


# Dagvattenutredning

## Hemsystem 1

GRAP 21148

Geosigma AB

2021-09-06

Uppdragsnummer 606262	Grap nr 21148	Datum 2021-09-06	Antal sidor 36	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Jonas Olofsson		Beställares referens My Ekman		Beställares ref nr
Beställare Tengbom				
Rubrik Dagvattenutredning				
Underrubrik Hemsystem 1				
Författad av L. de Jonge				Datum 2021-09-06
Granskad av Jonas Olofsson				Datum 2021-09-06
<b>GEOSIGMA AB</b> <a href="http://www.geosigma.se">www.geosigma.se</a> <a href="mailto:info@geosigma.se">info@geosigma.se</a> Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Göteborg</b> St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

## Sammanfattning

Geosigma AB har utrett hur dagvatten kan hanteras inom kvarteret Hemsystern 1 där det planeras en skolbyggnad. Aktuellt utredningsområdet omfattar cirka 1,7 ha och utgörs i dagsläget av en blandning av hårdgjorda ytor, naturmark och en byggnad. Planerad exploatering innebär att den befintliga bygganden kommer att rivas och att en ny skolbyggnad kommer byggas. Längs med den nya byggnaden planeras det för en skolgård med bland annat lekplatser, gräsytor, trädäck och växtbäddar.

Planerad exploatering resulterar i en ökad andel hårdgjord yta vilket medför en ökad flödesbelastning samt föroreningsbelastning om åtgärder ej vidtas. Enligt Stockholm Stads åtgärdsnivån bör dock 20 mm nederbörd omhändertas inom aktuellt utredningsområdet vilket motsvarar en effektiv utjämningsvolym på cirka 164 m<sup>3</sup>.

En sådan volym kan uppnås genom en kombination av dagvattenåtgärder:

- I områdets norra del kan två mindre svackdiken anläggas längs med fastighetsgränsen. Kapaciteten ska vara cirka 35,8 m<sup>3</sup> i det nordvästra svackdiket och cirka 9,9 m<sup>3</sup> i det nordöstra svackdiket.
- Växtbäddar kan utformas med filtrerande jordlager på cirka 500 mm och en porositet på cirka 33%. Översvämningsdjup ska vara cirka cirka 5 cm. Enligt senaste situationsplan har de planerade växtbäddar en areal på cirka 462 m<sup>2</sup>. Det innebär att cirka 100 m<sup>3</sup> dagvatten kan omhändertas i dessa växtbäddar.
- I områdets sydvästra del kan ett underjordiskt magasin anläggas för att omhänderta det övriga dagvattnet. Kapaciteten i magasinet behöver vara cirka 40m<sup>3</sup>.

Föreslagna dagvattenlösningar resulterar i att flödesbelastning vid ett 10-års regn *exklusive* klimatfaktor kommer att minska med cirka 50%. För ett 10-års regn *med* klimatfaktor 1,25 beräknas flödesbelastningen minska med cirka 40 %.

## Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	<b>2</b>
<b>1 Uppdraget</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Bakgrund</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Syfte</b>	<b>5</b>
<b>2 Underlag</b>	<b>6</b>
<b>3 Riktlinjer för dagvattenhantering</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Dagvattenstrategi</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Åtgärdsnivå</b>	<b>6</b>
<b>4 Områdesbeskrivning</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Recipientbeskrivning</b>	<b>7</b>
4.1.1 Recipient och statusklassning - ytvatten	7
4.1.2 Lokalt åtgärdsprogram Magelungen	8
4.1.3 Recipient – dagvatten	8
<b>4.2 Markförutsättningar</b>	<b>10</b>
4.2.1 Topografiska förhållande och lågpunkter	10
4.2.2 Geotekniska förhållande	10
4.2.3 Grundvatten	12
<b>4.3 Befintlig och planerad markanvändning</b>	<b>12</b>
4.3.1 Befintlig markanvändning	12
4.3.2 Planerad markanvändning	14
<b>5 Avrinningsområden och avvattningsvägar</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Avvattningsvägar</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Tekniska avrinningsområden</b>	<b>16</b>
<b>6 Dagvattenflöde och fördröjningsbehov</b>	<b>17</b>
<b>6.1 Areor</b>	<b>17</b>
<b>6.2 Flödesberäkningar</b>	<b>18</b>
6.2.1 Befintliga dagvattenflöden	18
6.2.2 Blivande dagvattenflöde	18
6.2.3 Blivande dagvattenflöden med planerad markanvändning	19
<b>6.3 Utjämningsvolym</b>	<b>19</b>
<b>7 Föroreningsberäkning</b>	<b>20</b>
<b>7.1 Indata</b>	<b>20</b>
<b>7.2 Reningsåtgärder</b>	<b>20</b>
<b>7.3 Föroreningshalter och årsmedelsmängder</b>	<b>21</b>
<b>8 Översvämningsrisker</b>	<b>22</b>
<b>9 Förslag på dagvattenhantering</b>	<b>23</b>

---

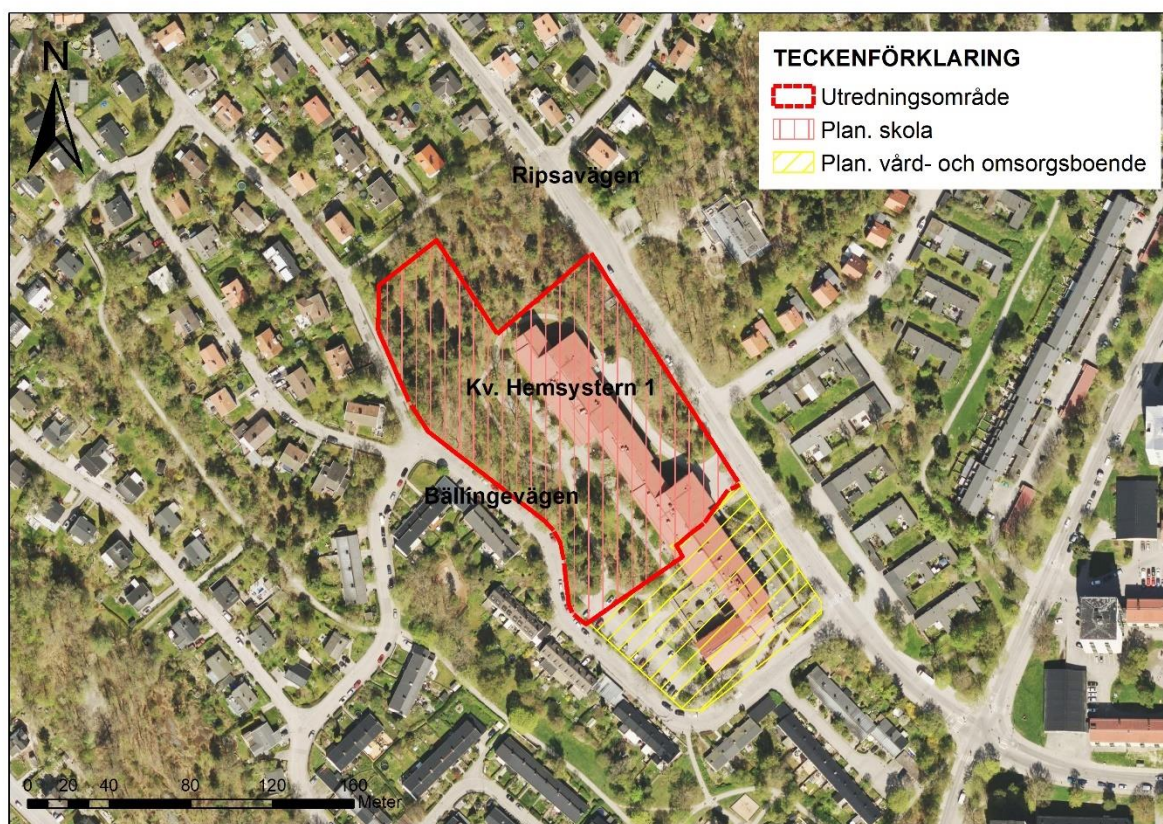
<b>9.1</b>	<b>Generella rekommendationer</b>	<b>23</b>
<b>9.2</b>	<b>Principlösningar för dagvattenhantering</b>	<b>23</b>
9.2.1	Gröna tak	23
9.2.2	Växtbäddar/Regnbäddar	23
9.2.3	Infiltration i grönytor	24
9.2.4	Dagvattenrännor	24
<b>9.3</b>	<b>Lösningförslag</b>	<b>24</b>
9.3.1	Svackdike	26
9.3.2	Växtbäddar	26
9.3.3	Underjordiskt dagvattenmagasin	26
<b>9.4</b>	<b>Vidare utredningar</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Hantering av Skyfall</b>	<b>28</b>
<b>11</b>	<b>Helhetsbild på dagvattenhantering</b>	<b>29</b>
11.1	Effekt på dagvattenflöde	30
11.2	Effekt på recipient	30
<b>12</b>	<b>Slutsats</b>	<b>32</b>
<b>13</b>	<b>Referenser</b>	<b>33</b>
<b>Bilaga 1 Beräkningsmetodik</b>		

# 1 Uppdraget

## 1.1 Bakgrund

Inom fastigheten hemsystem 1 som är belägen i stadsdelen Högdalen i södra Stockholm planeras det för en fortsatt utveckling. Enligt förslaget ska de befintliga byggnaderna rivas och ersättas med en skola inom fastighetens norra del och ett vård- och omsorgsboende inom fastighetens södra del.

I samband med planerad utveckling har Tengbom tagit fram en landskapsplan för skolgården. I samband med detta har Geosigma AB utrett hur dagvattnet på skolgården kan omhändertas. Det innebär att utredningsområdet endast omfattar skolgården som planeras inom fastighetens norra del. Det illustreras i Figur 1-1.



Figur 1-1. Aktuellt utredningsområde för föreliggande dagvattenutredning.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna dagvattenutredning är att utreda lämpliga lösningar för hantering av dagvatten på skolgården.

I utredning ingår att:

- Beräkna dagvattenflödet för både den befintliga och den blivande situationen.
- Beräkna föroreningsgrad för både den befintliga och den blivande situationen.
- Ta fram ett principförslag till hållbar dagvattenhantering inom utredningsområdet.
- Bedöma översvämningsrisker med identifiering av viktiga sekundära avrinningsvägar.

## 2 Underlag

De huvudsakliga bakgrundsmaterialen och data som har använts för att genomföra denna föreliggande dagvattenutredning är bland annat:

- Jordartskarta, jorddjupskarta från SGU (2021)
- Baskarta över området (erhållen från beställare, SisAB).
- Ortofoto från Stockholms Stads öppna dataportalen
- Underlag för vattenförekomster i VISS
- Stockholm Stads Checklista till dagvattenutredning för planprogram och detaljplan
- Stockholm Stads Åtgärdsnivå för dagvattenhantering vid ny- och större ombyggnation, version 1.1.
- Landskapsplan, L-30-1-001 (erhållen från Tengbom, 2021-04-27).

## 3 Riktlinjer för dagvattenhantering

### 3.1 Dagvattenstrategi

Stockholm stads dagvattenstrategi antogs av kommunalfullmäktige den 9 mars år 2015. Syftet med strategin är att utveckla stadens dagvattenhantering mot en mer hållbar riktning (Stockholm stad, 2015a). Det innebär att dagvattenhantering bör ta hänsyn till både vattenkvalitet och vattenkvantitet samt utmaningen som uppstår genom klimatförändringar i en allt tätare stad lyfts fram.

Målet för hållbar dagvattenhantering kan således beskrivas med 4 övergripande riktlinjer (Stockholm Stad, 2015a):

1. Dagvattenhantering ska bidra till en förbättrad vattenkvalitet av stadens yt- och grundvattenkvalitet så att god status eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås i stadens samtliga vattenområden.
2. Dagvattenhantering ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och höjda vattennivåer i sjöar, kustvatten och vattendrag.
3. Dagvatten är en del av vattnets kretslopp i staden och ska återanvändas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
4. För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver frågan beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden parallellt med en systematisk åtgärdsplanering. En viktig förutsättning är samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning mellan stadens förvaltning och bolag.

