





## PM/Rapport

Uppdragsnamn  
**Dagvattenutredning kvarteret Siv**  
**Uppsala kommun**  
**Roslagsgatan 2**

Rikshem Uppsala KB  
Erik Havermark  
FE 360  
838 80 Frösön

Uppdragsgivare  
**Rikshem Uppsala KB**  
**Erik Havermark**

Vår handläggare  
**Oscar Svensson**

Datum  
**2017-08-21**  
Senast rev.datum  
**2017-11-20**

---

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Uppdrag och syfte .....</b>	<b>4</b>
	2.1 Underlag.....	5
	2.2 Förutsättningar .....	5
<b>3</b>	<b>Området och dess förutsättningar .....</b>	<b>6</b>
	3.1 Befintliga ledningar.....	8
	3.2 Recipient och status.....	9
	3.2.1 Ekologisk status .....	9
	3.2.2 Kemisk ytvattenstatus .....	9
<b>4</b>	<b>Flödesberäkningar .....</b>	<b>10</b>
	4.1 Topplöden före och efter exploatering .....	10
<b>5</b>	<b>Föroreningsberäkningar .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Åtgärdsförslag .....</b>	<b>13</b>
	6.1 Hustak och innergårdar .....	14
	6.2 Cykelväg.....	16
	6.3 Val av byggnadsmaterial .....	17
	6.4 Höjdsättning .....	18
<b>7</b>	<b>Flöden efter fördröjning .....</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Föroreningsberäkningar med reduktion .....</b>	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Slutsats .....</b>	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>Bilaga 1.....</b>	<b>22</b>

## 1 Sammanfattning

Bjerking har på uppdrag av Rikshem tagit fram en dagvattenutredning för ombyggnationen av kvarteret Siv i Uppsala kommun.

Detaljplanen innebär en utbyggnation med cirka 90 nya lägenheter. De nya bostäderna tillkommer genom att nya huskroppar placeras på de lägre byggnadsdelarna mot järnvägen och Storgatan. Dessutom gör planförslaget det möjligt att bygga på de befintliga bostadshusen mot Vaksalagatan och Roslagsgatan med en indragen takvåning. Den stora parkeringsytan i fastighetens mitt kommer att byggas in med ytterligare ett våningsplan som blir en grön innergård.

Enligt krav från VA-huvudmannen (Uppsala vatten) ska de första 20 mm renas och fördröjas i 12 timmar innan släpp mot dagvattenledning. I dagsläget varken fördröjer eller renar fastigheten utgående dagvatten.

Flöden vid ett 10-års samt ett 30-årsregn har studerats. Flödesberäkningen visar att exploateringen kommer öka maxflödet vid ett 10-årsregn från 104 l/s till 120 l/s. Vid ett 30-årsregn ökar flödet från 149 l/s till 172 l/s. Exploateringen innebär lägre reducerad area (andel hårdgjorda ytor), trots detta förväntas toppflöden att öka på grund av klimatfaktorn. Föroreningsberäkningar visar att samtliga föroreningsmängder förutom kväve förväntas minska eller vara oförändrade. Resultatet visar även att samtliga halter förutom kadmium förväntas vara lägre än framtaget riktvärde 2M. Enligt rapport från Stockholm vatten kommer kadmium delvis från zinktak. Då planområdet till största del består av takytor bör det huvudsakligen vara byggnadsmaterialet som styr kadmiumtransporten. Val av byggnadsmaterial kommer därför förmodligen ha störst inverkan på kadmiumhalterna. Koppar och zink bör i möjligaste mån undvikas då dessa på sikt korroderar och riskerar tungmetallsläckage till recipienten.

För att fördröja och rena dagvatten föreslås anläggning av växtbäddar som avvattnar stora delar av taken samt ett makadammagasin som avvattnar en ny cykelväg längs järnvägen. Dagvatten från innergården föreslås ledas till grönytor för infiltration. Anläggningarna kommer innebära en minskning av toppflödet vid ett 30-årsregn från dagens 149 l/s till 94 l/s. Föroreningsberäkningar där föreslagna anläggningar har inkluderats visar att samtliga föroreningshalter och mängder förväntas minska god marginal i samband med exploateringen. Då föreslagna åtgärder vidtas görs bedömningen att exploateringen inte hindrar recipienten att uppnå ställda miljö kvalitetsnormer.

## 2 Uppdrag och syfte

Bjerking har på uppdrag av Rikshem tagit fram en dagvattenutredning för ombyggnationen av kvarteret Siv i Uppsala kommun, se Figur 1. Ombyggnationen kommer innebära fler bostäder då en del av fastigheterna görs högre.

Syftet med utredningen är att beskriva dagens situation samt de förändringar som den planerade exploateringen innebär för dagvattenflödet samt föroreningstransporten från planområdet. Utredningen ska även ge platsspecifika lösningsförslag för hur 20 mm ska kunna renas och fördröjas under 12 timmar inom planområdet.



Figur 1. Flygfoto där planområdet är utmärkt med gul linje.

## 2.1 Underlag

- Svenskt Vattens Publikation P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem" (2011)
- Svenskt Vattens Publikation P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utförande" (2011)
- Svenskt Vattens Publikation P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten" (2016)
- VISS Vatteninformationssystem Sverige
- Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Regionala dagvattennätverket i Stockholms län (2009)
- Flygfoto- Bjerkings kartportal
- Ledningsnät- dwgfiler från Uppsala Vatten (2017-08-07)
- Arkitektritningar från Sandelsandberg-Sammanställning inför samråd (2016-08-25)

## 2.2 Förutsättningar

Enligt P110 ska ledningar och fördröjningsanläggningar dimensioneras olika beroende på om området i fråga klassas som gles bostadsbebyggelse, tät bostadsbebyggelse eller centrum-och affärsområde, se Tabell 1. Området efter utbyggnaden klassas som Centrum- och affärsområde. Detta innebär att ledningarna tillåts gå fulla vid ett 10-årsregn och systemet tillåts dämmas upp till marknivå vid ett 30-årsregn. I praktiken innebär det att ledningar ska dimensioneras för ett 10-årsregn och magasin för ett 30-årsregn.

*Tabell 1. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattenmagasin. Tabell hämtad från Svenskt Vattens publikation P110.*

