

Dagvattenutredning Magelungens strand, Farsta

Folkhem Produktion AB och Primula Byggnads AB



RAPPORT nr 2018-1254

Författare: Victoria Erikson Russo och Linus Halvarsson, WRS AB
Uppdaterad av: Robert Jönsson och Victoria Eriksson Russo, WRS AB
Granskare: Sofia Åkerman, WRS AB

SLUTHANDLING 2018-09-19

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning.....	4
1.1 Utförande	4
2 Förutsättningar	4
2.1 Planområdet i nuläget	4
2.2 Geologi.....	5
2.3 Risk för översvämning/skyfallsanalys	6
2.4 Avrinning av yt- och dagvatten.....	7
2.5 Recipient	7
2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering	8
2.7 Planerad bebyggelse	9
3 Flöden i nuläget och i framtiden	10
3.1 Folkhem	11
3.2 Primula 3a	11
3.3 Primula 3b-c	12
4 Behov av fördröjningsvolym	13
5 Åtgärdsförslag	13
5.1 Träd i skelettjord	14
5.2 Genomsläppliga hårdgjorda ytor	14
5.3 Gröna tak	16
6 Flödesvägar.....	17
7 Effekter av åtgärdsförslag.....	17
7.1 Flöden i framtiden med LOD	17
7.2 Fördröjningsvolym	18
7.3 Föroreningsbelastning	19
7.3.1 Folkhem	19
7.3.2 Primula 3a	20
7.3.3 Primula 3b-c	20
8 Slutsatser.....	21
Bilaga 1. Resultatrapport StormTac, Folkhem	23
Bilaga 2. Resultatrapport StormTac, Primula 3a	26
Bilaga 3. Resultatrapport StormTac, Primula 3b-c.....	29

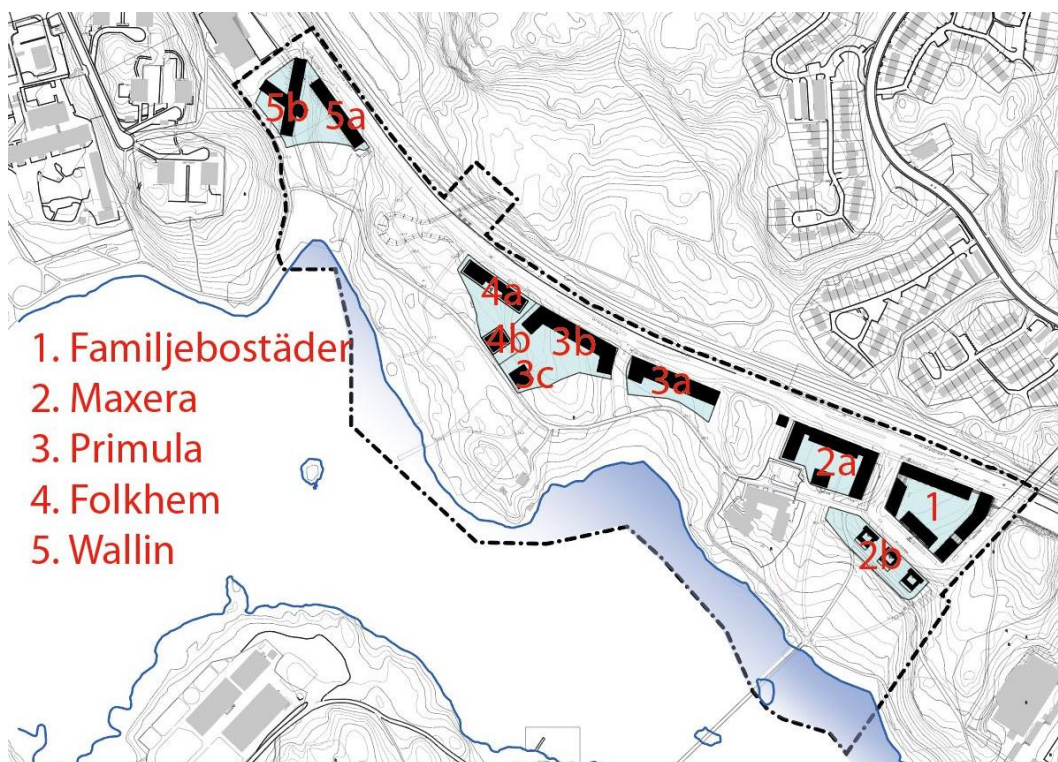
Sammanfattning

Folkhem och Primula planerar att uppföra fem byggnader inom tre föreslagna fastighetsgränser vid Magelungens strand. Primula ska uppföra tre utav dessa byggnader medan Folkhem ska uppföra resterande två (Figur 1). För att säkerställa att dagvattnet från den planerade bebyggelsen kan tas omhand och renas och fördröjas före utsläpp till recipienten har WRS AB tagit fram en dagvattenutredning.

Dagvattenutredningen har utgått från Stockholms stads dagvattenstrategi med krav på 20 mm fördröjning.

Fördröjningskravet föreslås lösas med gröna sedumtak, träd i skelettjord och genomsläppliga beläggningar som tar emot vatten från tak och övriga hårdgjorda ytor. Att delar av den befintliga naturmarken ska sparas bidrar dessutom till större utjämningskapacitet. Det är viktigt att höjdsättningen utförs så att vattnet leds bort från fasader så att vatten vid extrema flöden kan rinna förbi byggnaderna ut mot sjön Magelungen.

Vissa ämnen kommer att öka efter exploateringen. De föreslagna dagvattenåtgärderna renar dock dagvattnet med mellan 47–86 % för de vanligaste föroreningarna. Enligt föroreningsberäkningar i modellen StormTac överstiger fosforhalterna från Folkhems föreslagna fastighet maxhalten 43 µg/l som krävs utifrån recipientens förbättringsbehov. Reningsgraden för fosfor i dagvattenåtgärderna är dock underskattad i StormTac. I dagvattenutredningen för allmän platsmark föreslås dessutom att dagvatten ska ledas från fastigheterna via svackdiken istället för ledningar, vilket medför ytterligare rening innan dagvattnet från fastigheterna når recipienten. Därför anses det troligt att fosforhalten i dagvattnet kommer understiga maxhalten på 43 µg/l när vattnet väl når recipienten. Genom att inte gödsla de gröna taken inom fastigheten blir också fosforhalten lägre.



Figur 1. Beteckningar för den planerade nybyggnationen vid Magelungens strand.

1 Inledning

Vid sjön Magelungens strand i Farsta i södra Stockholm planeras det för ett nytt bostadsområde där flera byggherrar planerar att uppföra bostadshus. Folkhem och Primula vill bygga fem flerfamiljshus inom tre föreslagna fastighetsgränser i mitten av bostadsområdet (Figur 1). En dagvattenutredning för allmän platsmark inom hela planområdet håller på att tas fram av Structor.

WRS har på uppdrag av Folkhem och Primula genomfört en dagvattenutredning som ska fungera som underlag för det pågående detaljplanearbetet för de föreslagna fastigheterna.

Syfte med uppdraget är:

- 1) Beräkna dimensionerande flöden och utjämningsbehov inom Primula och Folkhems föreslagna fastighetsgränser, samt vilken effekt som bebyggelsen får på föroreningsbelastningen från området.
- 2) Redovisa förslag på hantering av dagvatten så att de uppställda kraven för dagvattenhantering i området nås.

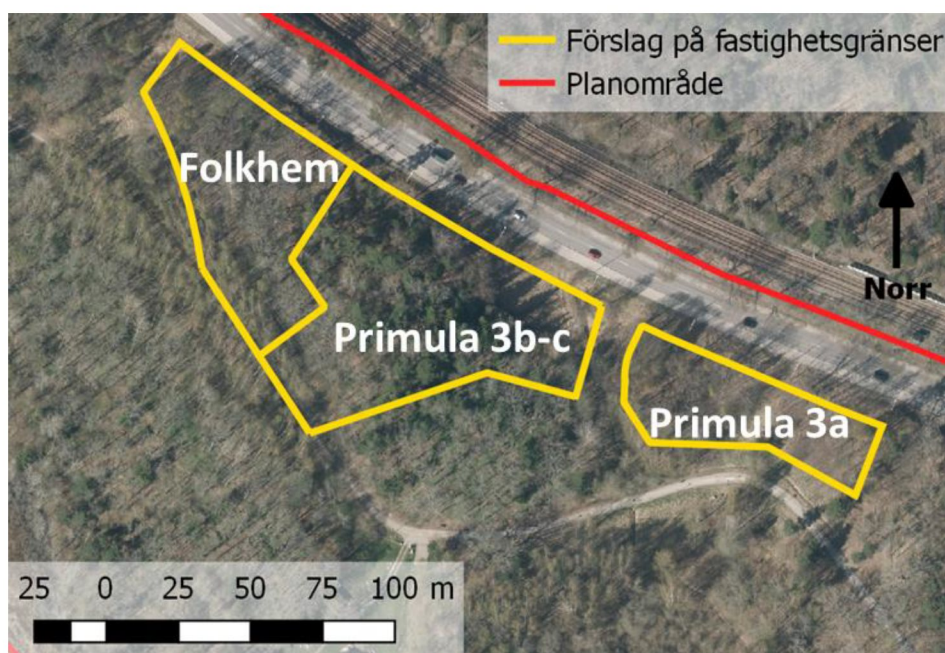
1.1 Utförande

Dagvattenutredningen har handlagts av Victoria Erikson Russo och Linus Halvarsson. Dimitry van der Nat har varit projektledare och Sofia Åkerman har granskat rapporten. Samtliga arbetar på WRS AB. I utförandet har två platsbesök gjorts och två samverkansmöten har hållits. WRS har haft tillgång till detaljplaneprojektets projektmapp där bland annat planskisser och bakgrundskartor har funnits tillgängligt.

