

Primula Byggnads AB

Dagvattenutredning Blackeberg C

Stockholm

Dagvattenutredning Blackeberg C

Datum	2018-03-22
Uppdragsnummer	1320032698
Utgåva/Status	2018-04-16

Magnus Sundelin
Uppdragsledare

Malin Sundin
Handläggare

Bo Granlund
Granskare

Rambøll Sverige AB
Box 454 Verkstadsgatan 4
851 06 Sundsvall

Telefon 010-615 60 00
Fax

Unr Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Planerad exploatering innebär att beräknade halter och mängder föroreningar i dagvattnet som avleds från området generellt minskar något jämfört med nuläget.

Jämfört med nuvarande situation blir dock utgående mängder högre från fastigheten med avseende på Kadmium och Kväve. Genom att välja takmaterial som inte bidrar till högre metallhalter kan mängderna minskas. Kompletterande rening i form av översilning/filtrering minskar även metaller, näringsämnen och partiklar.

Dagvattenflödet från området ökar ca 20% angivet som dimensionerande toppflöde (10 min, 10 års regn) om ingen fördröjningsåtgärd görs. Infiltration i området är på grund av rådande geologiska och byggtekniska förhållanden generellt svårt. Fördröjning i markförlagda magasin eller raingardens rekommenderas.

Under förutsättning att dagvattenhanteringen kan lösas enligt rekommendationer finns goda möjligheter att området kommer att bidra till att uppnå miljö kvalitetsnormen för Räcksträsk.

De hårdgjorda ytorna ökar något. Fördröjningsåtgärder dimensioneras efter ett visst regn vilket innebär att större regn genererar ett flöde som är för stort för föreslagna lösningar. Det föreslås att nivåer och kapaciteter anpassas så att flödestoppar från stora regn kontrollerat bräddar ut i närområdet och inte leds vidare i ledningsnät.

Innehållsförteckning

1.	Bakgrund	1
2.	Omfattning	1
3.	Förutsättningar för dagvattenhantering	1
3.1	Allmänt	1
3.2	Miljö kvalitetsnormer för vatten	2
3.3	Skyddsföreskrifter från Länsstyrelsen	4
3.4	Riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark	4
3.4.1	Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholms stad	4
4.	Nuvarande förhållanden	5
4.1	Markanvändning, geoteknik	5
4.2	Befintliga ledningar	5
4.3	Dagvatten, förutsättningar och antaganden	6
4.4	Flöden och föroreningar	7
5.	Planerad markanvändning	8
5.1	Generell hantering av dagvatten	9
5.2	Förslag till hantering av dagvattnet på aktuell yta	10
6.	Stora regn	14
6.1	Allmänt	14
6.2	Lågpunkter inom området	15
6.3	Påverkan från omgivande ytor	15
6.4	Påverkan på omgivande ytor	15

Tabeller

Tabell 1. Reduktionsfaktorer vid olika typytor	7
Tabell 2. Markanvändning i nuläget, ytor och flöden	7
Tabell 3. Planerad markanvändning, ytor och flöden	8
Tabell 4. Föroreningsberäkning	9

Figurer

Figur 1. Det aktuella området i Blackeberg	2
Figur 2 Avrinningsområde (mörkblå linje). Planområdet (inringat) har ytavrinning mot Råckstaträsk	3
Figur 3 Jordartskarta (SGU). Aktuellt område inringat. Röd färg innebär berg och gul innebär lera.....	5
Figur 4. Planerad markanvändning	8
Figur 5. Erforderligt magasin. Efter drygt 30 minuter erfordras inget större magasin för att fördröja 10-års regnet.	10
Figur 6. Profil. Spridning av dagvatten i mark	11
Figur 7. Sektion. Spridning av dagvatten i mark.....	11
Figur 8 Uppbyggnad av raingarden	12
Figur 9. Möjlig dagvattenhantering inom aktuell fastighet.....	13
Figur 10. Avledning av ytvatten från aktuell fastighet	15

Dagvattenutredning Blackeberg C

1. Bakgrund

Rambøll AB har på uppdrag av Primula byggnads AB utfört en dagvattenutredning för Blackebergs C i Stockholm

Primula fastigheter avser att riva de befintliga två byggnaderna inom Norrmannen 11 i Blackeberg centrum och flytta Vinjegatan ett antal meter åt sydväst. Därefter uppförs 4 nya byggnader inom aktuell yta.

2. Omfattning

Uppdraget innebär att genomföra en dagvattenutredning på kvartersmark. Utredningen omfattar beräkningar av mängder och föroreningsbelastning i dagvatten från området före och efter exploatering samt ge förslag till omhändertagande av dagvattnet, även vid stor nederbörd.

3. Förutsättningar för dagvattenhantering

3.1 Allmänt

Planområdet ligger i västra delen av Stockholm i Bromma stadsdelsområde.

Planområdet är ett bebyggt område med parkering och två byggnader.

