

Dagvattenutredning

Rangstaplan
2020-01-15

Structor

Författare: Åsa Söderqvist
Beställare: Åke Sundvall Byggnads AB
Konsultbolag: Structor Uppsala AB
Uppdragsnamn: Rangastaplan
Uppdragsnummer: 1520
Datum: 2020-01-15
Uppdragsledare: Elin Renstål
Handläggare/utredare: Åsa Söderqvist
Granskare: Simon Sahlberg

Status: Slutgiltig handling

SAMMANFATTNING

Åke Sundvall Byggnads AB planerar att bygga nya bostäder, kontor och service på Rangstaplan i Högdalen, Stockholm. Byggnationen innefattar två nya byggnader med tillhörande gårds- och torgytor. Projektet utgör en del av en ny detaljplan för ombyggnation av en befintlig parkeringsyta och innefattar både kvartersmark och allmän platsmark.

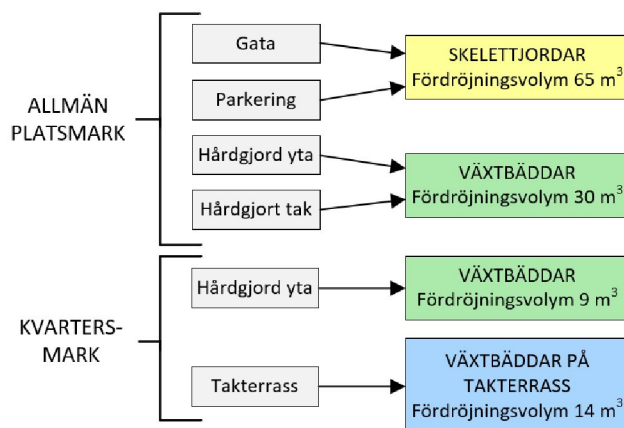
Structor Uppsala AB har fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning med syfte att beskriva hur exploateringen kommer påverka dagvattnet i området, både med avseende på flöden och föroreningar enligt gällande krav, samt föreslå lämplig systemlösning för dagvattenhanteringen.

Erforderliga fördröjningsvolymen enligt gällande krav

Enligt Stockholms stads riktlinjer ska planerad exploatering inte försvåra förutsättningen att uppnå miljö kvalitetsnormer (MKN) i aktuell recipient, vilket innebär att flöden och föroreningsbelastning inte får öka i samband med exploatering. För att uppnå detta finns kravet att de första 20 mm av ett regn ska fördröjas och renas inom utredningsområdet innan anslutning till kommunalt nät får ske. Utifrån detta och ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 krävs en total fördröjningsvolym på 118 m³ inom utredningsområdet, varav 95 m³ på allmän platsmark och 23 m³ på kvartersmark.

Åtgärdsförslag

De dagvattenlösningar som föreslås för utredningsområdet är gröna tak, växtbäddar och skelettjordar. Dagvatten från hårdgjorda ytor föreslås fördröjas och renas enligt:



Påverkan på vattenkvalitet

Föroreningsutsläppen från utredningsområdet beräknas minska för samtliga modellerade ämnen efter exploatering och föreslagna reningsåtgärder. Därmed bör den planerade exploateringen inte försvåra för möjligheten att uppnå MKN i recipienten.

Extrema regn

För att undvika att byggnader eller annan infrastruktur skadas vid skyfall behöver höjdsättningen vid exploatering utföras så att dagvatten som överstiger dimensionerande flöden kan avrinna ytledes mot säkra avrinningsvägar.

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
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 erforderlig fördröjningsvolym	13
5. Förslag till dagvattenhantering	14
5.1. Principlösningar	14
5.1.1. Gröna tak	14
5.1.2. Växtbäddar	15
5.1.3. Trädplantering i skelettjordar	16
5.2. Systemlösning	17
5.3. Parkeringsgarage	20
5.4. Drift, skötsel och underhåll	20
6. Föroreningar i dagvatten	21
7. Översvämningsrisker	22
7.1. Ytvatten	22
7.2. Extrema regn	23
8. Slutsats	25
9. Inför nästa skede	25
10. Underlag	26

Bilaga 1 – Resultatrapporter från StormTac

Bilaga 2 – Reningsanläggningar i StormTac

1. INLEDNING

Structor Uppsala AB har fått i uppdrag av Åke Sundvall Byggnads AB att utföra en dagvattenutredning inom detaljplanearbetet för Rangstaplan i Högdalens centrum. Projektet planeras innefatta två byggnader med tillhörande gårdsytor och en takterrass på kvartersmark samt parkeringsytor och torgytor på allmän platsmark. Ett parkeringsgarage planeras under kvartersmarken och under delar av de allmänna ytorna.

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. Dagvattenutredningen ska utgöra underlag till detaljplanen och kommande projektering.

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

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1. OMRÅDESBESKRIVNING

Utredningsområdet ligger i södra Bandhagen i närheten av Högdalens tunnelbanestation, se Figur 1. Det omges främst av bostadsområden och i anslutning till utredningsområdet söderut ligger Högdalens centrum med affärslokaler. I dagsläget består området till största del av parkeringsplatser och två gator (Rangstagatan och Sjösavägen). Några mindre grönytor finns intill parkeringsplatsen och en större sluttande gräsyta sveper längs hela utredningsområdets östra sida och avskiljer parkeringsytan från Sjösavägen. Utredningsområdet tillhör fastigheten Örby 4:1 och är till ytan cirka 1 ha.



Figur 1. Utredningsområdets placering i Högdalen (röd markering) i vänster bild och utredningsområdets gräns (röd markering) i höger bild (Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS, 2019 och Eniro, 2019).

2.2. RECIPIENT

Dagvattnet från utredningsområdet avvattnas via kommunalt ledningsnät till Älvsjö-Mälartunneln med mynning i Klubbenområdet i Mälaren. Primär recipient för utredningsområdet är därmed Mälaren-Fiskarfjärden. Enligt beslutad miljökvalitetsnorm 2017-02-23 uppnår Fiskarfjärden måttlig ekologisk status med målsättning att uppnå god ekologisk status till år 2021. Utslagsgivande för den måttliga ekologiska statusen var vid statusklassningen miljögifter, eftersom koppar och icke-dioxinlika PCB:er inte uppnår god status (VISS, 2019).

Fiskarfjärdens kemiska status uppnår ej god till följd av höga halter av kvicksilver, polybromerade difenyletrar, PFOS, bly, antracen och tributyltenn. Enligt beslutad miljökvalitetsnorm ska god kemisk status uppnås till år 2021, med undantag för antracen och tributyltenn-föreningar som har tidsfrist till år 2027. Även kvicksilver och polybromerade difenyletrar är undantagna från miljökvalitetsnormen. 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

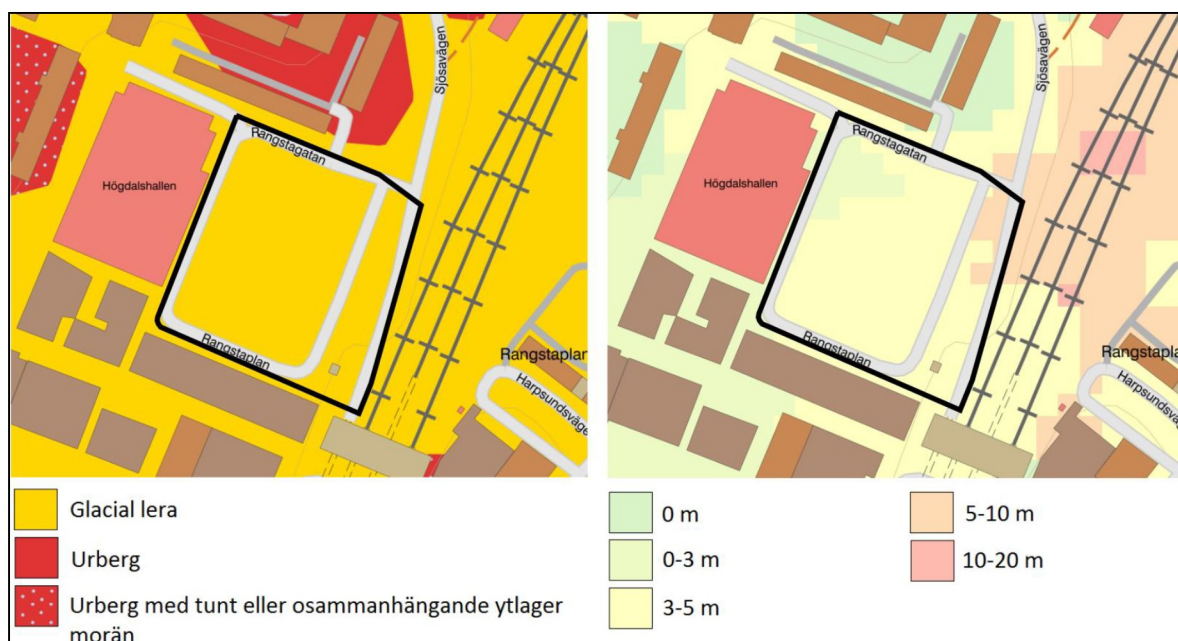
I mars 2017 undersöktes utredningsområdet med avseende på markföroreningar av Structor Miljöbyrå Stockholm AB. Jordprover från sju punkter inom utredningsområdet jämfördes med generella riktvärden för förorenad mark, vilka finns för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM). KM motsvarar exempelvis bostadsmark, vilket är aktuellt vid planerad exploatering, medan MKM motsvarar krav för exempelvis industri och kontorsmark.