2 Förutsättningar

2.1 Planområdet i nuläget

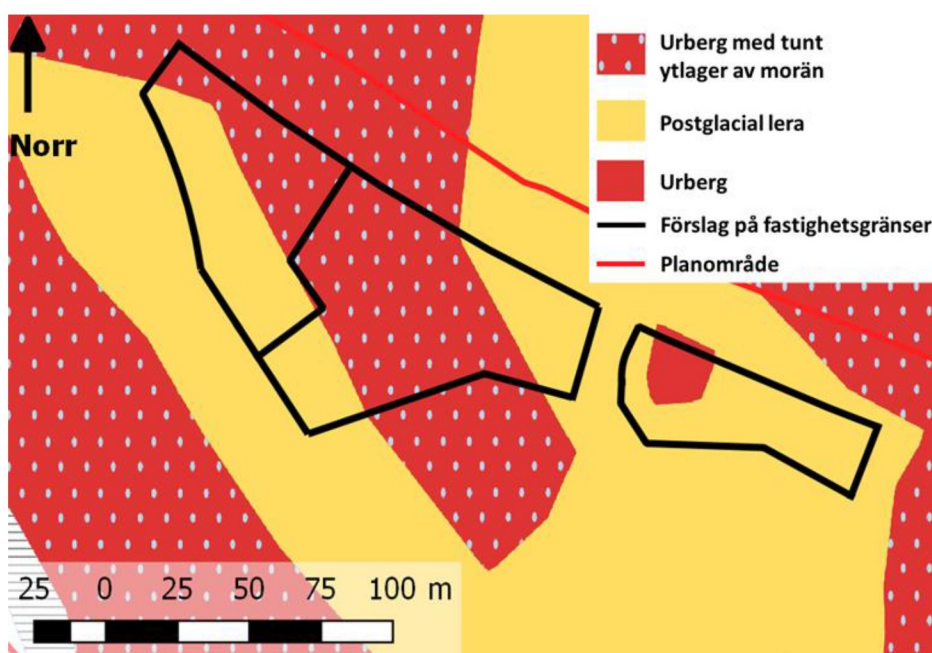
De tre föreslagna fastigheterna omfattar cirka 1,3 hektar och består idag av naturmark (Figur 2). Utav de fem planerade byggnaderna ska Primula uppföra tre som härnäst betecknas 3a, 3b och 3c medan Folkhem ska uppföra resterande två som härnäst betecknas 4a och 4b (Figur 1). För att kunna skilja Primulas två föreslagna fastigheter åt betecknas de Primula 3a samt Primula 3b-c (Figur 2), utifrån beteckningarna på byggnaderna inom fastigheterna. Fastighetsgränserna är inte fastslagna i dagsläget utan kan komma att ändras.



Figur 2. De föreslagna fastighetsgränsernas läge och utformning. Dessa utgörs idag av naturmark.

2.2 Geologi

De tre föreslagna fastigheterna ligger alla på urberg, med eller utan ett tunt ytlager av morän, samt på postglacial lera (Figur 3). På Folkhems föreslagna fastighet ligger de sydvästra delarna på postglacial lera medan de nordöstra delarna ligger på urberg med ett tunt ytlager av morän. Majoriteten av Primulas föreslagna fastigheten med hus 3a ligger på postglacial lera, med ett litet inslag av urberg nordväst på fastigheten. På den föreslagna fastigheten för Primula hus 3b och 3c består det östra samt sydvästra underlaget av postglacial lera medan resterande underlag består av urberg med ett tunt ytlager av morän.



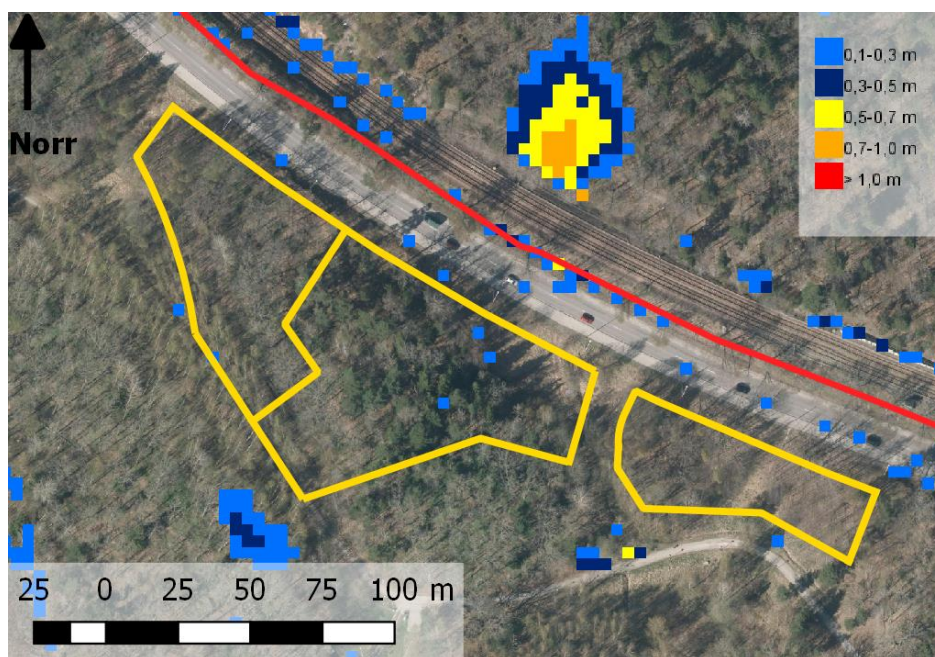
Figur 3. SGU:s markkartering. De föreslagna fastigheterna ligger på lera och urberg, med vissa inslag av morän i ytlagret.

Infiltrationsförmågan i berget är svår att förutsäga då sprickornas läge och egenskaper inte är fastställda. Även på lermarken kommer det vara svårt att infiltrera vatten då lera har låg infiltrationskapacitet.

2.3 Risk för översvämning/skyfallsanalys

Stora och intensiva skyfall kan utgöra en potentiell översvämningssrisk eftersom kommunala avloppssystem dimensioneras för regn med upp till 10 års återkomsttid. Vid regn med längre återkomsttider finns det risk för att avloppssystemets kapacitet inte räcker till. Stockholm Vatten har därför i samarbete med miljöförvaltningen genomfört en skyfallsmodellering¹ som visar möjliga översvämningssrisker vid ett intensivt skyfall med 100-års återkomsttid. Hänsyn har då tagits till de klimatförändringar som kan inträffa till år 2100.

Inom det aktuella området bedöms det inte föreligga någon översvämningssrisk enligt skyfallsmodelleringen² (Figur 4). Det är dock viktigt dels att skapa ett dagvattensystem som bidrar till flödeutjämning och dels att dagvattenhanteringen utformas så att vatten kan avbördas från innergården på ett säkert sätt även vid intensiva regn. Det är vidare viktigt att dagvatten vid flöden som överstiger ledningsnätets kapacitet kan avrinna utmed gator och andra lågstråk, utan att skada byggnader och anläggningar.



Figur 4. Maximalt vattendjup inom de föreslagna fastigheterna vid skyfall.

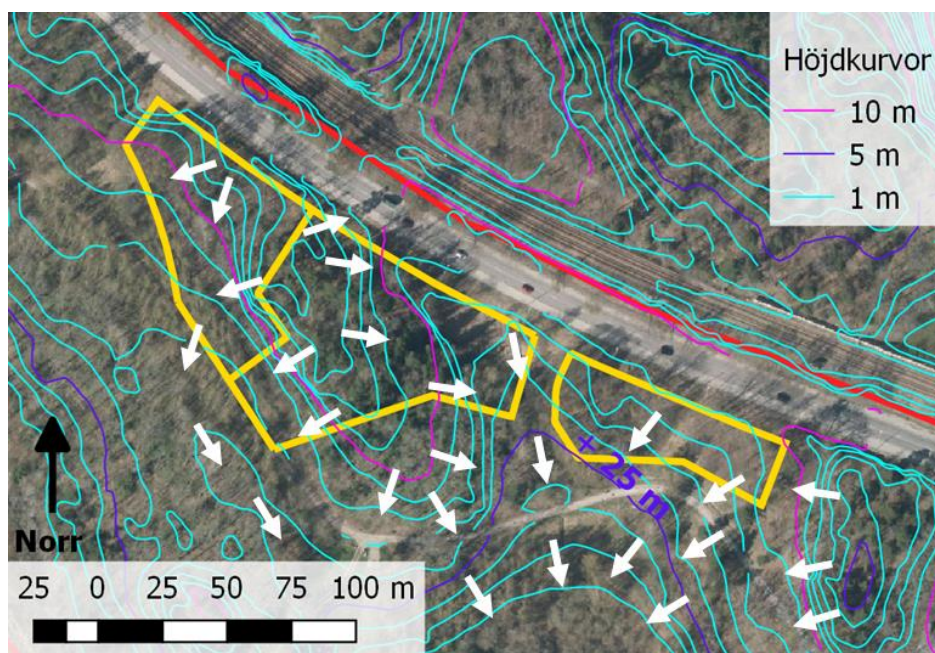
Rekommenderade lägsta grundläggningsnivå för Magelungen³ är +23,2 RH2000. Grundläggningsnivå är den lägsta punkten på en byggnads grund. Om byggnader läggs under nivån ska åtgärder vidtas så att byggnaden inte skadas vid översvämning. Risken

¹ Stockholm Vatten, 2015. *Skyfallsmodellering för Stockholms stad*. <http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/skyfallsmodellering/Skyfallsmodellering-Huvudrapport-SVAB-inkl-bilagor.pdf>

² Stockholms dataportal, 2018. <http://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/>

³ Länsstyrelsen Stockholm, Fakta 2017:1, Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län

för att en översvämning överstiger denna nivå är ungefär 1% på 100 år. Det är osannolikt att översvämningar som skadar byggnaderna inträffar när länsstyrelsens lägstanivå följs. De lägsta punkterna inom de föreslagna fastigheterna är idag +26 m för Folkhem, +25 m för Primula 3a och +26 m för Primula 3b-c (Figur 5). Det är viktigt att ha den rekommenderade lägsta grundläggningsnivån i tanke vid exploatering.



Figur 5. Topografin inom föreslagna fastighetsgränser. Den lägsta höjdkurvan inom de tre fastigheterna ligger på +25 m. Pilarna i figuren visar vattnets flödesvägar på och efter fastigheterna.

