

# GEOSIGMA

Grap 19107


## Dagvattenutredning Kvarteret Sala, Uppsala



Geosigma AB

20200202

# GEOSIGMA SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING

Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 605436	Grap nr: 19107	Version: 4.0	Antal Sidor: 28	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 2020-01-28 20200202		
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> Seminariégatan 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 ombyggnation av en befintlig innergård inom kvarteret Sala i centrala Uppsala. Eftersom ombyggnationen leder till en förändring av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för kvarteret.

Kvarteret Sala består idag av affärs- och kontorsbyggnader med en öppen innergård ovanpå ett underliggande garage, där nu en tillbyggnation planeras. Området kommer alltså vara 100 % hårdgjort både före och efter ombyggnaden. Denna situation medför problematiska förutsättningar till att omhänderta stora mängder dagvatten.

Därför har målet med dagvattenhanteringen i samråd med Uppsala Vatten definierats till att uppnå bästa möjliga dagvattenlösning, alltså att åstadkomma största möjliga fördröjning som möjligt.

Vid den planerade ombyggnationen på kvarteret Sala föreslås ett filtermagasin på källarplanet kombinerat med gröna tak som dagvattenlösning. Föreslagen dagvattenlösning bedöms vara den effektivaste enligt rådande förutsättningar och medför att kvarterets flödessituationen inte försämras trots påverkan av klimateffekter samtidigt som föroreningsbelastningen på recipienten minskar.

Eftersom föreslagna dagvattenlösningar ökar fördröjningen av dagvatten i området minskar sannolikt risken för påverkan på intilliggande fastigheter i samband med ombyggnationen.

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	6
1.1	Syfte.....	6
1.2	Allmänt om dagvatten.....	6
1.3	Dagvattensituationen i centrala Uppsala.....	7
2	Material och metod.....	8
2.1	Material och datainsamling.....	8
2.2	Flödesberäkning.....	8
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym.....	9
2.4	Föroreningsberäkning.....	9
3	Områdesbeskrivning.....	10
3.1	Befintlig markanvändning.....	10
3.2	Planerad markanvändning.....	10
3.3	Hydrogeologi och hydrologi.....	11
3.3.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	11
3.4	Recipient.....	13
4	Dagvattenberäkningar.....	16
4.1	Markanvändning.....	16
4.2	Flödesberäkning.....	16
4.3	Erforderlig utjämningsvolym.....	17
5	Föroreningsberäkningar.....	18
6	Lösningförslag för dagvattenhantering.....	20
6.1	Generella rekommendationer.....	20
6.2	Exempellösningar för dagvattenhantering.....	20
6.2.1	Gröna tak.....	20
6.2.2	Skötsel och underhåll.....	22
6.2.3	Magasin med filter.....	22
6.3	Lösningförslag.....	23
6.4	Lösningförslagets ekosystemtjänster och bidrag till en attraktiv stadsmiljö.....	24
7	Översvämningsrisk och höjdsättning.....	25
7.1.1	Generella riktlinjer för höjdsättning.....	25
7.1.2	Platsspecifik lågpunktskartering.....	26
8	Slutsats.....	27
9	Referenser.....	28



# 1 Inledning

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



Figur 1-1. Kvarteret Sala markerat med blå streckad linje.

## 1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade ombyggnationen 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 relevanta 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 dagvattenprogram 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 ytvavrinningens 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 ombyggnationer inom Uppsala kommun där utredningsområdet består av 100 % hårgjord yta har målet med tidigare dagvattenutredningar att uppnå bästa möjliga dagvattenlösning, alltså att åstadkomma största möjliga fördröjning som möjligt.

Detta mål har ansatts i föreliggande rapport i samråd med Uppsala Vatten för att optimera dagvattenhanteringen trots platsbrist. Detta mål därmed skiljer sig något från riktlinjerna för nyexploatering, vilket motiveras av att exploateringen ses som en ombyggnation. Riktlinjerna för nybyggnation presenteras i *Riktlinjer för dagvatten på kvartersmark* som utgår från en fördröjning på antingen 10 mm eller 20 mm nederbörd, men dessa utjämningskrav appliceras följaktligen inte på Kvarteret Sala:s ombyggnation.

Eftersom stadens dagvattennät redan är hårt belastat ska ytterligare belastning högsta grad undvikas. Därför bör dagvattenhanteringen medföra att flödesbelastningen inte ökar på befintliga dagvattenledningar. Vid exploateringar inom stadskärnans kvarter finns dock inte mycket utrymme för öppna dagvattenlösningar vilket medför svåra förutsättningar för att konstruera stora dagvattenanläggningar.