### 3.2 Åtgärdsnivå

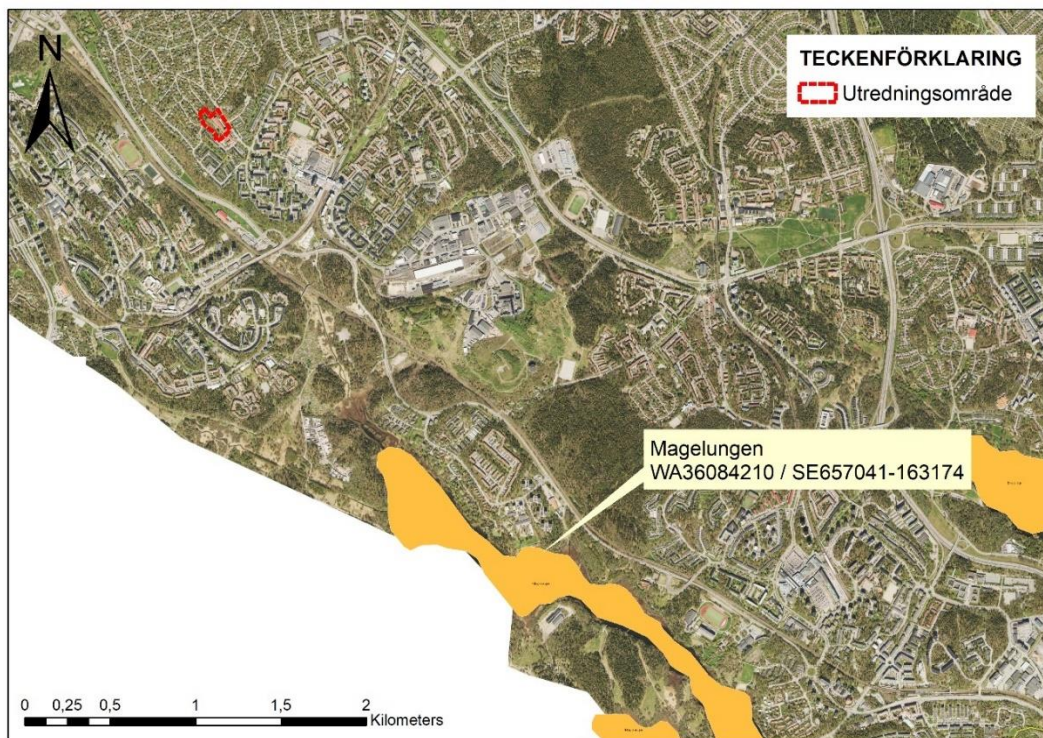
Enligt Stockholm Stads (2016) åtgärdsnivå för dagvattenhantering ska 20 mm nederbörd omhändertas inom kvartermarken. Detta motsvarar att cirka 90% av årsnederbörden omhändertas och renas innan vidare transport till recipient.

## 4 Områdesbeskrivning

### 4.1 Recipientbeskrivning

#### 4.1.1 Recipient och statusklassning - ytvatten

Dagvattnet från aktuellt utredningsområde som inte samlas i dagvattenledningar avrinner söderut mot Magelungen som är cirka 2,45 km<sup>2</sup> stor och ingår i Tyresåns huvudavrinningsområde, se Figur 4-1.



**Figur 4-1. Recipient: Magelungen.**

I dagsläget har den ekologiska statusen för Magelungen klassats som otillfredsställande och den utslagsgivande miljökonsekvenstypen vid bedömningen av den ekologiska statusen har varit övergödning. Den kemiska statusen har klassificerats som "uppnår ej god" kemisk status på grund av överskrivande halter av koppar och icke-dioxinlika PCB:er. En sammanfattning återges i Tabell 4-1.

**Tabell 4-1. Ekologisk och kemisk status för Magelungen (WA36084210 / SE657041-163174).**

	Bedömning	Kvalitetskrav år 2027
<b>Ekologisk status</b>	Otillfredsställande	God ekologisk status
<b>Kemisk status</b>	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus



#### 4.1.2 Lokalt åtgärdsprogram Magelungen

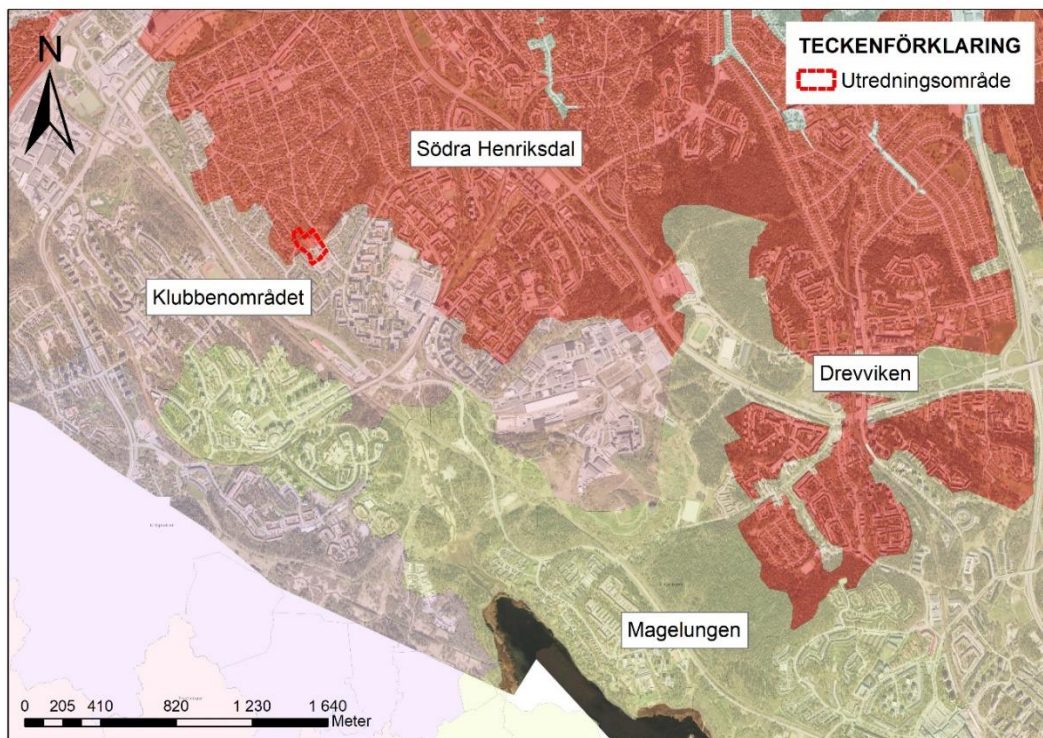
Målet för Magelungen är att uppnå god ekologiskt samt god kemisk ytvattenstatus år 2027. För att nå dessa miljö kvalitetsnormer har ett lokalt åtgärdsprogram tagits fram (Stockholm Stad mm, 2020). Åtgärder som behöver genomföras omfattar bland annat:

- Fosforfällning Magelungen: Sedimentens fosforbindande förmåga ska ökas genom sedimentbehandling med polyaluminiumklorid (PAX). Utöver det behöver fosforbelastningen minska.
- Tillsynsåtgärder i syftet med att klargöra hur och om dagvattnet hanteras vid miljöfarliga verksamheter, industriområden, potentiellt förorenande områden, större vägar och parkeringen, båtklubbar, enskilda avlopp, skötsel av befintliga dagvattenanläggningar och länshållningsvatten.
- Drift och underhåll där åtgärder behövs för att motverka förorening av dagvatten på längre sikt. Det innebär att till exempel förbättra drift- och underhåll av allmän platsmark, minska överläckage av spillvatten till dagvattenledningar och minska mängder dagvatten i spillvattennätet.
- Ombyggnad av kommunal gatu- och bebyggelseytor för lokalt omhändertagande av dagvatten i befintlig miljö.
- Omledning av dagvatten till Fagersjöviken för att återställa det naturliga tillrinningsområdet.
- Framtagande av skötselplan för Magelungen och Forsån.
- Förbättra Forsåns strukturer och strömförhållanden.
- Platsspecifika åtgärder i Huddinge och Stockholm Stad.

#### 4.1.3 Recipient – dagvatten

I närheten av aktuellt utredningsområdet förekommer sannolikt dagvattenledningar som samlar dagvattnet och transporterar det nedströms. Det medför att det dagvattnet som samlas i de ledningarna inte leds mot Magelungen men att aktuellt utredningsområdet ingår i de tekniska avrinningsområdena Södra Henriksdal och Klubbenområdet. Det återges i Figur 4-2.

Dagvattnet inom det tekniska avrinningsområdet 'Södra Henriksdal' leds mot ett reningsverk medan recipient för dagvattnet inom det tekniska avrinningsområdet 'Klubbenområdet är Mälaren-Fiskarfjärden (WA96064999/SE657865-161900). I dagsläget har den ekologiska statusen för Mälaren-Fiskarfjärden klassats som måttlig och den utslagsgivande miljökonsekvenstyp vid bedömningen av den ekologiska statusen har varit förekomst av miljögifter.



**Figur 4-2. Avrinningsområden för dagvatten.**

Den kemiska statusen klassificeras uppnås ej god kemisk status på grund av överskrivande halter av koppar och icke-dioxinlika PCB:en. Mindre stränga krav gäller för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter. En sammanfattning ges i tabell 4-2.

**Tabell 4-2. Ekologisk och kemisk status för Mälaren-Fiskarfjärden (WA96064999/SE657865-161900).**

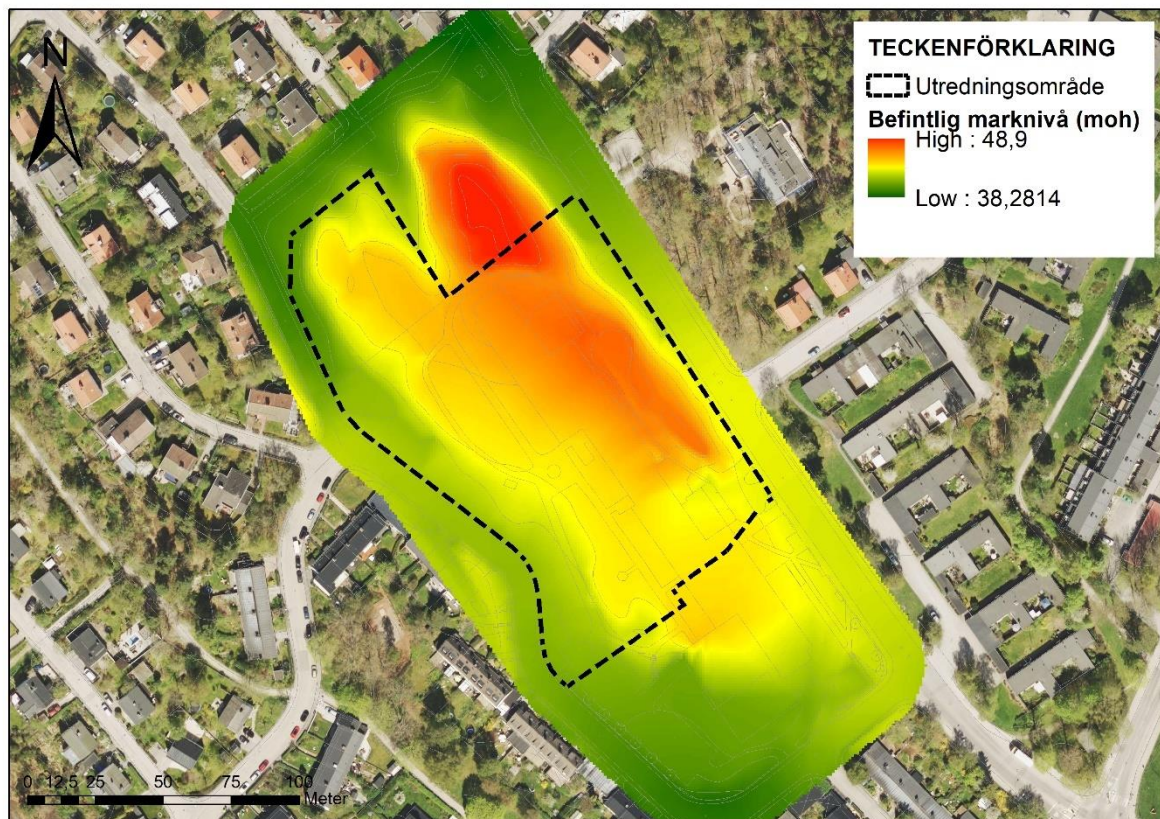
	Bedömning	Kvalitetskrav år 2027
<b>Ekologisk status</b>	Otillfredsställande	God ekologisk status
<b>Kemisk status</b>	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus

Dagvattnet från aktuellt utredningsområdet ska först omhändertas inom fastigheten och leds därefter mot de befintliga dagvattenledningar som ligger i de närliggande gatorna. Det bör noteras att det i dagsläget är okänd till vilken dagvattenledning anslutning kommer ske. Därför är det okänd om utredningsområdet ingår i det tekniska avrinningsområdet 'Södra Hendriksdal' eller 'Klubbenområdet'. Det behöver klargöras i samband med fortsatt projektering.

