



GÖTEBORGS STAD

DAGVATTENUTREDNING PLÅTSLAGAREGATAN

2017-10-06

RAMBOLL

Dagvattenutredning för Detaljplan Plåtslagaregatan, Lindholmen.

Datum	2017-10-06
Uppdragsnummer	1320029947
Utgåva/Status	Granskad

Uppdragsledare	Andrea Stigsson
Handläggare	Isabella Viking
Granskare	Patrik Gliveson

Ramböll Sverige AB
Vädursgatan 6
412 50 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
www.Ramboll.se

Uppdragsnummer	1320029947
Organisationsnummer	556133-0506

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Göteborgs stad har Ramböll Sverige AB utfört en dagvattenutredning för ett planområde beläget mellan Plåtslagaregatan och Miraallén på Hisingen. Planområdet ligger i stadsdelen Lindholmen, väster om Göteborg centrum längs med Göta älv. Området utgörs idag av natur- och ängsmark och är bebyggd med förskolebyggnad med tidsbegränsat lov som används av förskolan *Plåtslagargatan 19*. Enligt föreslagen konceptskiss kommer planområdet att användas till den befintliga förskoleverksamheten, men med en ny permanent byggnad med tillhörande gård, parkeringar och komplementbyggnader. Detta innebär att delar av området kommer att hårdgöras.

Denna utredning utgår från konceptskissen framtagen av Göteborgs stad 2017. Resultatet av dagvattenutredningen kan även ha betydelse för utformningen av den nya bebyggelsen inom planområdet.

Denna dagvattenutredning utreder förutsättningarna och tar fram lösningsförslag för dagvattenhanteringen med avseende på dimensionerande regn samt skyfallshantering. Även recipientens status för MKN-vatten och dagvattenhanterings påverkan på Göta Älv redovisas.

Dagvattenhanteringen för dimensionerande regn inom kvartersmarken bör ske med en fördröjning på minst 10 mm/m² hårdgjord yta (reducerad area). Fördröjningen och rening föreslås ske med hjälp av täckta krossdiken, gröna tak (med en taklutning på max 45 grader) och växtbäddar. Fördröjning och enklare rening är det huvudsakliga målet i förhållande till att recipienten klassas som mindre känslig och planområdet medelbelastande.

Föroreningskoncentrationer har beräknats och jämförts med målvärden för utsläpp av dagvatten till recipient. Med föreslagna lösningar kan målvärden uppnås för samtliga ämnen, och exploatering av planområdet bedöms därmed inte få någon negativ påverkan på recipienten Göta älvs miljö kvalitetsnormer.

Det är dock av betydelse att risk för spridning av föroreningar på grund av förorenande massor beaktas vid utformning av framtida dagvattenhantering, samt att eventuella åtgärder vidtas om området inte saneras helt från förorenade massor.

Planområdet utgör ca 78 % av hela avrinningsområdet där anslutningspunkt ligger sydväst om planområdet via en dagvattenledning till recipienten. Planområdets västra del samt gårdsområdet för förskolan kan drabbas av översvämning vid skyfall vid befintliga förhållanden.

Vid exploatering av planområdet är det därför av betydelse att dagvatten och skyfall kan avledas via lågstråk längs planområdets norra och södra gräns. Vid det fortsatta planarbetet är det viktigt att beakta höjdsättningen så att inte exploateringen skapar instängda områden vid markavrinning eller ökar översvämningsrisken i området.

Marken från de nya byggnaderna och hårdjorda ytorna bör luta mot de föreslagna dagvattenanläggningarna med ca 2-5 %.



INNEHÅLL

1 Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	6
1.3 Uppdragsbeskrivning	6
2 Förutsättningar för dagvattenhantering	7
2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering	7
2.2 Underlag och källor	7
3 Befintliga förhållanden	8
3.1 Planområdesbeskrivning	8
3.2 Topografi	9
3.3 Geotekniska förhållanden och geohydrologi	12
3.4 Markföroreningar	12
3.5 Befintlig VA	13
3.6 Avrinningsområde	14
4 Recipientens status enligt miljökvalitetsnormer (MKN)	15
4.1 Ekologisk status/potential	15
4.2 Kemisk ytvattenstatus	15
4.3 Bedömning av krav på dagvattenrening	16
5 Exploatering enligt planförslag	17
5.1 Planområdet	17
6 Hydrologiska beräkningar	18
6.1 Dagvattenflöden före och efter exploatering	19
6.2 Fördröjningsvolym	19
7 Dagvattenhantering	20
7.1 Krossdiken och avskärande diken	21
7.2 Växtbädd	24
7.3 Gröna tak	25
8 Föroreningsanalys	26
8.1 Beräkning av föroreningar	26
8.2 Återkoppling MKN	27
9 Skyfallshantering och höga vattennivåer	29
9.1 Skyfallskartering	29
9.2 Skyfallshantering	29
9.3 Höjdsättning	30
9.4 Höga vattennivåer	31
10 Uppskattade investeringskostnader	32
10.1 Krossdiken och avskärande diken	32
10.2 Växtbädd	32
10.3 Gröna tak	32
11 Översiktlig bedömning av drift- och underhållskostnader	33
11.1 Krossdiken och avskärande diken	33
11.2 Växtbädd	33
11.3 Gröna tak	33
12 Slutsats och förslag för fortsatt arbete	34

Bilagor

- Bilaga 1. Dimensionerade dagvattenflöden
- Bilaga 2. Situationsplan - Befintliga förhållanden
- Bilaga 3. Föreslagna åtgärder
- Bilaga 4. Sektioner krossdiken och fördröjningsvolym krossdiken

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Planområdet ligger på Hisingen, väster om Göteborg centrum, i stadsdelen Lindholmen. Planområdet är till viss del bebyggt och används idag av "Plåtslagaregatan 19 förskola" med byggnader med tidsbegränsat lov. Planområdet är av karaktären bebyggelse samt natur/äng, och stadsdelen utgörs till största del av villaområdet. Inom planområdet planeras det för en ny byggnad för den befintliga förskoleverksamheten i två våningar samt ca 5 avdelningar med tillhörande inhägnad gård, parkeringsplatser samt komplementbyggnader.

1.2 Syfte

Ramböll Sverige AB har av Göteborg stad fått i uppdrag att utföra en dagvattenutredning för planområdet Plåtslagaregatan. Utredningen syftar att undersöka hur byggnationen av en permanent förskola påverkar dagvattensituationen inom planområdet. Då med avseende på avledning, fördröjning och rening för att mynna ut i

ett systemförslag med lämpliga metoder för att hantera dagvatten inom planområdet efter exploatering. Systemförslaget kan på så sätt ligga till grund för att jämföra och värdera olika handlingsalternativ avseende dagvattenhantering vid detaljplanehandläggning.

1.3 Uppdragsbeskrivning

Dagvattenutredningen innefattar:

- Undersökning av befintliga och framtida förhållanden för att kartlägga principer för höjdsättning och metodval gällande avledning, fördröjning och eventuell rening
- Förslag på metoder för dagvattenhantering inom kvartersmark
- Förslag på metoder för skyfallshantering inom kvartersmark
- Översiktlig bedömning av investeringskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar
- Översiktlig bedömning drift- och underhållskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar

2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Förutsättningarna för dagvattenhanteringen i planområdet är framtagna i samråd med Göteborgs Stad och är baserade på publikationer som dagvattenhandboken, vattenplanen med flera. Även Svenskt Vattens publikationer; *P110 Dimensionering av allmänna avloppsledningar*, *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering* och *P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem riktlinjer* har använts vid framtagandet av lämpliga dagvattenhanteringsmetoder.

Enligt Göteborg Stad bör nya områden planeras utefter följande principer:

1. Byggnader bör placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk. För det aktuella planområdet kommer den nya byggnaden placeras vid släntens fot. Detta kan innebära behov av åtgärder för att undvika eventuella instängda områden nära byggnadens fasad.
2. Dagvatten bör hanteras så lokalt och nära källan som möjligt för att minimera uppkomsten av flöden och föroreningar.
3. I sista hand kan dagvattnet avledas direkt till ledningsnätet.
4. Dagvatten från hårdgjorda ytor ska fördröjas och, om nödvändigt, renas genom LOD innan det avleds till diken, recipienter eller ledningar.
5. Exploateringen får ej förvärra för nedströms områden.

Det bör ej förekomma någon ökad belastning på recipienten från planområdet i form av större dagvattenflöden eller en högre föroreningsgrad i dagvattnet efter exploatering. Fördröjning av dagvatten på kvartersmark ordnas därför efter Kretslopp och vattens riktlinjer som i nuläget motsvarar minst 10 mm/m² hårdgjord yta.

Rening av dagvatten ska uppfylla krav enligt vattenplanen och miljöförvaltningens riktlinjer som är sammanfattade och uppdaterade i Kretslopp och vattens publikation *Reningskrav för dagvatten* (2017-03-02).

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbörds mängder ansätts en klimatkfaktor på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110.

2.2 Underlag och källor

Nedan listas tillgängligt material som använts under utredningen.