På kvarteret Sala idag finns det inga dagvattenanläggningar vilket innebär att alla dagvattenåtgärder som genomförs i samband med ombyggnationen kommer förbättra dagvattensituationen inom fastigheten men också i närområdet. Detta medför att risken för påverkan på omgivande kvarter sannolikt minskar.

## 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

Erforderlig fördröjningsvolym beräknas utifrån det dimensionerande flödet som uppstår vid ett 20-årsregn. 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.

Eftersom det saknas möjligheter till att anlägga öppna dagvattenlösningar syftar flödesberäkningarna till att påvisa vilken utjämningsvolym som behövs, beroende på vilket fördröjningskrav som appliceras.

## 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 kvarteret och dess omgivning vilket skapar förutsättningarna för dagvattenhantering inom området.

#### 3.1 Befintlig markanvändning

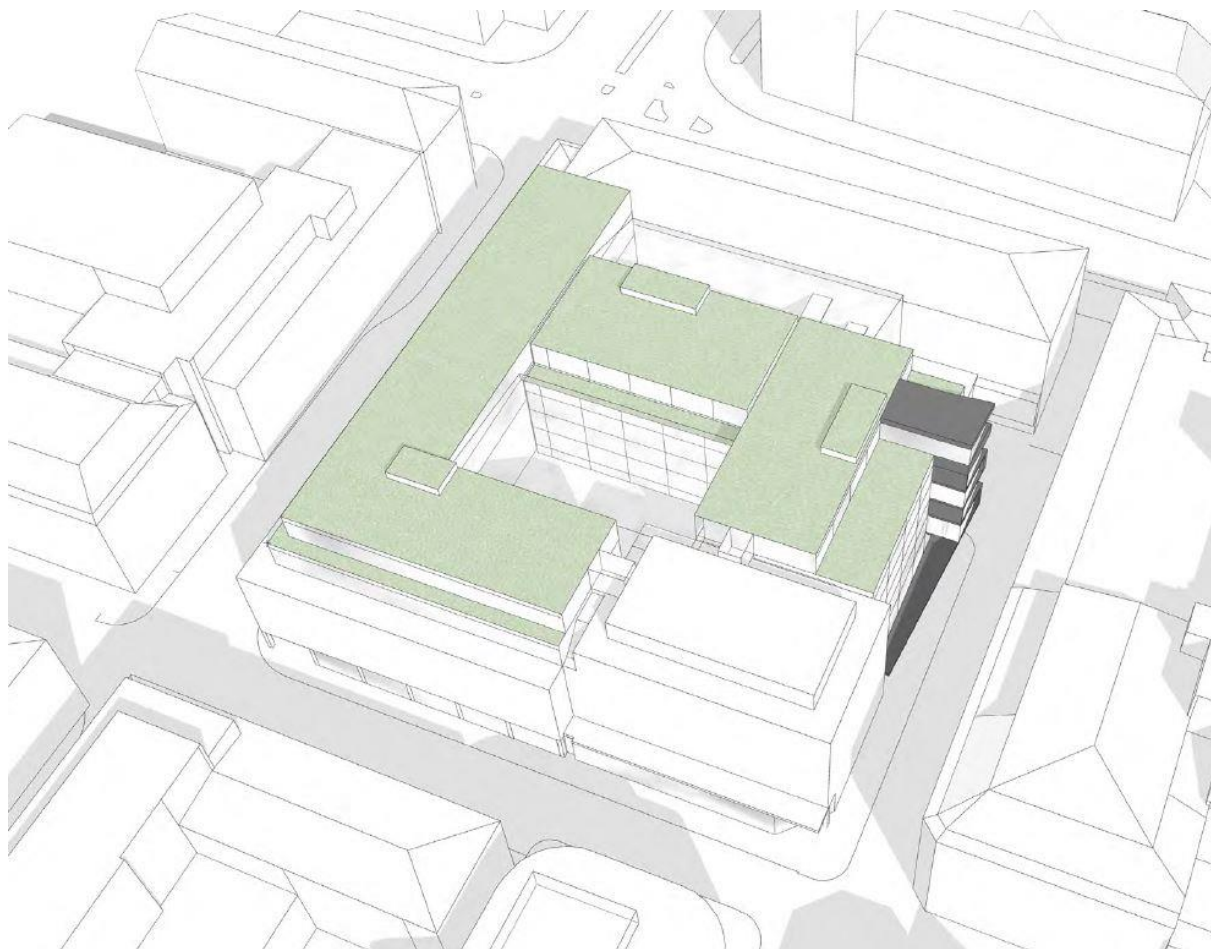
Kvarteret Sala är beläget i centrala Uppsala och ringas in av Dragarbrunnsgatan, Vaksalagatan, Kungsgatan och Smedsgränd. Flervåningshuset, med handelslokaler på bottenplan och kontor på de resterande våningarna omringar den grusbeklädda innergården som är underbyggd av ett garage. Kvarterets befintliga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