Resultaten visar på halter av alifater överskridande riktvärdet för MKM i två av provpunkterna och riktvärdet för KM i tre punkter. Även PAH-H förekom i halter överskridande riktvärdet för KM i en provpunkt. Enligt markundersökningen rekommenderas att förorenat fyllningsmaterial avlägsnas inför exploatering så att åtgärds målet för KM uppnås. Eftersom det har legat en kemitvätt i närheten av undersökningsområdet bör även risken för halogenerade lösningsmedel i grundvatten beaktas (Structor Miljöbyrå Stockholm AB, 2017).

2.4. HYDROGEOLOGI

Marken inom utredningsområdet har en jämn lutning från sydväst till nordost, från cirka +40,0 m (RH 2000) i parkeringens hörn till cirka +36,5 (RH 2000) i korsningen mellan Rangstagatan och Sjösavägen. Från korsningen faller marknivån längs med Sjösavägen till cirka +34,5 m (RH 2000) i höjd med tunnelbanestationen, vilket är områdets lägsta punkt.

I Figur 2 visas jordarter och jorddjup inom utredningsområdet, enligt SGU:s jordartskarta. Jordarten inom området är glacial lera (SGU, 2019a) och jorddjupet varierar mellan 0–5 meter med det minsta djupet i områdets nordvästra del (SGU, 2019b).



Figur 2. Jordarter (till vänster) och jorddjup (till höger) inom och runt utredningsområdet (SGU, 2019a och SGU, 2019b). Utredningsområdet är markerat med svart linje.

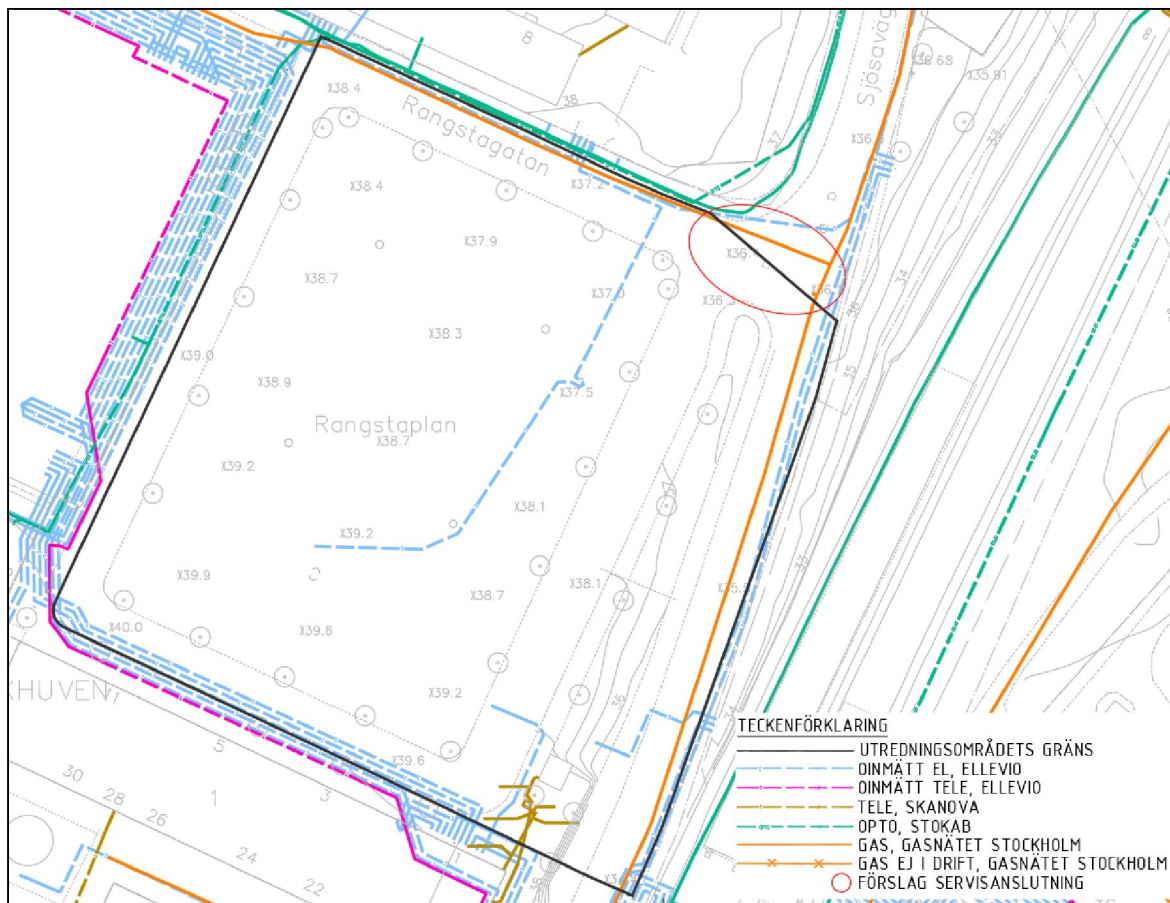
En geoteknisk undersökning av utredningsområdet utfördes av Structor Geoteknik i augusti år 2018. Enligt denna består jordlagerföljden i huvudsak av fyllningsjord ovan morän på berg. I den västra delen återfanns torrskorpelera mellan fyllningsjorden och moränet (Structor Geoteknik Stockholm AB, 2018a). Den största påträffade mäktigheten var 4,0 m för fyllningen, 2,7 m för torrskorpelera respektive 2,1 m för moränen. Bergöverytan påträffades på mellan +31,6 m och +38,1 m (RH 2000) (Structor Geoteknik Stockholm AB, 2018b).

Enligt den geotekniska undersökningen är infiltration av dagvatten inte möjlig inom utredningsområdet, till följd av rådande mark- och grundvattenförhållanden. Att relativt stora ytor med parkeringsgarage planeras medför dessutom en begränsad möjlighet för infiltration (Structor Geoteknik Stockholm AB, 2018b).

Grundvattennivån inom området är inte känd. Varken ytvattendrag eller permanenta grundvattenmagasin finns inom utredningsområdet men lokala markvattenmagasin i fyllning och morän kan förekomma årstidsvis (Structor Geoteknik Stockholm AB, 2018b). 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.

2.5. BEFINTLIGA LEDNINGAR

Ett flertal ledningsstråk finns i anslutning till utredningsområdet, se Figur 3. De ledningar som finns inom utredningsområdet, vilka kan komma att påverka eller påverkas av exploateringen, är Ellevios elledningar, Skanovas teleledningar och Gasnätet Stockholms gasledningar. Ellevios ledningar är dock inte inmätta vilket innebär att exakta lägen är osäkra.



Figur 3. Befintliga ledningar inom och runt utredningsområdet. Röd ellips visar förslag till lokalisering av anslutningspunkt för dagvatten från utredningsområdet (Ledningskollen, juli 2019).

2.6. BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

I dagsläget avvattnas utredningsområdet via dagvattenbrunnar till det kommunala ledningsnätet, utan kända fördröjnings- eller reningsåtgärder. Utmed Rangstagatan i norr och Sjösavägen i öster avleds spillvatten och dagvatten i separata ledningsnät (duplikatsystem). Vid framtida projektering av dagvattensystemet inom utredningsområdet kommer en ny servispunkt till kommunalt dagvattennät att behövas. Ett förslag till lokalisering av denna visas som röd ellips i Figur 3.

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.

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 dagvattenutredningar¹, vilken specificerar vad dagvattenutredningar ska innehålla.

3.2. ÅTGÄRDSNIVÅ VID NY- OCH STÖRRE OMBYGGNINGER

Stockholms stad har tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall tagit fram en åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnation, för att nå miljökvalitetsnormerna för stadens vatten. 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 (Stockholms stad, 2016a).

Kommunens riktlinjer anger att dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvartersmarken (Stockholms stad, 2016b). Dagvattenlösningar för parkeringsytor för handels- och verksamhetsparkeringar ska enligt Stockholms stads riktlinjer klara att avskilja lösta föroreningar (Stockholms stad, 2016c).

