

Dagvattenutredning

Kandidaten
2019-10-31

Structor

Författare:	Åsa Söderqvist
Beställare:	SSM Living
Konsultbolag:	Structor Uppsala AB
Uppdragsnamn:	Kandidaten
Uppdragsnummer:	2015
Datum:	2019-10-31
Uppdragsledare:	Åsa Söderqvist
Handläggare/utredare:	Åsa Söderqvist Elin Renstål
Granskare:	Erika Hagström
Status:	Preliminär handling

SAMMANFATTNING

Inom fastigheten Åkeshov 1:1 i Bromma pågår ett detaljplanearbete för Vadmalen 1:1 där SSM Living planerar byggnation av studentbostäder. Området är idag naturmark och exploateringen innefattar en byggnad med tillhörande gårdsytor. Structor Uppsala AB har fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning med syfte att beskriva hur exploateringen kommer påverka dagvattnet i området, både med avseende på flöden och föroreningar, enligt gällande krav samt föreslå lämplig systemlösning för dagvattenhanteringen.

Krav på dagvattenhantering

Enligt Stockholms stads riktlinjer ska dagvatten från hårdgjorda ytor ledas till dagvattenanläggningar som kan fördröja motsvarande 20 mm och renas genom filtrerande ytor. Planerad exploatering ska inte försvåra förutsättningen att uppnå miljö kvalitetsnormerna (MKN) i aktuell recipient.

Åtgärdsförslag

Föreslagna dagvattenlösningar för fördröjning och rening inom utredningsområdet är följande:

- Gröna tak på byggnadens höga takdelar
- Växtbäddar för omhändertagande av dagvatten från gårdsytan och hårdgjorda tak
- Trädplantering i skelettjordar i anslutning till hårdgjord yta på byggnadens framsida
- Svackdiken längs med gångvägar

Erforderliga fördröjningsvolym

Utifrån åtgärdsnivån för fördröjning av motsvarande 20 mm och ett dimensionerande 5-årsregn med klimatfaktor 1,25 krävs en total fördröjningsvolym på 9,3 m³ inom utredningsområdet. Dagvatten som avrinner från hårdgjort tak, hårdgjorda markytor samt stenmjölsytor behöver fördröjas och renas.

Påverkan på vattenkvalitet

Med föreslagna reningsåtgärder beräknas den planerade exploateringen leda till minskade föroreningshalter i µg/l i dagvattnet för ungefär hälften av de undersökta ämnena. Föroreningsbelastningen i kg/år beräknas däremot öka för majoriteten av ämnena i jämförelse med befintlig situation. Om dagvatten från de gröna taken skulle renas i växtbäddar skulle föroreningssituationen förbättras för flertalet ämnen, vilket rekommenderas för att öka möjligheten att uppnå MKN i recipienten. Det behöver utredas vidare om dagvatten från utredningsområdet kommer kopplas på den befintliga kombinerade avloppsledningen i Riksbyvägen, eftersom det skulle innebära ytterligare rening i ett avloppsreningsverk men också medföra att recipienten för utredningsområdet kan bli en annan än Mälaren-Ulvsundasjön.

Extrema regn

För att undvika att byggnader eller annan infrastruktur skadas vid skyfall är det viktigt att höjdsättningen utförs så att dagvatten kan avrinna ytledes mot säkra avrinningsvägar. Eftersom byggnaden planeras anläggas nedanför en kulle är det av yttersta vikt att en yttlig avrinningsväg från gårdsytan säkerställs för att den inte ska översvämmas och därmed riskera skador på bygganden.

Innehåll

1. Inledning	5
2. Förutsättningar	5
2.1. Områdesbeskrivning	5
2.2. Recipient	6
2.3. Förorenad mark	6
2.4. Hydrogeologi	6
2.5. Befintliga ledningar	7
2.6. Befintlig dagvattenhantering	8
2.7. Markavvattningsföretag	8
2.8. Fornlämningar	9
3. Krav på dagvattenhantering	9
3.1. Stockholms stads dagvattenstrategi	9
3.2. Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnationer	9
3.3. Dimensioneringskrav från Svenskt Vatten	10
3.4. Rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall	10
3.5. Icke-försämringskrav för föroreningar	10
4. Dagvattenberäkningar	11
4.1. Markanvändning	11
4.2. Dagvattenflöden och erforderliga fördröjningsvolym	13
4.3. Servisanslutning	14
5. Förslag till dagvattenhantering	15
5.1. Principlösningar	15
5.1.1. Gröna tak	15
5.1.2. Växtbäddar	16
5.1.3. Trädplantering i skelettjordar	16
5.1.4. Svackdiken	18
5.2. Systemlösning	18
5.3. Drift, skötsel och underhåll	21
6. Föroreningar i dagvatten	21
7. Översvänningsrisker	23
7.1. Ytvatten	23
7.2. Extrema regn	23
8. Slutsats	26
9. Inför nästa skede	26
10. Underlag	27

Bilaga 1 – Befintliga ledningar

Bilaga 2 – Resultatrapporter från StormTac

Bilaga 3 – Reningsanläggningar i StormTac

1. INLEDNING

Structor Uppsala AB har fått i uppdrag av SSM Living att utföra en dagvattenutredning inom detaljplanearbetet för Vadmalen 1:1, för projektet Kandidaten. Projektet innefattar exploatering av naturmark där ett flerbostadshus med 77 studentbostäder ska byggas. Byggnaden planeras bestå av två sammanbyggda huskroppar som ska anläggas i en sluttning. På byggnadens baksida planeras en gemensam gårdsyta för de boende och på framsidan, mot Riksbyvägen, ska en hårdgjord yta anläggas.

Syftet med dagvattenutredningen är att beskriva hur den kommande exploateringen kommer att påverka dagvattnet både avseende flöden och föroreningar, och hur det i sin tur kan påverka recipienten. Vidare syftar utredningen till att utreda hur dagvatten kan fördröjas och renas inom utredningsområdet med utgångspunkt i Stockholms stads dagvattenpolicy och åtgärdsnivå för dagvatten.

Området som innefattas av utredningen benämns fortsättningsvis som *utredningsområdet*.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1. OMRÅDESBESKRIVNING

Det aktuella utredningsområdet ligger inom fastigheten Åkeshov 1:1 i centrala Bromma i Stockholms stad, se Figur 1. Utredningsområdet är cirka 0,5 ha stort och avgränsas av Drottningholmsvägen söderut och Riksbyvägen österut. Strax norr om området ligger en förskola med tillhörande förskolegård och i övrigt omges utredningsområdet av flerbostadshus. I dagsläget består utredningsområdet av en bergsknalle med naturmark där ett antal gångvägar passerar igenom. I utredningsområdets södra del finns ett fornlämningsområde, markerat i Figur 1, där inga markingrepp får utföras i samband med aktuell exploatering.



Figur 1. Utredningsområdets placering i Bromma (röd markering) i vänster bild och utredningsområdets gräns (röd markering) samt fornlämningsområdets gräns (gul markering) i höger bild.

2.2. RECIPIENT

Dagvatten från utredningsområdet avrinner via Lillsjön till recipienten Mälaren-Ulvsundasjön. Enligt beslutad miljö kvalitetsnorm 2017-02-23 uppnår Mälaren-Ulvsundasjön måttlig ekologisk status med målsättning att uppnå god ekologisk status till år 2021. Utslagsgivande för den måttliga ekologiska statusen var vid statusklassningen miljögifter och övergödning. Detta innebär att sjön är näringsrik och det bör därmed prioriteras att minska utsläpp av fosfor och kväve till sjön för att kunna förbättra dess status (VISS, 2019).

Ulvsundasjöns kemiska status uppnår ej god till följd av höga halter av kvicksilver, polybromerade difenyletrar, PFOS, bly, antracen och tributyltenn. Enligt beslutad miljö kvalitetsnorm ska god kemisk status uppnås till år 2021, med undantag för antracen, tributyltenn-föreningar och bly samt blyföreningar som har tidsfrist till år 2027. Även kvicksilver och polybromerade difenyletrar är undantagna från miljö kvalitetsnormen. Dessa ämnen har mindre stränga krav eftersom det anses tekniskt omöjligt att sänka dess halter till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Klassning av kemisk status bortsett från aktuella undantag har inte gjorts (VISS, 2019).

2.3. FÖRORENAD MARK

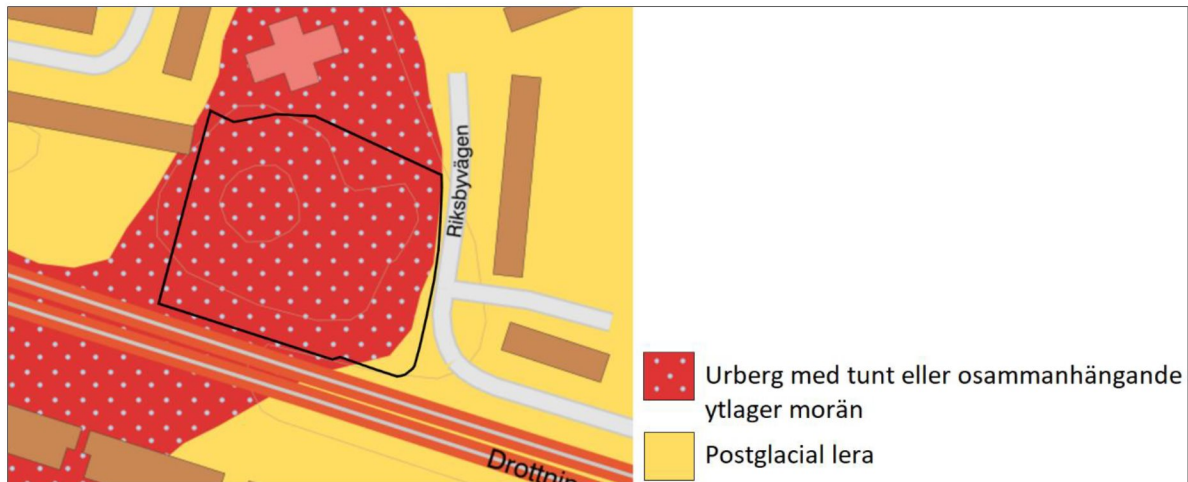
I augusti 2019 undersöktes utredningsområdet med avseende på föroreningar av Envitech Solutions AB. Jordprovtagningen utfördes i tre punkter i anslutning till den planerade byggnaden. De analyserades med avseende på tungmetaller, PAH och petroleumämnen. Resultaten jämfördes med generella riktvärden för förorenad mark, vilka finns för två typer av markanvändning: känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). Vid KM begränsar inte markkvaliteten valet av markanvändning medan markkvaliteten vid MKM begränsar valet av markanvändning till exempelvis kontor, industrier och vägar.

Resultaten visar på halter underskridande KM för samtliga parametrar, förutom för PAH-H i två prover och krom i ett prov. I dessa fall överskrider halterna KM men de underskrider MKM. Sammantaget visar resultaten en varierande koncentration tungmetaller inom den övre vegetationsytan, men samtliga tungmetaller förutom krom underskrider KM. Påträffade markföroreningar kan ha sitt ursprung i tidigare utsläpp från industrier och trafik. Envitechs miljöprovtagningsrapport rekommenderar att det övre vegetationsskiktet (0–0,5 m) avlägsnas inför exploateringen, för att för att avlägsna markföroreningarna (Envitech Solutions, 2019). Om inte markföroreningarna avlägsnas innan exploatering är det inte lämpligt att infiltrera dagvatten inom utredningsområdet, till följd av risken att föroreningarna då sprids till grundvattnet.

2.4. HYDROGEOLOGI

Jordarten inom utredningsområdet är främst urberg med ett tunt eller osammanhängande ytlager morän, se jordartskarta från SGU i Figur 2. Enligt en geoteknisk undersökning utförd av Byggnadstekniska byrån, 2019, består marken generellt av ett skikt organisk jord vilandes på friktionsjord på berg. Eftersom jorden kan innehålla lerjordar, som dessutom är relativt nära till berg, är troligen infiltrationskapaciteten låg inom utredningsområdet. Jorddjupet uppskattas av SGU, 2019b, variera mellan 0–5 meter och i den geotekniska undersökningen

uppmättes bergsnivåer på mellan 2,3–4,7 meter under befintlig marknivå (i områdets norra del).



Figur 2. Jordarter inom och runt utredningsområdet, markerat med svart linje (SGU, 2019a).

I samband med den geotekniska undersökningen installerades ett grundvattenrör i områdets nordöstra hörn, intill Riksbysvägen. Där uppmättes grundvattennivån till 2,3 meter under markytan i slutet av augusti 2018 (Byggnadstekniska byrån, 2019). Eventuella grundvattensänkningar kan orsaka skada på byggnader och gator, vilket innebär att upprätthållande av grundvattennivån är viktigt. Under exploateringstiden är det verksamhetsutövarens ansvar att upprätta kontrollprogram där grundvattennivåer och avsänkingsnivåer till följd av exploateringen kontrolleras. Enligt Naturvårdsverket, 2019, ligger utredningsområdet inte inom något vattenskyddsområde.

Enligt grundkartan samt en inmätning utförd av WSP i september 2019 så består utredningsområdet av en kulle med högsta marknivå på cirka +14,5 meter. Därifrån sluttar marken till nivåer på cirka +8 meter norrut, +12 meter västerut, +7 meter söderut mot Drottningholmsvägen respektive +6,5 meter österut mot Riksbysvägen. Den aktuella exploateringen planeras i slutningen norrut där marknivån lutar från en höjd på cirka +14 till cirka +6,5.