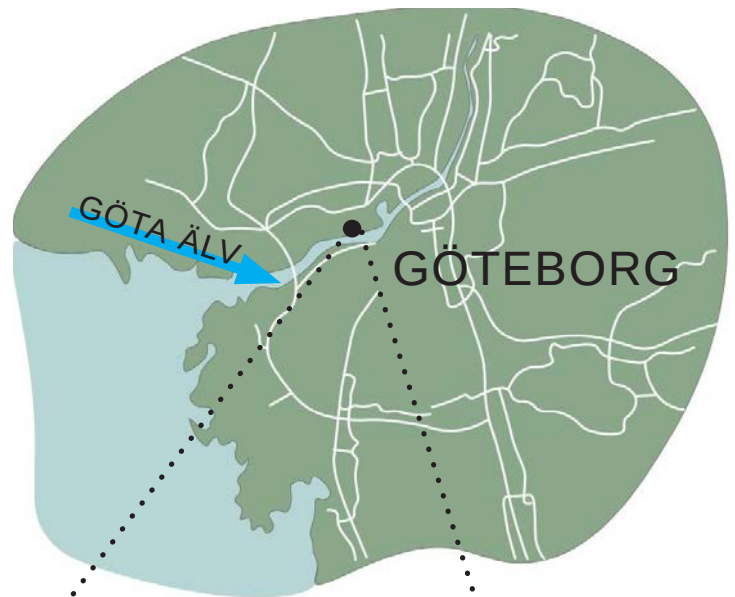
- Kartmaterial: Grundkarta med höjddata, samlingskarta med ledningar, inmätta träd i planområdet samt utkast från plankarta tillhandahålllet av Göteborgs Stad (2017-08-29).
- Göteborgs Stad dagvattenhandbok för kommunal planering och förvaltning, Dagvatten, så här gör vi! (2010).
- Geoteknisk utredning, PM Bedömning av föroreningsituationen vid Plåtslagaregatan efter kompletterande provtagning av yttlig jord, Hifab, Göteborg (2015-03-20).
- Geoteknisk utredning, Lindholmen 735:308 m.fl. Kompletterande miljöteknisk markundersökning inför byggnation av ny förskola, Hifab, Göteborg (2015-09-11).
- MKN för Göta älv - Sävveåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron, ID: SE640423-126995, VISS (2017-09-11).
- Riktlinjer och krav för rening av dagvatten, PM Reningskrav för dagvatten, Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad (2016-10-31)
- Vid beräkningar, Svenskt Vattens publikationer P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten, P105- Hållbar dag- och dränvattenhantering och P104 – Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, Svenskt Vatten.
- Kartmaterial: Uppskattning av marknivåer efter schaktsanering. Plåtslagaregatan - Marknivåer efter sanering, Fastighetskontoret, Göteborgs stad (2016-12-22).
- Informationsdokument vid byggnation av förskolor/skolor. Under 3.1 Framtida dimensionerande flöde och kapacitet dagvatten samt under 3.5 Förslag på fördröjningsmetoder Dagvattenhantering, Göteborgs stad (2017-09-07).
- Geoteknisk och bergtekniskt utlåtande, Detaljplan för ny förskola vid Plåtslagaregatan på Lindholmen, Göteborgs stad fastighetskontoret (2015-11-14).

3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

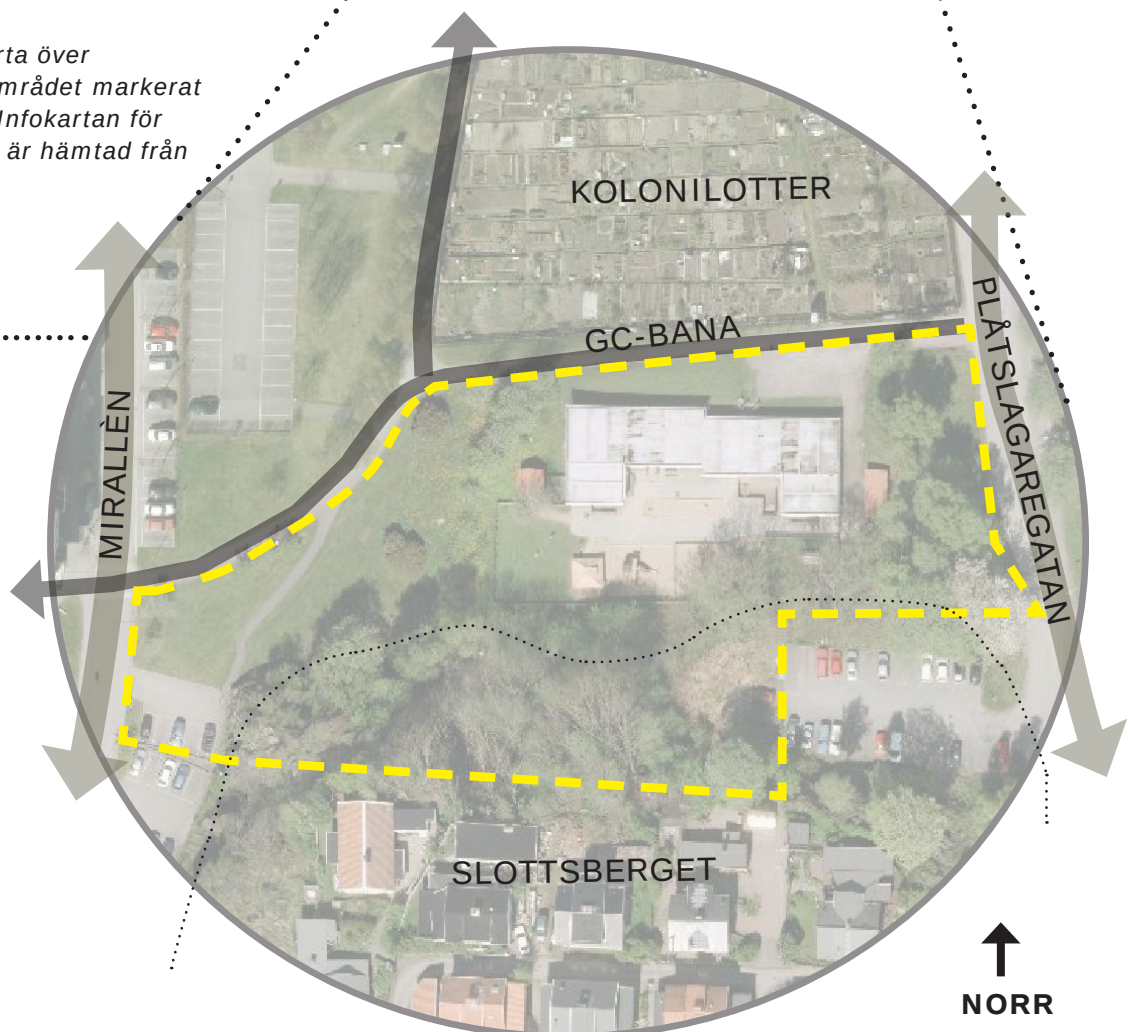
3.1 Planområdesbeskrivning

Planområdet ligger mellan Plåtslagaregatan och Mirallén i Sannegårdshamnen, väster om Göteborg centrum i stadsdelen Lindholmen, se figur 1. Vid Sannegårdshamnen går Göta älv som är planområdets recipient. Norr om planområdet ligger kolonilotter som avgränsas från planområdet av en GC-bana. I övrigt är planområdet omgivet av bostadskvarter och gränsar i söder mot en bergsslänt tillhörande Slottsberget.

Marken används idag för att driva en förskola i en byggnad med tidsbegränsat bygglov. Marken har tidigare används av Gahms lädermanufaktur som bedrevs fram till 1958 och revs på 70-talet. Större delar av planområdet utgörs idag av park, kuperad skogsmark samt förskoleverksamhet. Det finns även några enstaka befintliga diken inom planområdet, se figur 4.



Figur 1: Översiktskarta över Göteborg med planområdet markerat (gul) och inzoomat. Infokartan för västra Götalands län är hämtad från Göteborgs stad.



3.2 Topografi

Planområdet sluttar från Plåtslagaregatan i öst mot Mirallén i väst med en lågpunkt i områdets västra del, se bilaga 2. Då planområdet angränsar till Slottsberget finns en brant bergig skogsmark som bör beaktas vid framtida exploatering.

Det förutsätts att marken inom planområdet kommer att saneras vid exploatering, och att marknivåerna kommer att efterlikna den närliggande tomten med kolonilotter norr om planområdet, enligt fastighetskontoret och Göteborgs stad (2016).

Parkeringsplatsen sydöst om planområdet ligger idag på en platå ovanför förskoleverksamheten och nedanför villorna på Slottsberget. En brant bergsvägg från Slottsberget skärmar även av villorna på Slottsberget och parkeringen sydväst om planområdet.

Höjdskillnaden från planområdets högsta punkt i öst på + 11 till planområdets lägsta punkt i väst på + 3,1 beräknas vara ca 8 m.

Följande figurer (2-7) visar de befintliga förhållanden för planområdet såväl som gång- och cykelvägen längs med planområdet. Fotona är tagna av Ramböll vid platsbesök den 29 augusti 2017.



Figur 2. Foto taget i västlig riktning och visar hur GC-Banan sluttar ner till Mirallén från Plåtslagaregatan.





Figur 3. Foto taget i västlig riktning och visar platå med förskoleverksamheten och det kuperade bergiga skogsområdet till söder om planområdet.

Figur 4. Foto taget i sydostlig riktning och visar korsningen för GC-banan med det sluttande gräsbeklädd mark från förskolan samt ett diffust gräsdike i släntfot.





Figur 5. Foto taget i sydöstlig riktning och visar släntfot med gräsbetäckt område och genomlöpande GC-bana, samt den kuperande bergiga skogsmarken till höger.

Figur 6. Foto taget i sydvästlig riktning och visar slutet av bergväggen med skogsmarken där området ansluts mot parkeringsplatsen.





Figur 7. Foto taget i nordlig riktning och visar Mirallén och ett förhöjt övergångsställe. Vattnet från planområdet ansamlades vid en dagvattenbrunn på vägens högra sida, som vid platsbesöket var igensatt av vegetation.

3.3 Geotekniska förhållanden och hydrologi

Enligt en miljöteknisk markundersökning utförd av Hifab för Stadsbyggnadskontoret och Göteborgs stad 2015 utgörs marken till stora delar av heterogena fyllnadsmassor. De norra delarna av planområdet utgörs främst av ett sandlager, framför den befintliga byggnaden. Det ytliga jordlagret utgörs till största del av mulljord och därefter det heterogena fyllnadsmaterialet bestående av mull, grus, sand och lera. Även inslag av tegelrester noterades i fyllnadsmassorna. Det påträffades fall av naturliga massor, vilka bestod av lera ca 2 m under markytan. Ungefärlig markdjup för de olika lagren redovisas enligt figur 8.

Grundvattennivån är inte fastställd, men vatten förekom under provtagning ca 3 m under markytan enligt fastighetskontoret, Göteborgs stad (2015).

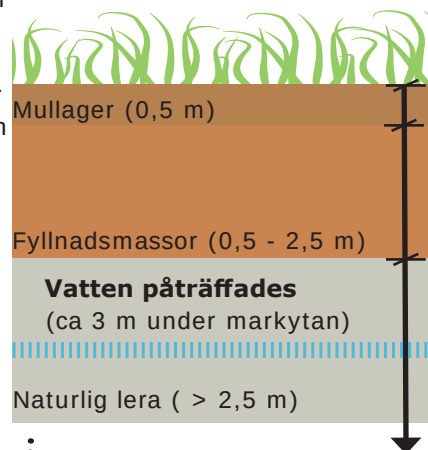
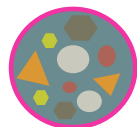
3.4 Markföroreningar

Den miljötekniska markundersökningen som utfördes av Hifab för stadsbyggnadskontoret och Göteborgs stad 2015 konstaterade att marken inom planområdet bör saneras vid framtida exploatering. Detta på grund av att stora delar av de heterogena fyllnadsmassorna hade höga halter av

metaller och PAH:er som överskrider KM (Känslig markanvändning) samt i några fall även över MKM (mindre känslig markanvändning).

