överflödigt dagvatten ska avledas till Valla damm för kompletterande rening. Förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder genomförs uppfylls Stockholms stads åtgärdsnivå för planerad bebyggelse. Kvarteret skapar därmed förutsättningarna för att den totala dagvattenhanteringen inom området ska ge recipienten förutsättningar till att uppnå god status.



## REFERENSER

DHI, 2015. Kompletterande regnstatistik för Stockholm.

Stockholm stad, 2015. Dagvattenstrategi. Antagen av kommunfullmäktige 2015-03-09.

Stockholm stad, 2016. Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. Version 1.1.

Stockholm stad, 2020. Dagvattenwebben.

[<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/>] Besökt 2020-02-25.

## BILAGOR

Bilaga 1: Avvattningsplan

Bilaga 2: StormTac-rapport

Granskningshandling



Förslag på dagvattenanläggning:  
Luftig skelettjord inom gårdarnas överbyggnad. Skelettjorden anläggs med överliggande planeringar utan övre fördröjningszon. Anläggningen och det underliggande bjälklaget höjsätts så att dagvatten leds bort från byggnader och mot dagvattenränna.  
Area: ~2 500 m<sup>2</sup>  
Djup: 0,2 m  
Porositet: 0,3  
Tillgänglig fördröjningsvolym: 150 m<sup>3</sup>

Ränna eller lågstråk som avleder överflödigt dagvatten från skelettjorden. Vid stora höjdskillnader mellan gårdsyta och gatunivå kan med fördel avledning från ränna till ledningsnät ske via brunn istället för ytligt.

Kvartersyta utanför bjälklag föreslås i möjligaste mån anläggas som grönyta för att tillåta infiltrering och naturlig rening.  
Total area: ~900 m<sup>2</sup>.

Stockholms stadsbyggnadskontor, 2020-09-01, Dnr 2017-06550

## Teckenförklaring

- Prel. situationsplan
- Förslag servispunkt dagvatten
- Utredningsområde
- Dagvattenlösning
- Takyta
- Yta utan dagvattenanläggning
- Flödesriktning skyfall
- Flödesriktning dagvatten

## EXEMPEL PÅ AVVATTNINGSPLAN KV. C, ÅRSTAFÄLTET

I enlighet med Stockholm stads åtgärdsnivåer ska systemen dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För detta föreslås att en luftig skelettjord anläggs inom gårdarnas överbyggnad, i största möjliga mån med ovanliggande planeringar. Hårdgjord yta undviks och dagvatten tillåts infiltrera inom majoriteten av gårdsytan. Tak avvattnas via stuprör till den luftiga skelettjorden. Om tak avvattnas mot allmän platsmark bör samråd hållas med Stockholm stad för att undersöka möjligheten att anlägga exempelvis regnbäddar på utsidan av byggnaderna.

Dränering behöver säkerställas längs bjälklagets lägsta sträckning för att undvika att vatten blir stående under längre tidsperioder. Den luftiga skelettjorden, och bjälklaget, lutar mot en dagvattenränna, från vilken dagvattnet avleds mot dagvattennät enligt flödesriktningar i figur. Observera att byggnader och bjälklag behöver skyfallssäkras och höjsättning säkerhetsställa att nederbörd vid skyfall inte ansamlas mot fasad utan leds vidare ut från gårdarnas överbyggnad. I eventuella lokala lågpunkter kan kupolbrunnar behöva anläggas med intaget placerat ovan marknivån så att tillrinning till den luftiga skelettjorden, alternativt ledningsnätet, bara sker då ytan är täckt med vatten och ingen ytterligare infiltration är möjlig. Läge för servispunkt för dagvatten planeras och meddelas av VA-huvudman i samband med VA-anmälan. Möjliga anslutningspunkter har utgått från ledningsunderlag från Tyréns AB, daterat 2019-05-17.



## Resultatrapport StormTac Web

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

### 1. Avrinning

#### 1.1 Indata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Nederbörd		640	mm/år	10	64
Dimensionerande regnvaraktighet vid studerat flöde	$t_{r, Q_{study}}$	6.0	h		
Avrinningsområde	A	0.64	ha	10	0.064
Rinnsträcka	s	100	m	0	0
Dim.vattenhastighet	v	0.50	m/s	0	0
Återkomsttid	N	20	år		
Klimatfaktor	$f_c$	1.25			
Studerat flöde *		12	l/s		
Koefficient för basflöde	$K_x$	0.70		20	0.14

\* Studerat flöde, t.ex. ingående flöde till en anläggning om ett delflöde bräddas förbi eller pumpat flöde till en anläggning.

#### Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff. ( $\phi_v$ )	Dim.avr.koeff. ( $\phi_d$ )	Dagvatten (ha)	Grundvatten (ha)	Utredn. omr. (dim. flöde) (ha)
			ha	ha	ha
Takyta	0.90	0.90	0.38	0.38	0.38
Gårdsyta inom kvarter	0.45	0.45	0.26	0.26	0.26
<b>Totalt</b>	<b>0.72</b>	<b>0.72</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>
Relativ osäkerhet (%)	20	20	10	10	10
Absolut osäkerhet (+/-)	0.14	0.14	0.064	0.064	0.064
Reducerat avrinningsområde			0.46		0.46

Urban area *	0.64	$ha_{urban}$
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.72	
Urbant reducerad avrinningsyta *	0.46	$ha_{red,urban}$

#### 1.2 Utdata

				Relativ osäkerhet (%)	Absolut osäkerhet (+/-)
Basflöde, årsmedel	$Q_b$	0.011	l/s	24	0.0026
Dagvattenflöde, årsmedel	$Q_r$	0.093	l/s	24	0.023
Tot. avrinning, årsmedel	$Q_{tot}$	0.10	l/s		0.023
Basflöde, årsmedel	$Q_b$	330	m <sup>3</sup> /år	24	81
Dagvattenflöde, årsmedel	$Q_r$	2900	m <sup>3</sup> /år	24	715
Tot. avrinning, årsmedel	$Q_{tot}$	3300	m <sup>3</sup> /år		720
Medelavrinning	$Q_m$	1.4	l/s		
Dim. flöde	$Q_{dim}$	160	l/s	20	33
Dim. varaktighet vid $Q_{dim}$	$t_r$	10	min		
Rinnhastighet	v	0.50	m/s		
Dimensionerande regndjup vid $Q_{study}$	$r_{d, Q_{study}}$	56	mm		
Reducerat flöde (studerat flöde / reducerad area)	$Q_{red}$	26	l/s/ha <sub>red</sub>		
Det studerade flödets andel av den totala årliga avrinningsvolymen		99	%		





## 2. Transport och flödesutjämning

### 2.1 Indata

#### Dagvattenledning

Lutning	0.0050
Material	Betong, gjutjärn, stål

#### Flödesutjämning

Maximalt utflöde	$Q_{out2}$	110	l/s
Relativ osäkerhet (%)		0	%
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Magasinfyllning, andel av porer		1	
Reducerad flödesfaktor	$f_{Qred}$	0.67	
Klimatfaktor		1.00	
Reducerad infiltrationsområde		1	
Exfiltrationshastighet		0	mm/h
Anläggningens längd		48	m
Anläggningens bredd		24	m
Anläggningens djup		1.5	m

### 2.2 Utdata

#### Dagvattenledning

Innerdiameter dagv.ledning	$\varnothing$	1200	mm
Ledningskapacitet	$Q_{cap}$	2800	l/s
Säkerhetsfaktor		17.15	

#### Flödesutjämning

Erforderlig anläggningsvolym	$V_d$	14	m <sup>3</sup>
Relativ osäkerhet (%)		20	%
Absolut osäkerhet (+/-)		2.8	m <sup>3</sup>
Total erforderlig anläggningsvolym	$V_{d,tot}$	14	m <sup>3</sup>
Utformad anläggningsvolym		1700	m <sup>3</sup>
Exfiltrationsutflöde		0	l/s
Dim. varaktighet vid dim. $V_d$	$t_r$	10	min



### 3. Föroreningstransport

#### 3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på [www.stormtac.com](http://www.stormtac.com).

Markanvändning	Faktor*
Takyta	5.0
Gårdsyta inom kvarter	5.0

\* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10. Enhet: -.

