



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



# RAPPORT


## Dagvattenutredning Uppsala arena


2014-10-21

Upprättad av: Anders Håkansson och Kristina Wilén

Granskad av: Linda Evjen

Godkänd av: Kristina Wilén

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

## Dagvattenutredning Uppsala arena

### Kund


Uppsala kommun  
Kontoret för samhällsutveckling  
753 75 Uppsala

### Konsult

WSP Sverige AB  
Box 1516  
751 45 Uppsala  
Besök: Kungsgatan 66  
Tel: +4610-722 50 00  
Fax: +4610-722 87 93  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)


### Kontaktperson

Kristina Wilén 010-722 69 08 [kristina.wilen@wspgroup.se](mailto:kristina.wilen@wspgroup.se)

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

## Innehåll

<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>UTREDNINGSOMRÅDET OCH DESS FÖRUTSÄTTNINGAR</b> .....	<b>6</b>
3.1	AVGRÄNSNINGAR .....	6
3.2	OMRÅDESBESKRIVNING .....	7
3.3	DETALJPLAN .....	7
3.4	GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR .....	8
3.5	VATTENSKYDDSSOMRÅDE .....	8
3.6	DAGVATTENPROGRAM .....	8
3.7	RIKTVÄRDEN FÖR DAGVATTENUTSLÄPP .....	9
3.8	FÖRDRÖJNING UTANFÖR OMRÅDET .....	9
<b>4</b>	<b>RECIPIENT</b> .....	<b>9</b>
4.1	MILJÖKVALITETSNORM .....	10
<b>5</b>	<b>DAGVATTEN</b> .....	<b>10</b>
5.1	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING .....	10
5.2	DAGVATTENFLÖDEN .....	10
5.3	FÖRORENINGAR .....	13
5.4	FÖRDRÖJNINGSBERÄKNINGAR .....	16
<b>6</b>	<b>FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING</b> .....	<b>16</b>
6.1	SYSTEMLÖSNING FÖR DAGVATTENHANTERING PÅ KVARTERSMARK .....	16
6.1.1	<i>Gatumark</i> .....	17
6.2	GENERELLA ÅTGÄRDSFÖRSLAG .....	17
6.2.1	<i>Gröna tak</i> .....	18
6.2.2	<i>Takavlopp med utkastare</i> .....	18
6.2.3	<i>Rain garden</i> .....	19
6.2.4	<i>Gröna stråk</i> .....	19
6.2.5	<i>Rännor</i> .....	20
6.2.6	<i>Trädplantering</i> .....	20
6.2.7	<i>Genomsläppliga ytmaterial</i> .....	21
6.2.8	<i>Dike/översvämningsyta</i> .....	21
6.2.9	<i>Rörmagasin</i> .....	22
6.2.10	<i>Dagvattenkassetter</i> .....	22
6.3	RENINGSEFFEKTER .....	23
<b>7</b>	<b>FÖRSLAG TILL SYSTEM FÖR FÖRESLAGEN SITUATIONSPLAN</b> .....	<b>23</b>
7.1	SYFTE MED DE OLIKA SYSTEMDELARNA .....	25
7.2	ALTERNATIVA LÖSNINGAR .....	25
<b>8</b>	<b>KONSEKVENSER AV FÖRESLAGEN SYSTEMLÖSNING</b> .....	<b>25</b>
8.1	EXTREMA NEDERBÖRDSSITUATIONER .....	26
8.2	PÅVERKAN MKN I SÄVJAÅN .....	26
<b>9</b>	<b>FORTSATT ARBETE</b> .....	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>27</b>

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

## 1 Sammanfattning

En detaljplan håller på att tas fram för att möjliggöra byggnation av Uppsala arena där större arrangemang ska kunna anordnas inom idrott, kultur och evenemang. Detaljplaneområdet ligger invid Österleden norr om Gränby centrum i östra Uppsala.

I samband med detaljplanearbetet har en dagvattenutredning genomförts för att visa på hur dagvattenhanteringen i området kan genomföras utifrån följande förutsättningar:

- Uppsala kommuns dagvattenprogram som föreskriver bibehållen vattenbalans, robust dagvattenhantering, hänsyn till recipienten samt berikat stadslandskap.
- Begränsad flödeskapacitet i det mottagande diket vilket gör att maxflödet ut från området är satt till 13 l/s,ha.
- Miljökvalitetsnormens krav att inte öka föroreningarna i recipienten.

Utredningen har mynnat i ett systemförslag som presenteras i bilaga 1. Detta förslag utgår från ytor och ungefärliga höjder i förslag till situationsplan för Uppsala arena daterat 2014-09-24.


Området består idag till största del av åker- och naturmark samt en grusplan som nyttjas för exempelvis cirkusföreställningar. Vid en exploatering enligt detaljplaneförslaget kommer stora delar av området hårdgöras med tak samt torg- och körytor. I utredningen har en uppdelning mellan kvartersmark, gatemark och parkmark gjorts. Parkmarken antas ha oförändrade förutsättningar och har därmed lämnats utanför beräkningar och åtgärdsförslag.

Vid det dimensionerande regnet (tio minuters tioårs-regn, 228 l/s,ha) närapå femdubblas flödet från kvartersmark och nästan tredubblas från gatemark. För att klara flödeskraven krävs en total fördröjningsvolym på 780 m<sup>3</sup> (kvartersmark) respektive 100 m<sup>3</sup> (gatemark).

Fördröjning från gatemark föreslås ske i befintligt dike. Anläggs både GC-väg och busskörfält, vilket finns på förslag, kommer dock detta dike utgå. Fördröjning måste då ske på andra sidan vägen, utanför detaljplaneområdet. Eventuellt kan den fördröjningsanläggning som nu tar emot vatten från den befintliga vägen utvidgas.

Även förändringar i föroreningshalterna har beräknats. Resultatet visar att halten föroreningar ökar och den totala masstransporten ökar kraftigt om inga åtgärder görs. Beräkningar är dock baserade på schablonvärden som troligtvis överskattar föroreningsmängden då trafiken i området kommer vara lägre än i de områden det jämförs med.

