

# GEOSIGMA

Grap 19107


## Dagvattenutredning Kvarteret Sala, Uppsala



Geosigma AB

2019-06-14

# GEOSIGMA SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING

Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 605436	Grav nr: 19107	Version: 2.0	Antal Sidor: 25	Antal Bilagor: 1	
Beställare: Vasakronan	Beställares referens: Markus Levin		Beställares referensnr: -			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Kvarteret Sala, Uppsala						
Författare: Johan Lundh					Datum: 2019- 06- 14	
Granskad av: Lianne de Jonge					Datum: 2019-04-27	
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6	<b>Uppsala</b> Postadr: Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadr: S:t 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 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

## Sammanfattning

Vasakronan planerar en nybyggnation på en befintlig innergård inom kvarteret Sala i centrala Uppsala. Eftersom nybyggnationen leder till en förändring av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för planområdet.

Kvarteret Sala består idag av affärs- och kontorsbyggnader och en öppen innergård ovanpå ett underliggande garage där nu en tillbyggnation planeras. Området kommer alltså vara 100 % hårdgjort både före och efter tillbyggnaden.

Vid exploatering på kvartersmark i Uppsalas stadskärna finns det inte mycket utrymme för öppna dagvattenlösningar vilket medför svåra förutsättningar till att skapa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Enligt Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten ska kvartersmarken kunna omhänderta 20 mm nederbörd. Vid en nyexploatering kan exploitören då beläggas med kravet att omhänderta ett 20-millimetersregn men helt sakna plats för dagvattenåtgärder eftersom kvartersområdet både före och efter exploatering till 100 % består av hårdgjord yta.

Dessa markförhållanden med 100 % hårdgjord yta gäller för kvarteret Sala vilket inte skapar ideala förhållanden för att efterleva Uppsala Kommuns dagvattenstrategi. Möjligheten att bygga ett underjordiskt magasin på allmän platsmark nära byggnaden har förslagits men avslagits av Uppsala Vatten.

För att uppnå kravet om fördröjning av 20 mm nederbörd krävs en erforderlig utjämningsvolym på 96 m<sup>3</sup>. Denna utjämningsvolym kunde inte uppnås med rimliga dagvattenlösningar utan därför eftersöktes istället bästa möjliga dagvattenslösning för Kvarteret Sala.

I samråd med Uppsala Vatten blev således målet med den här dagvattenutredningen att skapa bästa möjliga dagvattenlösning utan att ha möjlighet till att använda öppna eller underjordiska dagvattenlösningar. Målet för dagvattenlösningen blir då varken 10-millimeterskravet eller 20-millimeterskravet utan att uppnå maximal utjämningsvolym för möjliga dagvattenanläggningar. Möjligheten som förefaller vara närmast till hands är då att använda alternativa lösningar såsom så gröna tak.

Vid den planerade nybyggnationen på kvarteret Sala föreslås gröna tak som dagvattenlösning eftersom det varken finns plats för underjordiska magasin eller öppna dagvattenlösningar. Platsbristen har medfört en justering av kommunens krav på dagvattenhanteringen och föreslagen dagvattenlösning bedöms vara den effektivaste enligt rådande förutsättningar. Dagvattenlösningen medför att kvarterets flödessituationen inte försämras trots påverkan av klimateffekter. Därigenom uppnås den i dialog med Uppsala Vatten överenskomna bästa möjliga dagvattenlösningen.

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	5
1.1	Syfte .....	5
1.2	Allmänt om dagvatten .....	5
1.3	Dagvattensituationen i centrala Uppsala .....	6
2	Material och metod .....	7
2.1	Material och datainsamling .....	7
2.2	Flödesberäkning.....	7
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym .....	8
2.4	Föroreningsberäkning .....	8
3	Områdesbeskrivning.....	9
3.1	Befintlig markanvändning .....	9
3.2	Planerad markanvändning .....	9
3.3	Hydrogeologi och hydrologi .....	10
3.3.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi .....	10
3.4	Recipient .....	12
4	Dagvattenberäkningar .....	14
4.1	Markanvändning .....	14
4.2	Flödesberäkning.....	14
4.3	Erforderlig utjämningsvolym.....	15
5	Föroreningsberäkningar.....	16
6	Lösningförslag för dagvattenhantering.....	18
6.1	Generella rekommendationer .....	18
6.2	Exempellösningar för dagvattenhantering.....	18
6.2.1	Gröna tak.....	18
6.2.2	Skötsel och underhåll .....	20
6.3	Lösningförslag.....	20
6.4	Lösningförslagets ekosystemtjänster och bidrag till en attraktiv stadsmiljö .....	21
7	Översvämningsrisk och höjdsättning .....	22
7.1.1	Generella riktlinjer för höjdsättning .....	22
7.1.2	Platsspecifik lågpunktkartering.....	23
8	Slutsats.....	24
9	Referenser .....	25

# 1 Inledning

Vasakronan planerar en nybyggnation på en befintlig innergård inom kvarteret Sala i centrala Uppsala. Eftersom nybyggnationen leder till en förändring av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för planområdet, som visas i figur 1-1.



Figur 1-1. Planområdet för kvarteret Sala markerat med blå streckad linje.

## 1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för en hållbar dagvattenhantering. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera anläggningar för hållbar dagvattenhantering och reningsanläggningar så att flödestoppar reduceras samtidigt som dagvattnet renas genom bland annat sedimentation, fastläggning av partiklar och växtupptag. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen ska Uppsala kommuns dagvattenstrategi och styrdokument användas.

## 1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningsens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Framst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Bostadsexploatering kan leda till en större areal hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

För att uppnå en hållbar dagvattenhantering 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.

### 1.3 Dagvattensituationen i centrala Uppsala

Uppsalas stadskärna är tätt bebyggd och har en hög andel hårdgjord yta vilket betyder att dagvattnet som genereras behöver omhändertas av stadens dagvattennät. Vid nybyggnation eller ombyggnation inom Uppsala kommun appliceras Uppsala kommuns dagvattenstrategi som innebär att antingen ett 20- eller 10-millimetersregn ska kunna fördröjas, storleken på regnet beror på närheten till recipient. Vilket avstånd för som gäller för närhet till recipient är oklart men saknar betydelse för den här utredningen. Eftersom stadens dagvattennät redan är hårt belastat ska ytterligare belastning högsta undvikas. Därför är ett krav också att flödesbelastningen inte får öka på befintliga dagvattenledningar.

Vid exploatering inom stadskärnans kvarter finns det inte mycket utrymme för öppna dagvattenlösningar vilket medför svåra förutsättningar för att skapa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Vid en nyexploatering kan exploatören då beläggas med kravet att omhänderta ett 20 millimetersregn men en helt sakna plats för dagvattenåtgärder eftersom kvarterområdet både före och efter exploatering är 100 % hårdgjord.