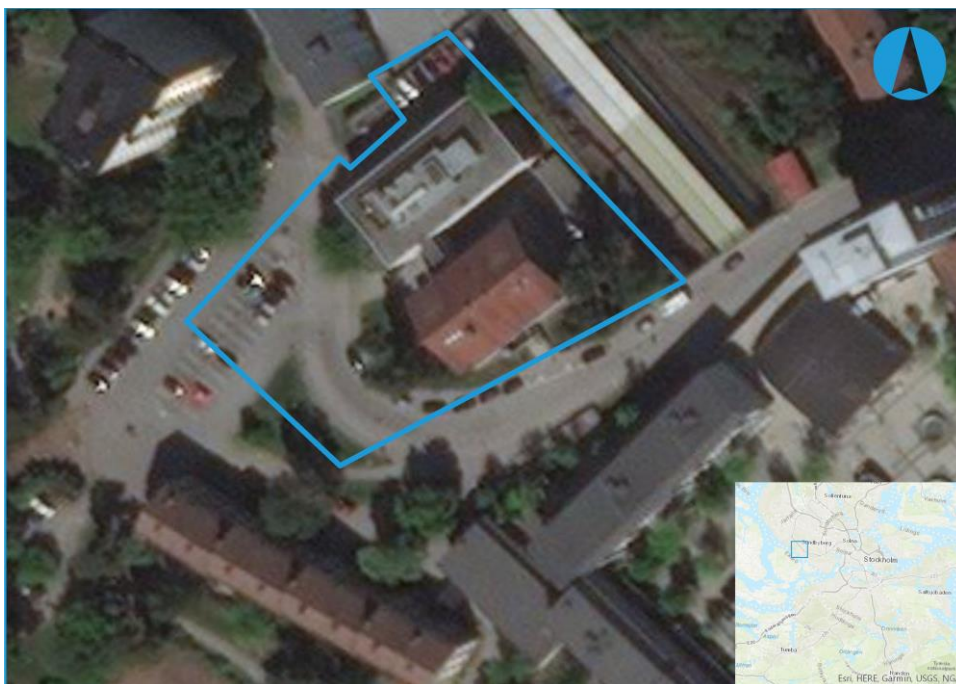
Planområdet avgränsas i söder och väster av parkering på väg Vinjegatan och i norr av Blackeberg tunnelbana. Idag används marken till fastigheter med Blackebergs vårdcentral, parkeringsplatser och flertal företag.

Området lutar från öst med +35m.ö.h till väst +30m.ö.h.

Aktuell detaljplan är belägen inom Norrströms avrinningsområde som tillhör distrikt Norra Östersjön.

Fastigheten ligger inom kommunens verksamhetsområde för VA.

Dagvattnet ansluter till Stockholm Vattens Kombinerade avloppssystem som avrinner till Bromma reningsverk.



Figur 1. Det aktuella området i Blackeberg

3.2 Miljökvalitetsnormer för vatten

EUs vattendirektiv (ramdirektivet för vatten) infördes i den svenska lagstiftningen år 2004 och benämns i Sverige för Vattenförvaltningen. Den utgår från vattnets naturliga avrinningsområden istället för administrativa gränser i form av länder och kommuner. Vattens (vattenförekomsternas) nuvarande ekologiska status, dvs dess miljö tillstånd, bedöms enligt en femgradig skala: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig. Målet är att inga vatten ska försämrats och att alla vatten ska uppnå minst miljökvalitetsnormen god status år 2015. En miljökvalitetsnorm uttrycker den kvalitet som en vattenförekomst ska ha uppnått vid en viss tidpunkt och har karaktären mål och framtidsytande och är inte definitiv.

I Vinjegatan går i dagsläget en kombinerad ledning för dagvatten och spillvatten som leds till Bromma reningsverk. Dagvatten som avrinner från planområdet kommer därför att ledas till det kombinerade systemet tills detta går fullt. Vid dämning till markytan sker en ytavrinning till Råcksträsk. Råcksträsk benämns i VISS (VattenInformationSystem Sverige) som EU_CD: SE658313-161772.

Råcksträsk bedöms uppnå god ekologisk status först 2027.

Det bedöms vara tekniskt omöjligt att uppnå god ekologisk status till 2021 eftersom effekten av alla kända åtgärder understiger förbättringsbehovet för näringsämnen och förbättringsbehovet är större än 60 procent. Utredning av påverkanskällor och ytterligare åtgärder behöver genomföras till 2019. Åtgärder behöver emellertid genomföras i så stor omfattning som möjligt till 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås till 2027.

Gällande kemisk status i recipienten är kravet god kemisk kemisk ytstatus.

Ett annat undantag i form av mindre strängt krav har satts för kvicksilver (Hg). Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av kvicksilver till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Den största påverkan av kvicksilver består av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol. Problemet bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det. De nuvarande halterna av kvicksilver (december 2015) får dock inte öka.

Länsstyrelsen i Västmanlands län och Vattenmyndigheten norra Östersjön har börjat med ett åtgärdsprogram för norra Östersjöns vattendistrikt för att minska problem med övergödning och miljögifter. Där tas bland annat upp vikten av att minska mängden dagvatten och rena det dagvatten som uppkommer.

