


Dagvattenutredning för kvarteret Kaksmulan, Stena Fastigheter



Geosigma AB

2017-05-04

<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: Per Askling Linda Boyle		Uppdragsnr: 604332	Grän nr: 16117	Version: 2.0	Antal Sidor: 28	Antal Bilagor: 1
Beställare: Stena Fastigheter		Beställares referens: Elin Cederholm		Beställares referensnr:		
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning för kvarteret Kaksmulan, Stena Fastigheter						
Författad av: Stefan Eriksson					Datum: 2016-11-03	
Reviderad av: Carolina Åckander					Datum 2017-05-04	
Granskad av: Per Askling Frida Hammar					Datum: 2016-11-03 2017-05-04	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735		Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala St Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00		Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00		Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00
Stockholm Sankt Eriksgatan 133 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00						

Bilaga 1: Schablonhalter för respektive markanvändning

Sammanfattning

Stena Fastigheter önskar förtäta kvarteret Kaksmulan i Sköndal i Södra Stockholm.

I samband med att ett planförslag för den planerade exploateringen tas fram har Geosigma AB blivit ombudade att utföra en dagvattenutredning.

Utredningsområdet utgörs i dagsläget av naturmark och en gång- och cykelväg. Öster om planerade byggnader går Sköndalsvägen, i väster en gång- och cykelväg och i söder finns en förskolebyggnad och Dalbobranten.

Dagvatten från utredningsområdet transporteras till recipienten och ytvattenförekomsten Drevviken. Länsstyrelsens klassning visar på miljöproblem i Drevviken så som övergödning, miljögifter och förändrade habitat genom fysisk påverkan.

Den föreslagna förtätningen av utredningsområdet enligt gällande planskiss kommer totalt att medföra ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 150 %.

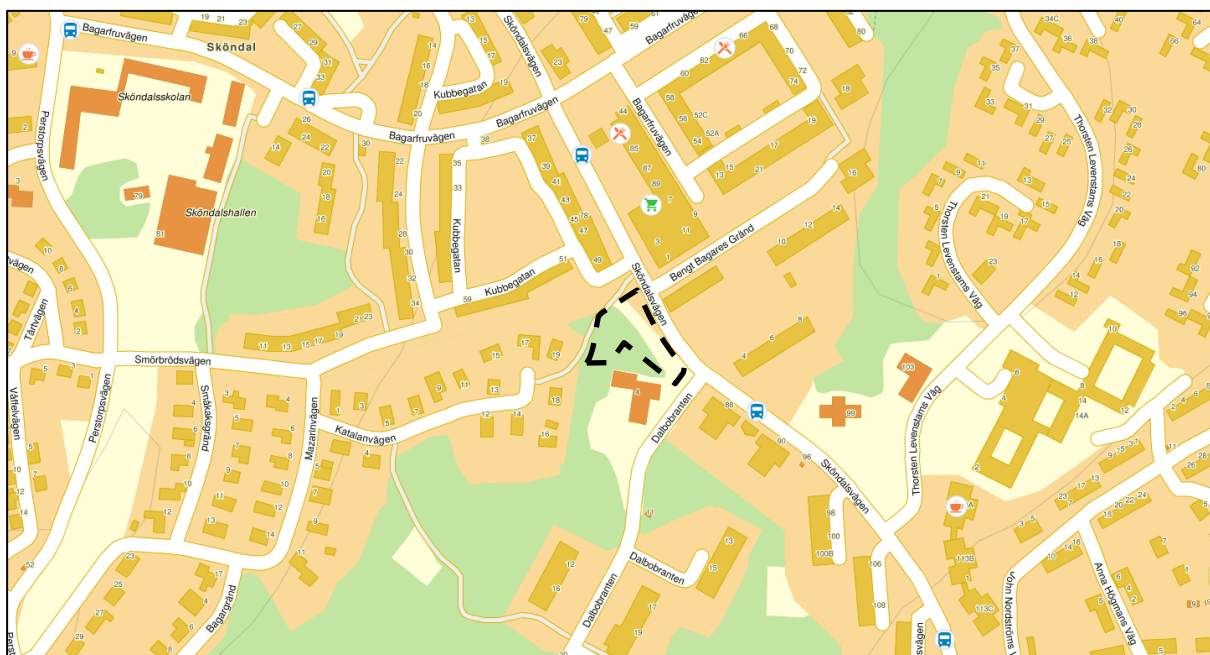
För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en oförändrad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av utredningsområdet, föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från utredningsområdes takytor, gångvägar, parkeringar och uteplatser leds till växtbäddar, makadamdiken och regnbäddar.
- Samtliga lösningar förses med bräddavlopp som kopplas till ett makadammagasin i utredningsområdets norra del. Makadammagasinet förses med bräddavlopp till det kommunala dagvattensystemet i utredningsområdes norra hörn vid Sköndalsvägen.
- Makadammagasinet utgörs av poröst fyllnadsmaterial under den tilltänkta plattsatta torgytan i utredningsområdes norra del. Förutsatt att marken inte är förorenad förses makadammagasinet med en genomsläpplig materialavskiljare som tillåter infiltration av dagvatten till grundvattnet. Om marken innehåller föroreningar behöver magasinet anläggas med ogenomsläppliga väggar och botten.
- Fyllnadsmaterial under hela den plattsatta ytan under torget innebär att ca 70 % av allt dagvatten som bildas inom utredningsområdet kan omhändertas och fördröjas enligt den beräknade erforderliga fördröjningsvolymen. De andra dagvattenlösningarna (växtbäddar, regnbäddar och makadamdiken) planeras i första hand omhänderta och rena det dagvatten som bildas inom utredningsområdet medan makadammagasinet fungerar som en ytterligare fördröjning och för omhändertagande av det vatten som bildas i utredningsområdets norra del.
- Kantsten bör endast användas för att hindra vatten från att tillrinna lågpunkter där det finns risk för översvämningar.
- Allt dagvatten från området planeras att slutligen tillrinna makadammagasinet och sedan vidare till det befintliga dagvattennätet.
- Utredningsområdet höjdsätts så att vattenansamlingar inte bildas mot eller i närheten av byggnader, och så att instängda lågpunkter inte uppstår.