¹ Stockholms stad, 2017. *Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen, version 2017-06-16*

3.3. DIMENSIONERINGSKRAV FRÅN SVENSKT VATTEN

Dimensioneringsberäkningar i denna utredning ska utgå från Svenskt Vattens publikation P110. Enligt dess minimikrav ska dagvattenssystemet dimensioneras utifrån en återkomsttid på 10 år, baserat på att utredningsområdet anses vara beläget i ett centrum- och affärsområde. 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

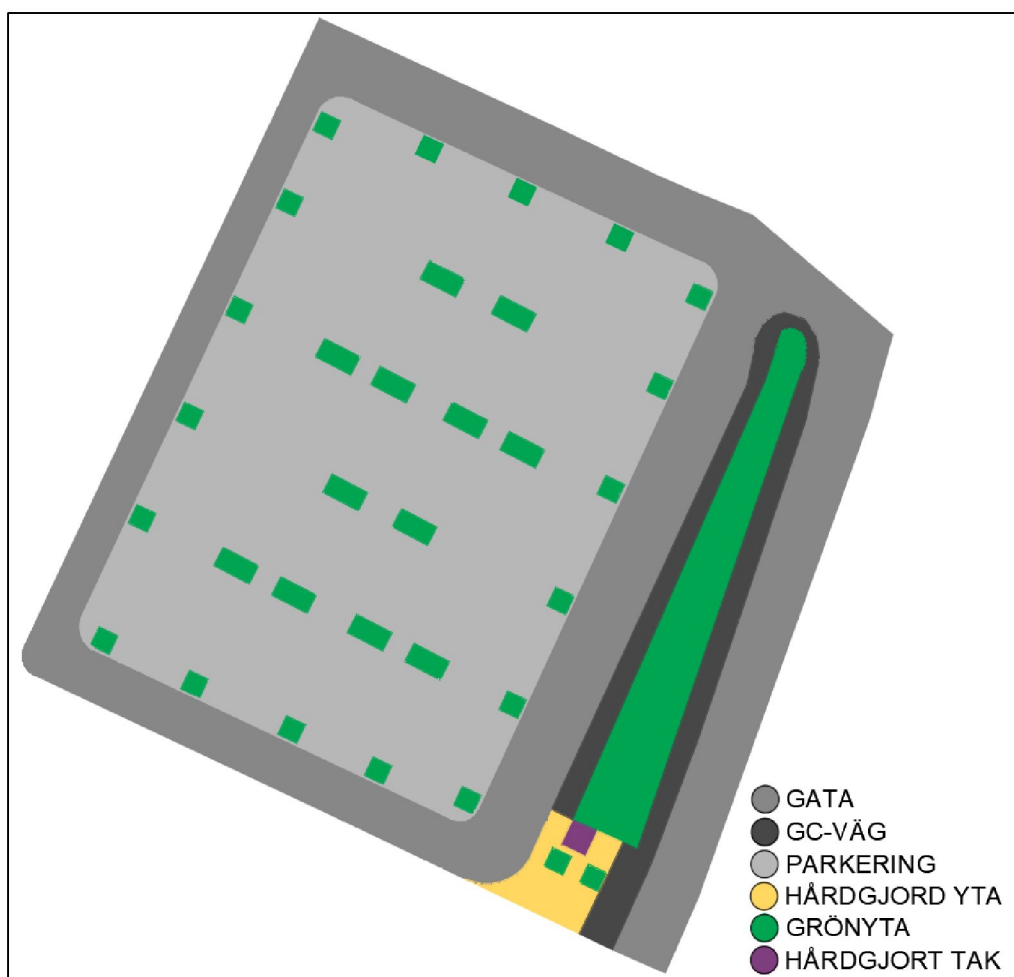
Det finns inga nationellt antagna rikt- eller gränsvärden för dagvatten. Förutom de krav som ställs av Stockholms stad på fördröjning ska det vid varje exploatering anläggas tillräckligt med dagvattenanläggningar för att dess recipient inte ska försämrats avseende någon kvalitetsfaktor i statusklassningen 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. I flödes- och fördröjningsberäkningar redovisas resultat för kvartersmark och allmän platsmark separat eftersom dess dagvattensystem ofta separeras i projekterings- och förvaltningsskedet. Föroreningsberäkningarna är utförda för utredningsområdet som helhet och redovisas i kapitel 6.

4.1. MARKANVÄNDNING

Markanvändningen i befintlig situation redovisas i Figur 4 och utgörs främst av en parkeringsyta och gatustråk. Intill GC-vägen finns en grönyta och ett antal mindre grönytor finns även i anslutning till parkeringen. I utredningsområdets sydöstra del finns en torgyta med en liten byggnad.



Figur 4. Markanvändning i befintlig situation (enligt grundkarta samt Eniro, 2019).

Markanvändningen i planerad situation har karterats enligt Figur 5, där den planerade uppdelningen mellan kvartersmark och allmän platsmark är markerad. På samtliga tre höga huskroppar inom kvartersmarken planeras anläggning av gröna tak och på den lägre byggnadsdelen intill Sjösavägen ska en takterrass anläggas. På övrig yta inom kvartersmarken planeras för hårdgjorda ytor och ett antal grönytor/planteringar. Detsamma gäller för den allmänna platsmarken intill kvartersmarken. Resterande ytor på allmän platsmark kommer främst att bestå av gator och parkeringsytor.



Figur 5. Planerad markanvändning efter exploatering (enligt Bergkrantz Arkitektur, 2019, Funkia, 2019, samt Landskapslaget, 2019). Den planerade gränsen mellan kvartersmark och allmän platsmark är markerad med röd streckad linje.

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 det gröna taket. 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. Den hårdgjorda ytan antas bestå av stensatt yta eller liknande, som är mer genomsläpplig än asfaltsytor, och därmed har avrinningskoefficient 0,7 använts.

Den totala avrinningskoefficienten efter exploatering beräknas bli 0,43 för kvartersmarken respektive 0,69 för allmän platsmark. Den sammantagna avrinningskoefficienten för hela utredningsområdet blir därmed 0,61, vilket innebär en minskning från befintlig situation då den beräknas vara 0,73.

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

Markanvändning	Avrinningskoefficient, ϕ	Area utredningsområde [m ²]		
		Befintlig situation	Efter exploatering	
			Kvartersmark	Allmän platsmark
Gata	0,8	3 415	-	2 590
GC-väg	0,8	525	-	-
Parkering	0,8	5 155	-	1 480
Hårdgjord yta	0,7	140	675	2 175
Grönyta	0,1	930	215	795
Hårdgjort tak	0,9	15	-	20
Takterrass	0,9	-	770	-
Grönt tak	0,1	-	1 460	-
Total area [m ²]		10 180	10 180	
Sammanvägd avrinningskoefficient $\phi_{\text{total}}^{(1)}$		0,73	0,61	
Total reducerad area [m ²]		7 480	6 210	

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

4.2. DAGVATTENFLÖDEN OCH ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Beräkning av dagvattenflöden i planerad situation har genomförts med rationella metoden enligt Ekvation 1, baserat på utredningsområdets dimensionerande varaktighet för regn med återkomsttid 10 år.

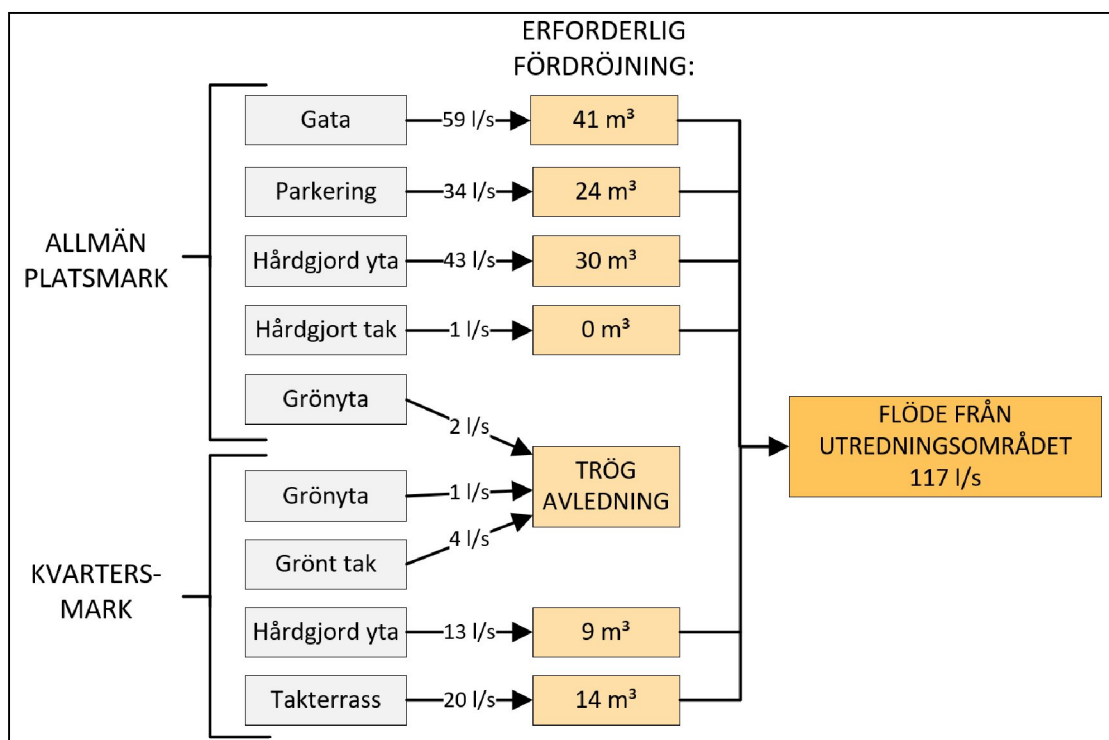
$$Q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i \cdot K_f \quad \text{Ekv 1}$$

där Q_{dim} är dimensionerande dagvattenflöde (l/s), A är area (ha), ϕ är avrinningskoefficient (-), i är regnintensitet (l/s ha) och K_f 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 situation 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 6 som utgörs av ett flödesschema, vilket även visualiserar avrinningsförloppet. Utifrån beräknade dagvattenflöden i planerad situation krävs en total fördröjningsvolym på **118 m³** inom utredningsområdet, varav 95 m³ inom allmän platsmark och 23 m³ inom kvartersmark.