[illegible]

3 av 15

3.3 Skyddsföreskrifter från Länsstyrelsen

Planområdet ligger inom den sekundära skyddszonen för östra Mälarens vattenskyddsområde. Avseende dagvattenutsläpp i den sekundära skyddszonen anges i skyddsföreskrifterna att: "utsläpp av dagvatten från nya eller ombyggda hårdgjorda ytor där risk för vattenförorening föreligger, t.ex. större vägar, broar och parkeringsanläggningar, får inte ske direkt till ytvatten utan föregående rening". Med risk för vattenförorening menas "en inte obetydlig eller ringa risk för tillförsel/spridning av förorenande ämnen till yt- och grundvatten inom östra Mälarens vattenskyddsområde" (Länsstyrelsen, 2008). Markanvändningen inom planområdet bedöms varken före eller efter exploatering som sådan att en särskild risk för förorening av yt- och grundvatten föreligger p.g.a. exploateringen.

3.4 Riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark

Stockholms dagvattenstrategi (beslutad av kommunfullmäktige i mars 2015) ska bidra till att vattenkvaliteten förbättras, att dagvattnet nyttiggörs och att beredskap skapas för de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat. För att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas i stadens vattenförekomster behöver föroreningsbelastningen från dagvattnet minska med 70-80 procent. I nya riktlinjer framtagna av Stockholm Stad förespråkas dagvattenåtgärder som kan ta hand om större delen av nederbördens årsvolym. Åtgärder där dagvattnet filtreras genom någon typ av filter med långsam avtappning förespråkas. Sådana lösningar ger en robusthet i stadens dagvattensystem.

3.4.1 Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholms stad

Vid ny- och större ombyggnation ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem. Systemen ska dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolyten utformas som en permanentvolum, eller en volum 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. Avsteg kan medges i de fall tekniska förutsättningar, naturliga förhållanden eller orimliga kostnader i förhållande till miljönyttan medför att det inte är möjligt eller motiverat att dimensionera en dagvattenanläggning som ger den reduktion av föroreningar som behöver uppnås. Motiv och underlag ska i så fall redovisas.

4. Nuvarande förhållanden

4.1 Markanvändning, geoteknik

Marken sluttar svagt åt nordväst. Planområdet är till största delen bebyggt och hårdgjort, cirka 0,4 ha stort och innefattar en väg och parkeringsplats. Vägen kommer att flyttas något söderut. Jordlagren är fläckvis tunna och det finns mycket berg i dagen liksom lera i östra delen av området. Marken bedöms som svårinfiltrerbar. Det har inte genomförts någon specifik geoteknisk- eller grundvattenundersökning i området.



Figur 3 Jordartskarta (SGU). Aktuellt område inringat. Röd färg innebär berg och gul innebär lera.

4.2 Befintliga ledningar

I Vinjegatan går en kombinerad ledning för dagvatten- och spillvatten (K300, betong) från 1950. Ledningen ligger parallellt med en vattenledning (100, Gråjärn) också från 1950 samt en stadsgasledning. Från de befintliga byggnaderna inom fastigheten går två separata spillvattenserviser som ansluter till den kombinerade ledningen i Vinjegatan. Ledningsnätet går vidare till Bromma reningsverk. Elstråk omgärdar fastigheten och det löper även tele- och optoledningar samt en fjärrvärmeledning i nordöstra delen av området.

Ledningspaketet kommer att flyttas i samband med att Vinjegatan skjuts söderut.

4.3 Dagvatten, förutsättningar och antaganden

Mängden dagvatten som genereras från en yta beror givetvis på nederbörden. Även andra faktorer spelar dock in, bland annat följande:

- Hårdgjorda ytor som exempelvis en parkering släpper ifrån sig mer dagvatten än en parkmark. Ett sätt att korrigera för detta i beräkningar är att ansätta olika s.k. reduktionsfaktorer (eller avrinningskoefficient). Med reduktionsfaktor avses den andel vatten som når den anläggning som skall dimensioneras, exempelvis en damm eller ett stenmagasin. Reduktionsfaktor 0,85 för GC-väg innebär att 85 % av regnvattnet når, i detta fall, ett magasin/behandlingsanläggning. Övriga 15 % avdunstar, "magasineras" på asfaltytan, tas upp av växter etc.
- Vid kuperad terräng innebär det snabba skiftningar i dagvattenflödena. Analogt med detta: om området är flackt sker en fördröjning av dagvattnet.

Man brukar även tala om ett regns återkomsttid och varaktighet. Återkomsttiden 10 år och varaktigheten 30 minuter innebär ett regn vars intensitet statistiskt överskrider vart 10:e år under den intensivaste 30 minuters perioden.

Dimensionering av ledningar och dagvattenstråk bör göras med målet att klara minst 10-årsregn innan dämning sker till marknivå. En dagvattenledning bör även klara dämning till ledningens hjässas vid ett 2-års regn.

Hänsyn till klimatförändringen och intensivare regn i framtiden kan göras genom att dimensionera för intensivare regn än "normalt", men framför allt är det viktigt med genomtänkt höjdsättning av hus och gator så att ytvatten vid skyfall kan avledas på mark utan att orsaka skador på byggnader mm.

Planområdets yta består delvis av grönytor men i huvudsak av hårdgjorda ytor i form av tak, väg och gård och kommer efter exploatering också till stor del vara hårdgjord dock med större takytor än i dag och med inga trafikerade ytor förutom en parkeringsplats. Infiltrationsmöjligheterna för dagvatten är begränsade, särskilt som de exponerade ytorna delvis kommer att ligga på bjälklag. Avrinning från grönmarsytan är sannolikt något högre än vad man schablonmässigt brukar anta från denna typ av markanvändning, detta på grund av marklutning i kombination med tunna jordlager. Dagvatten från vanliga takytor/grönytor betraktas normalt som tillräckligt rent för att släppas på ledningsnätet eller till recipient utan föregående rening. Detta beror givetvis på materialval mm på taket.