Kvarteret Sala består idag av 100 % hårdgjord yta och kommer efter nybyggnationen fortsatt vara 100 % hårdgjord vilket inte skapar ideala förhållanden för att efterleva Uppsala Kommuns dagvattenstrategi. Möjligheten att bygga ett underjordiskt magasin på allmän platsmark nära byggnaden har förslagits men avslagits av Uppsala Vatten.

I samspråk med Uppsala Vatten har därför målet med den här dagvattenutredningen till att skapa bästa möjliga dagvattenlösning utan att ha möjlighet till att använda öppna eller underjordiska dagvattenlösningar. Målet för dagvattenlösningen blir då varken 10-millimeterskravet eller 20-millimeterskravet utan maximal utjämningsvolym för möjliga dagvattenanläggningar. Möjligheten som förefaller vara närmast till hands är då att anlägga alternativa lösningar såsom så gröna tak.

## 2 Material och metod

Nedan beskrivs hur olika beräkningar genomförts och vilka styrdokument som använts.

### 2.1 Material och datainsamling

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

- Underlag för detaljplan, Tillbyggnad Kv Sala – wahlin arkitekter 2019-04-24
- Dagvattenprogram för Uppsala kommun (beslutad 2014-01-27)
- Uppsala Vattens åtgärdsnivå (antagen 2016-11-10)
- Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)
- Recipientinformation (VISS – Vatteninformationssystem Sverige)

### 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 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 detaljplanens implementering 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 för regn med varaktig under en timme oberoende på vilken del av Sverige undersökningsområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har därför ansatts i beräkningarna för planerad markanvändning, för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbördsmängder.

## 2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Uppsala kommuns riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Enligt dessa åtgärdsnivåer ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom undersökningsområdet.

Utöver detta beräknas också erforderlig fördröjningsvolym för att det dimensionerande flödet som uppstår vid ett 20-årsregn inte ska öka efter planerad exploatering. Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

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

där  $V$  är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ( $\text{m}^3/\text{ha}_{red}$ ),  $t_{rinn}$  är områdets rinntid och  $K$  är den tillåtna specifika avtappningen från området ( $\text{l/s} \cdot \text{ha}_{red}$ ). 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 regnvaraktighet och intensitet, 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.

Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 20-årsregn till 20 mm efter 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till undersökningsområdets rinntid.

Eftersom det saknas möjligheter till att anlägga öppna dagvattenlösningar som regnbäddar eller underjordiska magasin beräknas utjämningsvolymen för att påvisa hur mycket dagvatten planområdet genererar och vad som skulle behövas om en strukturell helhetslösning eventuellt skulle dimensioneras för stadskärnan i Uppsala.

## 2.4 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac v.19.1.2. StormTac använder sig av schablonhalter framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.



### 3 Områdesbeskrivning

I följande avsnitt beskrivs planområdet och dess omgivning vilket skapar förutsättningarna för dagvattenhantering inom området.

#### 3.1 Befintlig markanvändning

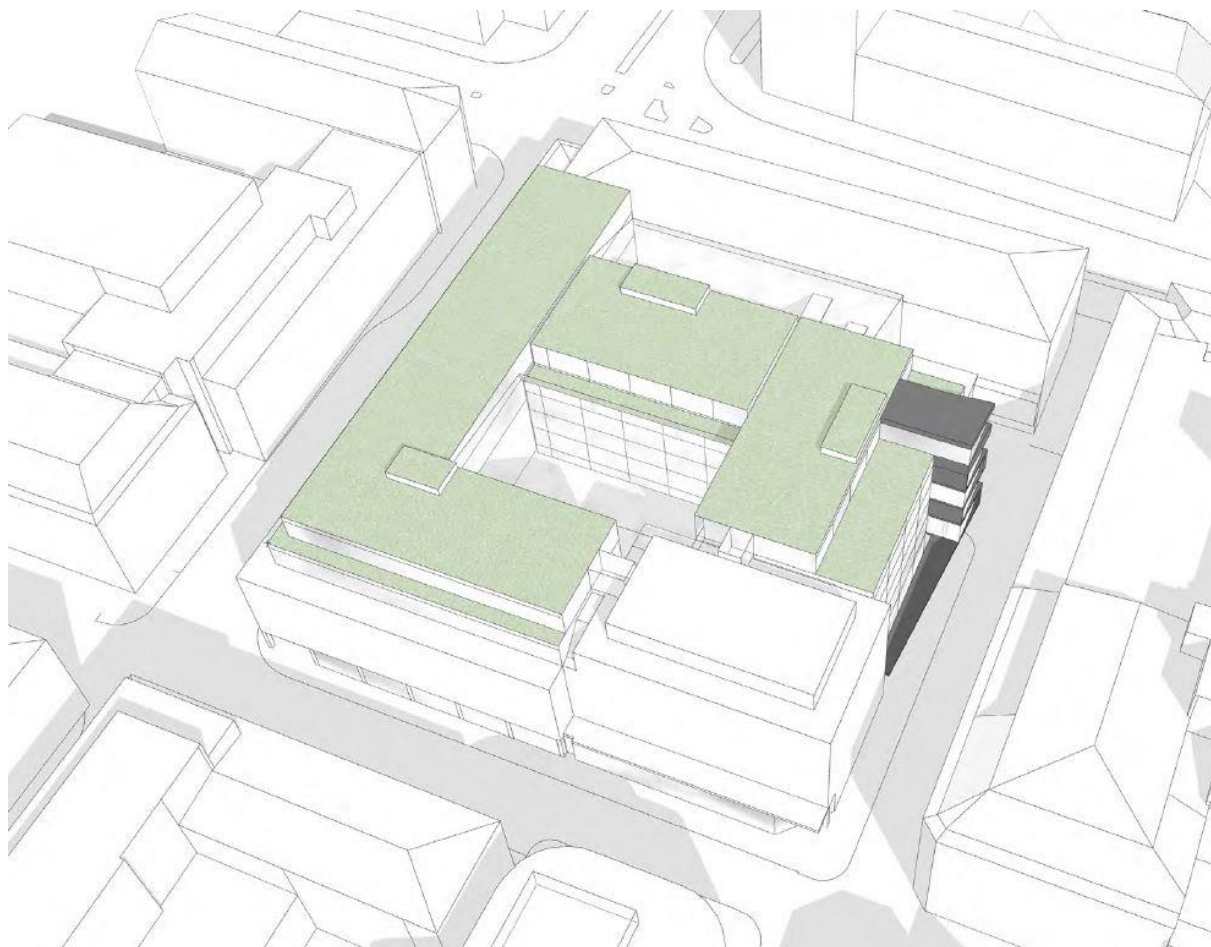
Planområdet är beläget i centrala Uppsala och ringas in av Dragarbrunnsgatan, Vaksalagatan, Kungsgatan och Smedsgränd. Flervåningshuset, med handelslokaler på bottenplan och kontor på de resterande våningarna omringar den grusbeklädda innergården som är underbyggd av ett garage. Planområdets befintliga markanvändning visas i figur 3-1.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning på planområdet för kvarteret Sala, Uppsala.