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

#### 3.2 Planerad markanvändning

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



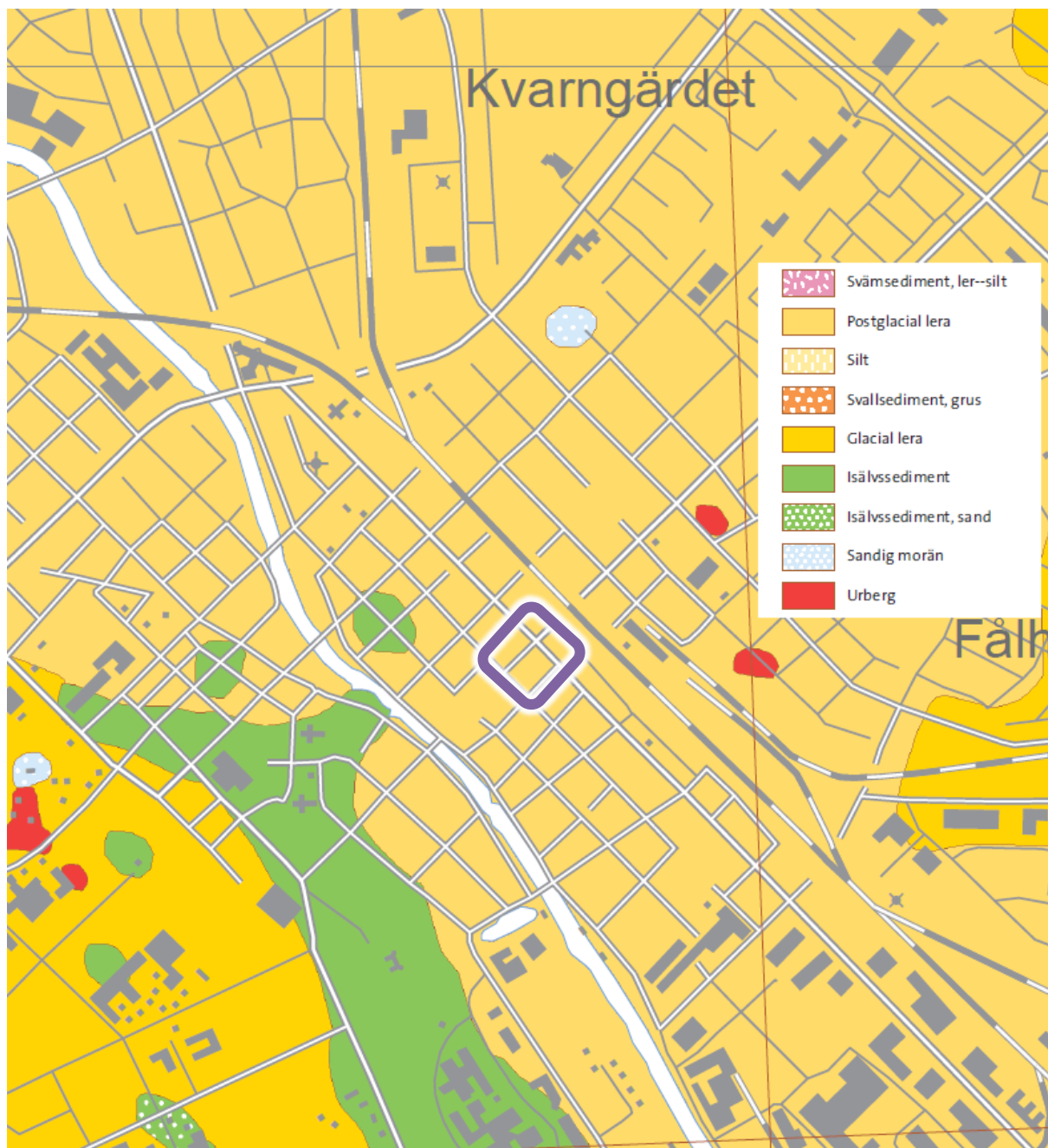
**Figur 3-2.** Den planerade markanvändningen inom med tillhörande ombyggnation för kvarteret Sala. Källa: Wahlin arkitekter.