## 4.2 Markförutsättningar

### 4.2.1 Topografiska förhållande och lågpunkter

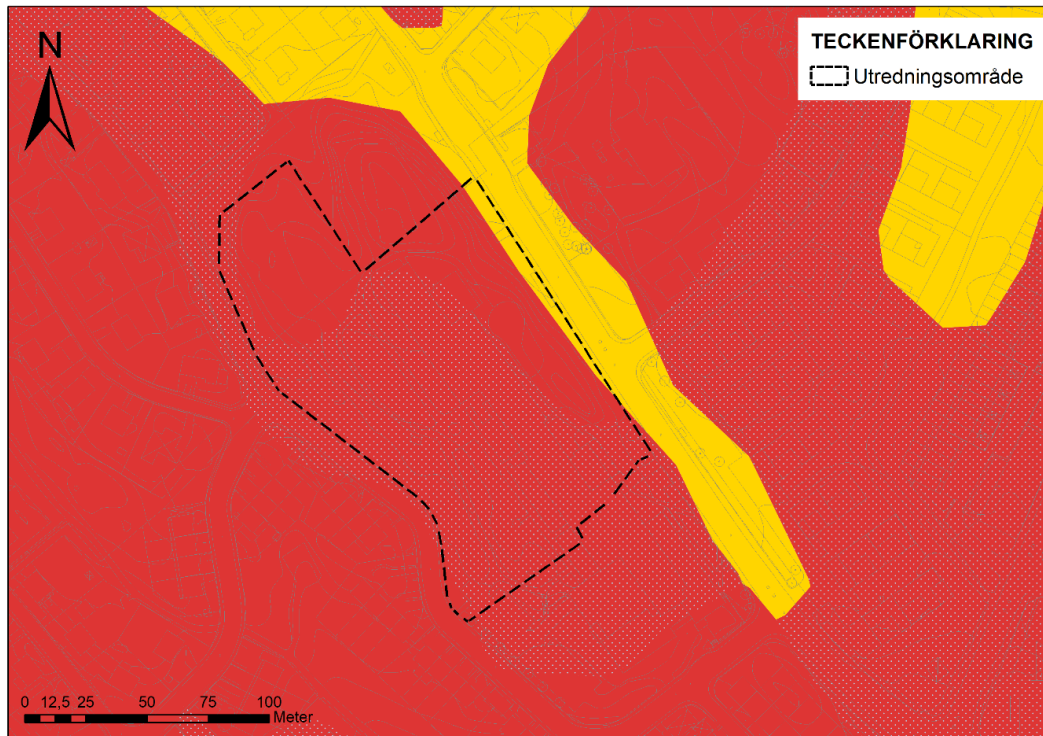
Befintliga marknivåer inom utredningsområdet varierar mellan cirka + 42 och + 47 möh (RH2000). Högsta punkt förekommer i utredningsområdets norra del och lågpunkten i områdets södra del. Det innebär att huvudavrinningsriktning sker i nord-sydlig riktning. En översikt återges i Figur 4-3.



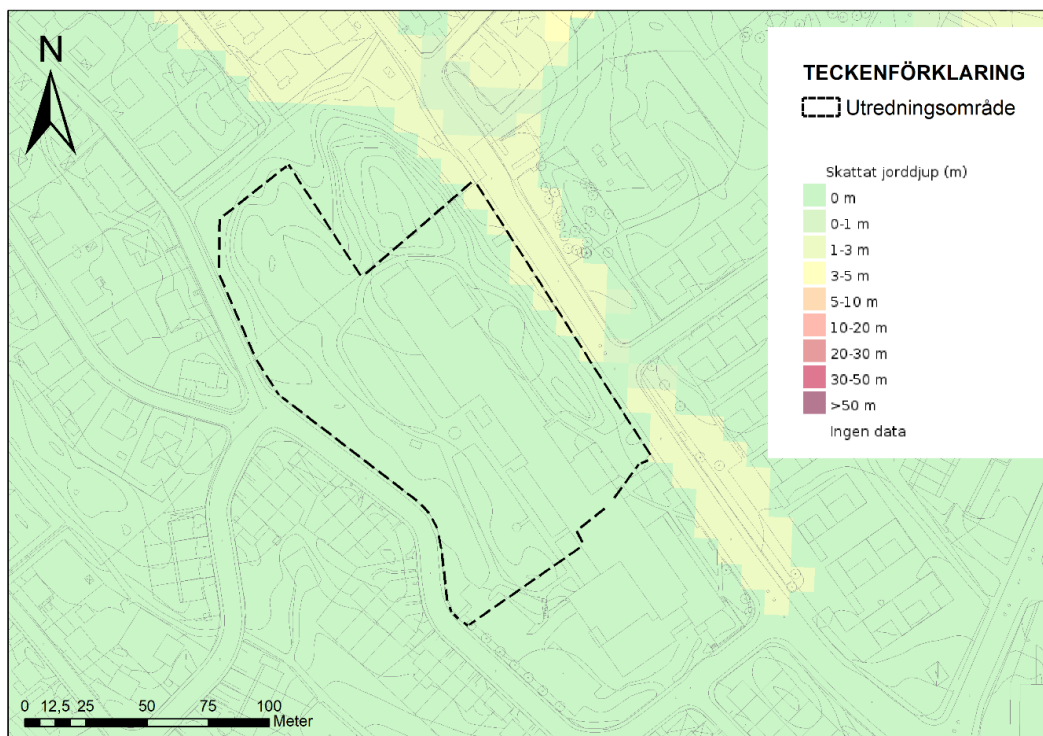
Figur 4-3. Topografiska förhållanden inom utredningsområdet.

### 4.2.2 Geotekniska förhållande

Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU; 2021) så utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet i huvudsak av berg med ett tunt lager av moränsand ovanpå (se figur 4-4) och estimerat djup till berg är endast 0 till 1 m (se figur 4-5). Enligt SGU så bedöms markytans genomsläpplighet (SGU, 2021) inom planområdet huvudsakligen som medelhög.



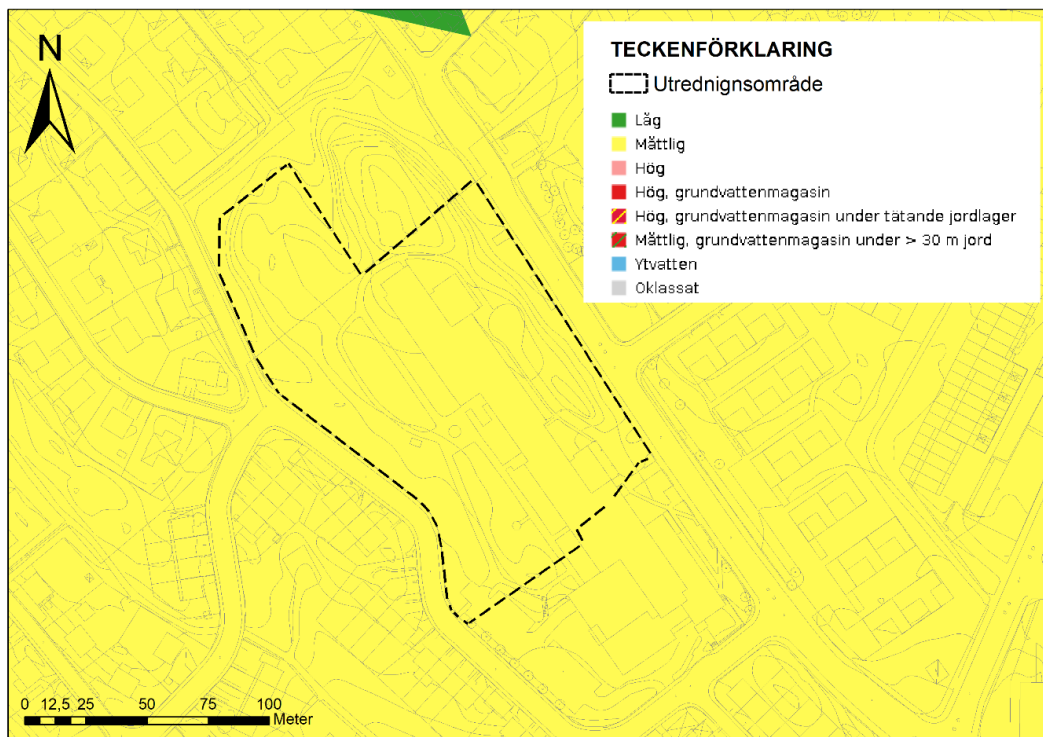
Figur 4-4. Förekomst av jordarter inom kv. Hemsystern 1. Data har erhållits från SGU (2021). Gulmarkerade områden består av glacial lera. Rödmarkerade områden består av berg. Rödmarkerade områden med vita prickar består av ytlager av tunt eller sammanhängande lager av morän ovanpå berg.



Figur 4-5. Estimerat jorddjup till berg. Data har erhållits från SGU (2021).

### 4.2.3 Grundvatten

Enligt SGU (2021) så klassificeras grundvattnets sårbarhet inom planområdet i huvudsak som måttlig (Figur 4-7). En måttlig sårbarhet hos grundvattnet innebär en föreliggande risk för att föroreningar som infiltrerar i markytan når grundvattnet och sprids till närliggande vattenbrunnar.



Figur 4-6. Grundvattens sårbarhet. Data har erhållits från SGU (2021).

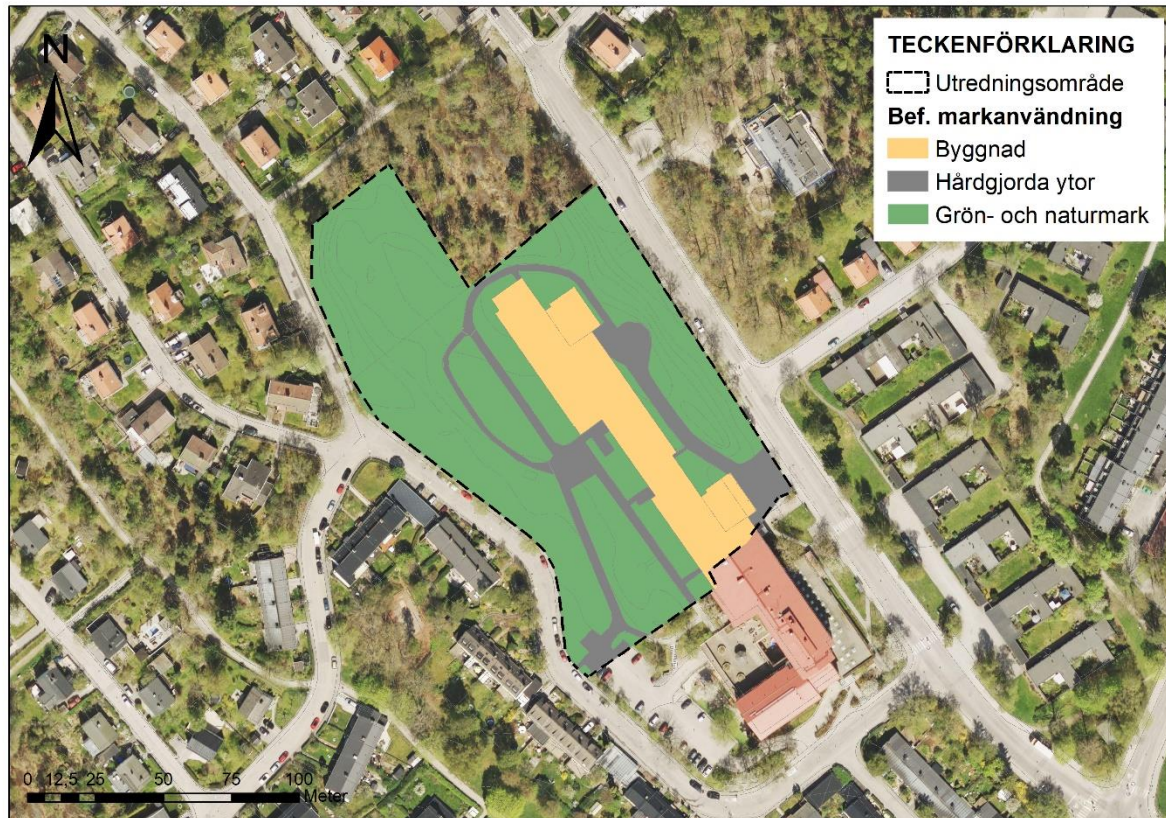
## 4.3 Befintlig och planerad markanvändning

