

## Dagvattenutredning Malongen, Renstiernas gata Stockholm

Byggnadsfirman Erik Wallin AB



RAPPORT nr 2017-1130-A

Författare: Tova Forkman, WRS  
Granskad av: Sofia Åkerman, WRS

Upprättad 2017-10-16

# Innehåll

1	Bakgrund och syfte.....	3
2	Förutsättningar .....	4
2.1	Planområdet.....	4
2.2	Planerad framtida bebyggelse.....	5
2.3	Geologi och topografi .....	6
2.4	Nuvarande avvattnings/dagvattenhantering.....	7
2.6	Miljö kvalitetsnormer för Strömmen .....	8
2.7	Grundvattenrecipient.....	9
2.8	Mål och krav för dagvattenhantering och vattenkvalitet .....	10
2.8.1	Dagvattenstrategi och åtgärdsnivå för Stockholms stad .....	10
2.8.2	Försämringsförbudet .....	10
2.8.2	Klimatanpassning .....	11
3	Dimensionerande avrinning före och efter exploatering utan åtgärder .	11
4	Beräknad föroreningsbelastning före och efter exploatering utan åtgärder	12
5	Åtgärdsförslag .....	13
5.1	Gröna tak .....	14
5.1.1	Skötsel av olika gröna tak.....	15
5.2	Skelettjord.....	16
6	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder .....	17
6.1	Ytbehov, magasinering och avrinning .....	17
6.2	Föroreningsbelastning .....	19
7	Slutsatser.....	20

## Bilaga 1 - Beräkningsunderlag från StormTac

# 1 Bakgrund och syfte

Byggnadsfirman Erik Wallin AB arbetar med detaljplanen för ett planerat bostadsområde längs Renstiernas gata på Södermalm, Stockholm. Området består i dagsläget av en hundrastplats och planerad bebyggelse utgörs av ett flerfamiljshus.

I detaljplanearbetet är hanteringen av dagvatten en viktig fråga för att dels undvika skador på infrastruktur och risk för översvämning och dels för att uppfylla de krav som ställs av Stockholms stad på fördröjning och rening av dagvatten.

Syftet med dagvattenutredningen är att:

- Beräkna förändringen i dagvattenflöde och föroreningsbelastning till följd av planerad bebyggelse
- Beskriva principer för lokal dagvattenhantering för fördröjning och rening inom planområdet
- Undersöka ev. kvarvarande behov av rening och fördröjning efter implementering av lokala dagvattenåtgärder (LOD)
- Undersöka ev. hydrauliskt instängda områden eller riskområden

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Planområdet

Planområdet är beläget på Södermalm i Stockholm i närheten av Vita bergen och Sofia kyrka (se Figur 1). Det sträcker sig längs Renstiernas gata och gränsar till Katarina södra skola. Området är cirka 410 m<sup>2</sup> och används i dagsläget som en hundrastplats/park (Malongenparken) bestående mestadels av grus men även träd längs Renstiernas gata (se Figur 2 och Figur 3). Angränsande område i syd, väst och norr utgörs i dagsläget av cykel- och gångstig samt grönstråk. Angränsande område i öst utgörs av Renstiernas gata. Marken ägs i dagsläget av Stockholms stad och Byggnadsfirman Erik Wallin AB har ett markanvisningsavtal med dem.

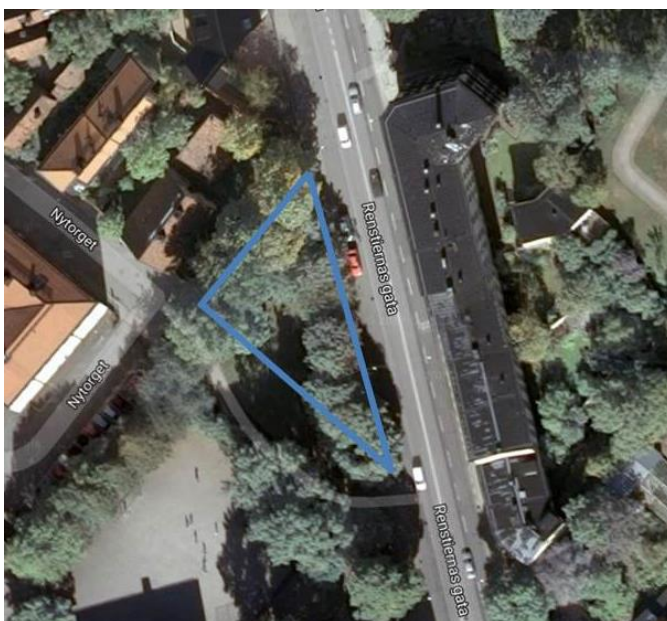


Figur 1 Stadskarta över Södermalm med planområdet markerad med röd prick. Källa: [kartor.stockholm.se](http://kartor.stockholm.se)





Figur 2 Området fotograferat från öster. Foto: WRS 2017.



Figur 3 Satellitbild med ungefärlig planområdesgräns i blått. Underliggande bild: google maps (2017).

## 2.2 Planerad framtida bebyggelse

Inom området planeras ett flerfamiljshus med en liten gård att byggas med en total area på cirka 410 m<sup>2</sup>. Huset kommer bestå av tre delar med tre, fyra respektive sex våningar plus källare under huskropparna (ej under gården). Takareorna kommer vara cirka 60 m<sup>2</sup>, 80 m<sup>2</sup> respektive 240 m<sup>2</sup> och samtliga planeras bli gröna tak enligt uppgift från Byggnadsfirman Erik Wallin AB. Lutningen av taken är i dagsläget inte helt bestämd men taken kommer att utformas relativt plana (platta). Mellan husdelarna kommer en mindre gård finnas på ungefär 30 m<sup>2</sup> som planeras bestå av viss växtlighet i kombination

med hårdgjorda ytor, exempelvis stensättning (se Figur 4). Enbart huskroppen och gården ingår i planområdet och inte omkringliggande grönområde och gång- och cykelvägar.

Angränsande område kommer att förändras i och med planerade flerfamiljshus. De befintliga gång- och cykelvägarna kommer att flyttas jämfört med nuvarande läge. Grönstråket mellan den nord-sydliga cykelvägen och Katarina södra skola kommer antagligen att ta större plats i anspråk efter planerad byggnation. I dagsläget är det dock Stockholms stad som har hand om all yta utanför planområdet.