#### 3.2 Planerad markanvändning

På kvarterets innergård kommer ett flervåningshus byggas och medt glastak som förenar takytorna mellan de äldre omkringliggande byggnaderna och nybyggnationen i mitten. En förenklad bild av den planerade markanvändningen illustreras i figur 3-2.



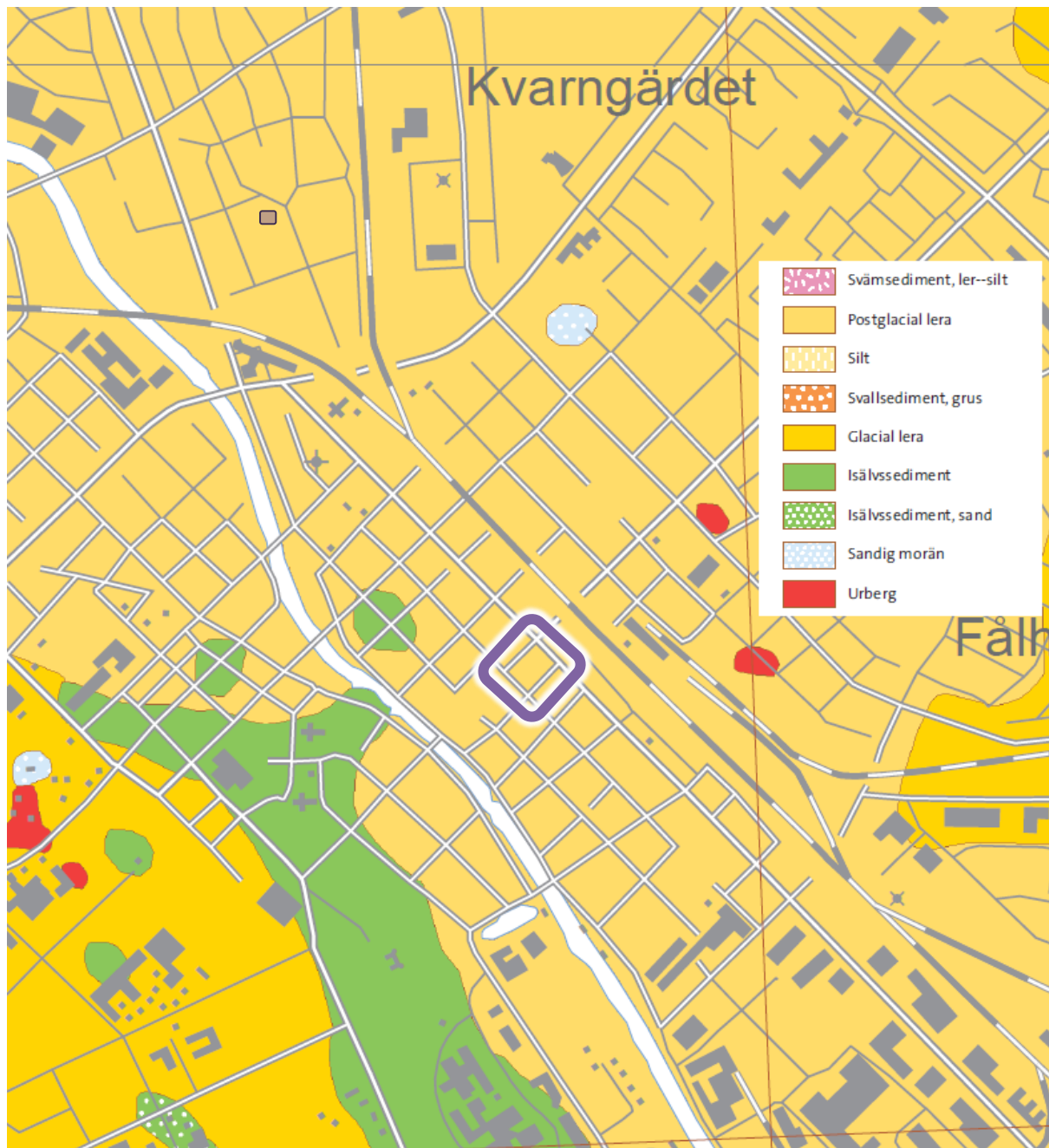
**Figur 3-2.** Den planerade markanvändningen inom planområdet med tillhörande nybyggnation för kvarteret Sala. Källa: Wahlin arkitekter.

### 3.3 Hydrogeologi och hydrologi

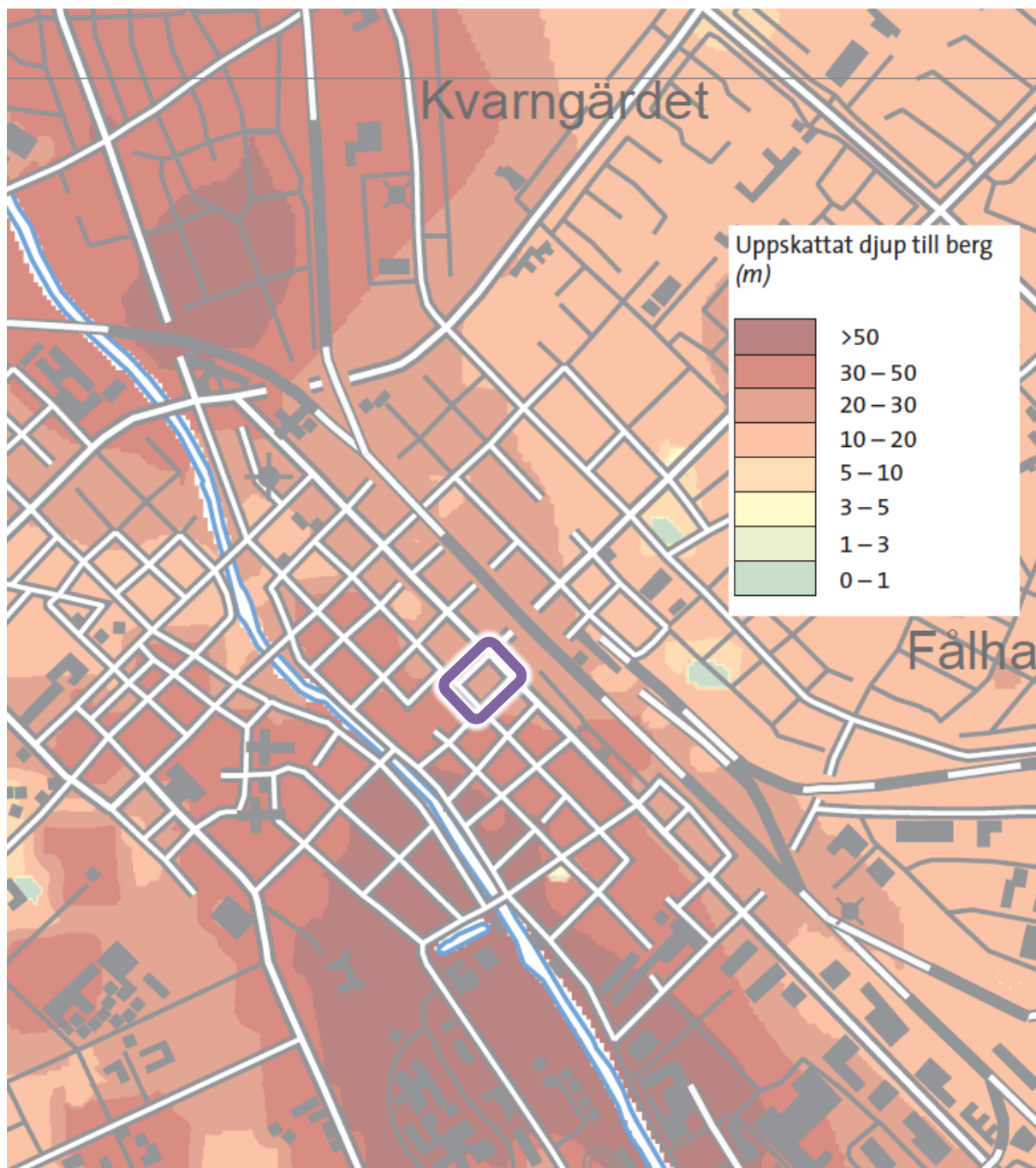
Underlaget för att bedöma förutsättningarna för dagvattenhantering har främst hämtats från webbaserade källor och en geoteknisk undersökning sammankopplad med detaljplanen.

