


## Dagvattenutredning Förgyllda bägaren, Heba Fastighets AB



Geosigma AB

2017-09-01

<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: <b>Jonas Robertsson</b>	Uppdragsnr: <b>604398</b>	Grän nr: <b>16172</b>	Version: <b>1.4</b>	Antal Sidor: <b>26</b>	Antal Bilagor:	
Beställare: <b>Heba Fastigheter</b>	Beställares referens: <b>Helena Elfstadius</b>		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: <b>Dagvattenutredning Förgyllda bägaren, Heba Fastighets AB</b>						
Författad av: <b>Jonas Robertsson, Carolina Åckander</b>					Datum: <b>2017-08-28</b>	
Granskad av: <b>Per Askling Jonas Olofsson</b>					Datum: <b>2016-08-17 (v.1.0) 2017-09-01 (v.1.4)</b>	
<b>GEOSIGMA AB</b> <a href="http://www.geosigma.se">www.geosigma.se</a> <a href="mailto:geosigma@geosigma.se">geosigma@geosigma.se</a> Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala St Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Göteborg</b> Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> Sankt Eriksgatan 133 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00	<b>Luleå</b> Varvsgatan 49 972 33 Luleå Tel: 010-482 88 00	

## Sammanfattning

Heba Fastighets AB avser bygga en förskola vid Selmedalsvägen i Hägersten med plats för 96 barn. Byggnationen av förskolan innefattar en ombyggnation av ett befintligt garage. Då ombyggnationen innebär förändrade förhållanden avseende dagvattenbildning har Geosigma AB fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning. Den planerade förskolan ligger inom bebyggt område.

Jordarterna i planområdet består främst av fyllning med underliggande lager av lera och/eller silt. Det dagvatten som inte infiltreras rinner i dagsläget främst till dagvattennätet i Selmedalsvägen söder om planområdet och slutligen ut i Fiskarfjärden. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket medför att inga halter av föroreningar bör öka och framförallt inte näringsämnen och de miljögifter där det redan finns en känd miljöproblematik.

Förändring av markanvändning inom planområdet enligt föreslagen planskiss medför ökade dagvattenflöden med cirka 11 % för ett dimensionerande 20-årsregn och cirka 20 % för årsflöden.

Utredningen bedömer att en lämplig lösning för fördröjning och rening av dagvatten inom planområdet är att anlägga regnbäddar som eventuellt kan kombineras med gröna tak. Totalt behöver 8 m<sup>3</sup> fördröjas. Slutgiltig lösning väljs under projektering inför bygglov. För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder:

- Vatten från naturmark tillåts infiltrera och avrinna ut i den omgivande terrängen
- Dagvatten från tak och angöringsyta leds till regnbäddar, som kopplas till befintligt dagvattensystem i Selmedalsvägen, söder om planområdet. Beräkning av erforderlig yta med regnbäddar ges under denna punktlista.
- Regnbäddarna ger rening av dagvattnet genom ett flertal olika processer som tillsammans ger en god reningseffekt och renar såväl lösta som partikulärt bundna föroreningar. Vattnet nyttjas även som en resurs vid bevattning samtidigt som ekosystemtjänster genereras och anläggningen bidrar med ett grönt inslag i miljön.
- Som alternativ kan regnbäddarna kompletteras med gröna tak på hela eller delar av den planerade byggnaden. Förslagsvis kan tunna sedumtak användas. Dessa har liten eller ingen effekt på dimensionerande regn men bidrar till att fördröja och avdunsta en stor andel av årsnederbörden, vilket reducerar den årliga föroreningsbelastningen från området. Om detta är aktuellt ska ytan med gröna tak anges i plankartan.
- Om de förorenade massor som påträffats inom planområdet inte avlägsnas behöver regnbäddarna anläggas med tät botten, för att förhindra att infiltrerande vatten riskerar att föra med sig föroreningar till grundvattnet. Om regnbäddarna anläggs i rena massor kan de istället anläggas med permeabel botten för att ge en infiltration till grundvattnet, förutsatt att de anläggs på platser där de inte riskerar att tränga in i byggnaden. Ett visst utrymme behöver då lämnas mellan byggnad och växtbädd så att infiltrerande dagvatten inte belastar byggnadens dränering.
- Anslutningen till befintligt dagvattensystem stryps till ett maximalt flöde på 70 liter/sekund för att inte belasta dagvattennätet mer än vid befintlig markanvändning.
- När byggnaden anläggs är det viktigt att vid höjdsättningen ta översvämningssrisker i beaktande. Markytan behöver luta bort från fasad så att ytligt avrinnande dagvatten inte tränger in mot fasaden och riskerar att ge översvämningsskador.
- I husets norra ände visar Stockholm Stads översvämningsskartering på stora översvämningssrisker. Det är därför viktigt att säkerställa att byggnaden och närliggande marknivåer höjdsätts korrekt så att dagvatten från det översvämningssbenägna området inte belastar byggnaden.

# Innehåll

1	Inledning och syfte .....	5
1.1	Allmänt om dagvatten .....	6
2	Material och metod.....	7
2.1	Material och datainsamling .....	7
2.2	Flödesberäkning.....	7
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym .....	7
2.4	Föroreningsberäkning.....	7
3	Områdesbeskrivning och avgränsning .....	9
3.1	Hydrogeologi .....	9
3.1.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	9
3.1.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering .....	11
3.2	Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN).....	12
3.3	Markanvändning – Befintlig och planerad .....	13
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning .....	15
4.1	Flödesberäkningar .....	15
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym .....	16
4.3	Föroreningsbelastning .....	16
4.4	100-årsregn och skyfallsmodell.....	18
5	Lösningförslag för dagvattenhantering .....	20
5.1	Generella rekommendationer .....	20
5.2	Lokalt omhändertagande av dagvatten .....	20
5.2.1	Regnbäddar.....	20
5.2.2	Gröna tak .....	21
5.3	Lösningförslag .....	22
5.4	Effekt på recipient .....	24
5.5	Extremregn .....	24
6	Referenser.....	26



# 1 Inledning och syfte

I Hägersten i västra delen av Stockholm planerar Heba Fastighets AB att bygga en förskola med plats för 108 barn. Den nya förskolan är en om- och utbyggnation av en befintlig garagebyggnad. I samband med ombyggnationen uppkommer nya förhållanden avseende markanvändning och Geosigma har därför fått förfrågan om att göra en dagvattenutredning.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilken påverkan den planerade byggnationen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att vid behov dimensionera utjämningsmagasin för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet.



**Figur 1-1.** Översiktskarta där ungefärlig plats för planområdet markerats med en röd rektangel.





**Figur 1-2.** Flygfoto över planområdet. Förskolan planeras anläggas inom området som markeras med en röd romb.

## 1.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytvavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare grönområde leder till större areal av hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

## 2 Material och metod

### 2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare).
- Ledningskartor (erhållet från beställare).
- Jordartskarta och jorrdjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator.
- Situationsplan daterad 2016-04-19.
- Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015)

### 2.2 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning 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 är 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 Vatten P110.

$A$  är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor.

$f$  är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att klimatfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatfaktorn har i detta fall satts till 1,25.

### 2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation:

$$V = 0,06 \cdot \left( i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \quad (\text{Ekvation 2})$$

där  $V$  är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ( $\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$ ),  $t_{rinn}$  är områdets rinntid och  $K$  är den tillåtna specifika avtappningen från området ( $\text{l/s} \cdot \text{ha}_{\text{red}}$ ). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen  $K$  med en faktor 2/3.