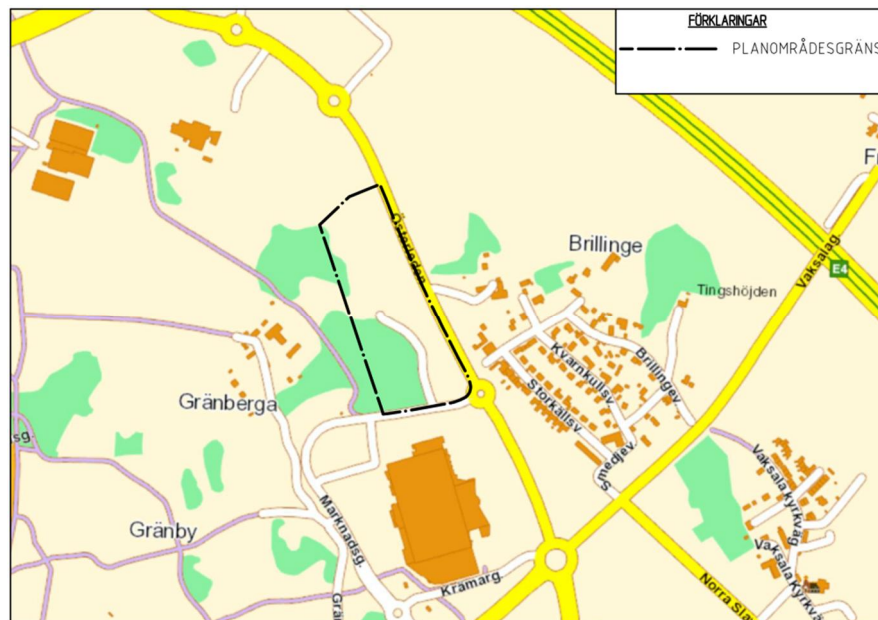
Utredningen förordar en grön trög lösning där allt vatten passerar en grön yta innan det når ledningssystemet. En sådan lösning ger både fördröjning och rening och går i linje med målen i dagvattenprogrammet.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

## 2 Bakgrund och syfte

En detaljplan håller på att tas fram för att möjliggöra byggnation av Uppsala arena där större arrangemang ska kunna anordnas inom idrott, kultur och evenemang. Detaljplaneområdet ligger invid Österleden norr om Gränby centrum i östra Uppsala (se Figur 1). Planen innebär en större andel hårdgjorda ytor inom området vilket kräver hantering av det ökade dagvattenflödet. Diket dit områdets vatten avrinner har begränsad kapacitet och recipienten är känslig för föroreningar.

WSP har fått i uppdrag att utföra en dagvattenutredning för området. Syftet med utredningen har varit att redovisa förslag på fördröjning och möjligheter till rening av dagvattnet inom området. För- och nackdelar med förslagen presenteras för att göra dessa mer jämförbara.




Figur 1. Översikt som visar detaljplaneområdets läge (karta från eniro).

## 3 Utredningsområdet och dess förutsättningar

### 3.1 Avgränsningar

I uppdraget med dagvattenutredningen ingår endast detaljplaneområdet. Framtida utformning av marken i detaljplaneområdet och i det angränsande området västerut är idag okänd. Därför antas detaljplanegränsen som yttre gräns för avrinningsområdet vid beräkningar. Innanför detaljplanegränsen sker uppdelning i tre olika områden; kvartersmark, parkmark och gatemark. Kvartersmark antas bestå av hårdgjorda ytor (centrum) och tak. Beräkningar med avseende på fördröjningsmagasin och rening utförs separat för kvartersmark, parkmark och gatemark eftersom dessa flöden ska fördröjas var för sig.

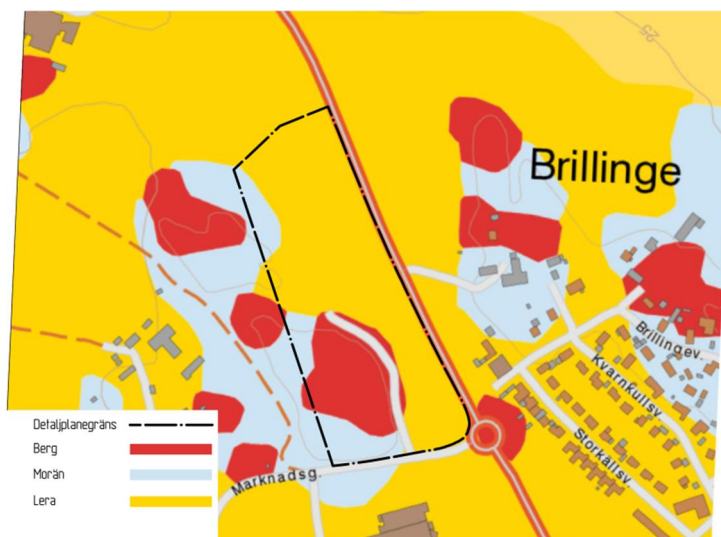


Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

### 3.4 Geologiska förutsättningar

Enligt jordartskartan består området till stor del av lera samt områden med morän och ett sammanhängande område med berg i sydvästra delen, se Figur 3.

Grundvattennivån i området är inte känd.



Figur 3. Jordartskarta med detaljplanegräns inlagd (karta från SGU).

### 3.5 Vattenskyddsområde


Området ligger utanför skyddsområde för vattentäkt.

### 3.6 Dagvattenprogram

Uppsala kommun har tillsammans med Uppsala vatten har tagit fram ett dagvattenprogram. Enligt programmet ska de övergripande målen för Uppsalas dagvattenhantering vara:

- **Bevara vattenbalansen**  
Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen.
- **Skapa en robust dagvattenhantering**  
Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.
- **Ta recipienthänsyn**  
Hanteringen av dagvatten ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter och att grundvattnets status inte försämras.
- **Berika stadslandskapet**  
Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt stadslandskap.



Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

### 3.7 Riktvärden för dagvattenutsläpp

I Svenskt Vattens Rapport nr 2010-06 från Svenskt Vatten Utveckling föreslås riktvärden för fem kategorier av dagvatten (1M, 2M, 1S, 2S, 3VU). Kategoriindelningen beror på dagvattnets härkomst samt recipientens känslighet (Svenskt Vatten utveckling, 2010). Förslagen till riktvärden härstammar från Riktvärdesgruppen i Regionplane- och trafikkontorets dagvattennätverk (i Stockholms län).

**Tabell 1. Föreslagna riktvärden (årsmedelhalt och totalhalt) för dagvattenutsläpp enligt SVU-rapport 2010-06.**

Ämne	Enhet	1M	2M	1S	2S	3VU
P	µg/l	160	175	200	250	250
N	mg/l	2	2,5	2,5	3	3,5
Pb	µg/l	8	10	10	15	15
Cu	µg/l	18	30	30	40	40
Zn	µg/l	75	90	90	125	150
Cd	µg/l	0,4	0,5	0,45	0,5	0,5
Cr	µg/l	10	15	15	25	25
Ni	µg/l	15	30	20	30	30
SS	mg/l	40	60	50	75	100
Olja	mg/l	0,4	0,7	0,5	0,7	1,0

Förklaring kategorier: M=Mindre recipient, S=större recipient, VU=verksamhetsutövare  
1=Direktutsläpp till recipient, 2=Inte direktutsläpp till recipient, 3=VU utan direktutsläpp


Dagvattnet från utredningsområdet leds via diken innan det når recipienten och bedöms därmed vara icke direktutsläpp. Recipienten är Sävjaån som är känslig och klassas som en mindre recipient. För dagvattnet från detaljplaneområdet föreslås därför att kategori 2M används som riktvärden.