#### 3.3.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt jordartskartan från SGU (figur 3-3) består planområdet av postglacial lera med en mäktighet av 20-30 m (se figur 3-4) vilket betyder att infiltrationskapaciteten är starkt begränsad.



Figur 3-3. SGU:s jordartskarta visar att planområdet (markerad med lila fyrkant) består av postglacial lera.



**Figur 3-4.** SGU:s jorddjupskarta som visar att mäktigheten för den postglaciala lera är 20-30 m. Den lila fyrkanten markerar planområdets position.

### 3.4 Recipient

Recipienten Mälaren-Ekoln (SE662707-160167), se figur 3-5, har måttlig ekologisk status och den kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god kemisk status. Se tabell 3-1 nedan för en sammanställning av recipienternas miljö kvalitetsnormer. Ekoln uppnår i dagsläget ej god kemisk status och överskridande ämnen är kvicksilver, kvicksilverföreningar och tributyltennföreningar.



**Figur 3-5.** Recipienten för dagvattnet från planområdet (ungefärlig position markerad i rött) är Fyrisån och Ekoln mälaren. Källa: VISS.

**Tabell 3-1.** Sammanställning över miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsterna, Fyrisån och Mälaren-Ekoln

Vattenförekomst	Ekologisk status och potential		Kemisk ytvattenstatus	
	Status 2017	Kvalitetskrav	Status 2017	Kvalitetskrav
Fyrisån	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God
Mälaren-Ekoln	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God

## 4 Dagvattenberäkningar

Dagvattenberäkningarna har gjorts med syftet att undersöka dimensionerna för eventuella dagvattenlösningar som kan omhänderta dagvattnet på ett sätt som skulle uppfylla kraven gällande erforderlig dimensionerande utjämningsvolym. För att utjämna 20 mm nederbörd skulle en utjämningsvolym på 96 m<sup>3</sup> behövas för hela planområdet. Denna volym skulle även förhindra en flödesökning jämfört med befintligt flöde. Denna volym kan dock inte uppnås med konventionella dagvattenåtgärder eftersom det inte finns plats för utjämnande dagvattenåtgärder på marknivå eller på underjordisk nivå. Dagvattenberäkningarna påvisar därför också hur mycket dagvatten en viss andel av gröna tak kan omhänderta.

### 4.1 Markanvändning

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. Areor för den befintliga och planerade markanvändningen samt avrinningskoefficienter presenteras i tabell 4-1. Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flöde så de redovisade flödena bör främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden. Det gröna taket som används i dagvattenberäkningarna är ett sedumtak som antas kunna omhänderta ett 20-millimetersregn. Detta antagande bygger på leverantörers uppgifter som dock bedöms gälla under optimala förhållanden.

**Tabell 4-1.** Areor och avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning.

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Befintlig		Planerad	
		area [m <sup>2</sup> ]	red. area [m <sup>2</sup> ]	area [m <sup>2</sup> ]	red. area [m <sup>2</sup> ]
Asfalt	0.8	120	96	320	256
Glastak	1	0	0	774	774
Innergård på garage	0.8	1232	986	0	0
Nytak	0.9	0	0	2200	1980
Tak	0.9	3959	3563	2017	1815
<b>Summa</b>		<b>5311</b>	<b>4645</b>	<b>5311</b>	<b>4825</b>

### 4.2 Flödesberäkning

I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 har ett dimensionerande 20-årsregn använts för beräkning av flöden. Rinntiden för befintlig markanvändning har satts till 10 minuter, som är den lägsta rinntiden som bör användas enligt P110. Dimensionerande regnintensitet blir då 286,6 liter/sekund·hektar. Klimatfaktorn för planerad markanvändning satts till 1,25. Dagvattenflöden från planområdet vid ett dimensionerande 20-årsregn, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och redovisas i tabell 4-2

När 90 % gröna tak anläggs så ökar planområdet dagvattenbildning med 4 % och om 50 % gröna tak anläggs ökar flödet med 15 %. Ökningen av flödet sker på grund av klimatfaktorn på 1,25 som ökar nederbörden med 25 %. Om 90 % neutraliseras en stor del av den nederbörd som förväntas bero på klimatförändringar som medför ökad nederbörd.

**Tabell 4-2.** Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning samt procentuell förändring med planerad markanvändning. Ytan grönt tak är andelen av det nya taket och det gröna taket som används för beräkningarna är ett tak som antas kunna omhänderta 20 mm nederbörd.