$V$  beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

### 2.4 Föroreningsberäkning

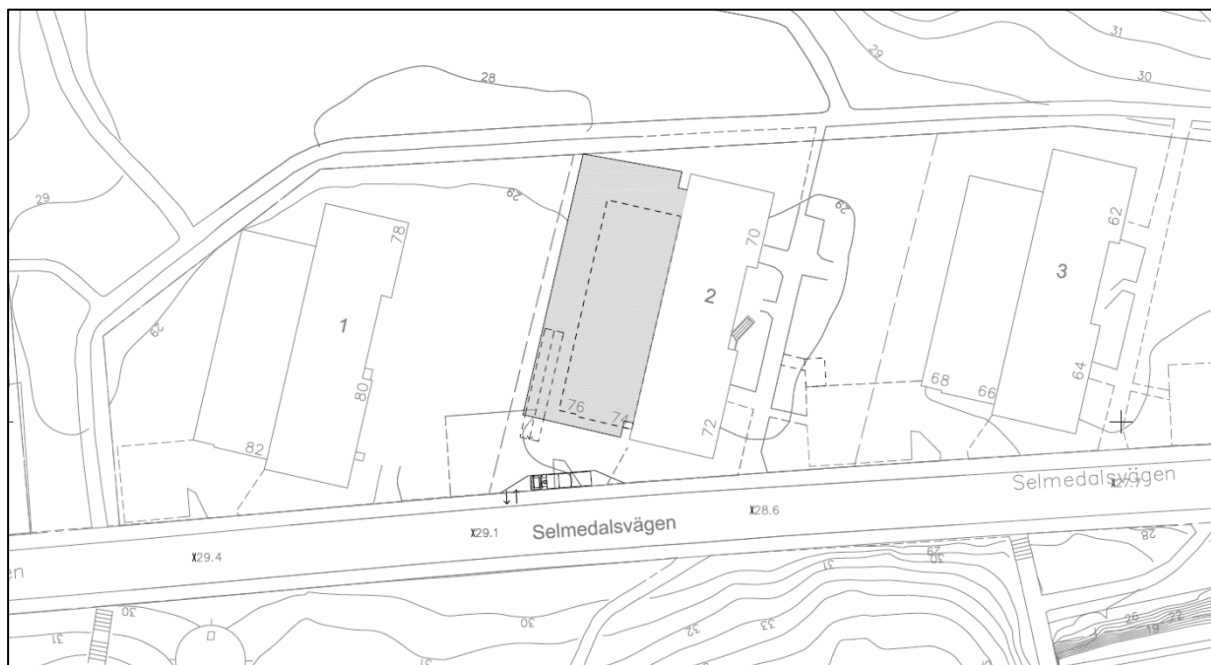
Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.17.2.3 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av

markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.



### 3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Det aktuella planområdet utgör cirka 0,37 hektar och är beläget intill Selmedalsvägen i Hägersten. Planområdet är relativt platt och består idag av ett bostadshus med tillhörande garagebyggnad, samt omkringliggande gräsytor och lekplatser. Längs planområdets norra gräns löper en gång- och cykelväg. En situationsplan för området presenteras i Figur 3-1.



**Figur 3-1.** Situationsplan daterad 2016-04-19 (Joliark). Det mörkare området visar planerad utbyggnad, streckad linje visar utbredning för nuvarande garagebyggnad.

#### 3.1 Hydrogeologi

##### 3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, kornstorleksfördelning, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mättnadsgrad. Vid helt mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens hydrauliska konduktivitet,  $K_s$ .

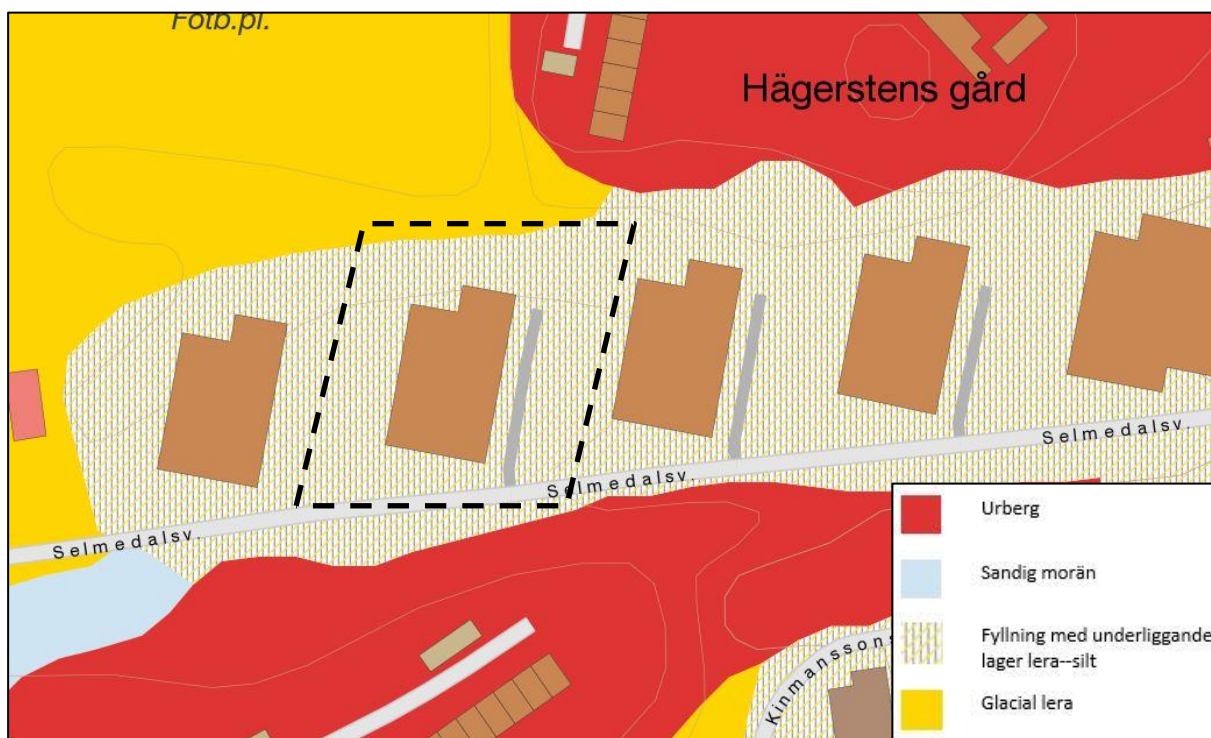
I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara så stor att den kan hantera dimensionerande flöden. I Tabell 3-1 nedan anges övergripande infiltrationskapaciteter för olika svenska jordtyper.

Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska jordtyper (VAV, 1983).