Halter av metaller som Bly (Pb), Zink (Zn), Kvikksilver (Hg), alifater och aromater över KM och halter av PAH över både KM och MKM förekommer inom förskolegården, se figur 8.

Markföroreningar som
Bly (Pb), Zink (Zn), Kvikksilver (Hg), alifater och aromater



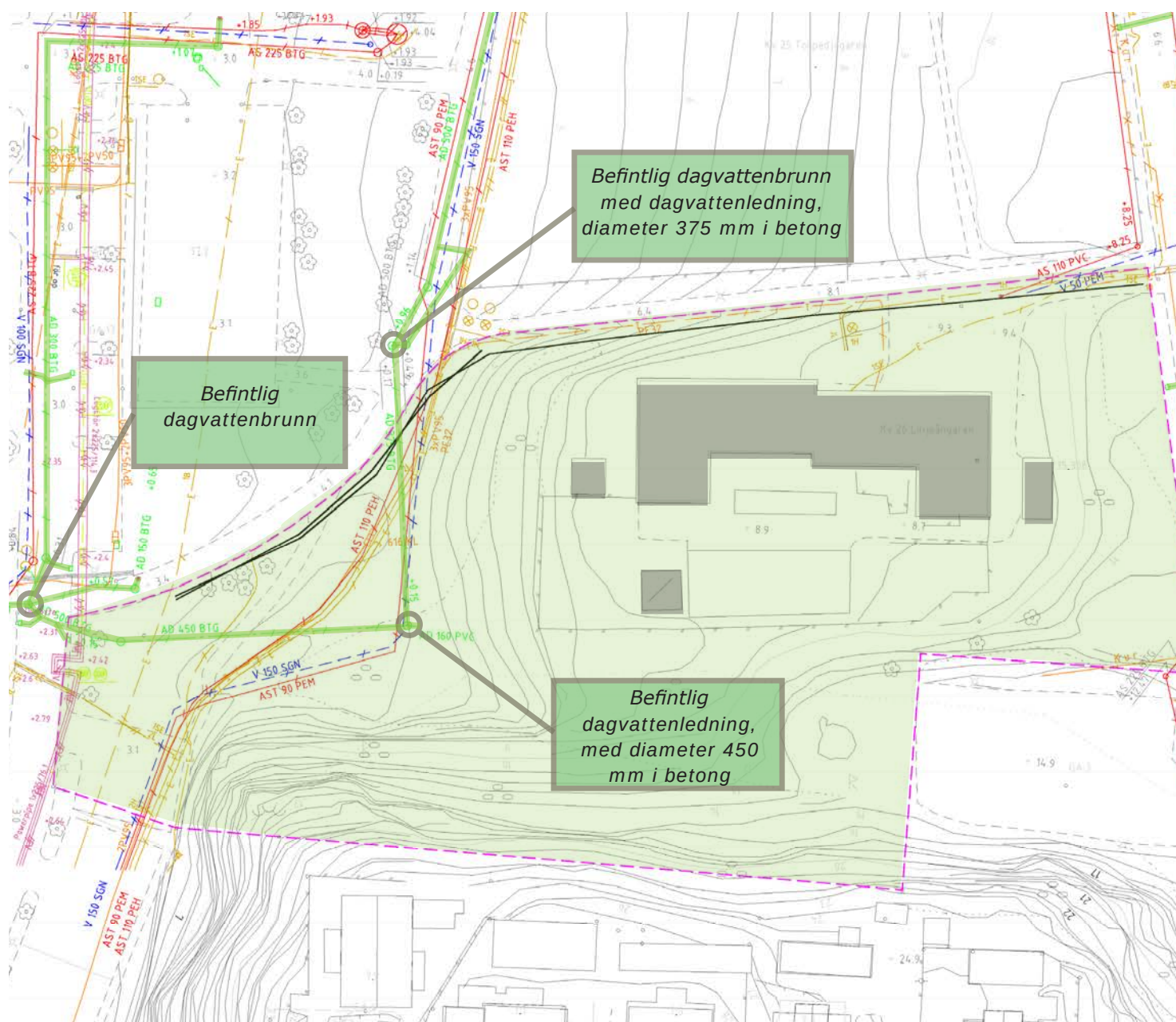
Figur 8. Jordarter och deras djup på planområdet samt grundvattennivån, med förekomster av markföroreningar i de heterogena fyllnadsmassorna

3.5 Befintlig VA

Planområdet sluttar från öst till väst med Göta älv och Sannegårdshamnen i väst. Det finns inte några tydligt konstruerade diken för dagvatten inom området. Ett kommunalt ledningsnät finns såväl inom som i nära anslutning till planområdet längs Miraallén, se figur 9.

En dagvattenbrunn med sillock ligger inom planområdet, i släntfot mot förskoleverksamheten. Där ansluter en dagvattenledning med en diameter på 375 mm i betong och utloppsledningen från brunnen har diameter på 450 mm. Inom planområdet finns utöver dagvattenledningar även trycksatta spillvattenledningar, vattenledningar samt flertal elledningar.

Figur 9. Befintlig dagvattenledning (markerat med mörkgrönt) leds till recipienten Göta älv via planområdet (markerat med ljusgrönt). Bilden är taget från Bilaga 2 och har illustrerats med planområdet.



3.6 Avrinningsområde

Planområdet har ett avrinningsområde som sträcker sig utanför planområdets gräns. Avrinningsområdet är cirka 0,91 hektar, och har kartlagts med hjälp av höjdkurvor och det befintliga ledningsnät som belastar planområdet. Utloppspunkten för avrinningsområdet är placerad vid områdets västra gräns mot Göta älv via Sannegårdshamnen, se figur 10.

Planområdet utgör 78% av hela avrinningsområdet. De ytor som belastar planområdet utanför planområdets gräns är kuperad bergig skogsmark tillhörande Slottsberget samt parkeringsplatsen strax ovanför den befintliga förskolebyggnaden, samt en mindre area hårdgjord yta från

GC-banan som löper längs planområdets norra gräns. Inom planområdet finns inte några markavvattningsföretag som berörs av planen.

Avrinningsområde samt vidare riktning för dagvattnet ut till recipienten redovisas i figur 10.

Figur 10. Avrinningsområde (markerat med gul färg) med flödespilar till utloppspunkt (markerat med orange färg). Samt utloppspunktens koppling till recipienten Göta älv via Sannegårdshamnen.



4 RECIPIENTENS STATUS ENLIGT MILJÖKVALITETSNORMER

Planområdet avvattnas till Göta älv via Sannegårdshamnen. Göta älv med sträckningen *Säveåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron* har klassats enligt MKN-vatten (VISS, 2017-09-11).

Miljökvalitetsnormer, MKN, är ett styrinstrument inom Vattenförvaltningen som står för den svenska lagstiftningens implementering av EUs vattendirektiv. Direktiven utgår från vattnets naturliga avrinningsområden istället för administrativa gränser i form av länder och kommuner. Miljökvalitetsnormerna uttrycker den kvalitet en vattenförekomst bör ha. Som underlag för MKN har ekologisk status/potential och kemisk ytvattenstatus bedömts för varje vattenförekomst. Vattenförekomsternas nuvarande ekologiska status/potential, de vill säga dess miljötillstånd, bedöms enligt en femgradig skala: Hög, God, Måttlig, Otillfredsställande och Dålig.

Ekologisk status/potential är en sammanvägning av biologiska, kemiska och hydrologiska parametrar. Om ytvattenförekomsten är naturlig används begreppet "status" och om den är konstgjord eller kraftigt modifierad används begreppet "potential".

Kemisk ytvattenstatus bestäms av gränsvärden för 33 olika ämnen som är gemensamma för EU. Samtliga ämnen är miljögifter och benämns i vattenförvaltningsarbetet som prioriterade ämnen. Om gränsvärdet för ett av ämnena överskrids uppnås inte kravet på god kemisk ytvattenstatus.

4.1 Ekologisk potential

Den ekologiska potentialen för Göta älv är klassad som *Otillfredsställande/Dålig*. Detta då vattenförekomstens fysiska karaktär är väsentligt förändrad på grund av vattenkraftsverksamhet, och fysisk påverkan åstadkommen av människan.

Detta har gjort att fiskar, smådjur och växter saknar naturliga livsmiljöer i strandzonen på grund

av exempelvis uppodlad mark, bebyggelse, rensningar eller olika typer av beläggningar avsedda att skydda strandslänten. Den naturliga å-fåran saknas i stora delar av vattendraget.

Vattenförekomsten bedöms inte kunna uppnå *God ekologisk potential* till 2021 och ett har ett tidsundantag till 2027 satts.

4.2 Kemisk ytvattenstatus

Den kemiska ytvattenstatusen för Göta älv är klassad som *Uppnår ej god*, och har kvalitetskravet *God kemisk ytvattenstatus* till 2021. Detta med undantag för Tributylentenn föreningar (TBT), polybromerade difenylterar (PBDE), även kallat bromerade flamskyddsmedel, samt kvicksilver och kvicksilverföreningar som ej uppnår *God kemisk ytvattenstatus*.

Gränsvärdet för TBT överskrids i älvens bottensediment, vilket medför risk för att bentiska organismer påverkas negativt. Då det ännu inte är känt vad det är som orsakar detta behövs en undersökning för att ta reda på vad som är källan till problemet och parametern har därför getts undantag i form av tidsfrist till 2021.

Halterna av PBDE, kvicksilver, och kvicksilverföreningar bedöms överskridna i fisk i samtliga vattenförekomster. Den största påverkan av både PBDE och kvicksilver består av långväga, globala atmosfäriska utsläpp som förorenar ytvattnet, som över tid har ackumulerats i vattenlevande organismer och fisk.

Föroreningsarna har en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget inte finns tekniska förutsättningar för att sänka halterna PBDE samt kvicksilver och kvicksilverföreningar till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Detta har resulterat i mindre stränga krav.

