

Dagvattenutredning Magelungens strand, Farsta

Byggnadsfirman Erik Wallin AB



RAPPORT nr 2018-1257

Författare: Linus Halvarsson, Victoria Erikson Russo, och Dimitry
van der Nat WRS AB

Granskad av: Sofia Åkerman, WRS

Färdig handling 2018-04-25

Reviderad 2018-06-29

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning	4
1.1 Utförande	4
2 Förutsättningar	5
2.1 Planområdet i nuläget	5
2.2 Topografi, geologi och hydrologi	5
2.3 Avrinning av yt- och dagvatten	7
2.4 Recipient	7
2.5 Risk för översvämning/skyfallsanalys	8
2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering	9
2.7 Planerad bebyggelse	10
3 Flöden i nuläget och i framtiden	12
4 Behov av fördröjningsvolym	13
5 Åtgärdsförslag	13
5.1 Gröna tak (sedum)	14
5.2 Växtbäddar	14
5.3 Genomsläppliga hårdgjorda ytor	16
5.4 Flödesvägar	16
5.5 Hantering av extrema regn	17
6 Effekter av åtgärdsförslag	17
6.1 Dimensionerande flöden	17
6.2 Fördröjningsvolym	18
6.3 Föroreningsbelastning	18
7 Slutsatser	20
Bilagor	21
A. Beräkningar växtbäddar	21
B. Resultatrapport StormTac webb	22

Sammanfattning

Byggnadsfirman Erik Wallin AB planerar att uppföra två byggnader vid Magelungens strand inom en ny detaljplan. För att säkerställa att dagvattnet från fastigheten 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 av nederbörd vid ett 2-årsregn.

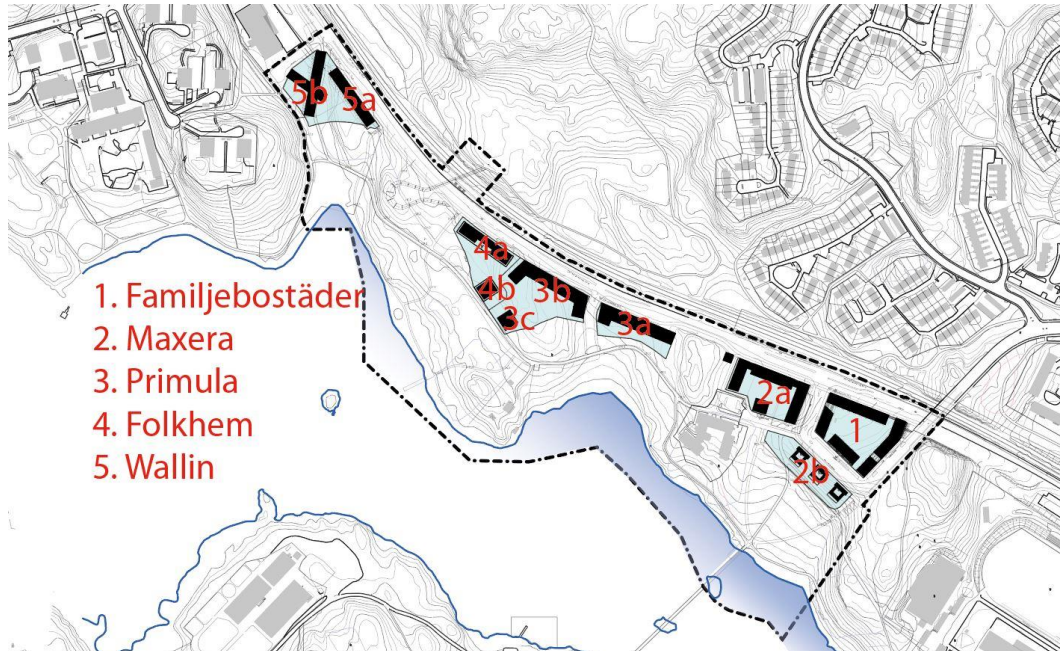
Fördröjningskravet föreslås lösas med gröna sedumtak och med växtbäddar som tar emot vatten från tak och övriga hårdgjorda ytor.

Med dessa lösningar renas dagvattnet med mellan 45–90 % från de vanligaste dagvattenföroreningarna. Vissa ämnen, bland annat fosfor, kommer att öka efter exploateringen. Utsläppshalterna av fosfor minskar dock och beräknas motsvara det gränsvärde på 43 µg/l som arbetats fram i arbetet med den lokala åtgärdsplanen för Magelungen.

Det är viktigt att höjdsättningen utförs så att vattnet leds bort från fasader och så att vatten vid extrema flöden kan rinna förbi byggnaderna ut mot Magelungen.

1 Inledning

I ett område nära Magelungens strand mellan Farsta och Fagersjö i södra Stockholm planeras det för ett nytt bostadsområde. Flera byggherrar planerar att uppföra bostadshus i området. På område 5 vill Byggnadsfirman Erik Wallin AB bygga två flerbostadshus där även en förskola ingår (Figur 1). För allmän platsmark inom planområdet har Structor tagit fram en dagvattenutredning.



Figur 1. Detaljplaneområdet och fastighetsgränser. Byggnadsfirman Erik Wallin AB:s fastighet är den närmast Fagersjö. Figuren är hämtad från mailkonversation med Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad.

WRS har på uppdrag av Byggnadsfirman Erik Wallin genomfört en dagvattenutredning som ska fungera som underlag för det pågående detaljplanearbetet i området.

Syfte med dagvattenutredningen är att:

- 1) Beräkna dimensionerande flöden och utjämningsbehov för fastigheten som ingår i planområdet, samt vilken effekt som förändringarna inom planområdet får på föroreningsbelastningen från området.
- 2) Redovisa förslag på hantering av dagvatten så att de uppställda kraven för dagvattenhantering i området nås.

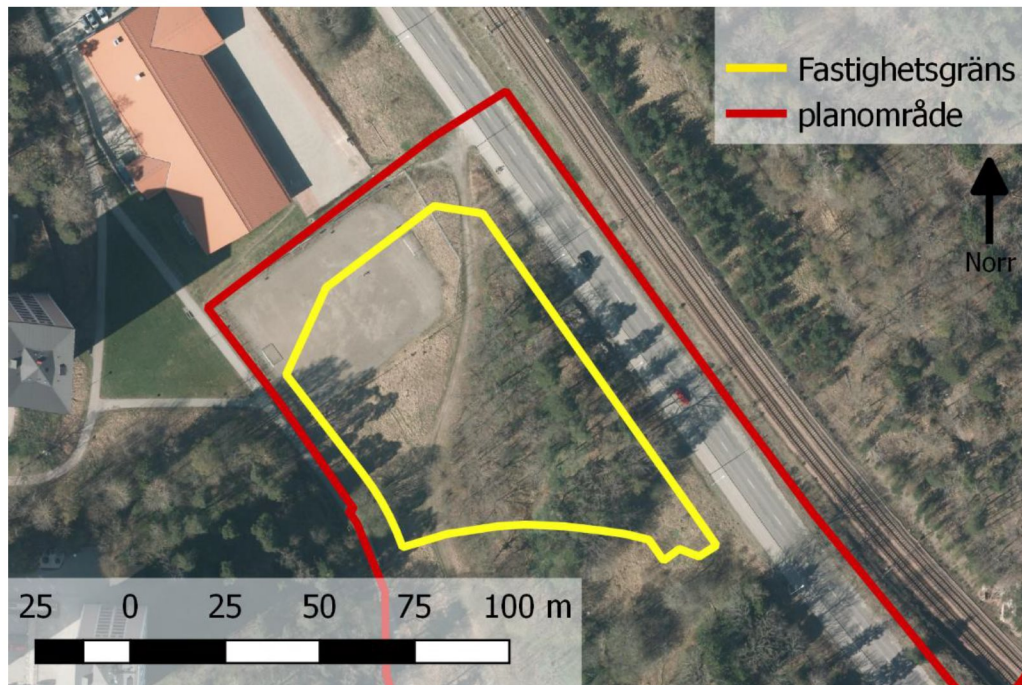
1.1 Utförande

Rapporten har handlagts av Linus Halvarsson och Victoria Erikson Russo, WRS. Dimitry van der Nat, WRS, har varit projektledare och Sofia Åkerman, WRS har granskat rapporten. 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

Den föreslagna fastigheten motsvarar cirka 0,6 hektar och består idag av naturmark och en grusplan (Figur 2). Barackbostäder med temporärt bygglov är placerade på grusplanen sedan något år tillbaka.