Figur 6. Flödesschema för avrinningsförloppet inom utredningsområdet, avseende dagvattenflöden och erforderligt fördröjningsbehov för hårdgjorda ytor.

Beräkning av dagvattenflöden efter fördröjningsåtgärder utgick från en dimensionerande regnvaraktighet på 25 min, utifrån dagvattnets rinntid i föreslaget dagvattensystem (10 min) och fördröjningsanläggningarnas uppfyllnadstid (15 min). Utifrån regnvaraktigheten och dimensionerande dagvattenflöde² beräknades det totala dagvattenflödet från utredningsområdet efter föreslagna fördröjningsåtgärder till 117 l/s. Detta innebär ett minskat flöde i jämförelse med befintlig situation där dagvattenflödet från utredningsområdet beräknats till 171 l/s.

5. FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

5.1. PRINCIPLÖSNINGAR

5.1.1. GRÖNA TAK

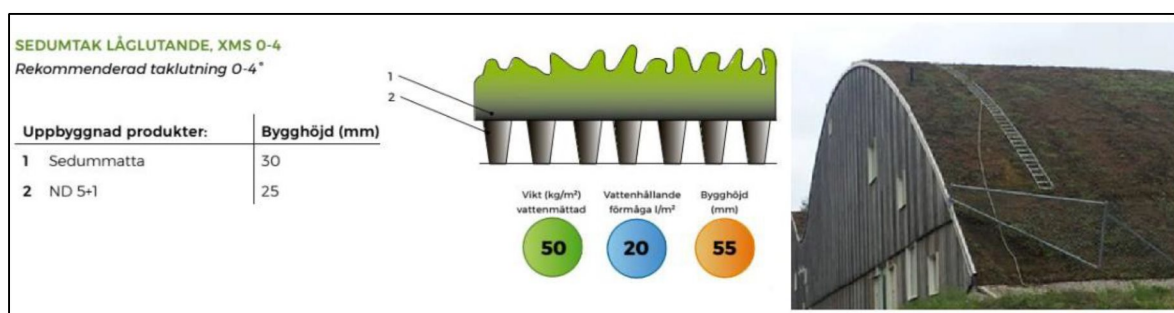
Gröna tak reducerar och fördröjer avrinningen från takytor. Fördröjningen sker genom växtupptag, avdunstning och fördröjning i takbädden. Beroende på takets lutning, växtligheten och substratets tjocklek kan taken reducera avrinningen med 25–75 % på årsbasis. Gröna tak bidrar även till viss del till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

² Stockholms stad, 2017, *Dagvatten PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport i Stockholm*, Tabell 1.

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



Figur 7. 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 på de tre höga huskropparna³ och det rekommenderas att så stora taktytor som möjligt anläggs med gröna tak, för att kunna uppnå erforderliga fördröjningsvolymerna för dagvatten.

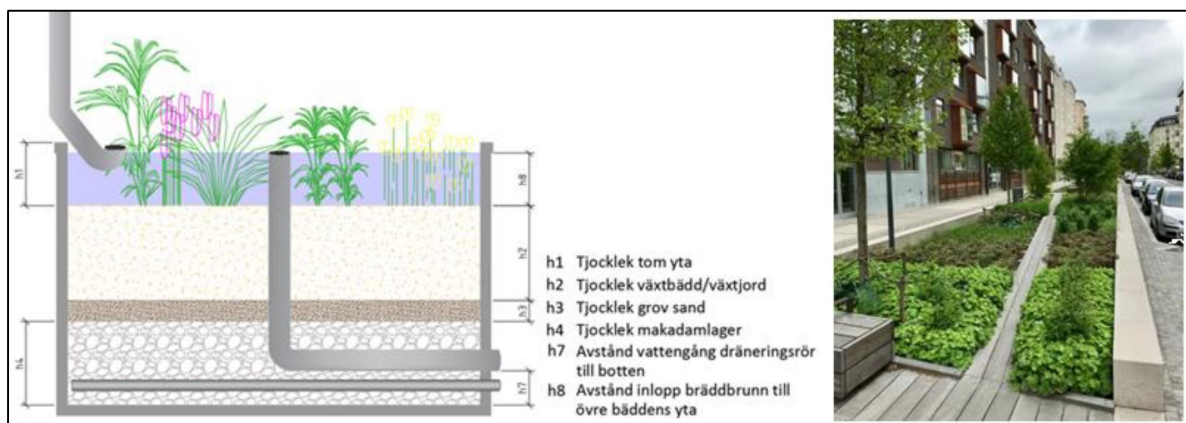
5.1.2. VÄXTBÄDDAR

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 till en nedsänkt växtbädd leds på ytan med hjälp av markens höjdsättning och exempelvis rännalar. Reningen av dagvattnet sker via infiltration genom substraten samt växtupptag och både partikelbundna och lösta föreningar 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 8.

Den ytliga fördröjningszonen, som definierar själva växtbädden, skapas genom en upphöjd kant så att vatten kan ansamlas ovanpå växtbädden innan det infiltrerar. Övrig utformning

³ Maria Videgård, Bergkrantz Arkitektur, E-mail 2019-12-05

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

För att fördröja dagvatten från hårdgjorda ytor (och de små ytor hårdgjort tak som planeras) rekommenderas att en del av planteringsytorna inom både allmän platsmark och kvartersmark utformas som nedsänkta eller upphöjda växtbäddar.

Takterrassen planeras i dagsläget att utformas med ett planteringsbart bjälklag (med cirka 600 mm djup)⁴, vilket möjliggör anläggning av nedsänkta växtbäddar på terrassen. Det medför att avrinning från denna yta kan omhändertas på takterrassen, vilket är fördelaktigt för att dagvattenanläggningar på marknivå inte ska behöva dimensioneras för att omhänderta vatten även från takterrassen.

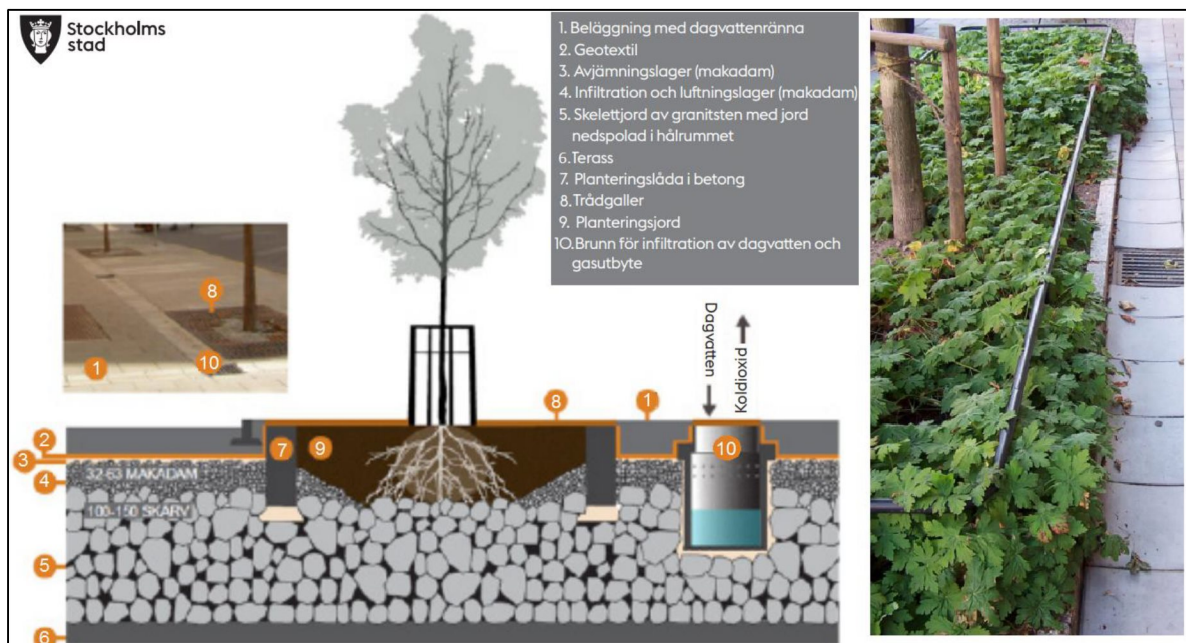
5.1.3. TRÄDPLANTERING I SKELETTJORDAR

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 samt möjliggör att anläggningen kan nyttjas för fördröjning av dagvatten. Porvolymen mellan stenarna ger möjlighet till vattenmagasinering. 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

⁴ Magdalena Franciskovic, Landskapslaget, E-mail 2019-12-05

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 rännadar 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. Det kan utföras genom en nedsänkt plantering ovanpå skelettjorden, på liknande sätt som för en växtbädd (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c). I Figur 9 visas en principskiss på en skelettjord med trädplantering.