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

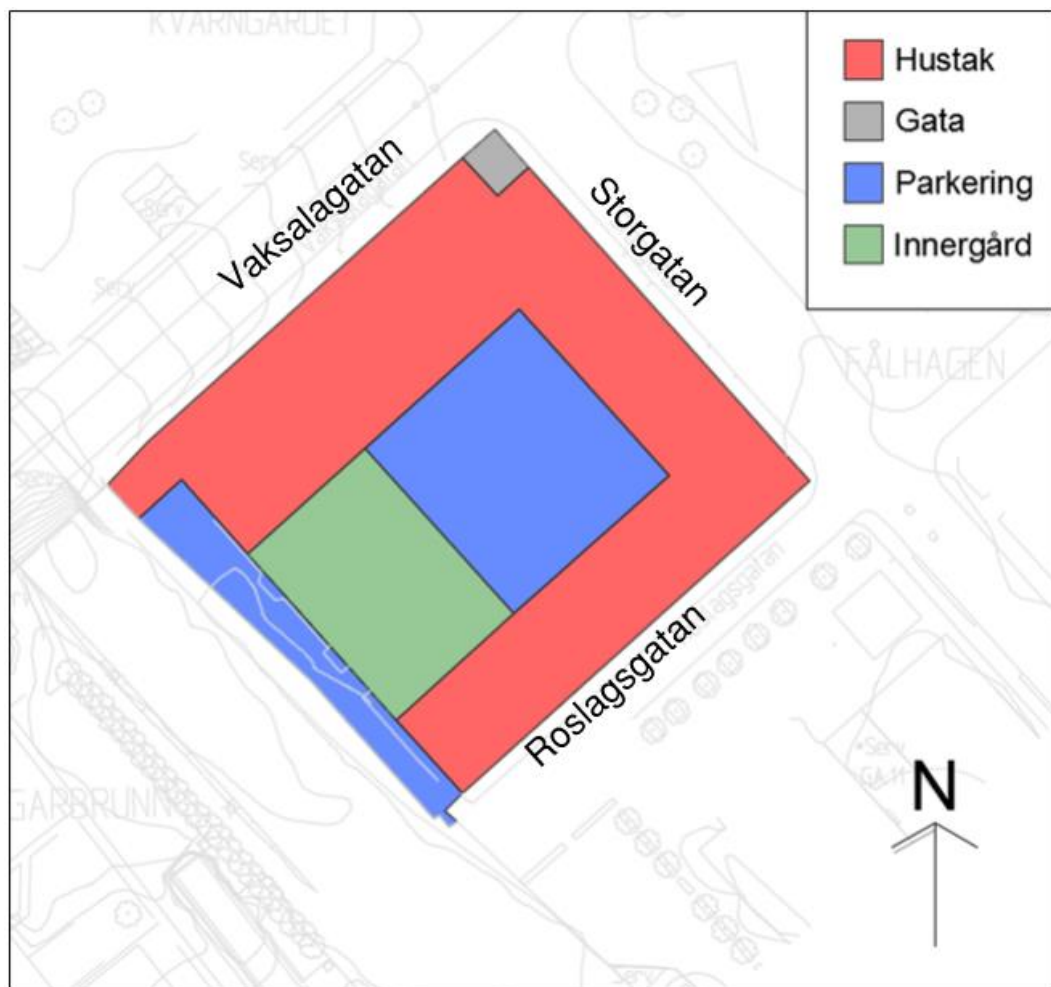
Ett krav gällande föroreningstransporten är Weserdomen, en EU-dom som fastslogs 2015 som syftar till att skydda recipienter. Kravet innebär att föroreningsbelastningen från området inte får öka i samband med exploateringen.

Enligt krav från VA-huvudmannen (Uppsala vatten) ska de första 20 mm renas och fördröjas i 12 timmar innan släpp mot dagvattenledning.

### 3 Området och dess förutsättningar

Det aktuella planområdet är 0,6 ha stort och är idag ett högexploaterat flerbostadshusområde med hårdgjord innergård (parkering), se Figur 2. Området avgränsas av Vaksalagatan, Storgatan, Roslagsgatan och järnvägen. Hela planområdet är mer eller mindre hårdgjort vilket innebär generellt höga dagvattenflöden.

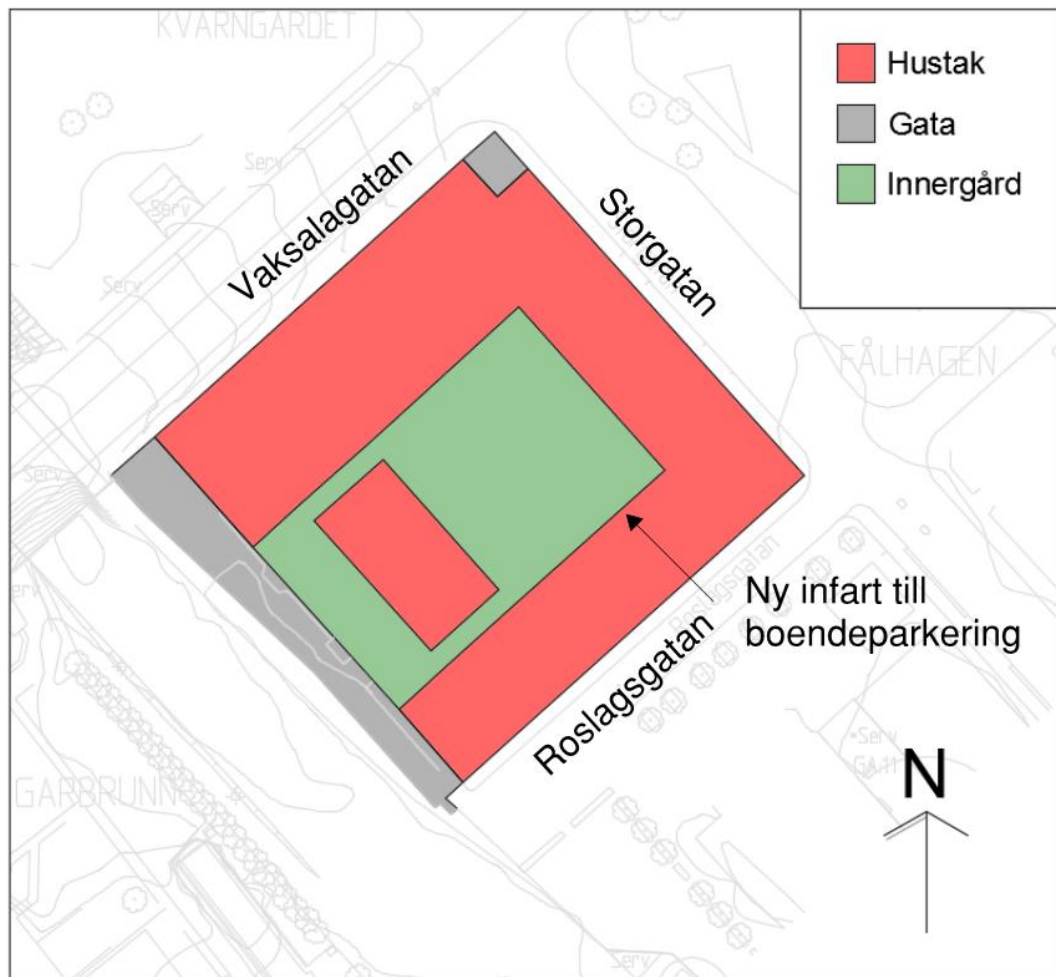
I dagsläget varken fördröjer eller renar fastigheten utgående dagvatten. Under fastigheten finns ett parkeringsgarage vars eventuella dagvatten avvattnas delvis direkt mot dagvattenservis samt en pumpbrunn påkopplad på spillvattenservisen. Dagvatten från parkeringsytan på innergården avvattnas direkt mot dagvattenbrunnar med sandfång och vidare till dagvattenservisen. Taken avvattnas mot fasta stammar i fastigheterna som leds mot brunnar med sandfång på innergården och sedan vidare ut på dagvattenservisen.



Figur 2. Markanvändning i dagsläget.

Exploateringen innebär en utbyggnation med cirka 90 nya lägenheter. De nya bostäderna tillkommer genom att nya huskroppar placeras på de lägre byggnadsdelarna mot järnvägen och Storgatan. Dessutom gör planförslaget det möjligt att bygga på de befintliga bostadshusen mot Vaksalagatan och Roslagsgatan med en indragen takvåning. Den stora parkeringsytan i fastighetens centrum kommer att byggas in med ytterligare ett våningsplan som blir en grön innergård.

De två in- och utfarterna, som idag ligger i samband med Storgatan, flyttas till Roslagsgatan och blir endast en in- och utfart. Parkeringsgaraget i det nedersta våningsplanet behålls. Slutligen planeras gatan längs järnvägen göras om till en gång och cykelväg som ansluter Vaksalagatan med en trappa.