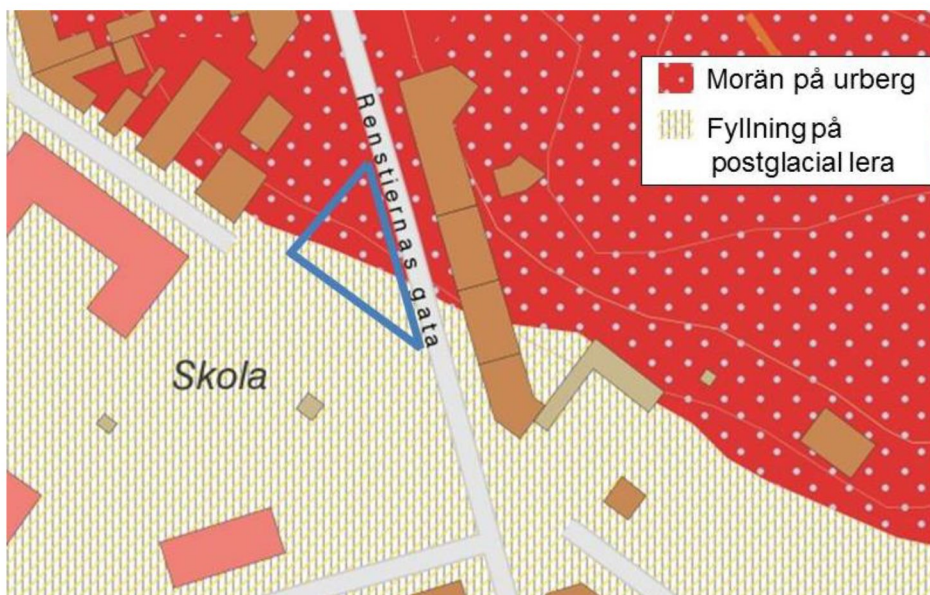


*Figur 4 Planerad bebyggelse i form av flerfamiljshus av varierande antal våningar och mindre gård. Källa: Erik Wallin AB och Belatchew arkitekter.*

## **2.3 Geologi och topografi**

SGU:s jordartskarta visar att planområdet utgörs dels av fyllning på postglacial lera, i den södra delen, och dels av ett tunt lager morän på urbergsgrund i den norra delen (se Figur 5). Området har i dagsläget en svag lutning från norr mot öst/sydväst samt en mindre lågpunkt på gång- och cykelvägen (ses i Figur 6). Skolgården till sydöst är upphöjd och ungefär någon meter högre än gångvägen.

Någon markundersökning har i nuläget inte utförts i planområdet. Det har tidigare stått en bensinmack på området men enligt Stockholms stad ska området ha sanerats sedan dess. Antagligen är därför fyllningsmaterialet som finns i södra delen av området pålagt efter schaktsanering och borde därmed inte innehålla några särskilda föroreningsmängder.



Figur 5 Jordartskarta över området med planområdet markerat i blått. Utsnitt från SGU:s jordarskarta (kartvisaren).

## 2.4 Nuvarande avvattning/dagvattenhantering

Det finns en dagvattenbrunn i planområdets närhet. Då området idag består av mestadels grus samt träd längs gatan är avrinningen från området låg och flödet sannolikt mycket lågt till dagvattenbrunnen. Dessutom är lutningen sådan att brunnen troligtvis tar emot en relativt liten del av det totala flödet medan det lilla grönområdet på andra sidan cykel- och gångvägen i sydöst troligtvis mottar den mängd som inte infiltreras direkt (se Figur 6).

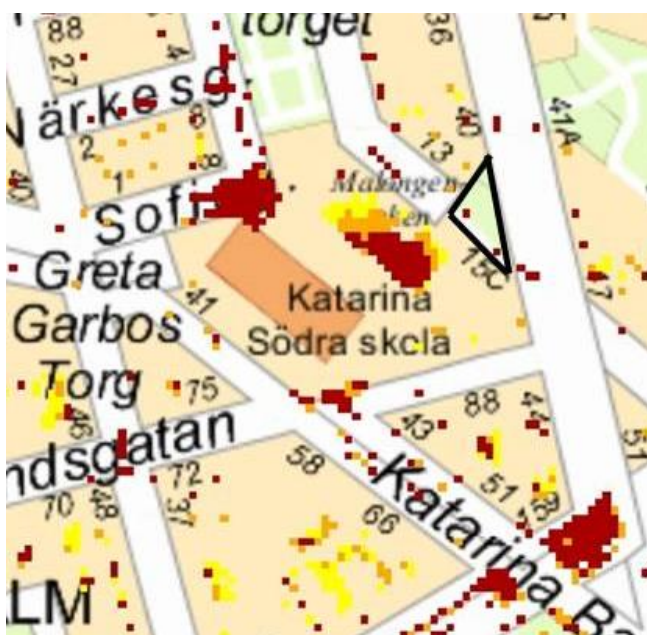


Figur 6 Troliga flödesvägar utifrån observerad lutning samt dagvattenbrunnar i området, markerat med pilar (avrinning) respektive cirklar (brunnar). Planområdet är inritat (ungefärligt) i rött. Underliggande bild: maps.google.se



I planområdets norra del finns som beskrivet i avsnitt 2.3 morän på urbergsgrund vilket innebär att infiltration av dagvatten i underliggande mark i denna del kan antas vara låg. I kanten mellan berget och den postglaciala leran kan infiltration av dagvatten ner mot grundvattnet möjligtvis ske. I den södra delen kan det antas att infiltration av dagvatten sker i underliggande fyllnadsmassor. Underliggande lerlager kan dock antas utgöra ett tätskikt som medför att infiltration av dagvatten ner till grundvatten antagligen inte sker i större utsträckning men att det dagvatten som eventuellt når grundvattnet är mycket rent. För mer information om mäktighet på de olika marklagren, infiltrationsmöjligheter samt grundvattennivåer föreslås en geoteknisk undersökning.

Översvämningsrisken i området bedöms vara låg och baseras på modellerad risk vid ett 100-årsregn, se Figur 7. Observeras bör dock att det finns punkter längs planområdets gräns som bedömts vara i farozonen. På Katarina Södra skolas skolgård finns även en lågpunkt med hög risk för översvämning. Denna lågpunkt innebär att avrinning från skolgården till planområdet troligen är obetydlig.