### 4.3.1 Befintlig markanvändning

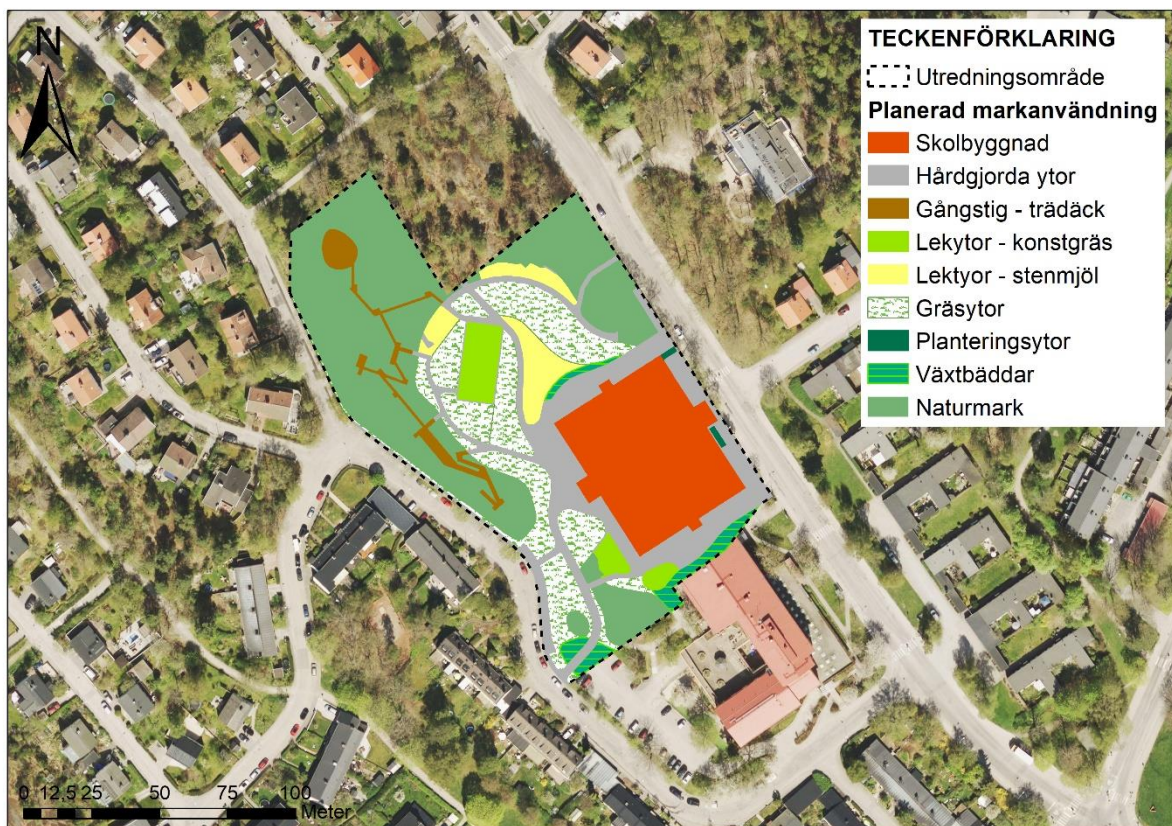
Befintlig markanvändning utgörs av naturmark, asfaltytor och en byggnad. Det återges i Figur 4-8. Areor för respektive markanvändningsklass återges i Tabell 4-1.

Tabell 4-3. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

Befintlig markanvändning	Area (ha)	Andel (%)
Byggnad	0,278	17%
Hårdgjorda ytor	0,239	14%
Naturmark (berg)	1,154	69%
<b>Summa</b>	<b>1,671</b>	<b>100%</b>



Figur 4-7. Befintlig markanvändning.



Figur 4-8. Planerad markanvändning.

### 4.3.2 Planerad markanvändning

I samband med fortsatt utveckling ska den befintliga byggnaden rivas och det planeras för en ny skola med skolgård. Skolgården ska utgöras av främst naturmark, fotbollsplan, lektytor och grön- samt gräsytor. Det återges i Figur 4-8. Areor återges i Tabell 4-4.

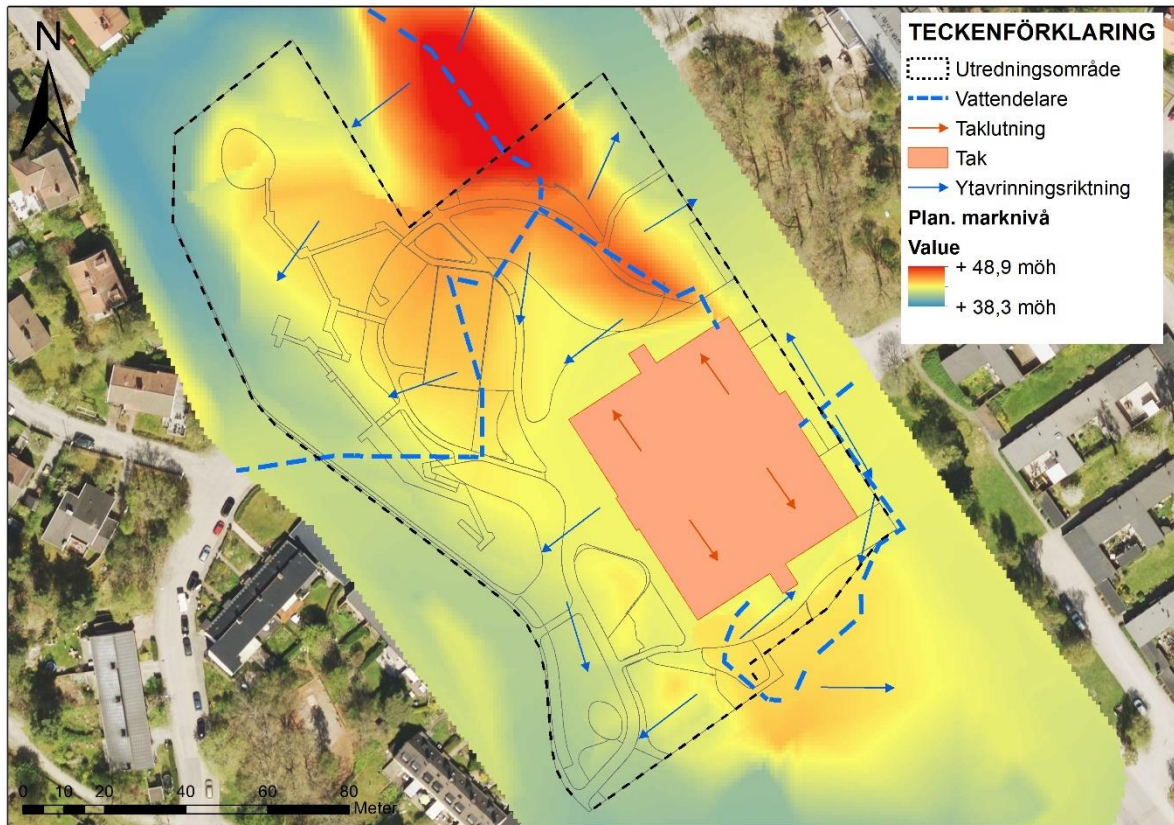
**Tabell 4-4. Planerad markanvändning.**

Planerad markanvändning	Area (ha)	Andel (%)
Byggnad	0,285	17%
Hårdgjorda ytor	0,287	17%
Gångstig - Trädäck	0,049	3%
Lektytor - konstgräs	0,061	4%
Lektytor - Stenmjöl	0,071	4%
Gräsytor	0,293	18%
Plantering	0,020	1%
Växtbädd	0,025	1%
Naturmark (berg)	0,580	35%
<b>Summa</b>	<b>1,671</b>	<b>100%</b>

## 5 Avrinningsområden och avvattningsvägar

### 5.1 Avvattningsvägar

Med hänsyn till planerad höjdsättning har avvattningsvägar utretts. Det planeras för flera höjdpunkter samt växtbäddar i vissa lägre punkter. Det resulterar i att dagvattnet avvattnas mot dessa växtbäddar eller mot närliggande gator. En översikt dessa avvattningsvägar framgår av Figur 5-1

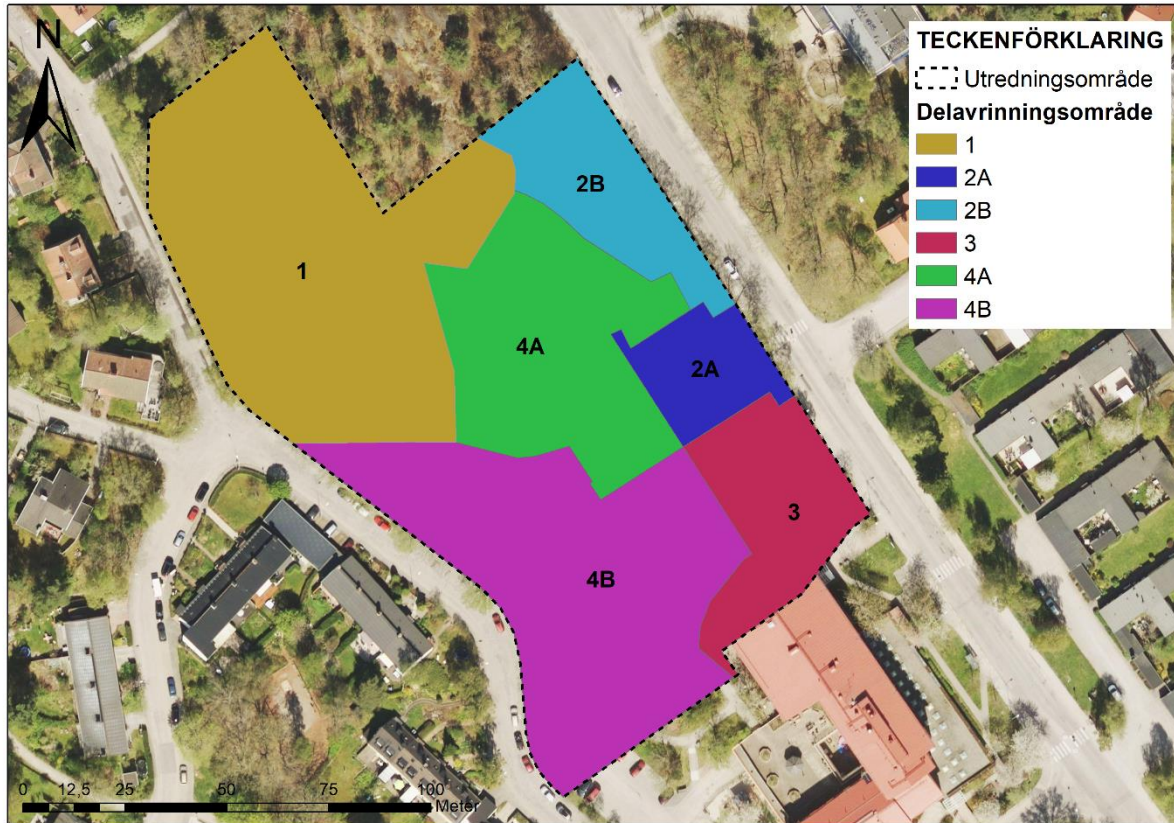


Figur 5-1. Avvattningsvägar inom utredningsområde.



## 5.2 Tekniska avrinningsområden

Med hänsyn till de topografiska förhållanden samt föreslagen dagvattenhantering har aktuellt utredningsområde delats upp i flera mindre delavrinningsområden. Indelningen framgår av Figur 5-2.



Figur 5-2. Delavrinningsområden inom utredningsområde.

## 6 Dagvattenflöde och fördröjningsbehov

Flödesberäkningar har gjorts för ett regn med återkomsttid 10 år med och utan klimatfaktor på 1,25 samt för ett regn med återkomsttid 30 år. Beräkningar har gjorts enligt den rationella metoden och en sammanfattning ges i Bilaga 1.

### 6.1 Areor

Med hänsyn till de planerade förhållandena har utredningsområdet uppdelats i flera mindre delavrinningsområden (se Figur 5-2). I tabellerna nedan återges, för respektive avrinningsområde, areor för befintlig (tabell 6-1) och planerad markanvändning (tabell 6-2) samt reducerad area.

Tabell 6-1. Befintlig markanvändning

Markanvändning	$\varphi$	ARO 1	ARO 2A	ARO 2B	ARO 3	ARO 4A	ARO 4B	Summa
Byggnad	0,9	0,018	0,002	0,000	0,052	0,157	0,049	0,278
Hårdgjorda ytor	0,8	0,033	0,015	0,006	0,047	0,049	0,089	0,239
Naturmark (berg)	0,3	0,494	0,068	0,136	0,054	0,082	0,320	1,154
<b>Summa (ha)</b>		<b>0,545</b>	<b>0,085</b>	<b>0,142</b>	<b>0,153</b>	<b>0,288</b>	<b>0,458</b>	<b>1,671</b>
<b>Summa red. Area (ha<sub>red</sub>)</b>		<b>0,191</b>	<b>0,034</b>	<b>0,046</b>	<b>0,101</b>	<b>0,205</b>	<b>0,211</b>	<b>0,788</b>

Tabell 6-2. Planerad markanvändning.