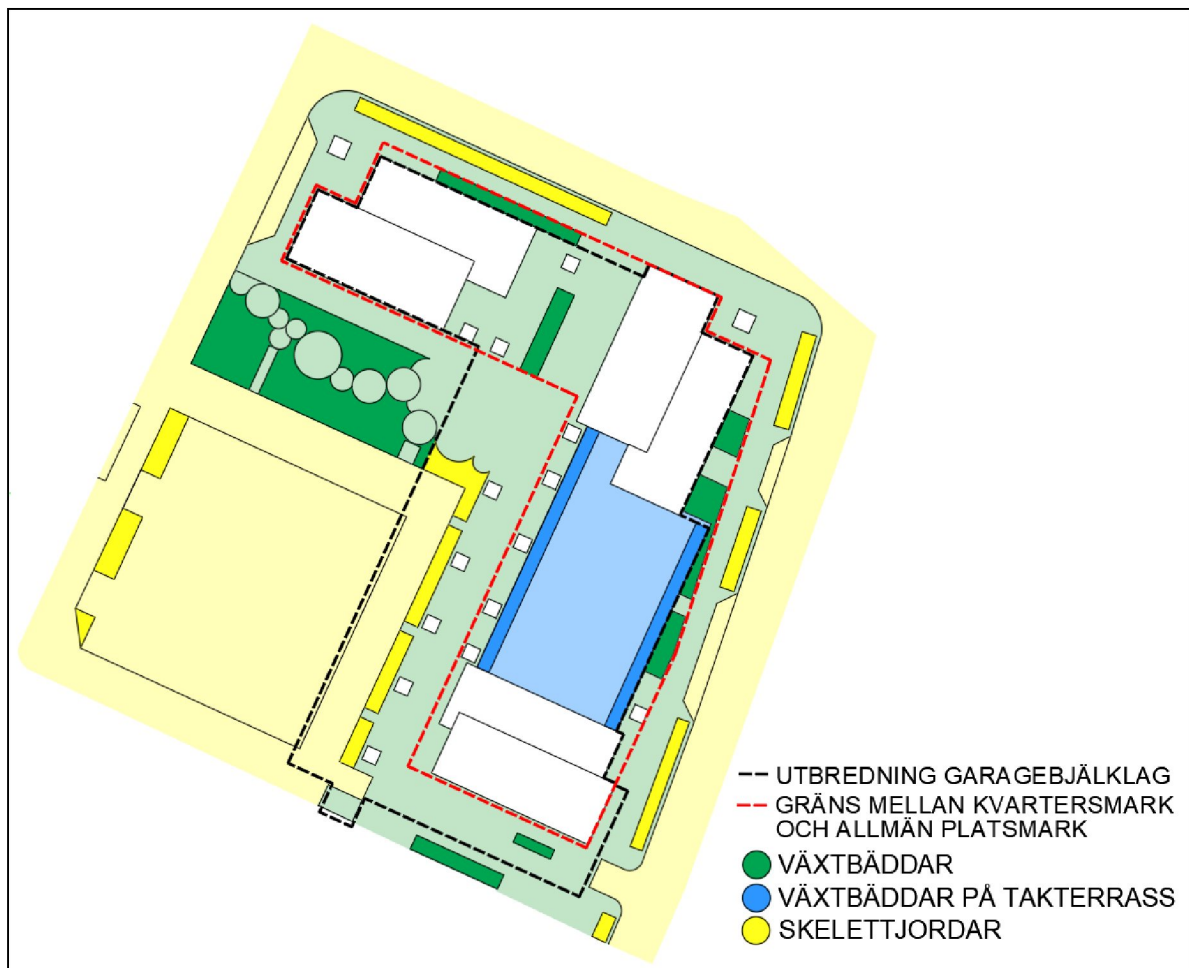
Figur 9. Principskiss och foto av skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

Det föreslås att gator och parkeringar på allmän platsmark avvattnas till skelettjordar, för att åstadkomma tillräcklig fördröjning och även uppnå reningskraven enligt Stockholms stads riktlinjer.

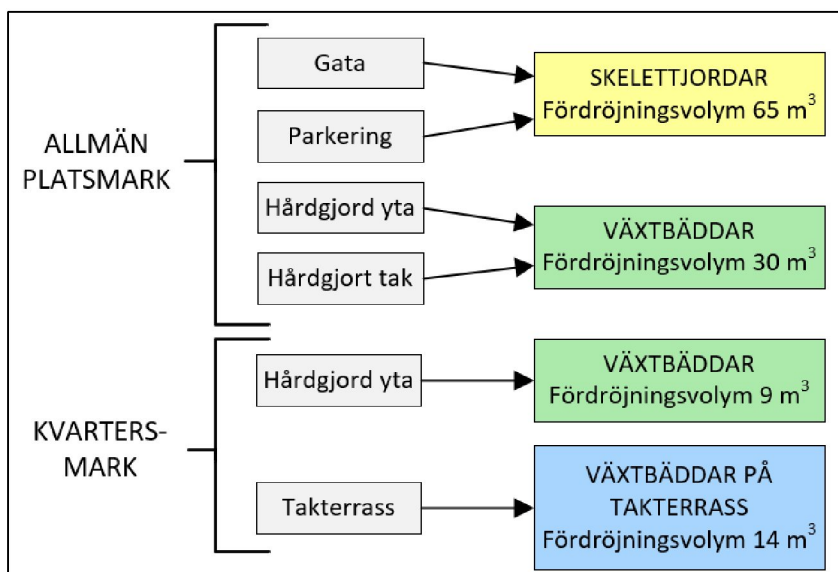
5.2. SYSTEMLÖSNING

I Figur 10 redovisas rekommenderade dagvattenlösningar för utredningsområdet, med markeringar av vilka ytor som beräknas avvattnas till respektive dagvattenlösning. Figur 11 redogör för fördröjningsvolymerna som behöver uppnås i varje dagvattenlösning, utifrån beräknade fördröjningsvolymerna för de hårdgjorda ytorna som tidigare redovisats i Figur 6. Föreslagna placeringar av växtbäddar och skelettjordar på marknivå i Figur 10 utgår från ytor som i dagsläget planeras att utformas som grönytor (se Figur 5).

Trots att gröna tak är en av dagvattenlösningarna inom utredningsområdet så redovisas de inte i Figur 10 och Figur 11 eftersom flödet på dessa tak antas fördröjas och renas i materialet på taken, och inte avledas till någon ytterligare dagvattenhantering.



Figur 10. Förslag på systemlösning för dagvattenhantering inom utredningsområdet. Ytor markerade med samma färg som respektive dagvattenlösning föreslås avvattnas till denna lösning.



Figur 11. 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 fördröjningsvolymen angivna i Figur 11. Ett flertal alternativ på areor anges, utifrån några olika exempel på dimensionering.

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

ALLMÄN PLATSMARK			
Dagvattenlösning	Förutsättningar		Erforderlig area i plan [m ²]
Växtbäddar	Djup på ytlig fördröjningszon [m]		
	0,10		300
	0,15		200
	0,20		150
Skelettjordar	Porositet	Djup [m]	
	0,3	0,6	361
	0,3	1,0	217
KVARTERSMARK			
Dagvattenlösning	Förutsättningar		Erforderlig area i plan [m ²]
Växtbäddar	Djup på ytlig fördröjningszon [m]		
	0,10		90
	0,15		60
	0,20		45
Växtbäddar på takterrass	Djup på ytlig fördröjningszon [m]		
	0,10		140
	0,15		93
	0,20		70

De grönytor som föreslås utformas som växtbäddar på allmän platsmark, skelettjordar på allmän platsmark respektive växtbäddar på kvartersmark har i dagsläget planerade ytareor⁵ som är större än de beräknade erforderliga areorna i Tabell 2. Utbredningen av växtbäddar på takterrassen redovisad i Figur 10 är baserad på den erforderliga arean eftersom takterrassens utformning ännu inte är planerad, men den erforderliga arean anses vara rimlig i förhållande till takterrassens area. Därmed bör den föreslagna utformningen av dagvattenlösningar inom utredningsområdet vara genomförbar sett till dess erforderliga area.

De rekommenderade gröna taken ger god fördröjning, vilket innebär att dagvattenflödet från dessa bör bli litet vid dimensionerande regn. Men diffusa flöden från de höga huskropparna behöver ändå kunna avledas till en dagvattenlösning på marknivå. Det rekommenderas därför att de avvattnas via stuprör till växtbäddar intill fasaderna, vars fördröjningsvolym bör vara tillräcklig för detta om de utformas med ytareor enligt Tabell 2.

Avrinningen av dagvatten från hårdgjorda ytor och hårdgjort tak till växtbäddar antas kunna ske med självfall. Detsamma gäller avvattnings av gator och parkeringar till skelettjordar, men

⁵ Enligt situationsplaner från Landskapslaget, 2019-12-05 samt Funkia, 2019-11-12

i det fallet är det även möjligt att leda vatten till skelettjordarna via brunnar. Huruvida det är möjligt att avleda dagvatten enligt föreslagen lösning med avseende på markens lutning bör utredas i projekteringsskedet. Anläggning av dräneringsledningar i växtbäddar och skelettjordar medför att ledningssystem behöver anläggas i marken inom utredningsområdet, och lämpligen kopplas på det kommunala dagvattennätet vid föreslagen servispunkt i Figur 3. Även detta bör utredas vidare i projekteringsskedet.