Figur 7 Risk för översvämning vid 100-årsregn enligt modellering från 2015. Källa: <http://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/>

## 2.6 Miljökvalitetsnormer för Strömmen

Recipienten för området är Strömmen (SE591920-180800) vilken klassas som kust. Enligt den senaste mätningen (2015 respektive 2014) uppnår den inte god kemisk status och har otillfredsställande ekologisk status. Nuvarande mål är att uppnå måttlig ekologisk status samt god kemisk ytvattenstatus till 2027<sup>1</sup>. Dagvattnet avleds troligen till Hammarby sjö via det kommunala dagvattennätet. Detta är dock i nuläget inte helt klarlagt. Hammarby sjö är en del av vattenförekomsten Strömmen. Oavsett om vattnet avleds via Hammarby sjö eller inte så är Strömmen recipient för dagvattnet som avrinner från planområdet.

Gällande ekologisk status är det bottenfaunan som är avgörande faktor men även totalmängd kväve och fosfor under sommaren (båda klassade som otillfredsställande)

<sup>1</sup> VISS, Strömmen, <http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE591920-180800>. Hämtad 2017-06-15



bidrar till vattnets tillstånd. Kvicksilver och PBDE-halter överskrider gränsvärdet för god kemisk status i fisk medan bly, antracen, fluoranten och tributyltenn-föreningar överskrider gränsvärden i sediment. Dessa ämnen hindrar därmed Strömmen från att ha god kemisk status.

I VISS:s bedömning av vattenkvaliteten är Hammarby sjö och Saltsjön inräknade som del av Strömmen, de är i direktkontakt med Strömmen och har därför liknande tillstånd (se Figur 8). Både Saltsjön och Hammarby sjö har för höga halter av kväve och fosfor<sup>2, 3</sup>. De har även för höga halter av bly och kadmium i sedimentet (dessutom är halterna av koppar och kvicksilver höga och krom och nickel måttligt höga i ytsedimentet). Saltsjön har även för höga PAH- och PCB-halter i sedimentet (mätning 2013) samt för höga halter av koppar och zink i ytvattnet. Hammarby sjö har också för höga PAH-halter och dessutom höga halter av zink i ytsedimentet. Sammanfattningsvis är det viktigast att undvika ökad belastning av kväve, fosfor, kvicksilver, bly, kadmium, zink och PAH. Krom och nickel är däremot inte lika viktiga att ta hänsyn till i detta fall.



Figur 8 Beskrivna recipienter (i vita rutor) och deras läge i förhållande till planområdet (markerat med röd prick). Underliggande bild: kartor.eniro.se

## 2.7 Grundvattenrecipient

I VISS finns inga registrerade grundvattenförekomster i närheten av området<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Miljöförvaltningen (Ulf Mohlander), 2017-05-19, *Saltsjön*, <http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kustvatten/strommen/saltsjon/>. Hämtad 2017-06-15

<sup>3</sup> Miljöförvaltningen (Ulf Mohlander), 2017-06-02, *Hammarby sjö*, <http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kustvatten/strommen/hammarby-sjo/>. Hämtad: 2017-06-15

<sup>4</sup> VISS, <http://viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx>. Hämtad: 2017-06-13

## 2.8 Mål och krav för dagvattenhantering och vattenkvalitet

### 2.8.1 Dagvattenstrategi och åtgärdsnivå för Stockholms stad

Stockholms stad har en dagvattenstrategi med målet att skapa en hållbar dagvattenhantering som hjälper till att förbättra stadens vattenkvalitet<sup>5</sup>. Föroreningar i dagvattnet ska primärt reduceras genom åtgärder vid källan. I andra hand ska dagvattnet hanteras genom lokala lösningar på ”kvartersmark och allmän mark”. Som sista lösning ska vattnet renas i anläggningar gemensamma för större områden. Andra principer som nämns i strategin är:

- Öka infiltration genom att maximera andel genomsläppliga ytor
- Dimensionera dagvattensystem efter förväntade klimatförändringar
- Identifiera sekundära avrinningsvägar vid nybyggnation
- Dra nytta av dagvattnet genom att exempelvis använda det vid bevattning av gatutråd

Stockholm stad har även nyligen beslutat om en åtgärdsnivå vars syfte är att precisera vilka dagvattenåtgärder som krävs för att uppfylla både lagkrav och målen i stadens dagvattenstrategi<sup>6</sup>. För ny- och större ombyggnationer gäller att dagvatten från hårdgjorda ytor ska renas i hållbara dagvattensystem. Dessa system ska:

- dimensioneras med en våtvolum på 20 mm
- ha en mer långtgående rening än sedimentation
- vara lokalt belägna

Vidare rekommenderas två tredjedelar av taken att luta mot gård för att hindra att vattnet rinner ut på gatumark. Det dagvatten som måste avledas från ytor lutande mot gatan kan hanteras genom att ledas in mot gård eller fördröjas i förgårdsmark eller grönt tak. Som sekundär åtgärd kan andra delar av kvarteret designas för att kompensera för bristen av fördröjning och rening.

### 2.8.2 Försämringsförbudet

Miljö kvalitetsnormerna för vatten (MKN) är bindande och en åtgärd eller verksamhet får inte tillåtas om den kan orsaka en försämring av statusen av en vattenförekomst. Det betyder att Länsstyrelsen vid prövning av en detaljplan kan upphäva kommunens antagandebeslut om planen riskerar att leda till försämrad vattenstatus. Med tanke på detta är det viktigt att tillräckliga åtgärder för att motverka föroreningsbelastning från planområdet införs.

---

<sup>5</sup> Stockholm Vatten och Avfall, 2015-03-09, *Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*, [http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/vp/Stockholms\\_dagvattenstrategi\\_2015-03-09.pdf](http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/vp/Stockholms_dagvattenstrategi_2015-03-09.pdf). Hämtad: 2017-06-13

<sup>6</sup> Stockholm Vatten och Avfall, 2016, *Dagvattenhantering: Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*, <http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/avloppsvatten/dagvatten/atgardsniva-vid-ny--och-storre-ombyggnation-version-1.1.pdf>. Hämtad: 2017-08-14

### 2.8.2 Klimatanpassning

På grund av klimatförändringar kommer nederbördsmonster och mängder att förändras. I norra Europa väntas intensitet och frekvens av nederbörd att öka<sup>7</sup>. Därför rekommenderar Svenskt Vatten (publikation P110) att nya dagvattensystem dimensioneras med en klimatkfaktor på minst 1,25 för nederbörd med kortare varaktighet än en timme.