2.4 Avrinning av yt- och dagvatten

Idag infiltreras dagvattnet i markens tunna jordlagren eller rinner på ytan till recipienten Magelungen. Då marken till största del består av vegetation tas mycket vatten upp av växterna och avdunstar under växtsäsongen. Den avrinning som sker i dagsläget ses i Figur 5.

Mellan de föreslagna fastigheterna för Primula 3a och 3b-c finns idag ett dike som avvattnar avrinningsområdet uppströms. Vatten leds genom en kulvert under närliggande väg innan det rinner vidare mot sjön Magelungen.

2.5 Recipient

Recipienten för området är sjön Magelungen. Recipienten är klassad som en vattenförekomst enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG) och har därför kravet att uppnå god kemisk och ekologisk status.

Sjön Magelungen uppnår enligt Länsstyrelsen⁴ "otillfredsställande" ekologisk status på grund av konnektivitet, morfologiska förändringar och övergödning. Dammar som utgör vandringshinder för fisk gör att konnektiviteten i sjön är otillfredsställande. Magelungen omfattas av ett generellt undantag, i form av en tidsfrist till 2021, från att uppnå god ekologisk status med avseende på konnektivitet. Vattenförekomsten har även fått

⁴ VISS, 2018. *Magelungen SE657041-163174*.
<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA36084210> [Hämtad 2018-03-19]

tidsundantag till 2021 för att åtgärda morfologiska förändringar eftersom restaurerings-, tillsyns- och omprövningsprocesser är tids- och resurskrävande. På grund av att vattenförekomster uppströms har tidsundantag till 2027 från att uppnå god ekologisk status med avseende på näringsämnen är det tekniskt omöjligt att uppnå kraven för övergödning till 2021. Däremot behöver åtgärder för sjön Magelungen genomföras till år 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås till 2027. Kvalitetskravet för sjön är att uppnå god ekologisk status senast år 2027.

Vidare uppnår sjön Magelungen ej god kemisk status enligt Länsstyrelsen⁵. I sjön finns förhöjda halter av kvicksilver och kvicksilverföreningar samt polybromerade difenyletrar (PBDE). Dessa miljögifter undantas dock från bedömningen av kemisk status då det anses tekniskt omöjligt att sänka halterna av dessa miljögifter till nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Den främsta anledningen till att halterna kvicksilver och PBDE är för höga är luftnedfall från globala atmosfäriska utsläpp. De nuvarande halterna av kvicksilver och PBDE (december 2015) får dock inte öka. Förhöjda halter av perfluoroktansulfonat (PFOS) bidrar till att sjön inte uppnår god kemisk status trots undantagen för kvicksilver och PBDE. PFOS har tidigare använts i bland annat brandsläckningsskum samt rengörings- och impregneringsmedel.

Inom LÅP-Magelungen har man studerat sjöns förbättringsbehov och kommit fram till att sjön inte kan ta emot mer än 43 µg/l fosfor i tillrinnande vatten⁶.

Exploatering av området Magelungen kommer varken försämra sjöns konnektivitet eller morfologi. Eftersom de förhöjda halterna av kvicksilver och PBDE främst beror av luftnedfall från globala atmosfäriska utsläpp tros inte dessa halter öka efter exploatering. Då PFOS främst sprids från gamla släckplatser bidrar en exploatering av området inte till någon ändring för recipientens PFOS-belastning. Därmed bidrar planförslaget varken till försämrad status eller ökad risk för att kvalitetskraven inte nås med avseende på dessa aspekter/föreningar. Halter av näringsämnen som bidrar till övergödning och halter av kvicksilver efter exploatering redovisas i avsnitt 7.3.

2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

Farsta ligger i Stockholms kommun vilket innebär att Stockholms stads dagvattenstrategi⁷ gäller för området. Dagvattenstrategin har följts i denna dagvattenutredning. Dagvattenstrategin håller fokus på vattenkvalitet och samtidigt att nyttiggöra dagvattnet samt att hantera de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat i en allt tätare stad. Strategin gäller vid all om- och nybyggnation, och för åtgärder i befintlig miljö. Utgångspunkten i dagvattenstrategin är att vattnet är en resurs. Växtlighet och mark har en naturlig förmåga att rena vatten och jämna ut vattenflöden. Genom att ta hand om dagvattnet nära platsen där det uppstått kan staden bli grönare, samtidigt som det gröna bidrar med rening och flödesutjämning.

I linje med Stockholms dagvattenstrategi har riktlinjer⁸ för dagvattenhantering i kvartersmark tagits fram i samarbete mellan Stockholm Vatten och stadens tekniska förvaltningar. Grundprincipen är att dagvatten som uppstår på kvartersmark ska fördröjas

⁵ VISS, 2018. *Magelungen SE657041-163174*.

<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA36084210> [Hämtad 2018-03-19]

⁶ Uppgift från Mårten Pehrsson, Miljöutredare Stockholms stad.

⁷ Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering. 2015. Stockholms stad

⁸ Dagvattenhantering - Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. 2016. Stockholms stad

och renas inom kvartersmarken. Hanteringen ska vara fokuserad på enkla och småskaliga lösningar. Följande mål har satts upp för en hållbar dagvattenhantering:

- Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- Resurs och värdeskapande för staden
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

I dagvattenstrategin anges flertalet principer för att uppnå målen. Inom utredningsområdet anses följande principer vara relevanta:

- I första hand ska åtgärder vidtas vid källan så att dagvattnet inte förorenas.
- I andra hand ska dagvatten hanteras nära uppkomsten genom lokala dagvattenlösningar på kvartersmark och allmän mark.
- Maximera andelen genomsläppliga ytor och eftersträva infiltration.
- Fördröj och omhänderta dagvatten lokalt på kvartersmark och allmän mark så långt som möjligt innan det går vidare till samlad avledning från platsen.
- Vid nybyggnation, samt så långt som möjligt vid åtgärder i den befintliga miljön, ska sekundära avrinningsvägar identifieras. Plats ska ges för dagvattnet genom höjdsättning av mark och placering av byggnader och infrastruktur.
- Tillämpa enkla och kostnadseffektiva lösningar för dagvattenhantering på fastighetsmark i kvarter och bostadsgårdar, samt på allmän mark.

Målet är att minska föroreningsbelastningen från stadens dagvatten med i storleksordningen 70–80 procent. För att nå det målet måste en mycket stor andel, cirka 90 procent av dagvattnets årsvolym fördröjas och renas. Fördröjande steg som klarar att magasinera 20 mm nederbörd kan fånga den volymen och motsvarar åtgärdsnivån för dagvatten i Stockholms stad.

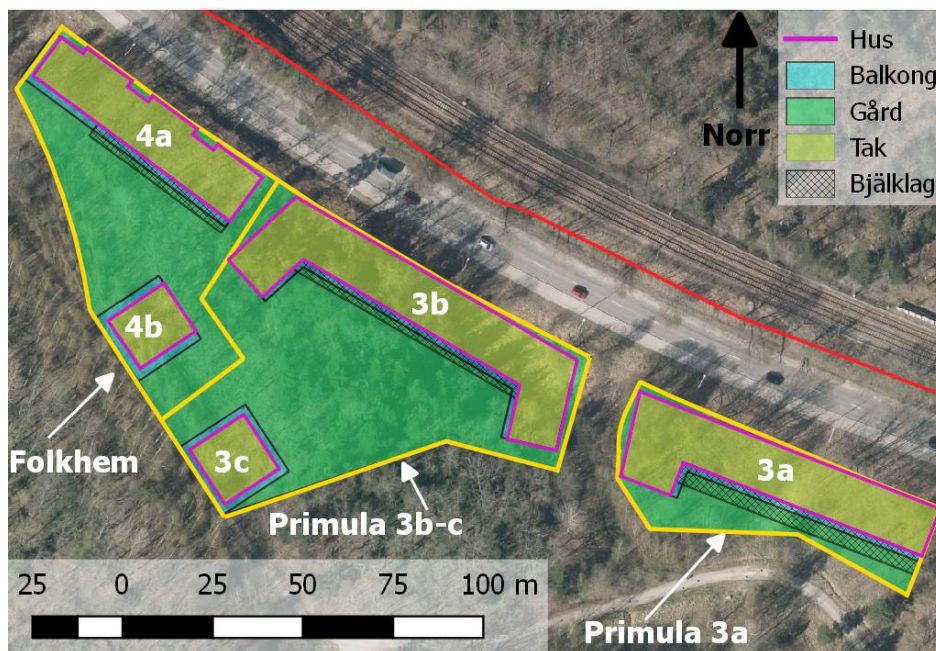
Enligt åtgärdsnivån ska dagvattenanläggningar dimensioneras med en våtvolymer på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolymer utformas som en permanentvolym eller en volym som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. En mindre våtvolymer kan accepteras i de fall anläggningen ändå kan uppnå syftet med åtgärdsnivån. Förväntad funktion och reningseffekt ska kunna redovisas.

Det är viktigt att dagvattenanläggningarna utrustas med bräddfunktion så att även flöden som överskrider 20 mm kan hanteras. Lokal fördröjning av dagvattnet bidrar med robusthet och viktiga säkerhetsmarginaler i stadens dagvattenförande system.

2.7 Planerad bebyggelse

Folkhem planerar att uppföra två flerbostadshus på en föreslagen fastighet som är cirka 3 900 m² stor. Gården planerar att utformas med fler stora träd för att skapa två olika platser att sitta samt som avslut gentemot vägen. Efter det att husen har byggts vill Folkhem bevara naturmarken på gården i den mån möjligt. Hus 4a planeras att vara underbyggt med garage och bjälklaget går till viss del ut förbi huskroppen (Figur 6).

Primula planerar att bygga 3 hus på två föreslagna fastigheter som utgör cirka 8 900 m² tillsammans. Hus 3a och 3b planeras att vara underbyggda med garage och bjälklagen går till viss del ut förbi huskropparna (Figur 6). Även på Primulas fastigheter planeras gårdsytor med bevarad naturmark.