Markanvändning	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	133		0.1
Planerad	172	29	0.08
Planerad med 90 % gröna tak	138	4	0,08
Planerad med 50 % gröna tak	153	15	

### 4.3 Erforderlig utjämningsvolym

Enligt Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten ska 20 mm nederbörd på inom kvartersmark kunna fördröjas via ett filtrerande material där avtappningshastigheten medför en effektiv avskiljning av föroreningar. För det aktuella planområdet med planerad markanvändning skulle 20 mm nederbörd generera en erforderlig utjämningsvolym med reningskrav på cirka 96 m<sup>3</sup>, beräknat utifrån planerad markanvändning. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. 10 mm nederbörd genererar en erforderlig utjämningsvolym med reningskrav på cirka 48 m<sup>3</sup>. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

## 5 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvatten, se tabell 5-1 och 5-3, har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.18.3.2 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorierna "Asfalt", "Grusyta" (med ändrad avrinningskoefficient till 0,8) och "Tak" använts. Vid beräkningarna för planerad markanvändning har markanvändningskategorierna "Asfalt", "Grönt tak" och "Tak" använts.

Föroreningshalten ökar för planerad markanvändning utan dagvattenlösningar för planområdet på grund av en högre andel hårdgjord yta. Med föreslagna dagvattenlösning minskar föroreningshalten för samtliga ämnen.

**Tabell 5-1.** Föroreningshalter i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Grön färgsättning innebär att halten minskar jämfört med befintlig markanvändning. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	130	160	160
Kväve	µg/l	1300	1200	1400
Bly	µg/l	2,4	2,5	2,3
Koppar	µg/l	8,5	7,8	8,5
Zink	µg/l	28	27	26
Kadmium	µg/l	0,6	0,73	0,64
Krom	µg/l	3,2	3,9	3,7
Nickel	µg/l	3,5	4,2	4
Kvicksilver	µg/l	0,007	0,0044	0,0052
Suspenderad substans	µg/l	20 000	23 000	21 000
Olja (mg/l)	µg/l	38	28	36
PAH (µg/l)	µg/l	0,65	0,4	0,52
Benso(a)pyren	µg/l	0,0096	0,0098	0,0096



**Tabell 5-3.** Årlig föroreningsbelastning från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Förändring* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med grönt tak	
<b>Fosfor</b>	kg/år	0,4	0,5	0,4	2
<b>Kväve</b>	kg/år	4,3	3,9	3,6	16
<b>Bly</b>	kg/år	0,008	0,008	0,006	25
<b>Koppar</b>	kg/år	0,03	0,03	0,02	22
<b>Zink</b>	kg/år	0,09	0,09	0,06	27
<b>Kadmium</b>	kg/år	0,0019	0,0024	0,0016	16
<b>Krom</b>	kg/år	0,01	0,01	0,01	7
<b>Nickel</b>	kg/år	0,01	0,01	0,01	9
<b>Kvicksilver</b>	kg/år	0,00002	0,00001	0,00001	41
<b>Suspenderad substans</b>	kg/år	63	74	54	14
<b>Olja (mg/l)</b>	kg/år	0,12	0,09	0,09	24
<b>PAH (µg/l)</b>	kg/år	0,002	0,001	0,001	38
<b>Benso(a)pyren</b>	kg/år	0,00003	0,00003	0,00002	20

\* Avser reningseffekten från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar

## 6 Lösningförslag för dagvattenhantering

Vid den planerade nybyggnationen på kvarteret Sala föreslås gröna tak som dagvattenlösning eftersom det varken finns plats för underjordiska magasin eller för öppna dagvattenlösningar. Platsbristen har medfört en justering av kommunens krav på dagvattenhanteringen och föreslagen dagvattenlösning bedöms vara den effektivaste enligt rådande förutsättningar. Dagvattenlösningen medför att kvarterets dagvattensituation inte försämras trots påverkan av klimateffekter. Därigenom uppnås den i dialog med Uppsala Vatten överenskomna bästa möjliga dagvattenlösningen.

### 6.1 Generella rekommendationer

Med syftet att skapa en långsiktigt hållbar hantering av dagvattnet i Uppsala med hänsyn till både kvalitet och kvantitet har Uppsala kommun tagit fram en dagvattenstrategi med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras. Strategin anger fyra övergripande mål för dagvattenhanteringen:

- Bevara vattenbalansen
- Skapa en robust dagvattenhantering
- Ta recipienthänsyn
- Berika stadslandskapet

Målet med de lösningar för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering 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. Lokalt omhändertagande av dagvatten och en minskad belastning på dagvattennätet och recipienten eftersträvas och dagvattenhanteringen inom planområdet bör utformas så att den efterliknar naturliga lösningar. Småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten föreslås placeras där topografin tillåter. Dessa lösningar, till exempel växtbäddar kan implementeras på relativt små ytor i planområdet och anpassas till ny bebyggelse.

### 6.2 Exempellösningar för dagvattenhantering

I följande kapitel ges exempel på olika typer av anläggningar som bedöms vara lämpliga för att omhänderta dagvatten inom det aktuella planområdet.

#### 6.2.1 Gröna tak

Ett effektivt sätt att fördröja och minska avrinningen från tak är att ha gröna tak i området. Dessa kan anläggas tunna eller tjocka, varav det förra är vanligast i Sverige. Tunna gröna tak magasineras i medeltal ca 50 % av årsavrinningen genom ökad avdunstning och vattenupptag i växterna, medan djupa tak magasineras ca 75 % (Svenskt vatten, Hållbar dag- och dränvattenhantering, P105). I figur 6-1 visas ett exempel på hur gröna tak kan se ut i praktiken.

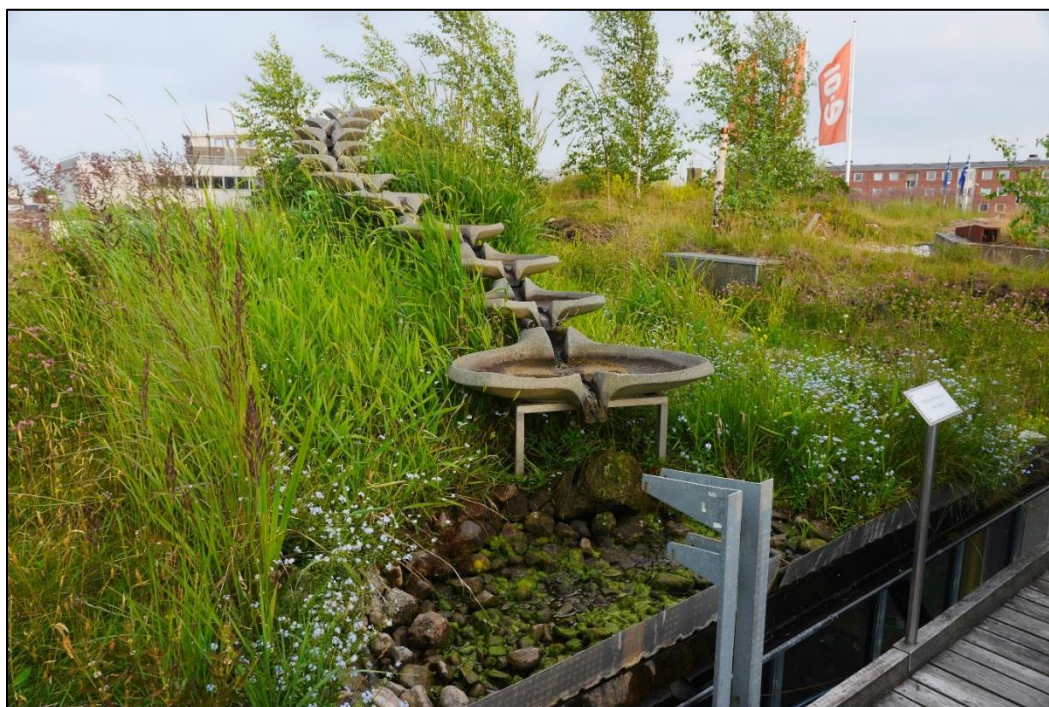
Gröna tak har förmågan att i vissa fall utjämna toppflöden, men i andra fall inte. Kapaciteten beror på gröna takets tjocklek och takets lutning, men särskilt på flödets dimensionerande varaktighet, återkomsttid och regndjup (takets kan bli mättat och ger då begränsad effekt) ofta nämns tre olika typer av gröna tak; intensiva, 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 bedöms kunna fördröja ett 5 millimetersregn och 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 typer av grässorter).