## 3 Dimensionerande avrinning före och efter exploatering utan åtgärder

Avrinning före och efter exploatering har beräknats enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) och redovisas i Tabell 2. Beräkningar har gjorts både utan och med en klimatkfaktor på 1,25 och övrig indata för beräkningarna redovisas i Tabell 1. Rinntiderna inom delområdena har beräknats och överstiger inte 10 minuter varken i dagsläget eller efter planerad bebyggelse utan införandet av dagvattenåtgärder.

**Tabell 1 Indata för beräkning av dimensionerande flöden. Från Svenskt Vatten, P110**

	10-årsregn
Återkomsttid	120 månader
Varaktighet	10 minuter
Regnintensitet vid 10 min varaktighet utan fördröjningsåtgärder	228 l/s, ha
Regnintensitet vid 10 min varaktighet utan fördröjningsåtgärder med klimatkfaktor 1,25	285 l/s, ha

Det har antagits att husen byggs med konventionella tak samt att gården blir hårdgjord (med betong eller stenläggning utan genomsläppliga fogar). Detta för att kunna spegla vilken påverkan på avrinning det har att anlägga gröna ytor så som gröna tak och planteringar på gård.

**Tabell 2 Dimensionerande avrinning för befintlig situation och efter exploatering utan dagvattenåtgärder, utan respektive med klimatkfaktor**

Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	Φ [-]	Area <sub>Red</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q 10 år [l/s]	Q 10 år x 1,25 [l/s]
<b>Före exploatering</b>					
Grusyta med träd	410	0,30	120	2,8	3,5
<b>Efter exploatering</b>					
Takyta (ett stort, två mindre)	380	0,90	342	7,8	9,7
Gård (betong- eller stenplatta)	30	0,80	24	0,55	0,68
<b>Summa efter exploatering</b>	410	0,89*	370	8,3	10

\* Sammanvägd avrinningskoefficient  $A_{Red}/A$

Area – Area av yta [m<sup>2</sup>], Φ – Avrinningskoefficient [-], Area<sub>Red</sub> – Reducerad area [m<sup>2</sup>],  $Area_{Red} = Area * \Phi$ , Q – Flöde [l/s]

<sup>7</sup> Kirtman, B. et al., 2013, *Near-term Climate Change: Projections and Predictability*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter11\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter11_FINAL.pdf). Hämtad: 2017-06-14

Då framtagna åtgärdsnivå (”20 mm -måttet”) tillämpas vid exploatering i Stockholm finns i detta fall inga övriga restriktioner avseende utgående flöde till det kommunala dagvattennätet<sup>8</sup>. Den ökning av flöde till dagvattennätet som förväntas genom exploatering av området utan införandet av några dagvattenåtgärder ses i Tabell 2. I dagsläget är flödet 2,8 l/s (utan klimatfaktor) medan det efter exploatering blir 10 l/s (med klimatfaktor).

Utifrån Stockholms stads åtgärdsnivå har behovet av magasinvolym vid 20 mm nederbörd för området beräknats. Beräkningarna visar att det i området behövs magasineringsåtgärder för att ta hand om ca 7,3 m<sup>3</sup>, vilket motsvarar det dagvatten som avrinner vid en nederbörd på 20 mm på hela planområdet (se Tabell 3).

**Tabell 3 Beräknad volym som behöver fördröjas motsvarande 20 mm nederbörd som avrinner efter genomförd exploatering**

Yta	Volym som behöver fördröjas vid 20 mm nederbörd [m <sup>3</sup> ]
Tak	6,8
Översta taket (ett stort)	4,3
Nedre tak (två mindre)	2,5
Gård (sten- eller betongplatta)	0,5
<b>Totalt</b>	<b>7,3</b>

## 4 Beräknad föroreningsbelastning före och efter exploatering utan åtgärder

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsprogrammet StormTac (v17.2.2) och en årlig nederbörd på 600 mm<sup>9</sup>. Utvalda ämnen för beräkningarna är fosfor, kväve, de vanligaste tungmetallerna, partiklar (förkortat SS), olja och PAH16 (i fortsättningen angivet som PAH).

I Tabell 4 återges beräknad föroreningsbelastning för nuvarande situation och efter exploatering utan reningsåtgärder för avrinning via dagvattensystem till Strömmen. I beräkningen ingår bidraget från basflödet, det vill säga torrvädersavrinningen. Markanvändningen i dagsläget är angiven som grusyta med träd och markanvändningen efter exploatering är angiven som takyta och betongplatta. Detta för att sedan kunna jämföra vilken skillnad som föreligger ur föroreningssynpunkt när dagvattenåtgärder, så som gröna tak, införs.

Det bör noteras att nedan redovisade mängder av föroreningar ska ses som ungefärliga då beräkningarna rymmer osäkerheter i både nederbörd, avrinningskoefficienter och schablonhalter. Särskilt osäkra är oljebelastningarna då schablonvärdet baserats på ytterst få mätdata. I bilaga 1 redovisas använda schablonhalter.

<sup>8</sup> Johanna Lind, Stockholm vatten. Personligt meddelande 2017-07-06

<sup>9</sup> Stockholm Vatten och Avfall (samt WRS och RISE Urban Water Management), 2017-06-27, *PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*, [http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/pm\\_berakningsmetodik.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/pm_berakningsmetodik.pdf). Hämtad: 2017-08-14.