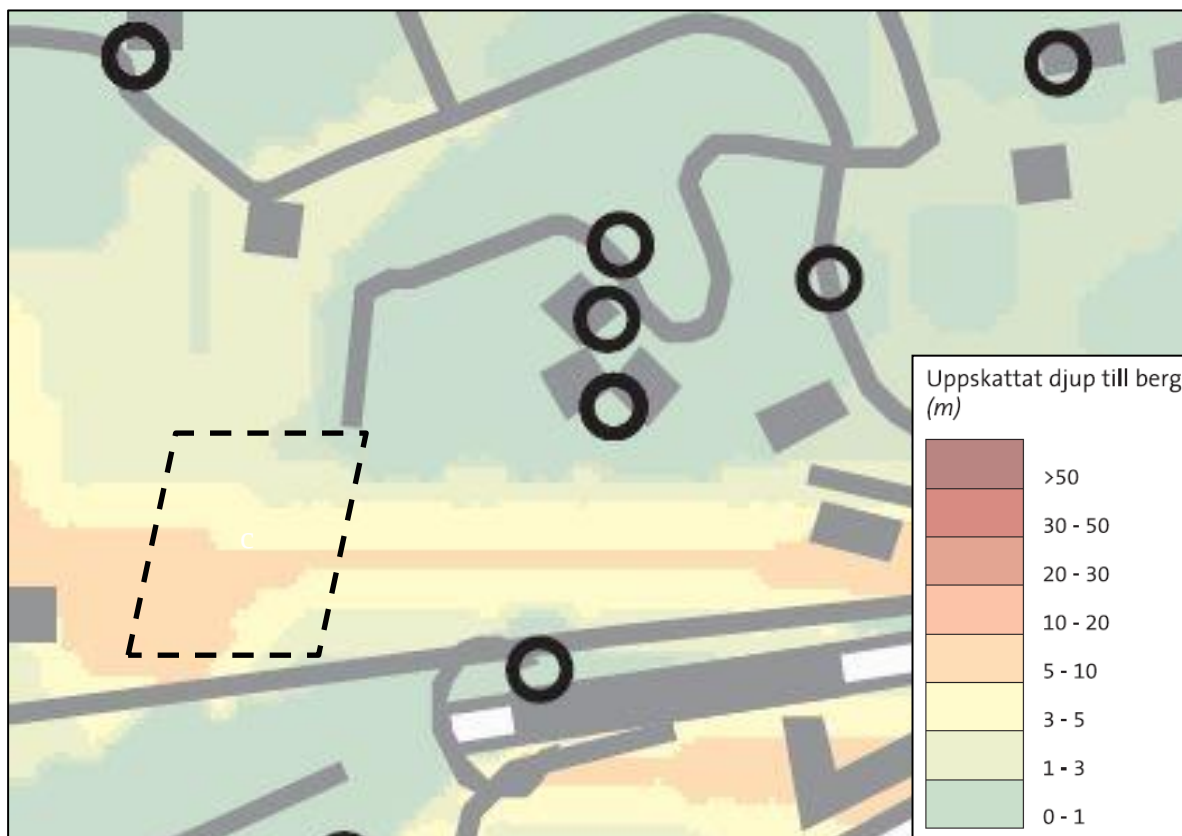
Jordtyp	Infiltrationskapacitet (millimeter/timme)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Enligt jordartskartan (Figur 3-2) och jorrdjupskartan (Figur 3-3) från SGU består jordlagren inom planområdet av fyllning med underliggande lager av lera och/eller silt. Inom området finns även områden med urberg, sandig morän, samt glacial lera. Jordlagrens mäktigheter uppskattas enligt jorrdjupskartan till största del variera mellan 1 – 5 meter, men kan på vissa ställen vara upp till 10 meter. Enligt Stockholm stads geoarkiv har en mätning av grundvattennivån utförts strax nordväst om planområdet i februari 2004, grundvattenytan var då cirka 2 meter under marknivån. Då det rör sig om en enskild mätning snarare än en tidsserie måste detta djup dock bedömas som mycket osäkert, särskilt då mätningen utförts i ett område som enligt jordartskartan består av lera.

Baserat på denna information bedöms infiltrationsmöjligheterna inom planområdet vara måttliga, men beror sannolikt mycket på fyllningens mäktighet. Den tämligen ytliga grundvattennivån innebär att eventuella fördröjningsanläggningar kan behöva anläggas på grunda nivåer.



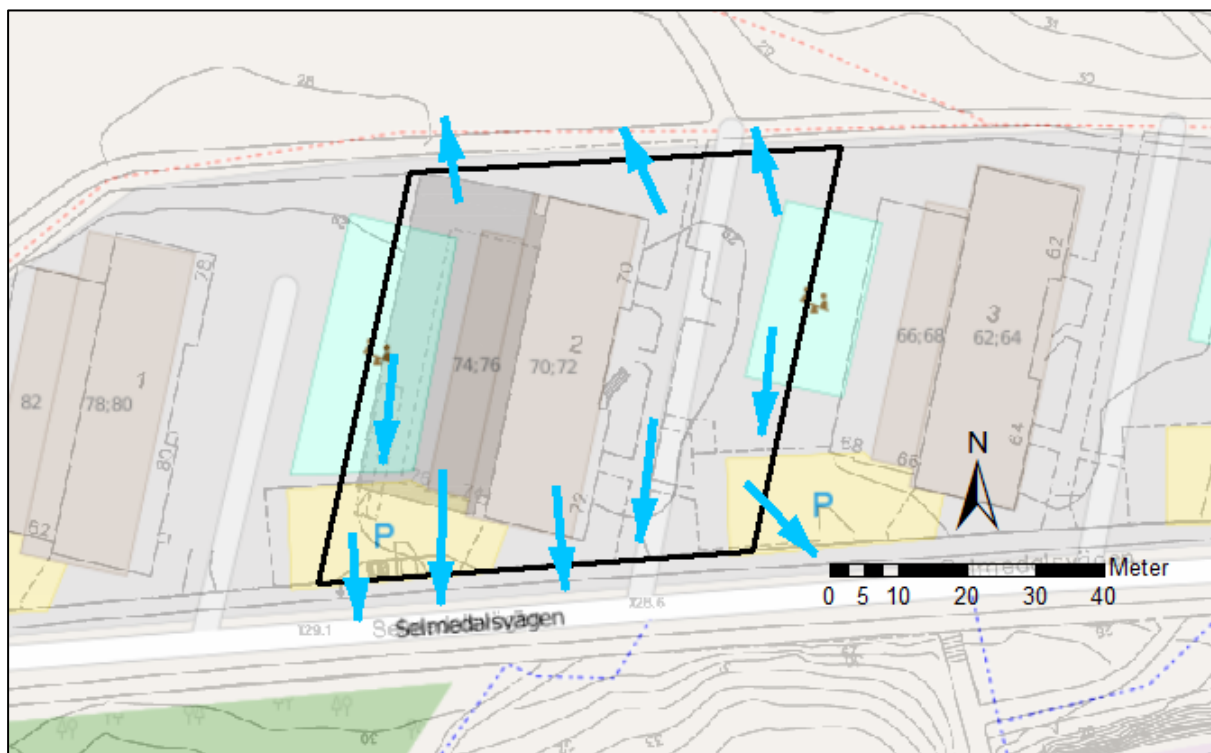
**Figur 3-2.** Jordartskarta framtagen med SGUs kartgenerator. Svartstreckad romb visar planområdets ungefärliga läge.



**Figur 3-3.** Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator. Svartstreckad romb visar planområdets ungefärliga läge.

### 3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Planområdet är mycket flackt med marknivåer omkring +29 meter. Större delen av planområdet sluttar svagt ner mot Selmedalsvägen i söder, men de nordliga delarna sluttar istället ner mot GC-vägen norr om planområdet. Figur 3-4 visar ungefärliga nuvarande flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på de topografiska förhållandena inom och omkring planområdet. I dagsläget leds en övervägande del av dagvattnet från planområdet till dagvattenledningar i Selmedalsvägen, samt i viss utsträckning till dagvattenledningen under GC-vägen i norr.



**Figur 3-4.** Översiktskarta över planområdet (svart romb) där blå pilar visar nuvarande flödesriktningar för avrinnande dagvatten. Höjdkurvor visas med grå linjer. Planområdet är flackt med brantare partier belägna söder och nordost om planområdesgränsen.

### 3.2 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Det dagvatten som bildas inom planområdet mynnar enligt VISS ut i vattenförekomsten Fiskarfjärden i Mälaren (SE657865-161900), se Figur 3-5. Länsstyrelsens klassning av Fiskarfjärden visar på påverkan av miljögifter. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas, eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna inte uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Delar av Fiskarfjärden ingår även i Östra Mälarens vattenskyddsområde. Det aktuella planområdet är beläget utanför skyddsområdesgränsen.

Fiskarfjärden klassificeras enligt VISS (2017) som god ekologisk status. Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk ytvattenstatus på grund av förekomsten av antracen, bromerad difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar samt tributyltennföreningar. Miljökvalitetsnormerna anges till god ekologisk status samt god kemisk ytvattenstatus, med tidsfrist till 2027 för tributyltennföreningar och antracen samt mindre stränga krav för kvicksilver och bromerad difenyleter, som bedöms överskrida gränsvärdet i samtliga vattenförekomster i Sverige.