Innehåll

1	Inledning och syfte.....	5
1.1	Allmänt om dagvatten.....	6
2	Material och metod	7
2.1	Material och datainsamling.....	7
2.2	Platsbesök	7
2.3	Flödesberäkning.....	8
2.4	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym.....	9
2.5	Föroreningsberäkning	9
3	Områdesbeskrivning och avgränsning	10
3.1	Markanvändning – Befintlig och planerad	10
3.2	Hydrogeologi.....	11
3.2.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi	11
3.2.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.....	13
3.3	Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN).....	14
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning.....	16
4.1	Flödesberäkningar	16
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym.....	17
4.3	Föroreningsbelastning.....	17
4.4	Extremregn och lågpunkter	19
5	Lösningförslag för dagvattenhantering	20
5.1	Generella rekommendationer	20
5.2	Lösningförslag	21
5.2.1	Växtbäddar.....	21
5.2.2	Regnbäddar	22
5.2.3	Makadamdike.....	23
5.2.4	Makadammagasin.....	24
5.3	Extremregn	25
6	Referenser.....	26

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen används "Stockholms stads dagvattenstrategi" och "Checklista för dagvattenutredningar i Stockholm stad".



Figur 1-1. Översiktskarta över utredningsområdet kvarteret Kaksmulan. Svartstreckad polygon visar den ungefärliga placeringen av utredningsområdet.

1.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytaavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare grönområde leder till större areal av hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare)
- Ledningskartor (erhållet från beställare)
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator
- Situationsplan 2017-04-06, Vera arkitekter

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 27 maj 2016. Utredningsområdet utgörs av naturmark och en gång- och cykelväg. Söder om planområdet finns en förskolebyggnad. Från förskolan sluttar det brant ner till en plan gräsyta längs Sköndalsvägen. Utredningsområdet består av naturmark på höjden i planområdets södra del, se Figur 2-1, och vid gräsytan nedanför har planområdet en mer parklik karaktär, se Figur 2-2. Utredningsområdet avvattnas norrut längs Sköndalsvägen i det kommunala dagvattenssystemet.



Figur 2-1. Naturmark i utredningsområdets södra del.



Figur 2-2. Mark med parklik karaktär i utredningsområdets norra del.

2.3 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilket är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format.

f är en ansatt klimatkfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att klimatkfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatkfaktorn har i detta fall därför satts till 1,25.

2.4 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation:

$$V = 0,06 \cdot \left(i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \quad (\text{Ekvation 2})$$

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ($\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($\text{liter/sekund} \cdot \text{hektar}_{\text{red}}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor $2/3$.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

Beräkning av utjämningsvolym har även gjorts enligt Stockholm stads nya mått på åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnationer. Enligt dessa mått, som fortfarande enbart finns tillgängligt som arbetsmaterial, ska de första 20 millimetrarna nederbörd kunna magasineras och fördröjas inom utredningsområdet.

2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet baseras på schablonhalter som har hämtats från modellverket StormTac v17.1.3. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Det aktuella utredningsområdet är beläget i södra Stockholm, i området Sköndal i Stockholms stad. Utredningsområdet utgörs av naturmark och en gång- och cykelväg. Aktuell utredning omfattar planerad bebyggelse inom utredningsområdet enligt förtätningsstudien från 2017-04-20 av Stena fastigheter.

3.1 Markanvändning – Befintlig och planerad

Utredningsområdet utgörs i dagsläget av naturmark och en gång- och cykelväg. Öster om planerade byggnader går Sköndalsvägen, i väster en gång- och cykelväg och i söder finns en förskolebyggnad och Dalbobranten. I Figur 3-1 visas befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

Enligt förslaget kommer utredningsområdet att förtätas med ett flerbostadshus med ett fåtal parkeringsplatser på kvartersmarken och hårdgjorda ytor kring byggnaden. Befintlig gång- och cykelväg inom utredningsområdet i väster kommer att flyttas något västerut för att ge plats för den planerade byggnaden. Den planerade markanvändningen efter exploatering visas i Figur 3-2. Byggnationen kommer att medföra en högre andel hårdgjorda ytor inom utredningsområdet.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet. Där grönt = naturmark och grönytor, grå = gång- och cykelväg och orange streckad linje är antaget utredningsområde.



Figur 3-2. Planerad markanvändning inom utredningsområdet (Stena fastigheter 2017-04-20).

3.2 Hydrogeologi

3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mättnadsgrad. Vid helt mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens hydrauliska konduktivitet, K_s .

I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara så stor att den kan hantera dimensionerande flöden. I Tabell 3-1 nedan anges övergripande infiltrationskapaciteter för olika svenska jordtyper.