5.3. PARKERINGSGARAGE

Under bjälklaget kommer ett parkeringsgarage att anläggas, vars utbredning visas i Figur 10. Garaget bör inte utrustas med några möjligheter att omhänderta regn- och smältvatten från fordon (t ex golvbrunnar), då det uppskattningsvis kommer vara mycket små flöden. På så sätt undviks att föroreningar som finns i regn- och smältvatten från fordon sprids till avloppsverk eller till dagvattenrecipienten.

Regn- och smältvatten som samlas i garaget får istället dunsta bort eller avrinna till avsedda platser för uppsamling av vatten i garaget. Rännor, låglinjer eller sumpbrunnar (utan utlopp) kan vara exempel på anläggningar dit vatten i garaget kan ledas med självfall, vilka sedan töms med slamsugning. En dagvattenränna kan även anslutas till in- och utfartsrampen för omhändertagande av regn och smältande snö som släpper från fordon när de kör in i parkeringsgaraget. Rengöring av garaget ska ske med sopning eller på likvärdigt sätt. Uppsopat damm och smuts omhändertas som farligt avfall.

5.4. 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 (bl a 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, uppbyggnad och skötselbehov tydligt framgå.

6. FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Föroreningsbelastningen från utredningsområdet vid befintlig och planerad situation har beräknats i dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (version 19.2.1 samt version 19.4.1). 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.

Beräkningar av föroreningssituationen efter reningsåtgärder utgår från föreslagen systemlösning enligt Figur 11. Mer detaljerad information om modelluppbyggnad och resultat i StormTac finns i Bilaga 1 och Bilaga 2.

I Tabell 3 och Tabell 4 redovisas beräknade föroreningshalter respektive föroreningsmängder från 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 $\pm 15\%$ jämfört med befintlig situation.

Tabell 3. Förväntad föroreningshalt i dagvattnet från utredningsområdet, för befintlig situation och situation efter exploatering; innan och efter rening.

Ämne	Befintlig situation [$\mu\text{g/l}$]	Efter exploatering [$\mu\text{g/l}$]	
		Innan rening	Efter rening
Fosfor	110	110	80
Kväve	1 600	2 000	1 000
Bly	17	7	2
Koppar	30	20	6
Zink	91	52	12
Kadmium	0,35	0,29	0,08
Krom	11	6	2
Nickel	10	5	2
Kviksilver	0,057	0,046	0,021
Susp. partiklar	96 000	49 000	8 000
Olja	720	470	99
PAH 16	1,8	1,1	0,3
BaP	0,035	0,017	0,006

Tabell 4. Förväntad årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet, för befintlig situation och situation efter exploatering; innan och efter rening.

Ämne	Befintlig situation [g/år]	Efter exploatering [g/år]	
		Innan rening	Efter rening
Fosfor	570	540	380
Kväve	8 400	9 300	4 800
Bly	88	34	9
Koppar	160	97	28
Zink	470	250	55
Kadmium	1,8	1,4	0,4
Krom	56	30	10
Nickel	50	24	9
Kvicksilver	0,3	0,2	0,1
Susp. partiklar	500 000	230 000	37 000
Olja	3 800	2 200	470
PAH 16	10	5	1
BaP	0,18	0,08	0,03

Resultaten i Tabell 3 och Tabell 4 indikerar att föroreningsutsläppen från utredningsområdet minskar i och med planerad exploatering, för samtliga ämnen utöver kväve vars halt och mängd ökar något. Men med föreslagna reningsåtgärder beräknas föroreningsituationen för även kväve förbättras i jämförelse med befintlig situation.

Att de flesta modellerade föroreningar förväntas minska redan innan reningsåtgärder beror troligen främst på den förändrade markanvändningen som innebär en minskning av parkeringsytornas storlek. Dagvatten från trafikerade ytor tillhör de mest förorenade och genom att reducera avrinningen från dessa ytor minskar också föroreningsbelastningen. En åtgärd som bidrar till den minskade föroreningsbelastningen är att bygga parkeringsgarage. Det förutsätter dock att omhändertagande av dagvatten i garaget samt rengöring av garaget sker på ett sätt som inte medför ökad föroreningsbelastning (se kapitel 5.3).

Enligt resultaten av föroreningsberäkningarna bör den planerade exploateringen, med föreslagen dagvattenhantering, inte försvåra möjligheten att uppnå MKN i Mälaren-Fiskarfjärden.

7. ÖVERSVÄMNINGSRISKER

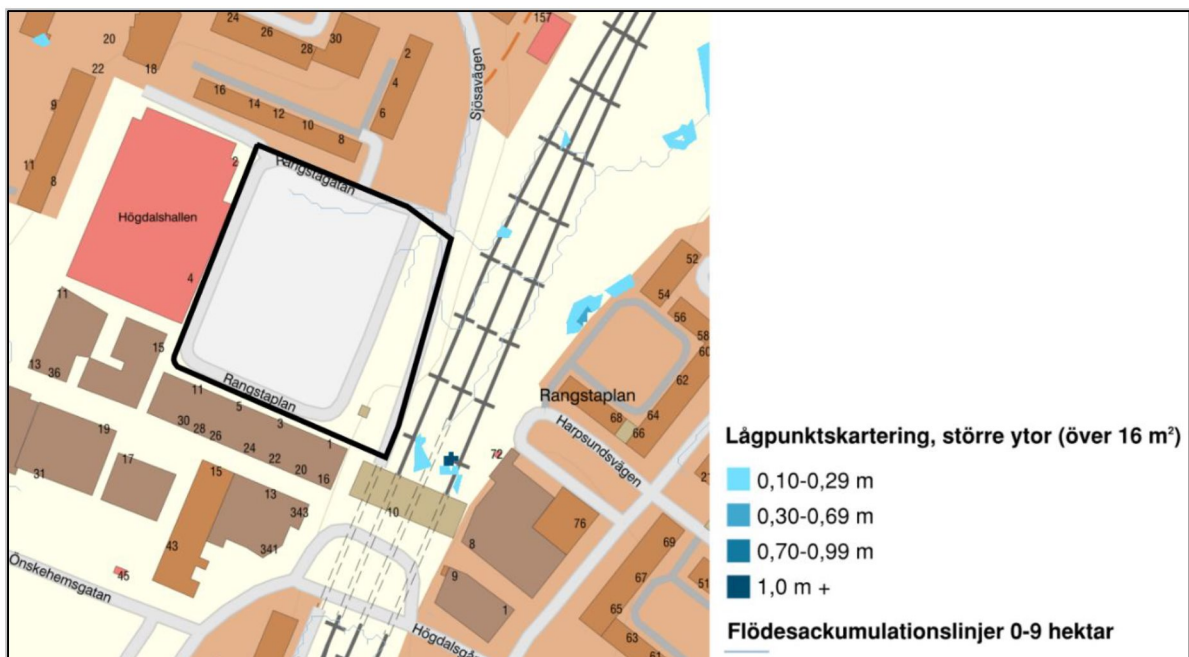
7.1. YTVATTEN

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

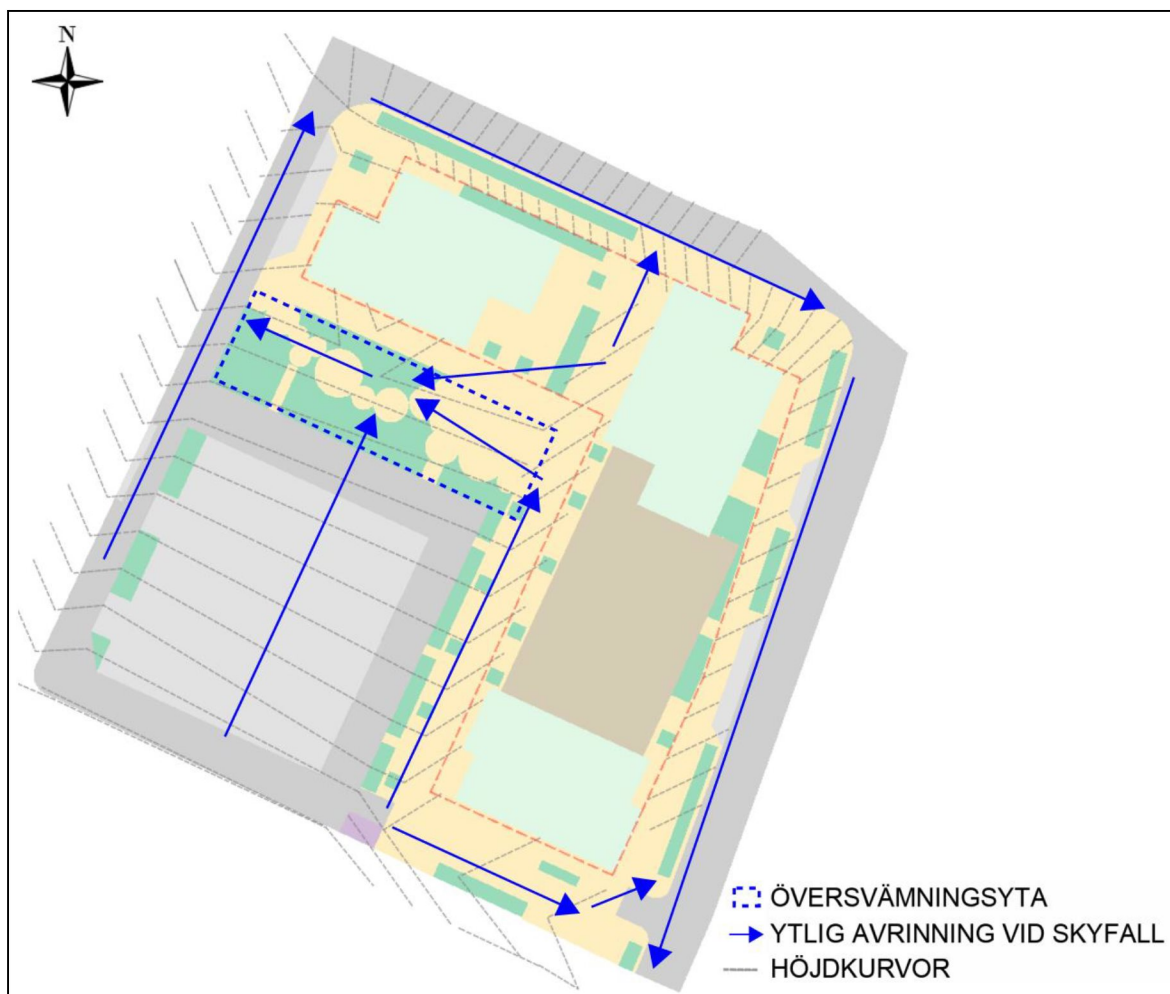
Vid större regn än det dimensionerande 10-årsregnet kommer fördröjningsanläggningar och dagvattenledningar att vara fulla. Dagvattnet avrinner då istället på markytan. Figur 12 visar riskområden för översvämningar i närheten av utredningsområdet, enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS, 2019. Enligt figuren finns i dagsläget inga instängda områden med risk för översvämning inom utredningsområdet, då det är högt beläget i förhållande till sin omgivning.