Markanvändning	$\varphi$	ARO 1	ARO 2A	ARO 2B	ARO 3	ARO 4A	ARO 4B	Summa
Byggnad	0,9	0,000	0,068	0,000	0,075	0,064	0,077	0,285
Hårdgjorda ytor	0,8	0,029	0,015	0,015	0,053	0,074	0,101	0,287
Gångstig - Trädäck	0,5	0,037	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,049
Lekytter - konstgräs	0,8	0,026	0,000	0,000	0,005	0,013	0,017	0,061
Lekytter - Stenmjöl	0,2	0,024	0,000	0,008	0,000	0,039	0,000	0,071
Gräsytor	0,1	<b>0,084</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,090</b>	<b>0,119</b>	<b>0,293</b>
Plantering	0,1	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,016	0,020
Växtbädd	1	0,000	0,000	0,000	0,018	0,007	0,000	0,025
Naturmark (berg)	0,3	0,346	0,000	0,119	0,000	0,000	0,116	0,580
<b>Summa (ha)</b>		<b>0,545</b>	<b>0,085</b>	<b>0,142</b>	<b>0,153</b>	<b>0,288</b>	<b>0,458</b>	<b>1,671</b>
<b>Summa red. Area (ha<sub>red</sub>)</b>		<b>0,179</b>	<b>0,073</b>	<b>0,050</b>	<b>0,132</b>	<b>0,151</b>	<b>0,218</b>	<b>0,804</b>

## 6.2 Flödesberäkningar

### 6.2.1 Befintliga dagvattenflöden

Flödena har beräknats för den befintliga markanvändningen för ett regn med återkomsttid 10 år samt 30 år. Flödesberäkning för ett 10-års regn har gjorts med och utan klimatfaktor. Resultaten redovisas i Tabell 6-3.

Tabell 6-3. Dagvattenflöden för befintlig situation

Delavrinningsområde	Area (ha)	Red. Area (ha <sub>red</sub> )	Flöden (l/s)		
			Å = 10 år	Å = 10 år, kf = 1,25	Å = 30 år, kf = 1,25
1	0,545	0,191	43,5	54,4	78,2
2A	0,085	0,034	7,7	9,6	13,9
2B	0,142	0,046	10,4	13,0	18,7
3	0,153	0,101	23,0	28,7	41,3
4A	0,288	0,205	46,8	58,4	84,1
4B	0,458	0,211	48,2	60,2	86,6
<b>Summa</b>	<b>1,671</b>	<b>0,788</b>	<b>179,6</b>	<b>224,4</b>	<b>322,8</b>

### 6.2.2 Blivande dagvattenflöde

Vid planerad exploatering ökar andelen hårdgjord yta från cirka 0,79 ha<sub>red</sub> till 0,83 ha<sub>red</sub> vilket medför en ökad flödesbelastning. Beräkningar visar att de framtida dagvattenflödena för ett 10-års regn ökar från cirka 180 l/s till cirka 187 l/s och till 230 l/s om det tas hänsyn till klimatpåverkan. Resultaten redovisas i Tabell 6-4.

Tabell 6-4. Dagvattenflöden för den framtida situationen.

Delavrinningsområde	Area (ha)	Red. Area (ha <sub>red</sub> )	Flöden (l/s)		
			Å = 10 år	Å = 10 år, kf = 1,25	Å = 30 år, kf = 1,25
1	0,545	0,179	40,8	50,9	73,3
2A	0,085	0,073	16,7	20,9	30,1
2B	0,142	0,050	11,3	14,1	20,3
3	0,153	0,132	30,2	37,7	54,2
4A	0,288	0,151	34,5	43,1	62,0
4B	0,458	0,218	49,8	62,2	89,5
<b>Summa</b>	<b>1,671</b>	<b>0,804</b>	<b>183,2</b>	<b>229,0</b>	<b>329,4</b>

### 6.2.3 Blivande dagvattenflöden med planerad markanvändning

Vid planerad exploatering och hållbar dagvattenhantering fördröjs dagvattenflödet (inklusive klimatfaktor) till cirka 134 l/s vilket innebär en minskning jämfört med dagens förhållande. I tabell 6-5 återges en översiktlig beräkning.

**Tabell 6-5. Dagvattenflöden för den framtida situationen med hållbar dagvattenhantering. Rinntid för ett 10-års regn är cirka 35 minuter, för ett 10-års regn med klimatfaktor 1,25 är rinntiden cirka 25 minuter och för ett 30-års regn cirka 17 minuter.**

Delavrinningsområde	Area (ha)	Red. Area (ha <sub>red</sub> )	Flöden (l/s)		
			Å = 10 år	Å = 10 år, kf = 1,25	Å = 30 år, kf = 1,25
1	0,545	0,179	18,6	29,2	53,7
2A	0,085	0,073	7,7	12,0	22,1
2B	0,142	0,050	5,2	8,1	14,9
3	0,153	0,132	13,8	21,6	39,8
4A	0,288	0,151	15,8	24,7	45,5
4B	0,458	0,218	22,7	35,7	65,6
<b>Summa</b>	<b>1,671</b>	<b>0,804</b>	<b>83,8</b>	<b>131,3</b>	<b>241,5</b>

### 6.3 Utjämningsvolym

Enligt Stockholm Stads åtgärdsnivå för dagvatten ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna fördröjas under en period på cirka 12 timmar. Det innebär att den dimensionerande utjämningsvolymen som krävs för hela utredningsområdet är cirka 164 m<sup>3</sup>. Nödvändiga volymer för respektive delavrinningsområden presenteras i Tabell 6-6.

**Tabell 6-6. Nödvändig utjämningsvolym.**

Delavrinningsområde	Volym (m <sup>3</sup> )
1	35,8
2A	14,7
2B	9,9
3	26,5
4A	30,3
4B	43,7
<b>Summa</b>	<b>163,7</b>

## 7 Föroreningsberäkning

Vid beräkning av föroreningshalter och -mängder i dagvattnet har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v20.2.2 använts. Beräkningar har utförts för tre scenarier:

1. Befintlig markanvändning
2. Planerad markanvändning utan åtgärder
3. Planerad markanvändning med hållbar dagvattenhantering

### 7.1 Indata

Beräkningar har gjorts för en årsmedelnederbörd på 592 mm. Markanvändningskategorier med tillhörande schablonvärden har använts och en översikt av dessa kategorier återges i tabell 7-1.

Tabell 7-1. Schablonhalter för markanvändningskategorier enligt StormTac v.20.2.2.

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	BaP
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Skogs- och naturmark	89	730	6	8,8	23	0,3	3,5	4,2	0,0075	40 000	0,01
Takytor	170	1200	2,6	7,5	28	0,8	0,4	4,5	0,003	25 000	0,01
GC-bana	85	1800	3,5	23	20	0,3	7	4	0,05	7 400	0,01
Trä	570	6000	34	1200	690	0,42	46	14	0,08	4 000	0,01
Grässytor	160	1100	6	15	28	0,3	2,5	1,3	0,013	47 000	0,01
Blandade grönytor	120	1000	6	12	23	0,27	1,8	1	0,01	43 000	0,01
Grusytor	42	2000	2,2	12	33	0,11	1	0,85	0,019	9 700	0,01
Konstgräs	32	1800	1,7	6	72	0,09	2,2	8,8	0,013	30 000	0,007
Säker											
Osäker											
Mellan											

För markanvändningskategori 'trä' har schablonhalter för 'impregnerat trä' använts vilken medför relativ höga halter för kväve, bly, koppar, zink och krom. Observera att kategorien 'blandade grönytor' avser en kombination av buskar, rabatter och regnbäddar.

De använda schablonhalterna har stora osäkerheter och redovisade resultat bör därför inte tolkas som exakta siffror men som en indikation av de förvänta ändringarna i föroreningshalter och -mängder. Provtagningar behövs för att få insyn i de exakta halterna i dagvattnet.

### 7.2 Reningsåtgärder

En detaljerad beskrivning av lösningsförslaget för dagvattenhantering återges i avsnitt 8. Kort sammanfattat innebär det att dagvatten ska samlas i grönområden där det genomgår rening i växtbäddar. För delavrinningsområde 1A har det antagits att dagvattnet genomgå rening i naturmarken och för delavrinningsområden 2B har det antagits att dagvattnet omhändertas i ett svackdike.

### 7.3 Föroreningshalter och årsmedelsmängder

Föroreningshalterna och årsmedelsmängder återges i tabellerna 5–2 och 5–3. I dagsläget utgörs en del av utredningsområdet av cirka 70% av naturmark. I samband med planerad exploatering kommer andel naturmark minska till cirka 35%. Det medför att det avrinnande dagvatten kommer innehålla högre halter av förorenande ämnen om åtgärder ej vidtas.

Efter att dagvattnet har genomgått rening minskar både årsmedelsmängder och föroreningshalter för samtliga ämnen utom koppar och zink. Det beror i första hand på använda schablonhalter för 'trä' vilken innehåller relativt höga halter för både koppar och zink.

Tabell 7-2- Förväntade årsmedelsmängder för förorenande ämnen.

Ämne		Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad med hållbar dagvattenhantering
Fosfor (P)	kg/år	0,55	0,62	0,45
Kväve (N)	kg/år	6,0	7,2	5,8
Bly (Pb)	kg/år	0,02	0,02	0,01
Koppar (Cu)	kg/år	0,06	0,24	0,18
Zink (Zn)	kg/år	0,12	0,22	0,13
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0022	0,0021	0,0008
Krom (Cr)	kg/år	0,0210	0,0269	0,0190
Nickel (Ni)	kg/år	0,0210	0,0201	0,0099
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00008	0,00010	0,00007
Suspenderat material (SS)	kg/år	130	110	65
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00004	0,00005	0,00003

Tabell 7-3. Förväntade föroreningshalter för förorenande ämnen i dagvatten.

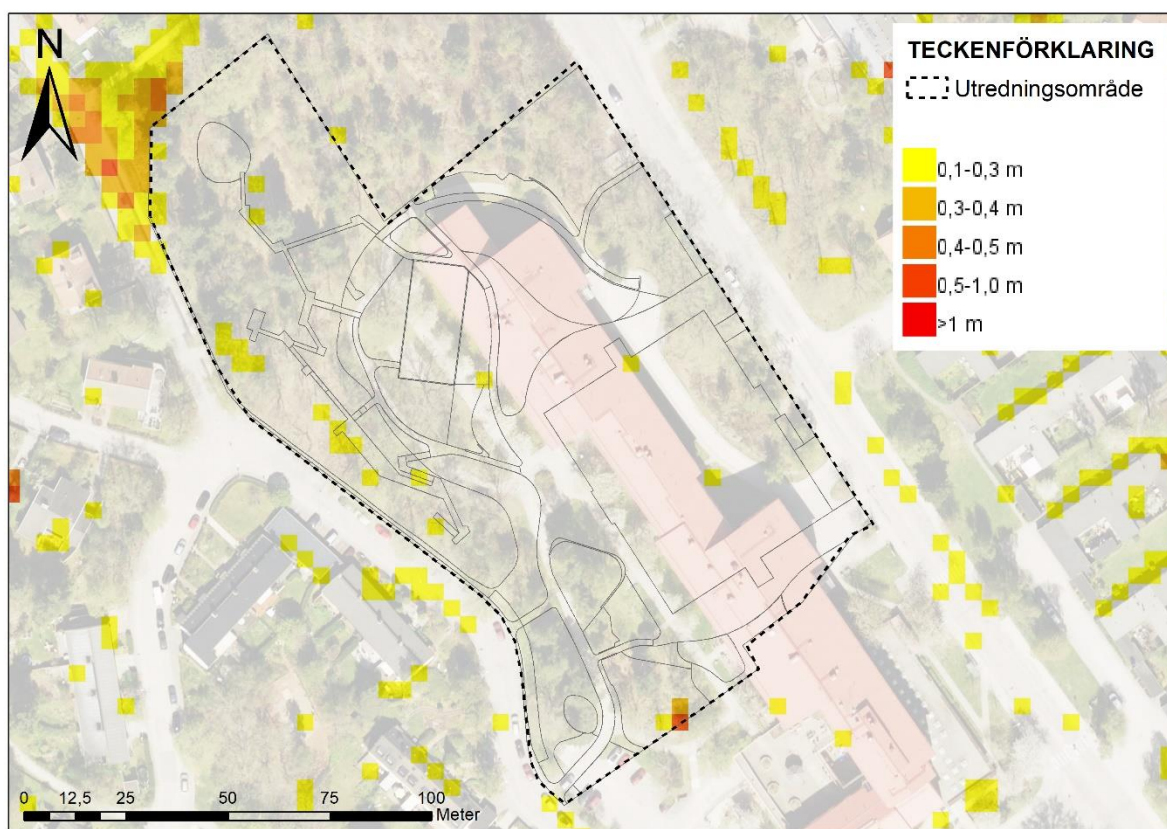
Ämne		Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad med hållbar dagvattenhantering
Fosfor (P)	ug/l	100	120	86
Kväve (N)	ug/l	1100	1400	1100
Bly (Pb)	ug/l	3,7	4,2	2,2
Koppar (Cu)	ug/l	11	45	33
Zink (Zn)	ug/l	22	41	24
Kadmium (Cd)	ug/l	0,39	0,40	0,14
Krom (Cr)	ug/l	3,7	5,1	3,6
Nickel (Ni)	ug/l	3,9	3,8	1,9
Kvicksilver (Hg)	ug/l	0,014	0,019	0,013
Suspenderat material (SS)	ug/l	23 000	21 000	12 000
Benso(a)pyren (BaP)	ug/l	0,0087	0,0086	0,0048

## 8 Översvämningsrisker

Vid extrem nederbörd, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som inte kan omhändertas i dagvattenledningar eller dagvattenlösningar.