### 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. Hela kvarteret ligger inom område med låg känslighet enligt *Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt (Geosigma 2018)*. Riskanalysen visar inga skadehändelser som leder till några konsekvenser eller risker som gör det befogat med mer åtgärder än normal dagvattenhantering. Även de kvarter som omger kvarteret Sala ligger inom område med låg känslighet, och risken för eventuell påverkan i närområdet bedöms vara liten.

#### 3.3.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt jordartskartan (figur 3-3) från SGU består kvarteret av postglacial lera med en mäktighet av 16 m (se figur 3-4) vilket betyder att infiltrationskapaciteten är starkt begränsad. Mäktigheten på 16 m innebär att eventuell infiltration av dagvatten från fastigheten sannolikt inte utgör någon föroreningsrisk för grundvattnet.



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

## Modell av Uppsalaåsen

Här visas jordarter på djupet beräknat ifrån en förenklad modell av Uppsalaåsen



Figur 3-4. SGU:s jorddjupskarta som visar att mäktigheten för den postglaciala leran är 16 m.

### 3.4 Recipient

Det dagvatten som bildas inom planområdet rinner till Fyrisån (SE663992-160212), se figur 3-5.

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 uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Enligt VISS (2018) bedöms det att Fyrisån har en måttlig ekologisk status på grund av för höga halter kiselalger. Fyrisån uppnår ej god kemisk status på grund av överskridande gränsvärden för kvicksilver, antracen och polybromerade difenyletrar (PBDE). Fyrisån har problem med övergödning på grund av belastning av näringsämnen. De uppmätta fosforhalterna i Fyrisån ligger nära gränsen till måttlig status. Fyrisån har även problem med syrefattiga förhållanden. Detta innebär enligt Weserdomen (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016) att ingen ytterligare försämring är tillåten samt att alla ökande utsläpp av näringsämnen anses bidra till att försämra den dåliga statusen. Miljökvalitetsnormernas kvalitetskrav är att god ekologisk status uppnås 2027 samt god kemisk ytvattenstatus med tidsfrist till 2021 för antracen samt med undantag i form av mindre stränga krav för bromerade difenyletrar och kvicksilver och kvicksilverföreningar.

Fyrisån flyter ut i recipienten Mälaren-Ekoln (SE662707-160167) 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 kvarteret Sala (ungefärlig position markerad i rött) är Fyrisån och Ekoln mälaren. Källa: VISS.

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

<i>Vattenförekomst</i>	<i>Ekologisk status och potential</i>		<i>Kemisk ytvattenstatus</i>	
	Status 2017	Kvalitetskrav	Status 2017	Kvalitetskrav
<i>Fyrisån</i>	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God
<i>Mälaren-Ekolen</i>	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God

## 4 Dagvattenberäkningar

Dagvattenberäkningarna har gjorts med syftet presentera dagvattenflöden som kvarteret genererar både i nuläget och efter ombyggnationen samt att påvisa möjliga och relevanta utjämningsvolymmer. Dagvattenflödet för planerad markanvändning är beräknat med en klimatfaktor på 1,25 och denna faktor utgör den största anledningen till flödesökningen jämfört med befintligt flöde.

### 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 kvarteret 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.

Tabellen visar att dagvattenflödena ökar med 29 % i samband med ombyggnationen utan några dagvattenlösningar, denna flödesökning beror i princip helt på klimatfaktorn eftersom hårdgörandefaktorn är närmast oförändrad.



När 90 % gröna tak anläggs så ökar kvarterets 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 % gröna tak anläggs 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

I samråd med Uppsala Vatten ska föreslagen dagvattenlösningens utjämningsvolym uppnå så stor volym som möjligt.

För att dagvattenflödet inte ska öka jämfört med befintligt flöde och därmed kompensera för effekten av klimatförändringar krävs en utjämningsvolym på 15 m<sup>3</sup>.

Enligt Uppsala kommuns *Riktlinjer för dagvatten på kvartersmark*, som gäller för nybyggnation, ska 20 mm nederbörd på inom kvartersmark kunna fördröjas via ett filtrerande material där avtappningshastigheten medför en effektiv avskiljning av föroreningar. För det aktuella kvarteret 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 kvarteret. 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 5-2, 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" och "Tak" använts. Vid dagvattenlösningen har en del av takytan bytts mot grönt tak och sedan har också ett kassettmagasin med filter adderats.

Beräkningar för föroreningshalterna indikerar på att förändras inte nämnvärt i samband med ombyggnationen om inte ett filtermagasin anläggs, då minskar föroreningshalten för samtliga ämnen. Om föreslagna dagvattenlösningar anläggs minskar föroreningsbelastningen för samtliga ämnen eftersom flödesbelastningen sannolikt minskar något jämfört med befintlig flödesbelastning.