2.5. BEFINTLIGA LEDNINGAR

I Bilaga 1 redovisas befintliga ledningsstråk inom och i anslutning till utredningsområdet, utifrån sammanställt ledningsunderlag från SSM Living¹. Inom delen av utredningsområdet där den aktuella exploateringen planeras finns enligt detta inga befintliga ledningar. I områdets södra del längs med Drottningholmsvägen har Ellevio elledningar och Skanova teleledningar, men dessa bör inte påverka planerad byggnation. Enligt ledningsunderlaget finns ett kombinerat avloppssystem för dagvatten och spillvatten i Riksbysvägen öster om området. I Bilaga 1 visas ett förslag på läge för servispunkt där det utifrån höjdsättningen vore lämpligt att ansluta de framtida dagvattenledningarna från utredningsområdet. I denna

¹ Ledningsritning-Layout 1, 2019-09-06

punkt finns i dagsläget en dagvattenbrunn som är kopplad till den kombinerade ledningen i gatan.

2.6. BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Utredningsområdet har inga kända fördröjnings- eller reningsåtgärder för dagvatten i dagsläget. Omhändertagande av dagvatten sker lokalt genom infiltration i naturmarken. Eventuell ytlig avrinning sker i alla riktningar från kullen i mitten av området, se Figur 3. En generell indelning av områdets avrinning kan göras utifrån vattendelaren i Figur 3, vilken markerar området där dagvatten bör avrinna huvudsakligen norrut respektive söderut utifrån markens lutning.



Figur 3. Ytlig avrinning i befintlig situation. Avrinningens riktning redovisas med blå pilar. Det blå strecket genom området markerar vattendelaren som delar utredningsområdets huvudsakliga avrinning norrut och söderut.

Utifrån Figur 3 har utredningsområdet delats in i två delar, den *norra* respektive den *södra*. Eftersom endast dagvatten som avrinna norrut kommer påverkas av planerad exploatering har beräkningar för flöden, erforderliga fördröjningsvolymen och den förändrade föroreningsituationen utförts för det norra området.

2.7. MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS, 2019, finns inga markavvattningsföretag inom utredningsområdet eller närliggande område som skulle påverkas av den planerade exploateringen.

2.8. FORNLÄMNINGAR

I utredningsområdets södra del finns ett fornlämningsområde innehållande tre fornlämningar, med RAÄ-nummer Bromma 13:1, Bromma 13:2 respektive Bromma 13:3. Fornlämningarna består av gravar och hållristningar och till följd av dessa har fornlämningsområdet inom utredningsområdet upprättats (se dess gräns i Figur 1) (Riksantikvarieämbetet, 2019). Inom fornlämningsområdet är inga markingrepp tillåtna i samband med aktuella exploateringen.

3. KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING

Beräkningar och föreslagna dagvattenåtgärder i denna utredning utgår från nedanstående riktlinjer och krav.

3.1. STOCKHOLMS STADS DAGVATTENSTRATEGI

Stockholms stads dagvattenstrategi beskriver kommunens mål med dagvattenhanteringen och ger riktlinjer för plan- och projekteringsarbetet. Den innehåller främst följande målsättningar (Stockholms stad, 2015):

- Dagvattenhanteringen ska bidra till en förbättrad kvalitet på yt- och grundvatten så att god vattenstatus eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås. I första hand ska användningen av miljöfarliga ämnen begränsas och åtgärder ske vid utsläppskällan. I andra hand ska föroreningar i dagvatten omhändertas lokalt och i tredje hand genom anläggningar längre ned i systemet för samlad avledning.
- Dagvattenhanteringen ska anpassas efter ökad årsnederbörd, intensivare nederbördstillfällen och höjda vattennivåer. För att uppnå detta bör andelen genomsläppliga ytor maximeras och infiltration eftersträvas. Dimensionering och höjdsättning ska anpassas efter förväntade klimatförändringar och framtida planerade utbyggnader. Även sekundära avrinningsvägar ska identifieras.
- Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön. Detta genom att bland annat välja öppna dagvattenlösningar och att använda dagvatten för bevattning av gatuträd och planteringar.
- Dagvattenlösningar ska fylla sin avsedda funktion och vara effektiva ur ett drift- och underhållsperspektiv.

Utifrån dagvattenstrategin har kommunen upprättat en checklista för dagvattenutredningar², vilken specificerar vad dagvattenutredningar ska innehålla.

3.2. ÅTGÄRDSNIVÅ VID NY- OCH STÖRRE OMBYGGNATIONER

Stockholms stad har tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall tagit fram en åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och större ombyggnationer för att nå MKN för stadens vatten.

² Stockholms stad, 2017. *Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen, version 2017-06-16*

Åtgärdsnivån innebär att dagvatten från hårdgjorda ytor ska ledas till dagvattenanläggningar som kan fördröja motsvarande 20 mm och renas genom filtrerande ytor. En bräddfunktion ska finnas för att hantera flöden som överskrider 20 mm. Kommunens riktlinjer anger att dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvartersmarken (Stockholms stad, 2016a och Stockholms stad, 2016b).

3.3. DIMENSIONERINGSKRAV FRÅN SVENSKT VATTEN

Dimensioneringsberäkningar i denna utredning ska utgå från Svenskt Vattens publikation P110. Enligt dess minimikrav ska dagvattensystemet dimensioneras utifrån en återkomsttid på 5 år, baserat på att utredningsområdet anses vara i ett område med tät bostadsbebyggelse. I enlighet med P110 inkluderas även en klimatfaktor på 1,25 för flödesberäkningar i situationen efter exploatering, för att ta hänsyn till ökad nederbörd till följd av klimatförändringar.

3.4. REKOMMENDATIONER FÖR HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGAR TILL FÖLJD AV SKYFALL

Länsstyrelsen i Stockholms län har tagit fram rekommendationer för hantering av skyfall som beskriver att risken för översvämningar till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner. Där rekommenderas bland annat att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn (Länsstyrelserna, 2018).

3.5. ICKE-FÖRSÄMRINGSKRAV FÖR FÖRORENINGAR

Det finns inga nationellt antagna rikt- eller gränsvärden för dagvatten. Förutom de krav som ställs av Stockholms stad på fördröjning ska det vid varje exploatering anläggas tillräckligt med dagvattenanläggningar för att dess recipient inte ska försämrats avseende någon kvalitetsfaktor i statusklassningen enligt MKN.

4. DAGVATTENBERÄKNINGAR

För att beskriva de förändringar som exploateringen förväntas ge upphov till har flödesberäkningar och föroreningsberäkningar utförts för utredningsområdet utifrån befintlig respektive planerad markanvändning. Föroreningsberäkningarna redovisas i kapitel 6.

4.1. MARKANVÄNDNING

Markanvändningen i befintlig situation redovisas i Figur 4 och utgörs nästan uteslutande av naturmark, med några stråk med gångvägar. Eftersom endast avrinningen norrut kommer påverka den planerade exploateringen har flödes- och fördröjningsberäkningar utförts endast för den norra delen av utredningsområdet.



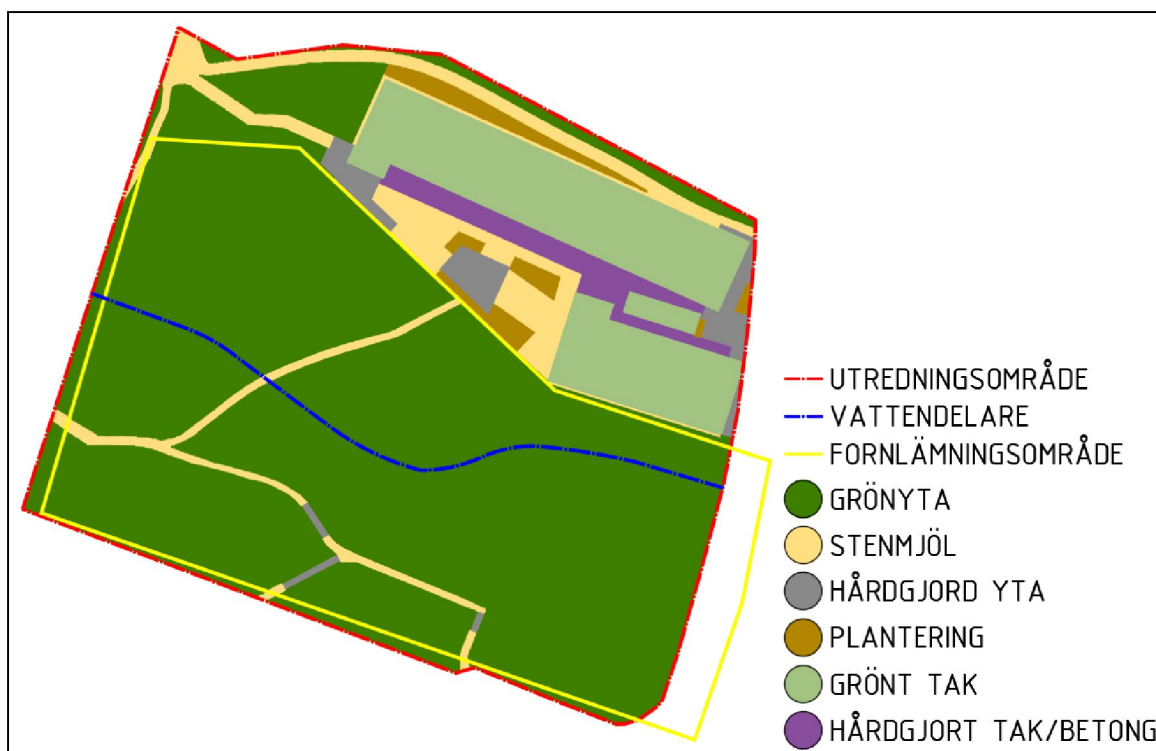
Figur 4. Markanvändning i befintlig situation. Vattendelaren markerad med blå linje delar områdets avrinning norrut och söderut, där endast flödet norrut är relevant för planerad exploatering.

Figur 5 är en illustrationsplan för planerad exploatering, som kommer ske i områdets norra del utanför fornlämningsområdet. Byggnaden planeras ha en lägre del norrut och en högre del söderut, mellan gårdsytan och Riksbyvägen. Gröna tak planeras på stora delar av båda huskropparna. Gårdsytan bakom huset planeras främst innefatta en del hårdgjorda ytor och stenmjölsytor, samt planteringar utformade som växtbäddar. I områdets nordvästra del kommer den befintliga grönytan i stort sett att behållas, med tillägg av en gångväg från gårdsytan. Den befintliga gångvägen norrut planeras flyttas något och även breddas. Ytan mellan byggnaden och Riksbyvägen planeras bestå av en hårdgjord yta med några inslag av planteringar.



Figur 5. Illustration över planerad exploatering (Collective Sublime AB, 2019-10-25).

Utifrån illustrationsplanen i Figur 5 har markanvändningen i planerad situation karterats enligt Figur 6. Eftersom karteringen utfördes utifrån en tidigare version av illustrationsplanen finns några mindre avvikelser, med dessa bör inte få betydande inverkan på de beräkningar som utgår från Figur 6. De delar av taken som i figuren anges ha hårdgjort tak/betong är byggnadens loftgångar, vilka till viss del planeras ha hårdgjorda tak och till viss del vara utan tak.



Figur 6. Markanvändning i planerad situation. Vattendelaren markerad med blå linje delar områdets avrinning norrut och söderut, där endast flödet norrut är relevant för planerad exploatering.

I Tabell 1 redovisas de olika markanvändningarnas areor och avrinningskoefficienter som ligger till grund för beräkningarna. Avrinningskoefficienterna i tabellen är enligt Svenskt Vattens publikation P110, utöver för grus/stenmjöl och för det gröna taket. För grus/stenmjöl används samma avrinningskoefficient som för de hårdgjorda ytorna, för att inte underskatta avrinningen från dess ytor då materialet med tiden troligen kommer bli packat. Att använda avrinningskoefficient 0,1 för grönt tak medför att det beräknas kunna fördröja allt dagvatten vid det dimensionerande regnet, på samma sätt som grönytor och planteringar.

Den sammantagna avrinningskoefficienten för hela utredningsområdet beräknas öka från 0,13 till 0,20 till följd av planerad exploatering. Detta är en naturlig följd av att naturmark exploateras, eftersom andelen hårdgjorda ytor ökar.

Tabell 1. Markanvändning med tillhörande areor och avrinningskoefficienter för utredningsområdet innan och efter exploatering.