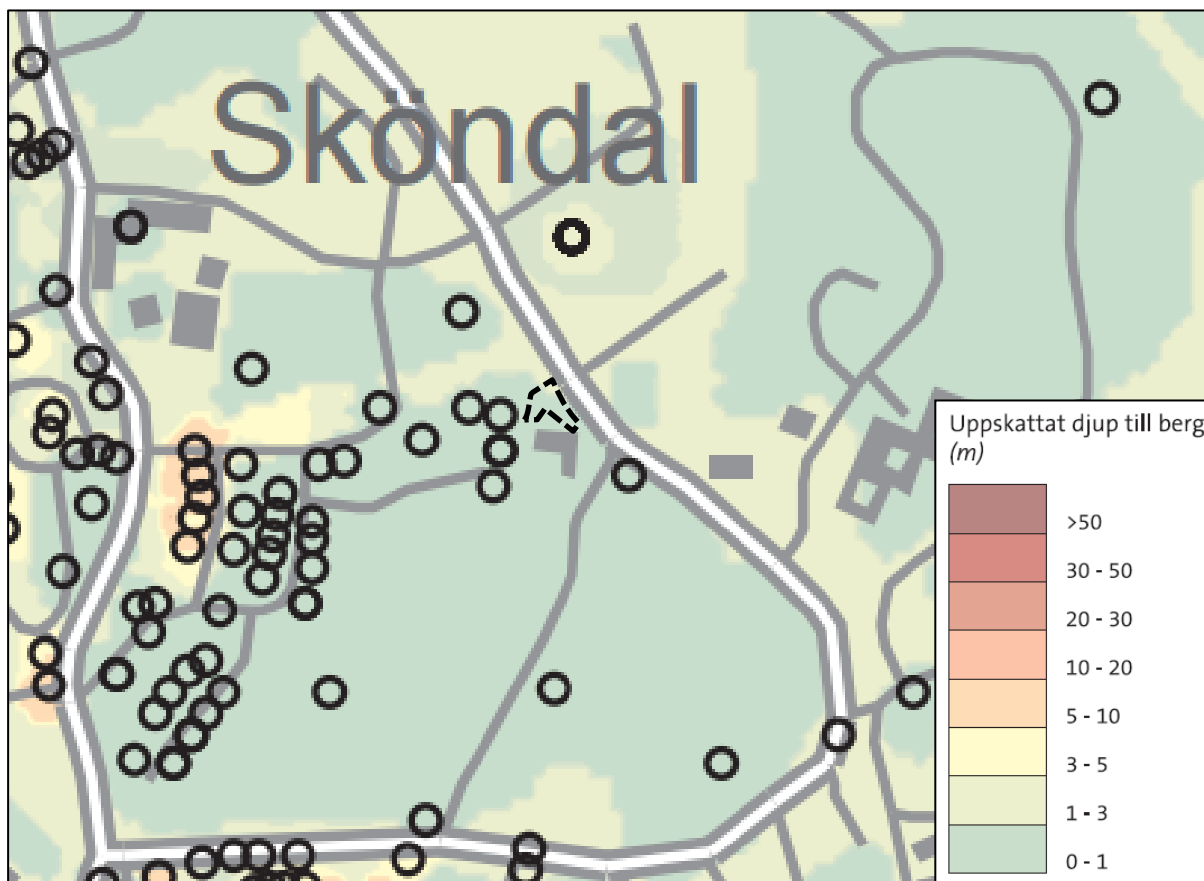
Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska jordtyper (VAV, 1983)

Jordtyp	Infiltrationskapacitet (millimeter/timme)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Enligt jordartskartan (Figur 3-3) och jorddjupskartan (Figur 3-4) från SGU består jordlagren inom planområdet främst av berg eller fyllnadsmassor. I de låglänta delarna av planområdet återfinns fyllnadsmassor och i de höglänta områdena är det berg i dagen. Jordlagrens mäktighet uppskattas till mellan 0 – 3 meter, med tunnare jorddjup på höjderna och tjockare jorddjup i de låglänta delarna av planområdet med fyllnadsmassor. Baserat på denna information, men med tyngdpunkten på observationer gjorda vid platsbesöket den 26 maj 2016, bedöms förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten inom planområdet vara begränsade.



Figur 3-3. Jordartskarta framtagen med SGUs kartvisare. Svartstreckad polygon visar den ungefärliga placeringen av planområdet.



Figur 3-4. Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator. Svartstreckad polygon visar den ungefärliga placeringen av utredningsområdet.

3.2.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Merparten av områdets dagvatten avrinner ner mot Sköndalsvägen där det kommunala dagvattensystemet finns. En mindre del i sydväst avrinner söderut mot Katalanvägen. All tillkommande bebyggelse ligger inom Drevvikens avrinningsområde. Marknivåerna inom utredningsområdet varierar mellan +43 – +48 meter.

Figur 3-5 visar antagna naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på topografiska förhållanden.

Dagvattenhanteringen är begränsad idag inom planområdet och merparten av det regnvatten som faller inom planområdet kan antas infiltrera marken. Det dagvatten som bildas rinner till det kommunala dagvattensystemet i markförlagda ledningar längs Sköndalsvägen.



Figur 3-5. Översiktskarta över utredningsområdet vid Kaksulan, där blå pilar visar naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserad på rådande topografi.

3.3 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Dagvatten från utredningsområdet transporteras till recipienten och ytvattenförekomsten Drevviken, Figur 3-6. Länsstyrelsens klassning visar på miljöproblem i Drevviken som övergödning, miljögifter och förändrade habitat genom fysisk påverkan. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket medför att inga halter av föroreningar bör öka och framförallt inte näringsämnen, kvicksilver, polybromerade difenyletrar och tribyltenn-föreningar då det finns en problematik i Drevviken med dessa. Gällande kvicksilver och polybromerade difenyletrar är dessa ämnen generellt över gränsvärdena i Sverige, vilket gör att dessa ämnen är undantagna.

Drevvikens senaste statusklassificering enligt VISS är:

Ekologisk status

Status: Otillfredsställande (Beslutat 2015-04-08)

Kvalitetskrav: God ekologisk status 2027

Vattenförekomsten har konstaterats ha problem med kontinuitetsförändringar och ytterligare utredning krävs för att avgöra vilka åtgärder som är nödvändiga för att god ekologisk status ska uppnås. Vad gäller övergödning anses det tekniskt omöjligt att uppnå god ekologisk status till 2021, men alla kända åtgärder behöver emellertid genomföras i så stor utsträckning om möjligt till 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås 2027.

Gränsvärdet för ammoniak överskrider i recipienten och övervakning i kombination med påverkansanalys bör utföras för att kunna sätta in lämpliga åtgärder.