De nuvarande halterna av PBDE samt kvicksilver och kvicksilverföroreningar (december 2015) får dock inte öka.

4.3 Bedömning av krav på dagvattenrening

Göteborg Stad, Miljöförvaltningen, ställer krav på rening av dagvatten i enlighet med Miljöbalken och Vattendirektivet.

Göteborg Stads publikation *Reningskrav för dagvatten* (2017), innehåller en metodik för att bedöma reningskrav för dagvatten vid nybyggnation eller större ombyggnation. Om metodiken följs kan Miljöförvaltningens krav uppfyllas, och i de flesta fall ej försämrade miljökvalitetsnormer för recipienten.

För att bedöma om det ska föreligga krav på dagvattenrening vid exploatering ska en platsspecifik bedömning göras. Bedömningen ska utgå från recipientens känslighet samt markanvändning inom avvattnade yta. Bedömningen görs genom matrisen som är presenterad i Tabell 1.

Enligt Göteborg Stads publikation *Reningskrav för dagvatten* (2017), klassas Göta älv (söder om intaget) som en *Mindre känslig recipient*, och markanvändningen för Skola/förskola som *Medelbelastad yta*. Detta resulterar i bedömningen att reningsmetod av typen *Enklare rening* kommer att behövas inom planområdet.

Denna bedömning, ska kompletteras med föroreningsberäkningar och jämförelse med målvärden eller riktvärden för vattenkvalitet i dagvatten vid utsläpp till recipient.

För mindre känsliga recipienter kan målvärden användas enligt Göteborgs Stads publikation *Reningskrav för dagvatten* (2017). Riktvärden ska användas för mycket känsliga recipienter. Då planområdets recipient är klassad som mindre känslig är föreslagen dagvattenhantering i kommande kapitel framtagna utifrån att målvärden för vattenkvalitet på dagvatten vid utsläppspunkt från planområdet ska uppnås.

Föroreningsberäkningar, utförda med hjälp av StormTac, och resulterande föroreningskoncentrationer samt föroreningsbelastning presenteras i kapitel 8. I kapitel 8 presenteras också en jämförelse med målvärden för vattenkvaliteten, samt en återkoppling till planområdets påverkan på recipientens miljökvalitetsnormer, MKN.

Tabell 1. Matris för dagvattenrening. Gröna celler markerar de fall som behöver anmälas till miljöförvaltningen. Orange ring markerar reningsgrad för aktuellt område, där ingen anmälan krävs. Källa: Göteborgs stad 2017.

RECIPIENT	HÅRT BELASTAD YTA	MEDELBELASTAD YTA	MINDRE BELASTAD YTA
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning

5 EXPLOATERING ENLIGT PLANFÖRSLAG

5.1 Planområdet

Utformningen och placeringen av den nya förskolan är ännu inte helt fastställd. Dock har en konceptskiss tagits fram av Göteborgs Stads stadsbyggnadskontor och Lokalförvaltning.

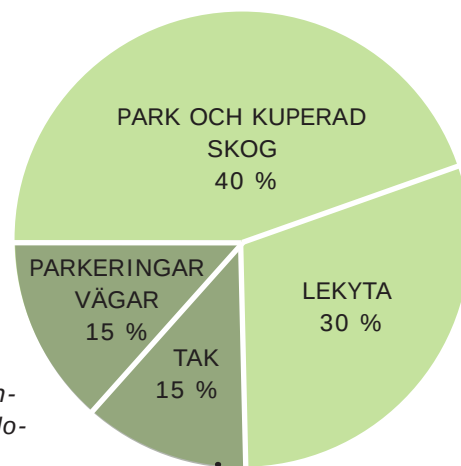
Konceptskissen ligger till grund för beräkningar och utformning av förslag på dagvattenhantering i denna dagvattenutredning. Om markanvändningen ändras måste de hydrologiska beräkningarna justeras.

I dagvattenutredningen har det utgått från att ungefär 15 % av marken inom planområdet kommer att hårdgöras till parkeringar och vägar, 15 % kommer att utgöras av tak, 30 % kommer att utgöras av lektyta samt 40 % kommer att förbli grönområde. Planområdet som tagits i anspråk bedöms uppgå i ca 7 100 m², enligt Göteborgs Stad.

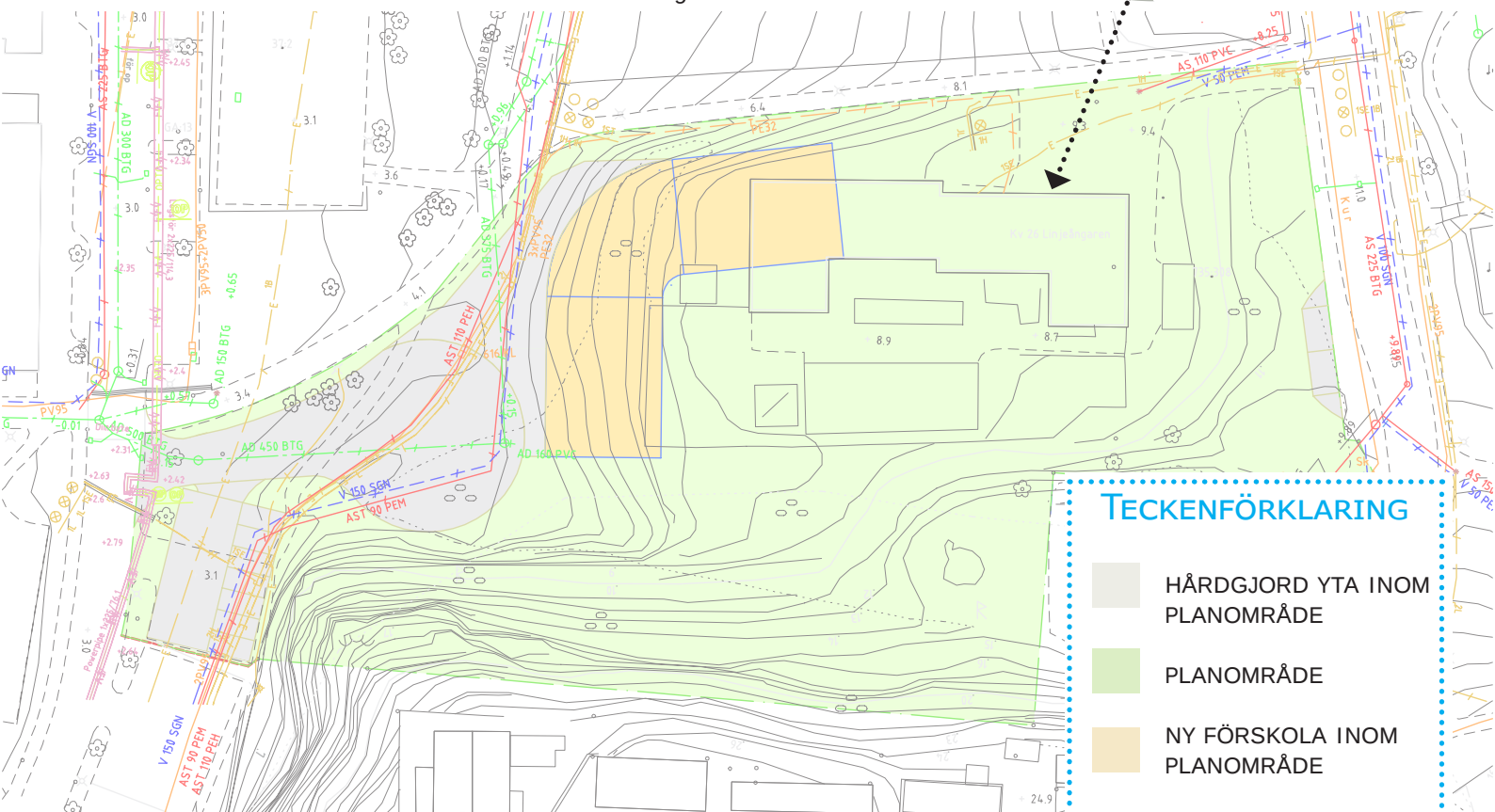
Planområdet kommer till viss del schaktas ur och saneras för den nya bebyggelsen. Efter saneringen genomförs planeras marknivån efterlikna den angränsande fastigheten med kolonilotter. Marken inom planområdet kommer fortfarande slutta västerut mot Göta älv, men jämnas av på vissa delar

av området. Vid utformning av framtida dagvattenhantering är det av betydelse att risk för spridning av föroreningar på grund av förorenade massor beaktas, och att eventuella åtgärder vidtas om området inte saneras helt från förorenade massor.

Två nya parkeringar planeras att byggas, se figur 11. Den i väst är tänkt som en personalparkering samt avlämning och hämtning av barn. En vändplats för biltrafik och transporter/leveranser är även planerad strax ovanför denna parkering. Parkeringen i öst är tänkt för enbart avlämning och hämtning av barn. Byggnaden för den nya förskolan är planerad strax väster om den befintliga förskolebyggnaden.



Figur 11: Konceptskiss med befintliga förhållanden för planområdet samt procentvärden av vad ytan kommer att exploateras av i framtiden. Källa: Göteborgs stad 2017.



6 HYDROLOGISKA BERÄKNINGAR

Beräkningar har utförts enligt Svenskt Vattens publikationer P104, P105 och P110.

Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden har *Rationella metoden* använts. Beräkningarna redovisas utförligare i Bilaga 1.

Dimensionerande flöden beräknas för hela avrinningsområdet samt enbart planområdet, för den markyta som avvattnas till utloppspunkten/beräkningpunkten vid planområdets västra hörn.

De avrinningskoefficienter som har använts vid dimensionering är uppskattade enligt P110 och kan ses i tabell 2.

Rinntiden för hela avrinningsområdet samt enbart för planområdet uppskattas till ca 15 minuter. Varaktighet 15 min har därför använts i beräkningarna.

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 5-, 20- och 100 år, se tabell 3 och 4. Baserat på att området bedöms vara beläget inom områdestyp *tät bostadsbebyggelse* enligt Svenskt vatten P110.

Tabell 2. **Avrinningskoefficienter** för olika typer av ytor.