Markanvändning	Avrinningskoefficient, ϕ	Area utredningsområde [m ²]			
		Befintlig situation		Efter exploatering	
		Norra	Södra	Norra	Södra
Naturmark/grönyta	0,1	2 550	1 810	1 420	1 810
Grus/stenmjöl	0,8	140	70	330	70
Hårdgjord yta	0,8	-	10	110	10
Plantering	0,1	-	-	90	-
Grönt tak	0,1	-	-	620	-
Hårdgjort tak/betong	0,9	-	-	120	-
Total area [m ²]		2 690	1 890	2 690	1 890
Sammanvägd avrinningskoefficient $\phi_{\text{total}}^{(1)}$		0,14	0,13	0,25	0,13
Total reducerad area [m ²]		370	250	670	250

⁽¹⁾ Sammanvägd avrinningskoefficient $\phi_{\text{total}} = \text{Total reducerad area} / \text{Total area}$

4.2. DAGVATTENFLÖDEN OCH ERFORDERLIGA FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

Beräkning av dagvattenflöden i planerad situation har genomförts med rationella metoden enligt Ekvation 1, baserat på utredningsområdets dimensionerande varaktighet för regn med återkomsttid 5 år.

$$Q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i \cdot Kf$$

Ekv 1

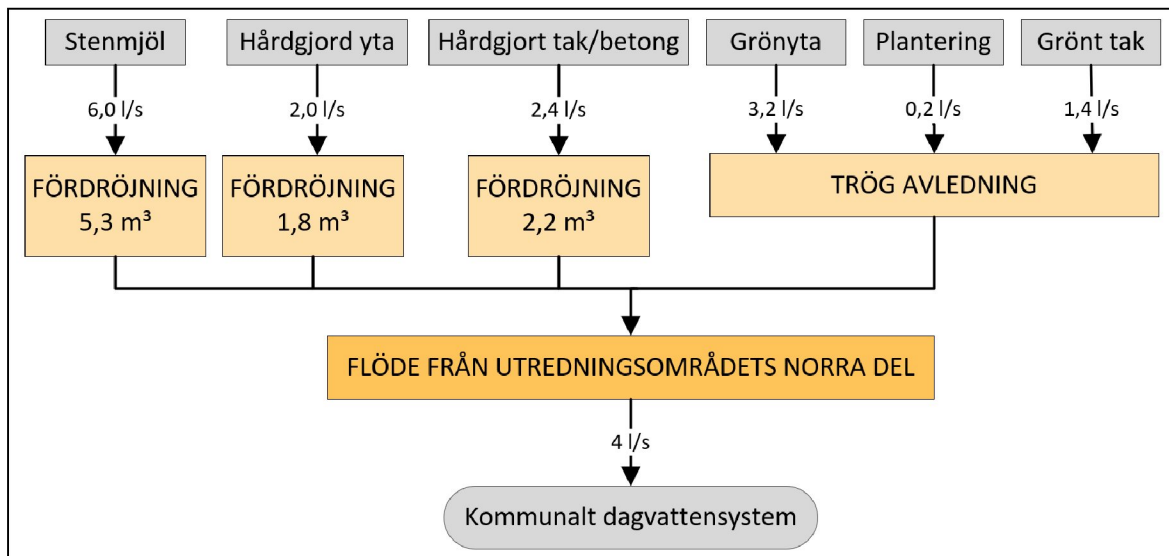
där Q_{dim} är dimensionerande dagvattenflöde (l/s), A är area (ha), ϕ är avrinningskoefficient (-), i är regnintensitet (l/s ha) och Kf är klimatfaktor (-). Regnintensiteten beräknas utifrån längsta rinntid, vilket motsvarar tiden det tar för hela utredningsområdet att bidra till avrinningen i en tilltänkt utloppspunkt. Rinntiden beräknades till 10 minuter när ingen hänsyn till lokal fördröjning tas, vilket gör att en varaktighet på 10 minuter blir dimensionerande för befintlig situation och för planerad utan fördröjning.

Utifrån Stockholms stads åtgärdsnivå ska dagvatten från hårdgjorda ytor ledas till dagvattenanläggningar som kan fördröja motsvarande 20 mm. Till följd av detta beräknades

erforderlig fördröjningsvolym enligt Ekvation 2. Genom att utgå ifrån reducerad area tas hänsyn till markanvändningens hårdgörandegrad.

$$\text{Erforderlig fördröjningsvolym [m}^3\text{]} = \text{Reducerad area [m}^2\text{]} \cdot 0,02 \text{ m} \quad \text{Ekv 2}$$

Beräknade dagvattenflöden och erforderliga fördröjningsvolymmer redovisas i Figur 7 som utgörs av ett flödesschema, vilket även visualiserar avrinningsförloppet. Utifrån beräknade dagvattenflöden i planerad situation beräknas en total fördröjningsvolym på 9,3 m³ krävas inom utredningsområdets norra del.



Figur 7. Flödesschema för avrinningsförloppet inom norra delen av utredningsområdet, avseende dagvattenflöden och erforderligt fördröjningsbehov för hårdgjorda ytor.

4.3. SERVISANSLUTNING

Utifrån utredningsområdets erforderliga fördröjningsvolym och reducerade area beräknades utflödet från den norra delen efter fördröjning enligt beräkningsmetodik i P110³. I denna beräkning inkluderades ett strypt utflöde, genom korrigering av den erforderliga fördröjningsvolymen med en reducerad flödesfaktor på 2/3⁴. Resulterande flöde blir därmed det konstanta utflödet vid dimensionerande regn, som gäller även under uppfyllnadstiden av fördröjningsanläggningarna.

Beräkningen resulterade i ett utflöde från utredningsområdets norra del på 4 l/s, vilket medför en liten dimension på utloppsledningen från utredningsområdet som ska ansluta till det kommunala dagvattennätet. En dimension på 160 mm är den minsta som används för sådana ledningar i detta område, vilket medför att denna dimension rekommenderas. Dimensionering av ledningen behöver utredas mer detaljerat i ett senare projekteringskede.

³ Kapitel 10.6 Magasinsvolymen beräknade med rationella metoden, s. 140 Svenskt Vatten publikation P110

⁴ Enligt Kapitel 4, s. 34, *Guide StormTac Web*, används ett genomsnittligt utflöde (som kan antas vara 2/3 av det maximala utflödet) vid dimensionering av utjämningsmagasin

5. FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

5.1. PRINCIPLÖSNINGAR

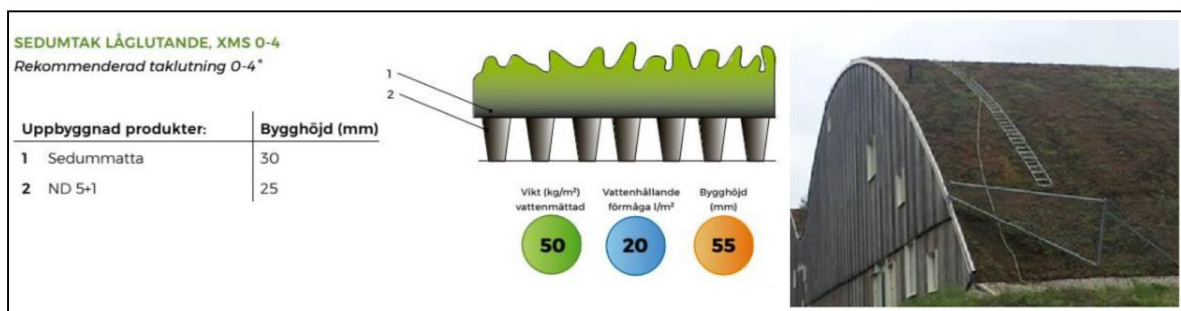
5.1.1. GRÖNA TAK

Gröna tak reducerar och fördröjer avrinningen från takytor. Fördröjningen sker genom växtupptag, avdunstning och fördröjning i takbädden. Beroende på takets lutning, växtligheten och substratets tjocklek kan taken reducera avrinningen med 25–75 % på årsbasis. Gröna tak bidrar även till viss del till rening av dagvatten, vilken främst består i växtupptag och mikrobiell nedbrytning.

Förutom dagvattenhantering kan gröna tak ha flera andra positiva funktioner i stadsmiljön, exempelvis förbättring av luftkvalitet, ökad biologisk mångfald och estetiska värden om de är synliga. För byggnader med olika många våningsplan kan gröna tak vara extra värdefullt ur estetisk synpunkt, eftersom de lägre taken blir synliga från de högre huskropparna.

Gröna tak kräver skötsel främst i etableringsfasen, i form av bevattning, kompletterande sådd, ogrärensning och plantering. Därefter krävs löpande underhåll i form av kontroll av exempelvis dräneringsfunktion och stuprör. För att undvika att de gröna taken tillför näringsämnen till avrinningsvattnet bör tak som inte kräver gödsling väljas (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a).

Figur 8 visar uppbyggnaden av ett moss-sedumtak för anläggning på lutande takytor. Denna typ av sedumtak kan omhänderta maximalt 20–22 mm nederbörd.



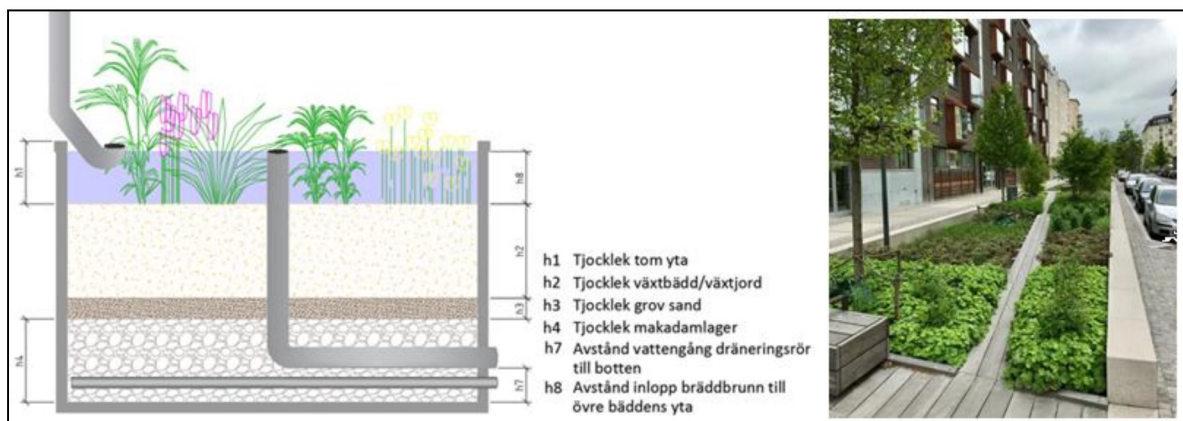
Figur 8. Principskiss av moss-sedumtak (Veg Tech, 2019) och foto av moss-sedumtak på SEB USIF Arena, Uppsala (E. Hagström, Structor Uppsala AB, 2016).

Tjockare gröna tak har bättre förutsättningar att ge en större mångfald av växter och har även en högre vattenhållande förmåga än de tunnare varianterna. De gröna taken i aktuellt utredningsområde ska ha en vattenhållande förmåga på minst 20 mm för att uppnå Stockholms stads åtgärdsnivå. Moss-sedumtak rekommenderas därför för de gröna taken. I dagsläget planeras gröna tak med 3° lutning mot gårdsytan på samtliga takytor förutom på taket över loftgångarna där hårdgjort tak planeras. Det rekommenderas att så stora takytor som möjligt anläggs med gröna tak för att kunna uppnå erforderliga fördröjningsvolymen för dagvatten.

5.1.2. VÄXTBÄDDAR

Växtbäddar är planteringar som är anpassade för att omhänderta dagvatten, genom att bidra till både fördröjning och rening. De kan antingen vara nedsänkta i marken eller upphöjda intill fasader. Till upphöjda växtbäddar leds dagvatten direkt via stuprör, medan vattnet för en nedsänkt växtbädd leds mot ytan med hjälp av markens höjdsättning och exempelvis rännindalar. Reningen av dagvattnet sker via infiltration genom substraten samt växtupptag och både partikelbundna och lösta föroreningar kan avskiljas. På liknande sätt som gröna tak så kan växtbäddar ha flera positiva funktioner i stadsmiljön, som exempelvis ökad biologisk mångfald och estetiska eller pedagogiska värden. Växtbäddar kan utformas på en rad olika sätt men en schematisk skiss av dess utformning visas i Figur 9.

Den ytliga fördröjningszonen, som definierar själva växtbädden, skapas genom en upphöjd kant så att vatten kan ansamlas innan det infiltrerar. Övrig utformning, såsom växtval, genomsläpplighet, djup och sammansättning i underliggande filtermaterial, bör göras utifrån recipientens känslighet, prioriterade föroreningar, lokala förutsättningar och utrymmesbehov. Det översta lagret består av växtjord och det undre är ett dräneringslager som ofta innehåller makadam. I botten av växtbädden läggs en dränering som avtappar vattnet mot ledning. En bräddfunktion bör även finnas för att leda vattnet vidare om fördröjningszonen blir full. Gällande skötsel av växtbäddar krävs, utöver vanlig planteringsskötsel, kontroll och rensning av dess inlopp och bräddavlopp (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b).



Figur 9. Principskiss av växtbädd och foto av en nedsänkt växtbädd (Structor Uppsala AB, 2017).