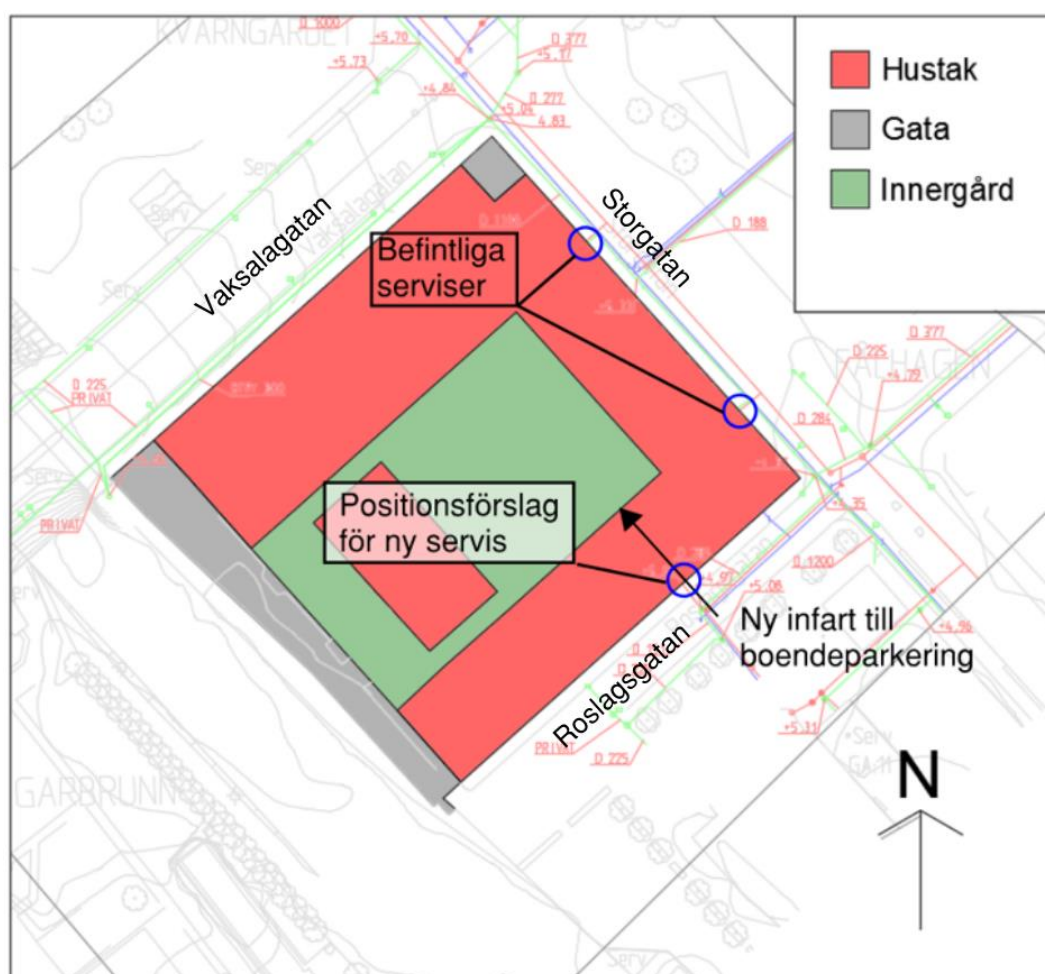


Figur 3. Markanvändning efter tilltänkt exploatering av planområdet.



### 3.1 Befintliga ledningar

Fastigheten har två stycken dagvattensserviser som ansluter mot ledningsnätet i Storgatan. Dessa ligger i de två infarterna till parkeringarna i markplan. I samband med exploateringen kommer in- och utfarterna tas bort vilket innebär att dagvattensserviserna bör flyttas. In- och utfart till parkeringen kommer istället ske via Roslagsgatan dit den nya dagvattensservisen bör flyttas till. I Figur 4 ses planområdet med dess befintliga serviser samt positionsförslag för ny dagvattensservis. Flytten gäller bara dagvattensservisen. Huruvida spillvatten och vattenservisen ska flyttas beror på teknikrummets position samt ledningarnas kapacitet i Roslagsgatan.



Figur 4. Befintliga serviser samt förslag på ny servis.

## 3.2 Recipient och status

Dagvatten från området avvattnas mot recipienten Fyrisån. Nedan beskrivs dess nuvarande ekologiska- och kemiska ytvattenstatus samt miljö kvalitetsnormer.

### 3.2.1 Ekologisk status

Gällande ekologisk status (2017): Måttlig ekologisk status utifrån biologiska parametrar som indikerar övergödningssproblematik. Uppmätta fosforhalter visar mer än dubbelt så höga halter än beräknade bakgrundshalter. Övergödningssproblemen rör främst nedre delarna av Fyrisån. I VISS redovisas förbättringsbehov för totalfosfor motsvarande 4500 kg som behövs för att miljö kvalitetsnormen ska kunna följas.

Kvalitetskravet god ekologisk status med tidsfrist 2027 har satts upp. Föreslagna åtgärder för att förbättra ekologisk status är anläggning av fiskväg och ekologiskt funktionella kantzoner samt muddring av förorenade sediment.

### 3.2.2 Kemisk ytvattenstatus

Gällande kemisk ytvattenstatus (2017): Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus utifrån föroreningshalter med målet att uppnå god kemisk status utan tidsfrist. Miljö kvalitetsnormen för antracen överskrids i Fyrisån. God status med hänsyn på antracen ämne har satts till 2021.

Ett undantag i form av mindre stränga krav gällande kvicksilver har tagits fram då dessa halter bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga svenska vattenförekomster. Sverige har en stor mängd av nedfallande atmosfäriskt kvicksilver vilket under lång tid ackumulerats i skogsmarkens humuslager. Därifrån sker det kontinuerligt läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk. De nuvarande halterna av kvicksilver får dock inte öka.

Ytterligare ett undantag i form av mindre stränga krav har gjorts för bromerade difenyleter. Skälet för undantaget är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. De nuvarande halterna av difenyleter får dock inte öka.

## 4 Flödesberäkningar

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden enligt Svenskt Vattens P110. Beräkningar har gjorts utifrån följande förutsättningar:

- Planområdet uppgår till 0,6 ha.
- Beräkningar är gjorda med regn som har återkomsttider på 10 och 30 år med en varaktighet på 10 minuter.
- Klimatfaktor är satt till 1,25 för flödesberäkningar efter exploatering.

### 4.1 Topplöden före och efter exploatering

I Tabell 2 nedan redovisas framräknade dagvattenflöden före exploatering för regn med återkomsttid på 10 respektive 30 år och en rinntid på 10 minuter.

Tabell 2. Beräknade dagvattenflöden vid ett 10-års respektive 30-årsregn före exploateringen.

Före exploatering	Yta (ha)	Avr. Koeff	Red area (ha)	10 år		30 år	
				Regn int (l/s ha)	Q (dim) (l/s)	Regn int (l/s ha)	Q (dim) (l/s)
Takyta	0,33	0,90	0,30	227	67	325	97
Gata+ parkering	0,18	0,80	0,14	227	33	325	47
Innergård	0,09	0,20	0,02	227	4	325	6
<b>Summa</b>	<b>0,60</b>		<b>0,46</b>		<b>104</b>		<b>149</b>

I Tabell 3 nedan redovisas framräknade dagvattenflöden efter exploateringen för regn med återkomsttid på 10 respektive 30 år med klimatfaktor 1,25 och en rinntid på 10 minuter.

Tabell 3 Beräknade dagvattenflöden vid ett 10-års respektive 30-årsregn med klimatfaktor 1,25 efter exploateringen.