Kemisk ytvattenstatus

Status: Uppnår ej god

Kvalitetskrav: God kemisk ytvattenstatus

Undantag ges för bromerade difenyleter och kvicksilver då dessa ämnen generellt är över gränsvärdena för hela Sverige. En tidsfrist har getts för tributyltennföroreningar fram till 2027.



Figur 3-6. Drevvikens ytvattenförekomst (www.viss.lansstyrelsen.se). Svartstreckad polygon visar den ungefärliga placeringen av utredningsområdet.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I beräkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter (φ) enligt Svenskt Vatten P110 använts, se Tabell 4-1. För park- och naturmark har avrinningskoefficienten satts till 0,2 eftersom utredningsområdet är relativt kuperat med en del berg i dagen.

Utredningsområdet är relativt stort där generella markanvändningstyper har ansatts olika ytor och därför har en avvägd avrinningskoefficient beräknats enligt sambandet:

$$\varphi_{Atot} = (\varphi_1 \cdot A_1 + \varphi_2 \cdot A_2 + \varphi_3 \cdot A_3 \dots) / A_{tot} \quad (\text{Ekvation 3})$$

Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flödet så de redovisade flödena bör främst ses som en indikation på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter, samt beräknade avvägda avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning.

Markanvändning	φ (-)	Area befintlig markanvändning (m ²)	Area planerad markanvändning (m ²)	φ_{Atot} (-) befintlig markanvändning	φ_{Atot} (-) planerad markanvändning
Tak	0,9	0	770	<u>0,21</u>	<u>0,55</u>
Parkering/grus	0,3	0	470		
Plattsättning	0,68	0	730		
Gång och cykelväg	0,6	50	0		
Naturmark/Grönytor	0,2	2 660	740		
Totalt		2 710	2 710		

Vid beräkningar av dimensionerande flöde har ett återkommande 20-årsregn med klimatafaktor 1,25 använts.

Dagvattenflöden från utredningsområdet vid ett 20-årsregn för befintlig och planerad markanvändning är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och visas i Tabell 4-2. Regnets varaktighet har satts till utredningsområdets rinntid, vilken uppskattats enligt de schabloniserade vattenhastigheter som redovisas i Svenskt Vatten P110. Dimensionerande regnintensiteter har beräknats enligt Svenskt Vatten P104 och Dahlström (2010). Årsnederbörden har satts till 636 millimeter.

Tabell 4-2. Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för befintlig och planerad markanvändning för ett 20-årsregn, 100-årsregn, samt årsmedelflöden (årsnederbörd 636 millimeter).

	Varaktighet (min)	Dimensionerande flöde för ett 20-årsregn (liter/sekund)	Dimensionerande flöde för ett 100-årsregn (liter/sekund)	Årsmedelflöde (liter/sekund)
Befintlig markanvändning	10	25,6	43,6	0,019
Planerad markanvändning	10	63,9	109	0,041
Procentuell flödesökning		<u>+150 %</u>		<u>+116 %</u>

Små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flödet och därför ska de redovisade flödena främst ses som indikatorer på hur flödena kan förändras vid den planerade markanvändningen. En exploatering av utredningsområdet enligt föreslagen planskiss uppskattas medföra ökade dagvattenflöden med 150 % för ett dimensionerande 20-årsregn.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Hösten 2016 beslutade Stockholm Stad och Stockholm Vatten om nya riktlinjer gällande dagvattenhantering och mått för åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnationer. Enligt dessa riktlinjer ska 20 millimeter nederbörd kunna magasineras och renas inom utredningsområdet. Målet på 20 millimeter har bestämts utifrån beräkningar av behovet av rening av dagvatten så att miljö kvalitetsnormerna för vatten ska kunna följas i stadens vattenförekomster. Genom att dimensionera dagvattenanläggningar stora för att hantera nederbörd motsvarande 20 millimeter räknar man med att 90 % av årsnederbörden kommer kunna magasineras och fördröjas i utjämningsvolymen. Riktlinjerna innehåller krav på mer långtgående rening än enbart sedimentation och att såväl partikelbundna som lösta föroreningar ska kunna avskiljas. Systemen ska utformas som en permanent våtvolum eller en volym som avtappas under cirka 12 timmar genom filtrerande material. Förutom ökad rening ger de nya åtgärdsnivåerna ökad säkerhet och fördröjning vid stora flöden.

För att fördröja 20 millimeter nederbörd från hela utredningsområdet, med de förutsättningar gällande markegenskaperna och avrinningskoefficienterna som anges i Tabell 4-1, krävs att utjämningsvolymen uppgår till 29,6 m³. För en avtappningstid på 12 timmar krävs ett medelvärde för utloppsflödet på högst 0,68 liter/sekund. Dimensioneringen av utjämningsvolymen har utgått från dimensionerna enligt Stockholm Stads nya mått för åtgärdsnivå (se vidare Kapitel 5.1.1).

Den dimensionerande utjämningsvolymen har även beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.4. För att fördröja utredningsområdets dagvatten så att ingen ökad belastning på befintligt dagvattensystem kommer att ske i framtiden krävs en utjämningsvolym på 20 m³. I praktiken innebär detta en belastningsminskning då dagvattenflödet efter planerad exploatering är beräknat med klimataktorn 1,25.

Då det enligt den nya åtgärdsnivån från Stockholms stad krävs en större volym för att fördröja och rena det dagvatten som uppkommer i och med den förändrade markanvändningen har denna volym blivit den dimensionerande för de lösningar som presenteras för dagvattenhantering inom utredningsområdet.

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v17.1.3 använts. Schablonvärden för respektive markanvändning och standardavvikelse för respektive ämne redovisas i bilaga 1. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Föroreningsbelastning innan och efter genomförd förändring i markanvändning jämförs i tabell 4-3. Där redovisas även föroreningshalter efter rening med växtbädd eller makadammagasin samt en kombination av dessa. Mer information om olika metoder att hantera dagvatten på presenteras i kapitel 5.2. Schablonhalter för reningseffekten vid den kombinerade reningen presenteras i bilaga 1.