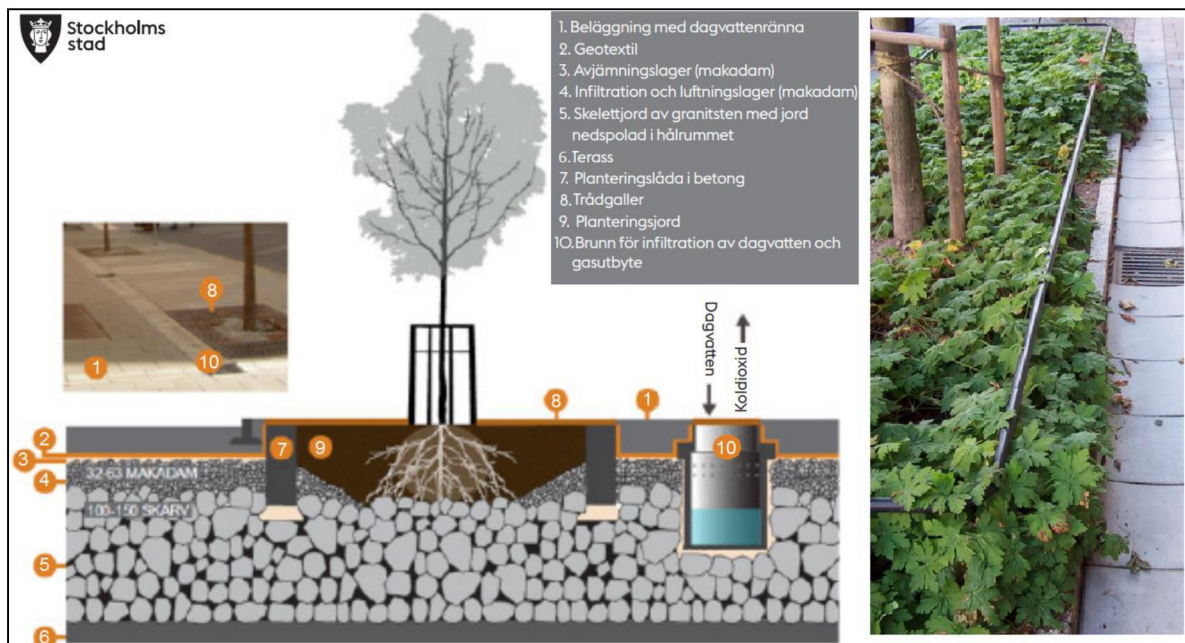
På gårdsytan bakom byggnaderna planeras anläggning av fyra nedsänkta växtbäddar (se Figur 5 där både "fjärilsrabatt/nedsänkt växtbädd" och "regngård" avser växtbäddar). För att omhänderta dagvatten från det hårdgjorda taket på gårdsytan planeras även anläggning av upphöjda växtbäddar på ett flertal ställen längs med fasaden (angivet som "fjärilsrabatt/blomsterprakt" i Figur 5). Även på byggnadens framsida, vid entrén mot Riksbyvägen, planeras anläggning av nedsänkta växtbäddar ("fjärilsrabatt/nedsänkt växtbädd" i Figur 5).

5.1.3. TRÄDPLANTERING I SKELETTJORDAR

Fördröjning och rening av dagvatten från hårdgjorda ytor kan ske i trädplanteringar med skelettjordsmagasin. Skelettjorden i sig utgörs av grova fraktioner makadam som blandas

med matjord eller biokol kring trädets rotklump, vilket ger en plantering med stor porvolym som både gynnar trädens luft- och vattenförsörjning och möjliggör att anläggningen kan nyttjas för fördröjning av dagvatten. Porvolymen mellan stenarna ger möjlighet till vattenmagasinerings. Träd tar upp stora mängder vatten och både jorden och trädet har en renande effekt på dagvattnet genom att partiklar fastläggs och exempelvis kväveföreningar och olja bryts ner. För att öka magasinvolymen kan skelettjordarna anläggas utan nollfraktioner för att erhålla en dränerbar porositet på cirka 30 %.

Dagvatten kan antingen ledas till skelettjordar med ytlig avrinning eller via brunnar. För ytlig avrinning bör skelettjorden anläggas i en låglinje så att dagvattnet kan ledas och spridas över skelettjorden med hjälp av höjdsättningen. Det är då viktigt att planteringsytan är nedsänkt jämfört med överbyggnadens nivå så att dagvattnet inte tillåts rinna förbi. Ytliga flödesvägar kan förstärkas med hjälp av rännalar för att säkerställa att dagvattnet avleds på ett kontrollerat sätt. Ett alternativ är att anlägga gatubrunnar med nedsänkt spridningskärl, gärna i kombination med sidointag i kantstenen så att dagvattnet kan rinna ner i planteringsytan ytledes med självfall. För att säkerställa att dagvattnet hinner infiltrera inom ytan är det bra att förse anläggningen med en ytlig fördröjningszon (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c). I Figur 10 visas en principskiss på en skelettjord med trädplantering.



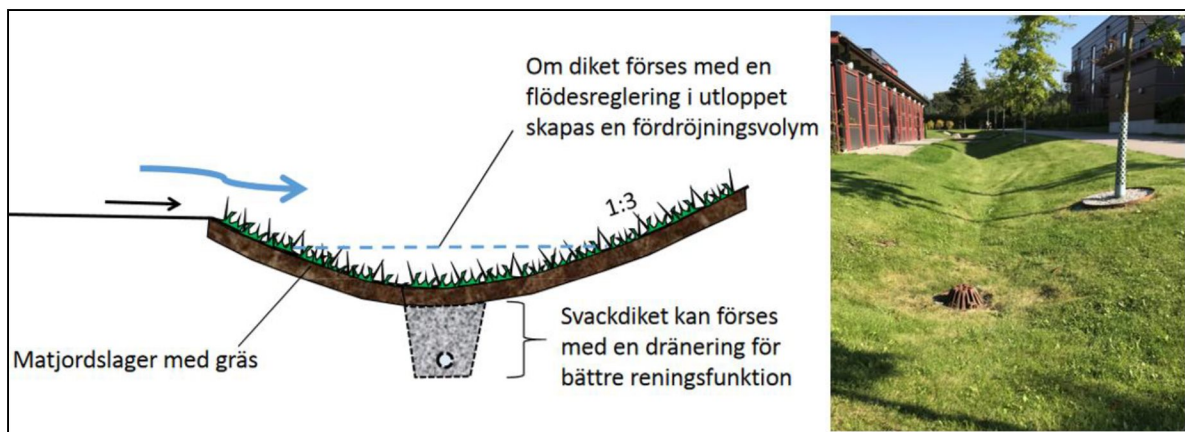
Figur 10. Principskiss och foto av skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

Eftersom trädplantering planeras på byggnadens framsida (se Figur 5) kan det vara lämpligt att utforma dessa planteringsytor med skelettjordar, för att ge träden en god växtmiljö och samtidigt kunna uppnå den fördröjningsvolym som krävs för omhändertagande av dagvatten från de hårdgjorda ytorna. Detta kräver att höjdsättningen möjliggör att vatten kan ledas till trädplanteringarna, alternativt att de leds under markytan med ledningar.

5.1.4. SVACKDIKEN

Svackdiken är en typ av diken som lämpar sig bra för att fördröja och till viss del rena dagvatten. De anläggs ofta i anslutning till gator eller andra hårdgjorda ytor. Under gräsytan kan svackdiket med fördel utformas med ett lager makadam för att möjliggöra dränering och underlätta infiltration. Diket kan vid stora flöden även fördröja dagvatten på ytan i dikessvackan. Om upphöjda kupolsilar anläggs för bräddning av diket skapas en extra fördröjningszon. För att kontrollera dikets utflöde kan avskärmningar och strypt utlopp anläggas.

Rening av dagvatten sker genom filtrering i vegetationen samt infiltration genom matjord och makadam. I första hand kan diket avskilja sand och andra grövre partiklar och till viss del även metallföroreningar. Diket bör underhållas regelbundet i form av gräsklippning och renhållning och kan normalt klippas med en vanlig gräsklippare (Stockholm Vatten och Avfall, 2017d). I Figur 11 visas en principskiss och ett foto av ett svackdike.

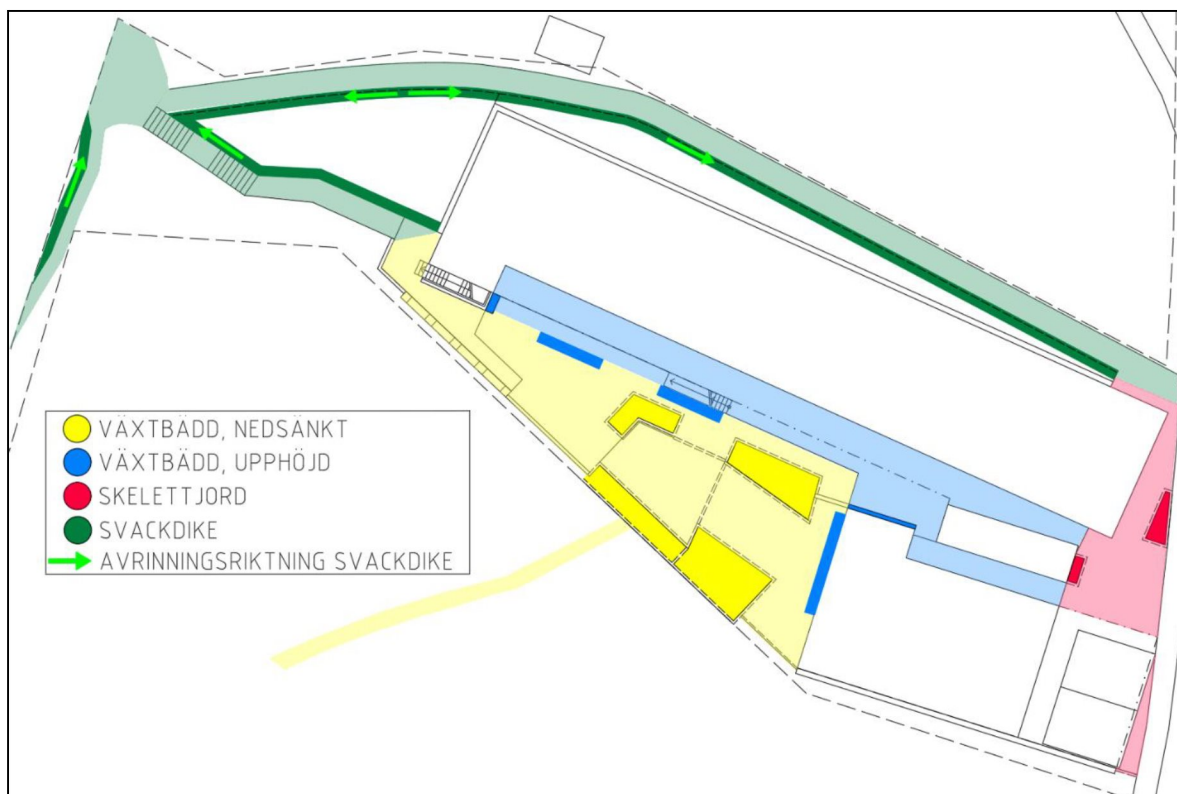


Figur 11. Principskiss av ett svackdike (Stockholm Vatten och WRS, 2017) och foto av ett svackdike (Structor Uppsala AB, 2017).

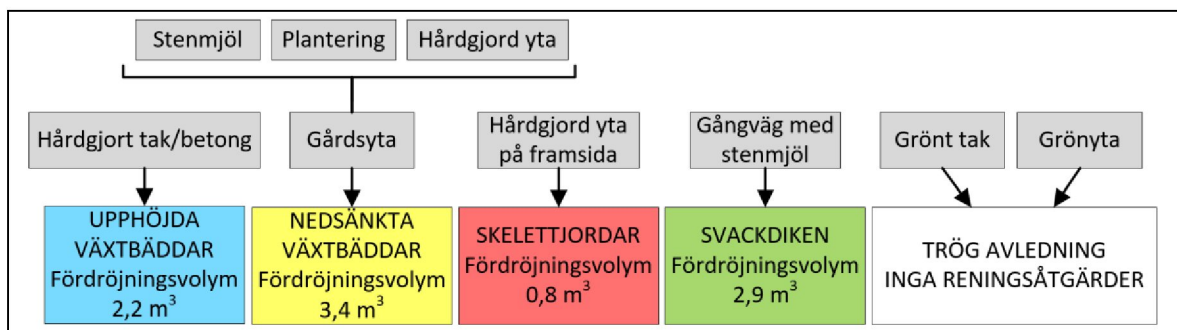
För fördröjning av dagvatten från gångvägarna inom utredningsområdet rekommenderas att svackdiken anläggs i anslutning till dessa, vilket redan planerats för gångvägen norrut (se Figur 5). Dessa diken kommer troligen ha för stor lutning för att tillräcklig fördröjningsvolym ska uppnås ytligt. Därför rekommenderas att makadammagasin med kupolsil anläggs i änden av varje dike för att uppnå tillräcklig fördröjning. Reningsbehovet kommer främst tillgodoses genom infiltration i dikets gräsyta.

5.2. SYSTEMLÖSNING

I Figur 12 och Figur 13 redovisas rekommenderade dagvattenlösningar för utredningsområdet och dess ytbehov. I Figur 12 är det markerat vilka ytor som beräknas avvattas till respektive dagvattenlösning. Figur 13 redogör för fördröjningsvolymerna som behöver uppnås i varje dagvattenlösning, utifrån beräknade fördröjningsvolymerna för ytorna som tidigare redovisats i Figur 7. Trots att gröna tak är en av dagvattenlösningarna så redovisas de inte i Figur 12, eftersom flödet på dessa tak antas fördröjas och renas i materialet på taken, och inte avledas till någon ytterligare dagvattenhantering.



Figur 12. Förslag på systemlösning för dagvattenhantering inom utredningsområdet. Ytor markerade med samma färg som respektive dagvattenlösning föreslås avvattnas till denna lösning.



Figur 13. Flödesschema för föreslagen dagvattenhantering inom utredningsområdet, som åskådliggör vilka ytor som avvattnas till respektive dagvattenlösning.