Figur 6. Planerad markanvändning inom föreslagna fastighetsgränser.

3 Flöden i nuläget och i framtiden

Avrinningsberäkningarna har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104^{9,10}. För bestämning av dimensionerande flöden har den så kallade *rationella metoden* använts (Formel 1). Det är en statistisk överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 50 hektar) med liknande rinntider inom området.

Formel 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid

k_f = klimatkfaktor = 1,25 [-]

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

Genom att multiplicera arean med avrinningskoefficienten erhålls den reducerade arean, vilket är ett mått på hur stor andel av den totala ytan som är hårdgjord. Dimensionering görs utifrån ett 20-årsregn (Q_{20}). Dimensionerande varaktighet är 10 minuter då antagna rinntider är mindre än 10 minuter både före och efter exploatering. Efter 10 minuter är regnintensiteten 290 l/s eller 360 l/s om klimatkfaktorn används enligt P110¹¹.

⁹ Svenskt Vatten, 2011. Publikation P104: "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem".

¹⁰ Svenskt Vatten, 2016. Avledning av dag-, drän- och spillvatten - Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P110. ISSN 1651-4947.

¹¹ Svenskt Vatten, 2016. Avledning av dag-, drän- och spillvatten - Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P110. ISSN 1651-4947.

3.1 Folkhem

Markanvändning före och efter exploatering ses i Tabell 1. Den totala ytan är 0,39 ha, 3 900 m². Den reducerade arean är 0,18 ha efter exploatering.

Tabell 1. Markanvändning och avrinningskoefficienter som använts vid flödesberäkningar i nuläge samt efter planerad exploatering utan LOD för Folkhems fastighet

Folkhem	Area [ha]	ϕ [-]	Reducerad area [ha]
Före exploatering			
Naturmark	0,39	0,1	0,039
Totalt	0,39	0,1	0,039
Efter exploatering			
Tak	0,13	0,9	0,12
Balkonger	0,02	0,9	0,02
Gårdsyta (hårdgjord)	0,043	0,8	0,02
Grönyta	0,197	0,1	0,02
Totalt	0,39	0,48	0,18

Resultaten av beräkningarna med formel 1 visar att de dimensionerande flödena i planområdet förväntas öka om området exploateras, utan lokal fördröjning (Tabell 2). Beräknade flöden med föreslagna åtgärder för LOD redovisas i avsnitt 7.1.

Tabell 2. Beräknade dagvattenflöden före och efter planerad exploatering utan LOD för 20-årsregn (med respektive utan klimatfaktor) samt 100-årsregn för Folkhems fastighet

Folkhem	Q ₂₀ [l/s]	Q ₂₀ inkl. kf [l/s]	Q ₁₀₀ [l/s]
Före exploatering	11,2	14,0	19,1
Efter exploatering, utan LOD	54,2	67,7	92,4

3.2 Primula 3a

Markanvändning för den föreslagna fastigheten med hus 3a ses i Tabell 3 både före och efter exploatering. Den totala ytan inom den föreslagna fastighetsgränsen är cirka 0,28 ha och med dagens markanvändning är den reducerade arean 0,028 ha. I och med planerad exploatering ökar den reducerade arean till 0,18 ha.

Tabell 3 Markanvändning och avrinningskoefficienter som använts vid flödesberäkningar i nuläge samt efter planerad exploatering utan LOD för Primulas fastighet med hus 3a

Primula 3a	Area [ha]	ϕ [-]	Reducerad area [ha]
Före exploatering			
Naturmark	0,28	0,1	0,028
Totalt	0,28	0,1	0,028
Efter exploatering			
Tak	0,15	0,9	0,13
Gårdsyta (hårdgjord)*	0,05	0,8	0,04
Grönyta	0,08	0,1	0,01
Totalt	0,28	0,65	0,18

*Inkluderar balkonger ovan bjälklag

Resultaten av beräkningarna med formel 1 visar att de dimensionerande flödena i planområdet förväntas öka om området exploateras utan lokal fördröjning Tabell 4. Beräknade flöden med föreslagna åtgärder för LOD redovisas i avsnitt 7.1.

Tabell 4. Beräknade dagvattenflöden före och efter planerad exploatering utan LOD för 20-årsregn (med respektive utan klimatfaktor) samt 100-årsregn för Primulas fastighet med hus 3a

Primula 3a	Q₂₀ [l/s]	Q₂₀ inkl. kf [l/s]	Q₁₀₀ [l/s]
Före exploatering	8,0	10,0	13,7
Efter exploatering, utan LOD	52,5	65,6	89,5

3.3 Primula 3b-c

Markanvändning för den föreslagna fastigheten med hus 3b och 3c ses i Tabell 5 både före och efter exploatering. Den totala ytan inom den föreslagna fastighetsgränsen är cirka 0,61 ha och med dagens markanvändning är den reducerade arean 0,061 ha. I och med planerad exploatering ökar den reducerade arean till 0,28 ha.

Tabell 5. Markanvändning och avrinningskoefficienter som använts vid flödesberäkningar i nuläge samt efter planerad exploatering utan LOD för Primulas fastighet med hus 3b och 3c

Primula 3b-c	Area [ha]	φ [-]	Reducerad area [ha]
Före exploatering			
Naturmark	0,61	0,1	0,061
Totalt	0,61	0,1	0,061
Efter exploatering			
Tak	0,2	0,9	0,18
Gårdsyta (hårdgjord)*	0,09	0,8	0,07
Grönyta	0,32	0,1	0,03
Totalt	0,61	0,47	0,28

*Inkluderar balkonger ovan bjälklag

Resultaten av beräkningarna med formel 1 visar att de dimensionerande flödena i planområdet förväntas öka om området exploateras utan lokal fördröjning, Tabell 6. Beräknade flöden med föreslagna åtgärder för LOD redovisas i avsnitt 7.1.

Tabell 6. Beräknade dagvattenflöden före och efter planerad exploatering utan LOD för 20-årsregn (med respektive utan klimatfaktor) samt 100-årsregn för Primulas fastighet med hus 3b och 3c

Primula 3b-c	Q₂₀ [l/s]	Q₂₀ inkl. kf [l/s]	Q₁₀₀ [l/s]
Före exploatering	17,5	21,9	29,8
Efter exploatering, utan LOD	81,4	101,8	138,8

4 Behov av fördröjningsvolym

Behovet av fördröjningsvolym beräknas enligt beräkningsmetodik för Stockholm stad¹² (Formel 2).

Formel 2. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

d_r = regnvolym som ska hanteras inom kvarteret (20 mm för Stockholms stad) [m]

A_i = avrinningsområdets area [m^2]

φ_i = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

$$U_i = d_r \cdot \varphi_i \cdot A_i$$

För fördröjningsanläggningar sätts φ till 1 enligt Stockholms stads typexempel¹³. Beräkningar ger en erforderlig magasinsvolym av ungefär 40 m^3 för Folkhem, 35 m^3 för Primula 3a och 57 m^3 för Primula 3b-c (Tabell 7).

Tabell 7. Erforderlig fördröjningsvolym utifrån planerad bebyggelse

Yta	Area [m^2]	φ_i [-]	Erforderlig magasinsvolym [m^3]
Folkhem			
Gröna tak	1 000	1	20
Hårdgjorda tak	300	0,9	5,4
Balkonger	200	0,9	3,6
Gårdsyta (hårdgjord)	430	0,8	6,9
Grönyta	1 970	0,1	3,9
Totalt Folkhem	3 900		39,8
Primula 3a			
Hårdgjorda tak	1 500	0,9	27,0
Gårdsyta (hårdgjord)*	500	0,8	8,0
Grönyta	800	0,1	1,6
Totalt Primula 3a	2 800		35,0
Primula 3b-c			
Hårdgjorda tak	2 000	0,9	36,0
Gårdsyta (hårdgjord)*	900	0,8	14,4
Grönyta	3 200	0,1	6,4
Totalt Primula 3b-c	6 100		56,8

*Inkluderar balkonger ovan bjälklag

5 Åtgärdsförslag

För att fördröja dagvattnet föreslås flera olika dagvattenåtgärder som kan kombineras på olika sätt. Där träd anläggs kan de placeras i skelettjordan och vissa ytor kan anläggas med genomsläpplig beläggning med magasin under, där vatten kan fördröjas. Delar av taken föreslås vara gröna. Ytterligare ett alternativ är att anlägga växtbäddar med planteringar där det skapas en volym där vattnet kan fördröjas och renas. Växtbäddar beskrivs inte närmare i denna utredning men kan mycket väl användas vid behov när förslaget om utformning kommit längre. Efter fördröjning kan överskottsvattnet ledas i öppna diken ned mot Magelungen, alternativt till ett dagvattenledningsnät om något sådant finns att tillgå. Det viktiga med dagvattenåtgärder är att de placeras där vattnet

¹² Stockholms stad, 2017. *PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*. Version 1.0.

¹³ Stockholm stad, 2017. *Bilaga med typexempel för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden*. Version 1.1.

passerar. Detta innebär exempelvis att taklutning och placering av stuprännor måste anpassas så att dagvattnet fördelas jämt till olika LOD-anläggningar.

5.1 Träd i skelettjord

Utifrån illustrationsplaner för Folkhems föreslagna fastighet samt Primulas föreslagna fastighet med hus 3b och 3c planeras flertalet nyplanterade träd. Om dessa anläggs i så kallad skelettjord skapas en porvolym i marken som med fördel kan användas för att magasinera, rena och fördröja dagvatten. Skelettjordar avskiljer främst partikelbundna föroreningar, med en reningseffekt på 50–90 %. Om det finns en sedimentationsbassäng i botten ökar reningsgraden. Under växtsäsongen bidrar träden i skelettjorden med rening. Dessutom minskar avrinningen av vatten vilket i sin tur minskar föroreningsbelastningen till dagvattenrecipienter. Om vattnet kan filtrera vidare i marken under skelettjorden uppnås ännu mer rening. Biologiska och kemiska processer bidrar då till att även lösta föroreningar avskiljs. Jorddjup, markkemi och jordens infiltrationskapacitet påverkar reningseffekten¹⁴.