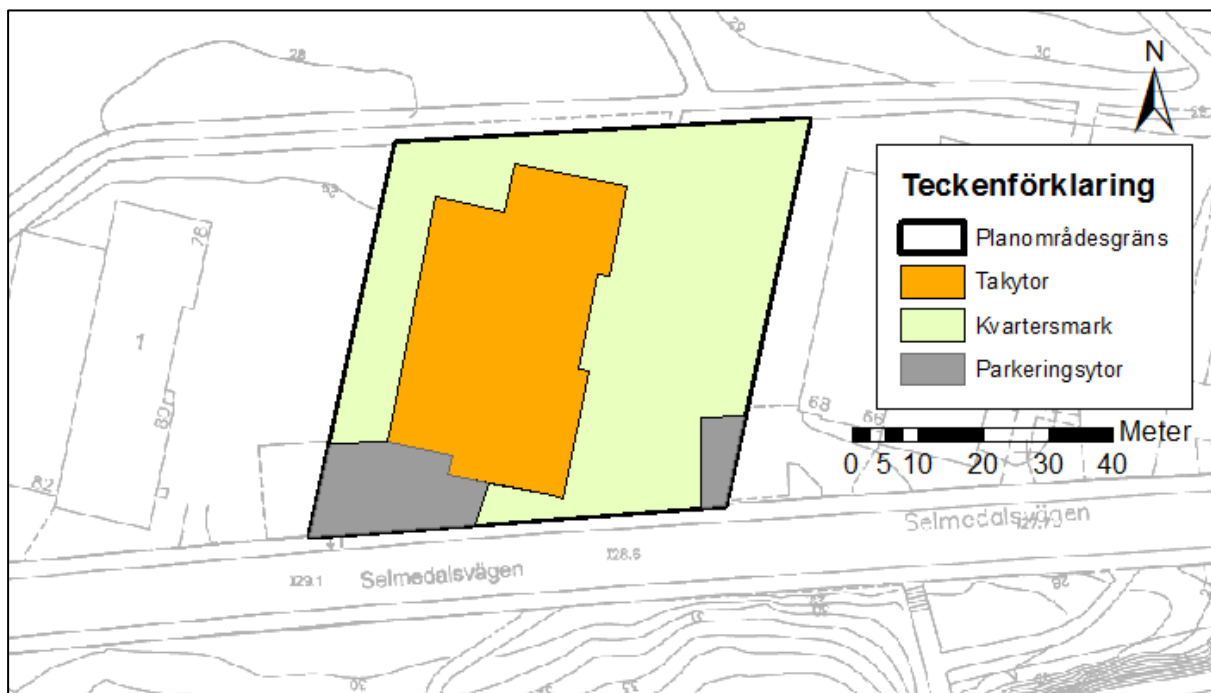




**Figur 3-5.** Fiskarfjärden i Mälaren ([www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se)). Den röda cirkeln visar den ungefärliga placeringen av planområdet.

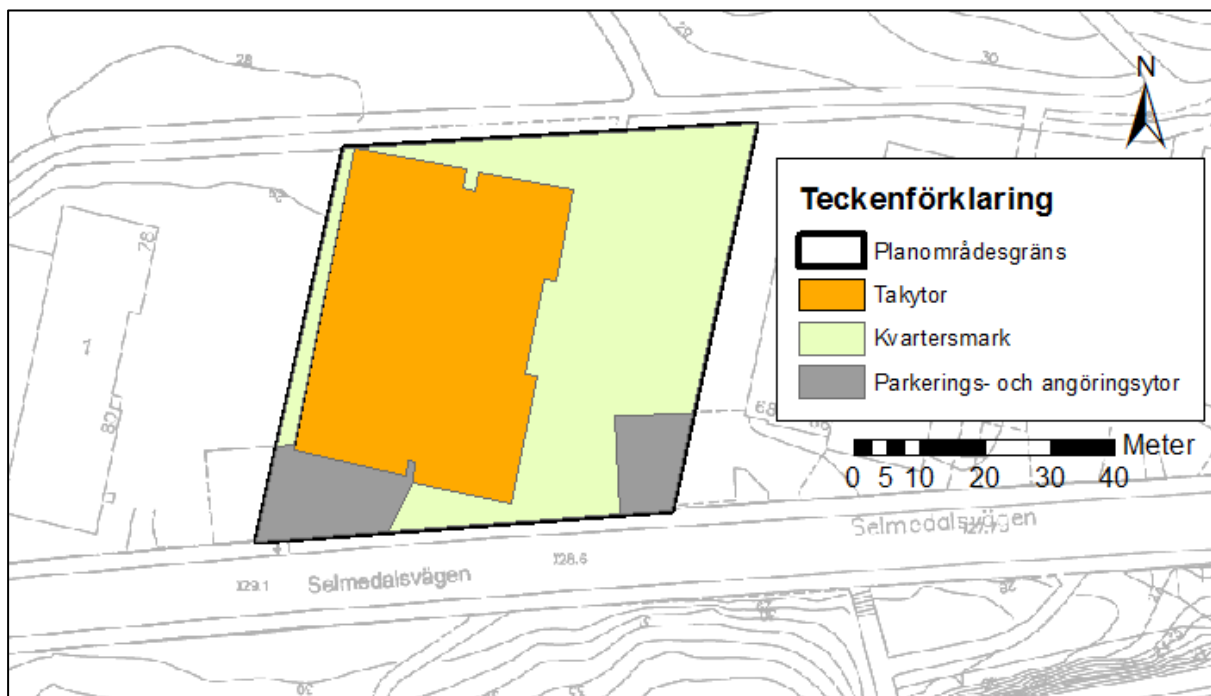
### 3.3 Markanvändning – Befintlig och planerad

Planområdet består idag av ett bostadshus med intilliggande garagebyggnad, samt gångvägar, lekplats och gräsytor. Två parkeringsytor i söder ligger också delvis inom planområdesgränsen. En karta över befintlig markanvändning presenteras i Figur 3-6, där gräsytor, lekplatser och gångvägar visas under den gemensamma benämningen kvartersmark.



**Figur 3-6.** Befintlig markanvändning inom planområdet, markerat med en svart linje.

I Figur 3-7 visas en karta över planerad markanvändning efter tillbyggnationen. Förändringen i markanvändning medför en något ökad andel hårdgjorda ytor inom planområdet. Även i detta fall har gårdsytorna med gångvägar, gräsytor och förskolans lekgård lagts in i den gemensamma benämningen kvartersmark.



**Figur 3-7.** Planerad markanvändning inom planområdet, markerat med en svart linje.

## 4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

### 4.1 Flödesberäkningar

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändningsområde, samt areor för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet presenteras i Tabell 4-1. Dessa areor är baserade på erhållen situationsplan daterad 2016-04-19. Om den slutliga markanvändningen ser annorlunda ut påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna. Om till exempel andelen asfaltsytor minskar och ersätts med grus eller plattläggning kommer de dimensionerande dagvattenflödena bli mindre. Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienterna kan ge relativt stora skillnader i dimensionerande flöde. De redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen.

För kvartersmark har avrinningskoefficienten 0,3 använts för befintlig markanvändning, vilket bedöms motsvara en sammanvägning av hårdgjorda ytor, grönområden och lekplatser med grus och/eller sand. För planerad markanvändning har avrinningskoefficienten för kvartersmark satts till 0,4 då förskolans planerade lekgård delvis kommer att ersätta gräsytor inom fastigheten och lekgården antas utgöras av en något större andel hårdgjorda ytor (exempelvis asfalt, plattsättning och fallskyddsmattor). För gröna tak har det gjorts ett konservativt antagande att enbart en liten fördröjning av ett dimensionerande regn sker, då den typ som kan bli aktuell är tunna sedumtak som snabbt blir mättade vid kraftig nederbörd.

**Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter, samt befintlig och planerad markanvändning inom planområdet.**

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Befintlig (m <sup>2</sup> )	Planerad (m <sup>2</sup> )	Planerad med gröna tak (m <sup>2</sup> )
Kvartersmark	0,3 - 0,4	2 100	1 700	1 700
Asfalt	0,8	400	400	400
Tak	0,9	1 200	1 600	700
Gröna tak	0,8			900
<b>Summa</b>		<b>3 700</b>	<b>3 700</b>	<b>3700</b>

I enlighet med Svenskt Vatten P110 har ett återkommande 20-årsregn med klimattfaktor 1,25 använts för beräkning av dimensionerande flöden. Dagvattenflöden från fastigheten vid ett återkommande 20-årsregn med 10 minuters varaktighet, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.2 och redovisas i Tabell 4-2. Enligt beräkningar utförda med bilaga 10.1 i Svenskt Vatten P110 och Dahlström (2010) motsvarar ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet en regnintensitet på cirka 287 liter/sekund·hektar. Årsnederbörden har satts till 550 millimeter, vilket är årsmedelnederbörden för Stockholm enligt Stockholm stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015). Årsmedelflödet minskar markant vid användande av gröna tak, vilket beror på att de har kapacitet att omhänderta en stor andel av den nederbörd som faller under ett år.

**Tabell 4-2. Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet samt årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning.**

	Flöde 20- årsregn (l/s)	Ökad dagvattenbildning (%)	Årsmedelflöde (l/s)	Ökat årsmedelflöde (%)
Befintlig	73	11	0,039	20
Planerad	81		0,047	
Planerad, med gröna tak	78	7	0,034	-13

En förtätning av planområdet enligt föreslagen planskiss skulle totalt medföra en ökning av det dimensionerande dagvattenflödet med 11 % och en ökning av årsmedelflödet med 20 %. Med gröna tak skulle ökningen bli 7 % för dimensionerande flöden men en minskning med 13 % för årsmedelflödet.

## 4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.3. För att fördröja planområdets dagvatten så att det dimensionerande flödet efter förtätningen inte överstiger 70 liter/sekund, vilket med viss marginal understiger nuvarande dimensionerande flöde, krävs en utjämningsvolym på cirka 8 m<sup>3</sup>.

## 4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har modelleringsverktyget StormTac v.17.2.3 använts. Modelleringsverktyget använder sig av schablonvärden framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten. Beräknade föroreningshalter utifrån schablonhalterna jämförs med riktvärden enligt RTK:s riktvärdesindelning (Regionplane- och trafikkontoret, 2009) för delavrinningsområden uppströms utsläppspunkt till recipient.

Samtliga beräknade föroreningshalter presenteras i tabell 4-3, där även koncentrationen efter föreslagen rening (se vidare kapitel 5.2 – 5.3) redovisas. För att erhålla ytterligare rening kan taktor beläggas med gröna tak som komplement till annan fördröjning, detta scenario har beräknats separat och redovisas som ett eget alternativ. Gröna tak har framför allt påverkan på den totala föroreningsmängd som årligen avgår från området, se tabell 4-4.



**Tabell 4-3. Föroreningshalter i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Föroreningshalter vid planerad markanvändning har beräknats både med och utan gröna tak. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen kan jämföras med RTK:s riktvärden (Regionplane- och trafikkontoret, 2009). Rött = halten överstiger riktvärde, Orange = halten överstiger befintlig halt, Grön = halten understiger befintlig halt.**

Ämne	Enhet	Riktvärde	Föroreningskoncentrationer				Maximal reningseffekt (%)
			Befintlig	Innan rening	Efter rening	Med gröna tak, efter rening	
Fosfor	µg/l	160	88	87	27	33	71
Kväve	µg/l	2 000	1 600	1600	710	810	58
Bly	µg/l	8	6,6	6,2	0,81	0,84	88
Koppar	µg/l	18	14	13	2,7	2,8	82
Zink	µg/l	75	43	41	3	3	93
Kadmium	µg/l	0,4	0,51	0,57	0,028	0,02	95
Krom	µg/l	10	5,1	5	2	2	61
Nickel	µg/l	15	3,5	3,7	0,75	0,71	80
Kviksilver	µg/l	0,03	0,021	0,018	0,0058	0,007	68
Suspenderad substans	µg/l	40 000	44 000	41000	7200	7200	84
Olja (mg/l)	µg/l	320	220	180	40	51	78
PAH (µg/l)	µg/l	Saknas	0,62	0,6	0,031	0,044	95
Benso(a)pyren	µg/l	0,03	0,015	0,015	0,00078	0,00085	95

Föroreningshalterna i orenat dagvatten ökar för tre ämnen efter exploatering: kväve, kadmium och nickel. Ökningarna är dock som mest 6 %. Schablonhalterna indikerar att koncentrationerna av kadmium och suspenderad substans i det orenade dagvattnet efter exploatering överstiger riktvärdet från Regionplane- och trafikkontoret, men för suspenderad substans erhålls ändå en minskning. Minskningen förklaras främst av att parkeringsytan förväntas minska något och att den delvis kommer få ett annat användningsområde som lastzon och angöringsyta. Genom föreslagna åtgärder för rening och fördröjning (se Kapitel 5.2 och 5.3) renas sedan dagvattnet så att koncentrationen av samtliga ämnen minskar till nivåer under såväl riktvärden som nuvarande föroreningshalter för båda de studerade scenarierna, med och utan kompletterande gröna tak.

I Tabell 4-4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening för två scenarier. Beräkningarna har utförts med StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen efter exploatering ökar i orenat dagvatten för ett flertal ämnen jämfört med befintliga förhållanden. Detta är att förvänta då dagvattenbildningen inom planområdet ökar samtidigt som föroreningskoncentrationerna i det orenade dagvattnet inte minskar, vilket leder till att en större mängd föroreningar transporteras ut från området. Ökningarna är i allmänhet små, den största ökningen kan ses för kadmium med 22 % och även ett flertal andra metallkoncentrationer stiger. Denna ökning beror på att vissa takmaterial avger metaller och problemet kan därför enkelt avhjälpas genom att använda tak i andra material. Efter att dagvattnet passerat genom föreslagna

fördröjnings- och reningsåtgärder har dock föroreningsbelastningen för samtliga föroreningar minskat till mängder under nuvarande markanvändning för båda de studerade scenarierna.