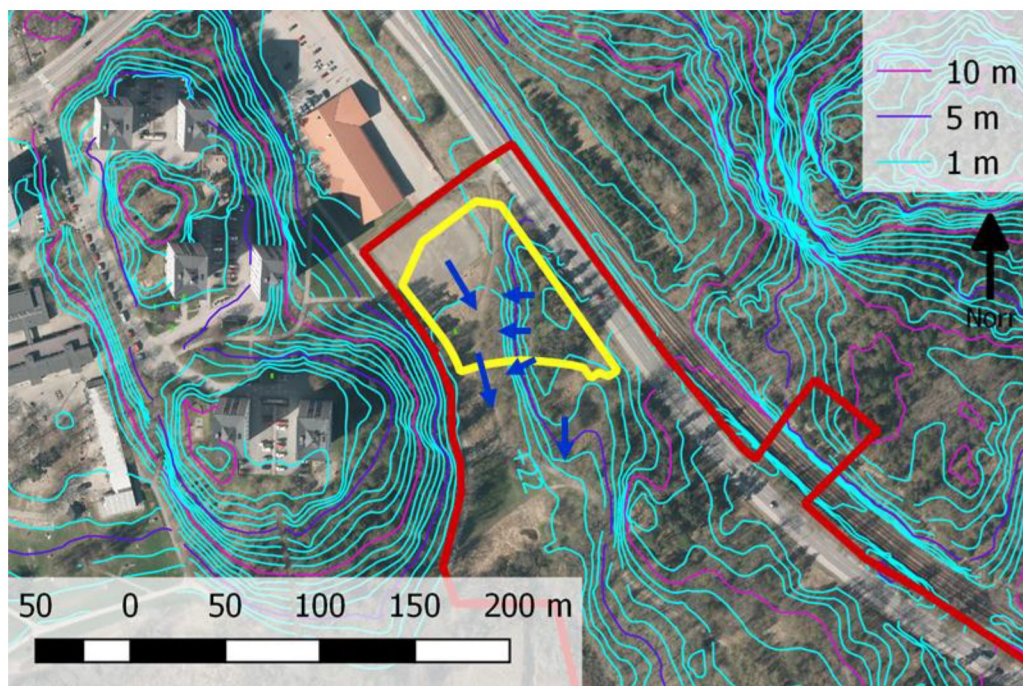


Figur 2. Fastighetsgränsens föreslagna läge och en del av plangränsen. Det föreslagna området för fastigheten omfattar en grusplan där det idag står tillfälliga bostäder och park/naturmark.

2.2 Topografi, geologi och hydrologi

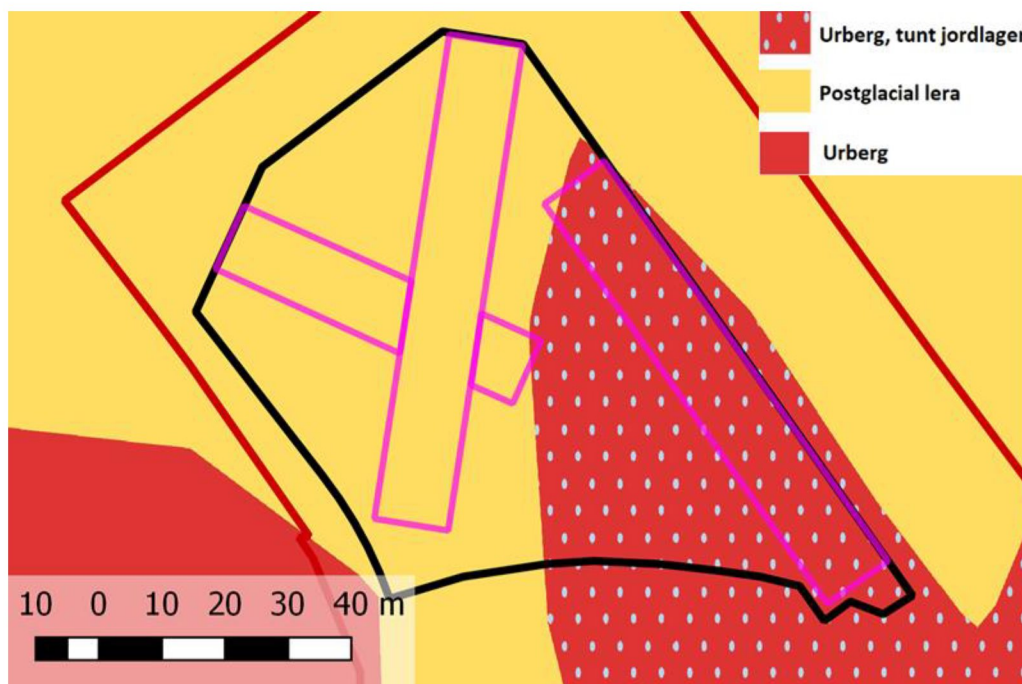
Den föreslagna fastigheten ligger i en dalgång som sträcker sig ut mot Magelungen (Figur 3). Ungefär halva fastigheten ligger idag under rekommenderade lägsta grundläggningsnivån på +23,2 (RH2000) för Magelungen. Grundläggningsnivå är den lägsta punkten på en byggnads grund. Om byggnadens bottenplatta når under nivån ska åtgärder vidtas så att byggnaden inte skadas vid översvämning¹.

¹ Fakta 2016:xx, Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län, Länsstyrelsen Stockholm



Figur 3. Topografin kring den föreslagna fastigheten. Den lägsta nivålinjen på fastigheten ligger på +22 m. Vid yttligt flöde av vatten från ett extremt regn finns risk att ett flöde går genom dalen över fastigheten. Pilarna i figuren visar vattnets flödesvägar på den föreslagna fastigheten.

Den föreslagna fastigheten ligger dels på urberget med ett tunt jordlager och dels på en lerbotten (Figur 4). 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, dels då lera har en låg infiltrations kapacitet och dels för att området är ett så kallat utströmningsområde där vatten från höjderna intill pressas fram.



Figur 4. SGU:s markartering. Den föreslagna fastigheten ligger på lera och urberg.

2.3 Avrinning av yt- och dagvatten

Idag infiltreras dagvattnet i markens tunna jordlagren eller rinner på ytan till recipienten. Då marken till största del består av vegetation tas mycket vatten upp av växterna och avdunstar under växtsäsongen. Den avrinning som sker följer pilarna i Figur 3.

Ett kulverterat dagvattenstråk med en 1 000 mm trumma går genom området och ligger längs den föreslagna fastighetens västra gräns. Trumman avvattnar ett större avrinningsområde till viken strax söder om fastighetsgränsen. Det kuverterade dagvattenstråket planeras att flyttas.