Efter exploatering	Yta (ha)	Avr. Koeff	Red area (ha)	10 år		30 år	
				Regn int (l/s ha)	Q (dim) (l/s)	Regn int (l/s ha)	Q (dim) (l/s)
Takyta	0,33	0,90	0,30	227	84	325	121
Gata	0,12	0,80	0,10	227	27	325	39
Innergård	0,15	0,20	0,03	227	9	325	12
<b>Summa</b>	<b>0,60</b>		<b>0,42</b>		<b>120</b>		<b>172</b>

Exploateringen innebär lägre reducerad area (andel hårdgjorda ytor), trots detta förväntas toppflöden att öka på grund av klimatfaktorn. Då forskning visar att intensiva regn kommer bli mer intensiva i framtiden multipliceras en klimatfaktor på dagvattenflödet efter exploatering. Vare sig utbyggnad kommer ske eller inte förväntas därmed flödena att öka i framtiden.

## 5 Föroreningsberäkningar

Föroreningsmängder och halter har beräknats utifrån schablonvärden i modellverktyget Stormtac (v.17.3.1). Modellverktyget StormTac simulerar, dimensionerar och analyserar bl.a. flöden, fördröjning samt rening av dagvatten. Beräkningsförutsättningar som programmet kräver är markyta och markanvändning. För beräkning av föroreningsmängder har nederbörd 598 mm/år använts.

Föroreningsberäkningar utgörs av ett flertal uppmätta referensobjekt kopplade till olika markanvändningar. Ju fler referensvärden en specifik markanvändning har desto säkrare anses modellen kunna förutse föroreningskoncentrationer. I detta projekt har markanvändningarna tak, parkering, parkmark och väg använts för att representera området före exploatering. Samma markanvändningar har använts för att representera området efter exploateringen exklusive markanvändningen parkering. Tak är en förhållandevis osäker markanvändning då det finns få mätvärden. Dessutom beror föroreningstransporten från tak till stor del på vilket byggnadsmaterial som använts vilket inte går att definiera i StormTac.

I Tabell 4 redovisas föroreningskoncentrationerna (halter/liter) och mängder (kg/år) i dagvattnet före och efter utbyggnad utan någon reningsåtgärd. Rödmarkerade värden visar halter som överstiger framtaget riktvärde 2M. Blåmarkerade värden visar mängder som överstigs i jämförelse med före utbyggnaden. Beräknade föroreningshalter jämförs med riktvärde 2M<sup>1</sup>. 2M är riktvärden för delområden som inte har ett direktutsläpp till recipienten.

Tabell 4. Halter och mängder före samt efter exploateringen. Rödmarkerade värden visar halter som överstiger framtaget riktvärde 2M. Blåmarkerade värden visar mängder som överstigs i jämförelse med före utbyggnaden.

Ämne	Koncentration, halter				Mängder (kg/år)	
	Enhet	Riktvärde	Före utbyggnad	Efter utbyggnad	Före utbyggnad	Efter utbyggnad
Fosfor	µg/l	175	89	92	0,27	0,26
Kväve	mg/l	2,5	1,5	1,8	4,6	5
Bly	µg/l	10	9,6	2,7	0,029	0,0077
Koppar	µg/l	30	16	9,5	0,049	0,027
Zink	µg/l	90	56	27	0,17	0,077
Kadmium	µg/l	0,5	0,62	0,63	0,0019	0,0018
Krom	µg/l	15	6,6	4	0,02	0,012
Nickel	µg/l	30	4	4	0,012	0,011
Kvicksilver	µg/l	0,07	0,018	0,016	0,000056	0,000044
Olja	mg/l	0,7	0,23	0,11	0,69	0,33
BaP	µg/l	0,07	0,022	0,0085	0,000065	0,000024

<sup>1</sup> Riktvärdet 2M är ett förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Regionala dagvattennätverket i Stockholms län, februari 2009.

Då exploateringen innebär en lägre andel hårdgjorda och därmed lägre årsavrinnings från området förväntas samtliga föroreningsmängder förutom kväve att minska eller vara oförändrade. Resultatet visar även att samtliga halter förutom kadmium förväntas vara lägre än framtaget riktvärde 2M. Enligt Stockholm Vattens dagvattenstudie kommer kadmium främst från trafik, byggnadsmaterial och atmosfärisk nedfall, se Tabell 5. Då planområdet till största del består av taktor bör det huvudsakligen vara byggnadsmaterialet som styr kadmiumtransporten. Val av byggnadsmaterial kommer förmodligen därför ha störst inverkan på kadmiumhalterna.

Tabell 5. Huvudsakliga källor av undersökta föroreningar<sup>2</sup>.

	Trafik *	Byggnadsmaterial (tak)	Långväga atmosfäriskt nedfall	Odling, markläckage
<b>Bly</b>	x			
<b>Kadmium</b>	x	x	x	
<b>Koppar</b>	x	x		
<b>Krom</b>	x		x	
<b>Nickel</b>	x			
<b>Zink</b>	x	x		
<b>PAH</b>	x			
<b>Fosfor</b>	x			x
<b>Kväve</b>	x		x	x
<b>Olja</b>	x			
<b>Suspenderat material</b>	x			

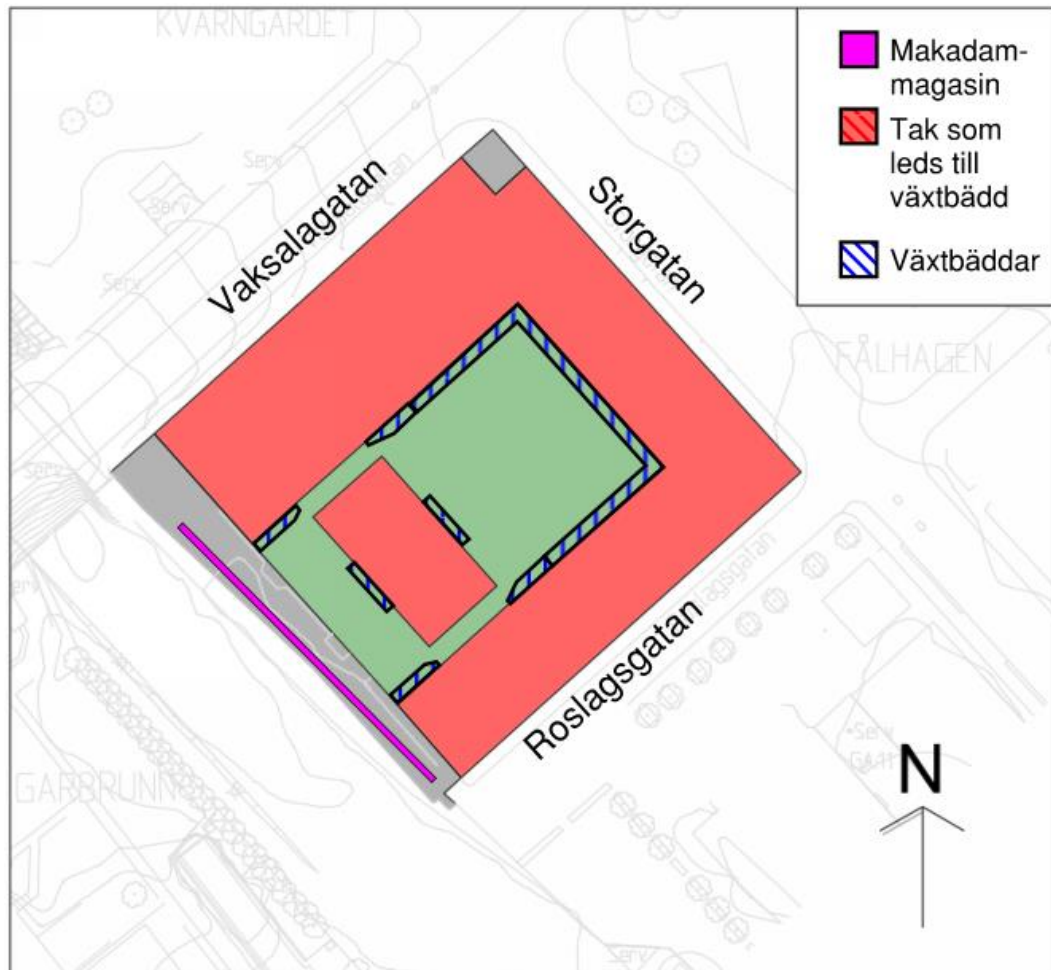
\* Inklusive parkeringsplatser, terminalområden och till omgivningen lufttransporterade föroreningar.