Träden inom fastigheterna planeras anläggas i 10 m³ skelettjord var¹⁵. Om skelettjorden anläggs som luftig skelettjord med 30 % porvolym kan 3 m³ dagvatten magasineras per träd. Utifrån det planerade antalet nyplanterade träd kan 24 m³ magasineras i skelettjord på Folkhems fastighet, 3 m³ magasineras på fastigheten Primula 3a och 18 m³ magasineras inom Primula 3b-c (Tabell 8). Med ett antaget anläggningsdjup av 1 meter blir ytbehovet 10 m² per träd, det vill säga 80 m² för Folkhem, 10 m² för Primula 3a och 60 m² för Primula 3b-c.

Tabell 8. Magasinsvolym i skelettjord med 30 % porositet

Fastighet	Magasinsvolym [m ³ /träd]	Antal planerade träd*	Magasinsvolym [m ³]	Kvarvarande magasinbehov [m ³]
Folkhem	3	8	24	15,8
Primula 3a	3	1	3	32,0
Primula 3b-c	3	6	18	38,8

*Antalet träd har baserats på illustrationsplaner för fastigheterna samt kontakt med arkitekterna

Detta innebär att 15,8, 32,0 respektive 38,8 m³ fördröjningsvolym saknas inom de föreslagna fastigheterna för Folkhem, Primula 3a och Primula 3b-c. Denna fördröjningsvolym kan exempelvis skapas genom att anlägga genomsläppliga hårdgjorda ytor.

5.2 Genomsläppliga hårdgjorda ytor

Permeabla beläggningar, som exempelvis permeabel asfalt, betonghålsten eller gräsarmering, kan läggas på ett luftigt bärlager som både ger viss fördröjning och rening. För att minska belastningen från hårdgjorda ytor kan plattsättning göras med skarvar där vattnet kan infiltrera. Magasinering möjliggörs om underliggande material har god porositet, exempelvis om det anläggs som makadam utan nollfraktioner. Om underliggande material anläggs med 30 % porositet kan 60 mm rymmas i ett 20 cm tjockt bärlager¹⁴. Hårdgjorda gårdsytor som ska anläggas i samband med nybyggnation föreslås

¹⁴ Stockholm Vatten och Avfall (2017). *Magasinsegenskaper och ytbehov för olika anläggningstyper dimensionerade för 20 millimeters magasinsvolym*. Version 170629

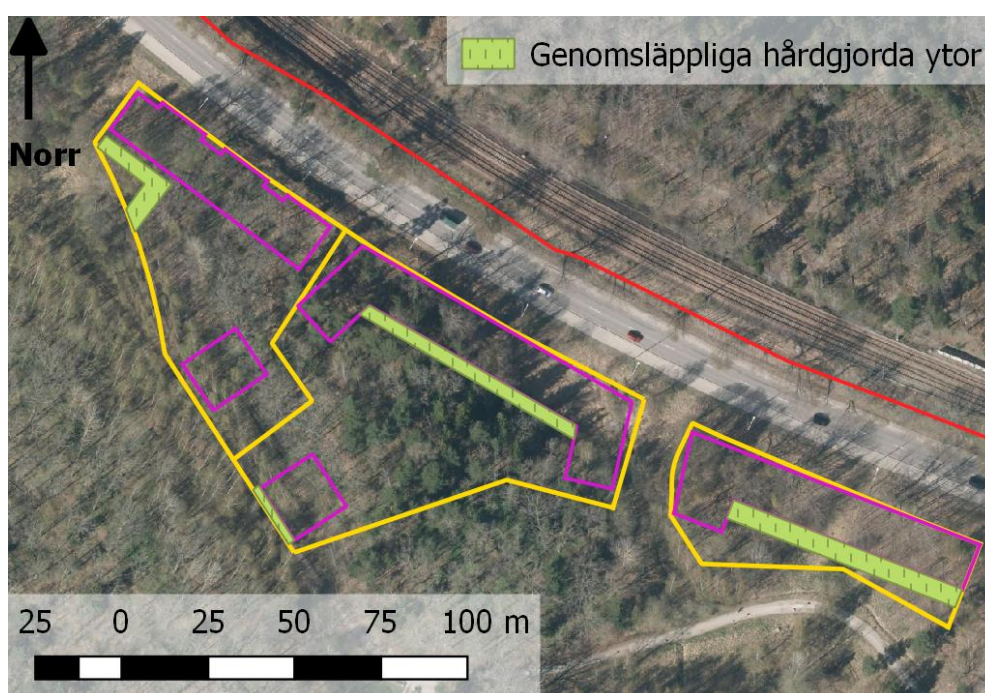
¹⁵ Paju, J. Personlig kommunikation 2018-04-16.

anläggas som genomsläppliga hårdgjorda ytor. På så sätt behöver inte orörd naturmark påverkas för att skapa dagvattenåtgärder.

På Folkhems fastighet föreslås 180 m² av körbara ytor anläggas som genomsläppliga hårdgjorda ytor (Figur 7). Det är även möjligt att anlägga cykelparkeringarna på Folkhems fastighet som genomsläppliga hårdgjorda ytor (Figur 7), men detta har inte tagits med i beräkningarna.

Utifrån planerna för Primulas föreslagna fastighet med hus 3a upptas delar av gårdsytan av bjälklag (Figur 6), där uteplatser ska anläggas. Uteplatserna utgör 390 m² och föreslås anläggas som genomsläppliga hårdgjorda ytor (Figur 7).

Inom fastigheten för Primula hus 3b och 3c upptas också delar av gårdsytan av bjälklag (Figur 6), där uteplatser ska anläggas. Även dessa uteplatserna föreslås anläggas som genomsläppliga hårdgjorda ytor. Dessutom föreslås uteplatserna vid punkthuset inom fastigheten göras genomsläppliga med magasinmöjligheter under. Ytorna som föreslås anläggas som genomsläppliga hårdgjorda ytor utgör 300 m² och ses i Figur 7.



Figur 7. Ytor som föreslås utformas som genomsläppliga hårdgjorda ytor med magasinmöjligheter under.

I Tabell 9 visas magasinvolymen som uppnås om underliggande material har 30 % porositet. Djupet på det underliggande materialet har anpassats efter vilka magasinvolymen som behövs för att uppnå behovet av fördröjningsvolym.

Tabell 9. Magasinsbehov samt förslag på area och djup för ytor med genomsläpplig beläggning

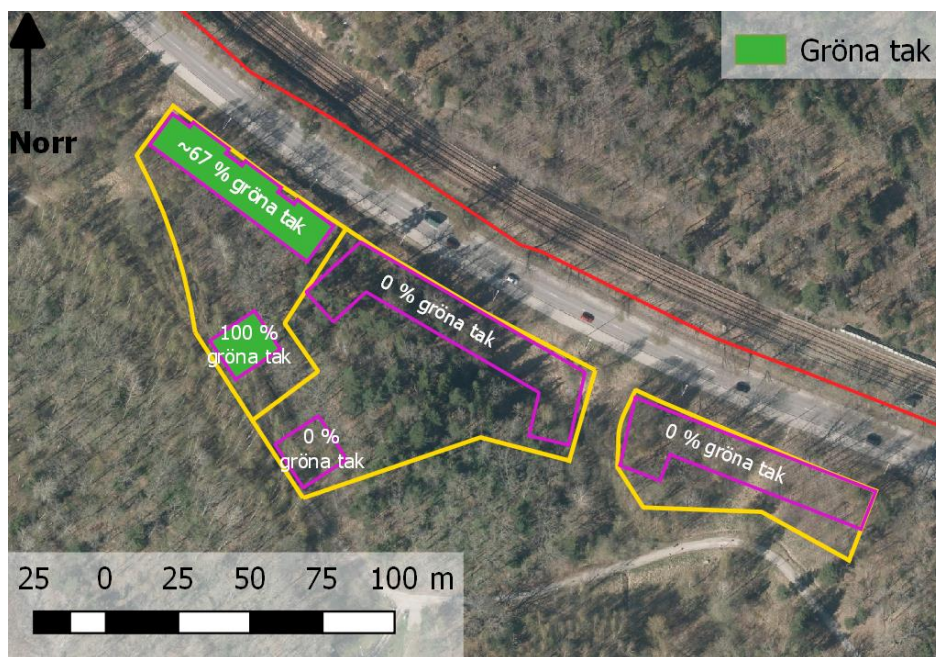
Fastighet	Porositet [-]	Area* [m ²]	Djup [m]	Magasinsvolym [m ³]	Anmärkning
Folkhem	0,3	180	0,2	10,8	Körytor
Primula 3a	0,3	390	0,3	35,1	Uteplatser
Primula 3b-c	0,3	300	0,45	40,5	Uteplatser

*Areorna ses utritade i Figur 7

För Primulas två fastigheter där uteplatserna ovan bjälklag föreslås bli genomsläppliga är det viktigt att räkna på bärigheten för att se till att bjälklaget klarar av den vikt som åtgärdsförslagen medför.

5.3 Gröna tak

Tak är vanligtvis ytor där mycket nederbörd samlas och som sedan måste tas omhand. En metod att minska avrinningen från taken och samtidigt öka den biologiska mångfalden med flera gröna ytor i staden är att anlägga grönytor på taken. Beroende på lutning och uppbyggnad av de gröna taken kan olika mängder regn fördröjas. Primula planerar inte för gröna tak på någon av sina hus medan Folkhem planerar att ungefär två tredjedelar av taket på hus 4a och hela taket på hus 4b ska vara gröna (Figur 8).



Figur 8. De byggnader som planeras uppföras med gröna tak.