**Tabell 5-1.** Föroreningshalter i dagvatten från kvarteret för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagna 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 grönt tak	Planerad med grönt tak och filtermagasin
Fosfor	µg/l	130	160	160	86
Kväve	µg/l	1300	1200	1400	1300
Bly	µg/l	2,4	2,5	2,3	0,69
Koppar	µg/l	8,5	7,8	8,5	3,8
Zink	µg/l	28	27	26	7,5
Kadmium	µg/l	0,6	0,7	0,6	0,2
Krom	µg/l	3,2	3,9	3,7	1,3
Nickel	µg/l	3,5	4,2	4	1,9
Kvicksilver	µg/l	0,007	0,0044	0,0052	0,003
Suspenderad substans	µg/l	20 000	23 000	21 000	6900
Olja (mg/l)	µg/l	38	28	36	20
PAH (µg/l)	µg/l	0,65	0,4	0,52	0,16
Benso(a)pyren	µg/l	0,0096	0,0098	0,0096	0,005

**Tabell 5-2.** Årlig föroreningsbelastning från kvarteret för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med grönt tak	Planerad med grönt tak och filtermagasin
Fosfor	kg/år	0.4	0.5	0.4	0.2
Kväve	kg/år	4.3	3.9	3.6	3.4
Bly	kg/år	0,008	0,008	0,006	0,002
Koppar	kg/år	0,03	0,03	0,02	0,01
Zink	kg/år	0,09	0,09	0,06	0,02
Kadmium	kg/år	0,0020	0,0024	0,0016	0,0004
Krom	kg/år	0,01	0,01	0,01	0,003
Nickel	kg/år	0,01	0,01	0,01	0,005
Kvicksilver	kg/år	0,00002	0,00001	0,00001	0,000008
Suspenderad substans	kg/år	63	74	54	17
Olja (mg/l)	kg/år	0,1	0,1	0,1	0,5
PAH (µg/l)	kg/år	0,002	0,001	0,001	0,0004
Benso(a)pyren	kg/år	0,00003	0,00003	0,00002	0,00001

## 6 Lösningförslag för dagvattenhantering

Vid den planerade ombyggnationen på kvarteret Sala föreslås ett filtermagasin placerat på källarplanet kombinerat med gröna tak. Denna kombination anses ha de bästa förutsättningarna för att åstadkomma den största möjliga utjämningsvolymen på området, vilket är målet för kvarterets dagvattenhantering.

Föreslagen dagvattenlösning bedöms vara den effektivaste enligt rådande förutsättningar. Dagvattenlösningen medför att kvarterets dagvattensituation inte försämras trots påverkan av klimateffekter och att risken för påverkan om intilliggande fastigheter inte ökar. Därigenom uppnås den i dialog med Uppsala Vatten överenskomna bästa möjliga dagvattenlösningen.

Bristen på yta medför att denna volym endast kan uppnås genom utjämnande dagvattenåtgärder i källaren kombinerat med gröna tak. Dagvattenberäkningarna påvisar därför hur mycket dagvatten en viss andel av gröna tak kan omhänderta. Dimensioneringen av filtermagasinet beror på hur mycket plats som finns tillgänglig.

### 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 dagvattenprogram med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras. I programmet anges 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 kvarteret 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 kvarteret 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 kvarteret.