Intensiva gröna tak är ofta tjocka, över 15 cm, har flera arter samt kräver regelbunden bevattning och skötsel. Ett tjockare tak sätter även högre krav på bjälklagens bärlighet som måste vara dimensionerande över 300 kg/m<sup>2</sup>. Det tjockare gröna taket har dock fördelen i kan kunna fördröja ett 20-millimetersregn

Avrinningskoefficienten för gröna tak varierar beroende på utformning och växttyp. För semi-intensiva tak (med gräs, örter, sedum, mossa och eventuellt även buskar) anges i tekniska beskrivningar avrinningskoefficienter mellan 0,1 – 0,4. Sedumtak (extensiva tak med endast tunn vegetation av sedum och mossa) som är lättare att sköta har avrinningskoefficienter på 0,5 – 0,6.

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. Ett grönt tak kan kvarhålla och/eller bryta ner en del av de luftburna föroreningar som tillförs vid regn, men kan också bidra med växtnäring till vattnet om växtbädden är näringsrik. Anläggandet av gröna tak har blivit en lösning som är mycket aktuell i Sverige och föreslås allt oftare som alternativ lösning vid nyexploatering.



**Figur 6-1.** Exempelbild på ett semi-intensivt grönt tak (Klimatanpassningsportalen, 2017).

Grundläggande för ett lyckat grönt tak är dels information och kommunikation men framförallt en tydlig bild eller ide om vad man vill att det gröna taket ska leverera i form av utseende, social miljö och/eller ekologisk funktion. Ett tak som primärt är installerat för att ta om hand om dagvatten kan se väldigt annorlunda ut jämfört med ett som ska fungera som vistelseyta för boende i ett flerfamiljshus. För att uppnå ett lyckat resultat bör först en diskussion föras om vilka värden man vill att det gröna taket ska leverera, vilken nivå och omfattning på skötsel man kan tänka sig för ytorna och hur man ser på ytornas kommande användning. Lokalt omhändertagande av dagvatten har varit ett av de huvudsakliga argumenten för användning av gröna tak i Sverige. De vegetationstäckta taken har en förmåga att minska den årliga avrinningen. De har även en betydande inverkan på avrinnande toppfloden. Uppbyggnadens tjocklek är den viktigaste faktorn för reduktion av dagvatten, men

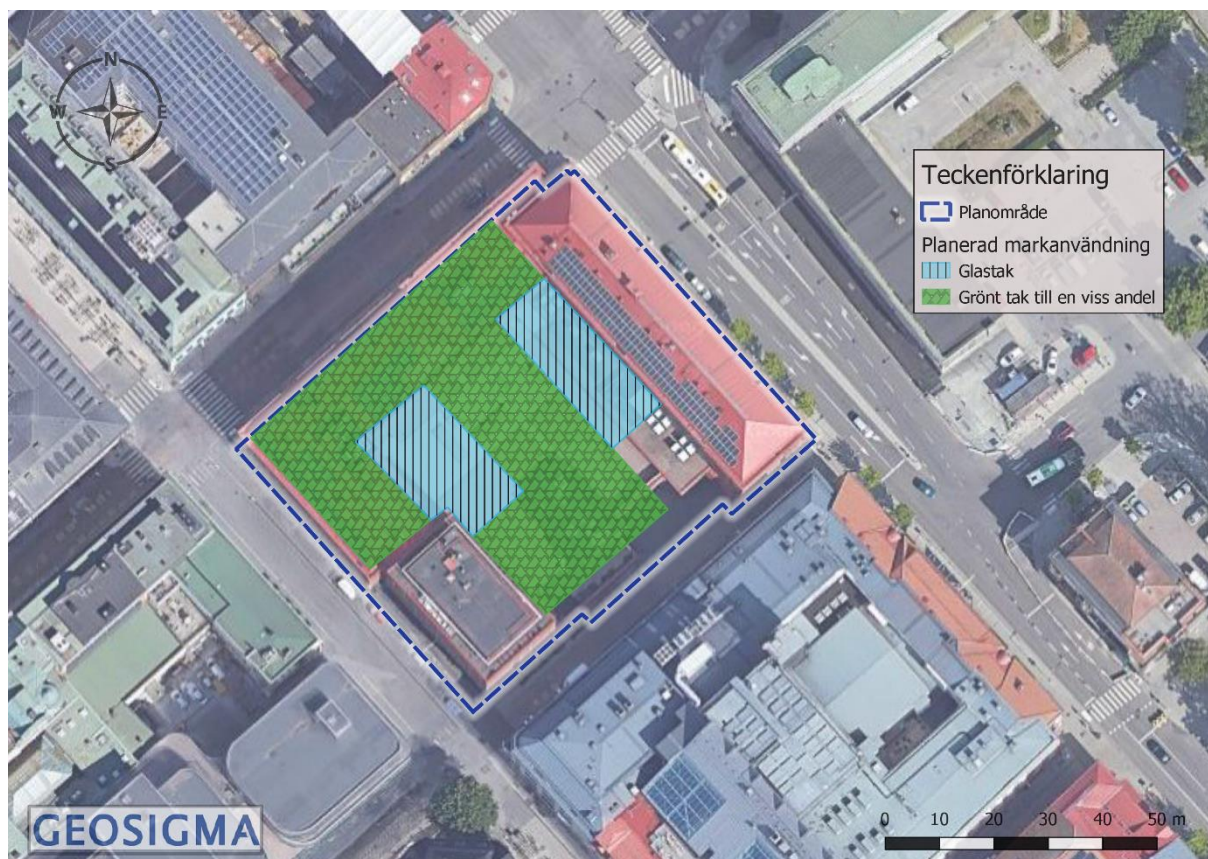
växtvalet kan också ha viss betydelse. Om man vill ha en vegetation som har maximal effekt på den urbana vattenbalansen och som bidrar mycket till att sänka stadstemperaturen så bör man välja arter med hög evapotranspiration. Utifrån den aspekten bör man undvika suckulenter eftersom de sparar på vattnet och har en minimal evapotranspiration.