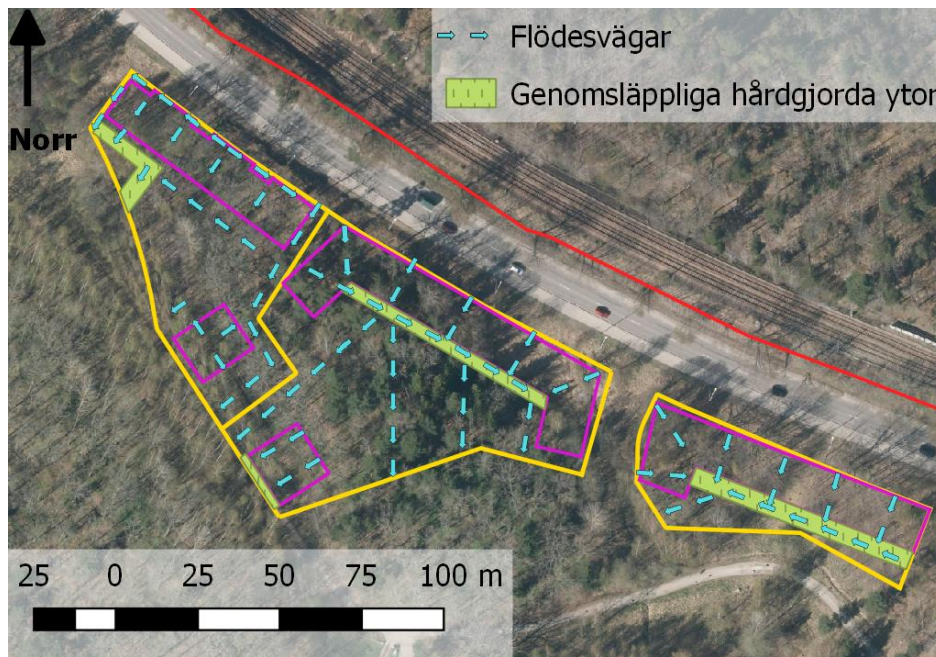
Beräkningar för hur stor magasinvolym har gjorts för sedumtak som kan magasinera 5 millimeter nederbörd. På Folkhems hus har den planerade andelen gröna tak använts i beräkningarna. Eftersom inga gröna tak planeras på Primulas hus har endast hypotetiska beräkningar gjorts som visar hur mycket vatten som skulle kunna magasineras om alla eller hälften av alla takytor anläggs som gröna tak. På Folkhems gröna tak kan 5 m³ magasineras medan mellan 3,75 och 10 m³ kan magasineras om Primula anlägger gröna tak (Tabell 10).

Tabell 10. Magasinsvolym som kan uppnås på gröna tak

Fastighet	Total takarea [m ²]	Area gröna tak [m ²]	Fördröjning [mm]	Magasinsvolym [m ³]
Folkhem	1 300	1 000	5	5
Primula 3a	1 500	1 500	5	7,5
Primula 3a	1 500	750	5	3,75
Primula 3b-c	2 000	2 000	5	10
Primula 3b-c	2 000	1 000	5	5

6 Flödesvägar

Vatten från tak och övriga ytor bör ledas ner i LOD-åtgärderna innan vattnet leds ut från fastigheten (Figur 9). Vid extrema regn kommer LOD-åtgärder att brädda och vatten avrinna på ytorna. Det är därför viktigt att höjdsättningen görs så att vattnet kan rinna ut mot sjön Magelungen utan att riskera skador på byggnader. För att inte stora mängder vatten ska rinna ytligt på taken och riva loss växtligheten är det viktigt att vattnet samlas upp i sektioner om cirka 10 m.



Figur 9. Flödesvägar från taken och övrig mark så att de leds via föreslagna LOD-åtgärder.

7 Effekter av åtgärdsförslag

7.1 Flöden i framtiden med LOD

En fördröjning av 20 mm är tillräckligt för att omhänderta ca 90 % av den totala årsvolymen regn¹⁶ samt förskjuta flödestoppen med 15 minuter och minska intensiteten från 290 l/s till 165 l/s¹⁷ vid ett 20-årsregn. Med klimatfaktor blir förskjutningen 10 minuter och intensiteten minskar från 360 l/s till 190 l/s¹⁷ vid ett 20-årsregn. Dimensionerande flöden med LOD har beräknats utefter detta, med Formel 1. Den framtida markanvändningen med LOD som använts i beräkningarna ses i Tabell 7. Trots åtgärdsförslagen innebär exploateringen att flödena ökar jämfört med dagens flöden (Tabell 11), vilket är att vänta eftersom marken idag är oexploaterad. Att avrinningen efter exploatering med en klimatfaktor 1,25 ökar med mer än 25 % beror på att fördröjningsanläggningar bräddar tidigare vid ett intensivare regn.

¹⁶ DHI (2015). *PM Kompletterande regnstatistik för Stockholm*.

¹⁷ Stockholm stad, 2017. *Bilaga med typexempel för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden*. Version 1.1.

Tabell 11. Dimensionerande flöden efter exploatering

Område	Q ₂₀ [l/s]	Q ₂₀ inkl. kf [l/s]
Folkhem		
Före exploatering	11,2	14,0
Efter exploatering, utan LOD	54,2	67,7
Efter exploatering, med LOD	31,0	44,8
Primula 3a		
Före exploatering	8,0	10,0
Efter exploatering, utan LOD	52,5	65,6
Efter exploatering, med LOD	30,0	43,4
Primula 3b-c		
Före exploatering	17,5	21,9
Efter exploatering, utan LOD	81,4	101,8
Efter exploatering, med LOD	46,6	67,4

7.2 Fördröjningsvolym

På de tre föreslagna fastigheterna föreslås en kombination av träd i skelettjord, genomsläppliga hårdgjorda ytor samt gröna tak för att rena och fördröja dagvattnet. Den sammanlagda fördröjningsvolymen av de föreslagna åtgärdsförslagen uppgår till ungefär 40 m³ för Folkhem, 38 m³ för Primula 3a och 59 m³ för Primula 3b-c (Tabell 12). Med dessa fördröjningsvolymerna uppnås hela magasinsbehovet för att kunna fördröja 20 mm inom fastigheterna.

Tabell 12. Sammanfattning över åtgärdsförslagens ytbehov samt erforderliga fördröjningsvolym

Åtgärdsförslag	Ytbehov [m ²]	Magasinsvolym [m ³]	Magasinsbehov [m ³]
Folkhem			
Träd i skelettjord	80	24	
Genomsläpplig beläggning	180	10,8	
Gröna tak	1 000	5	
Totalt Folkhem	1 260	39,8	39,8
Primula 3a			
Träd i skelettjord	10	3	
Genomsläpplig beläggning	390	35,1	
Gröna tak	0 - 1 500	0 (7,5*)	
Totalt Primula 3a	400 - 1 900	38,1	35,0
Primula 3b-c			
Träd i skelettjord	60	18	
Genomsläpplig beläggning	300	40,5	
Gröna tak	0 - 1 100	0 (10*)	
Totalt Primula 3b-c	360 - 1 460	58,5	56,8

*Gröna tak planeras ej på Primulas fastigheter, därför behövs dessa volymer ej för att uppnå magasinsbehovet

7.3 Föroreningsbelastning

Föroreningsbelastningen från fastigheten har modellerats med StormTac Web v18.1.1 i tre scenarion:

A1: Områdets belastningar innan planerad exploatering

A2: Områdets belastningar efter planerad exploatering utan LOD

A3: Områdets belastningar efter planerad exploatering med LOD (inkl. gröna tak enligt Figur 8)

Resultatrapporterna från StormTac Webb finns i bilaga 1-3.

7.3.1 Folkhem

Med föreslagna åtgärder för att klara 20 mm kravet uppnås mellan 47 %–85 % rening av de vanligaste dagvattenföroreningarna. Jämfört med belastningen innan exploateringen kommer mängderna av alla parametrar förutom bly och olja att öka (Tabell 13). För att inte riskera att försämra Magelungens ekologiska eller kemiska status bör inte föroreningsbelastningen till sjön öka jämfört med dagens värden. Utifrån föreslagna åtgärder kommer vissa föroreningar öka något. Förutom kvicksilver och fosfor är Magelungens status tillräckligt god för att inte bli sämre av ökningarna. Fosfor ökar med ungefär 46 g/år och kvicksilver ökar med cirka 2 mg/år (Tabell 13). Dessa mängder är förhållandevis marginella i sammanhanget.

Tabell 13. Föroreningsbelastning före och efter exploatering, angivet i [g/år]

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	6,8	110	0,92	1,8	4,4	0,031	0,56	0,87	0,0022	4400	36	0,014	0,0014
Efter exploatering utan LOD	100	1600	3,4	11	33	0,71	3,9	4,1	0,0094	28000	63	0,64	0,011
Efter exploatering med LOD	53	770	0,81	3,6	6	0,11	0,93	0,99	0,0044	6300	9,4	0,19	0,0019
Rening i LOD	47%	52%	76%	67%	82%	85%	76%	76%	52%	78%	85%	70%	83%

Föroreningshalterna från fastigheten väntas minska efter exploateringen för de vanligaste dagvattenföroreningarna förutom fosfor, kväve, kadmium och PAH₁₆ (Tabell 14). Fosforhalten efter rening uppskattas till 54 µg/l (Tabell 14), vilket överstiger maxhalten 43 µg/l som krävs utifrån recipientens förbättringsbehov¹⁸. Den beräknade reningsgraden av fosfor är 47 % enligt beräkningarna i StormTac (Tabell 13). Reningsgraden har dock en relativt stor felmarginal, den exakta siffran är bara en uppskattning. Enligt Stockholm Vatten och Avfalls reningstabell för olika LOD-åtgärder¹⁹ är reningseffekten för fosfor 55 % i skelettjord och 65 % för genomsläpplig beläggning. Det är därmed möjligt att reningsgraden är högre än vad som erhållits i StormTac. I dagvattenutredningen för allmän platsmark²⁰ föreslås dessutom att dagvatten ska ledas via svackdiken istället för ledningar, vilket medför ytterligare rening innan vattnet från fastigheten når recipienten. I dagvattenutredningen för allmän platsmark beräknas fosforutsläpp på 33 µg/l för hela området med LOD. Utifrån dessa resonemang anses det troligt att fosforhalten i dagvattnet kommer understiga maxhalten på 43 µg/l när vattnet väl når recipienten. Fosforbelastningen från Folkhems planerade fastighet är högre än för Primulas planerade

¹⁸ Uppgift från Mårten Pehrsson, Miljöutredare Stockholms stad.