#### 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.

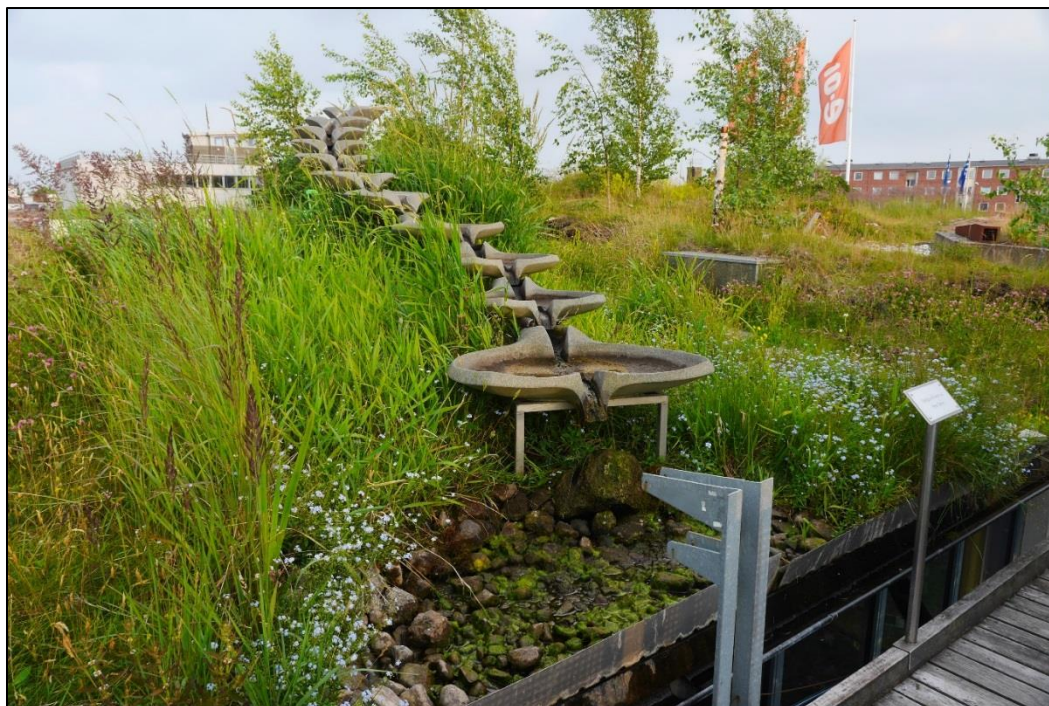
Gröna tak har förmågan att i vissa fall utjämna toppflöden, men i andra fall inte. Kapaciteten beror på gröna takets tjocklek och takets lutning, men särskilt på flödets dimensionerande varaktighet, återkomsttid och regndjup (takets kan bli mättat och ger då begränsad effekt) ofta nämns tre olika typer 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 gräsarter).

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 bärlast som måste vara dimensionerande över 300 kg/m<sup>2</sup>. Det tjockare gröna taket har dock fördelen i att det kan fördröja ett 20-millimetersregn.

Avrinningskoefficienten för gröna tak varierar beroende på utformning och växttyp. För semi-intensiva tak (med gräs, örter, sedum, mossor och eventuellt även buskar) anges i tekniska beskrivningar avrinningskoefficienter mellan 0,1 – 0,4. Sedumtak (extensiva tak med endast tunn vegetation av sedum och mossor) 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 vegetationstäckningen börjar bli mättad 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 flerbildshus. 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 planteringsytorna 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 sedimenterande partiklar från dagvattnet täpper igen filtermaterialet.

### 6.2.3 Magasin med filter

Fördröjningsmagasin anläggs i syfte att jämna ut dagvattenflöden från ett område. De kan bland annat anläggas som betongmagasin med makadam eller som rörmagasin i plast. Ett rörmagasin har stor effektiv volym och tar en liten yta i anspråk, men för att erhålla en rening av dagvattnet innan det når dagvattenledningssystemet rekommenderas fördröjningsmagasin med makadam. Om rörmagasinet eller kassetmagasinet installeras med ett tillhörande reningsfilter sker dock en rening även för dessa magasinstyper. En bild på ett rörmagasin presenteras i figur 6-2.

Fördröjningsmagasin kan antingen utformas som öppna system, där dagvattnet kan infiltrera i den omgivande marken och därigenom bidra till att upprätthålla grundvattennivåerna inom området, eller slutna system med en tät behållare, över eller under markytan. I de fall där grundvattenytan ligger nära markytan och marken består av täta jordar är det vanligaste alternativet att anlägga slutna fördröjningsmagasin. Fördröjningsmagasin kan under perioder vara helt torra utan att det påverkar deras funktion.



Figur 6-2. Rörmagasin.

## 6.3 Lösningförslag

Vid den planerade ombyggnationen på kvarteret Sala föreslås ett filtermagasin i källaren kombinerat med gröna tak (se figur 6-3) som dagvattenlösning eftersom det inte finns plats för öppna dagvattenlösningar. Denna åtgärd bedöms vara den effektivaste enligt rådande förutsättningar vilket innebär att målet om bästa möjliga dagvattenlösning sannolikt kan uppnås.

Eftersom det inte finns plats för öppna dagvattenanläggningar och effekten av gröna tak varierar beroende på konstruktion behövs att ett kompletterande filtermagasin anläggs i källaren. Ett filtermagasin har kapaciteten att både fördröja och rena dagvattnet. Magasinet dimensioneras efter hur stor yta som finns tillgänglig i källarutrymmet och hur det kan sammankopplas med takens stuprör och befintligt dagvattennät. I projekteringsfasen bör magasinets in- och utflöde konstrueras så att ingen dämning kan ske i garaget utan utflödet till dagvattennätet bör vara noggrant reglerat. Inget vatten bör ledas till magasinet när det är fullt och eventuellt bör installationen av en pump beaktas. I Tabell 6-1 visas vilken utjämningsvolym som kan åstadkommas för en viss utbredning av gröna tak med olika utjämningskapaciteter.