### 3.8 Fördröjning utanför området

Uppsala vatten planerar att anlägga en fördröjningsdamm utanför detaljplaneområdet. Det utgående dagvattnet från området som går ut via ledningar i anslutningspunkten ska anslutas till denna damm. Detta bör tas i beaktande vid utformning av området och samråd bör ske med Uppsala vatten. Enligt uppgift från planbeskrivningen får utflödet från planområdet till denna damm högst vara 13 l/s,ha.

## 4 Recipient

Vattnet som avrinner från detaljplaneområdet tar sig, efter Uppsala vattens planerade fördröjningsdamm, till dikesföretaget Samnan som är dimensionerat för att ta emot 1,2 l/s,ha från avrinningsområdet. Därefter rinner vattnet vidare till recipienten Sävjaån vilken är klassad som ett Natura 2000-område. Natura 2000 är ett nätverk inom EU med skyddsvärda områden. Sävjaån har flera skyddsvärda fiskarter samt utter.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

#### 4.1 Miljökvalitetsnorm

År 2009 fastställde Vattenmyndigheten för Norra Östersjön miljökvalitetsnormer (MKN) för yt- och grundvattenförekomster. Dessa ingår i EU:s ramdirektiv för vatten. För ytvattenförekomster är målet att god ekologisk och kemisk status har uppnåtts år 2015. För en del vattendrag, för vilka det anses tekniskt omöjligt att uppnå god status 2015, är tidpunkten framflyttad till år 2021. För alla vattenförekomster finns även ett krav på att statusen på recipienten inte får försämrats.

Miljökvalitetsnormer finns framtagna för Sävjaån. Dessa säger att god ekologisk status ska ha uppnåtts till år 2021 och god kemisk status ska ha uppnåtts år 2015. Enligt senaste beslut (2009) är Sävjaåns ekologiska status dålig och kemiska status god, (VISS, 2014).

### 5 Dagvatten

#### 5.1 Befintlig dagvattenhantering

I området finns idag inget ledningsnät. Vattnet tas troligtvis till stor del upp av växtlighet, avdunstar eller perkolerar ner till grundvattnet. Längs Österleden finns vägdiken dit överskottsvattnet sannolikt rinner vid kraftiga regn. Eventuell förekomst av dräneringssystem i åkermarken är inte känd.


Österledens västra körfält avvattnas ner i ett skåldike som ligger inom planområdet. Detta vatten leds troligtvis under vägen i en trumma vid den blivande GC-porten. Här finns ett djupare dike som troligtvis fungerar som någon slags utjämningsmagasin. Kring detta och hur vattnet därefter tar sig vidare har inte gått att få några närmare uppgifter om.

#### 5.2 Dagvattenflöden

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats utifrån markanvändningen före och efter exploatering. I beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Området delas in i tre områden: parkmark, kvartersmark och gatumark.
- Avrinningen från parkområdet i norra detaljplaneområdet förblir oförändrad.
- Kvartersmarken består till 2 ha av tak, vilket motsvarar maximalt utnyttjad bebyggelsegrad enligt förslag till planbestämmelser.
- Övrig kvartersmark är helt hårdgjord.
- Som dimensionerande regn har ett 10 års-regn med varaktighet 10 min (228 l/s,ha) använts.
- Taket lutar på ett sådant sätt att takvattnet fördelas till stuprör kring hela byggnaden.

I Figur 2 och Figur 4 visas markanvändningsindelningen före respektive efter exploatering. I Figur 4 redovisas uppdelningen av områdena inom detaljplanegränsen där kvartersmark utgörs av hårdgjord (centrum) och tak. Markytan (inklusive takytan) redovisas endast schematiskt.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	



Figur 4. Framtida markanvändning inom utredningsområdet.

För att beräkna dimensionerande dagvattenflöden från området används rationella metoden:

$$q_{d \text{ dim}} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r)$$

där:

$q_{d \text{ dim}}$  är det dimensionerande flödet ( $l/s$ )


$A$  är avrinningsområdets area (ha)

$\varphi$  är avrinningskoefficienten

$i(t_r)$  är den dimensionerande nederbördsintensiteten ( $l/s \cdot ha$ )

$t_r$  är regnets varaktighet (min)

Flödesberäkningar vid dimensionerande regntintensitet har gjorts för nuvarande och framtida förhållanden för kvarters- och gatumark. Eftersom avrinningen från parkmarken antas vara oförändrad redovisas inga beräkningar för denna.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

**Tabell 2. Flöden från kvartersmark vid det dimensionerande regnet (10 min 10-årsregn) före och efter exploatering.**


	Mark-användning	Area (ha)	Avr. koeff. ( $\varphi$ )	Red. area (ha)	$Q_{dim}$ (l/s)
<b>Före exploatering</b>					
Kvartersmark					
	Jordbruksmark	2,4	0,26	0,6	143
	Parkmark	1,0	0,18	0,2	42
	Skogsmark	1,4	0,05	0,1	17
	<b>Totalt</b>	<b>4,9</b>	<b>0,18</b>	<b>0,9</b>	<b>202</b>
<b>Efter exploatering</b>					
Kvartersmark					
	Hårdgjort	2,9	0,85	2,4	558
	Tak	2,0	0,90	1,8	410
	<b>Totalt</b>	<b>4,9</b>	<b>0,87</b>	<b>4,2</b>	<b>969</b>

Med ändrad markanvändning enligt detaljplaneförslaget kommer det dimensionerande flödet från kvartersmark mer än fyrdubblas (se Tabell 2) om inga fördröjande åtgärder vidtas.