¹⁹ Stockholm Vatten och Avfall (2016). *Reningstabell*. Version 2016-11-18.

²⁰ Structor (2018). *Dagvatten Magelungens strand, allmän platsmark*. Utkast.

fastigheter (Tabell 16 och Tabell 18), vilket beror på att Primula inte planerar att ha gröna tak. Den högre fosforhalten för Folkhem kan förebyggas genom att inte gödsla de gröna taken.

Tabell 14. Föroreningshalter före och efter exploatering, angivna i [µg/l]

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	18	290	2,4	4,8	12	0,082	1,5	2,3	0,0058	11000	94	0,037	0,0037
Efter exploatering utan LOD	79	1200	2,6	8,1	25	0,54	2,9	3,1	0,0071	22000	48	0,49	0,0085
Efter exploatering med LOD	54	780	0,83	3,7	6,2	0,11	0,95	1	0,0045	6500	9,6	0,19	0,0019

7.3.2 Primula 3a

Med föreslagna åtgärder för att klara 20 mm kravet beräknas mellan 49–85 % rening av de vanligaste dagvattenföroreningarna uppnås. Jämfört med belastningen innan exploateringen kommer mängderna av alla parametrar förutom olja att öka (Tabell 15). För att inte riskera att försämra Magelungens ekologiska eller kemiska status bör inte föroreningsbelastningen till sjön öka jämfört med dagens värden. Utifrån föreslagna åtgärder beräknas dock vissa föroreningar öka något. Förutom kvicksilver och fosfor är Magelungens status tillräckligt god för att inte bli sämre av ökningarna. Fosfor ökar med ungefär 43 g/år och kvicksilver ökar med cirka 3 mg/år (Tabell 15). Dessa mängder är förhållandevis marginella i sammanhanget.

Tabell 15. Föroreningsbelastning före och efter exploatering, angivet i [g/år]

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	4,9	79	0,66	1,3	3,2	0,023	0,4	0,63	0,0016	3100	26	0,01	0,001
Efter exploatering utan LOD	94	1500	3	9,9	32	0,69	3,8	4,1	0,009	25000	53	0,67	0,011
Efter exploatering med LOD	48	710	1,1	3,9	8,4	0,24	1,4	1,6	0,0045	8100	8	0,17	0,0027
Rening i LOD	49%	53%	63%	61%	74%	65%	63%	61%	50%	68%	85%	75%	75%

Halterna för de vanligaste dagvattenföroreningarna väntas minska efter exploateringen, förutom fosfor, kväve och PAH₁₆ (Tabell 16). Den beräknade fosforhalten efter rening uppskattas till 40 µg/l (Tabell 16), vilket är under maxhalten 43 µg/l som krävs utifrån recipientens förbättringsbehov.

Tabell 16. Föroreningshalter före och efter exploatering, angivna i [µg/l]

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	18	290	2,4	4,8	12	0,082	1,5	2,3	0,0058	11000	94	0,037	0,0037
Efter exploatering utan LOD	78	1300	2,5	8,3	27	0,58	3,2	3,4	0,0075	21000	44	0,56	0,0089
Efter exploatering med LOD	40	590	0,91	3,3	7	0,2	1,2	1,4	0,0038	6800	6,7	0,14	0,0022

7.3.3 Primula 3b-c

Med föreslagna åtgärder för att klara 20 mm-kravet beräknas mellan 49 %–86 % rening av de vanligaste dagvattenföroreningarna uppnås. Jämfört med belastningen innan exploateringen kommer mängderna av alla parametrar förutom olja att öka (Tabell 17). För att inte riskera att försämra Magelungens ekologiska eller kemiska status bör inte

föroreningsbelastningen till sjön öka jämfört med dagens värden. Utifrån föreslagna åtgärder kommer vissa föroreningar öka något. Förutom kvicksilver och fosfor är Magelungens status tillräckligt god för att inte bli sämre av ökningarna. Fosfor beräknas öka med ungefär 66 g/år och kvicksilver beräknas öka med cirka 5 mg/år (Tabell 17). Dessa mängder är förhållandevis marginella i sammanhanget.

Tabell 17. Föroreningsbelastning före och efter exploatering, angivet i [g/år]

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	11	170	1,4	2,9	6,9	0,05	0,88	1,4	0,0035	6800	57	0,022	0,0022
Efter exploatering utan LOD	150	2500	5,1	16	50	0,98	5,5	5,8	0,017	41000	120	1	0,017
Efter exploatering med LOD	77	1200	1,8	6,5	13	0,34	2,1	2,4	0,0083	13000	17	0,26	0,0042
Rening i LOD	49%	52%	65%	59%	74%	65%	62%	59%	51%	68%	86%	74%	75%

Halterna för de vanligaste dagvattenföroreningarna väntas minska efter exploateringen, förutom fosfor, kväve, kadmium och PAH₁₆ (Tabell 18). Fosforhalten efter rening uppskattas till 39 µg/l (Tabell 18), vilket är under maxhalten 43 µg/l som krävs utifrån recipientens förbättringsbehov.

Tabell 18. Föroreningshalter före och efter exploatering, angivna i [µg/l]

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	18	290	2,4	4,8	12	0,082	1,5	2,3	0,0058	11000	94	0,037	0,0037
Efter exploatering utan LOD	77	1300	2,6	8,4	25	0,5	2,8	2,9	0,0084	21000	59	0,53	0,0084
Efter exploatering med LOD	39	590	0,93	3,3	6,7	0,17	1,1	1,2	0,0042	6800	8,8	0,13	0,0021

8 Slutsatser

Dagvattenhanteringen på Folkhem och Primulas och fastigheter på Magelungens strand kan utformas så att 20 mm nederbörd kan fördröjas och renas. Att delar av den befintliga naturmarken ska sparas bidrar till större utjämningskapacitet.

Höjdsättningen av marken inom de föreslagna fastigheterna måste säkerställa nödvändiga framlut från byggnader och säkerställa att vatten i extremfall kan avrinna på markytan.

Folkhem

De föreslagna LOD-åtgärderna på Folkhems föreslagna fastighet är träd i skelettjord, genomsläppliga hårdgjorda ytor samt gröna sedumtak.

Det dimensionerade flödet vid ett 20-årsregn efter exploatering beräknas till 67,7 l/s inklusive klimatfaktor. Genom fördröjning av flödet via LOD uppskattas det dimensionerande flödet från fastigheten istället till 44,8 l/s.

Föroreningsbelastningen från den föreslagna fastigheten väntas öka något för vissa parametrar och sjunka för andra. Fosforhalten från fastigheten ligger över maxhalten som krävs utifrån recipientens förbättringsbehov. Detta anses dock inte vara ett problem då beräkningsmodellen underskattar fosforeringen i LOD-anläggningarna samt att ytterligare rening sker på allmän platsmark innan vattnet når recipient. Av dessa

anledningar tros inte fosforhalten överstiga maxhalten när dagvattnet väl när recipienten. Genom att inte gödsla de gröna taken blir också fosforhalten lägre.

Primula 3a

De föreslagna LOD-åtgärderna på Primulas föreslagna fastighet med hus 3a är sedumtak, träd i skelettjord samt genomsläppliga hårdgjorda ytor.

Det dimensionerade flödet vid ett 20-årsregn efter exploatering beräknas till 65,6 l/s inklusive klimatfaktor. Genom fördröjning av flödet via LOD uppskattas det dimensionerande flödet från fastigheten istället till 43,4 l/s.

Föroreningsbelastningen från den föreslagna fastigheten väntas öka något för vissa parametrar och sjunka för andra. Den beräknade fosforhalten är under maxhalten som krävs utifrån recipientens förbättringsbehov.

Primula 3b-c

De föreslagna LOD-åtgärderna på Primulas föreslagna fastighet med hus 3b och 3c är sedumtak, träd i skelettjord samt genomsläppliga hårdgjorda ytor.

Det dimensionerade flödet vid ett 20-årsregn efter exploatering beräknas till 101,8 l/s inklusive klimatfaktor. Genom fördröjning av flödet via LOD uppskattas det dimensionerande flödet från fastigheten istället till 67,4 l/s.

Föroreningsbelastningen från den föreslagna fastigheten väntas öka något för vissa parametrar och sjunka för andra. Den beräknade fosforhalten är under maxhalten som krävs utifrån recipientens förbättringsbehov.

Bilaga 1. Resultatrapport StormTac, Folkhem

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A1	A2	A3	Tot
Skogsmark*	0.050	0.050	0.39	0	0	0.39
Blandat grönområde	0.10	0.10	0	0.20	0.20	0.40
Marksten med fogar	0.68	0.68	0	0.045	0.043	0.088
Takyta	0.90	0.90	0	0.15	0.050	0.20
Grönt tak	0.31	0.60	0	0	0.10	0.10
Totalt	0.28	0.31	0.39	0.40	0.39	1.2
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.020	0.19	0.12	0.33
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.020	0.19	0.15	0.36

*Naturmarken har klassats som skogsmark i StormTac då denna markanvändning anses mest lik

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A1	A2	A3
Klimatfaktor	f_c	1.00	1.00	1.00
Rinnsträcka	m	700	700	700
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	12	12	12

1.2 Utdata

Flöden

		A1	A2	A3	Tot
Tot. avrinning, årsmedel	m ³ /år	380	1300	980	2700
Tot. avrinning, årsmedel	l/s	0.012	0.042	0.031	
Medelavrinning	l/s	0.059	0.56	0.47	
Dim. flöde	l/s	3.2	31	26	

Dim. flöde total **56 l/s** vid Dim. regnvaraktighet **10 min**

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	0.0068	0.11	0.00092	0.0018	0.0044	0.000031	0.00056	0.00087	0.0000022	4.4	0.036	0.000014	0.0000014
A2	0.10	1.6	0.0034	0.011	0.033	0.00071	0.0039	0.0041	0.0000094	28	0.063	0.00064	0.000011

Dagvattenutredning Magelungen, Farsta.