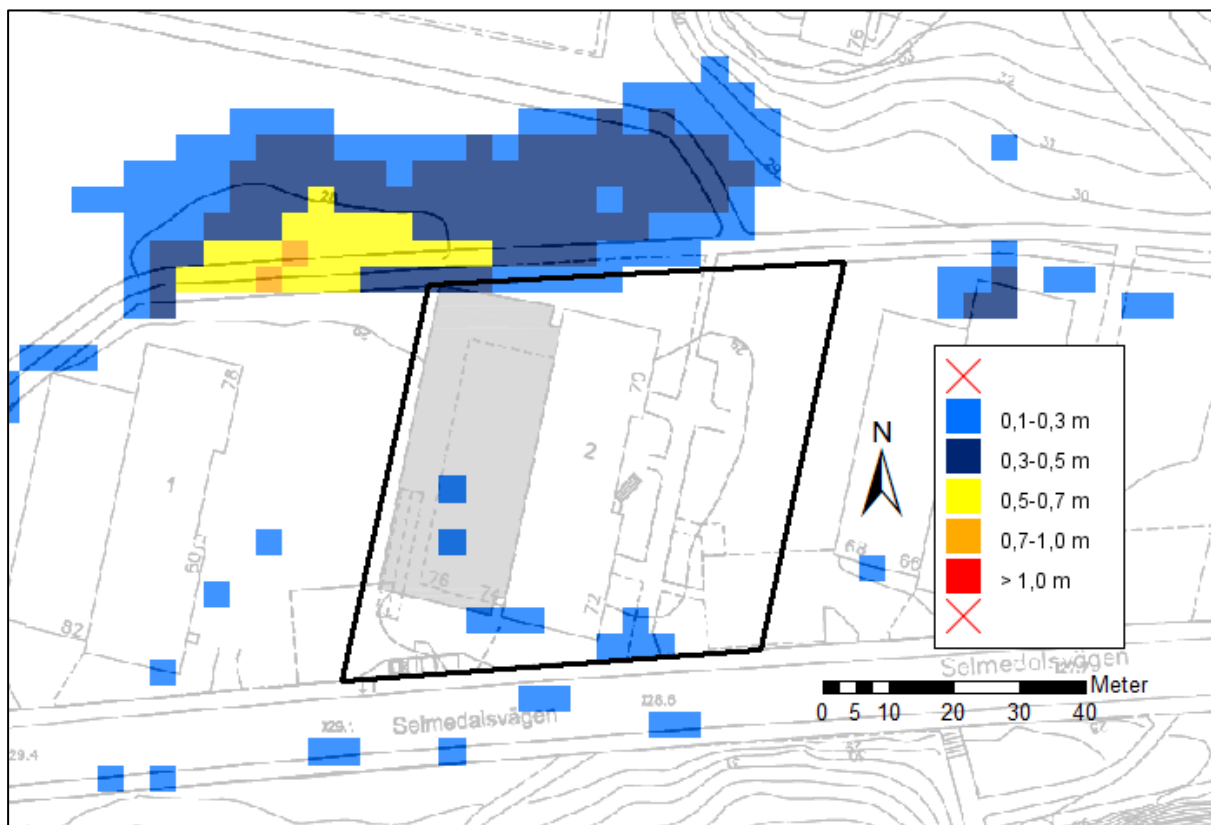
**Tabell 4-4. Årlig föroreningsbelastning från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).**

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			
		Befintlig	Innan rening	Planerad Efter rening	Med gröna tak, efter rening
Fosfor	kg/år	0,11	0,12	0,037	0,036
Kväve	kg/år	2,0	2,3	0,98	0,87
Bly	kg/år	0,0082	0,0085	0,0011	0,00091
Koppar	kg/år	0,018	0,018	0,0038	0,0031
Zink	kg/år	0,053	0,057	0,0041	0,0033
Kadmium	kg/år	0,00064	0,00078	0,000039	0,000022
Krom	kg/år	0,0064	0,0069	0,0027	0,0022
Nickel	kg/år	0,0043	0,0051	0,0010	0,00077
Kvicksilver	kg/år	0,000026	0,000025	0,0000079	0,0000075
Suspenderad substans	kg/år	55	57	9,9	7,8
Olja (mg/l)	kg/år	0,27	0,25	0,056	0,056
PAH (µg/l)	kg/år	0,00077	0,00082	0,000043	0,000048
Benso(a)pyren	kg/år	0,000019	0,000020	0,0000011	0,000017

#### 4.4 100-årsregn och skyfallsmodell

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna via sekundära avrinningsvägar längs planområdets gångvägar och öppna ytor och vidare ut på närliggande lokalgor.

Stockholm Vatten har i samarbete med Stockholms stads miljöförvaltning, samt WSP tagit fram en översiktlig skyfallsmodell för kommunen (Pramsten, 2015). Modelleringen baseras på ett 100-årsregn i det klimat som förväntas råda i Stockholmsområdet år 2100. Modellen bygger på ett antal förenklingar och antaganden och resultaten ska därför ses som indikationer och inte som exakta förutsägelser om vilka områden som riskerar att översvämmas vid ett extremregn. Ett utdrag över maximala översvämningsdjup inom och omkring det aktuella planområdet för skyfallsmodellens scenario c, en typ av worst case-scenario, som utgår från ogynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten, visas i Figur 4-1.



**Figur 4-1.** Maximala översvämningsdjup från Stockholms stads skyfallsmodell, scenario c, inom och omkring planområdet. Data hämtat från Stockholms stads dataportal (<http://dataportalen.stockholm.se>)

Skyfallsmodellens resultat visar på en översvämningsrisk i ett område norr och nordväst om planområdet, med som mest 0,7 – 1,0 meter översvämningsdjup. Inom planområdets södra delar finns två mindre ytor där modellen visar på en risk för översvämnning med ett djup av 0,1 – 0,3 meter.

## 5 Lösningförslag för dagvattenhantering

### 5.1 Generella rekommendationer

För att skapa en långsiktigt hållbar hantering av dagvattnet i Stockholm med hänsyn till både kvalitet och kvantitet har Stockholms stad tagit fram en dagvattenstrategi med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras. Strategin anger fyra övergripande mål:

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

Den föreslagna exploateringen i planområdet enligt gällande planskiss kommer totalt att medföra ett ökat årsmedelflöde av dagvatten med cirka 20 %, se Tabell 4-2. Planområdet består av fyllning med underliggande lager av lera och/eller silt, vilket medför att naturlig infiltration av dagvatten till grundvattnet bedöms vara möjlig i viss mån. Hur mycket som kan infiltrera beror på fyllningens mäktighet och är svårt att uppskatta utifrån tillgänglig information. Målet med de lösningar för LOD som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därmed reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten.

### 5.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten

För att fördröja det dagvatten som vid ett 20-årsregn bildas inom planområdet till ett maximalt utflöde av 73 liter/sekund krävs en utjämningsvolym på cirka 8 m<sup>3</sup>. Ett sätt att åstadkomma detta är att anlägga regnbäddar i planområdets södra del där det, baserat på planområdets tillgängliga ytor, topografi och anslutningsmöjligheter till dagvattennätet, bedöms vara lämpligast att placera anläggningen. Utöver att fördröja och reducera dagvattenflödena ger regnbäddarna även en rening av dagvattnet genom filtrering, sedimentation och växtupptag. De många olika reningsprocesserna gör att ett brett spektrum av föroreningar, och i viss utsträckning både lösta och partikulärt bundna ämnen, kan renas från dagvattnet. Anläggningarna för omhändertagande av dagvatten har dimensionerats så att flödesbelastningen på det befintliga dagvattennätet inte ska öka utan ligga på samma nivå som för dagens situation.

#### 5.2.1 Regnbäddar

Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon ovanpå jordlagret, där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn, och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande boendemiljö med rik och varierad växtlighet. Regnbädden byggs upp av en dräneringslager i botten som överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger goda levnadsförutsättningar för växterna. Ett exempel på hur en regnbädd kan konstrueras visas i Figur 5-1. Regnbäddarna förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till ledningsnätet.

Regnbäddar kan antingen anläggas som upphöjda "lådor" eller något nedsänkta i marken. I det senare fallet utgörs fördröjningszonen av höjden mellan växtbäddens jordyta och den omkringliggande marknivån. Då det inte planeras för något garage inom det aktuella planområdet kan växtbäddarna anläggas med genomsläpplig botten för att ge dagvattnet en möjlighet att infiltrera till grundvattnet, förutsatt att den underliggande marken inte är förorenad.





**Figur 5-1.** Exempelillustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).

### 5.2.2 Gröna tak

Ofta nämns två olika typer av gröna tak; semi-intensiva och extensiva tak. Kategorierna baseras på hur arbetsintensiva de är, men de har också olika egenskaper när det kommer till vattenhållande förmåga.

Sedumtak är en typ av extensiva tak som behöver minimal skötsel, växterna är ofta fetbladsväxter som fetknopp, kärleksört och taklök. Semi-intensiva tak behöver ett visst mått av skötsel som klippning och bevattning vid torka (växterna är ofta fetbladsväxter, mossor samt olika grässorter). Gröna tak kommer bara kunna fördröja regn upp till en viss storlek. Då vegetationstäcket börjar bli mättat kommer fördröjningseffekten att avta för att till sist upphöra helt.