2.4 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 Länsstyrelsen² ”otillfredsställande” ekologisk status på grund av dålig konnektivitet (möjligheten till fria passager och spridning genom vattendraget), morfologiska förändringar (fysisk påverkan av vattendraget) och övergödning (för stora mängder näringsämnen i vattendraget). 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 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 Länsstyrelsen³. 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 ibland 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 vatten⁴.

Exploatering av området Magelungen kommer varken försämra sjöns konnektivitet eller morfologi. Eftersom de förhöjda halterna av kvicksilver och PBDE främst beror av

² VISS, 2018. *Magelungen SE657041-163174*.

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

³ VISS, 2018. *Magelungen SE657041-163174*.

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

⁴ Uppgift från Mårten Pehrsson, Miljöutredare Stockholms stad.

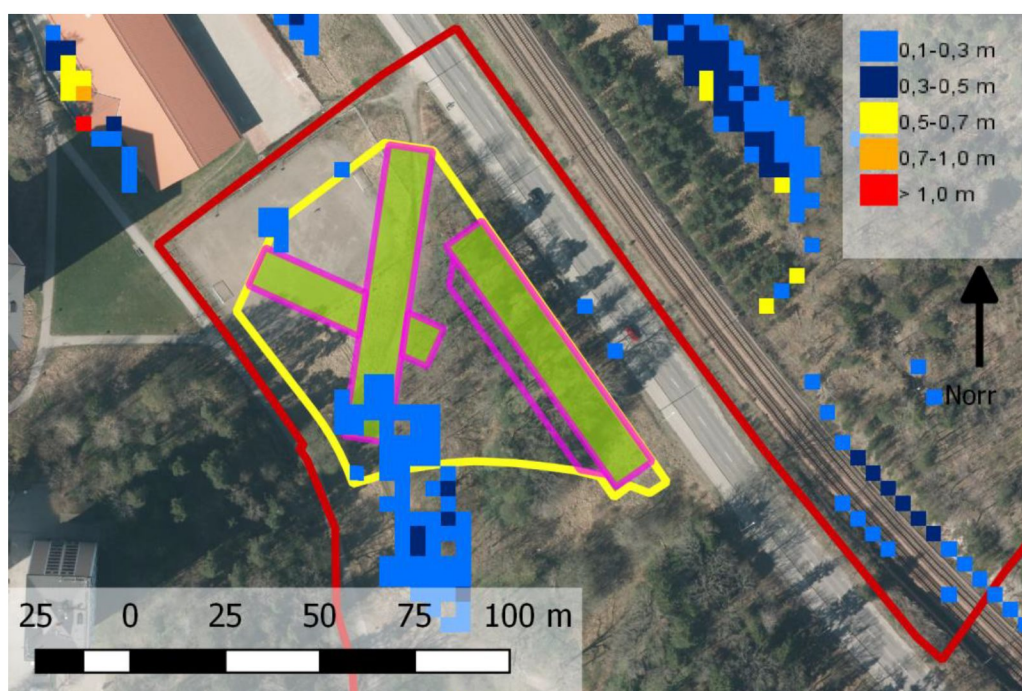
luftnedfall från globala atmosfäriska utsläpp tros inte dessa halter öka efter exploatering. Då PFOS främst sprids från gamla släckplatser bidrar en exploatering av området inte till någon ändring för recipientens PFOS-belastning. Därmed bidrar planförslaget varken till försämrad status eller ökad risk för att kvalitetskraven inte nås med avseende på dessa aspekter/föroreningar.

Halter av näringsämnen som bidrar till övergödning och halter av kvicksilver efter exploatering redovisas i avsnitt 6.3.

2.5 Risk för översvämning/skyfallsanalys

Stora och intensiva skyfall kan utgöra en potentiell översvämningssrisk eftersom kommunala avloppssystem dimensioneras för regn med upp till 20 års återkomsttid. Vid regn med längre återkomstider finns det risk för att avloppssystemets kapacitet inte räcker till. Stockholm Vatten har därför i samarbete med miljöförvaltningen genomfört en skyfallsmodellering⁵ 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 finns det idag svackor där vatten kan samlas vid kraftig nederbörd och snösmältning enligt skyfallsmodelleringen⁶ (Figur 5). Vid exploateringen planeras marken att höjas för att kunna grundlägga de lägsta byggnaderna ovan lägsta grundläggningsnivå. Vilket medför att den största översvämningssrisken byggs bort. Det är viktigt att tomten lutar mot recipienten så att vatten kan rinna av.



Figur 5. Maximalt vattendjup vid skyfall enligt skyfallsanalys utförd 2015. Planerad bebyggelse inom föreslagen plangräns är markerad. Källa: Stockholms dataportal.

⁵ Stockholm Vatten, 2015. *Skyfallsmodellering för Stockholms stad*. <http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/skyfall/skyfallsmodellering/Skyfallsmodellering-Huvudrapport-SVAB-inkl-bilagor.pdf>

⁶ Stockholms dataportal, 2018. <http://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/>

Dagvattensystemet ska bidra till flödeutjämning och det är viktigt att systemet utformas så att vatten kan avbördas från området på ett säkert sätt även vid intensiva regn. Vid extrema regn som överstiger ledningsnätets kapacitet måste det finnas en naturlig väg för vattnet att avrinna från fastigheten. Eftersom fastigheten delvis ligger i en lågpunkt finns det en risk att vatten från omgivande mark samlas där och måste avledas.

Minsta grundläggningsnivå för Magelungen är + 23,2⁷ RH2000 meter över havet. Risken för att en översvämning överstiger denna nivå är ungefär 1% på 100 år. Det är därför osannolikt att översvämningar som skadar byggnaden inträffar när länsstyrelsens lägstanivå följs.

2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

Stockholms stads dagvattenstrategi⁸ har fokus på vattenkvalitet, att nyttiggöra dagvattnet samt att hantera de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat i en tätare stad. Strategin gäller vid all om- och nybyggnation, och för åtgärder i befintlig miljö. Lokalt omhändertagande av dagvattnet medför att rening och flödesutjämning av vattenvolymer åstadkommas samtidigt som många lösningar bidrar till en grönare stad.

I linje med dagvattenstrategin har riktlinjer⁹ för dagvattenhantering i kvartersmark tagits fram. Grundprincipen är att dagvatten som uppstår på kvartersmark ska fördröjas 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.

⁷ Länsstyrelsen Stockholm, Fakta 2017:1, Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län

⁸ Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering. 2015. Stockholms stad

⁹ Dagvattenhantering - Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse. 2016. Stockholms stad

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.

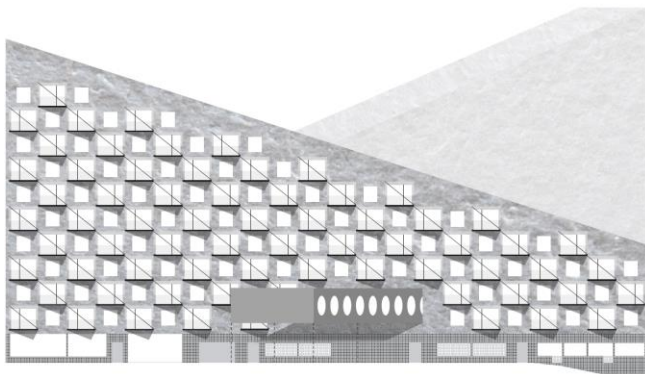
Enligt åtgärdsnivån ska dagvattenanläggningar dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolumen utformas som en permanentvolym eller en volym som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. En mindre våtvolum 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. Lokalt omhändertagande av dagvattnet, förkortat LOD, bidrar med robusthet och viktiga säkerhetsmarginaler i stadens dagvattenförande system.