Typ av yta	Avrinningskoefficient [ϕ]
Asfaltsyta	0,8
Tak	0,9
Lekyta	0,5
Park samt kuperad bergig skogsmark	0,1

6.1 Dagvattenflöden före och efter exploatering

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbördsmängder, ansätts en klimatkfaktor (KF) på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110. Klimatfaktorn har lagts på dimensionerande regnintensiteten efter exploatering. I övrigt har dagvattenflödet efter exploatering beräknats på samma sätt som före exploatering, där avrinningsområde och regnvaraktighet har antagits vara detsamma.

Förändringen av dagvattenflöden efter exploatering har beräknats utifrån att planområdet (7 100 m²) kommer att utgöras av 40 % naturmark, 15 % vägar och parkeringar, 15 % tak samt 30 % lekyta, enligt kapitel 5.

Tabell 3 visar dimensionerande regnintensitet och flöde före och efter exploatering, samt skillnaden i

flöde före kontra efter exploatering för *hela avrinningsområdet*. Tabell 4 visar detsamma men *endast för planområdet*.

Viktigt att ha i åtanke är att det inte endast är ökningen av andel hårdgjord yta som utgör skillnaden i flöde före och efter exploatering. Klimatfaktorn har också en betydande inverkan.

6.2 Fördröjningsvolym

Göteborgs Stads krav på att minst 10 mm/m² hårdgjord yta (A_{red}) ska fördröjas på kvartermark medför en erforderlig fördröjningsvolym på ca 30 m³ för planområdet, se Tabell 5.

Fördröjningsvolymen är beräknad utifrån antagandet att upp till 42 % av planområdet hårdgörs. Den reducerade hårdgjorda ytan för planområdet efter exploatering uppskattas till 0,3 ha.

Tabell 3. Dimensionerande regnintensitet och flöde före och efter exploatering samt skillnaden i flöde före kontra efter exploatering inklusive klimatkfaktor, **hela avrinningsområdet**.

Återkomsttid (år)	Regnintensitet (l/s, ha)	Regnintensitet + KF (l/s, ha)	Flöde före exploatering (l/s)	Flöde efter exploatering (l/s)	Flöde efter exploatering + KF (l/s)	Skillnaden i flöde före och efter exploatering + KF (l/s)
5	144	180	43	55	68	25
20	227	284	68	86	108	40
100	387	484	115	147	184	69

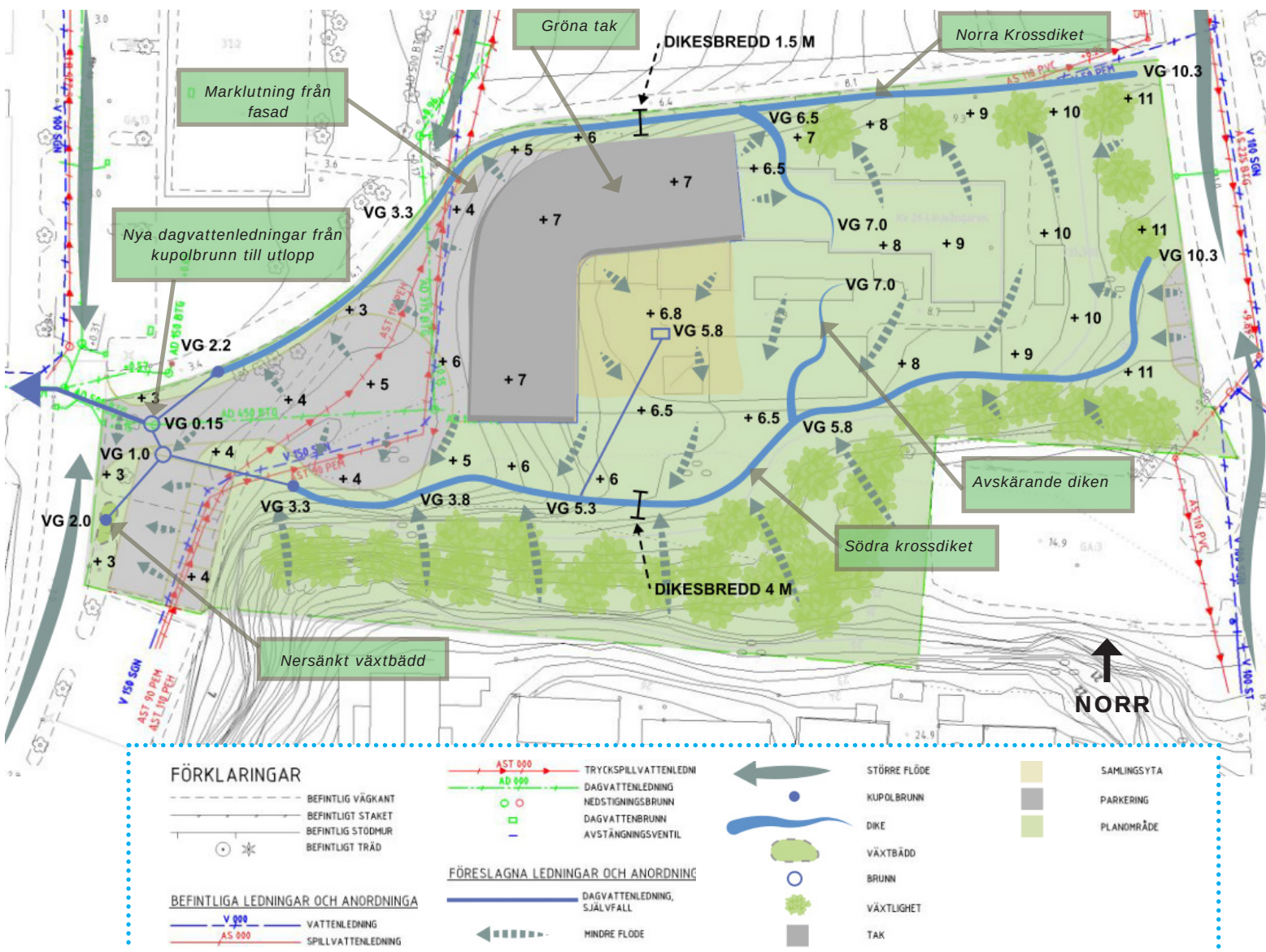
Tabell 4. Dimensionerande regnintensitet och flöde före och efter exploatering samt skillnaden i flöde före kontra efter exploatering inklusive klimatkfaktor, **inom planområdet**.

Återkomsttid (år)	Regnintensitet (l/s, ha)	Regnintensitet + KF (l/s, ha)	Flöde före exploatering (l/s)	Flöde efter exploatering (l/s)	Flöde efter exploatering + KF (l/s)	Skillnaden i flöde före och efter exploatering + KF (l/s)
5	144	180	31	43	54	23
20	227	284	49	68	85	36
100	387	484	84	116	145	61

Tabell 5. Beräknad och uppskattad fördröjningsvolym för planområdet.

Area Planområde [ha]	Andel av planområde som hårdgörs [%]	Hårdgjord yta / A_{red} [m ²]	Krav av vattenvolym [mm/m ²]	Fördröjningsvolym [m ³]
0,71	42	3 000	10	30

7 DAGVATTENHANTERING



Figur 12: Konceptskiss med dagvattenlösningar inom planområdet. Bilden är taget från Bilaga 3 och har kompletterats med förklarande texter.

Dagvattenhanteringen inom planområdet föreslås utformas som ett rött system med lokal fördröjning som ansluts till befintligt kommunalt dagvatten i Miraallén. För beräknade flöden med fördröjning i föreslagna åtgärder, se bilaga 1.

Den föreslagna dagvattenhanteringen innebär fördröjning av dagvattenavrinningen inom planområdet enligt Göteborgs Stads krav, samt enklare rening av dagvattnet med syfte att föroreningsbelastningen på recipienten Göta älv förblir oförändrad eller förbättras.

Samtliga dagvattenflöden föreslås ledas eller infiltreras genom olika dagvattenlösningar med gemensam anslutningspunkt till befintlig kommunal 500 mm dagvattenledning, se figur 12.

Dagvattenlösningarna är utformade och placerade utifrån att förhindra att fria vattenytor uppkommer med hänsyn till barnens säkerhet.

Föreslagna lösningar är vidare beskrivna i nedanstående avsnitt, med undantag för lösning för avvattning av lekytor. Lektytor kan avvattas med brunnar med utlopp i längsgående diken, enligt figur 12, men också via ytavrinning mot krossdiken. Vidare utformning föreslås ske i samband med utformning av lekyta.

7.1 Krossdiken i lågstråk och avskärande diken

Enligt förslag i figur 12 föreslås avrinning från planområdet i huvudsak avledas via långsgående krossdike, längs planområdets södra och norra gräns, samt tvärgående avskärande diken öster om förskolebyggnad, se bilaga 3. Krossdikena är tänkta för avledning, fördröjning och rening av dagvattnet som uppkommer inom planområdet.

Med krossdiken minskar avrinningshastigheten avsevärt jämfört med transport i ledningar. Flödestopparna nedströms minskar därför.