Tabell 4-3. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt föroreningshalter efter rening med makadammagasin (rening 1) och efter rening med växtbäddar (rening 2) samt en kombination av växtbädd + makadammagasin (rening 1+2), beräknat i StormTac (Larm, 2000). Grönt = Under befintliga förhållanden, Orange = Över befintliga förhållanden.

Ämne	Föroreningshalter [µg/l]				
	Befintlig	Planerad	Efter rening 1	Efter rening 2	Efter rening 1 + 2
Fosfor	89	75	55	26	27
Kväve	1000	1 700	950	1020	620
Arsenik	3,4	3,1	1,3	0,62	0,28
Bly	3,9	3,5	0,92	0,7	0,27
Koppar	9,2	10	3,9	4	1,6
Zink	18	31	11	6,2	2,3
Kadmium	0,18	0,44	0,17	0,176	0,022
Krom	1,5	3,1	1,1	1,395	0,67
Nickel	0,96	2,8	1,4	0,7	0,43
Kviksilver	0,011	0,014	0,0079	0,0028	0,0042
Suspenderad substans	29 000	24 000	8 900	4 800	3700
Olja	140	100	16	30	13
PAH	0,0060	0,70	0,3	0,105	0,054
Benso(a)pyren	0,00046	0,0096	0,004	0,00144	0,00073

Schablonhalterna för den planerade markanvändningen, innan rening, indikerar att utredningsområdets dagvatten inte är kraftigt förorenat. Efter föreslagen rening i makadammagasin och växtbädd minskar koncentrationerna för nästan alla ämnen jämfört med befintliga förhållanden (innan exploatering). För PAH och Benso(a)pyren blir halterna högre jämfört med tidigare markanvändning. Även kvävehalterna blir högre efter exploatering om endast växtbäddar används och nickelhalterna blir högre jämfört med befintlig markanvändning om endast makadammagasin används för rening. När både växtbädd och makadammagasin kombineras blir halterna under befintlig markanvändning för samtliga ämnen utom PAH och benso(a)pyren.

I Tabell 4-4 redovisas beräknade årliga föroreningsmängder för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts med StormTac (Larm, 2000). Föroreningsmängderna efter exploatering ökar för samtliga ämnen jämfört med befintliga förhållanden, vilket är att förvänta då utredningsområdet idag består av en stor andel naturmark. Efter föreslagna reningsåtgärder är föroreningsbelastningen för de flesta ämnen i paritet med eller lägre jämfört med situationen innan exploateringen. Detta gäller dock inte kväve, kadmium och krom där föroreningsmängderna ökar.

I föroreningsberäkningarna har effekt av växtbäddar och makadammagasin inkluderats. Övriga föreslagna lösningar för rening av dagvatten, se Kapitel 5.2, kommer bidra till en ytterligare minskning av föroreningsbelastningen genom en förbättrad rening och en minskning av dagvattenflödet ut från utredningsområdet.

Tabell 4-4. Årliga föroreningsmängder från utredningsområdet för nuvarande och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening med makadammagasin (rening 1) och växtbäddar (rening 2), beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Föroreningsmängder [kg/år]			
	Befintlig	Planerad	Efter rening 1	Efter rening 2
Fosfor	0,052	0,095	0,037	0,033
Kväve	0,69	2,2	1,3	1,32
Bly	0,0018	0,0047	0,00076	0,00094
Koppar	0,0062	0,014	0,0043	0,0056
Zink	0,011	0,041	0,0067	0,0082
Kadmium	0,000097	0,00057	0,000070	0,000228
Krom	0,0013	0,0041	0,0022	0,00185
Nickel	0,00087	0,0036	0,00080	0,0009
Kvicksilver	0,000013	0,000019	0,0000090	0,0000038
Suspenderad substans	12	30	7,3	6
Olja (mg/l)	0,14	0,15	0,055	0,045
PAH (µg/l)	0,000017	0,00099	0,00016	0,000149
Benso(a)pyren	0,0000013	0,000013	0,0000022	0,00000195

4.4 Extremregn och lågpunkter

Länsstyrelsen i Stockholm har genomfört en lågpunktskartering med beräknade översvämningsrisker inom länet. Karteringen är baserad på analys av höjddata, och inte på eventuella instängda lågpunkter inom utredningsområdet. Det finns inga områden inom utredningsområdet som förväntas skapa problem vid extremregn.

5 Lösningförslag för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

Den föreslagna förtätningen av utredningsområdet, enligt gällande planskiss kommer totalt att medföra ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 150 %, se Tabell 4-2.

Vid nyexploatering och förtätning bör dagvattenhantering eftersträva lokalt omhändertagande av dagvatten och åtminstone en oförändrad belastning på dagvattennätet och recipienten.

Utredningsområdet består delvis av berg i dagen och delvis av fyllnadsmassor.

Förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten till grundvattnet är begränsade. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt om infiltration möjliggörs genom att dagvattenlösningarna förses med en genomsläpplig materialavskiljare och inte görs täta, eftersom det minskar belastningen på dagvattensystemet och recipienten. Infiltration av dagvatten minskar även risken för sättningsproblem i lerområden nedströms utredningsområdet. Även om infiltrationsmöjligheterna i utredningsområdet bedöms som begränsade kan det vara bra att använda genomsläppliga materialavskiljare för att ändå tillåta den infiltration som är möjlig. Det kan t.ex. finnas jordlager som är gynnsamma för infiltration som inte visas i SGU:s kartmaterial.