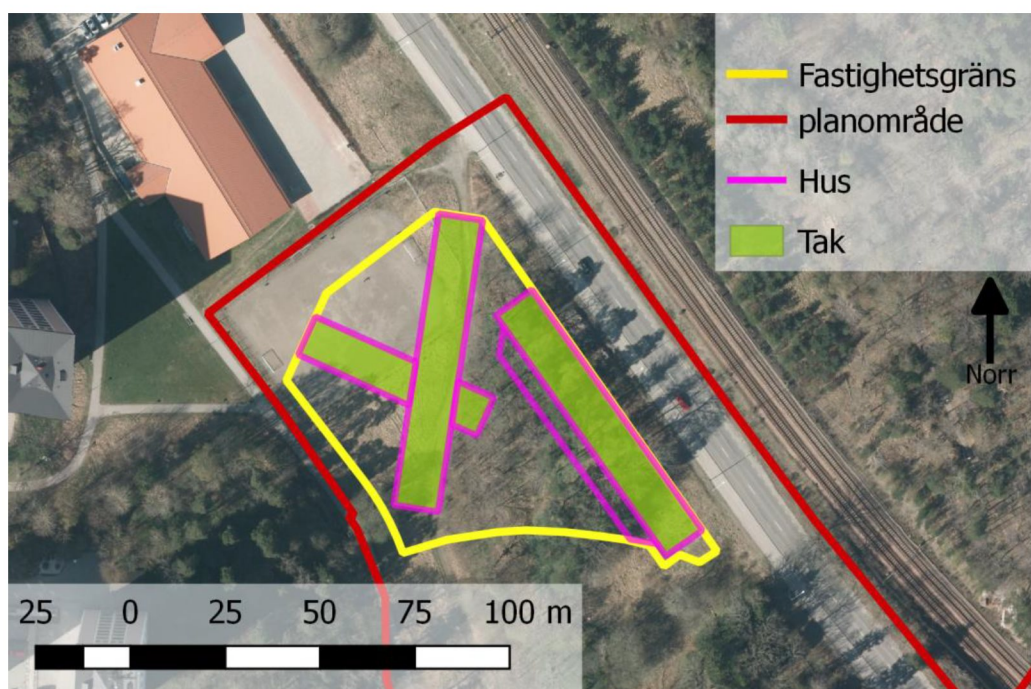
2.7 Planerad bebyggelse

Byggnadsföretaget Erik Wallin AB planerar att uppföra två flerfamiljshus i kvarteret. Förutom bostäder planerar man att en förskola ska finnas i ett av husen.

Huvudbyggnaderna planeras få ett lutande tak på 18° därtill kommer en tvärgående upphängd byggnadsdel gå genom det nedre huset (Figur 6 och Figur 7). Den tvärgående delen kommer att få ett platt tak.

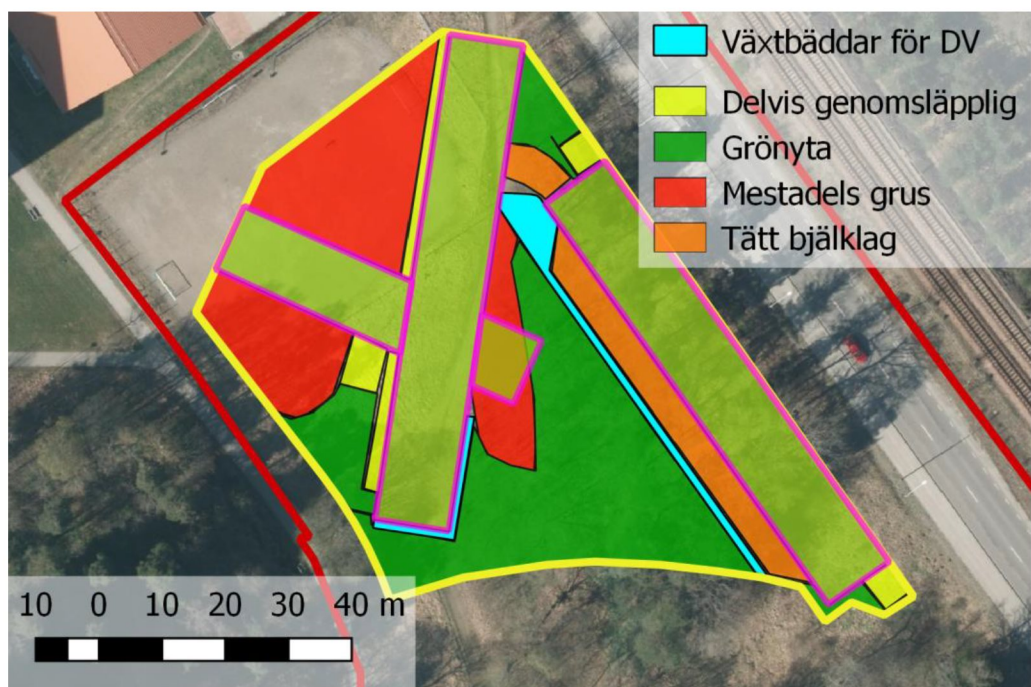


Figur 6. Planerade byggnader på fastigheten med lutande tak och en genomgående upphängd del. Illustration: Joliark.



Figur 7. Husens läge på den föreslagna fastigheten. En del av planområdet syns i figuren.

Gården kring husen kommer utgöras av förskolegård, ett entrétorg och allmänna gröna ytor (Figur 8). De gröna ytorna ska sparas i dagens skick i den grad det är möjligt. Taken på de planerade byggnaderna planeras att utföras som gröna tak. På det täta bjälklaget kommer ett trädäck att anläggas med växtplanteringar. Under detta däck kan vattnet från däckets fördröjas i ett gruslager.



Figur 8. Uppskattad markanvändning på den föreslagna fastigheten enligt förslag från Land arkitektur.

3 Flöden i nuläget och i framtiden

Avrinningsberäkningarna har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer P110¹⁰ och P104¹¹. För att bestämma det dimensionerande flödet 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 = klimatfaktor = 1,25 [-]

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

Dimensionering görs utifrån ett 20-årsregn. Innan exploateringen har marken klassats som grusyta och park/naturmark. Efter exploatering har marken klassats som tak, parkmark, skolgård och platsat yta enligt P110¹¹ (Tabell 1). 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 klimatfaktorn används enligt P110¹¹. Utan åtgärder skulle det dimensionerande flödet för ett 20-årsregn vara 80 l/s (Tabell 2). Beräknade flöden med föreslagna åtgärder för LOD enligt Stockholms riktlinjer redovisas i avsnitt 6.1.

Tabell 1. Markanvändning före och efter exploatering med och utan åtgärder.

Markanvändning	Area [ha]	φ [-]	Reducerad area [ha]
Före exploatering (totalt)	0,60	0,12	0,07
Parkmark	0,50	0,10	0,05
Grusplan	0,10	0,20	0,02
Efter exploatering utan åtgärder (totalt)	0,60	0,48	0,29
Tak	0,23	0,90	0,21
Parkmark/Grönyta innergård	0,19	0,10	0,02
Grusytor	0,13	0,20	0,03
Plattsättning (delvis genomsläpplig)	0,05	0,70	0,04

Tabell 2. Beräknade dagvattenflöden före och efter planerad exploatering utan LOD för 10-årsregn (med respektive utan klimatfaktor) samt 100-årsregn.