**Tabell 3. Flöden från gatumarken vid det dimensionerande regnet (10 min 10-årsregn) före och efter exploatering**

	Mark-användning	Area (ha)	Avr. koeff. ( $\varphi$ )	Red. area (ha)	$Q_{dim}$ (l/s)
<b>Före exploatering</b>					
Gatumark					
	Jordbruksmark	0,47	0,26	0,1	28
	Skogsmark	0,08	0,05	0,004	1
	Gatumark	0,03	0,85	0,02	5
	GC-väg	0,06	0,85	0,05	12
	<b>Totalt</b>	<b>0,63</b>	<b>0,32</b>	<b>0,2</b>	<b>45</b>
<b>Efter exploatering</b>					
Gatumark					
	Gatumark	0,63	0,85	0,54	122
	<b>Totalt</b>	<b>0,63</b>	<b>0,85</b>	<b>0,54</b>	<b>122</b>

Efter exploatering mer än fördubblas det dimensionerande flödet från den planerade gatumarken (se Tabell 3) om inga fördröjande åtgärder vidtas.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

### 5.3 Föroreningar

Dagvattnets teoretiska föroreningsinnehåll har beräknats med schablonhalter från StormTac (2014) för de markanvändningsområden som redovisas i Tabell 2 och Tabell 3.

Föroreningsmängden per år har beräknats genom att årsvolymen dagvatten multiplicerats med föroreningshalten för varje markanvändningsområde. Årsvolymen dagvatten har i sin tur beräknats utifrån en medelnederbörd på 550 mm/år.

I tabellerna nedan redovisas föroreningsmängd respektive föroreningshalt före och efter exploatering. Föroreningsmängden i dagvattnet visar på den totala masstransporten av föroreningar till recipienten för respektive ämne, d.v.s. exploaterings konsekvenser på dagvattenkvaliteten om inga fördröjande eller renande åtgärder görs.


Det ska dock poängteras att beräkningarna är gjorda utifrån schablonvärden som bygger på mätningar gjorda i andra liknande områden ("centrumområde" vad gäller kvartersmark). Föroreningsmodelleringen visar alltså inga exakta värden, men ger ändå en fingervisning om hur föroreningsbelastningen ser ut före och efter exploatering. Det kan även tilläggas att trafiken i planområdet kommer vara lägre än i de centrumområden som ligger till grund för schablonvärdena och halterna därför troligtvis är i överkant snarare än i underkant.

I Tabell 4 redovisas beräkningar av den totala masstransporten av föroreningar från området som i detaljplanen är markerat som kvartersmark.

**Tabell 4. Masstransporten av föroreningar från kvartersmark före och efter exploatering.**

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Förändring (%)
<b>P (Fosfor)</b>	<i>kg/år</i>	0,9	1,5	62 %
<b>N (Kväve)</b>	<i>kg/år</i>	20	19	- 6 %
<b>Pb (Bly)</b>	<i>kg/år</i>	0,04	0,10	162 %
<b>Cu (Koppar)</b>	<i>kg/år</i>	0,07	0,15	131 %
<b>Zn (Zink)</b>	<i>kg/år</i>	0,10	0,8	715 %
<b>Cd (Kadmium)</b>	<i>kg/år</i>	0,0007	0,005	610 %
<b>Cr (Krom)</b>	<i>kg/år</i>	0,01	0,02	265 %
<b>Ni (Nickel)</b>	<i>kg/år</i>	0,004	0,04	957 %
<b>Hg (Kvicksilver)</b>	<i>kg/år</i>	0,0004	0,001	2339 %
<b>SS (Suspendrat material)</b>	<i>kg/år</i>	410	520	27 %
<b>Olja</b>	<i>kg/år</i>	0,8	7,0	823 %

Området består idag till stor del av jordbruksmark vilket gör att det redan nu sker en transport av näringsämnen och suspenderat material. Detta innebär att ökningen av P och SS är lägre jämfört med tungmetallerna, för N blir det till och med en liten sänkning jämfört med masstransporten före exploatering. Tungmetaller och olja som

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

är förknippade med trafik, byggnader och annan mänsklig aktivitet ökar dock kraftigt vid en exploatering enligt detaljplaneförslaget.

Tabell 5 redovisas de beräknade föroreningshalterna i avrinningen från framtida kvartersmark före och efter exploatering. Föroreningshalten kommer att öka efter exploatering utom för näringsämnen såsom fosfor, kväve och suspenderat material som istället kommer minska (då områdets nuvarande markanvändning till stor del är jordbruksmark). En jämförelse med riktvärdet visar att efter exploatering ligger de flesta ämnen under detta. Bly, olja och kadmium tangerar eller överskrider dock riktvärdet.


Halterna ökar alltså inte alls i samma utsträckning som föroreningstransporten. Det är alltså till största del den ökade avrinningen som gör att föroreningsbelastningen på recipienten kan komma att öka. Detta understryker ytterligare vikten av fördröjande åtgärder.

Tabell 5. Beräknade föroreningshalter före och efter exploatering för kvartersmark (hårdgjort och tak).

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Riktvärden 2M
<b>P (Fosfor)</b>	<i>µg/l</i>	185	150	175
<b>N (Kväve)</b>	<i>mg/l</i>	4,0	1,9	2,5
<b>Pb (Bly)</b>	<i>µg/l</i>	8	11	10
<b>Cu (Koppar)</b>	<i>µg/l</i>	14	16	30
<b>Zn (Zink)</b>	<i>µg/l</i>	20	85	90
<b>Cd (Kadmium)</b>	<i>µg/l</i>	0,15	0,5	0,5
<b>Cr (Krom)</b>	<i>µg/l</i>	1,4	2,5	15
<b>Ni (Nickel)</b>	<i>µg/l</i>	0,8	4,3	30
<b>Hg (Kvicksilver)</b>	<i>µg/l</i>	0,01	0,1	-
<b>SS (Suspenderat material)</b>	<i>mg/l</i>	84	54	66
<b>Olja</b>	<i>mg/l</i>	0,15	0,70	0,7

I Tabell 6 redovisas beräkningar av den totala masstransporten av föroreningar på framtida gatemark. Den totala masstransporten av föroreningar kommer att öka för alla ämnen.

En jämförelse mellan gatu- och kvartersmark visar att föroreningshalterna från gatemark är högre, men på grund av de höga flödena från kvartersmark står denna för större del av den totala föroreningstransporten.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	


**Tabell 6. Den totala masstransporten av föroreningar före och efter exploatering uttryckt i kg/år samt den procentuella förändringen för gatumark.**

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Förändring (%)
P (Fosfor)	kg/år	0,2	0,7	215 %
N (Kväve)	kg/år	4,4	11,2	150 %
Pb (Bly)	kg/år	0,008	0,014	85 %
Cu (Koppar)	kg/år	0,02	0,10	435 %
Zn (Zink)	kg/år	0,03	0,14	425 %
Cd (Kadmium)	kg/år	0,0002	0,0014	630 %
Cr (Krom)	kg/år	0,004	0,033	835 %
Ni (Nickel)	kg/år	0,002	0,019	855 %
Hg (Kvicksilver)	kg/år	0,00004	0,0005	970 %
SS (Suspenderat material)	kg/år	80	300	285 %
Olja	kg/år	0,4	3,6	775 %

I Tabell 7 redovisas de beräknade föroreningshalterna på framtida gatumark före samt efter exploatering. Ur Tabell 7 går att utläsa att föroreningsbelastningen på kvartersmark kommer öka efter exploatering utom för näringsämnen såsom fosfor, kväve samt för och suspenderat material som istället kommer minska (då områdets nuvarande markanvändning till stor del är som jordbruksmark). På samma sätt som för kvartersmark ökar masstransporten mer än halterna beroende på den ökade avrinningen. För bly sker till och med en minskning på grund av ökad avrinning trots att masstransporten ökar.