#### Relativ osäkerhet (%)

Basflöde / ämne	20
Dagvatten / ämne	20

#### Basflödeshalt (ug/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Takyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Gårdsyta inom kvarter	26	930	0.57	4.7	9.5	0.026	0.50	1.0	0.0040	4900
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Takyta	50	0.070	0.0035							
Gårdsyta inom kvarter	45	0.010	0.0010							



Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Gårdsyta inom kvarter	220	1900	3.7	16	29	0.23	3.7	2.3	0.010	41000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Takyta	0	0.44	0.010							
SD	nd	nd	75							
Gårdsyta inom kvarter	360	0.61	0.0067							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet





### 3.2 Utdata

#### Basflödeshalt (ug/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödeshalt	23	910	0.54	4.8	9.7	0.025	0.50	1.0	0.0031	3200	47	0.038	0.0022
Absolut osäkerhet (%)	4.6	180	0.11	0.97	1.9	0.0051	0.100	0.20	0.00061	630	9.4	0.0076	0.00043

#### Dagvattenhalt (ug/l) utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Dagvattenhalt	180	1400	2.9	9.7	28	0.65	3.9	3.9	0.0048	29000	91	0.48	0.0092
Absolut osäkerhet (+/-)	37	270	0.58	1.9	5.7	0.13	0.78	0.79	0.00096	5800	18	0.096	0.0018



**Basflödesmängd (kg/år) utan rening**

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Basflödesmängd	0.0077	0.30	0.00018	0.0016	0.0032	0.0000084	0.00017	0.00034	0.0000010	1.0	0.016	0.000013	0.00000072
Absolut osäkerhet (+/-)	0.0024	0.095	0.000057	0.00051	0.0010	0.0000027	0.000052	0.00011	0.00000032	0.33	0.0050	0.0000040	0.00000023

**Dagvattenmängd (kg/år) utan rening**

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	0.53	4.0	0.0084	0.028	0.083	0.0019	0.011	0.011	0.000014	85	0.27	0.0014	0.000027
Absolut osäkerhet (+/-)	0.17	1.3	0.0027	0.0090	0.026	0.00060	0.0036	0.0036	0.0000044	27	0.084	0.00045	0.0000084



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

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	170	1300	2.6	9.2	26	0.59	3.6	3.6	0.0046	26000	86	0.44	0.0084
Riktvärde	C <sub>cr,sw</sub>	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030
Absolut osäkerhet (+/-)	C	47	370	0.75	2.6	7.5	0.17	1.0	1.0	0.0013	7500	24	0.12	0.0024

#### Områdets acceptabla halt (ug/l)

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Områdets acceptabla halt	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd





**Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening**

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Föroreningsmängd	0.54	4.3	0.0086	0.030	0.086	0.0019	0.012	0.012	0.000015	86	0.28	0.0014	0.000027
Absolut osäkerhet (+/-)	0.17	1.3	0.0027	0.0090	0.026	0.00060	0.0036	0.0036	0.0000044	27	0.084	0.00045	0.0000085

**Områdets acceptabla belastning och reningsbehov (kg/år)**

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Områdets reningsbehov	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.85	6.7	0.013	0.047	0.13	0.0030	0.018	0.018	0.000023	130	0.44	0.0022	0.000043



**Föroreningshalter (ug/l) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Takyta	160	1178	2.5	7.3	27	0.75	3.8	4.3	0.0029	23421
Gårdsyta inom kvarter	183	1687	3.1	14	26	0.19	3.1	2.0	0.0088	33952
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Takyta	3.3	0.42	0.0096							
Gårdsyta inom kvarter	297	0.49	0.0056							

**Föroreningsmängder (kg/år) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Takyta	0.37	2.7	0.0057	0.017	0.062	0.0017	0.0088	0.0099	0.0000068	55
Gårdsyta inom kvarter	0.17	1.6	0.0029	0.013	0.024	0.00017	0.0028	0.0019	0.0000081	31
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Takyta	0.0077	0.00097	0.000022							
Gårdsyta inom kvarter	0.27	0.00045	0.0000051							



**Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Takyta	0.0032	0.14	0.000077	0.00077	0.0015	0.0000039	0.000077	0.00015	0.00000031	0.19
Gårdsyta inom kvarter	0.0045	0.17	0.00010	0.00083	0.0017	0.0000046	0.000088	0.00018	0.00000071	0.86
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Takyta	0.0077	0.000011	0.00000054							
Gårdsyta inom kvarter	0.0079	0.0000018	0.00000018							

**Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Takyta	0.37	2.6	0.0057	0.016	0.061	0.0017	0.0087	0.0098	0.0000065	54
Gårdsyta inom kvarter	0.16	1.4	0.0028	0.012	0.022	0.00017	0.0027	0.0017	0.0000074	30
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Takyta	0	0.00096	0.000022							
Gårdsyta inom kvarter	0.27	0.00045	0.0000050							





## 4. Föroreningsreduktion

### 4.1 Indata

Vald reningsanläggning: Biofilter

Andel av reducerad avrinningsyta	K <sub>φ</sub>	30	%
Utflojde, max	Q <sub>out</sub>	110	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Tjocklek, tom yta	h <sub>1</sub>	0	mm
Tjocklek, filtermaterial	h <sub>2</sub>	450	mm
Tjocklek, materialavskiljande lager	h <sub>3</sub>	100	mm
Tjocklek, makadam	h <sub>4</sub>	200	mm
Tjocklek, skelettjord	h <sub>5</sub>	0	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h <sub>6</sub>	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h <sub>7</sub>	150	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h <sub>8</sub>	200	mm
Porandel, växtbädd	p <sub>2</sub>	0.25	
Porandel, makadam	p <sub>4</sub>	0.30	
Hydraulisk konduktivitet, växtbädd	k <sub>2</sub>	200	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k <sub>4</sub>	36000	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k <sub>6</sub>	8.0	mm/h
Släntlutning övre, 1:z <sub>2</sub>	z <sub>2</sub>	0	
Släntlutning undre, 1:z <sub>1</sub>	z <sub>1</sub>	0	
Anläggningens längd	L	0	m
Är marken förorenad?		Nej	
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?		Nej	

### 4.2 Utdata

Anläggningens yta	A <sub>sf</sub>	1400	m <sup>2</sup>
Exfiltrationsyta	A <sub>exf</sub>	0	m <sup>2</sup>
Totalt anläggningsdjup exkl. underbyggnad	H <sub>tot2</sub>	750	mm
Dimensionerande erforderlig utjämningsvolym	V <sub>d3</sub> +V <sub>d4</sub>	14	m <sup>3</sup>
Dim. varaktighet vid dim. V <sub>d</sub>	t <sub>r2</sub>	10	min
Totalt tillgänglig (effektiv) volym	V <sub>eff</sub>	270	m <sup>3</sup>
Total anläggningsvolym	V <sub>tot</sub>	1000	m <sup>3</sup>
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	rd	59	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	td, max	0.66	h
Dimensionerande uppehållstid vid medelavrinning.	td, mean	54	h
Utflojde genom exfiltration ner mot grundvattnet	Q <sub>out,exf</sub>	0	l/s
Andel som exfiltrationsutflojdet ger av den totala årliga avrinningsvolymen		0	%
Är anläggningen tillräckligt stor avseende flödesutjämning?		Ja	
Behövs tätning runt anläggningen?		Nej	



**Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)**

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	85	70	95	60	85	88	72	59
SD	84	64	18	52	18	8.4	196	53
Absolut osäkerhet (+/-)	26	21	29	18	26	26	22	18
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	35	89	71	95	66			
SD	nd	50	14	nd	nd			
Absolut osäkerhet (+/-)	10	27	21	28	20			

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.	Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)	Max reningseffekt
Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet
	Medel säkerhet
	Låg säkerhet

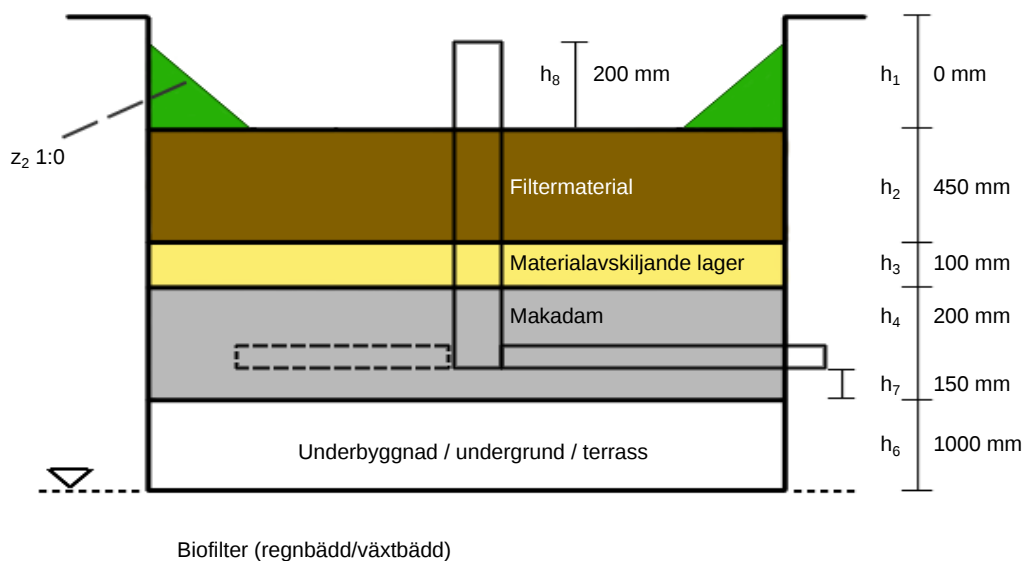
**Föroreningshalter (ug/l) (dagvatten+basflöde) efter rening**