Infiltration kan endast ske under förutsättning att marken inte är förorenad. Om föroreningar påträffas, och dessa inte avlägsnas från utredningsområdet, behöver fördröjningsanläggningarna anläggas med omgivande tätande material för att dagvattnet inte ska riskera att föra med sig föroreningar till grundvattnet

För att enligt Stockholm stads nya åtgärdsått fördröja de första 20 millimetrarna nederbörd krävs en utjämningsvolym på cirka 30 m³ (se Kapitel 4.2). Utloppsflödet ska dimensioneras så att en avtappningstid, enligt riktlinjerna, på minst 12 timmar erhålls.

5.2 Lösningförslag

För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en oförändrad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av utredningsområdet, föreslås följande åtgärder:

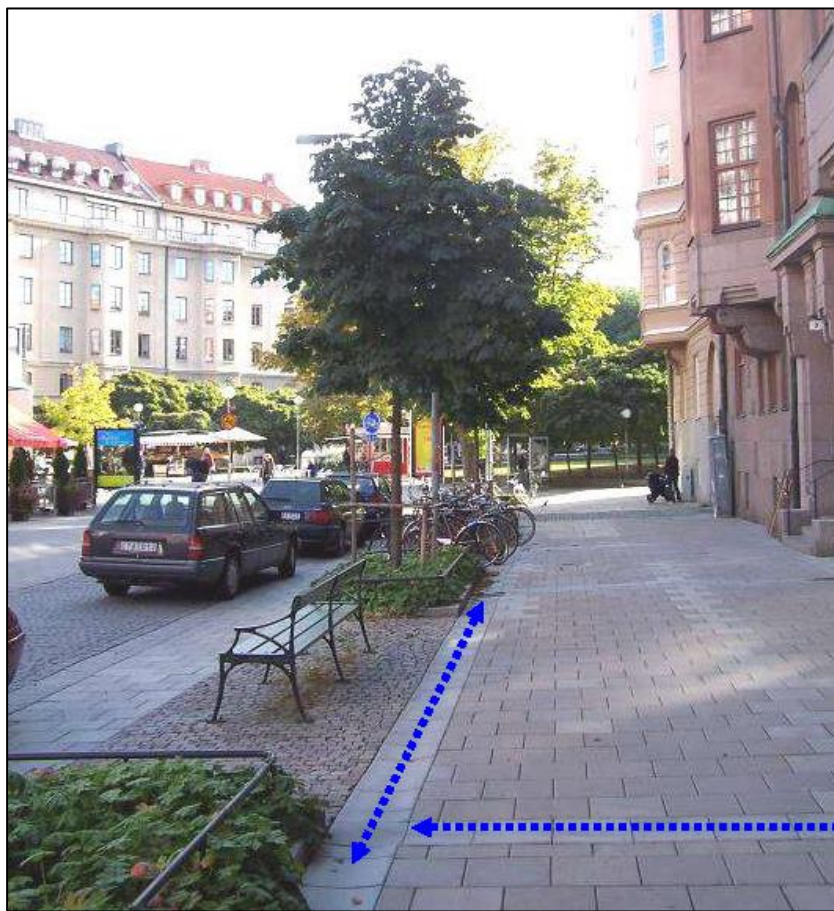
- Dagvatten från utredningsområdets takytor, gångvägar, parkeringar och uteplatser leds till växtbäddar, makadamdiken och regnbäddar.
- Samtliga lösningar förses med bräddavlopp som kopplas till ett makadammagasin i s norra del. Makadammagasinet förses med bräddavlopp till det kommunala dagvattensystemet i utredningsområdets norra hörn vid Sköndalsvägen.
- Makadammagasinet utgörs av poröst fyllnadsmaterial under den tilltänkta plattsatta torgytan i utredningsområdets norra del. Förutsatt att marken inte är förorenad förses makadammagasinet med en genomsläpplig materialavskiljare som tillåter infiltration av dagvatten till grundvattnet. Om marken innehåller föroreningar behöver magasinet anläggas med ogenomsläppliga väggar och botten.
- Fyllnadsmaterial under hela den plattsatta ytan under torget innebär att ca 70 % av allt dagvatten som bildas inom utredningsområdet kan omhändertas och fördröjas enligt den beräknade erforderliga fördröjningsvolymen. De andra dagvattenlösningarna (växtbäddar, regnbäddar och makadamdiken) planeras i första hand omhändertagande och rena det dagvatten som bildas inom planområdet medan makadammagasinet fungerar som en ytterligare fördröjning och för omhändertagande av det vatten som bildas i utredningsområdets norra del.
- Kantsten bör endast användas för att hindra vatten från att tillrinna lågpunkter där det finns risk för översvämningar.
- Allt dagvatten från området planeras att slutligen tillrinna makadammagasinet och sedan vidare till det befintliga dagvattennätet.
- Utredningsområdet höjdsätts så att vattenansamlingar inte bildas mot eller i närheten av byggnader, och så att instängda lågpunkter inte uppstår.

5.2.1 Växtbäddar

Växtbäddar är planteringar som anläggs i bebyggda områden med syfte att vara både estetiskt tilltalande och en effektiv lösning för dagvattenhantering. Vanligen planteras träd, men man kan med fördel även plantera mindre träd, buskar, rabatter eller gräs. Växtbäddarna anläggs ofta med ett tunt lager mulljord ovanpå ett tjockare och mer poröst lager. När dagvattnet infiltrerar ner i marken sker en effektiv avskiljning av större partiklar och föroreningar. Genom att leda dagvatten från hårdgjorda ytor till växtbädden erhålls därför både en rening och en fördröjning av dagvattnet, samtidigt som växtligheten inte riskerar att torka ut under torrare perioder. Flera växtbäddar kan också länkas samman till samma underliggande makadammagasin för att få en större magasinering förmåga. Mellan växtbäddarna kan exempelvis asfalt, grusgångar eller armerat gräs anläggas ovanpå makadammagasinet.