**Tabell 7. Beräknade föroreningshalter före och efter exploatering jämförda med riktvärden.**

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Riktvärden 2M
P (Fosfor)	µg/l	190	140	175
N (Kväve)	mg/l	4,0	2,4	2,5
Pb (Bly)	µg/l	6,9	3,0	10
Cu (Koppar)	µg/l	17	21	30
Zn (Zink)	µg/l	24	30	90
Cd (Kadmium)	µg/l	0,2	0,3	0,5
Cr (Krom)	µg/l	3,2	7,0	15
Ni (Nickel)	µg/l	1,8	4,0	30
Hg (Kvicksilver)	µg/l	0,04	0,1	-
SS (Suspenderat material)	mg/l	71	64	66
Olja	mg/l	0,4	0,8	0,7

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

Slutligen bör tilläggas att schablonerna som ligger till grund för beräkningarna baseras på medelvärden. Många av föroreningshalterna går att påverka genom att göra genomtänkta materialval vad gäller byggmaterial, armatur, räckten etc. Att förhindra föroreningar från att uppstå är det effektivaste sättet att skydda recipienten.

## 5.4 Fördröjningsberäkningar

För att beräkna vilka fördröjningsmagasin som krävs för att klara flödeskraven har magasinsberäkningar enligt P90 bilaga 7 använts. Som dimensionerande regn har 10-årsregn använts. Den dimensionerande återkomsttiden blir en timme och maxflödet (utflödet) är beräknat från Uppsala vattens krav (13 l/s,ha). Ungefärligt magasinsbehov för kvartermark (hårdgjort och tak) är beräknat till 780 m<sup>3</sup> och redovisas i Tabell 8.

**Tabell 8. Ofördröjt flöde vid dimensionerande regn, max tillåtet flöde samt magasinsvolym som krävs för att klara detta.**

	Q <sub>10</sub> [l/s]	maxflöde [l/s]	magasinskrav [m <sup>3</sup> ]
Mot anslutningspunkt, kvartermark	970	64	780
Mot vägdike	122	8	100

## 6 Förslag till dagvattenhantering


Dagvattenflödena från området för kvartermark kommer enligt beräkningarna mer än fyrdubblas efter exploatering. Kraftiga fördröjningsåtgärder behövs alltså för att utflödet inte ska överskrida det maximalt tillåtna. Enligt ovanstående beräkningar är den totala magasinsvolymen som skulle krävas för att fördröja ett 10-årsregn på kvartermark ungefär 780 m<sup>3</sup>. Även den totala masstransporten av föroreningar kommer öka för i stort sett alla undersökta ämnen. På grund av detta behövs även rening av dagvattnet innan det släpps ut till recipienten.

### 6.1 Systemlösning för dagvattenhantering på kvartermark

Som fördröjningsmagasin för kvartermarken föreslås rörmagasin eller dagvattenkassetter. Fördelen med dagvattenkassetter jämfört med rörmagasin är att infiltration kan ske från botten av kassetterna och därmed förbättra fördröjning och rening ytterligare. För att infiltration ska kunna ske krävs bra markförhållande i form av en genomsläpplig jordart, hänsyn bör tas till detta i projekteringskedet. Som tidigare nämnts sker förmodligen en infiltration av dagvatten idag i området, det är därför fördelaktigt om det kan fortsätta att infiltrerar i så hög grad det är möjligt. Ett alternativ som hade förbättrat reningen av dagvattnet är en öppen dagvattendamm. Det antas dock inte vara möjligt att få till inom kvartermark och förkastas därför som förslag på lösning.

För att uppfylla de övergripande målen i kommunens dagvattenprogram måste dock magasinet kombineras med andra åtgärder. Därför föreslås att systemlösningen utformas med grönytor och genomsläppliga material i så hög utsträckning som möjligt



Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

vid projekteringen. Förslag på lösningar kan vara genomsläpplig asfalt eller makadam/krossmaterial för att förbättra infiltrationen. Grönytor kan till exempel anläggas mellan parkeringar, rain gardens kan anläggas i området och träd med skelettjordar kan planteras. Gröna tak föreslås i så stor utsträckning det är möjligt.

### 6.1.1 Gatumark

Eftersom gatu- och kvartersmarken kommer ha olika huvudmän ska dagvattnet från gatumark tas om hand separat.

Idag finns vägdiken och grönytor som avvattnar Österleden på båda sidor av vägen som är bomberad. En förutsättning för att även fortsättningsvis klara omhändertagandet av vägvattnet inom planområdet är att skåldiket och grönytor på västra sidan vägen blir kvar. Diket måste också dimensioneras upp så att det klarar den ökade avrinningen från den nya gatumarken. Troligtvis kommer dock diken/grönytor helt att ersättas av GC-väg och en ny bussfil. Omhändertagandet av dagvatten från gatumark måste då ske utanför detaljplaneområdet. Förslagsvis sätts kantsten och brunnar så att vägvattnet istället kan avledas till diken på östra sidan av Österleden. Dikets utlopp stryps och fungerar därmed som fördröjningsmagasin vid höga flöden. Troligen fungerar diket redan idag på detta sätt. Uppgifter kring detta har dock inte gått att få fram.

Planer på att exploatera marken även på östra sidan finns. Möjligen kan ett nytt körfält tillkomma även på denna sida. För att kunna fördröja flödena måste då vägdiken på östra sidan av Österleden utnyttjas för både den nya gatumarken och för hela Österleden. Skåldiket mellan bullervall och Österleden kan behöva justeras, alternativt ersättas med ledningar beroende på hur mycket bullervallen kan flyttas om ett nytt körfält tillkommer på östra sidan Österleden.


En översiktlig beräkning har gjorts (se Tabell 9) som visar att ett dike med kapacitet att fördröja hela ovan nämnda yta skulle kunna få plats. Möjligen kan GC-vägen behöva flyttas österut. Vid planläggning av östra sidan bör detta utredas noggrannare för att säkerställa att tillräckliga ytor avsätts för dagvattenanläggningar.