	Q_{20} [l/s]	Q_{20} inkl. k_f [l/s]
Före exploatering	20	25
Efter exploatering, utan LOD	80	100

¹⁰ Svenskt Vatten, 2011. Publikation P104: "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem".

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

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 [-]

$$U_i = d_r \cdot \Phi_i \cdot A_i$$

Beräkningar ger en erforderlig magasinvolym av ungefär 50,5 m^3 vilket fördelas mellan taken och övriga hårdgjorda ytor (Tabell 3).

Tabell 3. Erforderlig fördröjningsvolym utifrån planerad bebyggelse

Markanvändning	Area [ha]	Φ_i [-] *)	A _{red} [ha]	Upptag [mm]	Magasinsbehov [m^3]
Gröna tak (Sedum)	0,23	1	0,23	6	32,2
Innergård/Parkmark	0,18	0,1	0,02		3,5
Grusytor	0,13	0,2	0,03		5,2
Plattsättningar (delvis genomsläpplig yta)	0,05	0,7	0,04		7
Växtbäddar	0,013	1	0,01		2,6
Totalt	0,6	0,54	0,32		50,5

*) För fördröjningsanläggningar sätts Φ till 1 enligt Stockholms stads typexempel¹³

5 Åtgärdsförslag

För att klara utjämningskravet på 20 mm vid ett 2-årsregn är så kallade gröna tak eller sedumtak en bra lösning. Sedumtaken klarar av att magasinera cirka 6 mm vatten och tar ingen markyta i anspråk. Utöver detta krävs att 50,5 m^3 kan fördröjas. Detta kan exempelvis göras i nedsänkta växtbäddar som förutom vattenfördröjning bidrar med rening och grönska (Figur 9). Den plattsättningen som planeras bör ha skarvar stora nog så att vatten kan infiltrera ner genom skarvarna. Efter fördröjningsmagasinen leds vattnet vidare till stadens dagvattennät. Ett alternativ är att överskottsvattnet släpps ut på gräsytor där det kan avdunsta eller infiltrera. Det beror på hur ytorna utformas i den vidare projekteringen.

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.



Figur 9. Fördröjningsförslagen för dagvattenåtgärder bygger på gröna sedumtak och växtbäddar. Växtbäddarnas totala area motsvarar ca 130 m².

5.1 Gröna tak (sedum)

Tak är vanligtvis ytor där mycket nederbörd samlas och som sedan måste tas omhand. En metod att minska avrinningen från taken och samtidigt minska föroreningsbelastningen är att anlägga grönytor på taken. Sedumtak är en beprövad metod där ett cirka 50 mm lager läggs på taket (Figur 10). Sedumtaken kan anläggas på de lutande tak som planeras. Omkring 6 mm kan fördröjas direkt på taket vilket minskar behovet av mer skrymmande åtgärder på marken. För att inte taket ska torka ut kan droppbevattning användas.



Figur 10. Exempel på sedumtak. Foto: WRS

5.2 Växtbäddar

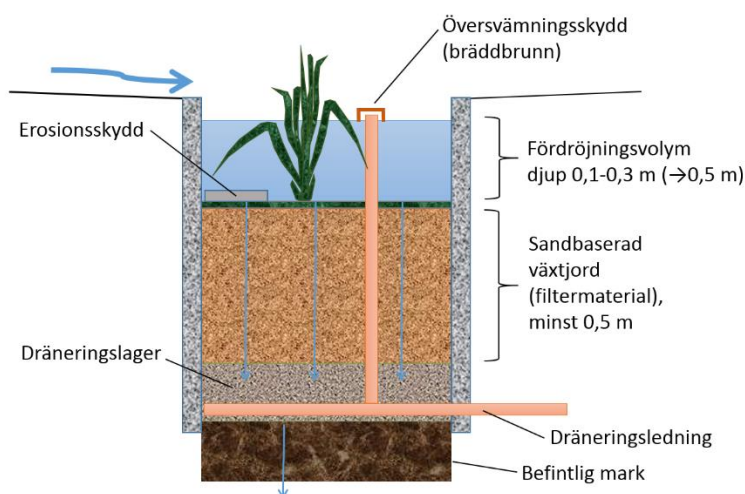
När taken inte kan magasinera 20 mm behöver andra fördröjningsmagasin användas. Växtbäddar tar relativt liten yta och har en bra reningseffekt på vattnet samtidigt som grönska främjas. Växtbäddarna placeras så att takvattnet kan avledas med stuprör via

utkastare (Figur 11 och Figur 12). Vatten från övriga ytor som behöver fördröjas leds också till växtbäddar.



Figur 11. Exempel på en upphöjd respektive nedsänkt växtbädd i gatumiljö. I en gårdsmiljö fås ett liknande utseende Foto: WRS

När vattnet rinner in till växtbädden perkolerar vattnet genom de olika materialen samtidigt som partikulära föroreningar avsätt och vissa lösta föroreningar adsorberas till materialet. Vattnets hastighet genom växtbädden begränsas av växtjorden och skapar fördröjning i systemet. För att kunna klara av större flödesmängder är det viktigt att en viss våtvolum eller fördröjningsvolum finns tillgänglig ovan växtmaterialet i modelleringarna har djupet satts till 20 cm. Det är även viktigt att infiltrationshastigheten i bäddarna är tillräckligt bra. I beräkningarna ha infiltrationshastigheten 100 mm/h använts vilket motsvarar ett relativt poröst material (bilaga A). När bädden är full bräddas vattnet till dagvattennätet (Figur 12).



Figur 12. Principutformning av växtbädd. Illustration: WRS efter förlaga av Gilbert Svensson.

Efter ett regn töms växtbädden långsamt och blir åter redo att fördröja nederbörd.

För att en regnbädd ska bibehålla sin funktion är det viktigt att den underhålls. Det behövs till exempel regelbunden skötsel av vegetation samt kontroll och rengöring av in- och utlopps/bräddkonstruktioner.

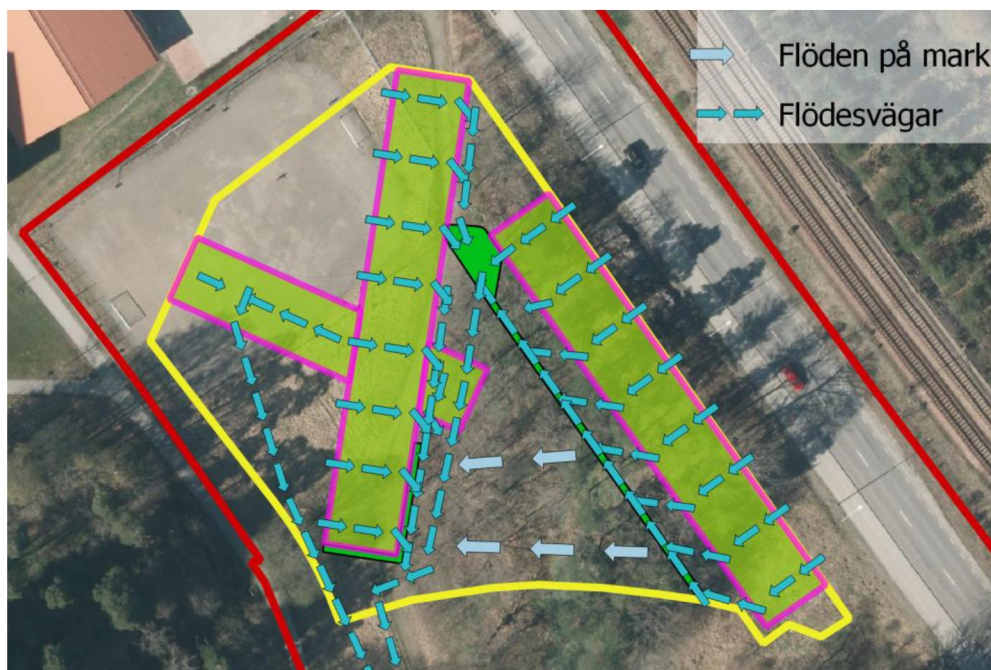
Växtbäddar dimensioneras till mellan 5 %-10 % av det reducerade avrinningsområdet. I bilaga A har en beräkning gjorts enligt Stockholm Vatten och Avfall¹⁴ med 5 % vilket medför att yta av växtbäddar med 130 m² behövs. Se den ytan utritad i Figur 9.