Växtbäddar har en bra rening, gällande metaller (55-85 %) enligt schablonvärden i StormTac. För suspenderad substans är den genomsnittliga reningsgraden över 80 %, för kväve cirka 40 % och för de flesta tungmetaller över 65 % enligt StormTac:

Zink, bly, nickel, kadmium, kvicksilver	cirka 75– 85 %
Kadmium, koppar	cirka 55 – 65 %



Figur 5-1. Exempelbild av hur takvatten kan avledas i rännor till växtbäddar med en gemensam underliggande växt- och infiltrationsbädd (skelettjord) för träd (Foto av Örjan Stål och Björn Embrén).

För att omhänderta vatten på innergården kan växtbäddar med skelettjord som överlagras av planteringar anläggas längs kanten på grönytor. Vatten från takytornas utkastare kan även ledas hit via öppna eller slutna ledningar. Förslag på placering av eventuella växtbäddar presenteras i Figur 5-3. Antaget att växtbäddar anläggs med ett tunt lager mulljord (10-20 cm) som överlagras en skelettjord (ca 50 cm) så ger föreslagna växtbäddar med en area på 115 m² en fördröjningsvolym på ca 17 m³.

Ytorna höjdsätts så att vatten från hårdgjorda ytor kan tillrinna växtbäddarna, men det är viktigt att öppningen mot Sköndalsvägen blir områdets lågpunkt så vatten vid extremregn kan ytavrinna genom den.

5.2.2 Regnbäddar

Regnbäddar är en form av biofilter som renar och fördröjer dagvatten. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande boendemiljö med rik och variationsrik växtlighet. Regnbädden byggs upp av en dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan det för växtligheten i de flesta fall är fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädd kan konstrueras visas i Figur 5-2. Regnbäddarna förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till ledningsnätet.

Regnbäddar är lämpliga att anlägga på innergårdar och gårdsmark, då de ger en frodigare grönska, och därmed lummigare innergårdar, än vad som annars skulle vara möjligt ovanpå exempelvis bjälklag.

Regnbäddar har liknande reningsförmåga som växtbäddar, se Kapitel 5.2.1.

I Figur 5-3 presenteras förslag på vart regnbäddar skulle kunna placeras inom utredningsområdet. Ytorna höjdsätts så att vatten från hårdgjorda ytor kan tillrinna regnbäddarna, men det är, som tidigare nämnts, viktigt att öppningen mot Sköndalsvägen blir områdets lågpunkt så att vatten vid extremregn kan ytavrinna genom den. Fördröjningszonen för regnbäddarna enligt figur 5-3 har satts till 30 cm vilket innebär att regnbäddarna på 55 m² kan fördröja ca 17 m³ vatten.



Figur 5-2. Illustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).

5.2.3 Makadamdike

Ett makadamdike kan anläggas längs Sköndalsvägen för omhändertagande av dagvatten som bildas i utredningsområdets östra del, se Figur 5-3. Om diket dessutom anläggs med växter så kan reningen, utöver filtrering och sedimentation, öka ytterligare tack vare växtupptag. Antaget en porositet på 30 % så kan ett makadamdike enligt det i figur 5-3 fördröja ca 6 m³ vatten.

Ett makadamdike fungerar enligt samma princip som ett makadammagasin och beskrivs ytterligare i Kapitel 5.2.4.

Om samtliga förslag på dagvattenhantering som presenteras ovan implementeras så erhålls en total fördröjningsvolym på 40 m³, vilket är mer än den dimensionerande volymen enligt Stockholms stads åtgärdsnivå.

Då topografin gör att dagvatten naturligt rinner från innergården och norrut inom utredningsområdet kan det vara lämpligt att anlägga ett makadammagasin i områdets nordöstra del för ytterligare fördröjning innan dagvattnet leds till det befintliga dagvattennätet. I dagsläget planeras ett torg i områdets nordöstra del som, till exempel, skulle kunna

anläggas med plattor som tillåter vatten att infiltrera till fyllnadsjorden under plattsättningen, se förslag i figur 5-3. Fyllnadsjorden fungerar då som ett makadammagasin som renar och fördröjer dagvattnet. Ytterligare beskrivning hur ett makadammagasin fungerar redovisas i kapitel 5.2.4.

Antaget att porositeten är ca 30 %, vilket ungefär motsvarar porositeten för makadam, så skulle ett fyllnadsjordslager som är 0,5 m djupt kunna magasinera ca 20 m³ vatten. Denna fördröjningsvolym förses med ett bräddavlopp till det befintliga dagvattensystemet.



Figur 5-3. Principskiss för dagvattenlösningar med växtbäddar, makamdike, regnbäddar och makadammagasin i områdets nordöstra del.

5.2.4 Makadammagasin

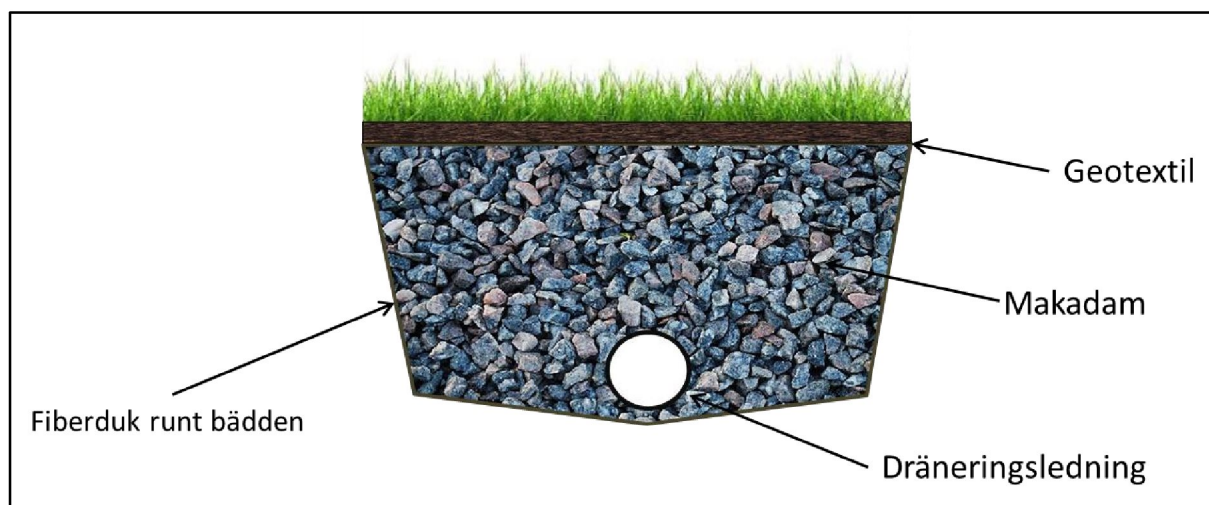
Makadammagasin anläggs i syfte att jämna ut dagvattenflöden från ett område och byggs upp av en makadam av grov och väl sorterad fraktion och kan anläggas under andra ytor, se exempel i Figur 5-4. Dagvattnet kan tillrinna makadammagasinet genom exempelvis ledningar, växtbäddar, gräsarmering eller permeabel asfalt. Det är viktigt att makadammagasinet avskiljs från omgivande material med en geotextil för att inte riskera att magasinets funktion försämras över tid genom att porerna sätts igen av finmaterial.