**Tabell 9. Dimensionerande flöde, max tillåtet flöde samt magasinkrav som krävs för att klara detta för detaljplanens gatuområde, befintligt gata Österleden samt ett tillkommande körfält på östra sidan vägen**

	Area [ha]	flödeskoeff	Red. area [ha]	Q <sub>10</sub> [l/s]	Q <sub>max</sub> [l/s]	magasinkrav [m <sup>3</sup> ]
Österleden + GC-väg + två bussfiler	1,4	0,85	1,2	265	18	215

## 6.2 Generella åtgärdsförslag

Nedan presenteras generella förslag på lösningar mer ingående med exempelbilder.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

### 6.2.1 Gröna tak



Figur 5. Gröna tak med olika karaktär och fördröjningsförmåga

Gröna tak, dvs. tak beväxta med exempelvis sedumväxter eller gräs, har mycket god reducerande effekt på avrinningen på årsbasis (upp till 50 %). Vid mycket häftiga regn mättas dock taket och fördröjningseffekten är sedan liten. Åtgärden måste därför kombineras med t.ex. utkastare och gröna stråk.

Gröna tak har, förutom att det reducerar dagvattenmängden, även en renande effekt på dagvattnet samt bidrar till renare luft och ökad biologisk mångfald.


### 6.2.2 Takavlopp med utkastare

Takytan bidrar i hög grad till dagvattenflödet och leds förslagsvis via stuprör och utkastare till gröna ytor/planteringar, dränerande lager och därefter vidare ut på ledning.



Figur 6. Utkastare med erosionsskydd



Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

### 6.2.5 Rännor

Där gröna stråk inte är möjliga kan rännor användas. Fördelen framför att låta vatt-  
net rinna i ledning är att det hålls kvar närmare markytan och därför har större möj-  
lighet att släppas ut över en grönyta.



Figur 9. Ränna i torgyta


### 6.2.6 Trädplantering

Ett annat förslag för att minska ytavrinningen är att avleda dagvattnet till skelettjor-  
dar där träd planterats. Detta kan göras antingen genom att träden sätts i svackor  
eller genom att ledningar från dagvattenbrunnar ansluter till skelettjordarna. Figur  
10 visar ett exempel på ett träd som planterats i skelettjord.



Figur 10. Träd som planterats i skelettjord dit dagvatten kan ledas och infiltrera.



Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

### 6.2.9 Rörmagasin

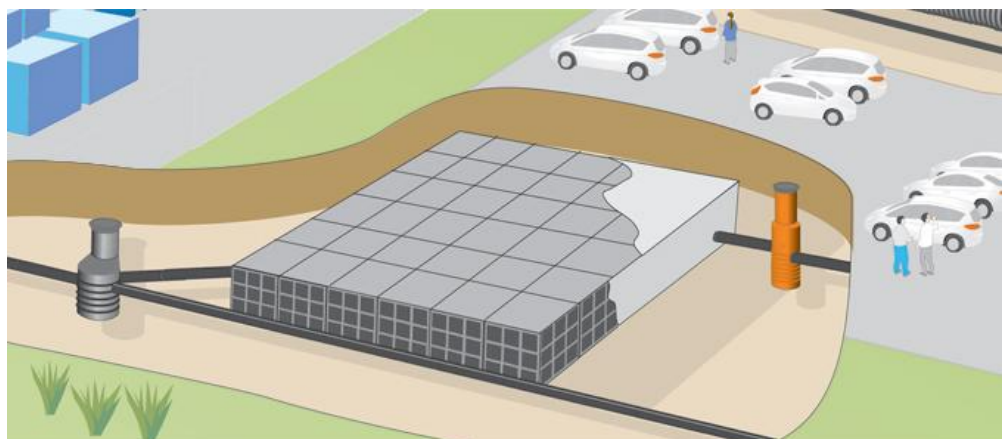
Fördröjningsmagasin kan utföras i form av rörmagasin. Ett sådant består av flera dagvattenledningar av större dimension som seriekopplas och placeras enligt önskemål, platsmöjligheter och behov av fördröjningsvolym. Se Figur 13 för exempel på utformning. För att ge en fingervisning om platsbehov för rörmagasinet (i detta fall 780 m<sup>3</sup> volymsbehov) så krävs ungefär 1000 m ledning totalt om 1000 mm-ledningar används och ca 250 m om 2000 mm-ledningar används. Ju fler gröna lösningar som genomförs desto mindre magasin kommer krävas.




Figur 13. System med rörmagasin under parkering (bild från Uponor).

### 6.2.10 Dagvattenkassetter

Ett alternativ till rörmagasin är dagvattenkassetter. Dessa kan utformas antingen som perkulationsmagasin eller ett tätt magasin om en tätduk används runt kassetterna (Nilsson, 2013). Genom infiltration kan en del av dagvattnet som fördröjs avledas ner i marken och därmed kan kassetterna ta mindre utrymme i anspråk än ett tätt magasin (Uponor, 2013).



Figur 14. System med dagvattenkassetter under parkering (bild från Uponor).

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

### 6.3 Reningseffekter

Förutom att fördröja och/eller kvarhålla vattnet har flera av åtgärderna även en re-nande effekt. Denna är förstås varierande och beror på en rad olika parametrar. Även här finns dock schabloner som kan ge en uppfattning om ungefär hur effektiva metoderna är (Tabell 10). Luckorna i tabellen betyder att reningseffekten för det specifika ämnet inte har undersökts.