För ytorna inom området har följande reduktionsfaktorer ansatts

Tabell 1. Reduktionsfaktorer vid olika typytor

Yta	Reduktionsfaktor (avrinningskoefficient)
Parkering/gata	0,85
Plattor/torg/trottoar	0,85
Grönyta**	0,15
Tak	0,9

**Sannolikt något mer i detta fall än normalt (ca 0,1) på grund av tunt jordtäckte och högre marklutning

4.4 Flöden och föroreningar

Ytorna omfattas i dagsläget av mestadels hårdgjorda bebyggda ytor och naturmark.

Ytornas olika markanvändning, avrinningskoefficienter, reducerad area och flöden redovisas i tabell nedan.

Tabell 2. Markanvändning i nuläget, ytor och flöden

Markanvändning	Area		Avrinnings- koefficient ¹	Red area ²	2 års ⁴ regn (l/s)	10 års ⁴ regn (l/s)
	m2	ha		ha		
Tak	1485	0,1	0,9	0,13	21	38
Parkering, gata	1301	0,1	0,85	0,11	18	31
Plattor/torg/trottoar	0	0,0	0,85	0	0	0
Grönyta	1050	0,1	0,15³	0,02	3	6
Summa	3836			0,26	42	75

¹ Avrinningskoefficient/hårdgörandegrad

² Reducerad area = area x avrinningskoefficient

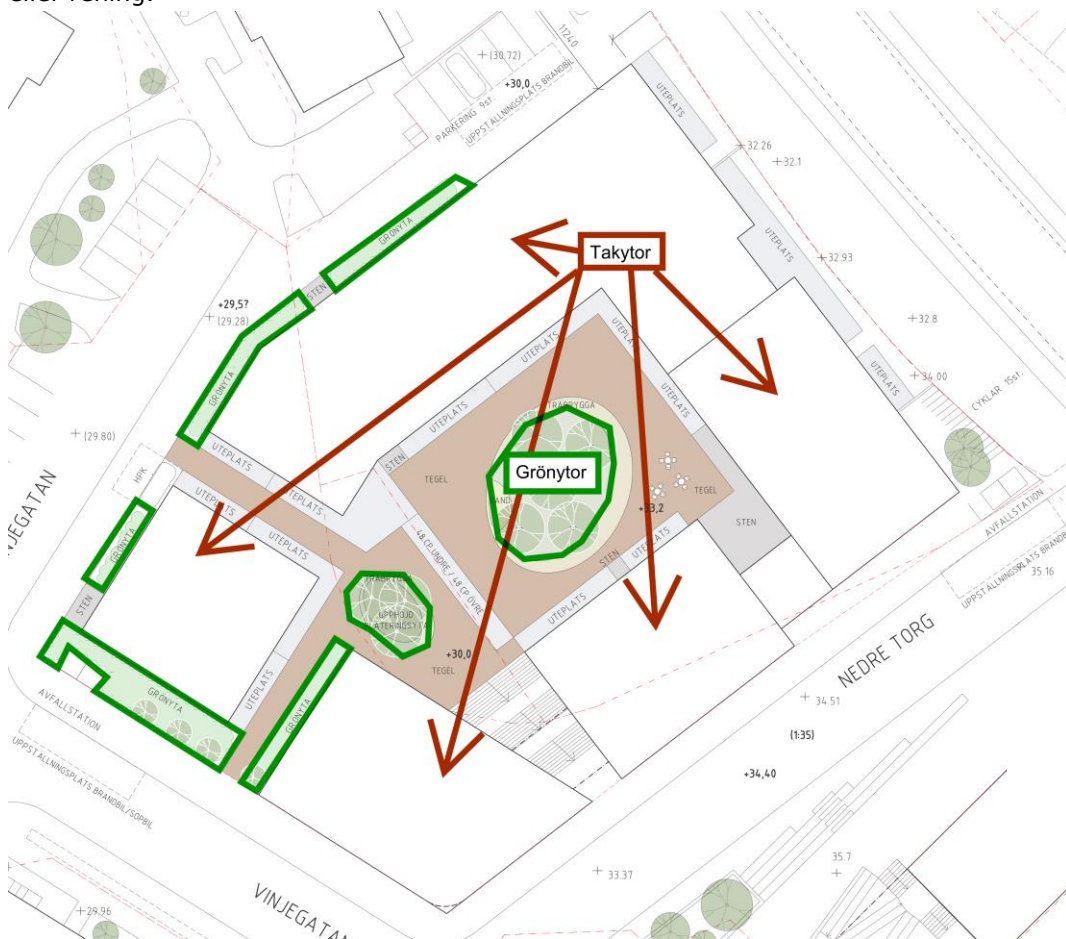
³ Normalt något lägre koefficient men parkmarken lutar och bedöms relativt hårdgjord vilket påskyndar avrinningen.