Avrinningskoefficienten för gröna tak varierar beroende på utformning och växttyp. De tunna taken har inte kapacitet att fördröja dimensionerande regn, då stora mängder nederbörd faller på kort tid, men kan fördröja och avdunsta stora delar av årsnederbörden, vilket leder till en minskad årlig föroreningsbelastning ut från området. Tjockare tak har kapacitet att fördröja även dimensionerande regn, men dessa kräver särskilda konstruktioner med avseende på byggnadens bärighet. Gröna tak kräver dock regelbunden gödsling, vilket medför en risk att näringsämnen urlakas till dagvattnet. I Figur 5-2 visas ett exempel på hur gröna sedumtak kan se ut i praktiken.



**Figur 5-2.** Exempelbild på gröna tak i stadsmiljö från Malmö.

### 5.3 Lösningförslag

Geosigma bedömer det lämpligt att i första hand anlägga regnbäddar för fördröjning och rening av dagvatten inom planområdet. När dagvatten infiltrerar i regnbädden sker rening genom flera olika processer, bland annat växtupptag, filtrering och sedimentation, vilket innebär att många olika ämnen och både lösta och partikulärt bundna föroreningar kan omhändertas. Det är möjligt att också komplettera anläggningarna med gröna tak, exempelvis sedumtak, som minskar årsavrinningen och därmed den årliga föroreningsbelastningen. För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder:

- Vatten från naturmark tillåts infiltrera och avrinna ut i den omgivande terrängen
- Dagvatten från tak och angöringsyta leds till regnbäddar, som kopplas till befintligt dagvattensystem i Selmedalsvägen, söder om planområdet. Beräkning av erforderlig yta med regnbäddar ges under denna punktlista.
- Regnbäddarna ger rening av dagvattnet genom ett flertal olika processer som tillsammans ger en god reningseffekt och renar såväl lösta som partikulärt bundna föroreningar. Vattnet nyttjas även som en resurs vid bevattning samtidigt som ekosystemtjänster genereras och anläggningen bidrar med ett grönt inslag i miljön.
- Som alternativ kan regnbäddarna kompletteras med gröna tak på hela eller delar av den planerade byggnaden. Förslagsvis kan tunna sedumtak då användas.
- Med gröna tak beräknas volymen i regnbäddarna kunna minskas från 8 m<sup>3</sup> till 7 m<sup>3</sup>. Den marginella förändringen förklaras av att tunna sedumtak har liten effekt på dimensionerande regn men bidrar till att fördröja och avdunsta en stor andel av årsnederbörden, vilket reducerar den årliga föroreningsbelastningen från området.
- Ytor för regnbäddar, och eventuella ytor med gröna tak, ska markeras i plankartan.
- Om de förorenade massor som påträffats inom planområdet inte avlägsnas behöver regnbäddarna anläggas med tät botten, för att förhindra att infiltrerande vatten

riskerar att föra med sig föroreningar till grundvattnet. Om regnbäddarna anläggs i rena massor kan de istället anläggas med permeabel botten för att ge en infiltration till grundvattnet, förutsatt att de anläggs på platser där de inte riskerar att tränga in i byggnaden. Ett visst utrymme behöver då lämnas mellan byggnad och växtbädd så att infiltrerande dagvatten inte belastar byggnadens dränering..

- Anslutningen till befintligt dagvattensystem stryps till ett maximalt flöde på 70 liter/sekund för att inte belasta dagvattennätet mer än vid befintlig markanvändning.
- När byggnaden anläggs är det viktigt att vid höjdsättningen ta översvämningssrisker i beaktande. Markytan behöver luta bort från fasad så att ytligt avrinnande dagvatten inte tränger in mot fasaden och riskerar att ge översvämningsskador.
- I husets norra ände visar Stockholm Stads översvämningsskartering på stora översvämningssrisker. Det är därför viktigt att säkerställa att byggnaden och närliggande marknivåer höjdsätts korrekt så att dagvatten från det översvämningssbenägna området inte belastar byggnaden.

För att det dimensionerade flödet, 70 liter/sekund, inte ska överstigas vid ett framtida 20-årsregn krävs en total utjämningsvolym på cirka 8 m<sup>3</sup>. Föreslagen dagvattenhantering består av regnbäddar med en övre fördröjningszon där dagvatten kan ansamlas vid kraftiga regn. Exempel på erforderliga areor för regnbäddar med olika fördröjningsdjup ges i Tabell 5-1. Då regnbäddarna ska anläggas intill en förskola rekommenderas något av de lägre fördröjningsdjupen (0,1 m eller 0,2 m). Regnbäddarna kan med fördel placeras intill byggnaden, men någon nedsänkt regnbädd ska också placeras nedströms asfaltsytan i söder för att rena det dagvatten som bildas där. På det viset kan dagvatten från angöringsytan avledas ytledes till regnbädden där det får infiltrera.

**Tabell 5-1. Erforderlig area med regnbäddar för olika val av djup på den övre fördröjningszonen.**

Fördröjningsdjup (m)	Erforderlig area (m <sup>2</sup> )
0,1	80
0,2	40
0,3	27

Som alternativ kan gröna tak anläggas på hela eller delar av takytorna för att minska det dimensionerande flödet. Dock krävs ändå kompletterande rening och fördröjning eftersom enbart gröna tak ofta ger en viss ökning av näringsämnesläckaget, vilket förklaras av att sedumväxterna behöver gödslas regelbundet, och minskningen av det dimensionerande flödet inte blir tillräckligt stor för att möta kraven. Gröna tak behöver därför kompletteras med regnbäddar med en erforderlig fördröjningsvolym på 7 m<sup>3</sup> (istället för 8 m<sup>3</sup>). För det aktuella planområdet rekommenderas därför fördröjning och rening i enbart regnbäddar, eftersom volymminskningen som erhålls genom en kombinationslösning är liten och regnbäddarna ger en fullgod rening i enlighet med stadens dagvattenstrategi.

Det bedöms att de LOD-åtgärder som föreslås inte leder till någon ökad belastning på dagvattennätet jämfört med dagens markanvändning. De mått och volymer som anges är dock en uppskattning baserad på tillgänglig information gällande planerad markanvändning och fastighetsgränser. Om utformningen ändras kan beräkningarna behöva revideras.

För att ytterligare minska avrinningen kan hårdgjorda ytor minskas och ersättas med mer permeabla ytor som exempelvis grus eller armerat gräs, och om det anses rimligt kan regnbäddarna göras större för att ytterligare minska belastningen på det befintliga dagvattennätet. Enligt Stockholms stad ska dagvatten användas som en resurs och värdeskapande för staden och detta skulle bland annat kunna uppnås genom att skapa en gårdsmiljö där dagvatten används som en integrerad funktion för till exempel tillförsel av



vatten till växtligheten. Att bevara träd inom planområdet kan vara gynnsamt för dagvattenhanteringen då det binder och förbrukar stora mängder markvatten, samtidigt som regn fördröjs i trädskronorna.

## 5.4 Effekt på recipient

Den föreslagna förändringen i markanvändning inom planområdet medför en något större andel hårdgjorda ytor, men ingen av dessa kommer i någon större utsträckning bidra med föroreningar. Föroreningsberäkningar utifrån StormTacs schablonvärden visar på ökade halter av kadmium och nickel i orenat dagvatten. Genom föreslagen dagvattenhantering med regnbäddar, alternativt kompletterat med gröna tak, kommer dock dagvattnet att genomgå rening innan det leds till det kommunala dagvattennätet. Efter reningen kommer dagvattnets föroreningsinnehåll att vara lägre än för befintlig markanvändning för samtliga studerade föroreningar, såväl föroreningskoncentrationen som den årliga föroreningsbelastningen beräknas minska. Detta gäller både då rening sker i enbart regnbäddar och då dessa kompletteras med gröna tak.