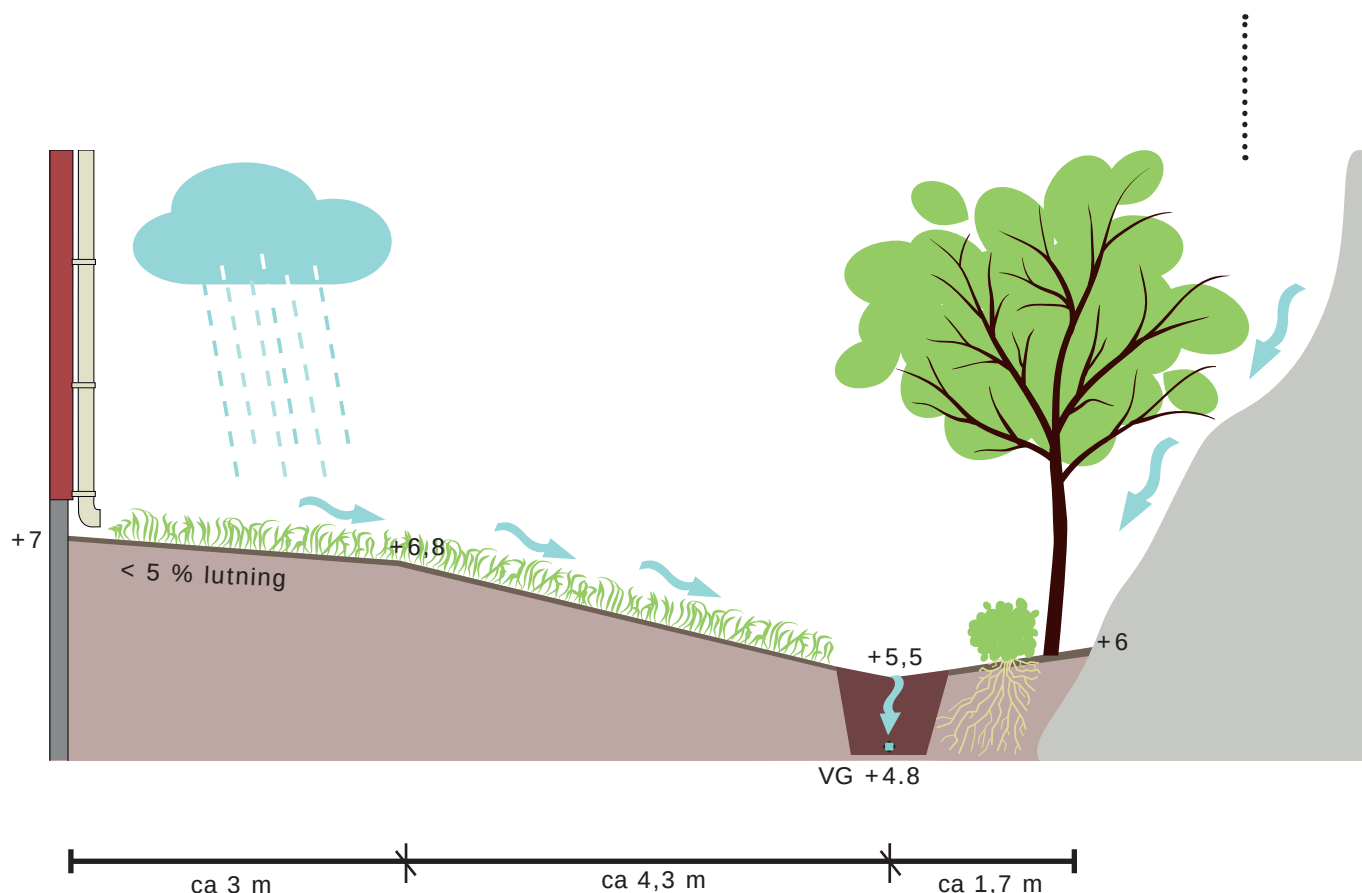
För att diken i anslutning till förskola ska upplevas tryggt bör ingen fri vattenyta kunna samlas i dikesbotten. Dikena föreslås därför utformas som täckta krossdiken med dräneringsledning i botten, och överliggande makadam eller liknande grovkornigt material för maximal infiltration.

Föreslagen placering av långsgående krossdiken möjliggör även att dessa kan läggas utanför staket kring förskolegården.

Det södra krossdiket, längs Slottsberget föreslås förutom dagvatten från planområdet även avleda dagvatten från slänt mot Slottsberget, se bilaga 3. Befintlig avvattning av området sker bland annat genom avledning och fördröjning längs Slottsbergets släntfot längs med planområdet från öst till väst, se figur 5 och figur 6. Denna funktion bör bibehållas och integreras i kommande exploatering.

Vid utformning av det södra krossdiket bör även hänsyn tas till eventuell säkerhetzon eller säkerhetsåtgärder längs slänten, utifrån risk för blocknedfall. Dikets utformning behöver samordnas med avseende på detta. En zon mellan 4-5 m för dagvattenhantering bör avsättas längs med planområdets södra sida, se figur 12.

Figur 13: Sektion av förslaget krossdike i anslutning till Slottsbergets släntfot. Illustrationen är ej skalenlig och visar enbart flödesvägar efter lutningar från planområdet tillsammans med krossdike med dränledning.



Den befintliga vegetationen i slänten rekommenderas vara kvar. Buskar och träd förebygger större flöden och vattenvolymer då de absorberar dagvattnet lokalt.

Marklutningen från huvudbyggnaden på förskolegården mot diket bör vara minst 5 % de första 3 metrarna, därefter minst ca 2-5% fram till båda krossdikena. Det södra krossdikedet uppskattas behöva ett avstånd mellan fasaden och släntfot på ca 9 m, se figur 13.

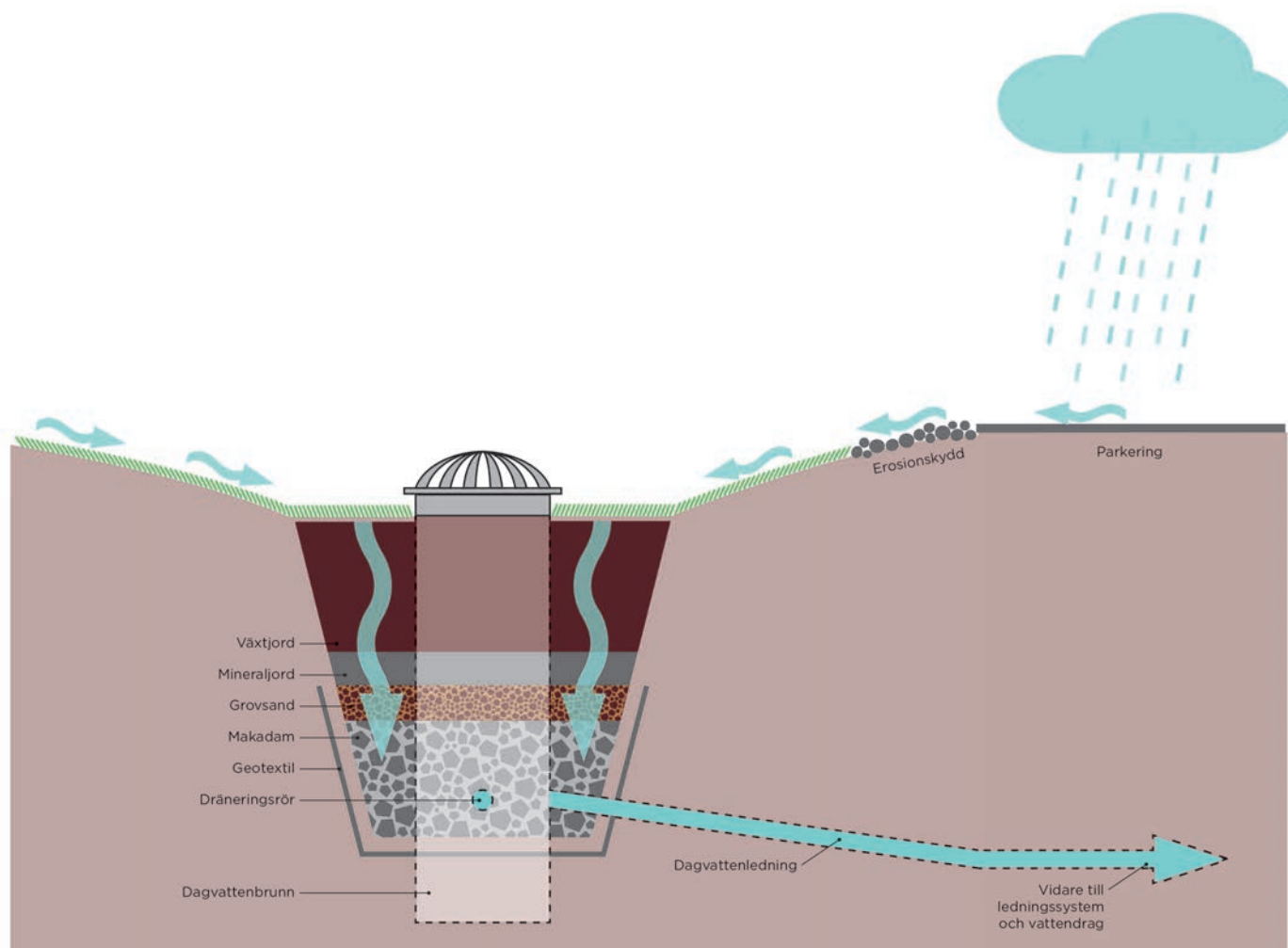
Föreslagen parkering i planområdets östra del, föreslås också avvattnas mot det södra krossdikedet, för rening och fördröjning. I områdets västra del föreslås vändplatsen höjdsättas med fall mot båda krossdikena, så att även detta dagvatten kan omhändertas och renas och fördröjas.

Krossdikena föreslås avslutas med kupolbrunn för intag av dagvatten från ytan vid stora flöden samt anslutning till dränledning, med utlopp mot anslutningspunkt till befintligt kommunal dagvattenledning, se figur 14.

Det norra krossdikedet förhindrar även dagvatten från GC-bana och förskolegården att rinna in i planområdet. Dagvatten avleds mot planområdets västra del, och anslutas till befintligt kommunalt dagvattennät, se figur 12.

Avskärande diken inom om förskolegården, föreslås också utformas som täckta diken, med krossmaterial i botten för snabb infiltration. Syftet med dessa är i huvudsak att hindra dagvatten från grönområdet öster om förskolegården att rinna in mot gård och byggnad, och istället avledas mot det norra och södra diket.

Planområdet föreslås höjdsättas så att det sydöstra område avvattnas mot båda krossdikena. Antingen via ytavrinning på gräs till de avskärande diken, eller via dagvattenbrunnar med utloppsledning i diket, se figur 12.



Figur 14. Krossdike med kupolbrunn med olika material.

Magasineringsvolymen i diken utgörs av porvolymen (hålrumsvolymen) i krossmaterialet, vilken antas vara ca 30 % av den totala volymen. Ett lager av geotextil bör placeras runt makadamssorna för att förhindra att omkringliggande jordlager tränger in och täpper till hålrummen mellan makadamen.

Dikena bör utformas med varierande släntlutning från 1:4 - 1:6. Med den framtagna konceptskissen beräknas bredden för diken variera mellan 1,6 - 3 m. Beroende på marklutning efter marksanering och höjdsättning anses diken ha möjlighet att magasinera en stor del av fördröjningsvolym, totalt 17,4 m³ enligt tabell 6, se även bilaga 4.

Hela dikenas längder har inte antagits bidra med fördröjning, utan endast de sträckor som anläggs i flackare delar av planområdet. Det gäller i huvudsak den västra delen av planområdet, samt tvärgående avskärande diken.