Dagvattenlösningen medför att kvarterets flödessituation inte försämras utan troligtvis förbättras, trots påverkan av klimateffekter. Detta eftersom fördröjningskapaciteten ökar vilket minskar risken för eventuell påverkan på närliggande fastigheter.



**Figur 6-3.** 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> ]	Utgjämning-volym [l]	Utgjämning-volym [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 ekosystemtjänstkan 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.

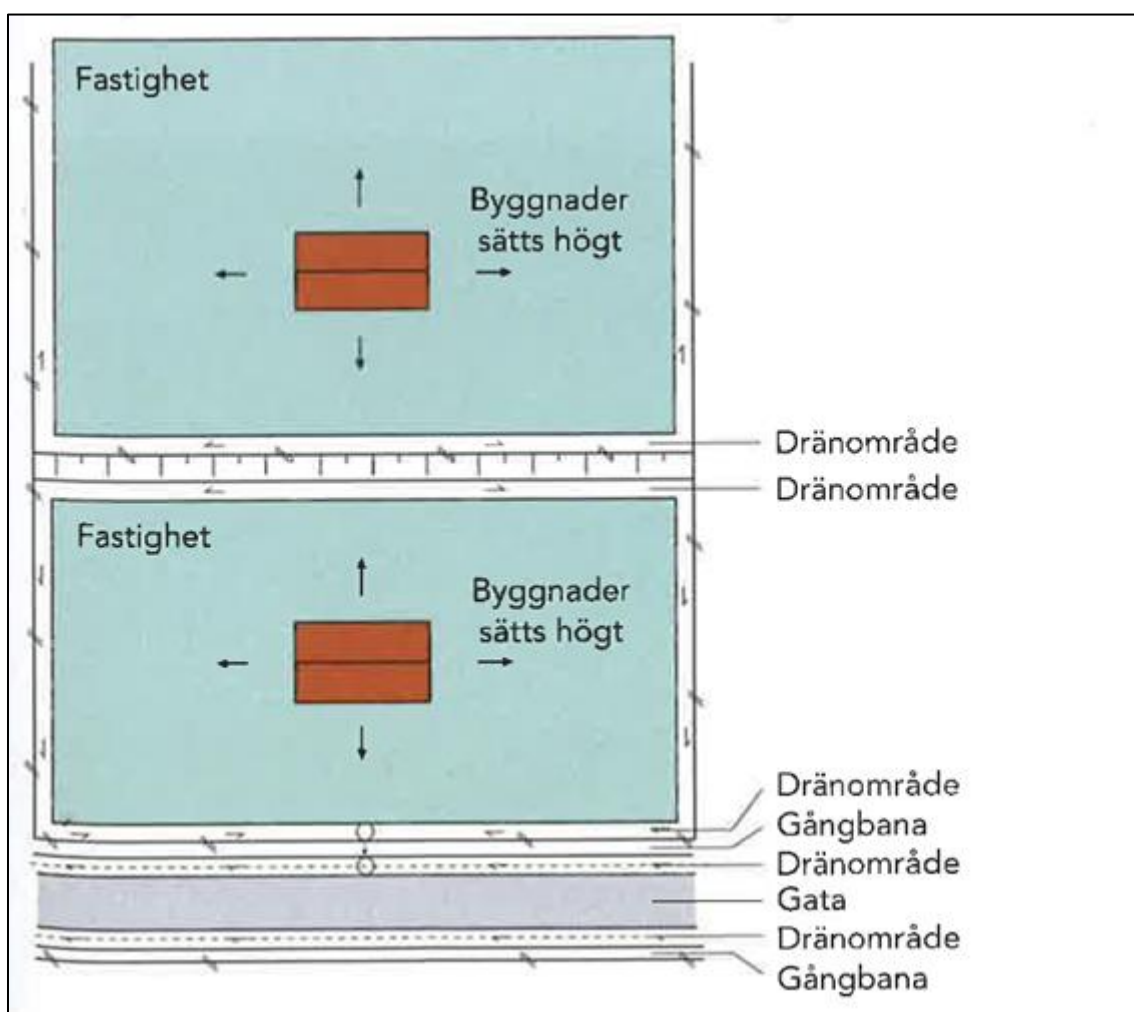


## 7 Översvämningsrisk och höjdsättning

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

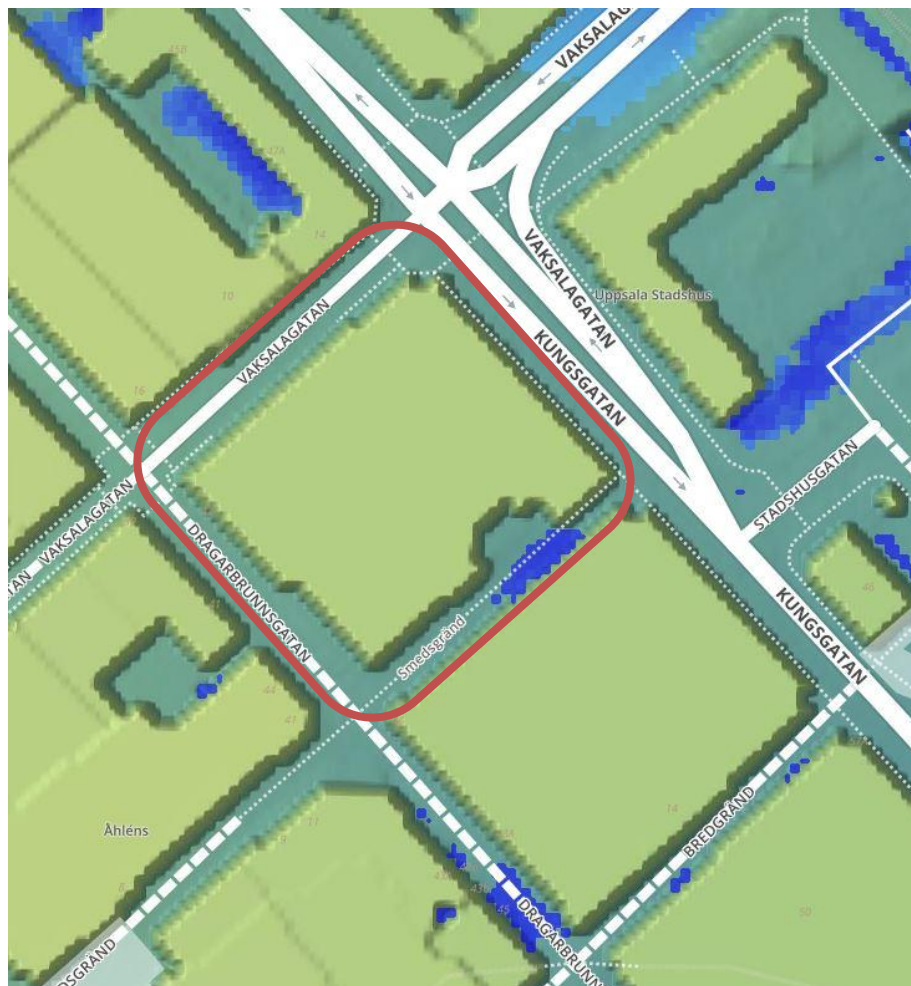
Höjdsättningen av kvarteret bör planeras för att klara hanteringen av extremregn, som till exempel ett 50- eller 100-årsregn, genom att om föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägarna för vidare transport mot recipienten. I den mest optimala situationen bör byggnader ligga högre än intilliggande mark och gårdsytor 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 kvarteret vara just på Smedsgränd. Ombyggnationen innebär ingen ökad risk för påverkan på de närliggande fastigheterna i samband med kraftig nederbörd.