I Tabell 2 redovisas de areor som krävs för respektive dagvattenlösning för att uppnå erforderliga fördröjningsvolymerna angivna i Figur 13. Ett flertal alternativ på areor anges, utifrån några olika exempel på dimensioneringen.

Tabell 2. Erforderlig area på dagvattenlösningar för att erforderliga fördröjningsvolymen ska uppnås, utifrån förutsättningar angivna i tabellen.

Dagvattenlösning	Förutsättningar		Erforderlig area [m ²]
Nedsänkta växtbäddar	Djup på ytlig fördröjningszon [m]		
	0,10		34
	0,15		23
	0,20		17
Upphöjda växtbäddar	Djup på ytlig fördröjningszon [m]		
	0,10		22
	0,15		15
	0,20		11
Skelettjordar ⁽¹⁾	Porositet	Djup [m]	
	0,3	0,7	4
	0,3	1,0	3
	0,3	1,2	2
Svackdike med makadammagasin	Porositet	Djup [m]	
	0,3	0,3	32
	0,3	0,5	19
	0,3	0,7	14

⁽¹⁾ Vertikala slänter i skelettjordar har antagits i beräkningarna.

Utifrån dagens illustrationsplan (se Figur 5) planeras den totala arean på de nedsänkta växtbäddarna på gårdsytan vara större än erforderliga areor i Tabell 2. De upphöjda växtbäddarna däremot, som planeras omhändertaga dagvatten från de hårdgjorda taken, har i dagsläget en mindre planerad area än tillräckligt. I Figur 12 är den erforderliga arean för de upphöjda växtbäddarna illustrerad, utifrån en ytlig fördröjningszon med 20 mm djup. En alternativ lösning kan vara att leda en del av dagvattnet från de hårdgjorda taken till de nedsänkta växtbäddarna. Det kan vara lämpligt speciellt eftersom dess planerade fördröjningsvolymen är väl tilltagna. Om inte stuprören kan ledas direkt till de nedsänkta växtbäddarna är det möjligt att med exempelvis rännalar på marken styra flödet till dessa.

Utifrån att planteringarna på framsidan utformas som skelettjordar så är dess planerade area tillräcklig om skelettjordarna anläggs med ett djup på minst 1 meter. I illustrationsplanen (Figur 5) finns svackdiken endast längs med gångvägen längst norrut, men diken bör anläggas längs med samtliga sträckor angivna i Figur 12. Makadammagasinen bör placeras i änden av varje svackdike vilket innebär tre olika ställen enligt avrinningspilar i Figur 12. Dess erforderliga area är därmed den totala arean för samtliga makadammagasin, men det är viktigt att magasinen på varje ställe har tillräckligt stor volym för att fördröja flödet från respektive dike.

Anläggning av dräneringsledningar i växtbäddar och svackdiken medför att ett ledningssystem behöver anläggas i marken inom utredningsområdet, och lämpligen kopplas på det kommunala dagvattennätet vid föreslagen servispunkt i Bilaga 1. Detta bör utredas vidare i projekteringsskedet.

5.3. DRIFT, SKÖTSEL OCH UNDERHÅLL

Dagvattenanläggningar kräver underhåll och skötselinsatser för att långsiktigt bibehålla den funktion som avses. Det är viktigt att ta hänsyn till och planera för detta vid val av tekniska lösningar. Löpande kontroller av dagvattensystemet behöver utföras för att i tidigt skede kunna upptäcka förändringar i funktion och därmed kunna vidta åtgärder som begränsar onödiga kostnader och/eller skador på infrastruktur vid översvämningar.

Dagvattnet innehåller fina partiklar som avses filtreras och renas i föreslagna anläggningar (bland annat växtjordslager, skelettjordar och makadamfyllning). Detta medför att porerna som vattnet strömmar genom över tid kan sättas igen. Massorna kan behöva bytas ut när funktionen i dagvattenanläggningarna minskar. Det är viktigt att dagvattenanläggningars inlopp och brunnar är i gott skick för effektiv avledning av dagvatten från ytan. Exempelvis behöver sandfång kontrolleras och tömmas regelbundet och skräp som kan blockera inlopp till rännor och brunnar avlägsnas.

I bygghandlingsskedet bör skötselplaner upprättas för de dagvattenanläggningar som ska anläggas. I skötselplanerna ska ansvarsområden och anläggningarnas funktion och uppbyggnad tydligt framgå.

6. FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Föroreningsbelastningen från utredningsområdet vid befintlig och planerad situation har beräknats i dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (version 19.3.1). I denna modell används schablonhalter av föroreningar vilka baseras på resultat av flödesproportionella provtagningar vid olika typer av markanvändningar. Föroreningshalter i dagvatten har stor variation mellan olika platser och tidpunkter vilket gör att beräkningar utifrån dessa schablonhalter inte kommer bli exakta utan kan ses som uppskattningar.

Föroreningsberäkningar har endast utförts för utredningsområdets norra del eftersom föroreningssituationen i den södra delen inte kommer påverkas av exploateringen. Beräkningar av föroreningssituationen efter reningsåtgärder utgår från föreslagen systemlösning enligt Figur 13. Det har också utförts en beräkning där även dagvatten från de gröna taken renas i växtbäddar, tillsammans med övriga ytor enligt Figur 13.

I Tabell 3 och Tabell 4 redovisas beräknade föroreningshalter respektive föroreningsmängder från norra delen av utredningsområdet för befintlig situation och efter exploatering; innan och efter rening.

- Gröna celler visar att föroreningshalten/föroreningsbelastningen beräknas minska med minst 15 % jämfört med befintlig situation.
- Röda celler visar att föroreningshalten/föroreningsbelastningen beräknas öka med minst 15 % jämfört med befintlig situation.
- Gula celler visar att föroreningshalten/föroreningsbelastningen beräknas ligga inom intervallet ± 15 % jämfört med befintlig situation.

Tabell 3. Förväntad föroreningshalt i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och situation efter exploatering; innan och efter rening (exklusive och inklusive rening av dagvatten från gröna tak).

Ämne	Befintlig situation [µg/l]	Efter exploatering [µg/l]		
		Innan rening	Efter rening	Efter rening inkl gröna tak
Fosfor	20	120	81	28
Kväve	580	1 800	1 300	690
Bly	2,8	2,3	1,4	1,3
Koppar	6	11	7	5
Zink	15	22	12	8
Kadmium	0,10	0,11	0,08	0,09
Krom	1,7	2,3	1,7	1,3
Nickel	2,6	2,3	2,1	1,8
Kvicksilver	0,008	0,016	0,009	0,008
Susp. partiklar	14 000	17 000	11 000	8 500
Olja	100	140	54	51
PAH 16	0,3	0,9	0,5	0,2
BaP	0,0055	0,0071	0,0054	0,0038

Tabell 4. Förväntad årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet, för befintlig situation och situation efter exploatering; innan och efter rening (exklusive och inklusive rening av dagvatten från gröna tak).

Ämne	Befintlig situation [g/år]	Efter exploatering [g/år]		
		Innan rening	Efter rening	Efter rening inkl gröna tak
Fosfor	9	84	59	20
Kväve	270	1 300	970	510
Bly	1,3	1,7	1,0	0,9
Koppar	3	8	5	3
Zink	7	16	9	6
Kadmium	0,05	0,08	0,06	0,06
Krom	0,8	1,7	1,3	1,0
Nickel	1,2	1,7	1,5	1,3
Kvicksilver	0,004	0,012	0,006	0,006
Susp. partiklar	6 600	12 000	8 200	6 300
Olja	47	100	39	38
PAH 16	0,1	0,6	0,4	0,1
BaP	0,0026	0,0052	0,0039	0,0028

Föroreningsberäkningarna indikerar att utsläppen av föroreningar från utredningsområdet ökar i och med planerad exploatering om inga reningsåtgärder vidtas. Att föroreningsituationen förvärras är en naturlig följd vid exploatering på naturmark eftersom en ökad andel hårdgjorda ytor generellt medför ökade mängder föroreningar i dagvattnet. Att komma ner till utsläppsnivåer motsvarande naturmark är mycket svårt då det generellt brukar kräva orimligt höga reningseffekter i dagvattenanläggningar.

Den föreslagna reningen av dagvattnet beräknas leda till minskade halter för ungefär hälften av de undersökta ämnena i jämförelse med befintlig situation (Tabell 3). Trots att dagvattenåtgärderna har hög reningseffekt och följer Stockholms stads åtgärdsnivå för att kunna uppnå MKN så beräknas föroreningsbelastningen öka i jämförelse med befintlig situation för majoriteten av ämnena, även efter rening (Tabell 4). Den största ökningen

beräknas ske för kväve och fosfor, vilket främst beror på de gröna taken som har höga schablonhalter för dessa ämnen i StormTac. Om gödsling av de gröna taken undviks i det aktuella utredningsområdet bör dessa föroreningsmängder i verkligheten bli mindre än beräknat.

För att minska utsläppen av kväve och fosfor från utredningsområdet kan även dagvatten från de gröna taken renas i växtbäddar. Enligt Tabell 3 och Tabell 4 skulle detta leda till både lägre halter och mindre mängder av kväve och fosfor än i situationen där vatten från gröna tak inte renas ytterligare. Denna lösning skulle även ge en betydligt förbättrad föroreningssituation för flera andra ämnen. Eftersom de rekommenderade gröna taken ger god fördröjning så bör dagvattenflödet bli litet från dessa vid dimensionerande regn. Det innebär att växtbäddarnas föreslagna volym (enligt Figur 13) troligen inte skulle behöva utökas i någon större omfattning för att kunna omhänderta dagvatten från gröna tak. Taken planeras i dagsläget ha en lutning in mot gårdsytan, och bör med stuprör kunna ledas antingen till upphöjda växtbäddar eller i kombination med rännalar till nedsänkta växtbäddar.

Om dagvatten från utredningsområdet planeras att kopplas till det kombinerade avloppssystemet i Riksbyvägen kommer det leda till ett avloppsreningsverk för vidare rening. Det innebär att eventuell negativ inverkan från utredningsområdets dagvattenföroreningar på den slutliga recipienten bör bli begränsade. Det är dock viktigt att poängtera att om så är fallet så kan recipienten för utredningsområdet bli en annan än Mälaren-Ulvsundasjön, vilken kan ha en annan statusklassning. Detta behöver utredas vidare i ett senare skede.

7. ÖVERSVÄMNINGSRISKER

7.1. YTVATTEN

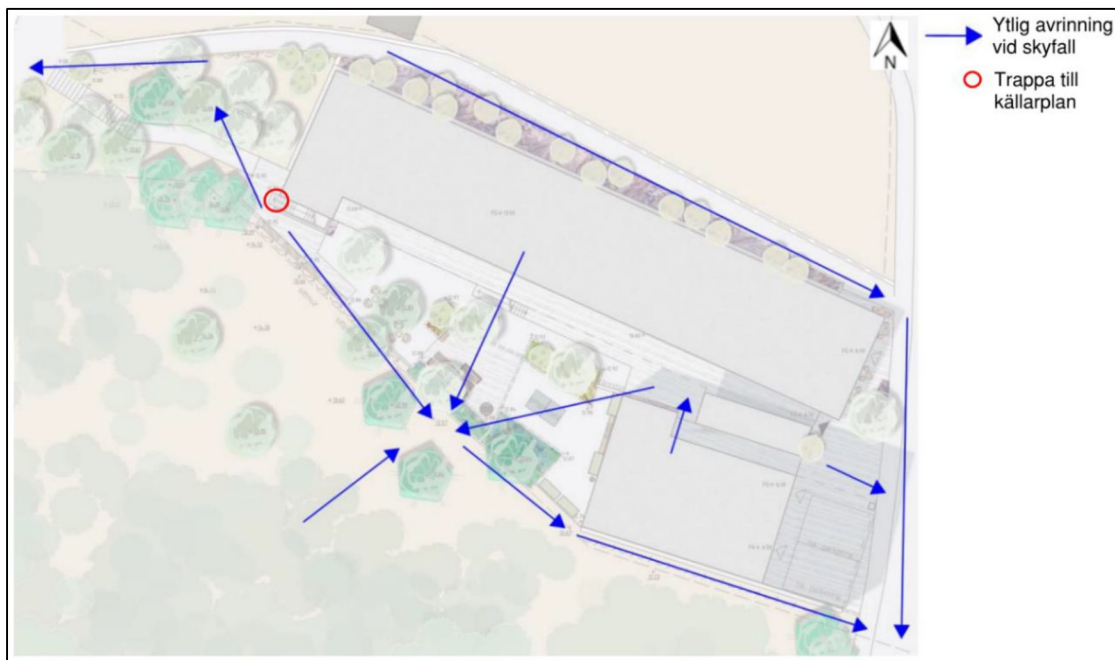
Enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS, 2019, finns ingen risk för översvämning från närliggande ytvatten och området ligger över rekommendationerna för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse.

7.2. EXTREMA REGN

Vid större regn än det dimensionerande 5-årsregnet kommer fördröjningsanläggningar och dagvattenledningar att vara fulla. Dagvattnet avrinner då istället på markytan. Vid stora regn kan marken bli mättad så att även flöden från naturmark inte kan omhändertas i marken utan avrinner på ytan. Eftersom planerad exploatering ska ske nedanför en kulle kommer dagvatten från denna naturmark vid skyfall att avrinna mot byggnaden. Tillsammans med dagvatten från byggnadens tak och gårdsytan kan dessa flöden leda till översvämningar och skador på byggnaden. För att minska denna risk är det viktigt att höjdsättningen utförs så att dagvatten kan avrinna ytledes bort från gårdsytan och mot säkra avrinningsvägar. Figur

14 redovisar en skiss av vattnets avrinningsvägar vid extrema skyfall, utifrån planerad höjdsättning.