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	C <sub>re</sub>	25	400	0.13	3.7	3.9	0.072	1.00	1.5
Riktvärde	C <sub>cr,sw</sub>	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15
Absolut osäkerhet (+/-)	C <sub>re</sub>	10	160	0.055	1.5	1.6	0.030	0.41	0.62
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Beräkning	C <sub>re</sub>	0.0030	3000	25	0.023	0.0029			
Riktvärde	C <sub>cr,sw</sub>	0.030	40000	400		0.030			
Absolut osäkerhet (+/-)	C <sub>re</sub>	0.0012	1200	10	0.0095	0.0012			

**Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) efter rening**

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Föroreningsbelastning	L <sub>out</sub>	0.081	1.3	0.00043	0.012	0.013	0.00023	0.0033	0.0049
Avskiljd mängd		0.46	3.0	0.0082	0.018	0.073	0.0017	0.0083	0.0069
Absolut osäkerhet (+/-)	L <sub>out</sub>	0.035	0.54	0.00019	0.0051	0.0054	0.00010	0.0014	0.0021
Föroreningsbelastning till grundvatten	L <sub>out,gw</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
Föroreningsbelastning till dagvatten	L <sub>out,sw</sub>	0.081	1.3	0.00043	0.012	0.013	0.00023	0.0033	0.0049
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Föroreningsbelastning	L <sub>out</sub>	0.0000098	9.8	0.081	0.000075	0.0000094			
Avskiljd mängd		0.0000052	76	0.20	0.0013	0.000018			
Absolut osäkerhet (+/-)	L <sub>out</sub>	0.0000042	4.1	0.035	0.000032	0.0000040			
Föroreningsbelastning till grundvatten	L <sub>out,gw</sub>	0	0	0	0	0			
Föroreningsbelastning till dagvatten	L <sub>out,sw</sub>	0.0000098	9.8	0.081	0.000075	0.0000094			







## 5. Recipient

### 5.1 Indata

#### Avrinningsområde

	Avrinningsarea	Grundvattenarea
	ha	ha
Villaområde	147.70	147.70
Radhusområde	5.70	5.70
Flerfamiljshusområde	1.30	1.30
Skogsmark	148.00	148.00
Ängsmark	3.00	3.00
Våtmark	8.80	8.80
Totalt exkl. recipient	310	310
Totalt exkl. recipient, endast urbana areor *	150	-
Totalt inkl. recipient	350	350
Urbant reducerad avrinningsyta *	39	-

(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning	0.20
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.25

\* Specifikt värde för de urbana (antropogent påverkade) areorna som exkluderar naturmark såsom skogsmark, ängsmark och våtmark etc.

#### Recipient

Typ av recipient	Sjöar		
Recipientens vattenyta	$A_{rec}$	32.20	ha
Recipientens vattenvolym	$V_{rec}$	640000	m <sup>3</sup>



## 5.2 Utdata

### Föroreningshalter i recipient (ug/l)

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

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning/mätdata	C <sub>rec</sub>	53	730	0.47	1.7	3.6	0.025	0.52	3.1
Halt efter rening	C <sub>rec,after</sub>	53	730	0.47	1.7	3.6	0.025	0.52	3.1
Riktvärde	C <sub>cr,rec</sub>			1.2 <sup>bio</sup>	0.50 <sup>bio</sup>	5.5 <sup>bio</sup>	0.080 <sup>diss</sup>	3.4 <sup>diss</sup>	4.0 <sup>bio</sup>
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Beräkning/mätdata	C <sub>rec</sub>	0.0020	2200	0.31	0.10	0.021			
Halt efter rening	C <sub>rec,after</sub>	0.0020	2100	0.31	0.10	0.021			
Riktvärde	C <sub>cr,rec</sub>					0.00017			