Nedströms utredningsområdet, längs med tunnelbanans sträckning, finns däremot instängda områden som riskerar att översvämmas vid extrema regn. För planens genomförande får skyfallshanteringen i dessa instängda områden inte försvåras i samband med planerad exploatering inom utredningsområdet. Men eftersom exploateringen (inkluderande föreslagna fördröjningsåtgärder) beräknas leda till ett minskat dagvattenflöde från utredningsområdet bör detta inte vara en risk.



Figur 12. Områden med risk för översvämningar i närheten av utredningsområdet, vilket är markerat med svart linje (Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS, 2019).

För att minska risken att byggnader inom utredningsområdet skadas vid extrema regn är det viktigt att höjdsättningen utförs så att dagvatten kan avrinna yttledes längs med säkra avrinningsvägar. Det kan åstadkommas genom att gårds- och torgytor höjdsätts lägre än byggnaders entréer. Det är också viktigt att höjdsättningen vid de två garagenedfarter som planeras inom utredningsområdet utförs på ett sätt så att vatten inte kan rinna ner i garaget. Figur 13 redovisar en skiss av vattnets huvudsakliga avrinningsvägar vid extrema skyfall, utifrån planerad höjdsättning. Enligt figuren bör dagvatten vid extrema regn kunna avrinna längs med säkra avrinningsvägar utan att skada viktig infrastruktur.



Figur 13. Ytlig avrinning vid extrema regn, utifrån planerad höjdsättning (Funkia, 2019-10-09 och Landskapslaget 2019-12-05).

Grönytan som planeras att anläggas norr om parkeringen (markerad i Figur 13) är lämplig att använda som en översvämningsyta där dagvatten vid skyfall kan ansamlas innan det flödar vidare ut till omkringliggande gator. Enligt den höjdsättning som planeras i dagsläget är grönytan placerad i en lågpunkt, dit vatten avrinner från parkeringen och delar av gårdsytor och torgytor.

8. SLUTSATS

- Föreslagna dagvattenlösningar för fördröjning och rening inom utredningsområdet är följande:
 - Gröna tak på de tre höga huskropparna inom kvartersmark
 - Växtbäddar för omhändertagande av dagvatten från hårdgjorda ytor och hårdgjorda tak på allmän platsmark respektive hårdgjorda ytor och takterrassen på kvartersmark
 - Skelettjordar för omhändertagande av dagvatten från gator och parkeringar på allmän platsmark
- Utifrån ett dimensionerande 10-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25 samt åtgärdsnivån för fördröjning av motsvarande 20 mm krävs en total fördröjningsvolym på 118 m³ inom utredningsområdet, varav 95 m³ på allmän platsmark och 23 m³ på kvartersmark.
- Med föreslagna reningsåtgärder beräknas den planerade exploateringen leda till minskade mängder och halter av samtliga modellerade föroreningar. Därmed beräknas inte exploateringen försvåra för möjligheten att uppnå MKN i recipienten.
- Dagvatten ska vid skyfall kunna avrinna ytledes från byggnader längs en säker avrinningsväg utan att orsaka skador, vilket bör vara möjligt utifrån höjdsättningen som planeras i dagsläget.

9. INFÖR NÄSTA SKEDE

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

- Vid vidare planering av höjdsättningen inom utredningsområdet bör det säkerställas att dagvatten kan avrinna med självfall till föreslagna dagvattenlösningar, alternativt avledas via brunnar till skelettjordar. Även dräneringsledningar från dagvattenlösningarna och en servisanslutning till det kommunala dagvattennätet behöver planeras.
- Genom att ta hänsyn till materialval vid anläggning av olika ytor kan föroreningsutsläpp till dagvatten minska.
- 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

Eniro, 2019. *Flygfoto* [online] Tillgänglig via:

<https://kartor.eniro.se/?c=59.263866,18.043711&z=15&l=aerial&q=%22rangstaplan%22;geo>
[Hämtad 2019-06-25]

Google Maps, 2019. [online] Tillgänglig via:

<https://www.google.se/maps/place/Rangstaplan,+124+54+Stockholm/@59.2648146,18.0429221,542m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x465f7763fe377aaf:0x3c4ebad84ae21f7!8m2!3d59.2647091!4d18.0424638>
[Hämtad 2019-06-25]

Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS, 2019. [online] Tillgänglig via: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183>

[Hämtad 2019-06-25]

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

[Hämtad 2019-07-25]

SGU, 2019a. *Jordarter 1:25 000 - 1:1 000 000* [online] Tillgänglig via:

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [Hämtad 2019-07-25]

SGU, 2019b. *Jorddjupskarta* [online] Tillgänglig via:

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html> [Hämtad 2019-07-25]

Stockholms stad, 2015. *Dagvattenstrategi* [online] Tillgänglig via:

http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/avloppsvatten/dagvatten/stockholms-dagvattenstrategi_webb2015-03-09.pdf [Hämtad 2019-07-26]

Stockholms stad, 2016a. *Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation* [online] Tillgänglig

via: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/atgardsniva_v1-1-fi.pdf

[Hämtad 2019-07-26]

Stockholms stad, 2016b. *Dagvattenhantering Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse* [online]

Tillgänglig via: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_kvartersmark.pdf

[Hämtad 2019-07-26]

Stockholms stad, 2016c. *Dagvattenhantering Riktlinjer för parkeringsytor* [online] Tillgänglig via:

http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_parkeringsytor.pdf

[Hämtad 2019-07-29]

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]

Structor Geoteknik Stockholm AB, 2018a. *Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik. Rangstaplan, Högdalen, Stockholms stad.* 2018-11-01.

Structor Geoteknik Stockholm AB, 2018b. *Projekterings-PM Geoteknik. Rangstaplan, Högdalen, Stockholms stad.* 2018-11-01.

Structor Miljöbyrå Stockholm AB, 2017. *Översiktlig miljöteknisk markundersökning Rangstaplan, Högdalen C, Del av Örby 4:1, Stockholm.* 2017-05-10

VISS, 2019. *Mälaren-Fiskarfjärden* [online] Tillgänglig via:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA96064999> [Hämtad 2019-12-12]

BILAGA 1 – RESULTATRAPPORTER FRÅN STORMTAC

BEFINTLIG SITUATION

StormTac Web v19.2.1

Filnamn: 1520_Rangstaplan ny

Datum: 2019-07-30

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	A1 Befintlig situation	Tot
Väg 2	0.85	0.80	0.34	0.34
Parkering	0.85	0.80	0.52	0.52
Takyta	0.90	0.90	0.0020	0.0020
Torg	0.80	0.70	0.014	0.014
Gång & cykelväg	0.85	0.80	0.053	0.053
Gräsyta	0.10	0.10	0.093	0.093
Totalt	0.78	0.74	1.0	1.0
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.80	0.80
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.75	0.75

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A1 Befintlig situation
Klimatfaktor	f_c	1.00
Rinnsträcka	m	500
Rinnhastighet	m/s	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10

1.2 Utdata

Flöden

		A1 Befintlig situation	Tot
Tot. avrinning, årsmedel	m ³ /år	5200	5200
Tot. avrinning, årsmedel	l/s	0.17	
Medelavrinning	l/s	2.4	