**Figur 7-2.** Översvämninganalys från en lågpunktskartering över kvarteret Sala, Uppsala (röd markering).

## 8 Slutsats

I samspråk med Uppsala Vatten är målet med föreliggande dagvattenutredning att skapa bästa möjliga dagvattenlösning utan att ha möjlighet till att använda öppna dagvattenlösningar. Således blir målet för dagvattenhanteringen att åstadkomma maximal utjämningsvolym med möjliga dagvattenanläggningar. Vid den planerade ombyggnationen på kvarteret Sala föreslås således ett filtermagasin placerat på källarplanet kombinerat med gröna tak. Denna kombination anses ha de bästa förutsättningarna för att åstadkomma den största möjliga utjämningsvolymen på området, vilket är målet för kvarterets dagvattenhantering. Dagvattenlösningen medför att kvarterets dagvattensituation inte försämras trots påverkan av klimateffekter och att risken för påverkan om intilliggande fastigheter inte ökar.

## 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

Dahström, Bengt, 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse. Rapport Nr 2010-05. Svenskt Vatten Utveckling

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.

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*.

Uppsala Vatten, 2014. *Dagvattenprogram för Uppsala kommun*

Uppsala Vatten, 2014. *Handbok för dagvattenhantering i Uppsala kommun*

Uppsala Vatten, 2014. *Checklista för dagvattenutredningar*

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