Vid ett gårdsytans nordvästra hörn planeras en trappa ner till entréer på källarplan (se Figur 14). Denna trappa planeras i dagsläget inte ha något skärmtak, vilket medför risken att det kan regna ner i källaren. Höjdsättningen är planerad så att vatten på marken bör rinna förbi trappan och ner mot grönytan norrut. Men för att säkerställa att vatten inte rinner ner i källaren när det passerar trappan bör en upphöjd kant eller liknande anläggas vid trappan. Om staket med öppningar planeras längs med trappans långsida så kan en upphöjning krävas även där. Lösningar gällande både en eventuell upphöjning och eventuellt något slags tak över trappan behöver säkerställas i ett senare skede.



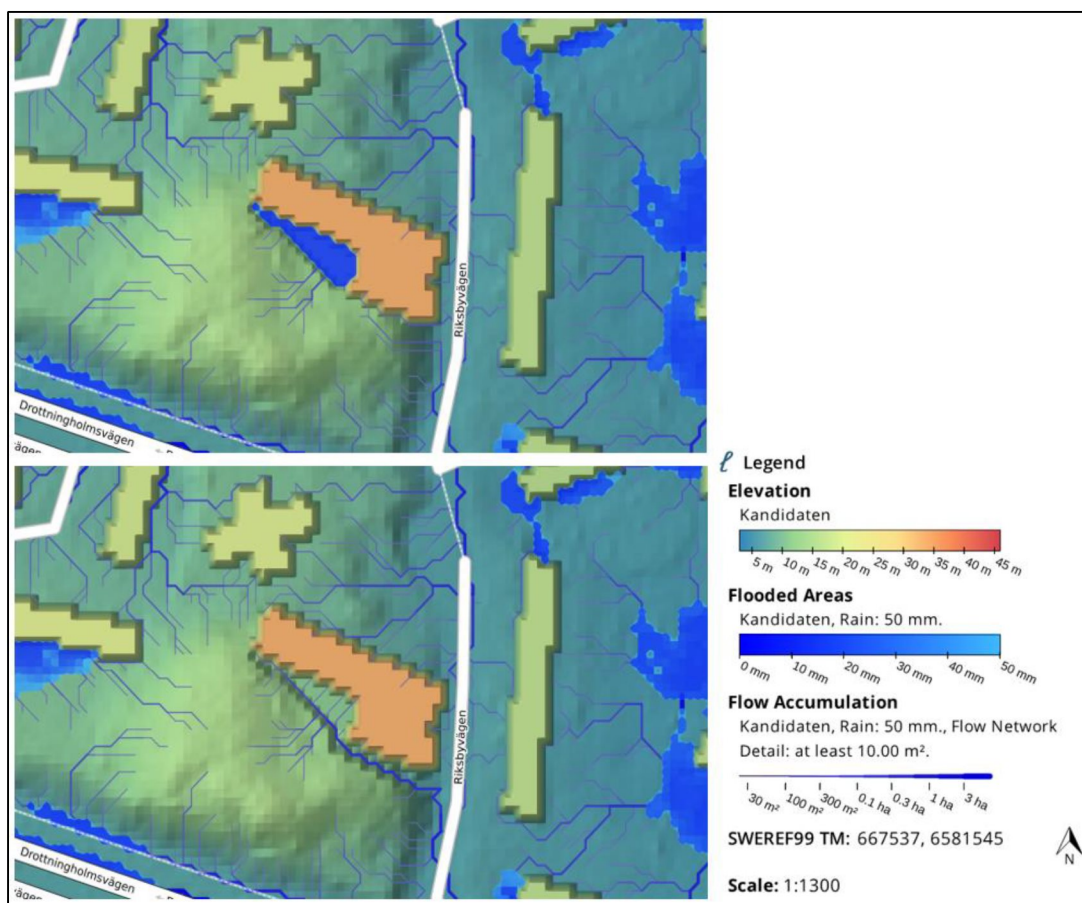
Figur 14. Ytlig avrinning vid extrema regn, utifrån planerad höjdsättning (Collective Sublime AB, 2019-10-25).

I Figur 14 ses att en ytlig avrinningsväg från gårdsytan är planerad i dess sydöstra hörn, varifrån dagvatten kan avrinna till Riksbyvägen. Det är av yttersta vikt att denna avrinningsväg säkerställs för att inte gårdsytan ska översvämmas. Detta utförs med höjdsättningen, genom att marken sluttar ner från denna punkt längs med fasaden till Riksbyvägen. Innan vattnet avrinner längs denna avrinningsväg kommer det ansamlas i en befintlig lågpunkt (+12,57 m) som finns inom fornlämningsområdet. Den planerade växtbädden intill denna planeras på nivån +12,64 m till följd av ett befintligt träd som önskas behållas. Både lågpunkten och växtbädden har lägre marknivå än hörnet av gårdsytan som har höjden +12,76 m. Men eftersom både den befintliga naturmarken och växtbädden inte bör ta skada av att översvämmas bör detta inte vara ett problem. Det är viktigt att ingen avskärande mur eller liknande anläggs mellan hörnet med höjd +12,76 m och slutningen från gården, så att vattnet kan flöda fritt.

Modellering och analys översvämningsrisker har utförts med hjälp av skyfallsmodellen SCALGO Live som visualiserar och beräknar flödesvägar och lågpunkter utifrån terrängmodeller. Denna modell tar inte hänsyn till avrinningsförlopp vilket gör att

modellerad utbredning och djup i en lågpunkt representerar ett worst case-scenario. I modelleringen har inget avdrag för kapaciteten i befintligt dagvattensystem gjorts för att inte överskatta hur mycket av dagvattnet som kan avledas i ledningar i samband med extrem nederbörd.

Figur 15 redovisar resulterande flödesvägar och utbredning av översvämning vid ett regndjup på 50 mm, baserat på att SMHI:s definition av skyfall är att det regnar minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut⁵. Den övre bilden i Figur 15 visar ett worst-case-scenario på hur översvämningen skulle breda ut sig på gårdsytan om ingen säker skyfallsväg säkerställs. I den undre bilden har den planerade skyfallsvägen i gårdsytans sydöstra hörn adderats till analysen, vilket leder till att vatten som annars skulle ansamlas på gårdsytan avrinner till Riksbyvägen.



Figur 15. Avrinning vid skyfall, med (övre bild) respektive utan (undre bild) en ytlig skyfallsväg från gårdsytan. Utifrån analys i Scalgo Live, vid ett regn på 50 mm.

Figur 15 visar på vikten av att dagvattenflöden vid skyfall måste kunna avledas längs med den planerade ytliga avrinningsvägen från gårdsytan till Riksbyvägen. Om inte denna skyfallsväg skulle skapas så skulle vatten bli stående på gårdsytan och troligen kunna ge stora skador på byggnaden.

⁵ SMHI, 2017. Skyfall, <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339>

8. SLUTSATS

- Dagvattnet från utredningsområdet föreslås fördröjas och renas med hjälp av gröna tak, växtbäddar, skelettjordar och svackdiken.
- Utifrån ett dimensionerande 5-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 samt åtgärdsnivån för fördröjning av motsvarande 20 mm krävs en total fördröjningsvolym på 9,3 m³ inom utredningsområdet.
- Med föreslagna reningsåtgärder beräknas den planerade exploateringen leda till minskade föroreningshalter i dagvattnet för ungefär hälften av de undersökta ämnena. Föroreningsbelastningen däremot, beräknas öka för majoriteten av ämnena i jämförelse med befintlig situation. Om även dagvatten från de gröna taken skulle genomgå rening så skulle både ämnens halter och mängder minska, vilket rekommenderas för att förbättra föroreningssituationen.
- Det är avgörande för föroreningsbelastningen huruvida dagvatten från utredningsområdet kommer kopplas på den befintliga kombinerade avloppsledningen i Riksbyvägen, eftersom det skulle innebära ytterligare rening i ett avloppsreningsverk men också medföra att recipienten för utredningsområdet kan bli en annan än Mälaren-Ulvsundasjön. Detta behöver därför utredas vidare.
- Utredningsområdet behöver höjdsättas så att dagvatten vid skyfall kan avrinna ytledes från gårdsytan längs en säker avrinningsväg utan att orsaka skador på byggnaden. Detta kan lämpligen utföras genom en skyfallsväg från gårdsytans sydöstra hörn till Riksbyvägen, vilket är möjligt utifrån höjdsättningen som planeras i dagsläget.

9. INFÖR NÄSTA SKEDE

Följande aspekter är viktiga att beakta och utreda vidare i nästa skede:

- Om inte dagvattnet från utredningsområdet kommer ledas till ett avloppsreningsverk bör det undersökas om kompensationsåtgärder krävs för att inte försvåra möjligheten att uppnå MKN i Mälaren-Ulvsundasjön.
- Genom att ta hänsyn till materialval vid anläggning av olika ytor, som exempelvis gårdsytan bakom byggnaden, kan föroreningsutsläpp till dagvatten minska.
- Vid framtida projektering är det av yttersta vikt att säkerställa en ytlig avrinningsväg från gårdsytan bakom byggnaden, samt att inte vatten vid höga flöden riskerar att rinna ner till byggnadens källare via trappan på gårdsytan.
- För att säkerställa drift och skötsel av aktuella dagvattenanläggningar bör skötselplaner upprättas i bygghandlingsskedet. I skötselplanerna ska ansvarsområden och anläggningarnas funktion och uppbyggnad tydligt framgå.

10. UNDERLAG

Byggnadstekniska byrån, 2019. *PM Geoteknik, Kandidaten, Bromma - Stockholms stad*. 2019-09-09

Envytech Solutions, 2019. *Rapport Miljöprovtagning, Kv Vadmalen 1:1, Stockholm*. 2019-09-09

Länsstyrelsen i Stockholms län WebbGIS, 2019. *Länskarta Stockholms län* [online] Tillgänglig via: https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d_1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183 [Hämtad 2019-06-25]

Länsstyrelserna, 2018. *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall* [online] Tillgänglig via: <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.6ae610001636c9c68e5474bf/1530519037587/Fakta%202018-5%20Rekommendationer%20f%C3%B6r%20hantering%20av%20%C3%B6versv%C3%A4mning%20till%20f%C3%B6ljande%20av%20skyfall.pdf> [Hämtad 2019-09-24]

Naturvårdsverket, 2019. *Skyddad natur* [online] Tillgänglig via: <http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/> [Hämtad 2019-10-28]

Riksantikvarieämbetet, 2019. *Fornsök* [online] Tillgänglig via: <http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html?objektid=10302000130002&tab=3> [Hämtad 2019-10-21]

SGU, 2019a. *Jordarter 1:25 000 - 1:1 000 000* [online] Tillgänglig via: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [Hämtad 2019-09-23]

SGU, 2019b. *Jorddjupskarta* [online] Tillgänglig via: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html> [Hämtad 2019-09-23]

Stockholms stad, 2015. *Dagvattenstrategi* [online] Tillgänglig via: http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/vp/Stockholms_dagvattenstrategi_2015-03-09.pdf [Hämtad 2019-09-24]

Stockholms stad, 2016a. *Dagvattenhantering, åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation* [online] Tillgänglig via: http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva_v1-1_fi.pdf [Hämtad 2019-09-24]

Stockholms stad, 2016b. *Dagvattenhantering, riktlinjer för kvartersmark i tät bostadsbebyggelse* [online] Tillgänglig via: http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_kvartersmark.pdf [Hämtad 2019-09-24]