För anläggning av makadammagasin med genomsläppliga materialavskiljare bör avståndet till grundvattenytan vara tillräckligt för att grundvatten inte ska tränga upp i magasinet, en tumregel brukar vara ca 1 m över högsta grundvattennivån. Om detta inte uppfylls bör makadammagasinet förses med täta väggar och botten.

Makadammagasin har en bra rening, gällande metaller och suspenderad substans, och en god flödesutjämnande förmåga (Nilsson, 2013). För suspenderad substans är den genomsnittliga reningsgraden över 80 %, för kväve cirka 45 % och för de flesta tungmetaller över 50 % enligt StormTac:

Zink, bly, koppar, krom	cirka 70 – 80 %
Kadmium, nickel	cirka 50 – 60 %
Kvicksilver	cirka 40 %

Fördröjningsmagasin kan också anläggas som makadamdiken. I botten av diket placeras en dräneringsledning som leder överskottsvatten vidare nedströms. Anläggningen kan beklädas med ett jord- och växtlager, vilket ger ett mer tilltalande intryck, samt en förbättrad reningsgrad genom att föroreningar även tas upp i växtligheten.



Figur 5-4. Principskiss för ett makadammagasin.

Samtliga dagvattenlösningar inklusive ett makadammagasin i områdets nordöstra del motsvarar en fördröjningsvolym på 60 m³ vilket är tillräckligt för att fördröja och rena vatten enligt Stockholms stads åtgärdsnivå.

Beräkningar i StormTac indikerar att föroreningshalterna vid planerad markanvändning kommer vara något högre för PAH och benso(a)pyren än vid befintlig markanvändning om växtbädd och makadammagasin kombineras. PAH och benso(a)pyren uppkommer främst från parkeringsytor och vattnet från parkeringsytorna kommer enligt lösningsförslaget passera genom regnbädd, makadamdike samt makadammagasin. Detta leder till ytterligare rening av dagvatten från parkeringsytorna än vad som har beräknats med StormTac.

Med anledning av detta, tillsammans med att utredningsområdet utgör cirka 0,014 % av Norra Drevvikens totala avrinningsområde, bedöms exploateringen av utredningsområdet inte innebära någon ökad risk för att den kemiska eller ekologiska statusen i Drevviken försämras (Länsstyrelsen, 2001).

5.3 Extremregn

För att utredningsområdet skall klara av att hantera extremregn, exempelvis ett 100-årsregn, bör höjdsättningen av planområdet utföras så att det inte skapas instängda lågpunkter med risk för att vattenansamlingar bildas mot eller i närheten av byggnader.

Höjdsättningen planområdet bör genomföras så att dagvatten kan avrinna via sekundära transportvägar vid extremregn. Innegården bör utformas så att vatten kan avrinna genom öppningen mot Sköndalsvägen vid byggnadens östra del.

6 Referenser

Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.

Länsstyrelsen, 2001. Karta Drevviken. Tillgänglig via:
www.lansstyrelsen.se/stockholm/.../Sv/miljo...i.../Drevviken-656793-163709.pdf. Hämtad 2017-05-04.

Nilsson E. 2013. Föroreningsreduktion och flödesutjämning i makadammagasin – En studie av ett makadammagasin i Kungsbacka. VATTEN – Journal of Water Management and Research 69:101–107. Lund 2013

VAV, 1983. P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.

Schablonvärden för respektive markanvändning inklusive standardavvikelse vid beräkningar av respektive ämne.

Befintlig markanvändning

Runoff flow concentration (ug/l) per land use. SD = Standard Deviation. nd = no data

Land use	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Mixed green area	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000	170	0	0	3.0
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Pedestrian and cycle path	150	2000	3.5	23	33	0.30	7.0	4.0	0.080	7400	770	0.13	0.010	2.4
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Classification of uncertainty High certainty Average certainty Low certainty

Planerad markanvändning

Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP	As
Parkering	100	1100	30	40	140	0.45	15	4.0	0.050	140000	800	1.7	0.060	2.4
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	nd	98000	290	nd	nd	nd
Takyta	90	1800	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0050	25000	0	0.44	0.010	3.0
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000	nd	nd	75	nd
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000	170	0	0	3.0
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Marksten med fogar	57	2000	2.4	13	33	0.14	1.9	1.3	0.028	9400	190	1.5	0.010	3.0
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Klassificering av osäkerhet Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet

Schablonvärden för reningseffekter vid kombinerad rening i biofilter och makadammagasin vid beräkningar i StormTac.

Reningseffekter (%)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
64	63	92	84	93	95	78	85	70	84
Oil	PAH16	BaP	As						
88	92	92	91						