**Tabell 4 Beräknad föroreningsbelastning vid befintlig situation och efter exploatering utan reningsåtgärder till Strömmen**

Ämne	Enhet	Nuvarande belastning	Belastning efter planerad exploatering
P	kg/år	0,007	0,02
N	kg/år	0,1	0,4
Pb	g/år	0,3	0,6
Cu	g/år	1	2
Zn	g/år	2	6
Cd	g/år	0,02	0,2
Cr	g/år	0,2	0,9
Ni	g/år	0,1	1
Hg	g/år	0,002	0,002
SS	kg/år	2	5
Olja	kg/år	0,01	0,006
PAH	g/år	0,06	0,1

Efter exploatering, utan fördröjnings- och reningsåtgärder, kommer utgående föroreningsmängder att öka för området med undantag för olja och kvicksilver. Värt att notera är att det handlar om mycket små mängder föroreningar både innan och efter exploatering och att osäkerheter i värdena gör tolkning svår. Dock har Strömmen redan idag otillfredsställande ekologisk status bl.a. på grund av för höga halter av fosfor och kväve. Önskvärt vore därmed att inte öka mängderna alls jämfört med dagens utgående mängder. Bly och kvicksilverhalter bidrar idag till att Strömmen inte når god kemisk status och efter exploatering (utan åtgärder) kommer belastningen av bly att öka något, vilket då riskerar att motverka målet om god kemisk status till 2027.

## 5 Åtgärdsförslag

Nedan anges tre olika åtgärdsförslag för hantering av dagvattnet lokalt inom planområdet.

1. Det första är då skelettjorden antas ta hand om hela områdets avrinning. Skelettjorden antas utformas med ett djup på 1 m och en porositet på 30 %.
2. Det andra fallet är då gröna tak används på de två mindre taken (de två lägre taken) och skelettjord antas ta omhand dagvattnet som avrinner från gården samt dagvattnet som avrinner från den stora takytan. De gröna taken antas utformas med ett substratdjup på 15 cm och skelettjorden med ett djup på 1 m och en porositet på ca 30 %.
3. Det tredje scenariot är om tunna gröna tak (sedumtak) används på hela takytan och skelettjorden då tar hand om vatten från innergården och det som dräneras från de gröna taken och det vatten som avrinner ytledes från taken när de är vattenmättade. De gröna taken antas utformas med ett substratdjup på ca 5 cm och skelettjorden med ett djup på 1 m och en porositet på ca 30 %.

Lutningen på de gröna taken rekommenderas att vara under 10 grader för att minska risken för att vegetationssystemet glider<sup>10</sup>. Dagvattnet som avrinner från de gröna taken bör anslutas till lokalt dagvattennät och sedan till kommunalt dagvattennät i anvisad anslutningspunkt. För alternativ tre ansluts dräneringen av de gröna taken till skelettjorden på gården. Om möjlighet finns föreslås samordning med Stockholms stad för hantering av takdagvatten som leds ut mot allmän platsmark efter fördröjning i gröna tak.

Avledning från skelettjorden sker via dräneringsledning i botten av skelettjorden till det kommunala dagvattennätet i angiven anslutningspunkt. Skelettjorden planteras med träd eller mindre vegetation. Det är viktigt att tillse att tillräckligt mycket dagvatten ansluts till skelettjorden eller växtbädden för att räcka för bevattning av planterade träd eller buskar. Annars krävs bevattning. I övrigt föreslås att gården anläggs så den lutar bort från husen för att skapa sekundära ytliga avrinningsvägar för att undvika översvämning vid extrema regn.

Lägenheterna i planerat hus kommer att vara hyresrätter och Byggnadsfirman Erik Wallin AB kommer att vara hyresvärd. Byggnadsfirman Erik Wallin AB föreslås därför vara ansvariga för skötsel av föreslagna dagvattenanläggningar inom fastighetsgräns/plangräns. Dialog med Stockholms stad kan också vara fördelaktig för att om möjligt ha viss samordning av dagvattenhanteringen inom kvartersmark och allmän platsmark.

## 5.1 Gröna tak

Gröna tak, det vill säga tak med vegetation, reducerar, fördröjer och renar dagvatten samtidigt som de bidrar med grönska och biologisk mångfald<sup>10</sup> (se Figur 9 för tunt grönt tak och Figur 10 för grönt tak med djupare substrat). Utöver detta isolerar de även mot värme, kyla och buller. Dock kan mängderna av kväve, fosfor, zink och kvicksilver öka i dagvattnet vilket inte är önskvärt ur ett vattenkvalitetsperspektiv. Tak med djupare substrat (se Tabell 5) behöver inte gödslas och bidrar därför mindre till kväve- och fosforutsläpp. Djupare substrat innebär även större flexibilitet i val av växter vilket ger ett högre estetiskt värde, något som är extra viktigt för de lägre taken som kan ses från högre våningar.

Generellt kan sägas att en vanlig gräsyta kan ha cirka 20 mm vatten stående innan vattnet börjar avrinna, alltså skulle 20 mm kravet i teorin kunna vara tillfredsställt för takytan med endast tunna gröna tak (förutsatt att de har full vegetationstäckning och att lutningen är nära 0°). Dock saknas data på detta i praktiken och mängden vatten som kan stå på ytan beror bland annat av lutning och typ av vegetation. Vatten kan också lagras i substratet. Ju högre porositet och ju djupare substrat, desto mer vatten kan magasineras. Det beror även på hur lång tid som förfallit sedan senaste nederbörd. Torrt substrat kan sänka infiltrationsförmågan men vattenmättad substrat kan heller inte motta mer vatten.

Vidare bör valet av växter till taket göras med omsorg. Exempelvis kan ljusare växter användas för att maximera ytans reflektion och därigenom minska byggnadens energibehov under sommaren. Om avrinningen ska minskas maximalt bör suckulenter så som *sedum* undvikas då de har låg evapotranspirationspotential. Möjlighet att välja andra arter än just *sedum* ökar som sagt med djupet (se Tabell 5).

---

<sup>10</sup> Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., 2017-03-07, *Grönatakhåndboken: Växtbädd och vegetation*.



Figur 9 Exempel på tunt grönt tak. Foto: WRS



Figur 10 Exempel på grönt tak. Foto: WRS

### 5.1.1 Skötsel av olika gröna tak

I allmänhet krävs under de första två åren skötsel för att säkerställa etablering av vegetationen, exempelvis bevattning och ogrärensning<sup>11</sup>. Bevattning bör därefter endast vara nödvändig vid extrem torka. Avvattningssystemen bör inspekteras 1-2 gånger per år för att undvika att växtdelar täpper till rännor eller brunnar. Bekämpningsmedel ska aldrig användas och gödsling ska ske sparsamt med tanke på recipienten. Skötsel av sedum-, ängs- och biotaktak kan ses kort beskriven i Tabell 5. Tilläggas bör att tunnare tak inte kan hålla lika mycket vatten och därmed dels inte fungerar lika bra som dagvattenlösningar och dels kan behöva bevattnas. Biotaktak, vars mål är att främja

<sup>11</sup> Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., 2017-03-07, *Grönatakhåndboken: Växtbädd och vegetation*.

biologisk mångfald, har olika djup över taket och därmed olika vegetation. Dessa kräver något mer skötsel för att undvika att en art dominerar och konkurrerar ut de andra arterna.