⁴ 2- och 10 års regnet baseras på en varaktighet av 10 min och ett klimattillägg på 25%, detta ger en intensitet på 168 l/s*ha för 2års regnet och 285 l/s*ha för 10års regnet

Beräkningar av föroreningsmängder har gjorts med schablonvärden från programmet Storm Tac. Beräkningarna baseras på genomsnittlig årlig nederbörd på 636 mm. Resultatet från dessa beräkningar, redovisat i kg/år, syns i tabell 4.

5. Planerad markanvändning

Ytornas olika markanvändning, avrinningskoefficienter, reducerad area och flöden redovisas i tabell nedan. Markanvändningen är hämtad från figur 4. Flöden och föroreningar i nedstående tabeller baseras på ytor utan särskild fördröjningsåtgärd eller rening.



Figur 4. Planerad markanvändning

Tabell 3. Planerad markanvändning, ytor och flöden

Markanvändning	Area		Avrinningskoefficient ¹	Red area ²	2 års ⁴ regn (l/s)	10 års ⁴ regn (l/s)
	m2	ha		ha		
Tak	2130	0,21	0,9	0,19	30	54
Parkerings yta	150	0,015	0,85	0,013	2	4
Plattor/torg/trottoar	1225	0,12	0,85	0,10	17	29
Natur	331	0,03	0,15 ³	0,01	1	2
Summa	3836			0,31	50	89

¹ Avrinningskoefficient/hårdgörandegrad

² Reducerad area = area x avrinningskoefficient

³ Normalt något lägre koefficient men parkmarken lutar och bedöms relativt hårdgjord vilket påskyndar avrinningen.

⁴ 2- och 10 års regnet baseras på en varaktighet av 10 min och ett klimattillägg på 25%, detta ger en intensitet på 168 l/s*ha för 2års regnet och 285 l/s*ha för 10års regnet

Mängden föroreningar i dagvattnet före och efter exploatering har beräknats på årsbasis.

Tabell 4. Föroreningsberäkning

Ämne	Nuläget kg/år	Efter exploatering kg/år	Reningsbehov för att nå nuvarande nivåer	Reningseffekt i biofilter såsom raingarden**
Tot-P	0,26	0,2	0%	60%
Tot-N	2,3	3,1	26%	25%
Pb*	0,04	0,006	0%	80%
Cu*	0,09	0,02	6%	60%
Zn*	0,55	0,1	0%	90%
Cd*	0,00013	0,00044	71%	80%
Cr	0,0445	0,01	0%	25%
Ni	0,0194	0,01	0%	75%
SS	145	78	0%	85%
Oljeindex	0,77	0,46	0%	60%

* Metallhalter slår igenom på grund av schablonhalt för tak

** Lindfors, T., Bodin- Sköld, H., & Larm, T. (2014). Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Vinnova, Sweco.

5.1 Generell hantering av dagvatten

Det finns ett antal olika lösningar för fördröjning av dagvattnet. Exempel är rörmagasin, kassettlösningar, andra markmagasin såsom makadamfyllning, ytliga svackor, raingardens. Generellt bör innergården nyttjas i så stor utsträckning som möjligt. Det betyder att takavvattningen i möjligaste mån leds via stuprör inomhus mot gårdsytan.

För att erhålla önskad funktion på ett fördröjningsmagasin krävs att utloppet från magasinet är strypt. Dessutom rekommenderas en brädd från magasinet, exempelvis som en kupolsil i marknivå, för att förhindra att vatten dämmer uppströms i systemet (förutsatt att det är ledningar uppströms).

Rening i markmagasin fungerar som filtrering och tar bort partiklar.

Att leda vatten över en gräsyta t.ex översilning eller gräsbevuxet dike avskiljer olja på så sätt att mikroorganismer bryter ner olja i grässvålen och i översta jordlagret under. Fastläggning av partiklar, metaller och SS sker via adsorption när vattnet filtrerar genom materialet. I tabell 5 syns reningsgraden i ett biofilter (typ raingarden).

Schablonmässigt anges reningsgrad i makadamfyllda diken till 30-80% (Stormtac) beträffande partiklar som mycket av tungmetallerna är bundna till. Översilning på gräsytor ökar reningsgraden ytterligare.

5.2 Förslag till hantering av dagvattnet på aktuell yta

Förhållandevis stora takytor och innergårdsytor kommer att skapas vilket innebär att det blir en begränsad föroreningsbelastning men att någon form av flödesreglering rekommenderas.