Vid utformning av samtliga föreslagna diken bör dessa göras så breda som möjligt för att få högsta reningseffekt genom att få så lång uppehållstid som möjligt så att föroreningar hinner suspendera.

Krossmaterial kan kombineras med växtlighet och avbördningsförmågan påverkas i hög grad av friktion mellan vattnet och dikesbotten, den så kallade råheten samt lutningen i flödesriktningen. Råheten påverkas av växt val och skötsel. När dagvattnet rinner i diken reduceras hastigheten på grund av vegetation och därmed avskiljs föroreningar genom sedimentering.

Även under vinterförhållanden och i samband med snösmältning har det konstaterats att smältvattnet infiltreras i gräsytor. Vintertid kan diken användas som snöupplag vilket lämpar sig då snö som röjs från gator och vägar anses innehålla föroreningar som delvis renas i diken.

Tabell 6. Beräknad fördröjningsvolym och dimension för diken där fördröjningsvolymen är möjlig, enligt figur 12.

Täckt dike	Area [m ²]	Längd [m]	Djup [m]	Porvolym [%]	Fördröjningsvolym [m ³]	Andel fördröjningsvolym av 30m ³ [%]
Norra krossdiket	0,7	40	0,7	30	8,4	28
Södra krossdiket	0,6	30	0,7	30	5,4	18
Avskärande dike på lektya mot GC-bana	0,6	10	0,7	30	1,8	6
Avskärande dike på lektya mot bergsvägg	0,6	10	0,7	30	1,8	6
Totalt:					17,4	58

7.2 Växtbädd

Växtbäddar rekommenderas i anslutning till parkeringsplatsen i planområdets västra del, se figur 12.

För att det ska kunna rena och fördröja dagvatten bör djupet från markytan till växtbädden anpassas efter den fördröjningsvolym som kan komma att belasta tillhörande avrinningsområde och hårdgjord yta. Fördröjningsvolymen är beräknad för delar av parkeringsplatsen väster om planområdet och beräknades till 3,6 m³, se tabell 7.

Regnträdgårdar är en genomsläpplig växtbädd som används för att infiltrera dagvatten från närliggande hårdgjorda ytor, se figur 15. Eftersom en regnträdgård byggs upp på en väl-dränerad växtbädd ställs det krav på att växterna ska klara perioder av både torka och höga vattennivåer.

Med en välkomponerad växtmix får man regnträdgård som fyller en teknisk funktion men också ett mycket vackert inslag i gatumiljön eller parken.

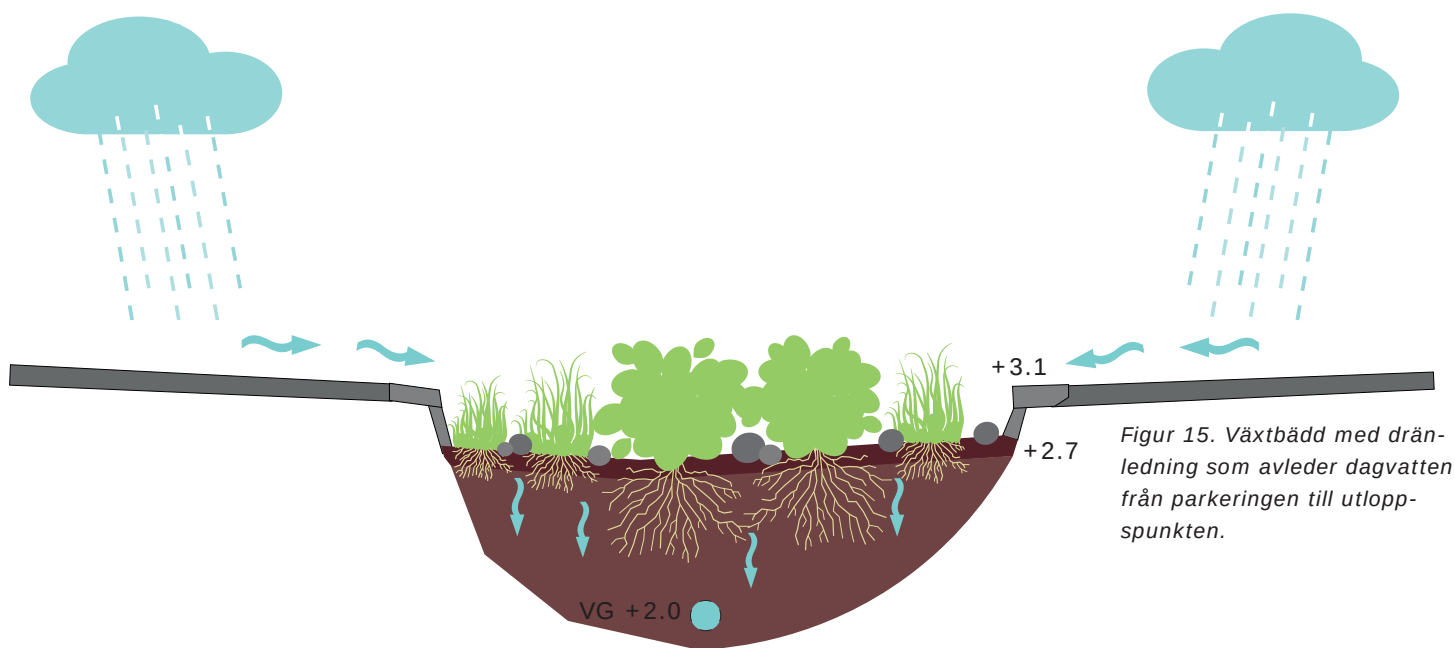
En regnträdgård byggs upp så att allt det inströmmade vattnet ska kunna magasineras och infiltreras effektivt inom ett dygn efter

nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer regnträdgårdens att ha någon synlig vattenyta.

Eftersom bädden är planterad med växter så medför det att en regnträdgård dessutom har en mycket större förmåga att avdunsta vatten än exempelvis en infiltrationsbädd av makadam.

Jämfört med en öppen dagvattendamm i stadsmiljön så genererar regnträdgård i idealfallet inget överskottsvatten som måste ledas vidare i det konventionella dagvattensystemet. Vid större skyfall kan marken bli mättad vilket förhindrar ytterligare lokal infiltration. Då bör växtbädden breddas till det lokala dagvattensystemet för att ledas vidare till utloppspunkten, se figur 12 och bilaga 3.

Regnträdgårdar kan även utformas att fungera på platser med begränsade infiltrationsmöjligheter. Då blir regnträdgårdarna mer som fördröjningsmagasin och överskottsvattnet måste ledas vidare.



Tabell 7. Erforderlig fördröjningsvolym och dimension för växtbädd från parkering, enligt figur 12.

	Area [m ²]	Hårdgjord yta [m ²]	Hårdgjord reducerad yta [m ²]	Djup av växtbädd [m]	Fördröjningsvolym [m ³]	Andel fördröjningsvolym av 30 m ³ [%]
Växtbädd	12	400	360	0,3	3,6	12

7.3 Gröna tak

För att reducera flöden och fördröja dagvatten rekommenderas takytor på byggnaderna att förses med så kallade gröna tak, se figur 16.

Totalt behöver cirka 30 m³ dagvatten fördröjas inom planområdet för att för att uppfylla krav gällande fördröjning av 10 mm/m² hårdgjord yta (A_{red}) enligt kapitel 6.2.

Utifrån att ovan beskrivna lösningar för dagvattenhantering, täckta krossdiken och växtbädd, gemensamt ger cirka 21 m³ fördröjningsvolym, behöver gröna tak på förskolebyggnad och komplementbyggnad minst ha en magasinerad förmåga på 9 m³.

Med ett substratdjup på cirka 100 mm, kan cirka 10 mm regn fördröjas per m², enligt CIRIA SuDS Manual (2015). Detta medför att om förskolebyggnad och komplementbyggander, totalt cirka 900 m², förses med gröna tak, kan cirka 9 m³ fördröjas, se tabell 8.

När det gröna taket är mättat kan takvattnet sedan ledas vidare via utvändiga stuprör och stuprörs utkastare till markytan/eller ledningar, mot anslutningspunkt.

Förutsättningar för att tekniken skall kunna utnyttjas är att taket inte har alltför brant lutning. Beroende på vilket grönt tak som används kan lutningen variera. En lutning på 45 grader anses högt och rekommenderas inte överskridas.

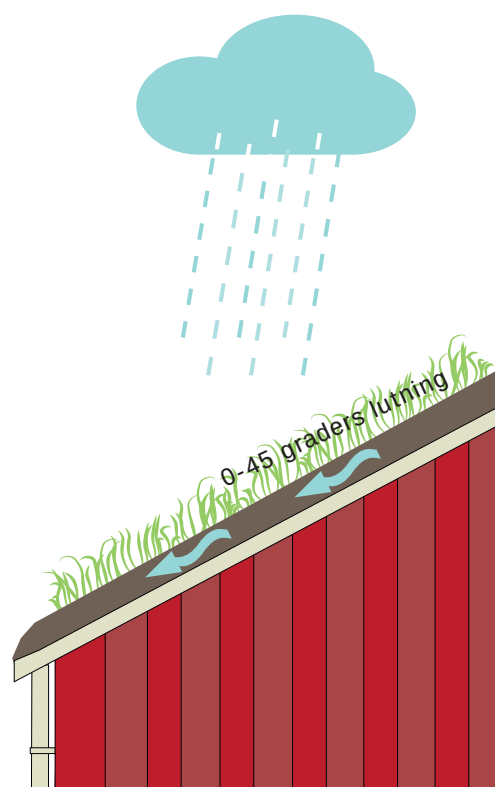
Takkonstruktionen skall vara dimensionerad för den extra last som det gröna taket innebär. Lasten är dock inte större än att motsvara ett vanligt tegeltak, men kan inte tydligare specificeras då detta beror på valet av specifikt grönt tak. Vidare kan gröna tak ha en ljud- och värmeisolerande verkan, vilket kan bidra till en bättre inomhusmiljö samt reducera hushållens energibehov för uppvärmning. Gröna tak kan ha vissa avkylande effekter på sommaren.

Vid beräkningar av 10 m² takyta täckt av till exempel torktålig takvegetation har det visats ta

upp samma mängd koldioxid som ett generellt träd. Takvegetation med blandade sedum och mossar behåller dessutom sin bladmassa året om. De är därför aktiva som partikelrenare när de gör som mest nytta, det vill säga under vinterhalvåret när föroreningsbelastningen är som högst.