**Tabell 10. Reduktion av ämnen vid olika reningsåtgärder (Stormtac 2012 samt VV 2003:103)**

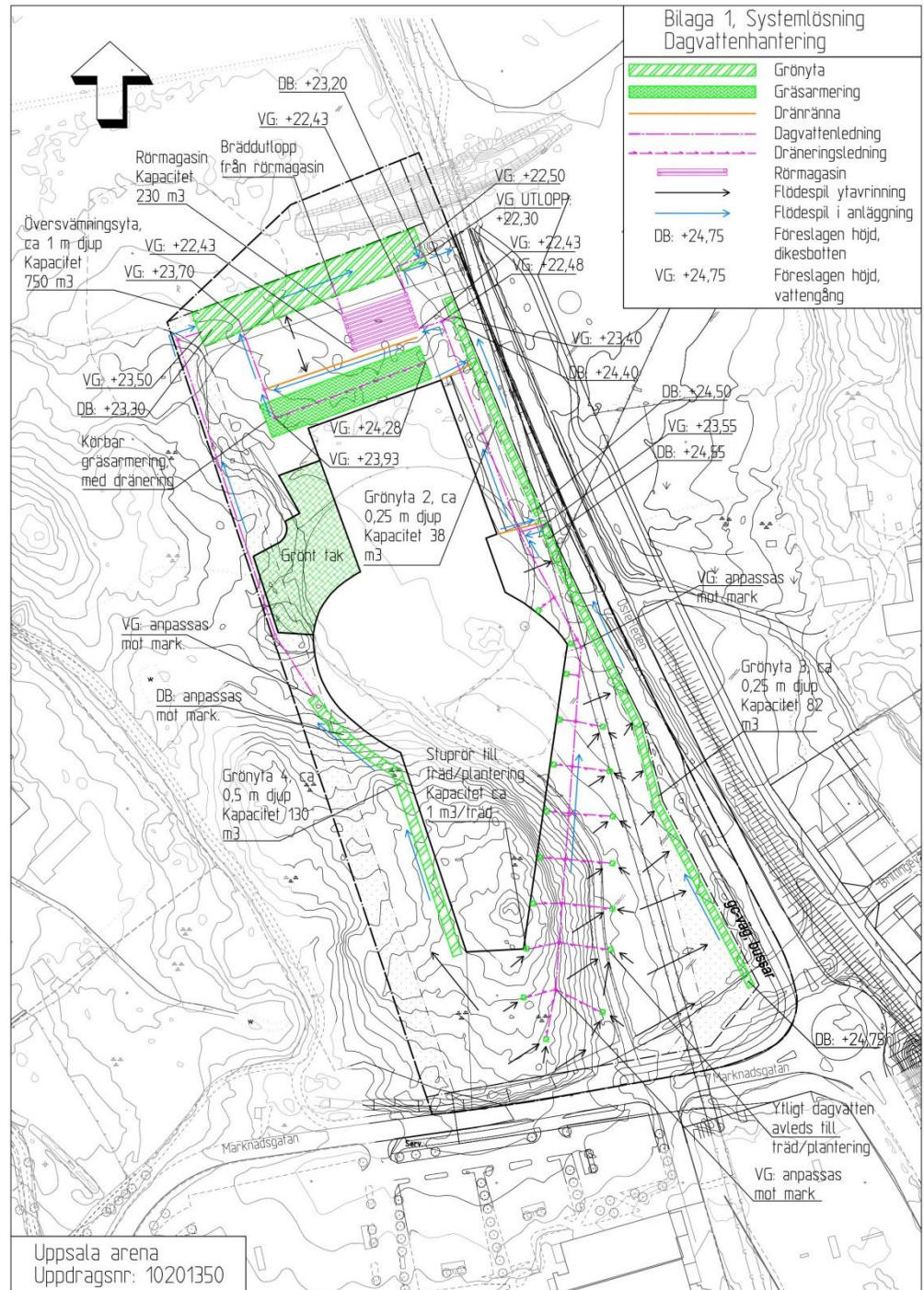
Ämne	Gräsbeklätt dike	Gräsbeklätt svackdike	Översilning/ raingarden	Genomtränglig asfalt
Susp.	70 %	68 %	80 %	90 %
Fosfor	50 %	30 %	30 %	60 %
Kväve	45 %	45 %	25 %	75 %
Bly	70 %	75 %	80 %	70 %
Koppar	70 %	70 %	80 %	
Zink	75 %	63 %	80 %	99 %
Kadmium	60 %	65 %	80 %	
Krom				
Nickel	50 %			
Olja				

## 7 Förslag till system för föreslagen situationsplan

Beräkningarna i avsnitt 5 har gjorts utifrån de generella förutsättningar som detaljplanen ger. Parallellt med detaljplanarbetet sker dock även projektering av arenaområdet och ett förslag på situationsplan finns framtaget. Nedan följer ett förslag på systemlösning för dagvattenhanteringen som utgår från en arbetskopierad av situationsplanen daterad 2014-09-24 (Figur 15 eller bilaga 1).


I huvudsak går förslaget ut på att dagvattnet i så stor utsträckning som möjligt först passerar en grön yta innan det leds till ledningar/fördröjning. Trädgröpar, diken och genomsläppliga material möjliggör infiltration och växtupptag vid normalregn samt utgör fördröjningsmagasin vid häftiga skurar. Dessa gröna åtgärder gör sammantaget att man kan minska kraftigt på storleken på det underjordiska magasinet. Systemet är utformat för att så stor andel som möjligt av dagvattnet ska nå diket/översvämningsytan i områdets norra ände. Här finns möjlighet att skapa stora fördröjningsvolym kombinerat med god rening. Det underjordiska magasinet går dock inte helt att undvika. Detta placeras i områdets nordvästra hörn nära anslutningspunkten och blir en slutfördröjning både för tidigare ofördröjt vatten från ledningsnätet och delar av det vatten som gått via gröna ytor. När magasinet går fullt bräddar det ut i översvämningsytan vilket ger en extra säkerhet åt systemet. Det är fördelaktigt om takvattnet avleds till norra delen av huset eftersom de största magasinen föreslås i norra delen och för stora flöden söderut blir svåra att fördröja.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	



Figur 15. Systemlösning för dagvattenhantering.



Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

## 7.1 Syfte med de olika systemdelarna


- **Gräsarmering** under parkering bidrar till förbättrad rening då infiltration kan ske och föroreningar fastläggs i mark istället för att följa med ytavrinningen.
- **Rörmagasinet**s syfte är att fördröja det flöde som inte kan tas om hand i grönytor i området.
- **Översvämningssytan** fungerar vid normalregn som ett dike. Vid höga flöden svämmas ytan över och blir ett magasin. Flacka slänter och plantering av växter ger både en estetiskt tilltalande yta och goda förutsättningar för rening.
- **Dränrännornas** funktion är att ta hand om ytvatten som avrinner över större ytor. De minskar sträckan som dagvattnet behöver rinna och minskar således risken för frysning och halka på hårdgjorda ytor.
- **Träd/plantering** kan användas som ett extra reningssteg innan det ytliga dagvattnet leds vidare ut på ledning. Skelettjordar ger även fördröjningsmöjlighet. Flöden från stuprör och hårdgjorda ytor bör avledas hit.
- **Övriga grönytor** fungerar som kombinerat reningssteg och fördröjningsmagasin. Fördelen utöver detta är att kostnaden är lägre jämfört med enbart ett stort rörmagasin.
- **Dagvattenledningar** föreslås på västra sidan av huset för avledning av dagvattnet som annars riskerar att bli instängt mot husfasaden. På östra sidan av huset föreslås ledning från träd/planteringar ned till rörmagasinet eftersom att grönyta 3 inte har tillräcklig kapacitet att fördröja hela det beräknade flödet från den delen av kvartersmarken.