<sup>2</sup> Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav- del 2, Dagvattenklassificering- Stockholm Vatten 2001

## 6 Åtgärdsförslag

Utifrån VA-huvudmannens krav ska de första 20 mm kunna fördröjas i anläggningars ytmagasin och avtappas under minst 12 timmar. Ytmagasin definieras som de magasin som kan magasinera dagvatten omedelbart i samband med nederbörd. Det tar tid för vatten att infiltrera genom ett jordmagasin vilket ofta överskrider regnets varaktighet. Porvolymen i jorden är därmed inte tillgänglig vid ett intensivt regn. Vatten måste därför lagras i ett ytmagasin där det sedan sakta kan infiltrera och renas genom jordlagret under en längre tid.

Åtgärdsförslaget som tagits fram utgörs av växtbäddar och makadammagasin. Dagvatten från samtliga ytor förutom den indragna takvåningen i anslutning till Vaksalagatan samt en mindre hårdgjordyta i korsningen Vaksalagatan Storgatan renas och fördröjs. De specifika anläggningarna förklaras mer ingående i kommande avsnitt. I Figur 5 ses utbredning och föreslagna positioner för samtliga åtgärder.



Figur 5. Som åtgärd föreslås växtbäddar samt makadammagasin. Ytan längs Vaksalagatan bedöms svår att fördröja och föreslås därför avvattnas direkt mot ledning.

## 6.1 Hustak och innergårdar

Då det saknas förgårdsmark i anslutning till Vaksalagatan, Storgatan och Roslagsgatan föreslås dagvatten ledas in mot innergården till växtbäddar. Det bedöms tekniskt möjligt att leda samtliga takytor till innergårdarna förutom den indragna takvåningen i anslutning till Vaksalagatan. Växtbäddar är planteringsanläggningar med växter som tål både torra och höga vattennivåer vilket möjliggör rening och tillfällig fördröjning av dagvatten. Rening sker genom växtupptag samt filtrering genom jord. Anläggningen består av en fördröjande zon där vattnet primärt fördröjs samt en sandbaserad växtjordszon där vattnet huvudsakligen renas, se Figur 6. Beroende på tillgänglig yta kan växtbäddarna anläggas så de samlar upp takvattnet i direkt anslutning till husen (figuren tv) eller så anläggs de mer centralt vilken gör att även gårdsmarken avvattna till dem (figuren th). Växtbäddar är ett bra sätt att integrera dagvattenhantering med landskapsarkitekturen.



Figur 6. Tv: Tvärsnitt av en växtbäddarna i anslutning till byggnad. Th: Illustration över växtbäddar i ett bostadsområde i anslutning till gårdsmark.

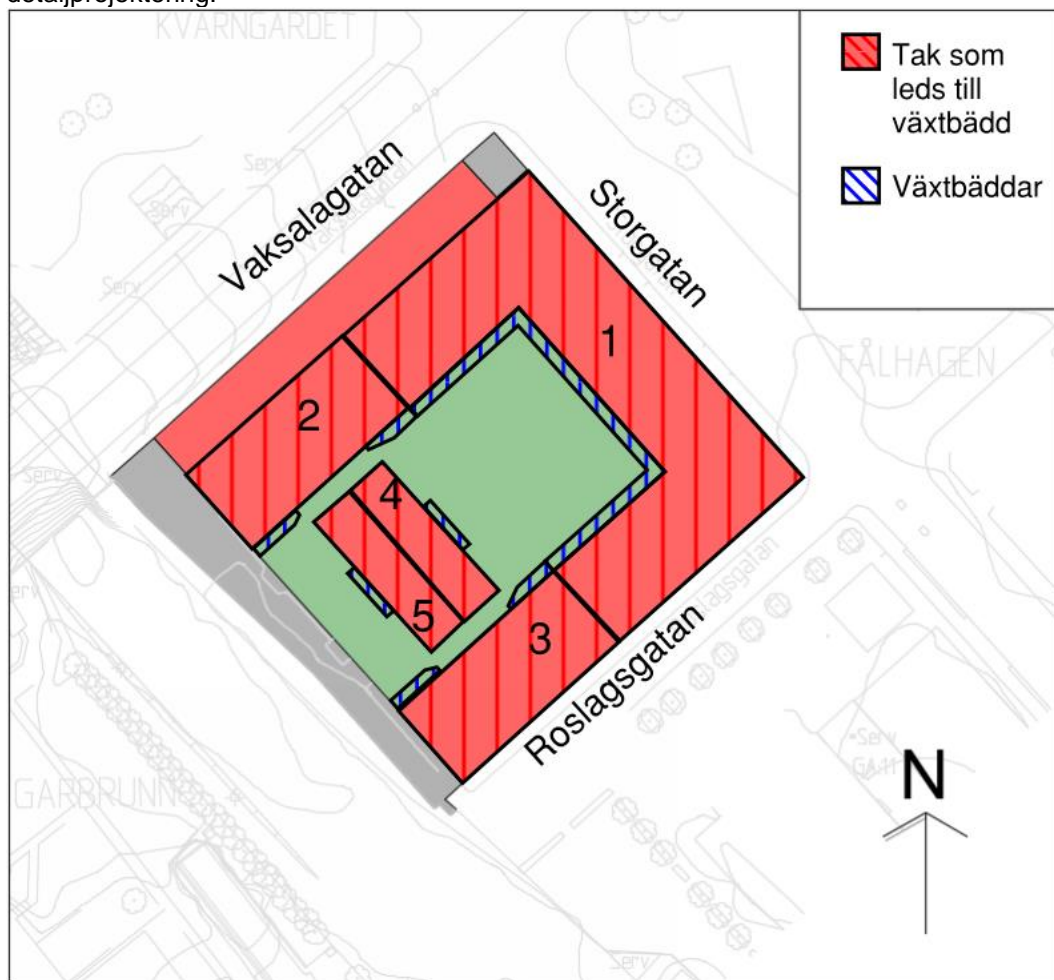
Vid beräkning av växtbäddarnas platsbehov har det antagits att fördröjningszonens djup är 0,3 meter. Enligt VA-huvudmannen ska växtbäddarnas ytmagasin (fördröjningszonen) dimensioneras för att kunna omhänderta de första 20 mm. Detta beror på att det tar tid för vattnet att infiltrera i växtjordzonen och den tiden överskrider ofta regnets varaktighet. Med dessa antaganden visar beräkningar att det sammanlagt behövs växtbäddar på 218 m<sup>2</sup> av innergården, se Tabell 6.

Tabell 6. Fördröjning- och areabehov vid anläggning av växtbäddar. Områdena är utmärkta i Figur 7.

Område	Avrinningsyta	Fördröjningsbehov	Djup fördröjningszon	Areabehov
	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>2</sup>
1	1750	35	0,3	117
2	520	10	0,3	35
3	570	11	0,3	38
4	200	4	0,3	14
5	200	4	0,3	14
<b>Summa</b>	3240	64	-	218

För att få en uppfattning av platsåtgången har ett placeringsförslag ritats in i Figur 7. Positionerna är dock flexibla och bör studeras vidare vid detaljprojektering i samarbete med landskapsarkitekt.