Dim. flöde	l/s	170
------------	-----	-----

Dim. flöde total **170** 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	Befintlig situation	0.57	8.4	0.088	0.16	0.47	0.0018	0.056	0.050	0.00030	500	3.8	0.0096	0.00018
	Total	0.57	8.4	0.088	0.16	0.47	0.0018	0.056	0.050	0.00030	500	3.8	0.0096	0.00018

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
0.56	8.2	0.087	0.16	0.47	0.0018	0.055	0.049	0.00029	490	3.7	0.0094	0.00018

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	Befintlig situation	110	1600	17	30	91	0.35	11	9.5	0.057	96000	720	1.8	0.035
	Total	110	1600	17	30	91	0.35	11	9.5	0.057	96000	720	1.8	0.035
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

PLANERAD SITUATION

StormTac Web v19.4.1

Filnamn: 1520_Rangstaplan ny

Datum: 2019-12-06

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	A2 Planerad situation kv mark	A3 Planerad situation allm plats	Tot
Gräsyta	0.10	0.10	0.020	0.080	0.10
Torg	0.80	0.70	0.070	0.22	0.29
Grönt tak	0.31	0.11	0.15	0	0.15
Takyta	0.90	0.90	0.080	0.0020	0.082
Väg 2	0.85	0.80	0	0.26	0.26
Parkering	0.85	0.80	0	0.15	0.15
Totalt	0.69	0.61	0.32	0.71	1.0
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.18	0.53	0.71
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.14	0.49	0.63

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A2 Planerad situation kv mark	A3 Planerad situation allm plats
Klimatfaktor	f_c	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	100	100
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A2 Planerad situation kv mark	A3 Planerad situation allm plats	Tot
Tot. avrinning, årsmedel	m ³ /år	1200	3500	4700
Tot. avrinning, årsmedel	l/s	0.039	0.11	
Medelavrinning	l/s	0.53	1.6	
Dim. flöde	l/s	40	140	

Dim. flöde total **180** 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
A2	Planerad situation kv mark	0.15	2.7	0.0025	0.014	0.032	0.00044	0.0039	0.0037	0.000019	20	0.14	0.0011	0.000010
A3	Planerad situation allm plats	0.38	6.6	0.032	0.083	0.21	0.00095	0.026	0.021	0.00020	210	2.1	0.0040	0.000072
	Total	0.54	9.3	0.034	0.097	0.25	0.0014	0.030	0.024	0.00022	230	2.2	0.0050	0.000083

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
0.52	9.0	0.033	0.094	0.24	0.0013	0.029	0.023	0.00021	220	2.2	0.0049	0.000080

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
A2	Planerad situation kv mark	130	2200	2.0	12	26	0.36	3.2	3.0	0.015	16000	110	0.87	0.0086
A3	Planerad situation allm plats	110	1900	9.1	24	61	0.27	7.5	5.8	0.056	60000	600	1.1	0.021
	Total	110	2000	7.3	20	52	0.29	6.4	5.1	0.046	49000	470	1.1	0.017
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

PLANERAD SITUATION MED RENINGSÅTGÄRDER

StormTac Web v19.4.1

Filnamn: 1520_Rangstaplan ny

Datum: 2019-12-11

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	A5 Planerad situation rening skelettjord	A6 Planerad situation rening växtbädd	A7 Planerad situation ingen rening	Tot
Parkering	0.85	0.80	0.15	0	0	0.15
Väg 2	0.85	0.80	0.26	0	0	0.26
Takyta	0.90	0.90	0	0.080	0	0.080
Torg	0.80	0.70	0	0.29	0	0.29
Grönt tak	0.31	0.11	0	0	0.15	0.15
Gräsyta	0.10	0.10	0	0	0.10	0.10
Totalt	0.69	0.61	0.41	0.37	0.25	1.0
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.35	0.30	0.057	0.71
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.33	0.28	0.027	0.63

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A5 Planerad situation rening skelettjord	A6 Planerad situation rening växtbädd	A7 Planerad situation ingen rening
Klimatfaktor	f_c	1.25	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	100	100	100
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A5 Planerad situation rening skelettjord	A6 Planerad situation rening växtbädd	A7 Planerad situation ingen rening	Tot
Tot. avrinning. årsmedel	m ³ /år	2300	2000	500	4700

Tot. avrinning. årsmedel	l/s	0.071	0.063	0.016
Medelavrinning	l/s	1.1	0.92	0.17
Dim. flöde	l/s	93	78	7.6

Dim. flöde total **180** 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
A5	Planerad situation rening skelettjord	26	55	75	75	80	65	70	65	50	89	85	75	75
A6	Planerad situation rening växtbädd	52	58	87	79	83	90	65	62	70	73	64	95	46
A7	Planerad situation ingen rening													

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

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A5	Planerad situation rening skelettjord	0.072	2.4	0.021	0.047	0.14	0.00047	0.016	0.012	0.000074	180	1.4	0.0022	0.000046
A6	Planerad situation rening växtbädd	0.086	2.1	0.0044	0.022	0.050	0.00055	0.0044	0.0032	0.000045	17	0.35	0.0015	0.0000084
A7	Planerad situation ingen rening	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
A5	Planerad situation rening skelettjord	0.20	1.9	0.0071	0.016	0.035	0.00025	0.0067	0.0063	0.000074	23	0.25	0.00073	0.000015
A6	Planerad situation rening växtbädd	0.079	1.6	0.00067	0.0059	0.0099	0.000059	0.0024	0.0020	0.000019	6.2	0.20	0.000079	0.0000099

A7	Planerad situation ingen rening	0.098	1.3	0.00073	0.0060	0.0099	0.000042	0.0011	0.0011	0.0000032	8.7	0.022	0.00053	0.0000028
	Total	0.38	4.8	0.0085	0.028	0.055	0.00035	0.010	0.0093	0.000097	37	0.47	0.0013	0.000028

Summa belastning kg/ha/år efter rening.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A5	Planerad situation rening skelettjord	0.49	4.7	0.017	0.039	0.086	0.00061	0.016	0.015	0.00018	55	0.61	0.0018	0.000038
A6	Planerad situation rening växtbädd	0.21	4.2	0.0018	0.016	0.027	0.00016	0.0064	0.0053	0.000052	17	0.53	0.00021	0.000027
A7	Planerad situation ingen rening	0.39	5.2	0.0029	0.024	0.040	0.00017	0.0044	0.0043	0.000013	35	0.089	0.0021	0.000011

Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A5	Planerad situation rening skelettjord	90	860	3.2	7.0	16	0.11	3.0	2.8	0.033	10000	110	0.32	0.0068
A6	Planerad situation rening växtbädd	40	790	0.34	3.0	5.0	0.030	1.2	1.00	0.0098	3200	100	0.040	0.0050
A7	Planerad situation ingen rening	200	2700	1.5	12	20	0.085	2.2	2.2	0.0065	18000	45	1.1	0.0056
	Total	80	1000	1.8	5.9	12	0.075	2.1	2.0	0.021	7900	99	0.28	0.0059
	Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

BILAGA 2 – RENINGSANLÄGGNINGAR I STORMTAC

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

VÄXTBÄDDAR

Biofilter

Biofilter / makadamdike / svackdike / gräsdike / skelettko

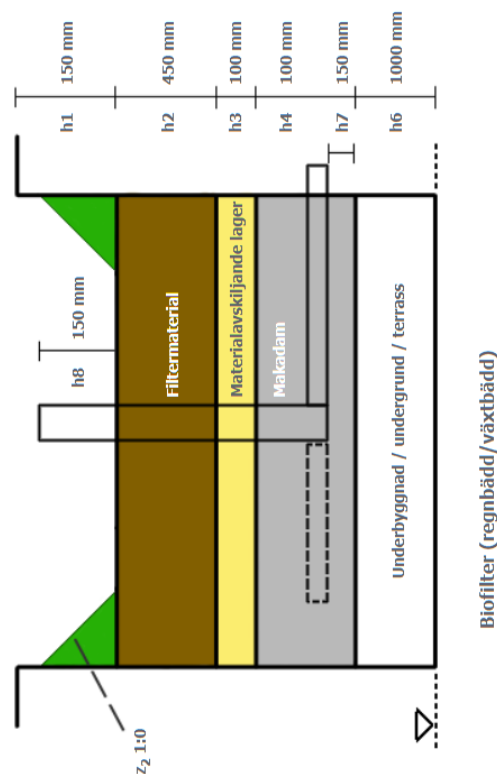
Lägg till i serie

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

Välj anläggning med standardvärden

Kan användas om man vet vilken typ av Detta är generella rekommendationer se

Parametrar	Not	Indata	Enhet	Std (min-max) *
Dim. utflöde		30	l/s	200 (0-)
Regressionskonstant, anläggningsytans andel av reducerad avrinningsyta	K _p	25	%	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	100	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 (1.3-13)
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		



SKELETTJORDAR

Skelettkonstruktion Biofilter / makadamdike / svackdike / gräsdike

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

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

Parametrar	Not	Indata	Enhet	Std (min-max) *
Dim. utflöde		30	l/s	200 (0-)
Regressionskonstant, anläggningsytans andel av reducerad avrinningsyta	K _φ	12	%	2.5 (1.0-80)
Tjocklek, reglervolym	h ₁	0	mm	250 (0-500)
Tjocklek, filtermaterial	h ₂	0	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	900	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	200	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	0.30		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 (1.3-13)
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		