## 6.2.2 Skötsel och underhåll

För att planteringsytor ska bibehålla sin fördröjande och renande funktion under längre perioder krävs skötsel och underhåll. Eftersom konstruktionerna skiljer sig åt behöver individuella skötselplaner utformas. Generellt gäller dock att sedimentterande partiklar från dagvattnet täpper igen filtermaterialet.

## 6.3 Lösningförslag

Vid den planerade nybyggnationen på kvarteret Sala föreslås gröna tak (se figur 6-2) som dagvattenlösning eftersom det varken finns plats för underjordiska magasin eller för öppna dagvattenlösningar. Platsbristen har medfört en justering av kommunens krav på dagvattenhanteringen och föreslagen dagvattenlösning bedöms vara den effektivaste enligt rådande förutsättningar. Dagvattenlösningen medför att kvarterets flödessituation inte försämras trots påverkan av klimateffekter. Därigenom uppnås den i dialog med Uppsala Vatten överenskomna bästa möjliga dagvattenlösningen. I Tabell 6-1 visas vilken utjämningsvolym som kan åstadkommas för en viss utbredning av gröna tak med olika utjämningskapaciteter.



**Figur 6-2.** Förslag till ungefärlig dimensionering av dagvattenlösningar i form av grönt tak som anläggs på 90 % av den nya takytan.

**Tabell 6-1.** Utjämningsvolym beroende på det gröna takets utbredning och utjämningskapacitet.

Kapacitet grönt tak [mm]	Andel grönt tak [%]	Yta grönt tak [m <sup>2</sup> ]	Utgjämningsvolym [l]	Utgjämningsvolym [m <sup>3</sup> ]	Resterande utjämningsvolym 20-mmkravet [m <sup>3</sup> ]	Resterande utjämningsvolym 10-mmkravet [m <sup>3</sup> ]
5	25	550	2 750	3	93	45
	50	1100	5 500	6	91	43
	90	1980	9 900	10	86	38
20	25	550	11 000	11	85	37
	50	1100	22 000	22	74	26
	90	1980	39 600	40	56	8
45	25	550	24 750	25	71	23
	50	1100	49 500	50	47	-2
	90	1980	89 100	89	7	-41

## 6.4 Lösningförslagets ekosystemtjänster och bidrag till en attraktiv stadsmiljö

Anledningen till att man anlägger gröna tak kan variera. Kanske vill man uppnå poäng i ett certifieringssystem som t.ex. BREEAM eller LEED. Kanske vill man uppnå en viss grönytefaktor. En annan orsak kan vara att det gröna taket kan leverera funktioner och tjänster som kommer fastighetsägaren, de boende eller samhället tillgodo i form av så kallade ekosystemtjänster. En ekosystemtjänst kan vara att det gröna taket reducerar volymen och hastigheten på avrinnande vatten, vilket i sin tur avlastar stadens dagvattensystem. Det gröna taket kan, med rätt design, också bidra till biologisk mångfald. Andra ekosystemtjänster kan förstärkas genom att det gröna taket

- motverkar stigande stadstemperatur (värmeöar) och reducerar behovet av komfortkyla/ luftkonditionering i varma klimat
- motverkar försämrade luftkvalitet
- reducerar buller
- ökar närheten till rekreativsmöjligheter
- har en kylande effekt
- reducerar avrinningen
- bidrar till kulturella och estetiska kvaliteter

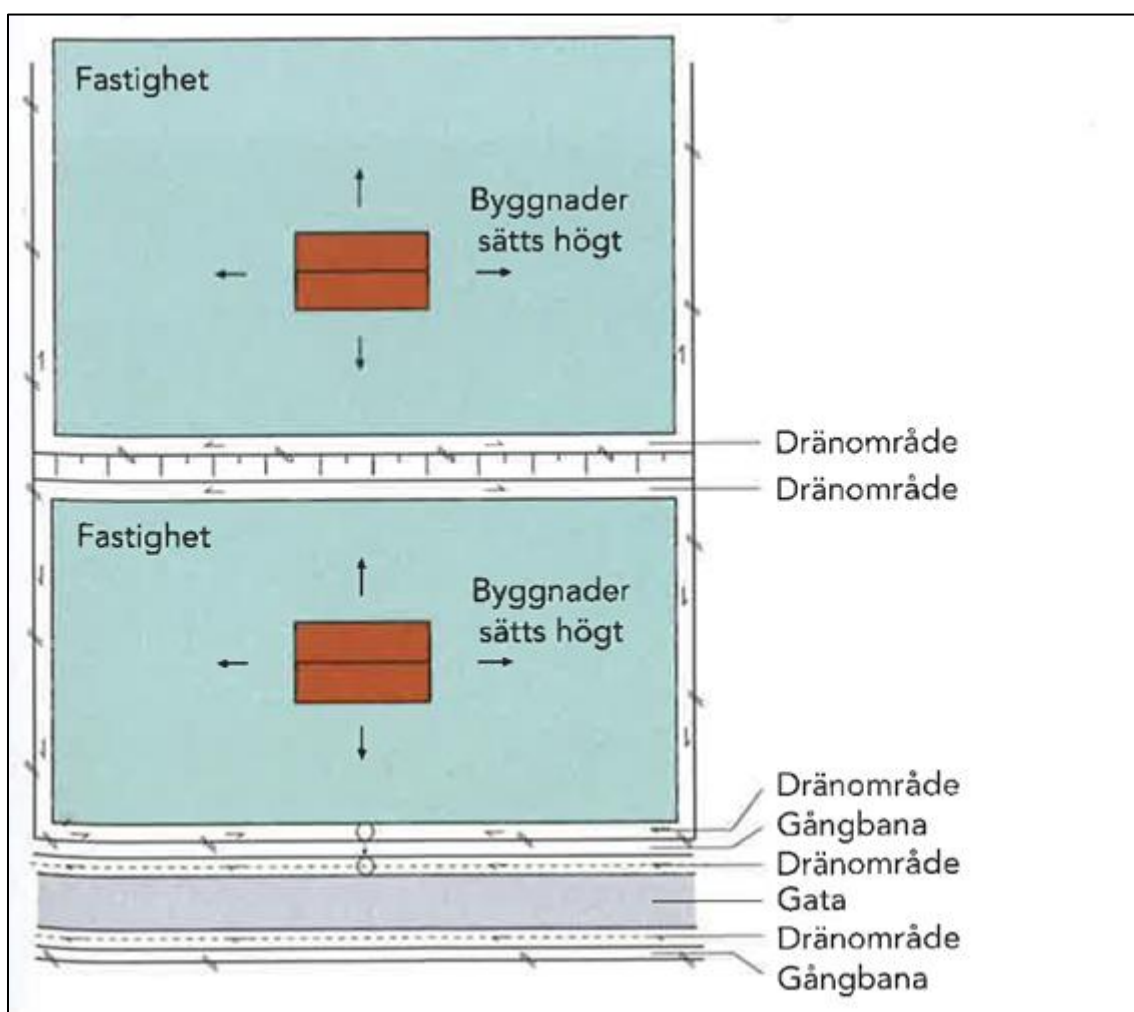
Grundläggande för ekosystemtjänster är att utformning och design styr omfattningen av de ekosystemtjänster som ytan kan leverera. Vissa ekosystemtjänster, som t.ex. reduktion av dagvattenavrinning, är gemensamma för alla gröna tak. Andra ekosystemtjänster, som har med rekreation, hälsa eller biodiversitet att göra, är däremot helt beroende av anläggningens utformning. För att få ett tak som levererar just den efterfrågade ekosystemtjänsten krävs en uttalad målbild, planering, projektering och väl utförd installation. Det krävs kunskap och god produktkvalitet genom hela processkedjan för att nå fram till de uppsatta funktionerna och tjänsterna.