För att studera översvämningsrisken för en befintlig situation har Stockholm Stad tagit fram en skyfallsmodell. Modellen är baserad på ett 100-årsregn i det klimat som förväntas råda i Stockholmsområdet år 2100 och är baserad på den befintliga höjdsättningen. Eftersom modellen grundats på förenklingar och antaganden ska resultaten därför ses som indikationer och inte som exakta förutsägelse om vilka områden som riskerar att översvämmas vid extrem nederbörd.

Skyfallsmodellering för aktuellt utredningsområdet återges i Figur 8-1 och visar att det förväntas en mindre vattensamling vid södra utredningsområdesgräns vid extrem nederbörd. I övrigt kan det uppstå mindre vattensamlingar i områdets västra del.



Figur 8-1. Förväntade vattendjup enligt Stockholm skyfallsmodellering.

## 9 Förslag på dagvattenhantering

### 9.1 Generella rekommendationer

Grundprincipen är att dagvattnet som uppkommer från de hårdgjorda ytorna inom kvarteretsmark ska fördröjas och renas lokalt innan vidare avledning till ledningsnätet. Enligt Stockholm Stads åtgärdsnivån ska cirka 20 mm nederbörd omhändertas inom kvarteretsmark. Det innebär att cirka 80-90 % av årsmedelnederbörd kan omhändertas (Stockholm Stad, 2017).

Utöver Stockholm Stads åtgärdsnivå ska även extrema nederbördsmängder kunna avledas på markytan utan att det uppstår skada på bebyggelse.

### 9.2 Principlösningar för dagvattenhantering

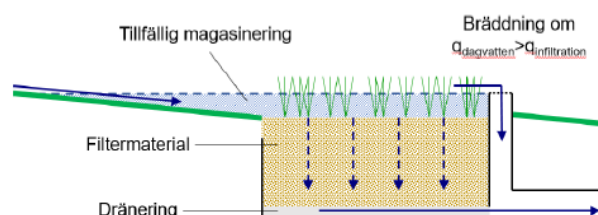
I följande kapitel ges exempel på olika typer av anläggningar som bedöms vara lämpliga för omhändertagande av dagvatten inom aktuellt utredningsområde.

#### 9.2.1 Gröna tak

Grönt tak definieras som vegetationstäckta tak. Fördelen med gröna tak är att flödet dämpas redan på taket, vilket leder till en lägre flödesbelastning än konventionella tak. Ett grönt tak med en viss tjocklek har en viss inbyggd kapacitet att lagra nederbörd. Eftersom en del av dagvattnet utjämnas redan på taket, minskar även den erforderliga utjämningsvolymen nedströms. Det innebär att det inte förkommer någon avrinning alls från taket under den första delen av ett regn, men när taket väl blir vattenmättat så ökar avrinningen snabbt. Övriga fördelar är att gröna tak kan isolera, har en bullerdämpande effekt och ger nya möjligheter till flora och fauna. Det finns olika typer av gröna tak med varierande vegetationstjocklek, vilket också till stor del styr takets funktion. Exempelvis kan *intensiva gröna tak*, med en mäktighet på över 15 cm, fördröja och magasinera cirka 20 mm nederbörd.

#### 9.2.2 Växtbäddar/Regnbäddar

Svenskt Vatten (2019) definierar biofilter som nedsänkta regnbäddar eller växtbevuxna infiltrationsbäddar där dagvattnet kan infiltreras och renas av växter och filtermaterial. Dagvattnet kan ledas mot dessa planteringsytor via ytavrinning eller via brunnar och ledningar, beroende på de topografiska förhållandena. Eventuellt kan växtbäddar anläggas något nedsänkt så att det uppstår en magasinvolym ovanpå bädden. Ett exempel på utformning framgår i Figur 9-1.

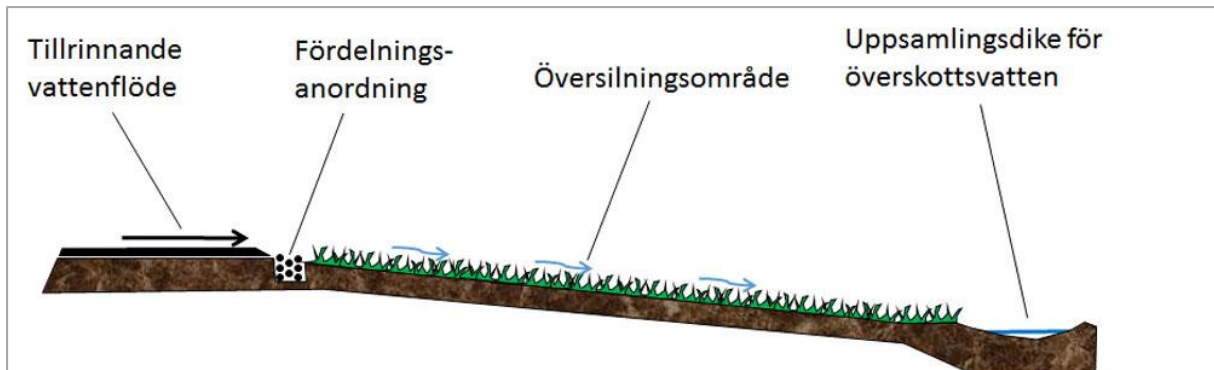


Figur 9-1. Principlösning Biofilter (Svenskt Vatten, 2019)



### 9.2.3 Infiltration i grönytor

Dagvattnet kan renas, fördröjas och avledas via grönytor som planeras i anslutning till vägar, gator, parkeringsytor och bostadsytor. Ett principexempel framgår av Figur 9-2.



Figur 9-2. Översilningsyta (Stockholm Stad, 2019).

### 9.2.4 Dagvattenrännor

Dagvattnet kan ledas via ytavrinning till närbelägna grönområden via rännor. Ytavrinning via rännor gör dagvattenhantering synlig och ökar trivselsvärde. Ett exempel på en ränna ges i Figur 9-3.

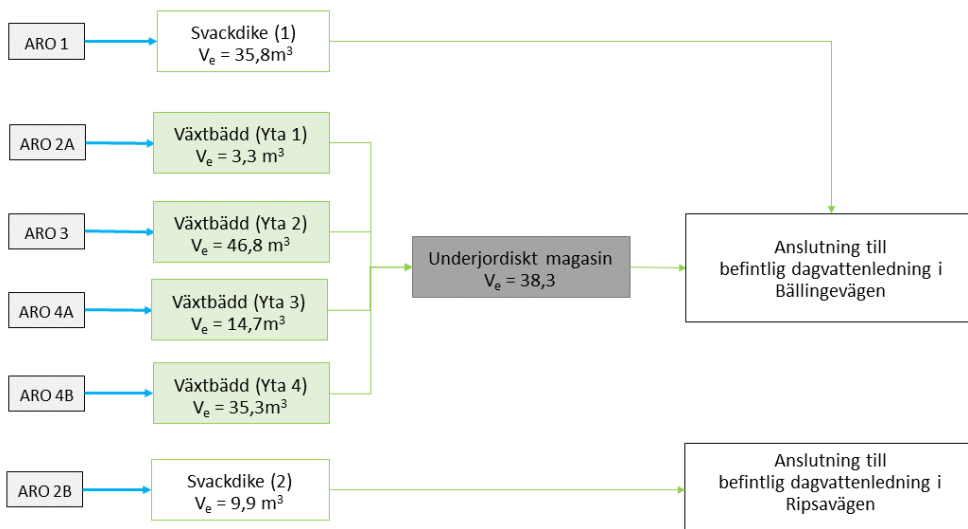


Figur 9-3. Ränna (Uppsala Vatten, 2016)

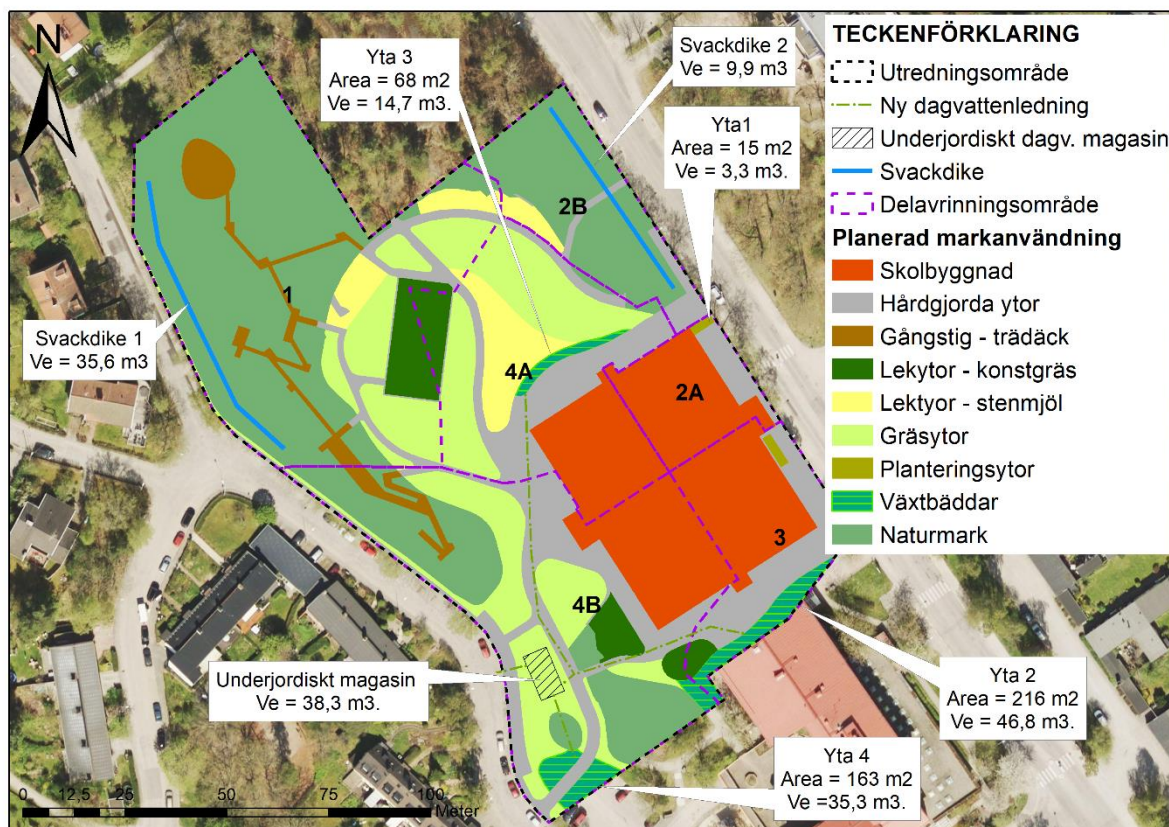
## 9.3 Lösningförslag

Inom delavrinningsområdena 1 och 2B ska dagvattnet uppsamlas i ett grunt svackdike så att det säkerställs att dagvattnet omhändertas inom fastigheten och inte bidrar till översvämningens risk nedströms. Dagvattnet leds till svackdiket via ytavrinning. Efter omhändertagande av dagvattnet i det grunda svackdike kan dagvattnet ledas vidare till befintliga dagvattenledningar i Ripsavägen.

Dagvatten från de övriga delavrinningsområdena ska omhändertas i växtbäddar och leds sen mot ett underjordiskt dagvattenmagasin då kapaciteten i växtbäddarna är för liten för att omhänderta 20 mm nederbörd. Dagvattnet leds dit via rännor och ytavrinning. Därefter sker anslutning till den befintliga dagvattenledningen i Bällingevägen. En schematisk boxmodell över föreslagna dagvattenhantering ges i Figur 9-4 och illustreras även i Figur 9-5.



Figur 9-4. Boxmodell.



Figur 9-5. Lösningförslag. Ve = effektiv volym för omhändertagande av dagvatten.

### 9.3.1 Svackdike

I områdets nordvästra (delavrinningsområde 1) och nordöstra (delavrinningsområde 2B) föreslås anläggandet av ett grunt svackdike där dagvattnet från naturmark och de mindre hårdgjorda ytorna kan samlas innan vidare anslutning mot närliggande dagvattenledningar och till slut till recipienten. Det svackdike som planeras inom delavrinningsområde 1 ska omhänderta cirka 36 m<sup>3</sup> vatten och det svackdike som planeras inom delavrinningsområde 2 ska omhänderta om cirka 9,9 m<sup>3</sup> dagvatten. Dagvattnet rinner mot svackdiket via ytavrinning. Efter omhändertagande i svackdiket leds dagvattnet vidare till en befintlig dagvattenledning i Ripsavägen.