**Tabell 5 Beskrivning av skötseln av olika gröna tak, med fokus på gödsling och ogräsrensning<sup>12</sup>**

Substratdjup	Vegetation	Gödsling	Ogräsrensning	Övrigt
30-80 mm	Sedum Mossa	Vart 2-3 år	Ja, samt ev. tillförsel av extra substrat	Eroderade ytor kan behöva åtgärdas
80-150mm	Sedum Örter Äng	Nej	Ja	Bortrensning av gräs hjälper etablering av blommor
80-200 "Biotoptak"	Sedum Mossa Örter Gräs Vedartade perenner	Nej	Ja, för att förhindra att en art dominerar	Ev. återinförande av art, pH-reglering efter behov, kontroll av ev. död ved och insektholkar.

## 5.2 Skelettjord

Träd som planteras i stadsmiljö har ofta för lite utrymme för att utvecklas tillfredställande. Med så kallad skelettjord (makadam 100-150 mm) under den "normala" planteringsytan skapar man en extra tillväxtzon för rotsystemen, se Figur 11. Skelettjorden kan komprimeras för tillfredställande bärighet samtidigt som den innehåller volym för luft och vatten. Den porösa skelettjorden fungerar som ett magasin för dagvatten och har en reningskapacitet avseende näringsämnen på ca 50 % och för partikelbundna metallföroreningar på upp till 85 %.

För att ett mindre träd ska kunna växa krävs en minst 600-1000 mm djup växtbädd<sup>10</sup>. Mindre djup innebär att större yta måste tas i anspråk för att behålla samma fördröjning av dagvattnet, dock är detta mestadels under jord. Rekommendationen är 15 m<sup>3</sup> skelettjord per träd, skelettjorden kan då ta omhand ca 5 m<sup>3</sup> vatten<sup>13</sup>. Utöver växtbädden krävs även ett dräneringslager vilket gör att det totala djupet blir något större.

<sup>12</sup> Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., 2017-03-07, *Grönatakhandboken: Växtbädd och vegetation*.

<sup>13</sup> Trafikkontoret Stockholms stad, 2009, *Växtbäddar i Stockholm stad en handbok*.





Figur 11 Exempel på etablering av skelettjord i befintlig miljö i Stockholm. Foto Björn Embrén Trafikkontoret.

## 6 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

### 6.1 Ytbehov, magasinering och avrinning

I Tabell 6 beskrivs ytbehovet för de tre alternativen som föreslås i avsnitt 5.

**Tabell 6 Beräknat ytbehov för föreslagna dagvattenåtgärder vid fördröjning av 20 mm nederbörd**

Vald lösning	Djup	Ytbehov gröna tak [m <sup>2</sup> ]	Ca ytbehov skelettjord [m <sup>2</sup> ]
1. Endast skelettjord	1 m	0	24
2. Skelettjord+ gröna tak på de lägre taken	1 m resp. 15 cm	140	16
3. Skelettjord+ tunna gröna tak* (s.k. sedumtak)	1 m resp. 5 cm	380	19

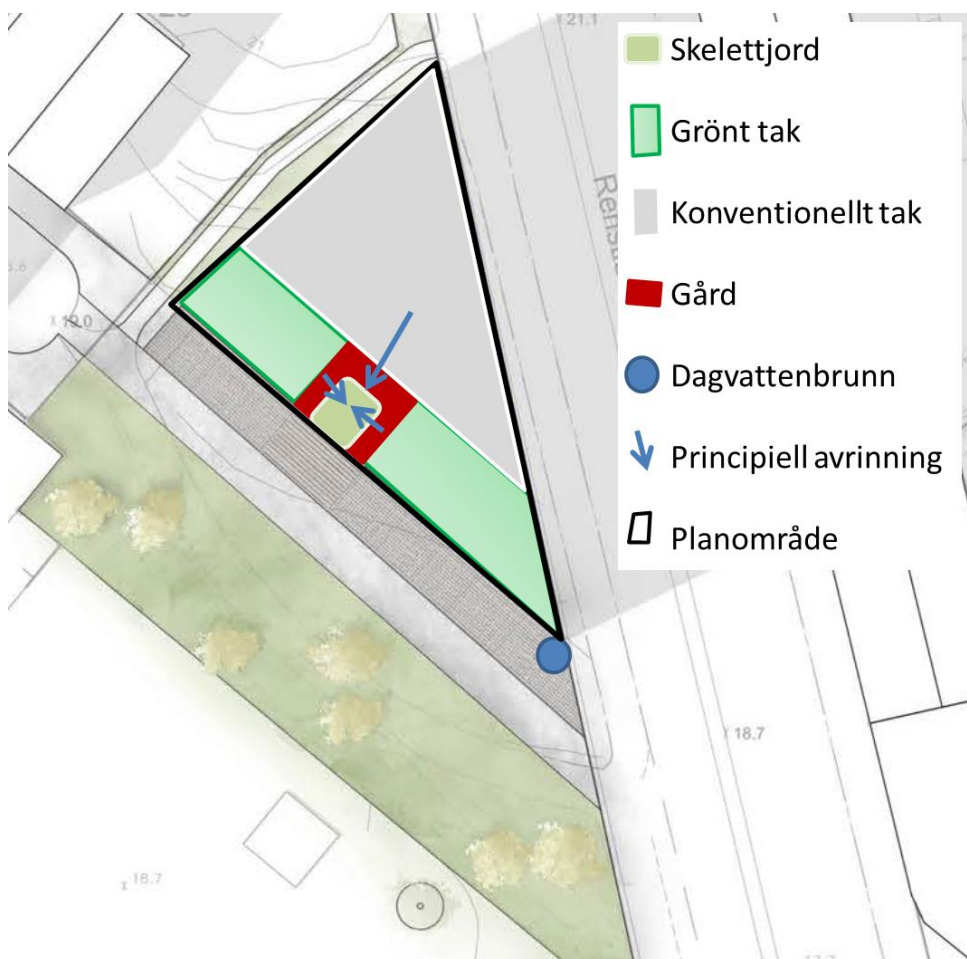
\* De tunna gröna taken förväntas kunna omhänderta 5 mm nederbörd, övrig nederbörd antas hanteras av skelettjorden (d.v.s. 15 mm avrinner från takytan inkl. dagvattnet som avrinner från gårdsytan i sig självt)