WRS AB. Upprättad 2018-04-20, uppdaterad 2018-09-19

A3	0.11	1.7	0.0022	0.0094	0.022	0.00029	0.0023	0.0023	0.0000089	19	0.063	0.00075	0.0000076
	0.22	3.5	0.0065	0.022	0.060	0.0010	0.0067	0.0073	0.000021	51	0.16	0.0014	0.000020

Områdets acceptabla belastning och reningsbehov (kg/år)

A1	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A3	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.19	3.0	0.0055	0.019	0.051	0.00088	0.0057	0.0062	0.000018	44	0.14	0.0012	0.000017

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	18	290	2.4	4.8	12	0.082	1.5	2.3	0.0058	11000	94	0.037	0.0037
A2	79	1200	2.6	8.1	25	0.54	2.9	3.1	0.0071	22000	48	0.49	0.0085
A3	110	1800	2.2	9.6	23	0.30	2.3	2.3	0.0091	19000	64	0.76	0.0078
	81	1300	2.4	8.2	22	0.39	2.5	2.7	0.0077	19000	60	0.52	0.0076
Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

3. Transport och flödesutjämning

3.1 Indata

	A1	A2	A3
Klimatfaktor	1.00	1.00	1.00

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Renings effekter (%)

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1													
A2													
A3	51	56	63	62	73	64	59	57	50	66	85	75	75

Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-------	-----

A1	0.0068	0.11	0.00092	0.0018	0.0044	0.000031	0.00056	0.00087	0.0000022	4.4	0.036	0.000014	0.0000014
A2	0.10	1.6	0.0034	0.011	0.033	0.00071	0.0039	0.0041	0.0000094	28	0.063	0.00064	0.000011
A3	0.053	0.77	0.00081	0.0036	0.0060	0.00011	0.00093	0.00099	0.0000044	6.3	0.0094	0.00019	0.0000019

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	18	290	2.4	4.8	12	0.082	1.5	2.3	0.0058	11000	94	0.037	0.0037
A2	79	1200	2.6	8.1	25	0.54	2.9	3.1	0.0071	22000	48	0.49	0.0085
A3	54	780	0.83	3.7	6.2	0.11	0.95	1.0	0.0045	6500	9.6	0.19	0.0019
Total	61	937	1.9	6.0	16	0.32	2.0	2.2	0.0060	14610	41	0.32	0.0054
Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

Bilaga 2. Resultatrapport StormTac, Primula 3a

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A1	A2	A3	Tot
Skogsmark*	0.050	0.050	0.28	0	0	0.28
Takyta	0.90	0.90	0	0.15	0.15	0.30
Blandat grönområde	0.10	0.10	0	0.080	0.080	0.16
Marksten med fogar	0.68	0.68	0	0.050	0.050	0.10
Totalt	0.44	0.44	0.28	0.28	0.28	0.84
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.014	0.18	0.18	0.37
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.014	0.18	0.18	0.37

*Naturmarken har klassats som skogsmark i StormTac då denna markanvändning anses mest lik

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A1	A2	A3
Klimatfaktor	f_c	1.00	1.00	1.00
Rinnsträcka	m	700	700	700
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	12	12	12

1.2 Utdata

Flöden

		A1	A2	A3	Tot
Tot. avrinning, årsmedel	m ³ /år	280	1200	1200	2700
Tot. avrinning, årsmedel	l/s	0.0087	0.038	0.038	
Medelavrinning	l/s	0.042	0.54	0.54	
Dim. flöde	l/s	2.3	29	29	

Dim. flöde total 57 l/s vid Dim. regnvaraktighet **10** min

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	0.0049	0.079	0.00066	0.0013	0.0032	0.000023	0.00040	0.00063	0.0000016	3.1	0.026	0.000010	0.0000010

A2	0.094	1.5	0.0030	0.0099	0.032	0.00069	0.0038	0.0041	0.0000090	25	0.053	0.00067	0.000011
A3	0.094	1.5	0.0030	0.0099	0.032	0.00069	0.0038	0.0041	0.0000090	25	0.053	0.00067	0.000011
	0.19	3.2	0.0066	0.021	0.067	0.0014	0.0079	0.0088	0.000020	53	0.13	0.0013	0.000022

Områdets acceptabla belastning och reningsbehov (kg/år)

A1	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A3	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.23	3.8	0.0078	0.025	0.079	0.0017	0.0095	0.010	0.000023	63	0.16	0.0016	0.000027

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	18	290	2.4	4.8	12	0.082	1.5	2.3	0.0058	11000	94	0.037	0.0037
A2	78	1300	2.5	8.3	27	0.58	3.2	3.4	0.0075	21000	44	0.56	0.0089
A3	78	1300	2.5	8.3	27	0.58	3.2	3.4	0.0075	21000	44	0.56	0.0089
	72	1200	2.5	7.9	25	0.53	3.0	3.3	0.0073	20000	50	0.50	0.0084
Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

3. Transport och flödesutjämning

3.1 Indata

	A1	A2	A3
Klimatfaktor	1.00	1.00	1.00

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Renings effekter (%)

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1													
A2													
A3	49	54	63	60	74	66	63	60	50	67	85	75	75

Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	S S	Oil	PAH16	BaP
A1	0.0049	0.079	0.00066	0.0013	0.0032	0.000023	0.00040	0.00063	0.0000016	3.1	0.026	0.000010	0.0000010
A2	0.094	1.5	0.0030	0.0099	0.032	0.00069	0.0038	0.0041	0.0000090	25	0.053	0.00067	0.000011
A3	0.048	0.71	0.0011	0.0039	0.0084	0.00024	0.0014	0.0016	0.0000045	8.1	0.0080	0.00017	0.0000027

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	18	290	2.4	4.8	12	0.082	1.5	2.3	0.0058	11000	94	0.037	0.0037
A2	78	1300	2.5	8.3	27	0.58	3.2	3.4	0.0075	21000	44	0.56	0.0089
A3	40	590	0.91	3.3	7.0	0.20	1.2	1.4	0.0038	6800	6.7	0.14	0.0022
Total	55	875	1.8	5.7	16	0.36	2.1	2.4	0.0057	13541	33	0.32	0.0054
Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

Bilaga 3. Resultatrapport StormTac, Primula 3b-c

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A1	A2	A3	Tot
Skogsmark*	0.050	0.050	0.61	0	0	0.61
Marksten med fogar	0.68	0.68	0	0.090	0.090	0.18
Blandat grönområde	0.10	0.10	0	0.32	0.32	0.64
Takyta	0.90	0.90	0	0.20	0.20	0.40
Totalt	0.32	0.32	0.61	0.61	0.61	1.8
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.031	0.27	0.27	0.58
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.031	0.27	0.27	0.58

*Naturmarken har klassats som skogsmark i StormTac då denna markanvändning anses mest lik

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A1	A2	A3
Klimatfaktor	f_c	1.00	1.00	1.00
Rinnsträcka	m	700	700	700
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	12	12	12

1.2 Utdata

Flöden

		A1	A2	A3	Tot
Tot. avrinning, årsmedel	m ³ /år	600	2000	2000	4500
Tot. avrinning, årsmedel	l/s	0.019	0.062	0.062	
Medelavrinning	l/s	0.092	0.83	0.83	
Dim. flöde	l/s	5.1	45	45	

Dim. flöde total **90 l/s** vid Dim. regnvaraktighet **10 min**

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	0.011	0.17	0.0014	0.0029	0.0069	0.000049	0.00088	0.0014	0.0000035	6.8	0.057	0.000022	0.0000022
A2	0.15	2.5	0.0051	0.016	0.050	0.00098	0.0055	0.0058	0.000017	41	0.12	0.0010	0.000017
A3	0.15	2.5	0.0051	0.016	0.050	0.00098	0.0055	0.0058	0.000017	41	0.12	0.0010	0.000017

Dagvattenutredning Magelungen, Farsta.

WRS AB. Upprättad 2018-04-20, uppdaterad 2018-09-19

	0.31	5.2	0.012	0.036	0.11	0.0020	0.012	0.013	0.000037	89	0.29	0.0021	0.000035
--	------	-----	-------	-------	------	--------	-------	-------	----------	----	------	--------	----------

Områdets acceptabla belastning och reningsbehov (kg/år)

A1	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Områdets reningsbehov	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
A3	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Områdets reningsbehov	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.17	2.8	0.0063	0.020	0.058	0.0011	0.0065	0.0070	0.000020	49	0.16	0.0012	0.000019

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningshalter (ug/l). Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridelse av riktvärde

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	18	290	2.4	4.8	12	0.082	1.5	2.3	0.0058	11000	94	0.037	0.0037
A2	77	1300	2.6	8.4	25	0.50	2.8	2.9	0.0084	21000	59	0.53	0.0084
A3	77	1300	2.6	8.4	25	0.50	2.8	2.9	0.0084	21000	59	0.53	0.0084
	69	1100	2.5	7.9	23	0.44	2.6	2.8	0.0081	20000	63	0.47	0.0078
Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

3. Transport och flödesutjämning

3.1 Indata

	A1	A2	A3
Klimatfaktor	1.00	1.00	1.00

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Renings effekter (%)

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1													
A2													
A3	49	54	64	60	73	65	61	59	50	68	85	75	75

Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	0.011	0.17	0.0014	0.0029	0.0069	0.000049	0.00088	0.0014	0.0000035	6.8	0.057	0.000022	0.0000022
A2	0.15	2.5	0.0051	0.016	0.050	0.00098	0.0055	0.0058	0.000017	41	0.12	0.0010	0.000017
A3	0.077	1.2	0.0018	0.0065	0.013	0.00034	0.0021	0.0024	0.0000083	13	0.017	0.00026	0.0000042

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	18	290	2.4	4.8	12	0.082	1.5	2.3	0.0058	11000	94	0.037	0.0037
A2	77	1300	2.6	8.4	25	0.50	2.8	2.9	0.0084	21000	59	0.53	0.0084
A3	39	590	0.93	3.3	6.7	0.17	1.1	1.2	0.0042	6800	8.8	0.13	0.0021
Total	53	846	1.8	5.7	15	0.30	1.9	2.1	0.0062	13504	42	0.29	0.0051
Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030