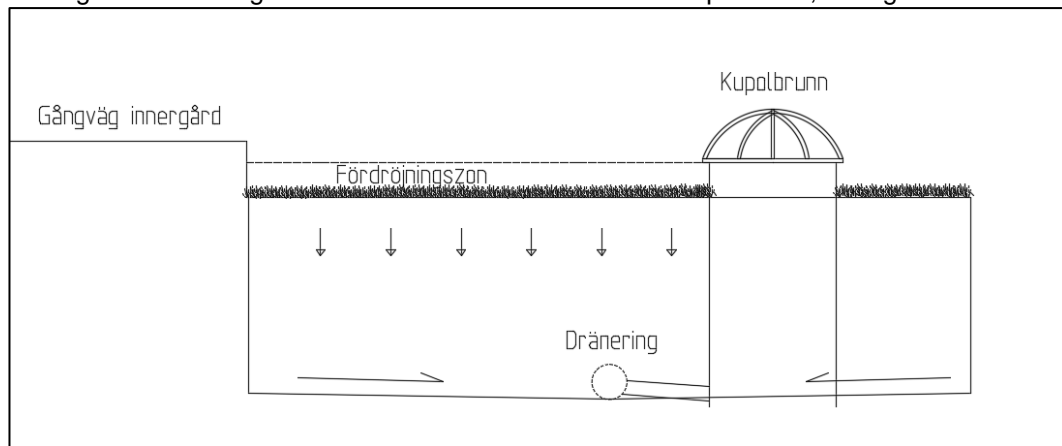
Det saknas krav gällande växtjordszonens mäktighet. Förslagsvis bör denna vara mellan 0,3 till 0,5 meter vilket gör att växtbäddsanläggningarna kommer vara mellan 0,6 till 0,8 meter höga. Vid regn som överstiger 20 mm bräddas vatten ut från växtbäddarna. Vattnet kan då antingen bräddas till andra planteringar på innergården eller mot ledning som kopplas till servisen. Beslut om detta bör fattas ihop med landskapsarkitekt vid detaljprojektering.



Figur 7. Platsåtgång av föreslagna växtbäddar. Ytområden är listade vilka ligger till grund för beräkningarna i Tabell 6.



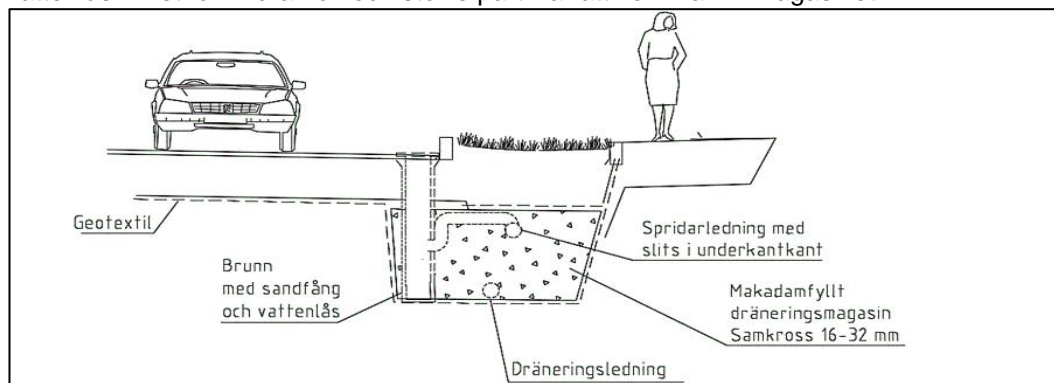
Regn som faller på innergården föreslås ledas till grönytor där vattnet kan infiltrera. Lösningen innebär att vattnet både kan magasineras och renas i jordlagret. I botten på marklagret läggs dräneringsledning som avvattnas till en brunn med sandfång, se Figur 8. Likt växtbäddarna ställer VA-huvudmannen krav på att ytmagasinet ska kunna fördröja de första 20 mm. Innergårdens storlek är 0,15 ha vilket innebär att 30 m<sup>3</sup> behöver kunna magasineras för att uppfylla kravet. Ytmagasinet kommer i detta fall vara den volym vatten som kan fördröjas ovan grönytor. Då landskapsarkitekturen inte är klar för innergården är det svårt att uppskatta hur stor andel av ytan som kommer vara grön. Om det antas att 5 cm dagvatten tillåts magasineras på grönytorna behöver 40 % av innergården vara grön. Vid regn som överstiger 20 mm kan vatten avvattnas via kupolbrunn, se Figur 8.



Figur 8. Principskiss för fördröjning av dagvatten från innergården. Vatten infiltrerar och dräneras i plattans lågpunkt. Vid kraftigare regn än dimensionerade då fördröjningszonen inte räcker till avvattnas vatten direkt via en kupolbrunn.

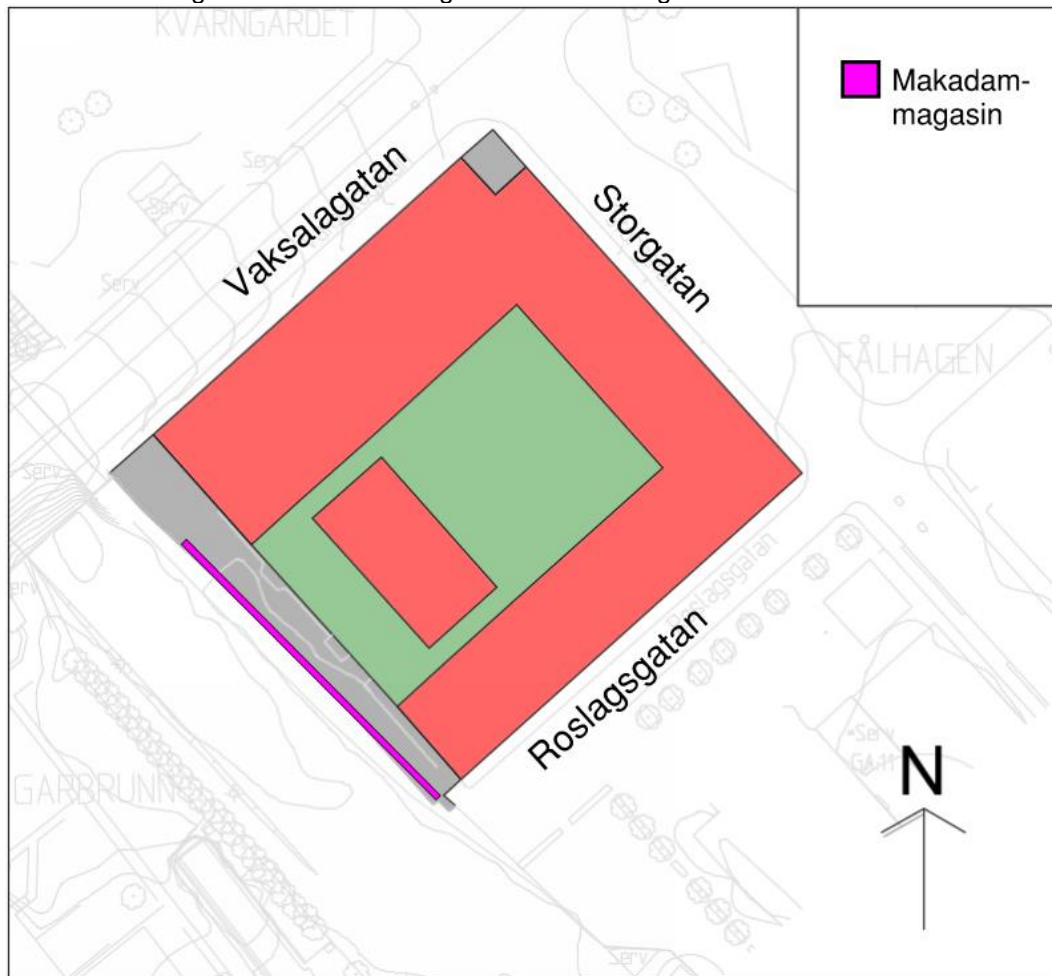
## 6.2 Cykelväg

I samband med att vägen görs om i sydväst mot järnvägen föreslås makadammagasin anläggas för att fördröja och rena dagvattnet. Makadammagasin är krossfyllda dagvattenmagasin som både renar och fördröjer, se Figur 9. Utflöde sker antingen genom infiltrering ut i omgivande marklager eller genom kontrollerad avvattning mot ledning. Livslängden förlängs om magasinerna anläggs med brunnar med både sandfång och vattenlås vilket förhindrar löv och större partiklar att komma in i magasinet.