## 7.2 Alternativa lösningar

Alternativ till en systemlösning med en så stor andel gröna och tröga lösningar som möjligt är att dagvattnet samlas upp i brunnar och leds i ledningsnät till ett fördröjningsmagasin. Brunnarna bör då förses med sandfång och på parkeringsplatser med oljeavskiljare för att uppnå en viss rening. En fördel med detta är att man får en beprövad anläggning samt att man maximerar de öppna hårdgjorda ytorna och vilket ger en flexibel användning. Nackdelen är att magasinet blir mycket stort och troligtvis kostsamt. Lösningen går dessutom emot kommunens dagvattenprogram på flera punkter: minimal infiltration (vattenbalansen bevaras inte), sämre rening än med en grön lösning (bidrar inte till att möjliggöra god status i Uppsalas recipienter), enbart underjordisk dagvattenhantering (bidrar inte till ett attraktivt stadslandskap).

## 8 Konsekvenser av föreslagen systemlösning

Med den föreslagna systemlösningen uppnås den fördröjning som krävs. Förslaget ger ungefär 50 % mer magasinvolym än vad som krävs. Detta föreslås eftersom det i detta skede inte är klart hur vattnet avrinner. Dessutom gör klimatförändringar att mer/mer intensiv nederbörd förväntas. För att uppnå målen med kommunens dagvattenprogram rekommenderas att grönytor anläggs i åtminstone den utsträckning som föreslås i systemlösningen.

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

## 8.1 Extrema nederbördssituationer

Ett dagvattensystem kan aldrig dimensioneras för alla situationer. Vid extrema regnsituationer där mycket kraftiga regnskurar sammanfaller med höga nivåer i mark och magasin kommer systemet inte räcka till. Avrinningen sker då istället på ytan mot lågpunkter. Områdets huvudsakliga lutning är idag mot Österleden vilket är gynnsamt då stora vattenmängder kan samlas upp på och kring vägen utan att fastigheter och andra anläggningar tar skada. Vid den pågående detaljprojekteringen av området är det viktigt att bevara denna lutning och undvika att skapa lågpunktslinjer in mot arenan och övriga byggnader. Ytan på arenans baksida (västra sidan) måste särskilt beaktas då det här finns risk för att markvatten från det bakomliggande naturområdet rinner in mot fasaden.

## 8.2 Påverkan MKN i Sävjaån

För att bedöma om utsläppen från ett område påverkar miljö kvalitetsnormerna kan man titta på utspädningseffekten. En dubbling av föroreningstransporten från ett område som står för någon promille av det totala flödet i recipienten kan sägas ha mycket liten effekt på halterna i recipienten på grund av den kraftiga utspädningen. I detta fall kan det dock inte uteslutas att en påverkan sker. En kraftig regnskur ger - om den inte fördröjs - upphov till ett så pass stort flöde från området att det i storleksordning närmar sig flödet i den del av Sävjaån där Samnan mynnar (se Tabell 11).


**Tabell 11. Ofördröjt flöde från utredningsområdet jämfört med flöde i recipient (SMHI Vattenwebb).**

<b>Ofördröjt flöde vid 10 min 1-årsregn [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,5
<b>Ofördröjt flöde vid dimensionerande regn [m<sup>3</sup>/s]</b>	1,1
<b>Medelflöde recipient [m<sup>3</sup>/s]</b>	3,1
<b>Medelhög vattenflöde recipient [m<sup>3</sup>/s]</b>	15,0

Om avledning sker enligt systemförslaget kommer stora delar av dagvattnet passera ett dike eller annan grönyta där sedimentation, fastläggning och växtupptag möjliggörs. På vattnets fortsatta väg mot recipienten passeras dessutom den damm som Uppsala vatten ska anlägga. Tillsammans bör dessa åtgärder räcka för att uppnå önskat resultat.

## 9 Fortsatt arbete

När detaljprojekteringen av kvartersmark tar vid är det av vikt att implementera ovanstående systemlösning i så hög grad det är möjligt för att motverka översvämning på kvartersmark och förorening av recipienten. Höjderna i systemlösning ska ses som preliminära då det i detta skede endast funnits befintliga markhöjder att tillgå. En anpassning av systemet måste förmodligen därför ske vid omformning av marken. I samband med höjdsättningen av marken och utformningen av taket bör

Uppdragsnr: 10201350	Dagvattenutredning Uppsala arena	
Daterad: 2014-10-21		
Reviderad:		
Handläggare: Kristina Wilén	Status: Systemhandling	

även undersökas om föreslagna diken och ledningar klarar av att transportera flödena till rörmagasinet och översvämningssytan i norra delen av området.

Då detta detaljplaneområde blir beroende av dagvattenhantering utanför plangränsen måste vidare utredning av Österledens dagvattenanläggning göras för att säkerställa att tillräcklig yta avsätts för dagvattenhantering i kommande projekt.

Vid en geoteknisk undersökning av kvartersmarken bör möjligheter till infiltration undersökas noggrannare. Här spelar både markens beskaffenhet och grundvattnets roll.

## 10 Referenser

SGU, jordartskartan.

<http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100-tusen-sv.html>, Hämtad: 2014-08-27

SMHI, vattenwebb

<http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> Hämtad 2014-10-21

StormTac. (2014). *Storm water solutions*, Version: 2014-01,

<http://www.stormtac.com/StormTacData.php>, Hämtad: 2014-08-22.

Svenskt vatten (2004). *Dimensionering av allmänna avloppsledning*. Publikation P90.

Svenskt vatten (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avlopssystem*. Publikation P104.

Svenskt vatten (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering*. Publikation P105.

Svenskt Vatten Utveckling (2010). *Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten*. Svenskt Vatten Utveckling.

Uponor (2013). *Uponor Teknisk Handbok*, andra upplagan.

VISS (Vatteninformation Sverige).

<http://www.viss.lansstyrelsen.se/>, Hämtad: 2014-08-27.

Nilsson (2013). *Underjordisk dagvattenhantering i urban miljö*.

[http://stud.epsilon.slu.se/5612/1/nilsson\\_m\\_130523.pdf](http://stud.epsilon.slu.se/5612/1/nilsson_m_130523.pdf), Publikation hämtad 2014-09-09.

Braskerud (2013). *Anläggning av regnbed, En billedkavalkade over 4 anlagte regnbed*.

[http://dagvattenguiden.se/wp-content/uploads/2013/04/Regnbed-Rain-Garden\\_20131.pdf](http://dagvattenguiden.se/wp-content/uploads/2013/04/Regnbed-Rain-Garden_20131.pdf), Publikation hämtad 2014-09-10.