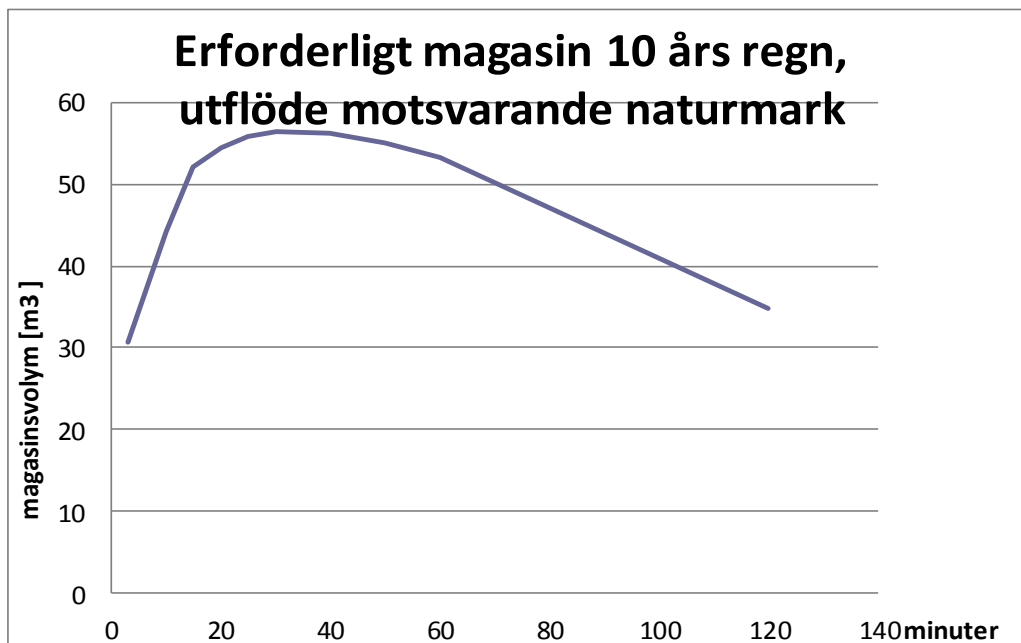
Beräkningar visar att toppflödena vid det dimensionerande 10-årsregnet ökar med ca 20% jämfört med i dag på grund av de sammantaget större hårdgjorda ytorna (framförallt takytor) om ingen insats för fördröjning görs. Lokal dagvattenhantering i form av infiltration är antagligen generellt svårt med tanke på det ytliga berget. Dessutom kommer delar av gården att anläggas på bjälklag.

Föroreningarna minskar generellt jämfört med befintlig markanvändning. Kväve- och kadmiummängderna ökar något. De är också prioriterade föroreningar enligt bedömningen av recipient (se kap. 3.2). Genom "gröna" lösningar såsom raingardens och välja takmaterial som inte bidrar till ökade metallhalter kan värdena minskas.

Erforderlig volym på fördröjningsmagasin hamnar kring 55 m³ (effektiva volymen) om tillåtet utflöde är 15 l/s. Det motsvarar flödet från naturytor vid 10-års regnet och 10 min varaktighet samt klimatfaktor på 1,25.

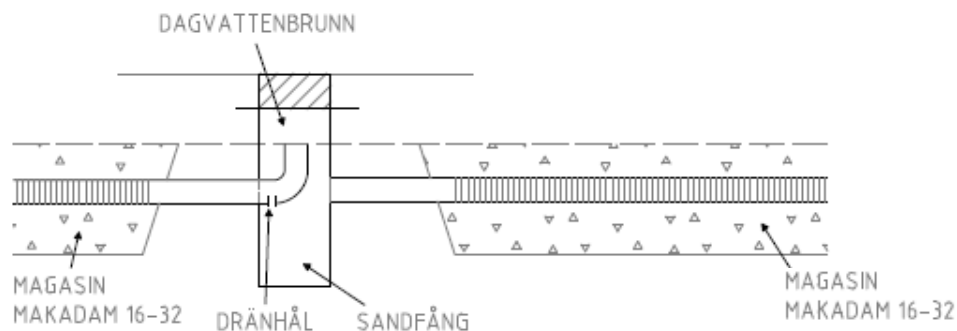
För att erhålla 20 mm våtvolum inom planområdet innebär det att volymen blir ca 65 m³, dvs något större än vid fördröjning av ett 10 års regn enligt ovan.

Nedan redogörs var och i vilken omfattning dagvattenhantering kommer att utföras inom aktuell fastighet. I kommande projekteringsfaser rekommenderas att *Bilaga för beräkning av dimensionerande dagvattenflöde – typexempel, Stockholm stad, 2017-10-18*, nyttjas som underlag för mer detaljerade beräkningar.

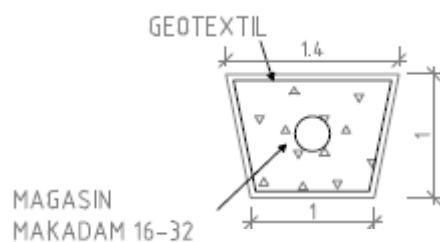


Figur 5. Erforderligt magasin. Efter drygt 30 minuter erfordras inget större magasin för att fördröja 10-års regnet.

Takytorna bidrar med merparten av flödet. Genom att leda vattnet mot innergården, alternativt till grönytorna utanför byggnaderna, i slitsade ledningar med begränsad kapacitet erhålls en spridning och fördröjning av vattnet i ledningsgravarna.