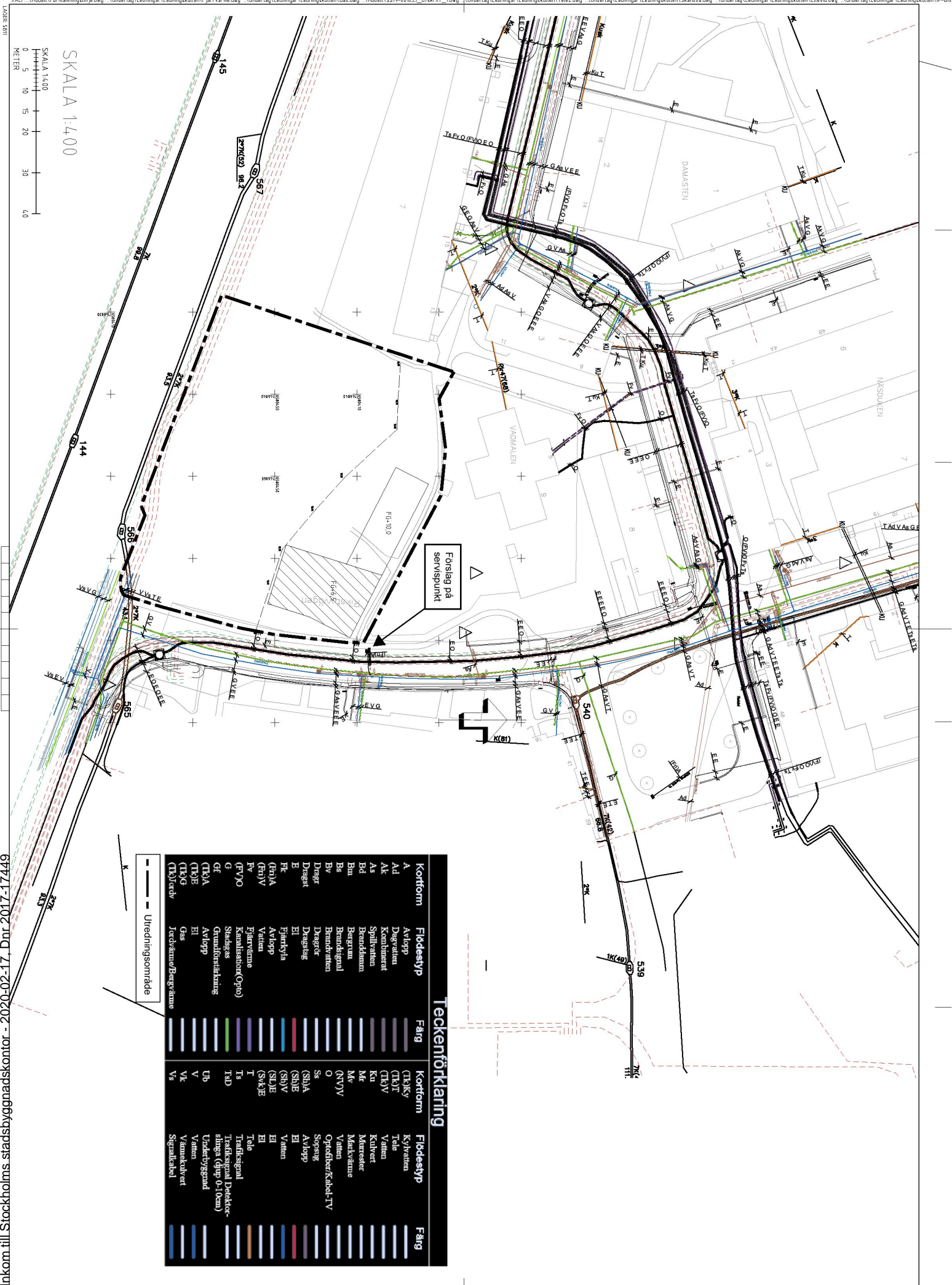
Stockholm Vatten och Avfall, 2017a. *Vegetationsklädda tak* [online] Tillgänglig via: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf [Hämtad 2019-10-28]

Stockholm Vatten och Avfall, 2017b. *Nedsänkt växtbädd* [online] Tillgänglig via: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf> [Hämtad 2019-10-28]

Stockholm Vatten och Avfall, 2017c. *Skelettjord* [online] Tillgänglig via: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf [Hämtad 2019-10-28]

Stockholm Vatten och Avfall, 2017d. *Svackdike* [online] Tillgänglig via: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf [Hämtad 2019-10-28]

VISS, 2019. *Mälaren-Ulvsundasjön* [online] Tillgänglig via: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42470715> [Hämtad 2019-09-20]



BILAGA 2 – RESULTATRAPPORTER FRÅN STORMTAC

BEFINTLIG OCH PLANERAD SITUATION

StormTac Web v19.3.1

Filnamn: Kandidaten

Datum: 2019-10-15

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter φ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_v	φ	A1 Bef situation	A2 Planerad situation	Tot
Skogsmark	0.10	0.10	0.26	0.14	0.40
Grusyta	0.80	0.80	0.014	0.020	0.034
Grönt tak	0.40	0.30	0	0.062	0.062
Betongplatta	0.90	0.90	0	0.012	0.012
Gårdsyta inom kvarter	0.50	0.50	0	0.034	0.034
Totalt	0.22	0.21	0.27	0.27	0.54
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.037	0.083	0.12
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.037	0.077	0.11

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A1 Bef situation	A2 Planerad situation
Klimatfaktor	f_c	1.00	1.25
Rinnsträcka	m	50	50
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A1 Bef situation	A2 Planerad situation	Tot
Tot. avrinning, årsmedel	$m^3/år$	470	730	1200
Tot. avrinning, årsmedel	l/s	0.015	0.023	
Medelavrinning	l/s	0.11	0.25	
Dim. flöde	l/s	6.7	17	

Dim. flöde total **24** l/s vid Dim. regnvaraktighet **10** min

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	Bef situation	0.0093	0.27	0.0013	0.0029	0.0071	0.000047	0.00080	0.0012	0.0000039	6.6	0.047	0.00014	0.0000026
A2	Planerad situation	0.084	1.3	0.0017	0.0080	0.016	0.000084	0.0017	0.0017	0.000012	12	0.10	0.00062	0.0000052
	Total	0.094	1.6	0.0030	0.011	0.023	0.00013	0.0025	0.0029	0.000016	19	0.15	0.00076	0.0000078

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.17	2.9	0.0055	0.020	0.043	0.00024	0.0046	0.0053	0.000030	35	0.28	0.0014	0.000014

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	Bef situation	20	580	2.8	6.1	15	0.10	1.7	2.6	0.0083	14000	100	0.30	0.0055
A2	Planerad situation	120	1800	2.3	11	22	0.11	2.3	2.3	0.016	17000	140	0.85	0.0071
	Total	78	1300	2.5	9.0	19	0.11	2.0	2.4	0.013	16000	120	0.63	0.0065
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

PLANERAD SITUATION MED RENINGSÅTGÄRDER

StormTac Web v19.3.1

Filnamn: Kandidaten

Datum: 2019-10-29

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter φ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_v	φ	A3 Planerad situation rening växtbäddar	A4 Planerad situation rening svackdike	A5 Planerad situation utan rening	A6 Planerad situation rening skelettjord	Tot
Betongplatta	0.90	0.90	0.012	0	0	0	0.012
Gårdsyta inom kvarter	0.50	0.50	0.030	0	0	0.0045	0.035
Grusyta	0.80	0.80	0	0.020	0	0	0.020
Skogsmark	0.10	0.10	0	0	0.14	0	0.14
Grönt tak	0.40	0.30	0	0	0.062	0	0.062
Totalt	0.31	0.28	0.042	0.020	0.20	0.0045	0.27
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.026	0.016	0.039	0.0023	0.083
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.026	0.016	0.033	0.0023	0.077

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A3 Planerad situation rening växtbäddar	A4 Planerad situation rening svackdike	A5 Planerad situation utan rening	A6 Planerad situation rening skelettjord
Klimatfaktor	f_c	1.25	1.25	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	50	50	50	50
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A3 Planerad situation rening växtbäddar	A4 Planerad situation rening svackdike	A5 Planerad situation utan rening	A6 Planerad situation rening skelettjord	Tot
Tot. avrinning. årsmedel	m ³ /år	190	110	420	17	730

Tot. avrinning. årsmedel	l/s	0.0059	0.0035	0.013	0.00055
Medelavrinning	l/s	0.077	0.048	0.12	0.0068
Dim. flöde	l/s	5.8	3.6	7.4	0.51

Dim. flöde total **17** l/s vid Dim. regnvaraktighet **10** min

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A3	Planerad situation rening växtbäddar	84	70	81	75	86	62	59	28	68	74	81	95	60
A4	Planerad situation rening svackdike	0	37	52	46	55	0	0	0	16	36	73	57	46
A5	Planerad situation utan rening													
A6	Planerad situation rening skelettjord	59	78	73	74	79	63	68	27	58	78	91	78	12

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A3	Planerad situation rening växtbäddar	0.023	0.23	0.00045	0.0021	0.0045	0.000022	0.00036	0.00011	0.0000047	3.4	0.049	0.00012	0.00000080
A4	Planerad situation rening svackdike	0	0.078	0.00012	0.00058	0.0019	0	0	0	0.00000032	0.36	0.0075	0.000099	0.00000047
A5	Planerad situation utan rening	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6	Planerad situation rening skelettjord	0.0019	0.023	0.000040	0.00018	0.00035	0.0000021	0.000037	0.0000097	0.00000034	0.47	0.0047	0.0000068	0.000000012

Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A3	Planerad situation rening	0.0043	0.10	0.00010	0.00069	0.00073	0.000013	0.00025	0.00028	0.0000022	1.2	0.012	0.000067	0.00000054

	växtbäddar													
A4	Planerad situation rening svackdike	0.0045	0.13	0.00011	0.00069	0.0016	0.000011	0.00011	0.000096	0.0000016	0.64	0.0028	0.000074	0.00000056
A5	Planerad situation utan rening	0.049	0.73	0.00082	0.0037	0.0067	0.000034	0.00090	0.0011	0.0000025	6.3	0.024	0.00031	0.0000028
A6	Planerad situation rening skelettjord	0.0013	0.0065	0.000015	0.000064	0.000095	0.0000012	0.000017	0.000026	0.00000024	0.13	0.00049	0.0000019	0.000000086
	Total	0.059	0.97	0.0010	0.0051	0.0091	0.000060	0.0013	0.0015	0.0000066	8.2	0.039	0.00040	0.0000039

Summa belastning kg/ha/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A3	Planerad situation rening växtbäddar	0.10	2.4	0.0025	0.017	0.018	0.00032	0.0059	0.0067	0.000053	28	0.28	0.00016	0.000013
A4	Planerad situation rening svackdike	0.22	6.7	0.0054	0.034	0.078	0.00057	0.0053	0.0048	0.000082	32	0.14	0.0037	0.000028
A5	Planerad situation utan rening	0.24	3.6	0.0040	0.018	0.033	0.00017	0.0044	0.0056	0.000013	31	0.12	0.0015	0.000014
A6	Planerad situation rening skelettjord	0.29	1.4	0.0033	0.014	0.021	0.00028	0.0038	0.0057	0.000054	29	0.11	0.00043	0.000019

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A3	Planerad situation rening växtbäddar	23	540	0.55	3.7	3.9	0.072	1.3	1.5	0.012	6300	63	0.036	0.0029
A4	Planerad situation rening svackdike	40	1200	0.98	6.2	14	0.10	0.96	0.86	0.015	5800	25	0.66	0.0050
A5	Planerad situation utan rening	120	1700	2.0	8.8	16	0.081	2.1	2.7	0.0061	15000	59	0.75	0.0066
A6	Planerad situation rening skelettjord	77	370	0.87	3.7	5.5	0.072	1.0	1.5	0.014	7600	29	0.11	0.0050
	Total	81	1300	1.4	7.0	12	0.082	1.7	2.1	0.0090	11000	54	0.54	0.0054
	Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

PLANERAD SITUATION MED RENINGSÅTGÄRDER, INKLUSIVE RENING AV GRÖNA TAK

StormTac Web v19.3.1

Filnamn: Kandidaten

Datum: 2019-10-30

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter φ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_v	φ	A4 Planerad situation rening svackdike	A6 Planerad situation rening skelettjord	A7 Planerad situation rening växtbäddar ny	A8 Planerad situation utan rening ny	Tot
Grusyta	0.80	0.80	0.020	0	0	0	0.020
Gårdsyta inom kvarter	0.50	0.50	0	0.0045	0.030	0	0.035
Grönt tak	0.40	0.30	0	0	0.062	0	0.062
Betongplatta	0.90	0.90	0	0	0.012	0	0.012
Skogsmark	0.10	0.10	0	0	0	0.14	0.14
Totalt	0.31	0.28	0.020	0.0045	0.10	0.14	0.27
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.016	0.0023	0.050	0.014	0.083
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.016	0.0023	0.044	0.014	0.077

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A4 Planerad situation rening svackdike	A6 Planerad situation rening skelettjord	A7 Planerad situation rening växtbäddar ny	A8 Planerad situation utan rening ny
Klimatfaktor	f_c	1.25	1.25	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	50	50	50	50
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A4 Planerad situation rening svackdike	A6 Planerad situation rening skelettjord	A7 Planerad situation rening växtbäddar ny	A8 Planerad situation utan rening ny	Tot
Tot. avrinning. årsmedel	m ³ /år	110	17	390	220	730
Tot. avrinning. årsmedel	l/s	0.0035	0.00055	0.012	0.0068	

Medelavrinning	l/s	0.048	0.0068	0.15	0.043
Dim. flöde	l/s	3.6	0.51	10	3.2

Dim. flöde total **17 l/s** vid Dim. regnvaraktighet **10 min**

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A4	Planerad situation rening svackdike	0	37	52	46	55	0	0	0	16	36	73	57	46
A6	Planerad situation rening skelettjord	59	78	73	74	79	63	68	27	58	78	91	78	12
A7	Planerad situation rening växtbäddar ny	85	70	77	73	84	41	58	36	68	70	81	95	63
A8	Planerad situation utan rening ny													

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A4	Planerad situation rening svackdike	0	0.078	0.00012	0.00058	0.0019	0	0	0	0.00000032	0.36	0.0075	0.000099	0.00000047
A6	Planerad situation rening skelettjord	0.0019	0.023	0.000040	0.00018	0.00035	0.000021	0.000037	0.000097	0.00000034	0.47	0.0047	0.000068	0.00000012
A7	Planerad situation rening växtbäddar ny	0.062	0.70	0.00057	0.0039	0.0078	0.000019	0.00063	0.00032	0.0000055	5.3	0.051	0.00041	0.0000019
A8	Planerad situation utan rening ny	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A4	Planerad situation rening svackdike	0.0045	0.13	0.00011	0.00069	0.0016	0.000011	0.00011	0.000096	0.0000016	0.64	0.0028	0.000074	0.00000056
A6	Planerad situation	0.0013	0.0065	0.000015	0.000064	0.000095	0.0000012	0.000017	0.000026	0.00000024	0.13	0.00049	0.000019	0.00000086

	rening skelettjor d													
A7	Planerad situation rening växtbäddar ny	0.011	0.30	0.00017	0.0014	0.0015	0.000028	0.00046	0.00058	0.0000026	2.2	0.012	0.000023	0.0000011
A8	Planerad situation utan rening ny	0.0034	0.067	0.00064	0.0011	0.0026	0.000022	0.00040	0.00063	0.0000014	3.2	0.022	0.000010	0.0000010
	Total	0.020	0.51	0.00093	0.0033	0.0058	0.000062	0.00099	0.0013	0.0000058	6.3	0.038	0.00011	0.0000028