### 9.3.2 Växtbäddar

Växtbäddar för dagvattenhantering ska ha en areal på minst cirka 2,5% av andel ansluten hårdgjord yta.

Utifrån säkerhetsperspektiv bör översvämningsdjupet inte vara mer än cirka 5 cm. Det innebär att en viss volym kan omhändertas ovanpå marken medan den övriga volymen ska fördröjas i porer i marken. Vid dimensionering av växtbädden har det antagits att porvolymen är cirka 1/3 av den totala volymen. Filterdjupet har antagits vara cirka 500 mm. Volymen som kan omhändertas i växtbäddar återges i Tabell 9-1. Totalt kan cirka 100 m<sup>3</sup> vatten omhändertas i dessa växtbäddar. Det innebär att cirka 40 m<sup>3</sup> behöver omhändertas i ett underjordiskt magasin.

Det bör noteras att växtbädden i yta 3 har en total effektiv volym på cirka 47m<sup>3</sup> medan den nödvändiga volymen för att omhänderta cirka 20 mm inom detta delavrinningsområde är cirka 27 m<sup>3</sup>. Exakt utformning kan studeras närmare i samband med fortsatt projektering.

**Tabell 9-1. Dimensionering av växtbäddar med filterdjup 500 mm, porositet 33% och översvämningsdjup 0,05m.**

Delavrinningsområde	Yta	Projekterad Area (m <sup>2</sup> )	Effektiv volym i växtbädd (m <sup>3</sup> )
2A	1	15	3,3
3	2	216	46,8
4A	3	68	14,7
4B	4	163	35,3
<b>Summa</b>		<b>462</b>	<b>100,1</b>

För att säkerställa att växtbäddarna är tomma efter cirka 12 till 24 timmar ska en dräneringsledning anläggas i botten. Utöver det ska växtbäddarna förses med en bräddledning för att säkerställa att dagvatten kan rinna vidare om infiltrationskapacitet överskridas.

### 9.3.3 Underjordiskt dagvattenmagasin

Eftersom kapaciteten i de planerade växtbäddarna inte räcker för att omhänderta 20 mm nederbörd behövs det ett underjordiskt utjämningsmagasin för att uppnå

födröjningskravet. Ett magasin med en utjämningsvolym på cirka 40 m<sup>3</sup> föreslås anläggas i områdets sydvästra del.

#### **9.4 Vidare utredningar**

I samband med fortsatt projektering krävs det vidare avstämning angående utformning av växtbäddar, stuprörplacering och eventuella kompletterande dagvattenlösningar.

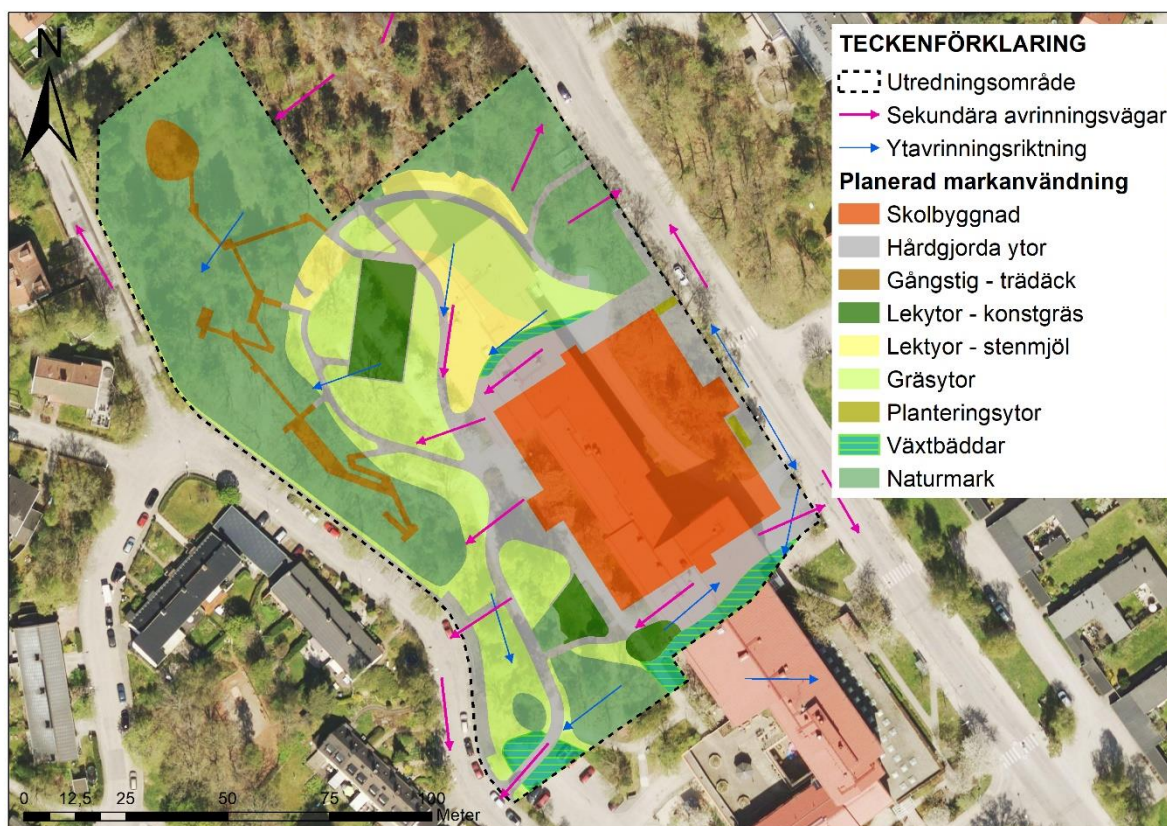
En eventuell utökning av arealen växtbäddar resulterar i att den effektiva volymen för dagvattenhantering i växtbäddar kan utökas något och således leda till att ett underjordiskt magasin inte behövs eller kan minskas.

## 10 Hantering av Skyfall

SMHI definierar skyfall som ett regn där det faller cirka 50 mm nederbörd inom en timme (SMHI, 2017). Eftersom de planerade dagvattenanläggningarna enligt lösningsförslag kan omhänderta cirka 20 mm nederbörd innebär det att en stor del av de förväntade nederbördsvolymerorna vid ett skyfall kommer att avrinna nedströms.

För att undvika skada på bebyggelse är det av stor vikt att instängda områden inte förekommer och att dagvattenflödet kan ledas nedströms till de närliggande gatorna.

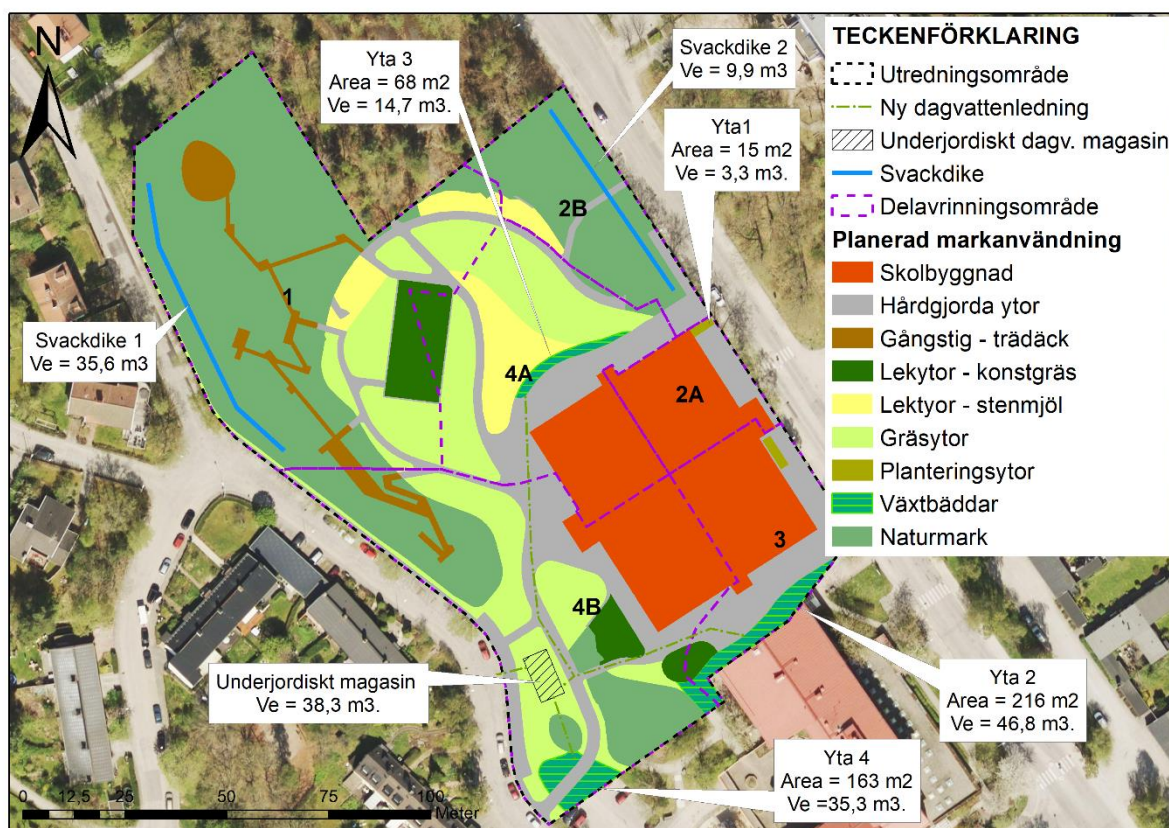
Vid antagen höjdsättning och utformning är det först växtbäddarna som fylls upp. Därefter leds dagvattnet via ytavrinning till de närliggande gatorna. Det innebär att risken för översvämningar i utredningsområdet som följd av skyfall är begränsad. En schematisk översikt av de sekundära avrinningsvägarna återges i Figur 10-1.



Figur 10-1. Yt-avrinningsriktning och sekundära avrinningsvägar.

## 11 Helhetsbild på dagvattenhantering

Föreslagna dagvattenlösningar innebär att cirka 20 mm nederbörd omhändertas inom aktuellt utredningsområde och därmed uppfylls kravet enligt Stockholm Stads åtgärdsnivå. Dagvattnet från skolbyggnaden och de omkringliggande hårdgjorda ytorna genomgår rening och fördröjning i växtbäddar. Därefter leds dagvattnet till ett underjordiskt magasin för ytterligare fördröjning innan dagvattnet leds mot det befintliga dagvattennätet. Dagvattnet från de hårdgjorda ytorna i utredningsområdets norra del föreslås omhändertas i ett mindre svackdike vilket kan anläggas längs med fastighetsgränsen. Föreslagen dagvattenlösning illustreras i Figur 11-1.



Figur 11-1. Helhetsbild på föreslagna dagvattenlösningar inom aktuellt utredningsområdet.

## 11.1 Effekt på dagvattenflöde

Vid planerad exploatering kommer flödesbelastningen att öka om dagvattnet inte omhändertas inom utredningsområdet. Om däremot kravet följs att 20 mm nederbörd fördröjs i de föreslagna dagvattenlösningarna medför det att flödet utjämnas. Flödena kommer då istället att minska med cirka 53% för ett 10-års regn exklusive klimatfaktor och cirka 40 % för ett 10-års regn inklusive klimatfaktor. En översikt av den beräknade flödesbelastningen framgår av Tabell 11-1.

**Tabell 11-1. Jämförelse av flödesbelastning.**

	10-års flöde exklusive klimatfaktor (l/s)	10-års flöde inklusive klimatfaktor 1,25 (l/s)	30-års flöde inklusive klimatfaktor 1,25 (l/s)
Befintlig situation	179,6	224,4	322,8
Planerad situation	186,6	233,2	335,4
Planerad situation inklusive LOD	85,3	133,7	245,9
Ändring (%)	-53%	-40%	-24%

## 11.2 Effekt på recipient

Föreslagna dagvattenlösningar inom aktuellt utredningsområde medför att dagvattnet genomgår rening innan utsläpp mot recipient.

Om dagvattnet genomgår rening i växtbäddar med ett filterdjup på cirka 500 mm innebär det att förväntade halter av förorenande ämnen minskar mellan cirka 20% - 65 % jämfört med en planerad situation utan rening. För samtliga ämnen utom koppar och zink förväntas halterna i dagvattnet minska jämfört med dagens situation. Det beror på att höga halter koppar tillförs enligt schablonhalterna för impregnerat trä, vilka är 1200 ug/l för koppar och cirka 690 ug/l för zink. Dessa halter är väldigt osäkra vilket innebär att de kan vara lägre i verkligheten. Vid val av material och underhåll är det därför viktigt att ta hänsyn till detta. Genom att välja material för trädäck som innehåller lägre halter av koppar och zink än vad som har antagits i föroreningsberäkningar kan en negativ påverkan på recipienten minimeras.

Då halterna förövriga förorenande ämnen förväntas minskas för en framtida situation med hållbar dagvattenhantering, indikerar detta att planerad exploatering sannolik inte kommer ha en negativ påverkan på recipienten.