Vi föreslår att förslag två genomförs. Detta på grund av följande:

- Innergården kan gestaltas med ett träd, ev. i kombination med annan växtlighet vilket medför en relativt grön innergård. Skelettjorden kan delvis anläggas under mark så kan ytan ovanpå enklare användas för annat, t.ex. placering av utemöbler.
- Skelettjorden blir tillräckligt stor för att ett träd ska ha bra förutsättningar (ca 15 m<sup>3</sup> skelettjord).
- Ca 5 m<sup>3</sup> vatten avrinner till skelettjorden vid 20 mm nederbörd. Behovet av extra bevattning minskar därmed.
- De två lägre taken kommer, till skillnad från det större taket, att vara synliga från ovanliggande våningar och gröna tak som placeras på dessa medför en trevlig utsikt.

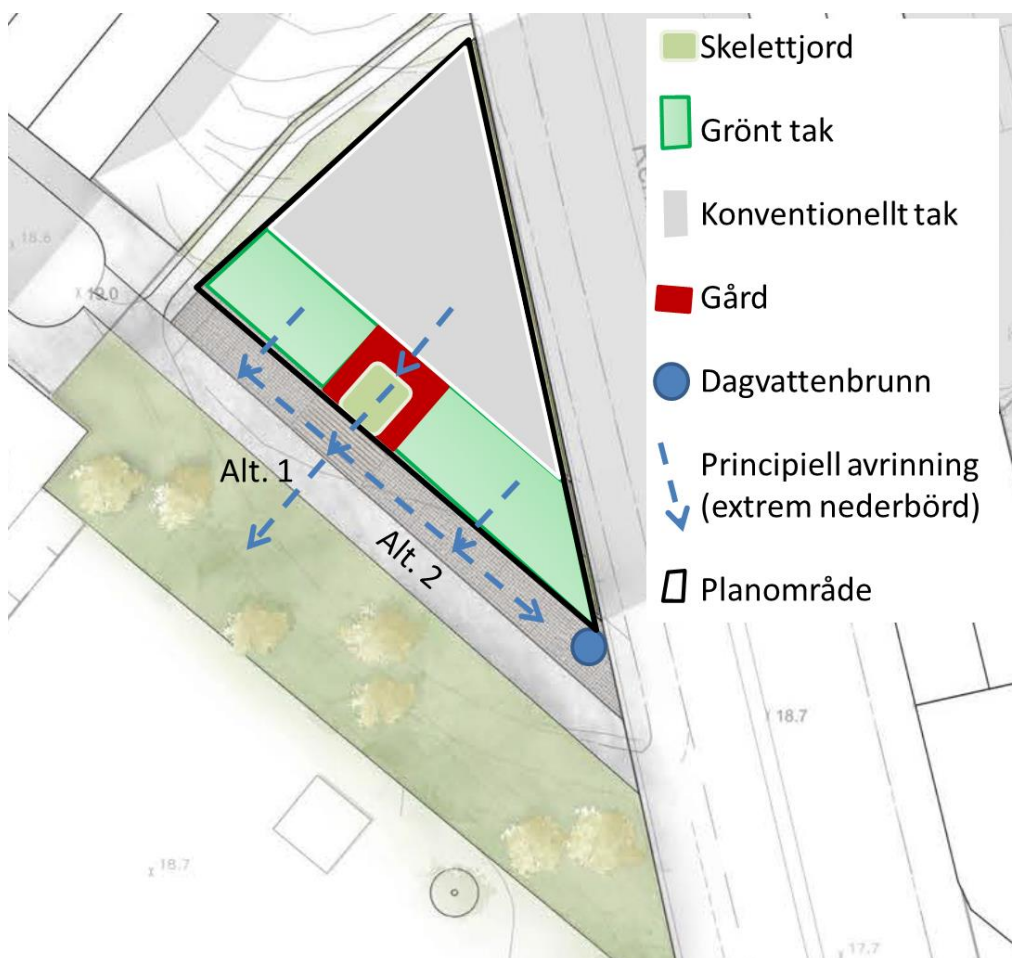
- Skötseln för taken bli lägre på längre sikt än om tunna gröna tak anläggs (förslag 3).
- Vid extrema regn kan sekundära avrinningsvägar riktas ut från huskropparna istället för in mot innergården (förslag 3). Sekundära avrinningsvägar vid extrema regn bör dock stämmas av med Stockholm Stad och deras tänkta utformning av omkringliggande gång- och cykelbana samt grönområde.

I Figur 12 gestaltas förslag två samt avrinningen efter exploatering med åtgärder.



Figur 12. Planområdet med föreslagna åtgärder och principiella avrinningsvägar enligt föreslagen höjdsättning. Underliggande bild: Erik Wallin AB och Belatchew arkitekter.

Vid nederbörd som överstiger 20 mm ska höjdsättningen medföra att husen inte riskerar att skadas eller källaren översvämmas. Därför föreslås de lägre taken utformas så att sekundär avrinning kan ske ut mot allmän platsmark och att skelettjorden utformas med en sekundär ytavrinning ut mot allmän platsmark, se Figur 13. Höjdsättningen av allmän platsmark ansvarar Stockholms stad för, nedan föreslagen principiell avrinning anger två alternativ, antingen leds vattnet ut mot intilliggande grönområde som utformas för att kunna ta hand om även detta flödet eller så avrinner vattnet mot befintlig dagvattenbrunn om ledningskapaciteten tillåter detta. Detta ger anledning till dialog med Stockholms stad kring utformning av den allmänna platsmarken för att säkerställa att den kan ta emot eventuell avrinning.