Sammantaget bedöms därför, under förutsättning av föreslagna åtgärder genomförs, de föreslagna förändringarna av planområdet inte orsaka en försämrad status för varken grundvattenförekomster eller ytvattenrecipienter utan snarare bidra till en förbättrad vattenkvalitet. De föreslagna förändringarna med genomförda åtgärder för rening av dagvatten bedöms därför inte ha en negativ påverkan på möjligheterna att uppnå recipientens miljö kvalitetsnormer. Snarare kommer den beräknade minskningen i årlig föroreningsbelastning bidra till att statusen kan förbättras och att miljö kvalitetsnormerna kan uppfyllas.

## 5.5 Extremregn

Stockholms stads skyfallsmodell för ett 100-årsregn (Pramsten, 2015) visar på en viss översvämningssrisk inom planområdet söder om det befintliga bostadshuset. Översvämningssdjupen är dock små, 0,1 – 0,3 meter, även vid det scenario som utgår ifrån ogynnsamma förhållanden. Längs GC-vägen norr om planområdet visar dock modellen på ett något större översvämningssområde som också har större översvämningssdjup, som mest 0,7 – 1,0 meter. Detta bedöms vara den primära översvämningssrisken för den föreslagna byggnaden.

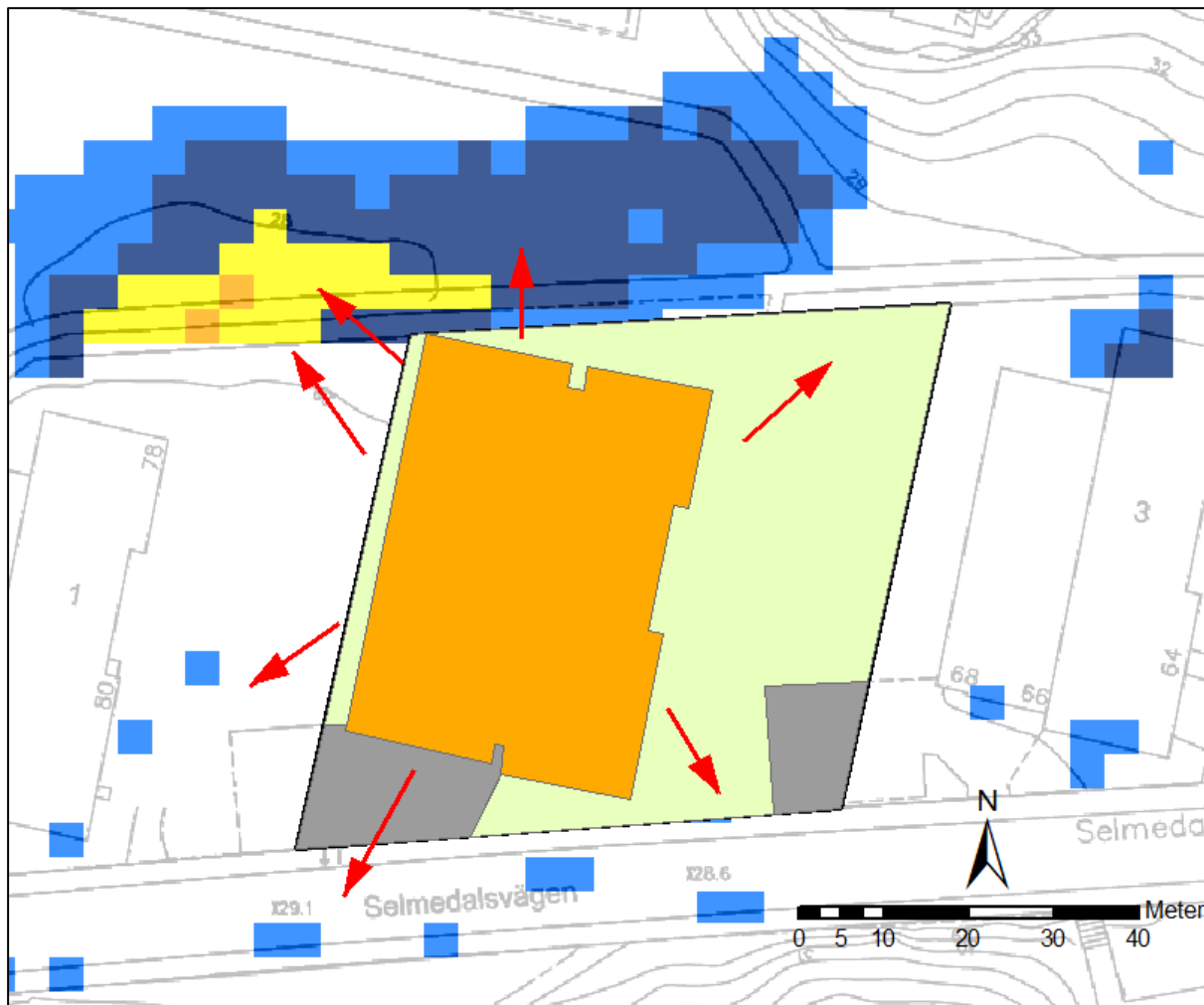
Höjdsättningen av planområdet måste planeras så att vatten från omgivande ytor inte rinner in mot byggnaden vid extremregn. Planområdet måste också höjdsättas så att överskottsvattnet vid bräddning av de föreslagna lösningarna rinner av mot närliggande vägytor för vidare transport till recipienten. En principskiss som visar de ytliga avrinningsriktningar som behöver säkerställas med hjälp av höjdsättning ges i Figur 5-3.

Mot norr kan en höjdskillnad behöva skapas mellan byggnadens nivå och GC-vägen, som enligt modellen riskerar att översvämmas med djup på 0,3 – 0,5 m intill byggnadens nordvästra hörn och upp mot 1 m en bit bort längs GC-vägen. Byggnaden behöver därför ligga minst 0,5 m över GC-vägens yta, gärna med lite extra marginal. Om detta inte följs finns en risk att byggnaden drabbas av översvämningssproblem vid extremregn.

Föreslagen dagvattenhantering bygger på att dagvatten från tak- och angöringsytor omhändertas i regnbäddar i planområdets södra del, vilket innebär att stuprör m.m. kommer avleda takvattnet söderut. Detta är även positivt för översvämningssituationen norr om planområdet, som sannolikt kommer få ett något minskat tillflöde till följd av denna omledning. Vid extremregn kommer dagvattnet från planområdet därför till klart övervägande del att avrinna ytligt mot Selmedalsvägen i söder. Selmedalsvägen är en större lokalgata försedd med kantsten på båda sidor som förhindrar att dagvatten bräddar ut från vägbanan. Detta bedöms vara en så god hantering av dagvatten som är möjligt att få vid denna typ av extremregn. Det bör också nämnas att vid extrema regn med hög intensitet mättas grönytor



så till den grad att de ur avrinningshänseende fungerar i princip som hårdgjorda asfalts- eller takytor och allt regn som faller på ytan rinner av som dagvatten. Skillnaden i dagvattenflöde mellan befintlig och planerad markanvändning minskar därför med en ökad återkomsttid för det dimensionerande regnet, och för exempelvis ett 100-årsregn är denna skillnad ytterst marginell och flödet ut från området kommer i det närmaste vara detsamma.



**Figur 5-3.** Principskiss som illustrerar de ytliga avrinningsvägar, röda pilar som behöver skapas med höjdsättning av planområdets mark. Marken ska luta bort från byggnaden för att dagvatten inte ska tränga in och orsaka skador vid översvämningssituationer.

## 6 Referenser

Dahlström, B. 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse, SVU-rapport 2010-05.

Havs- och vattenmyndigheten, 2016. *Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar*. Rapport 2016:30.

Larm, T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.

Pramsten, J. 2015. Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Stockholm Vatten AB

Regionplane- och trafikkontoret, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.

SGU, 2016. Sveriges Geologiska undersökning, <http://sgu.se/>, hämtat 2016-08-09.

Stockholms stad, 2015. Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

VAV, 1983. P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen

VISS, 2017. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2017-03-08.