5.3 Genomsläppliga hårdgjorda ytor

För att minska belastningen från hårdgjorda ytor kan plattsättning göras med skarvar där vattnet kan infiltrera. Dock måste även underliggande material vara poröst för att vattnet ska kunna rinna vidare. Övrigt vatten avleds till ett fördröjningsmagasin, förslagsvis en växtbädd.

5.4 Flödesvägar

För att inte stora mängder vatten ska rinna ytligt på taken och riva lös växtligheten vid intensiva regn större än 6 mm är det viktigt att vattnet samlas upp i sektioner. Vattnet led sedan till växtbäddar i marknivå där vattnet fördröjs innan det led vidare mot anslutningspunkten. Vatten från övriga ytor förutom parkmarken leds ner i växtbäddar och sedan mot anslutningspunkten som föreslås ligga i diket utmed G/C vägen direkt väster om fastigheten (Figur 13). I den återstående skogen infiltreras vattnet. För att ytterligare minska belastningen på ledningsnätet kan överskottsvattnet där det är möjligt spridas på grönytor där det kan avdunsta eller infiltrera.



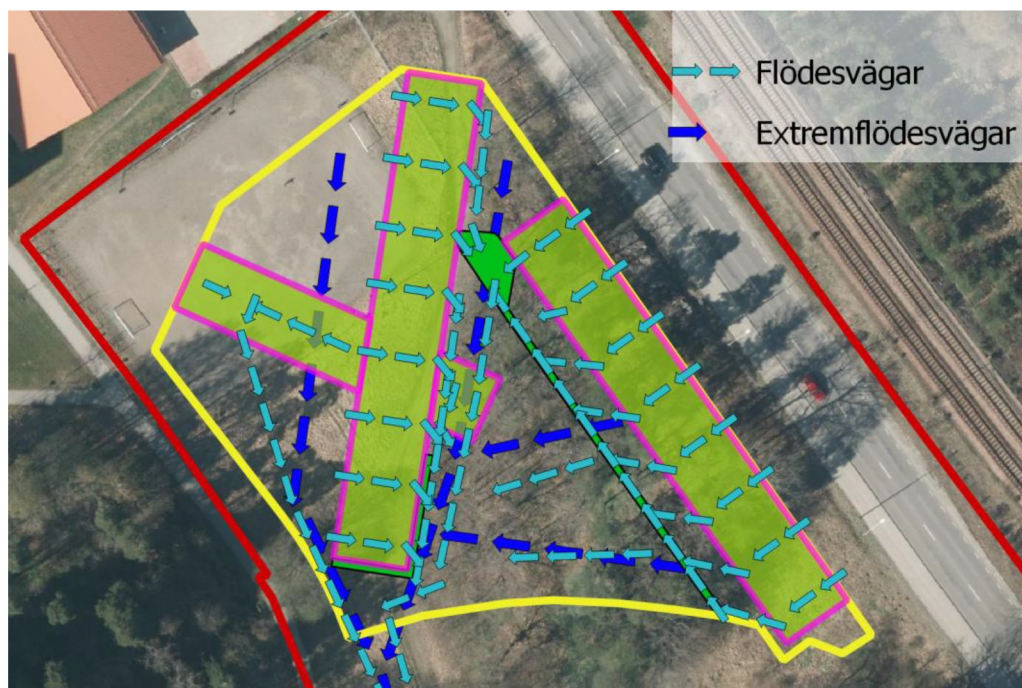
Figur 13. Flödesvägar från taken genom växtbäddar och ut mot anslutningspunkten i diket utmed G/C väg väster om fastigheten. För att minska utsläppen till Magelungen ytterligare kan vattnet från den östra växtbädden brädda till gården och sedan ledas ner mot en upphöjd dagvattenbrunn eller recipienten. Fördröjning av vattnet sker både på taken och i växtbäddarna.

¹⁴ Stockholm stad, 2017. Bilaga med typexempel för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden. Version 1.1.

Utifrån den planerade placeringen på växtbäddarna (Figur 13) leds vattnet från det västra taket på den västra byggnaden ej genom någon växtbädd. Därför rekommenderas att vattnet från detta hustak leds ner i utfyllnadsmaterial i marken. För att infiltrationen ska ske snabbt behöver brunnar utplaceras.

5.5 Hantering av extrema regn

Vid extrema regn kommer vatten från växtbäddarna att brädda över och vatten avrinner på ytorna samtidigt som vatten från intilliggande mark kan rinna till. Det är då viktigt att höjdsättningen görs så att vattnet kan rinna ut mot Magelungen utan att dämmas och skada husen (Figur 14).



Figur 14. Extremflödesvägar visar var vattnet tillåts rinna vid extrema regn.

Vid ett 100-årsregn uppskattas cirka 300 l/s rinna från fastigheten. Detta grundat på att alla ytor mättats och hela fastigheten bidrar till flödet. Därtill kommer antagligen vatten från dalens sidor att rinna till tomten. Så länge vattnet kan rinna fritt förbi byggnaderna ner mot Magelungen bedöms översvänningsrisken vara liten.

6 Effekter av åtgärdsförslag

6.1 Dimensionerande flöden

Med föreslagna åtgärder med en fördröjning på 20 mm för ett 2-årsregn blir fördröjningen vid ett 20-årsregn 12 mm. Det dimensionerande flödet beräknas utifrån tiden det tar innan fördröjningen är full och rinntiden. Tiden motsvarar 16 minuter utan klimatfaktor och 14 minuter med klimatfaktor. Dessa fördröjningar leder till minskade flöden då regnintensiteten minskar med tiden. I Tabell 4 visas de olika dimensionerande flödena från fastigheten.

Tabell 4. Dimensionerande flöden från fastigheten.

Område	Q ₂₀ [l/s]	Q ₂₀ inkl. kf [l/s]
Före exploatering	20	25
Efter exploatering, utan LOD	80	100
Efter exploatering, med LOD	70	95

6.2 Fördröjningsvolym

Den sammanlagda fördröjningsvolymen för att omhänderta 20 mm regn motsvarar 50,5 m³ för ett 2-årsregn. För ett 20-årsregn ger föreslagna åtgärder en fördröjning på 12 mm eller 40 m³. Skillnaden består i hur mycket vatten som hinner infiltrera i växtbäddarna innan de börjar brädda.

6.3 Föroreningsbelastning

Föroreningsbelastningen från fastigheten har modellerats med StormTac Web v18,1,1 i fyra scenarion.

A1: Områdets markanvändning med tidigare detaljplan.

A2: Områdets markanvändning med temporärt bygglov.

A3: Områdets markanvändning efter exploatering utan åtgärder.

A4: Områdets markanvändning med 20 mm fördröjning.

Resultatrapporten från StormTac Webb finns i bilaga B.

Med föreslagna åtgärder för att klara 20 mm fördröjnings kravet uppnås mellan 45%-95% rening av de vanligaste dagvattenföroreningarna. Jämfört med belastningen innan exploateringen kommer mängderna fosfor, kväve, krom, nickel och kvicksilver att öka (Tabell 5).