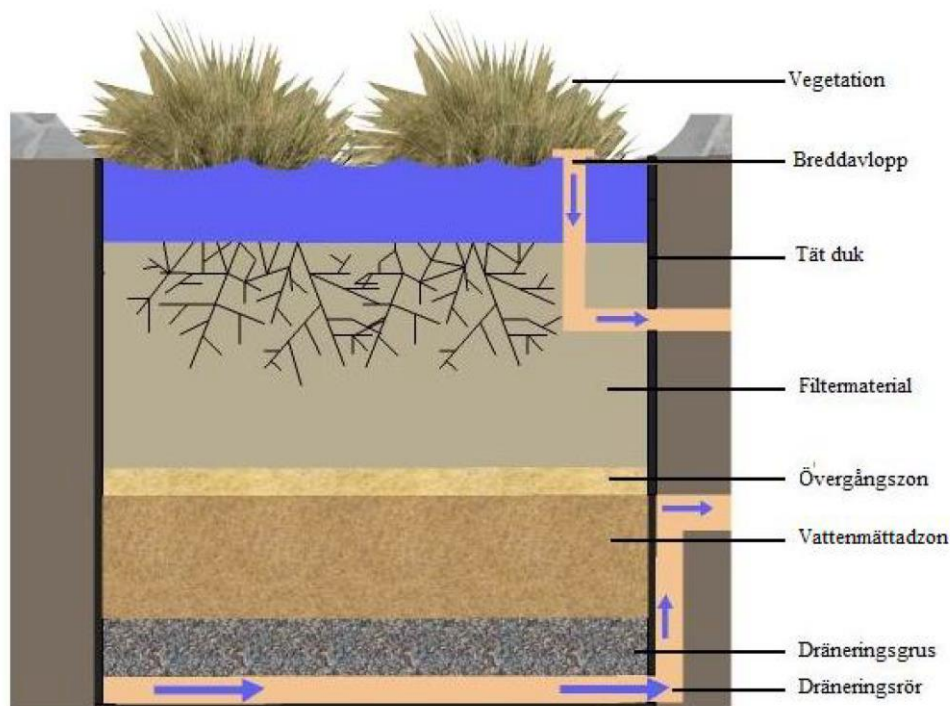


Figur 6. Profil. Spridning av dagvatten i mark



Figur 7. Sektion. Spridning av dagvatten i mark

Dagvattnet från gårdsytorna leds med fördel mot planteringar i mitten av gårdsplanen. Ett sätt att dimensionera dagvattenavrinningen kan vara att leda dagvattnet till dagvattenbrunnar med begränsad kapacitet (i detta fall 10-års flödet) som leder vattnet vidare till gårdsytan. Där kan spridning ske i uppbyggda marklager av makadam eller i raingardens. När ett större regn faller kan inte systemet svälja hela flödet utan det sker transport och bortledning av dagvattnet ytledes. Se figur 10 för flödesvägar.