Summa belastning kg/ha/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A4	Planerad situation rening svackdike	0.22	6.7	0.0054	0.034	0.078	0.00057	0.0053	0.0048	0.000082	32	0.14	0.0037	0.000028
A6	Planerad situation rening skelettjord	0.29	1.4	0.0033	0.014	0.021	0.00028	0.0038	0.0057	0.000054	29	0.11	0.00043	0.000019
A7	Planerad situation rening växtbäddar ny	0.11	2.9	0.0016	0.014	0.015	0.00027	0.0045	0.0056	0.000025	22	0.12	0.00022	0.000011
A8	Planerad situation utan rening ny	0.024	0.48	0.0045	0.0077	0.018	0.00015	0.0028	0.0045	0.0000099	23	0.16	0.000073	0.0000073

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A4	Planerad situation rening svackdike	40	1200	0.98	6.2	14	0.10	0.96	0.86	0.015	5800	25	0.66	0.0050
A6	Planerad situation rening skelettjord	77	370	0.87	3.7	5.5	0.072	1.0	1.5	0.014	7600	29	0.11	0.0050
A7	Planerad situation rening växtbäddar ny	28	770	0.43	3.7	3.9	0.072	1.2	1.5	0.0066	5800	31	0.059	0.0029
A8	Planerad situation utan rening ny	16	310	3.0	5.0	12	0.10	1.9	2.9	0.0065	15000	100	0.047	0.0047
	Total	28	690	1.3	4.5	7.9	0.085	1.3	1.8	0.0080	8500	51	0.15	0.0038
	Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

BILAGA 3 – RENINGSANLÄGGNINGAR I STORMTAC

Nedan redovisas de parametrar som användes för reningsanläggningarna i StormTac-beräkningarna.

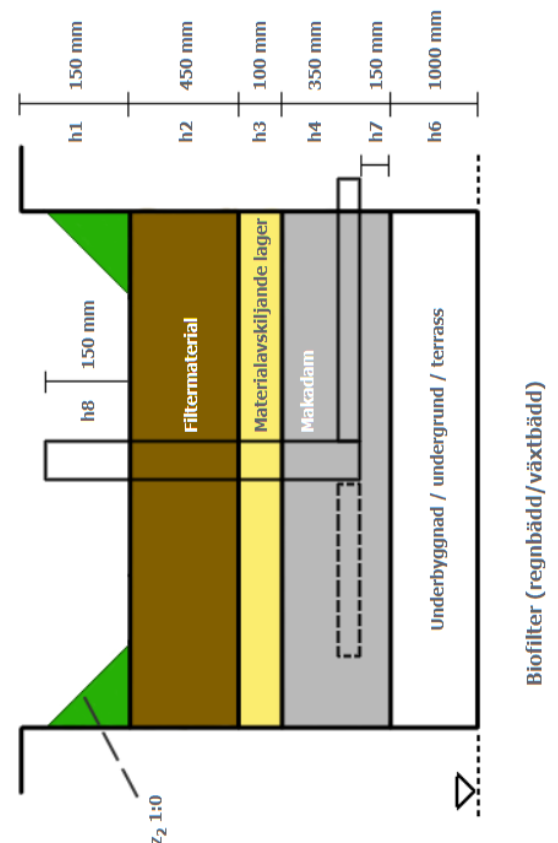
VÄXTBÄDDAR

Biofilter Biofilter / makadamdike / svackdike / gräsdike / skelettkor

Lägg till i serie - Gör ändringar i formuläret och använd denna knapp för att lägga till an

Välj anläggning med standardvärden ▼ Kan användas om man vet vilken typ av Detta är generella rekommendationer so

Parametrar	Not Indata	Enhet	Std (min-max) *
Dim. utflöde	5.0	l/s	200 (0-)
Regressionskonstant, anläggningsytans andel av reducerad avrinningsyta	K _φ 10	%	2.5 (1.0-80)
Tjocklek, reglervolym	h ₁ 150	mm	250 (0-500)
Tjocklek, filtermaterial	h ₂ 450	mm	450 (100-1000)
Tjocklek, materialavskiljande lager	h ₃ 100	mm	100 (0-150)
Tjocklek, makadam	h ₄ 350	mm	350 (0-600)
Tjocklek, skelettjord	h ₅ 0	mm	0 (0-1000)
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h ₆ 1000	mm	1000 (0-)
Torr damm	Nej		
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h ₇ 150	mm	150 (0-490)
Avstånd inlopp bräddbrunn till den övre bäddens yta	h ₈ 150	mm	200 (0-450)
Andel dränerbar porvolym, filtermaterial	p ₂ 0.25		0.25 (0.15-0.40)
Porandel, materialavskiljande lager	p ₃ 0.25		0.25
Porositet, makadam	p ₄ 0.30		0.40 (0.30-0.45)
Porandel, skelettjord	p ₅ 0.12		0.12 (0.12-0.25)
Hydraulisk konduktivitet, filtermaterial	k ₂ 200	mm/h	200 (50-300)
Hydraulisk konduktivitet, materialavskiljande lager	k ₃ 3600	mm/h	3600 (360-3600)
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k ₄ 36000	mm/h	36000 (5000 - 36000)
Hydraulisk konduktivitet, skelettjord	k ₅ 100	mm/h	100
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k ₆ 8.0	mm/h	8.0 (1.3-36000)
Släntlutning undre, 1:z ₁	z ₁ 0		0-10
Släntlutning övre, 1:z ₂	z ₂ 0		0-10
Anläggningens längd	L 0	m	
Är marken förorenad?	Nej		
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?	Nej		



SVACKDIKEN

Svackdike

Biofilter / makadamdike / svackdike / gräsdike / skelettdike

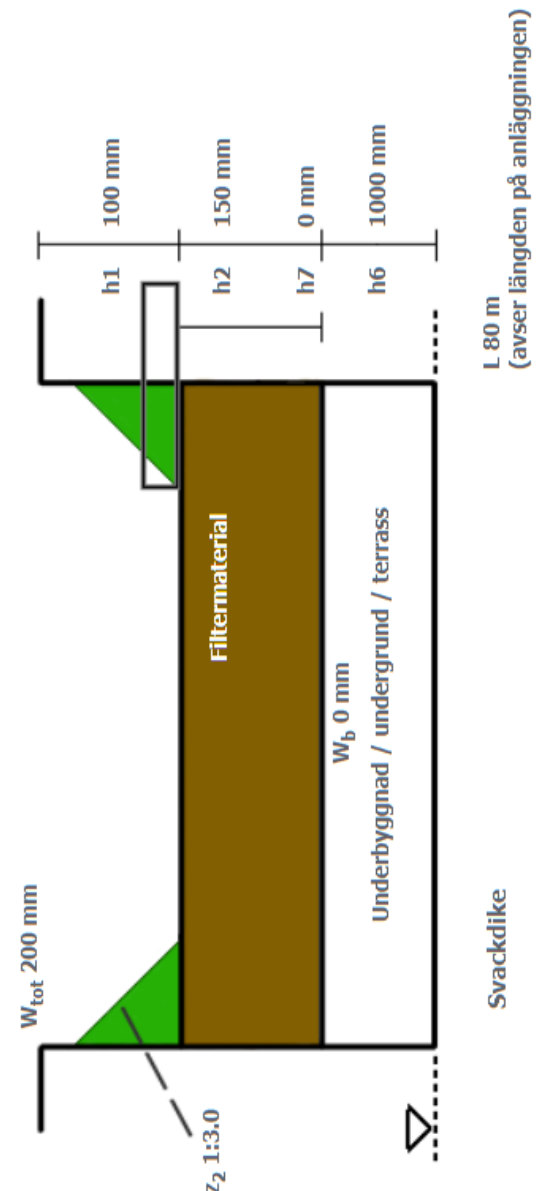
Lägg till i serie

- Gör ändringar i formuläret och använd denna knapp för att lägga till anläggning

Välj anläggning med standardvärden

Kan användas om man vet vilken typ av anläggning man vill ha. Detta är generella rekommendationer som kan ändras.

Parametrar	Not Indata	Enhet	Std (min-max) *
Dim. utflöde	5.0	l/s	200 (0-)
Regressionskonstant, anläggningsytans andel av reducerad avrinningsyta	K _p 10	%	2.5 (1.0-80)
Tjocklek, reglervolym	h ₁ 100	mm	250 (0-500)
Tjocklek, filtermaterial	h ₂ 150	mm	450 (100-1000)
Tjocklek, materialavskiljande lager	h ₃ 100	mm	100 (0-150)
Tjocklek, makadam	h ₄ 0	mm	350 (0-600)
Tjocklek, skelettdjord	h ₅ 0	mm	0 (0-1000)
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h ₆ 1000	mm	1000 (0-)
Torr damm	Nej		
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h ₇ 0	mm	150 (0-490)
Avstånd inlopp bräddbrunn till den övre bäddens yta	h ₈ 0	mm	200 (0-450)
Andel dränerbar porvolym, filtermaterial	p ₂ 0.25		0.25 (0.15-0.40)
Porandel, materialavskiljande lager	p ₃ 0.25		0.25
Porositet, makadam	p ₄ 0.40		0.40 (0.30-0.45)
Porandel, skelettdjord	p ₅ 0.12		0.12 (0.12-0.25)
Hydraulisk konduktivitet, filtermaterial	k ₂ 200	mm/h	200 (50-300)
Hydraulisk konduktivitet, materialavskiljande lager	k ₃ 3600	mm/h	3600 (360-3600)
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k ₄ 36000	mm/h	36000 (5000 - 36000)
Hydraulisk konduktivitet, skelettdjord	k ₅ 100	mm/h	100
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k ₆ 8.0	mm/h	8.0 (1.3-36000)
Släntlutning undre, 1:z ₁	z ₁ 0		0-10
Släntlutning övre, 1:z ₂	z ₂ 3.0		0-10
Anläggningens längd	L 80	m	
Är marken förorenad?	Nej		
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?	Nej		



SKELETTJORDAR

Skelettkonstruktion
Biofilter / makadamdike / svackdike / gräsdike

Lägg till i serie - Gör ändringar i formuläret och använd denna knapp för att lägga till an

Välj anläggning med standardvärden
 Kan användas om man vet vilken typ av Detta är generella rekommendationer so

Parametrar	Not	Indata	Enhet	Std (min-max) *
Dim. utflöde		<input type="text" value="5.0"/>	l/s	200 (0-)
Regressionskonstant, anläggningsytans andel av reducerad avrinningsyta	K _p	<input type="text" value="10"/>	%	2.5 (1.0-80)
Tjocklek, reglervolym	h ₁	<input type="text" value="0"/>	mm	250 (0-500)
Tjocklek, filtermaterial	h ₂	<input type="text" value="0"/>	mm	450 (100-1000)
Tjocklek, materialavskiljande lager	h ₃	<input type="text" value="100"/>	mm	100 (0-150)
Tjocklek, makadam	h ₄	<input type="text" value="350"/>	mm	350 (0-600)
Tjocklek, skelettjord	h ₅	<input type="text" value="1000"/>	mm	0 (0-1000)
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h ₆	<input type="text" value="1000"/>	mm	1000 (0-)
Torr damm		<input type="text" value="Nej"/>		
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h ₇	<input type="text" value="150"/>	mm	150 (0-490)
Avstånd inlopp bräddbrunn till den övre bäddens yta	h ₈	<input type="text" value="200"/>	mm	200 (0-450)
Andel dränerbar porvolym, filtermaterial	p ₂	<input type="text" value="0.25"/>		0.25 (0.15-0.40)
Porandel, materialavskiljande lager	p ₃	<input type="text" value="0.25"/>		0.25
Porositet, makadam	p ₄	<input type="text" value="0.30"/>		0.40 (0.30-0.45)
Porandel, skelettjord	p ₅	<input type="text" value="0.30"/>		0.12 (0.12-0.25)
Hydraulisk konduktivitet, filtermaterial	k ₂	<input type="text" value="200"/>	mm/h	200 (50-300)
Hydraulisk konduktivitet, materialavskiljande lager	k ₃	<input type="text" value="3600"/>	mm/h	3600 (360-3600)
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k ₄	<input type="text" value="36000"/>	mm/h	36000 (5000 - 36000)
Hydraulisk konduktivitet, skelettjord	k ₅	<input type="text" value="100"/>	mm/h	100
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k ₆	<input type="text" value="8.0"/>	mm/h	8.0 (1.3-36000)
Släntlutning undre, 1:z ₁	z ₁	<input type="text" value="0"/>		0-10
Släntlutning övre, 1:z ₂	z ₂	<input type="text" value="0"/>		0-10
Anläggningens längd	L	<input type="text" value="0"/>	m	
Är marken förorenad?		<input type="text" value="Nej"/>		
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?		<input type="text" value="Nej"/>		