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. Kviksilver ökar med cirka 1 mg/år (Tabell 5). Arealläckaget från fastigheten redovisas i Tabell 6.

Tabell 5. Föroreningsbelastning för de olika scenariona före och efter exploatering. Mängderna anges i [g/år].

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	45	1300	1,8	7,8	17	0,097	0,49	0,71	0,0071	23000	95	0,41	0,0027
Med temporärt bygglov (nuläge)	280	2000	13	28	92	0,62	10	8,4	0,023	72000	630	0,5	0,042
Efter exploatering utan LOD	170	3100	5,8	19	60	1,1	6,4	6,8	0,021	43000	140	1,4	0,018
Efter exploatering med LOD	65	1700	0,83	5,4	5,9	0,027	1,5	0,88	0,008	8600	40	0,18	0,001
Rening i LOD	62%	45%	86%	72%	90%	98%	77%	87%	62%	80%	71%	87%	94%

Tabell 6. Arealbelastning för de olika scenarierna före och efter exploatering. Mängderna anges i [g/ha år]

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	75	2200	3	13	28	0,16	0,82	1,2	0,012	38300	160	0,68	0,0045
Med temporärt bygglov (nuläge)	470	3300	22	47	150	1	17	14	0,038	120000	1100	0,83	0,07
Efter exploatering utan LOD	280	5200	10	32	100	1,8	11	11	0,035	71700	230	2,3	0,03
Efter exploatering med LOD	110	2800	1,4	9	10	0,045	2,5	1,5	0,013	14300	67	0,3	0,0017

Föroreningshalterna från fastigheten väntas minska efter exploateringen för de vanligaste dagvattenföroreningarna förutom krom. Fosforhalten efter rening uppskattas till 43 µg/l (Tabell 7). Den beräknade reningsgraden av fosfor i växtbäddarna är 62 % enligt beräkningarna i StormTac. Reningsgraden har en relativt stor felmarginal, den exakta siffran är bara en uppskattning, det troliga är att reningen varierar mellan 55–75 %.

Tabell 7. Föroreningshalter före och efter exploatering. Halterna anges i [µg/l].

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Före exploatering	52	1500	2,1	9,1	20	0,11	0,57	0,83	0,0083	27000	110	0,48	0,0032
Med temporärt bygglov (nuläge)	210	1500	10	22	70	0,47	7,8	6,4	0,018	55000	480	0,38	0,032
Efter exploatering utan LOD	75	1300	2,6	8,5	26	0,5	2,8	3	0,0092	19000	64	0,61	0,0078
Efter exploatering med LOD	43	1100	0,55	3,6	4	0,018	1	0,59	0,0054	5700	26	0,12	0,0007

Den nuvarande markanvändningen med temporära byggnader och ingen rening av dagvattnet medför större mängder av föroreningar till Magelungen jämfört med om planerad bebyggelse utformas med föreslagna dagvattenåtgärder i form av gröna tak och nedsänkta växtbäddar. Med föreslagna åtgärder för den framtida bebyggelsen kommer föroreningshalterna till Magelungen att minska för de vanliga dagvattenföroreningarna förutom för krom. Krom anses inte vara ett problemämne i sjörecipienter och ökningen bedöms inte påverka Magelungens kemiska status.

7 Slutsatser

- Dagvattenhanteringen på byggnadsfirman Erik Wallin AB:s föreslagna fastighet på Magelungens strand kan utformas så att 20 mm nederbörd kan fördröjas och renas. Detta görs genom att lägga sedum på alla tak och bygga 130 m² växtbäddar.
- Föreslagna dagvattenåtgärder uppfyller principerna i Stockholms stads dagvattenstrategi genom att ta hand om dagvattnet vid källan genom lokala åtgärder inom kvartersmark innan vattnet sedan avleds via samlad avledning. Höjdsättningen av hus och intilliggande mark bör medföra att dagvattnet kan avrinna ytledes ut från området vid extrema situationer.
- Höjdsättningen av kvartersmarken ska säkerställa nödvändiga frånlut från byggnader och säkerställa att vatten i extremfall kan avrinna på markytan.
- Det dimensionerade flödet vid ett 20-årsregn beräknas till 100 l/s inklusive klimatfaktor. Genom fördröjning av flödet via LOD uppskattas det dimensionerande flödet från fastigheten istället till 95 l/s.
- Föroreningsbelastningen från fastigheten väntas öka något för vissa parametrar och sjunka för andra. Föroreningshalten minskar för alla parametrar utom krom. Fosforhalterna från fastigheten ligger på gränsen till vilka halter man kan tillåta att avrinna till recipienten. Jämfört med den totala tillrinningen till recipienten motsvarar tillrinningen från aktuell fastighet en relativt liten andel av den totala tillförseln av fosfor. Det är även viktigt att ha i åtanke att använda värden enbart är schablonvärden och det därför är svårt att uttala sig i exakta mängder och halter.

Bilagor

A. Beräkningar växtbäddar

Dimensioneringar och fördröjningsvolym för växtbäddarna enligt Stockholm Vatten¹⁵ utifrån de erforderliga fördröjningsvolymerna (U_v). De beräknade värdena ses i Tabell 8 och Tabell 9, hur beräkningarna utfördes ses i följande sju steg:

Steg 1. Beräkna ansluten reducerad area för dagvattenanläggningen utifrån areor (A_i) och avrinningskoefficienter (φ_i)

$$A_{red} = \sum A_i \cdot \varphi_i$$

Steg 2. Beräkna sammanvägd infiltrationskapacitet (f_s) givet växtbäddens area (A_v) och infiltrationskapacitet ($f_v = 100$ mm/h för växtbäddarna).

$$f_s = f_v \cdot \frac{A_v}{A_{red}}$$

Steg 3. Beräkna mängd som hinner infiltrera i växtbädden ($d_{r,p}$) under tid t (2,5 h)

$$d_{r,p} = f_s \cdot t$$

Steg 4. Beräkna erforderlig fördröjningsvolym i det porösa lagret ($U_{v,p}$)

$$U_{v,p} = \frac{d_{r,p}}{d_r} \cdot U_v$$

Steg 5. Beräkna erforderlig anläggningsdjup i växtbädden ($d_{p,v}$) utifrån växtbäddens area (A_v) och porositet ($n_v = 0,15$)

$$d_{p,v} = \frac{U_{v,p}}{A_v \cdot n_v}$$

Steg 6. Beräkna volym i det ytliga magasinet ($U_{y,v}$) utifrån erforderlig fördröjningsvolym (U_v) och erforderlig fördröjningsvolym i det porösa lagret ($U_{v,p}$)

$$U_{y,v} = U_v - U_{v,p}$$

Steg 7. Beräkna erforderlig fördröjningsdjup i ytmagasinet ($d_{y,v}$) utifrån volymen i det ytliga magasinet ($U_{y,v}$) och växtbäddens area (A_v)

$$d_{y,v} = \frac{U_{y,v}}{A_v}$$

¹⁵ Stockholm stad, 2017. *Bilaga med typexempel för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden*. Version 1.1.

Tabell 8. Beräknade storheter med formler i denna bilaga. A = Area, φ = avrinningskoefficient, A_{red} = reducerad area, n = dränerbara porer, f = infiltrationskapacitet och U = utjämningsvolym.