Figur 13. Planområdet med föreslagna principiella ytliga avrinningsvägar vid extrem nederbörd. Underliggande bild: Erik Wallin AB och Belatchew arkitekter.

## 6.2 Föroreningsbelastning

Det finns i dagsläget bristande kunskap kring föroreningsmängder i avrinning från intensiva gröna tak i svenskt klimat. Det finns dock studier som tyder på att intensiva gröna tak, som inte kräver gödsling, inte ger ökad mängd utgående näringsämnen såsom fosfor och kväve. Det kan dock i vissa fall ses ett haltpåslag, framförallt efter etablering. Utifrån detta kan det antas att om taken i detta fall utformas som intensiva gröna tak med cirka 15 cm tjocklek kommer inte utgående mängder av fosfor och andra ämnen öka nämnvärt jämfört med dagsläget. Däremot riskerar extensiva gröna tak att bidra med ett ökat utflöde av näringsämnen då dagvatten som avrinner från de gröna taken innehåller högre halter av t.ex. fosfor och kväve enligt schablonhalter från StormTacs databas. Däremot innehåller dagvattnet som avrinner från gröna tak lägre halter av en del tungmetaller (se bilaga 1).

För att ändå ge en bild av hur föroreningsbelastningen kommer att ändras efter exploatering har beräkningar gjorts med avseende på skelettjorden. Antagandet är då att all fördröjning sker i skelettjorden. Beräkningarna har utförts baserat på att dagvattenhanteringen utformas för att kunna omhänderta de första 20 mm nederbörd och att all avrinning från takytor kan ledas till avskiljning undantaget 10 % som avrinner från området utan rening<sup>14</sup>. Markanvändningen har angetts som tak och betongplatta och

<sup>14</sup> WRS, 2016. PM Åtgärdsnivå dagvatten

reningsanläggningen är utformad som en skelettjord med 1 m skelettjord. Avskiljningsgraderna som använts vid beräkning är hämtades från beräkningsprogrammet StormTac (v17.3.2). Resultaten tillsammans med tidigare beräknade värden före exploatering ses i Tabell 7.

**Tabell 7 Föroreningsbelastningar före exploatering samt efter med åtgärder. Åtgärder: Skelettjord**

Ämne	Enhet	Nuvarande föroreningsbelastning	Netto reningsgrad skelettjord [%]	Föroreningsbelastning efter införda åtgärder, efter exploatering	Kvarvarande reningsbehov [%]
P	g/år	7	44	13	67
N	g/år	140	50	203	45
Pb	g/år	0,3	57	0,3	0
Cu	g/år	1	54	0,9	0
Zn	g/år	2	67	2	0
Cd	g/år	0,02	60	0,07	350
Cr	g/år	0,2	58	0,4	133
Ni	g/år	0,1	56	0,4	230
Hg	g/år	0,002	45	0,001	0
SS	g/år	2300	62	2009	0
Olja	g/år	12	77	1,5	0
PAH	g/år	0,06	68	0,03	0

Efter införda åtgärder kommer utgående mängder av fosfor, kväve, kadmium, krom och nickel att vara högre än i dagsläget. För ämnena bly, koppar, zink, kvicksilver, suspenderat material, olja och PAH:er kommer mängderna att minska enligt genomförda beräkningar.

Dock bör det beaktas att vid normala flöden, samt vid högre flöden, kommer skelettjorden att ta upp den största delen av vattnet och näringsämnena som därmed inte kommer att belasta vare sig ledningsnät eller recipient. Då föreslagen utformning även inbegriper gröna tak kommer den faktiska föroreningsbelastningen på recipienten troligtvis att vara lägre då även de gröna taken tar upp en stor del av vattnet och de näringsämnena och föroreningar som finns i vattnet därmed inte kommer belasta ledningsnät eller recipient. Dock kan det förväntas att en del föroreningar kan spolas ut vid extrema flöden.

Det bör också beaktas att det handlar om mycket små mängder och att beräkningarna har viss osäkerhet till följd av otillräcklig data till använda schablonvärden (se bilaga 1 för använda halter och reningsgrader samt standardavvikelsen för dem).

## 7 Slutsatser

Utifrån genomförd dagvattenutredning kan följande slutsatser dras:

- För att klara 20 mm kravet efter exploatering krävs fördröjningsåtgärder inom planområdet. Fördröjningsåtgärderna kan utformas på olika sätt och tre förslag har angetts i rapporten.
- Dagvattenåtgärderna föreslås inbegripa gröna tak på de två lägre taken samt trädplantering i skelettjord/växtbädd på en del av innergården (förslag två). De gröna taken föreslås utformas med ett substratdjup på 15 cm och skelettjorden



med ett djup på 1 m och en area på 16 m<sup>2</sup>. Skelettjorden föreslås ta emot dagvatten som avrinner från det stora taket och från gården.

- Med föreslagen utformning av dagvattenåtgärder uppnås kravet på omhändertagande av 20 mm enligt Stockholms stads åtgärdsnivå avseende dagvattenhantering. Åtgärderna möjliggör även lokalt omhändertagande samt bidrar med grönska i staden. Observera att det finns andra alternativa utformningar som också klarar av ställda krav på fördröjning och rening av 20 mm nederbörd.
- Förekomsten av urberg i området betyder att infiltrationen av dagvatten är liten. Skelettjorden behöver därför förses med dräneringsledningar som möjliggör långsam dränering av det magasinerade vattnet mot det kommunala dagvattenledningsnätet. De gröna taken bör dräneras till stuprör som ansluts till det kommunala dagvattennätet.
- De föreslagna åtgärderna ger både flödesutjämning och rening av dagvatten. Beräknade föroreningsmängder är mycket små både före och efter exploatering. Det innebär att osäkerheter kan slå stort vilket gör tolkning av värdena svår. En försiktig tolkning är att fosfor, kväve, kadmium och nickel eventuellt kan öka något jämfört med nuläget men resterande föroreningsmängder kommer att minska jämfört med nuvarande belastning.
- Förutsatt att höjdsättning planeras väl så kommer inga hydrauliskt instängda områden skapas. Gården bör luta så att vatten rinner mot skelettjorden i första hand. Det bör dock finnas ytliga sekundära avrinningsvägar ut från gården mot allmän platsmark för att undvika översvämning av t.ex. källare vid extrema regn.