En sammanfattning av förväntade årsmedelsmängder, halter för förorenande ämnen i dagvatten samt förväntade reningsgrad visas i tabell 11-1 och tabell 11-2.

Tabell 11-2. Förväntade årsmedelsmängder för förorenande ämnen.

		Befintlig	Planerad	Planerad med hållbar dagvattenhantering	Reningsgrad (%)
Fosfor (P)	kg/år	0,55	0,62	0,45	-27%
Kväve (N)	kg/år	6,0	7,2	5,8	-19%
Bly (Pb)	kg/år	0,02	0,02	0,01	-45%
Koppar (Cu)	kg/år	0,06	0,24	0,18	-23%
Zink (Zn)	kg/år	0,12	0,22	0,13	-40%
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0022	0,0021	0,0008	-63%
Krom (Cr)	kg/år	0,0210	0,0269	0,0190	-29%
Nickel (Ni)	kg/år	0,0210	0,0201	0,0099	-51%
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00008	0,00010	0,00007	-31%
Suspenderat material (SS)	kg/år	130	110	65	-41%
Benso(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00004	0,00005	0,00003	-45%

Tabell 11-3. Förväntade halter för förorenande ämnen i dagvatten.

Ämne		Befintlig	Planerad	Planerad med hållbar dagvattenhantering	Reningsgrad (%) <sup>1</sup>
Fosfor (P)	ug/l	100	120	86	28%
Kväve (N)	ug/l	1100	1400	1100	21%
Bly (Pb)	ug/l	3,7	4,2	2,2	48%
Koppar (Cu)	ug/l	11	45	33	27%
Zink (Zn)	ug/l	22	41	24	41%
Kadmium (Cd)	ug/l	0,39	0,40	0,14	65%
Krom (Cr)	ug/l	3,7	5,1	3,6	29%
Nickel (Ni)	ug/l	3,9	3,8	1,9	50%
Kvicksilver (Hg)	ug/l	0,014	0,019	0,013	32%
Suspenderat material (SS)	ug/l	23000	21000	12000	43%
Benso(a)pyren (BaP)	ug/l	0,0087	0,0086	0,0048	44%

<sup>1</sup> Reningsgrad visar skillnaden mellan planerad markanvändning och planerad markanvändning med hållbar dagvattenhantering.



## 12 Slutsats

Syftet med denna utredning var att studera lösningar för hållbar dagvattenhantering för en fastighet där en skolbyggnad planeras av SisAB så att Stockholm Stads åtgärdsnivå uppnås. Det innebär att cirka 20 mm nederbörd behöver omhändertas inom aktuellt utredningsområdet vilket motsvarar en effektiv utjämningsvolym på cirka 165 m<sup>3</sup>.

Dagvatten föreslås omhändertas i största möjliga mån i växtbäddar där dagvattnet kan genomgå fördröjning och rening. Dagvattnet från områdets norra delar föreslås omhändertas i två mindre svackdiken längs med fastighetsgränsen.

Utformning av växtbäddarna behöver studeras i samband med fortsatt projektering då det krävs ett visst djupt filtrerande lager för att uppnå tillräcklig kapacitet. Alternativt utökas växtbäddarnas yta vilket innebär att mindre anläggningsdjup kan accepteras. Om det inte är möjligt att anlägga växtbäddar med ett större filterdjup eller större areal behövs det kompletterande dagvattenåtgärder för att uppnå fördröjningskravet. Enligt senaste situationsplan finns en areal på cirka 462m<sup>2</sup> tillgänglig för omhändertagande av dagvatten. Det medför att cirka 100 m<sup>3</sup> dagvatten kan omhändertas i växtbäddarna, cirka och det övriga dagvattnet ska utjämnas i ett underjordiskt dagvattenmagasin.

Om cirka 20 mm nederbörd omhändertas inom aktuellt utredningsområde innebär det att dagvattenflödena för ett 10-års regn med och utan klimatfaktor kommer att minska. Dessutom förväntas halter och årsmedelsmängder för samtliga förorenande ämnen utom koppar minska, vilket kommer ha en positiv inverkan på den nedströms belägna recipienten.

Då skolbyggnaden planeras att höjdsättas något högre än närliggande hårdgjorda ytor innebär det att dagvattenflödena som uppstår vid extrem nederbörd avleds bort från byggnaden. De längsgående gatorna fungerar som sekundära avrinningsvägar. Det medför att dagvattnet sannolikt inte blir stående nära den planerade skolbyggnaden. Risken för skada genom översvämningar vid skyfall har därför bedömts vara låg.

## 13 Referenser

SMHI, 2019, information hämtat från <https://www.smhi.se/data/meteorologi/nederbord>.

SGU, 2021, data hämtat från WMS tjänst: <https://www.sgu.se/>

Stockholm stad, 2015, Dagvattenstrategi, Stockholm väg till en hållbar dagvattenhantering

Stockholm Stad, 2016, Dagvattenhantering, åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation

Stockholm stad, 2017, Dagvatten – PM beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport, version 1.0.

Stockholm Stad mm, 2020, Lokalt åtgärdsprogram för Magelungen och Forsån – Genomförandeplan.

StormTac, 2021, version v20.2.2.

Svenskt Vatten, 2016, Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, publikation 110.

Tengbom, 2021, Markplaneringsplan för Hemsystem 1.

# Bilaga 1 Beräkningsmetodik

## 1. Flödesberäkningar

Dagvattenflöden för delavrinningsområden inom planområdet har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där  $Q_{dim}$  är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

$i$  är regnintensiteten (liter/(sekund·hektar)) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på  $t_r$ , som är regnets varaktighet, vilket sätts lika med områdets rinntid.

$\varphi$  är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

$A$  är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter exploateringen har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format. Även observationer vid platsbesöket har fungerat som underlag vid beräkningarna.

$f$  är en ansatt klimatfaktor. Svenskt Vatten, P110, rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 används för regn med en varaktighet under en timme, oberoende av i vilken del av Sverige som undersökningsområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har därför ansatts i beräkningarna för planerad markanvändning, för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbördsmängder.

## 2. Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

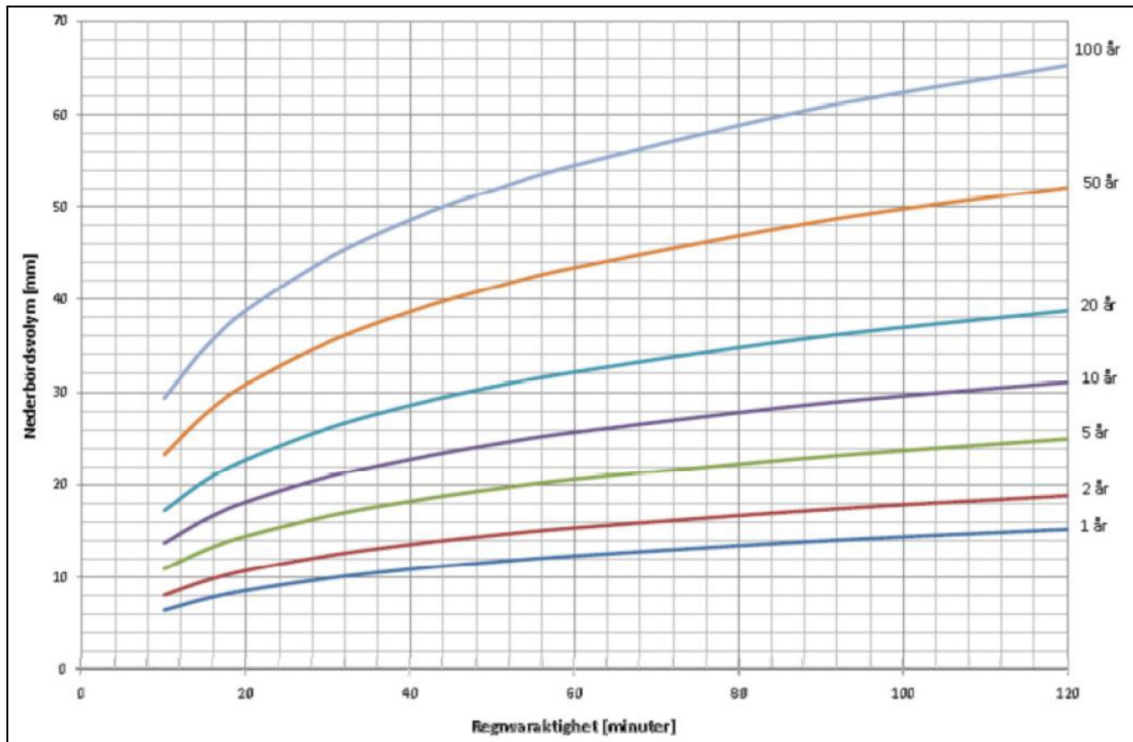
Beräkningar av dimensionerade utjämningsvolym har utförts enligt Stockholms stads riktlinjer för omhändertagande av dagvattnet på fastigheter. Det innebär att 20 mm nederbörd ska fördröjas och renas i dagvattenanläggningar som avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till anslutningspunkt för Stockholm vattens dagvattenledning. Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym för planområdet görs därmed enligt Ekvation 2.

$$V = \phi \cdot A \cdot 0,02 \quad (\text{Ekvation 2})$$

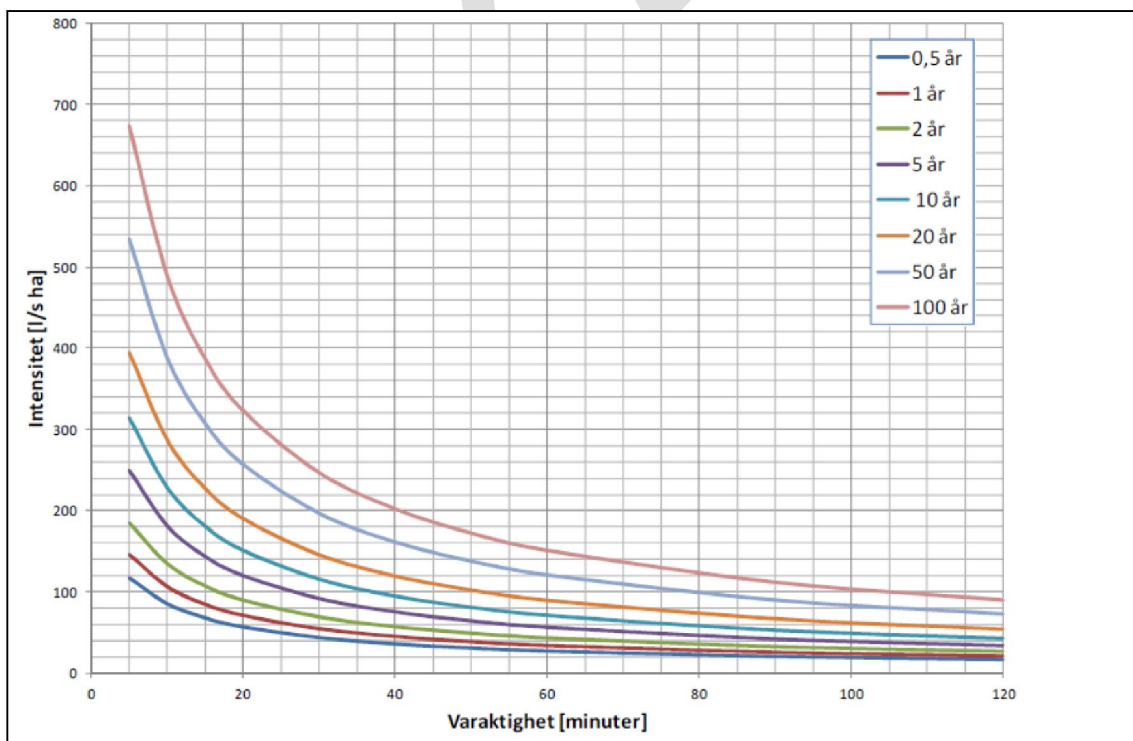
där  $V$  är den dimensionerande utjämningsvolymen ( $m^3$ ),  $\phi$  är områdets sammanvägda avrinningskoefficient (-),  $A$  är planområdets area ( $m^2$ ) och 0,02 är vald åtgärdsnivå (20 mm) uttryckt i meter.

För ett 10-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 0-1). Eftersom intensiteten, för ett regn med viss återkomsttid, minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 0-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar. 25 minuter är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Stockholm vattens riktlinjer vid ett 10-årsregn. Vid beräkningar av dimensionerande flöde

efter exploatering med dagvattenåtgärd adderas således 25 minuter till planområdets rinntid.



Figur 0-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (Svenskt Vatten, 2016).



Figur 0-2. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider (Svenskt Vatten, 2016).

### 3. Föroreningsberäkningar

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac v.20.2.2. StormTac använder sig av schablonhalter framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden. Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

UTKAST