Egen indata/uppmätt halt C <sub>rec</sub>	diss (löst fraktion), bio (biotillgänglig fraktion)
---	---



### Föroreningsmängder till recipient (kg/år)

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
Total belastning	L <sub>in</sub>	74	920	4.1	8.3	31	0.19
Acceptabel belastning	L <sub>acc</sub>	nd	nd	11	2.4	48	0.61
Reningsbehov	Δ L	nd	nd	0	5.9	0	0
Avskiljd mängd	Δ L1	0.46	3.0	0.0082	0.018	0.073	0.0017
Återstående reningsbehov	Δ L2	nd	nd	0	5.9	0	0
		Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16
Total belastning	L <sub>in</sub>	2.3	3.2	0.011	19000	150	0.19
Acceptabel belastning	L <sub>acc</sub>	15	4.1	nd	nd	nd	nd
Reningsbehov	Δ L	0	0	nd	nd	nd	nd
Avskiljd mängd	Δ L1	0.0083	0.0069	0.0000052	76	0.20	0.0013
Återstående reningsbehov	Δ L2	0	0	nd	nd	nd	nd
		BaP					
Total belastning	L <sub>in</sub>	0.016					
Acceptabel belastning	L <sub>acc</sub>	0.00013					
Reningsbehov	Δ L	0.016					
Avskiljd mängd	Δ L1	0.000018					
Återstående reningsbehov	Δ L2	0.016					

### Acceptabel belastning per hektar i recipientens tillrinningsområde.

Används för att beräkna (plan)områdets acceptabla belastning (kg/år) som presenteras i delmodell Föroreningstransport.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
Lacc,area,calc (kg/ha/år)	0	0	0.034	0.0076	0.15	0.0019
	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16
Lacc,area,calc (kg/ha/år)	0.048	0.013	0	0	0	0
	BaP					
Lacc,area,calc (kg/ha/år)	0.00000042					





### Massbalans (kg/år)

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Belastning dagvatten	L	54	430	3.5	6.1	22	0.16	2.0	2.4
Belastning atmosfärisk deposition	L <sub>a</sub>	6.6	230	0.29	0.47	1.7	0.018	0.086	0.12
Belastning basflöde	L <sub>b</sub>	14	270	0.37	1.8	6.8	0.014	0.21	0.69
Belastning utflöde från recipienten	L <sub>out</sub>	42	580	0.37	1.4	2.8	0.020	0.41	2.5
Punktflöde från tex. andra sjöar, industriella utsläpp etc.	L <sub>point</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
Nettobelastning till (+) / från (-) sedimenten	L <sub>netsed</sub>	32	340	3.8	7.0	28	0.17	1.9	0.74
		Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Belastning dagvatten	L	0.0053	16000	130	0.17	0.014			
Belastning atmosfärisk deposition	L <sub>a</sub>	0.0035	0	0	0.014	0.00072			
Belastning basflöde	L <sub>b</sub>	0.0019	2300	26	0.011	0.0017			
Belastning utflöde från recipienten	L <sub>out</sub>	0.0016	1700	0.24	0.081	0.017			
Punktflöde från tex. andra sjöar, industriella utsläpp etc.	L <sub>point</sub>	0	0	0	0	0			
Nettobelastning till (+) / från (-) sedimenten	L <sub>netsed</sub>	0.0091	17000	150	0.11	-0.00027			

### Vattenbalans

Utflöde från recipient	Q <sub>out</sub>	790000	m <sup>3</sup> /år
Totalt inflöde till recipient	Q <sub>in</sub>	980000	m <sup>3</sup> /år
Dagvattenflöde	Q	400000	m <sup>3</sup> /år
Basflöde	Q <sub>b</sub>	370000	m <sup>3</sup> /år
Atmosfärisk flöde	Q <sub>a</sub>	200000	m <sup>3</sup> /år
Avdunstning från recipienten	Q <sub>e</sub>	190000	m <sup>3</sup> /år
Punktflöde från tex. andra sjöar, industriella belastningar etc.	Q <sub>point</sub>	0	m <sup>3</sup> /år