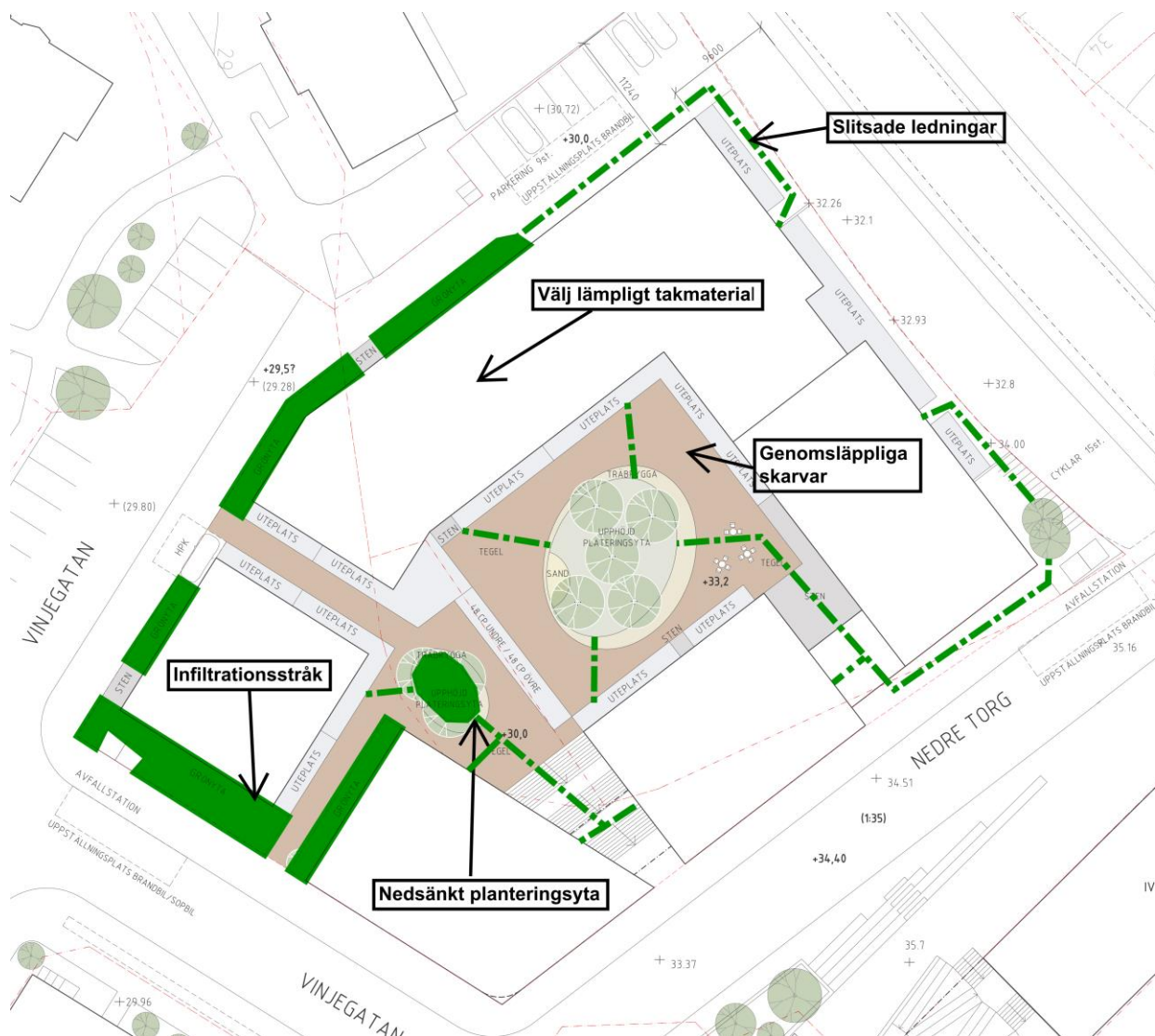


Figur 8 Uppbyggnad av raingarden

I detta fall finns ett bjälklag att ta hänsyn till. Infiltration kan inte ske samt är det troligt att markmagasinet måste vara grundare än 1 meter. Genom att fördela markmagasinen ytterligare enligt figur 9 erhålls tillräcklig fördröjningsvolym och rening.

Ambitionen är att leda takvattnet till innergården. Det kan möjligen bli svårt för allt takvatten varför en del takvatten kan ledas till grönstråken utanför byggnaderna. I nuläget är det inte definitivt var stuprör placeras och var i detalj som avledning kan ske till markmagasinen. I figur 9 syns exempel på hur slitsade ledningar kan förläggas. På detta vis avleds dagvatten från exempelvis ytorna som angränsar till spåret till renings-/fördröjningsmagasin.

Total yta som berörs av den planerade markanvändningen är ca 0,4 ha motsvarande ca 0,3 ha reducerad yta. Riktlinjen på 20 mm våtvolum motsvarar ett magasin med våtvolum på ca **65 m³**. Genom att nyttja porvolymen i exempelvis makadam eller luftig skelettjord (vid antagen porositet på 0,3) motsvaras det av ca **220 m³** effektivt markmagasin.



Figur 9. Möjlig dagvattenhantering inom aktuell fastighet

Erforderlig våtvolymp på 65 m³ kan åstadkommas på olika sätt. Exemplet från figur ger:

- Om planteringsytan inom kvartersmark görs nedsänkt för den mindre gården istället för upphöjd kan en våtvolymp säkerställas ovanpå planteringsytan. I figur ovan innebär det: 25 m² ggr 20 cm (om vattnet tillåts stiga 20 cm vid ett stort regn) innebär att **våtvolympen blir 5 m³**. Det återstår alltså 60 m³.
- Om det kan vara skelettjord eller makadam 30 cm under den upphöjda planteringsytan i mitten av den stora gården där det är bjälklag (garage under) innebär det: 125 m² ggr 30 cm ggr 0,3 (porositet) blir **12 m³ våtvolymp**. Det återstår då 48 m³.
- Om det kan vara skelettjord eller makadam 50 cm under teglet där det inte är bjälklag innebär det: 200 m² ggr 50 cm ggr 0,3 (porositet) blir **25 m³ våtvolymp**. Det återstår då 23 m³.

- Om infiltrationsstråken görs nedsänka innebär det drygt 100 m² ggr 20 cm (om vattnet tillåts stiga 20 cm vid ett stort regn), ca **25 m³ våtvolum**.

Med ovanstående lösningar blir alltså våtvolymer ca 65 m³.

Om det även skulle gå att anlägga skelettjord eller makadam 50 cm under infiltrationsstråken innebär det ytterligare 20 m³ våtvolum. Denna fördröjningsvolum behövs inte med tanke på att det räcker med 65 m³ men tas med här för att visa att för att nå 65 m³ våtvolum kan hanteringen ske på olika sätt.

Med de redovisade lösningarna finns marginal för att nå erforderliga fördröjningsmål. Dessutom sker en rening i den ytliga dagvattenhanteringen som åtminstone bidrar till att miljö kvalitetsnormen för Råcksträsk uppnås.

I Stockholms stads riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark rekommenderas taklutning där två tredjedelar av taken lutar in mot gård. Dagvatten som avleds från ytor som lutar mot gatan ska i första hand hanteras enligt följande:

- Ledas in mot gård (dagvattenlösningarna på gården måste ha tillräckligt kapacitet och finnas bräddfunktion. Det krävs planering för att förebygga skador vid extrema regntillfällen.
- Fördröjas i förgårdsmark
- Fördröjas i grönt tak

Som nämnts tidigare avleds dagvattnet till kombinerade ledningar. Enligt Stockholm Vatten kan dock området i en framtid separeras varför anpassningar i form av separerade lösningar bör göras inom planområdet.

6. Stora regn

6.1 Allmänt

I detta kapitel redogörs för den situation om ledningsnätet kommer gå fullt (detta kommer att hända vid extremregn eftersom ledningarna dimensioneras till att ta hand om vanligen ett tio-års regn) och att strömning av vatten kommer att ske på markytan. Utgångspunkten är att undvika lågpunkter inom området, förhindra påverkan från omgivande ytor och se till att områden nedströms inte "drabbas" av den ökade hårdgöringen.



6.2 Lågpunkter inom området

6.3 Påverkan från omgivande ytor

6.4 Påverkan på omgivande ytor

15 av 15