Figur 9. Principskiss av ett makadammagasin.

För att omhänderta de första 20 mm behöver magasinet kunna fördröja 11 m<sup>3</sup>. Då dagvatten i makadammagasin inte infiltrerar genom något jordlager görs ingen skillnad mellan ytmagasinsvolym och övrig magasinsvolym. Porvolymen för makadam är ca 30 % vilket innebär att ett magasin med storleken 36 m<sup>3</sup> behövs. Anläggning av ett 60 meter långt magasin med tvärsnittsarean 0,6 m<sup>2</sup> kommer därmed vara erforderligt för att uppfylla ställda krav. I Figur 10 nedan har magasinets utbredning ritats in.



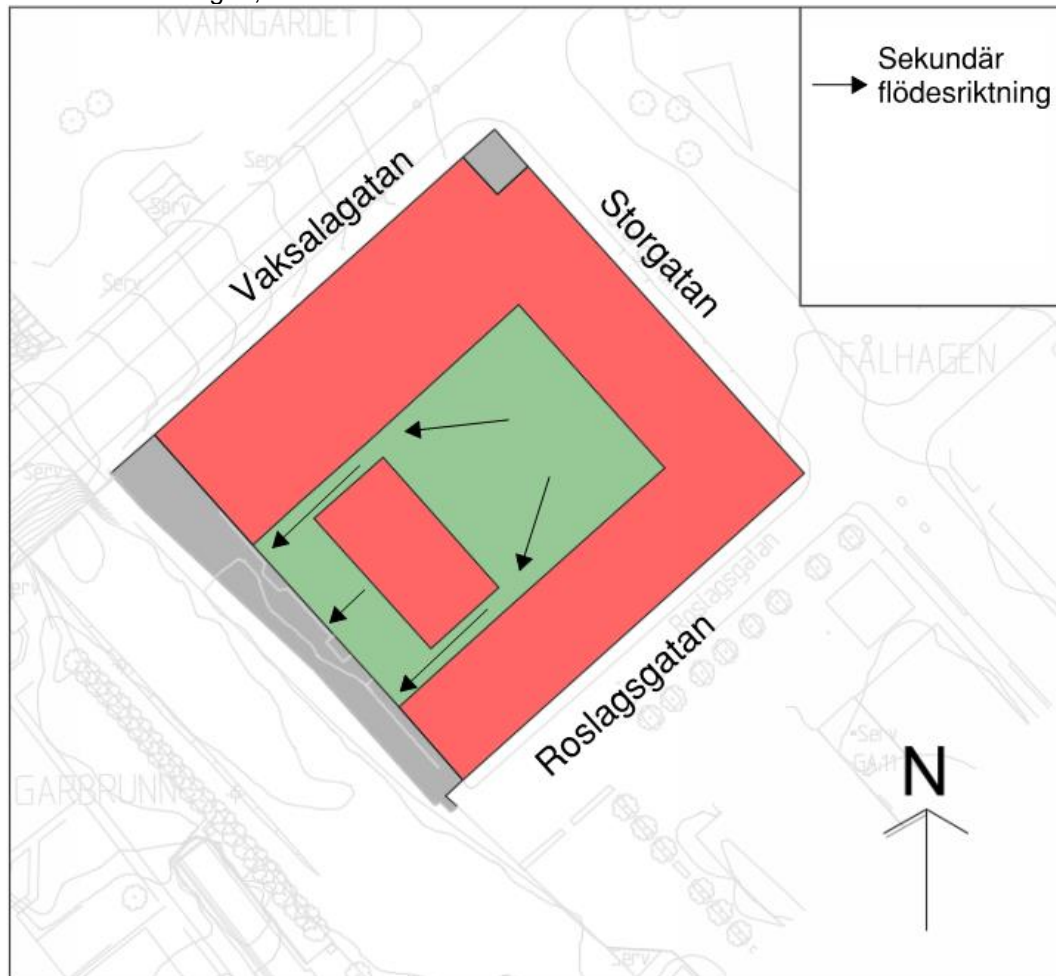
Figur 10. Förslaget makadammagasins utbredning.

### 6.3 Val av byggnadsmaterial

Då stora delar av planområdet består av tak kommer materialvalet vara av stor vikt gällande föroreningstransporten från området. Zink- och kopparmaterial innebär generellt en förhöjd föroreningstransport av tungmetaller och bör därför försöka undvikas. I zinkmaterial förekommer dessutom kadmium i låga halter. Enligt föroreningsberäkningarna i avsnitt 5 förväntas kadmiumhalterna dessutom överstiga riktvärde 2M vilket gör det ännu viktigare att undvika zinkmaterial i samband med exploateringen. Vid val av byggnadsmaterial bör material som korroderar i så låg utsträckning som möjligt väljas.

## 6.4 Höjdsättning

Vid höjdsättning av innergården är den sekundära avrinningsvägen viktig att ta hänsyn till. Sekundära avrinningsvägar är de vägar vattnet tar via ytan då dagvattensystemet är fullt. Vid ett sådant scenario är det höjdsättningen av området som styr vattnets väg. För att motverka att vatten ansamlas i lågpunkter och skadar byggnader är det viktigt att höjdsätta marken så den lutar mot önskad utflödespunkt. Innergården kommer vara omringad av byggnader förutom i sydväst. Marken föreslås därför höjdsättas så att vatten ytledes kan rinna i den riktningen,