## 7 Översvämningsrisk och höjdsättning

Vid extrema regn uppstår dagvattenflöden som dagvattenlösningarna inte är dimensionerade för att klara. Höjdsättningen bör därför planeras så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller vattendrag.

### 7.1.1 Generella riktlinjer för höjdsättning

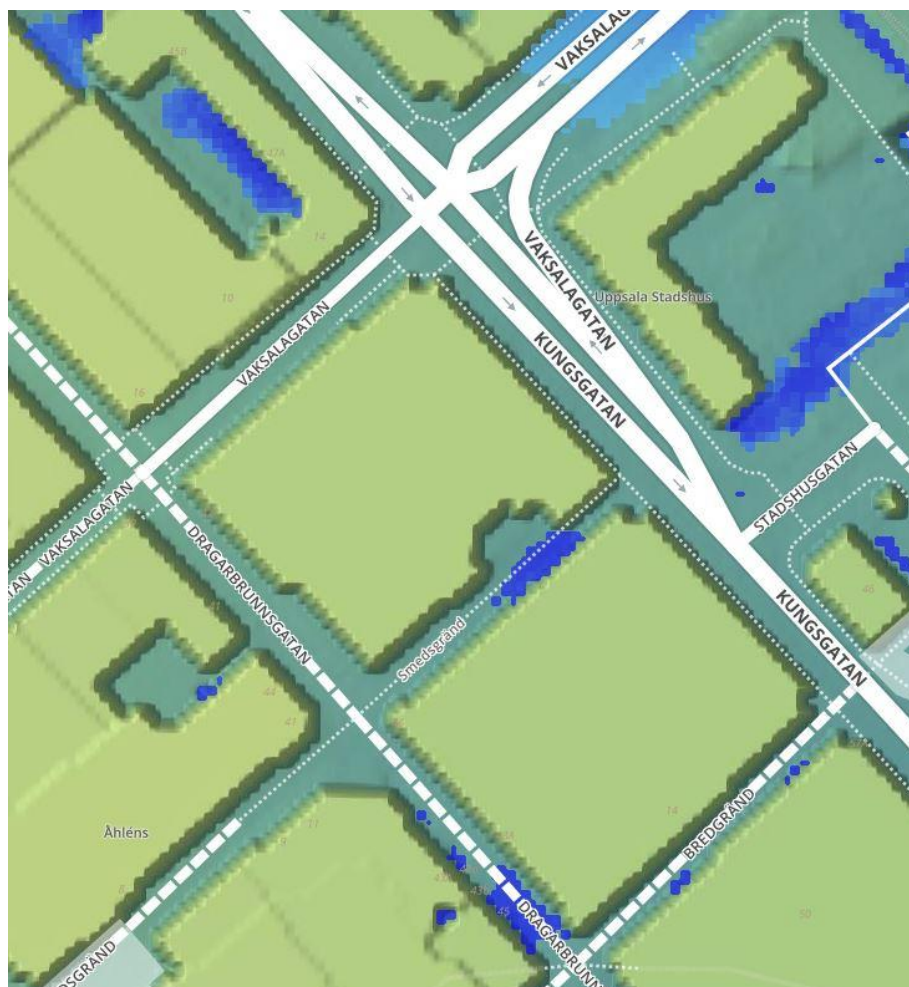
Höjdsättningen av planområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn, som till exempel ett 50- eller 100-årsregn, genom att om föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägarna för vidare transport mot recipienten. I den mest optimala situationen bör byggnader ligga högre än intilliggande mark och gårdstytter behöver höjdsättas så att vatten kan avrinna ytligt mot gata eller till omgivande grönytor (illustrerat i Figur 7-1). Detta medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas.



Figur 7-1. Höjdsättningsförslag enligt Svenskt vattens publikation P105.

## 7.1.2 Platsspecifik lågpunktskartering

En lågpunktskartering (se figur 7-2) genomförd i programmet Scalgo visar att en vattenansamling på cirka 3 dm kommer ske vid extrema regn om vattnet inte kan ledas bort. Bortledningen beror på brunnens och ledningarnas flödeskapacitet vid ett extremt regn. Om det sker ett kapacitetsbortfall eller om nederbörden överstiger kapaciteten kommer den närmaste vattenansamlingen i närheten av planområdet vara just på Smedsgränd.



**Figur 7-2.** Översvämninganalys från en lågpunktskartering över kvarteret Sala, Uppsala.

## 8 Slutsats

I samråd med Uppsala Vatten är målet med den här dagvattenutredningen till att skapa bästa möjliga dagvattenlösning utan att ha möjlighet till att använda öppna eller underjordiska dagvattenlösningar. Målet för dagvattenlösningen blir då varken 10 millimeterskravet eller 20 millimeterskravet utan maximal utjämningsvolym för möjliga dagvattenanläggningar. Möjligheten som förefaller vara närmast till hands är då att anlägga alternativa lösningar såsom så gröna tak.



## 9 Referenser

Alm, H., Banach, A., Larm, T., 2010. *Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten*. Svenskt Vatten Utveckling, rapport Nr 2010-06

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.

Sundin, E. 2012 *Dagvattenhantering*. Tidskriften Landskap. Nr:3.s 17-19.

Stockholms stad, 2016. *Dagvattenhantering – Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*.

Svenskt Vatten, 2016. *P110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*.

Svenskt Vatten, 2011. *P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*.

Svenskt Vatten, 2011. *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande*.

Dagvattenstrategi för Knivsta kommun, 2017

VISS, 2018. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2018-11-08