Mark-användning	A (ha)	φ (-)	A _{red} (ha)	Upptag (mm)	n (-) Por.	f (mm/h) Inf.kap.	U (m3) Utjämningsbehov
Gröna tak (Sedum)	0,23	1	0,23	6	0,2	50	32,2
Innergård/ Parkmark	0,177	0,1	0,02	0	0	0	3,5
Skolgård	0,13	0,2	0,03	0	0	0	5,2
Entretorg plattsättning	0,05	0,7	0,04	0	0	0	7,0
Växtbäddar	0,013	1	0,01	0	0,15	100	2,6
Totalt	0,6	0,54	0,32	0	0	4,0	50,5

Tabell 9. Beräknade storheter med formler från denna bilaga för växtbädden. d = anläggningsdjup, d_{rp} = volym som infiltrerar U_p = d_p = volym i poröst lager, U_y = d_y = volym i ytligt lager och T_{töm} = tömningstid.

d (m)	d _{rp} (mm)	U _p (m3)	d _p (m)	U _y (m2)	d _y (m)	T _{töm} (h)
0,4	10	26	1,3	25	0,2	6

B. Resultatrapport StormTac webb

A1: Områdets markanvändning med tidigare detaljplan.

A2: Områdets markanvändning med temporärt bygglov.

A3: Områdets markanvändning efter exploatering utan åtgärder.

A4: Områdets markanvändning med 20 mm fördröjning.

StormTac Web v18,1,1**Filnamn: Magelungen Wallin**

Datum: 2018-04-13

Resultatrapport StormTac Web**1, Avrinning****1,1 Indata****Avrinningsområden**Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha),

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A1	A2	A3	A4
Grusyta	0,4	0,4	0,1	0	0,13	0,13
Skogs- och ängsmark	0,075	0,08	0,5	0,3	0	0
Flerfamiljshusområde	0,45	0,4	0	0,3	0	0
Takyta	0,9	0,9	0	0	0,23	0
Parkmark	0,18	0,1	0	0	0,19	0,19
Marksten med fogar	0,68	0,68	0	0	0,05	0,05
Grönt tak	0,31	0,6	0	0	0	0,23
Totalt	0,31	0,32	0,6	0,6	0,6	0,6
Reducerad avrinningsyta (hared)			0,078	0,16	0,33	0,19
Reducerad dim, area (hared)			0,08	0,14	0,31	0,24

2, Föroreningstransport

2,1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1		0,045	1,3	0,0018	0,0078	0,017	0,000097	0,00049	0,00071	0,0000071	23	0,095	0,00041	0,0000027
A2		0,28	2	0,013	0,028	0,092	0,00062	0,01	0,0084	0,000023	72	0,63	0,0005	0,000042
A3		0,17	3,1	0,0058	0,019	0,06	0,0011	0,0064	0,0068	0,000021	43	0,14	0,0014	0,000018
A4		0,18	3,3	0,003	0,017	0,035	0,00016	0,0028	0,0026	0,00002	20	0,15	0,0017	0,0000096
	Total	0,67	9,6	0,024	0,072	0,2	0,002	0,02	0,018	0,000071	160	1	0,0039	0,000072

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
0,28	4	0,0099	0,03	0,085	0,00084	0,0083	0,0077	0,00003	66	0,42	0,0016	0,00003

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

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

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1		52	1500	2,1	9,1	20	0,11	0,57	0,83	0,0083	27000	110	0,48	0,0032
A2		210	1500	10	22	70	0,47	7,8	6,4	0,018	55000	480	0,38	0,032
A3		75	1300	2,6	8,5	26	0,5	2,8	3	0,0092	19000	64	0,61	0,0078
A4		120	2200	2	11	24	0,11	1,8	1,7	0,013	13000	98	1,1	0,0064
	Total	110	1600	4	12	34	0,34	3,3	3,1	0,012	27000	170	0,66	0,012

4, Föroreningsreduktion

4,2 Utdata

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1														
A2														
A3														
A4		64	49	73	67	83	84	46	66	60	56	73	89	89

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1		0,045	1,3	0,0018	0,0078	0,017	0,000097	0,00049	0,00071	0,0000071	23	0,095	0,00041	0,0000027
A2		0,28	2	0,013	0,028	0,092	0,00062	0,01	0,0084	0,000023	72	0,63	0,0005	0,000042
A3		0,17	3,1	0,0058	0,019	0,06	0,0011	0,0064	0,0068	0,000021	43	0,14	0,0014	0,000018
A4		0,065	1,7	0,00083	0,0054	0,0059	0,000027	0,0015	0,00088	0,000008	8,6	0,04	0,00018	0,000001
	Total	0,56	7,9	0,022	0,061	0,18	0,0019	0,019	0,017	0,000059	146	0,91	0,0025	0,000064

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1		52	1500	2,1	9,1	20	0,11	0,57	0,83	0,0083	27000	110	0,48	0,0032
A2		210	1500	10	22	70	0,47	7,8	6,4	0,018	55000	480	0,38	0,032
A3		75	1300	2,6	8,5	26	0,5	2,8	3	0,0092	19000	64	0,61	0,0078
A4		43	1100	0,55	3,6	4	0,018	1	0,59	0,0054	5700	26	0,12	0,0007
	Total	94	1336	3,6	10	29	0,31	3,1	2,8	0,01	24666	153	0,42	0,011

4. Föroreningsreduktion

4.1 Indata

Vald reningsanläggning: Biofilter

Andel av reducerad avrinningsyta	n ₀	5.3	%
Utflöde, max	Q _{out}	200	l/s
Tjocklek, tom yta	h ₁	250	mm
Tjocklek, växtbädd	h ₂	500	mm
Tjocklek, grov sand	h ₃	100	mm
Tjocklek, makadam	h ₄	350	mm
Tjocklek, skelettjord	h ₅	0	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h ₆	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h ₇	150	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h ₈	200	mm
Porandel, växtbädd	n ₂	0.15	
Porandel, makadam	n ₄	0.40	
Hydraulisk konduktivitet, växtbädd	K ₂	200	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, makadam	K ₄	36000	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	K ₆	8.0	mm/h
Släntlutning, 1:X	z	0	
Anläggningens längd	L	0	m
Är marken förorenad?		Nej	
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?		Nej	

4.2 Utdata

Anläggningens yta	A _{stf2}	100	m ²
Totalt anläggningsdjup exkl. underbyggnad	H _{tot2}	1.2	m
Dimensionerande erforderlig utjämningsvolym	V _{d3+V_{d4}}	20	m ³
Dim. varaktighet vid dim. V _d	t _{r2}	300	min
Tillgänglig total utjämningsvolym	V _{stftot}	50	m ³
Dimensionerande regndjup. 20 (10-25) mm rekommenderas generellt.	rd	26	mm
Dimensionerande uppehållstid vid max flöde	td, max	0.069	h
Dimensionerande uppehållstid vid medelavrinning. >= 12 h rekommenderas generellt.	td, mean	19	h
Är anläggningen tillräckligt stor avseende flödesutjämning?		Ja	
Behövs tätning runt anläggningen?		Nej	

Reningseffekter (%). SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Uträknat	64	49	73	67	83	84	46	66	60	56	73	89	89
SD	84	64	18	52	18	8.4	196	53	nd	50	14	nd	nd

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) efter 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
		ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Beräkning	C _{re}	43	1100	0.55	3.6	4.0	0.018	1.0	0.59	0.0054	5700	26	0.12	0.00070

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) efter rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Föroreningsbelastning	0,065	1,7	0,00083	0,0054	0,0059	0,000027	0,0015	0,00088	0,0000080	8,6	0,040	0,00018	0,0000010
Avskiljd mängd	0,12	1,6	0,0022	0,011	0,029	0,00014	0,0013	0,0017	0,000012	11	0,11	0,0015	0,0000085