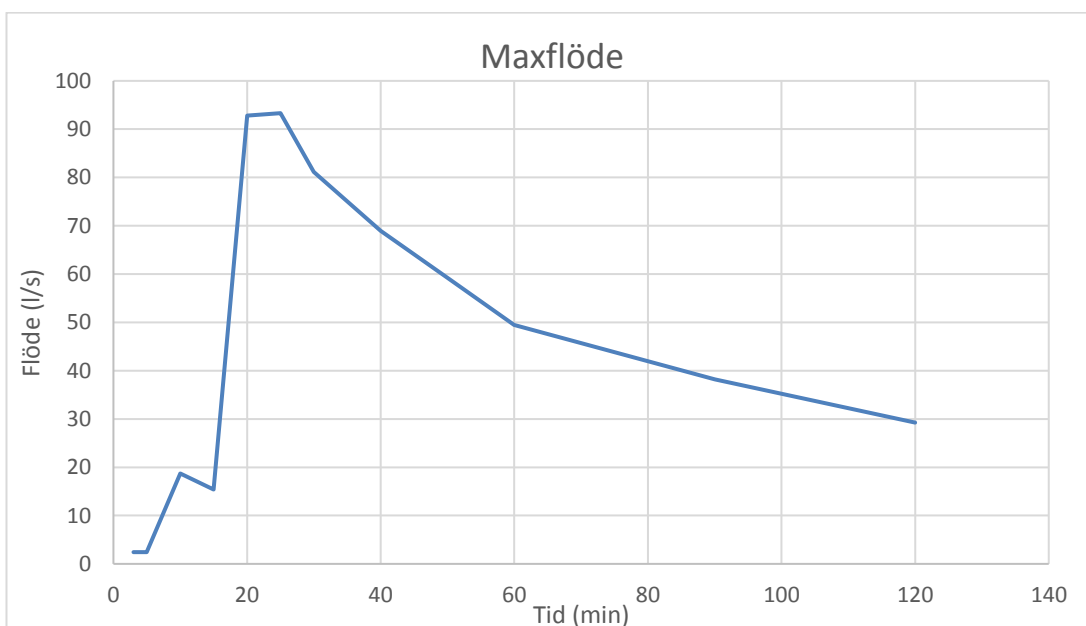
Figur 11. Höjdsättningen bör utformas så att den sekundära flödesvägen går i sydvästlig riktning.

## 7 Flöden efter fördröjning

Med föreslagna åtgärder kommer 107 m<sup>3</sup> vatten kunna fördröjas inom planområdet. Fördröjningen förväntas innebära toppflödesminskning. I Tabell 7 ses beräknade flöden vid ett 30-årsregn vid ett regn med varaktigheterna 10 samt 25 minuter. Under de första 25 första minuterna kommer magasinen att fyllas och avvattnas med flödet 19 l/s. Vid 25 minuter räknas magasinen vara fulla och bräddas då mot ledning med flödet 93 l/s. Detta innebär att toppflödet vid ett 30-årsregn minskar med 55,3 l/s. I Figur 12 ses flödet som en funktion av tiden. Toppflödet erhålls för ett regn med varaktigheten 25 minuter. Vid beräkningen har klimatfaktor 1,25 använts.

Tabell 7. Flöden från planområdet vid ett 30-årsregn då föreslagna fördröjningsåtgärder anlagts.

	Reducerad area	Fördröjningspotential	Rinn- och fyllnadstid	10 min varaktighet	25 min varaktighet
	ha	m <sup>3</sup>	l/s	l/s	l/s
Fördröjda tak	0,31	64	20	1,5	74
Fördröjd innergård	0,032	32	1450	0,7	0,7
Fördröjd gata	0,04	11	25	0,3	9,5
Övriga ytor	0,04	-	10	16,5	9,5
Summa	0,405	107	-	19	93



Figur 12. Flöden från området vid ett 30-årsregn med olika varaktigheter.

## 8 Föroreningsberäkningar med reduktion

I Tabell 8 nedan redovisas föroreningstransporten före samt efter utbyggnad med och utan reduktion. Föroreningsreduktionen baseras på åtgärdsförslag presenterat i tidigare avsnitt. Åtgärderna förväntas innebära att samtliga halter och mängder minskar i samband med utbyggnaden. I StormTac finns inte möjligheten att definiera takmaterial. Markanvändningen tak som har använts baseras på mätning av föroreningstransport från flera olika typer av tak. Tungmetaller såsom zink och kadmium kan därför minska ytterligare vid val av ett takmaterial med låg korrodering. Utifrån resultatet dras slutsatsen att åtgärderna bedöms vara tillräckliga för att uppnå ställda krav.

Tabell 8. Föroreningsberäkningar före samt efter utbyggnad med och utan reduktion. De rödmarkerade värden visar halter som överstiger framtaget riktvärde 2M. Blåmarkerade värden visar mängder som överstigs i jämförelse med före utbyggnaden.

Ämne	Koncentration, halter					Mängder (kg/år)		
	Enhet	Riktvärde	Före utbyggnad	Efter utbyggnad	Efter utbyggnad med reduktion	Före utbyggnad	Efter utbyggnad	Efter utbyggnad med reduktion
Fosfor	µg/l	175	89	92	53	0,27	0,26	0,15
Kväve	mg/l	2,5	1,5	1,8	1,1	4,6	5	3,1
Bly	µg/l	10	9,6	2,7	1,2	0,029	0,0077	0,0033
Koppar	µg/l	30	16	9,5	4,9	0,049	0,027	0,014
Zink	µg/l	90	56	27	9	0,17	0,077	0,027
Kadmium	µg/l	0,5	0,62	0,63	0,14	0,0019	0,0018	0,0004
Krom	µg/l	15	6,6	4	1,9	0,02	0,012	0,006
Nickel	µg/l	30	4	4	1,6	0,012	0,011	0,004
Kvicksilver	µg/l	0,07	0,018	0,016	0,009	0,000056	0,000044	0,000026
Olja	mg/l	0,7	0,23	0,11	0,03	0,69	0,33	0,1
BaP	µg/l	0,07	0,022	0,0085	0,0049583	0,000065	0,000024	0,000014

## 9 Slutsats

För att fördröja och rena dagvattnet från planområdet föreslås anläggning av växtbäddar och makadammagasin. Dessa kommer kunna fördröja de första 20 mm för samtliga ytor förutom skärmtaket vid Vaksalagatan samt den mindre asfalterade ytan i korsningen Vaksalagatan-Storgatan. Flödesberäkningar visar att flödet vid ett 30-årsregn med föreslagna åtgärder förväntas minska till 94 l/s, vilket går att jämföra med 149 l/s som är flödet idag vid samma regn. Föroreningsberäkningarna visar att samtliga halter och mängder förväntas att minska med god marginal om föreslagna åtgärder tillämpas. Då stora delar av planområdet består av tak kommer materialvalet vara av stor vikt. Koppar och zink bör i möjligaste mån undvikas då dessa på sikt korroderar och riskerar tungmetallsläckage till recipienten.

Då föreslagna åtgärder vidtas görs bedömningen att exploateringen inte hindrar recipienten att uppnå ställda miljö kvalitetsnormer.

**Bjerking AB**

Granskad av



Oscar Svensson  
Telefon 010-211 8284  
Oscar.svensson@bjerking.se

Malin Mellhorn  
Telefon 010-211 8245  
Malin.melhorn@bjerking.se

## 10 Bilaga 1

LOD-anl.	Typ <sup>I</sup>	Ansluten yta (m <sup>2</sup> )	Tillrinnande volym (m <sup>3</sup> ) vid 20 mm regn	Djup anläggning, d <sub>anl</sub> (m) <sup>II</sup>	Area anläggning, (m <sup>2</sup> )	Volym anläggning, V <sub>anl</sub> (m <sup>3</sup> ) <sup>III</sup>	Dränerbar porvolym, μ (%) <sup>IV</sup>	Hålrums-volym, V <sub>hål</sub> (m <sup>3</sup> ) <sup>V</sup>	Djup ytmagasin, d <sub>yt</sub> (m)	Volym ytmagasin, V <sub>yt</sub> (m <sup>3</sup> ) <sup>VI</sup>
1	Växtbädd område 1	1750	35	0,5	117	58,5	20	12	0,3	35
2	Växtbädd område 2	520	10	0,5	35	17,5	20	4	0,3	11
3	Växtbädd område 3	570	11	0,5	38	19	20	4	0,3	11
4	Växtbädd område 4	200	4	0,5	14	7	20	1	0,3	4
5	Växtbädd område 5	200	4	0,5	14	7	20	1	0,3	4
6	Innergård (infiltrationsyta)	1600	32	0,4	640	256	15	38	0,05	32
7	Makadammagasin	550	11	0,6	60	36	30	11	-	-
Summa		5390	107							97