Det är inte bara den magasinierande effekten vid dimensionerande regn som är fördelaktigt med gröna tak. Tunna gröna tak, med t.ex. sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasinierar enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut.

Värt att notera är dock att gröna tak kan bidra med ökad koncentration av fosfor, kväve, koppar, kvicksilver och bens(a)pyren enligt sammanställning av Stormtac. Detta på grund av gödning som ökar föroreningen vid föroreningsläckage och bör beaktas.



Figur 16: Grönt tak med fördröjningsvolym samt flödesriktning vid skyfall.

Tabell 8. Erforderlig fördröjningsvolym och dimension för grönt tak.

	Area [m ²]	substratdjup [mm]	Fördröjningsvolym [m ³]	Andel fördröjningsvolym av 30m ³ [%]
Grönt tak	900	100	9	30

8 FÖRORENINGSANALYS

8.1 Beräknande föroreningar

Föroreningskoncentrationer och föroreningsbelastning för dagvattnet inom planområdet har analyserats med hjälp av StormTac. Fallen; nuläge, planförslag utan dagvattenhanteringsåtgärder, samt planförslag med dagvattenhanteringsåtgärder har beräknats.

Analysen inkluderar beräkningar för ämnena: P, N, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg, SS, olja, BaP, Bensen (Benz), TBT, As, samt TOC, enligt beställarens önskemål.

Tabell 9 presentera antagen fördelning av markanvändning, utifrån i StormTac definierade typer av markanvändning, för de tre olika fallen. Resultatet av beräkningarna redovisas i Tabell 10 och Tabell 11 nedan.

Som redovisas i Tabell 10 överstiger endast Tributyltennföreningar (TBT) Göteborgs målvärden för utsläpp av dagvatten till mindre känslig recipient, vid befintliga förhållanden.

Vid exploatering av planområdet enligt planförslag, ökar både föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder som genereras inom planområdet jämfört med nulägen. Detta som en följd av att andelen grönområde minskar.

Beräkningarna visar även att koncentrationen fosfor (P), i tillägg till Tributyltennföreningar (TBT), överstiger Göteborgs målvärden för utsläpp av dagvatten till mindre känslig recipient, vid exploatering enligt planförslag, se Tabell 10.

För att uppnå Göteborgs målvärden till mindre känslig recipient, och för att inte öka föroreningsbelastningen till recipienten, behöver dagvattenhanteringsåtgärder med renande effekt tillämpas inom planområdet vid exploatering.

Hur föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder reduceras med föreslagen dagvattenhantering, som har beskrivits i föregående kapitel, presenteras i Tabell 11.

Tabell 9. Fördelning av markanvändning inom planområdet.

	Blandat grönområde $\varphi = 0,1$ [m ²]	Skolområde $\varphi = 0,5$ [m ²]	Grönt tak $\varphi = 0,3$ [m ²]	Totalt [m ²]
Nuläge	4 700	2 400	0	7 100
Planförslag utan dagvattenhanteringsåtgärder	3 000	4 100	0	7 100
Planförslag med dagvattenhanteringsåtgärder	3 000	3 200	900	7 100

Reningseffekter för krossdiken och biofilter enligt StormTacs databas har använts i beräkningarna för rening av dagvatten från grönområde och skolorområde. För grönt tak har schablonvärden enligt StormTacs databas använts. Ingen ytterligare rening har antagits för de gröna taken.

Som presenteras i Tabell 11, visar beräkningarna att de föreslagna dagvattenlösningarna med krossdiken, biofilter och grönt tak, kan reducerad föroreningskoncentrationer så att Göteborgs målvärden, kan uppnås för samtliga ämnen. Beräkningarna visar också att föroreningsmängderna och därmed belastningen på recipienten inte ökar jämfört med befintliga förhållanden.

8.2 Återkoppling MKN

Dagvatten från planområdet kommer, likt befintliga förhållanden, att avledas mot Göta älv.

Vad gäller näringsämnen, fosfor (P) och kväve (N), visar beräkningarna att koncentrationer och belastningar till Göta älv minskar jämfört med befintliga förhållanden. Beräkningarna visar även att målvärden för näringsämnena kan uppnås vid implementering av föreslagna dagvattenhanteringsåtgärder.

Värt att notera är dock att gröna tak kan bidra med ökad koncentration av fosfor, kväve, koppar, kvicksilver och bens(a)pyren, på grund av föroreningsläckage vid gödning. Detta bör därför beaktas vid val av typ av grönt tak, samt vid drift och underhåll.

Tabell 10. Beräknade föroreningshalter (µg/l) och belastning (kg/år) för befintlig markanvändning och efter förändringarna som följer planförslaget, utan att dagvattenhanteringsåtgärder tillämpas. Beräkningarna förutsätter att rening eller fördröjning av dagvattnet inte förekommer. Värden markerade med rött överskrider målvärden.

Ämne	Föroreningskoncentrationer [µg/l]			Föroreningsmängder [kg/år]	
	Målvärden	Nuläge	Planförslag utan åtgärder	Nuläge	Planförslag utan åtgärder
Fosfor (P)	150	140	180	0,41	0,60
Kväve (N)	2 500	1 200	1 400	3,5	4,4
Bly (Pb)	14	6,3	8,4	0,018	0,028
Koppar (Cu)	22	14	18	0,040	0,060
Zink (Zn)	60	44	60	0,13	0,20
Kadmium (Cd)	0,4	0,3	0,4	0,00083	0,0013
Krom (Cr)	15	4,6	6,6	0,013	0,022
Nickel (Ni)	40	4,0	5,6	0,011	0,019
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,014	0,019	0,000042	0,000062
Suspenderat material (SS)	60 000	36 000	44 000	100	140
Olja	1 000	280	390	0,82	1,3
Bens(a)Pyren (BaP)	0,05	0,02	0,03	0,000051	0,000087
Bensen (Benz)	10	0,84	0,69	0,0024	0,0023
Tribultennföreningar (TBT)	0,001	0,002	0,002	0,0000046	0,0000054
Arsenik (As)	15	3,6	3,5	0,010	0,011
Organiska material (TOC)	20 000	10 000	12 000	29	40
Polyklorerade bifenyler (PCB)	0,014	0,011	0,013	0,000032	0,000044

Bedömningen är dock att exploateringen, med föreslagen dagvattenhantering, inte kommer att utgöra en risk för Göta älvs ekologiska status.

Kvalitetskravet för den kemiska ytvattenstatusen för Göta älv är *God*, med undantag för Tributylentenn föreningar (TBT), polybromerade difenylterar (PBDE), även kallat bromerade flamskyddsmedel, samt kvicksilver och kvicksilverföreningar som ej uppnår *God* kemisk ytvattenstatus.

De nuvarande halterna av PBDE samt kvicksilver och kvicksilverföreningar (december 2015) får dock inte öka.

Vid exploatering enligt planförslag, visar beräkningarna att målvärden för samtliga ämnen kan uppnås och att både föroreningskoncentrationer och föroreningsbelastningar minskar jämfört med befintliga förhållanden.

Helhetsbedömning blir därmed att, förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder implementeras, kommande exploatering inte anses försämra recipientens miljö kvalitetsnorm.

Vid användning av gröna tak bör dock gödsling ske så att det inte riskerar att bidra till ökad belastning av näringsämnen eller andra föroreningar till recipienten.

Det är också av betydelse att risk för spridning av föroreningar på grund av förorenade massor beaktas vid utformning av framtida dagvattenhantering, samt att eventuella åtgärder vidtas om området inte saneras helt från förorenade massor.

Tabell 11. Beräknade föroreningshalter (µg/l) och belastning (kg/år) som släpps ut från planområdet efter rening och fördröjning enligt åtgärder föreslagna i föregående kapitel.

Ämne	Föroreningskoncentrationer [µg/l]		Föroreningsmängder [kg/år]		
	Målvärden	Planförslag med åtgärder	Planförslag med åtgärder	Reduktion mot nuläge	Reduktion mot planförslag utan åtgärder
Fosfor (P)	150	83	0,27	34%	55%
Kväve (N)	2 500	870	2,8	20%	36%
Bly (Pb)	14	1,1	0,0036	80%	87%
Koppar (Cu)	22	3,7	0,012	70%	80%
Zink (Zn)	60	9,6	0,031	76%	85%
Kadmium (Cd)	0,4	0,05	0,00017	80%	87%
Krom (Cr)	15	1,1	0,0034	74%	85%
Nickel (Ni)	40	0,75	0,0024	78%	87%
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,009	0,000029	31%	53%
Suspenderat material (SS)	60 000	5 180	17	83%	88%
Olja	1000	34	0,11	87%	92%
Bens(a)Pyren (BaP)	0,05	0,009	0,000030	41%	66%
Bensen (Benz)	10	0,40	0,0013	46%	43%
Tribultennföreningar (TBT)	0,001	0,001	0,0000030	35%	44%
Arsenik (As)	15	1,7	0,0054	46%	51%
Organiska material (TOC)	20 000	7 400	24	17%	40%
Polyklorerade bifenyl (PCB)	0,014	0,007	0,000023	28%	48%

9 SKYFALLSHANTERING OCH HÖGA VATTENNIVÅER

9.1 Skyfallskartering

Under kraftiga skyfall överskrider ledningssystemets kapacitet tillsammans med markens infiltrationsförmåga, vilket medför att avrinning på markytan sker. Denna ytavrinning ansamlas i områdets lågpunkter och skapar översvämning.

Finns det ingen möjlighet för vattnet att rinna från lågpunkten, på grund av till exempel barriärer som vägar eller bebyggelse, blir lågpunkten ett så kallat instängt område.

Översvämningar i lågpunkter som dessutom är instängda kan komma att orsaka stora materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Det är därför av stor vikt att identifiera dessa lågpunkter i terrängen, vilket Göteborgs Stad av Kretslopp och vatten har gjort med en skyfallsmodell. se figur 17.

Enligt skyfallsmodellen ansamlas vattnet med djup upp till 0,2 m på markytan vid ett 100-årsregn i planområdets västra och östra del, vid befintliga förhållanden, se figur 17.

Risken för översvämning vid skyfall är inte stor i förhållande till andra delar av Göteborg, men är värda att nämnas för planering av framtida exploatering i planområdet.

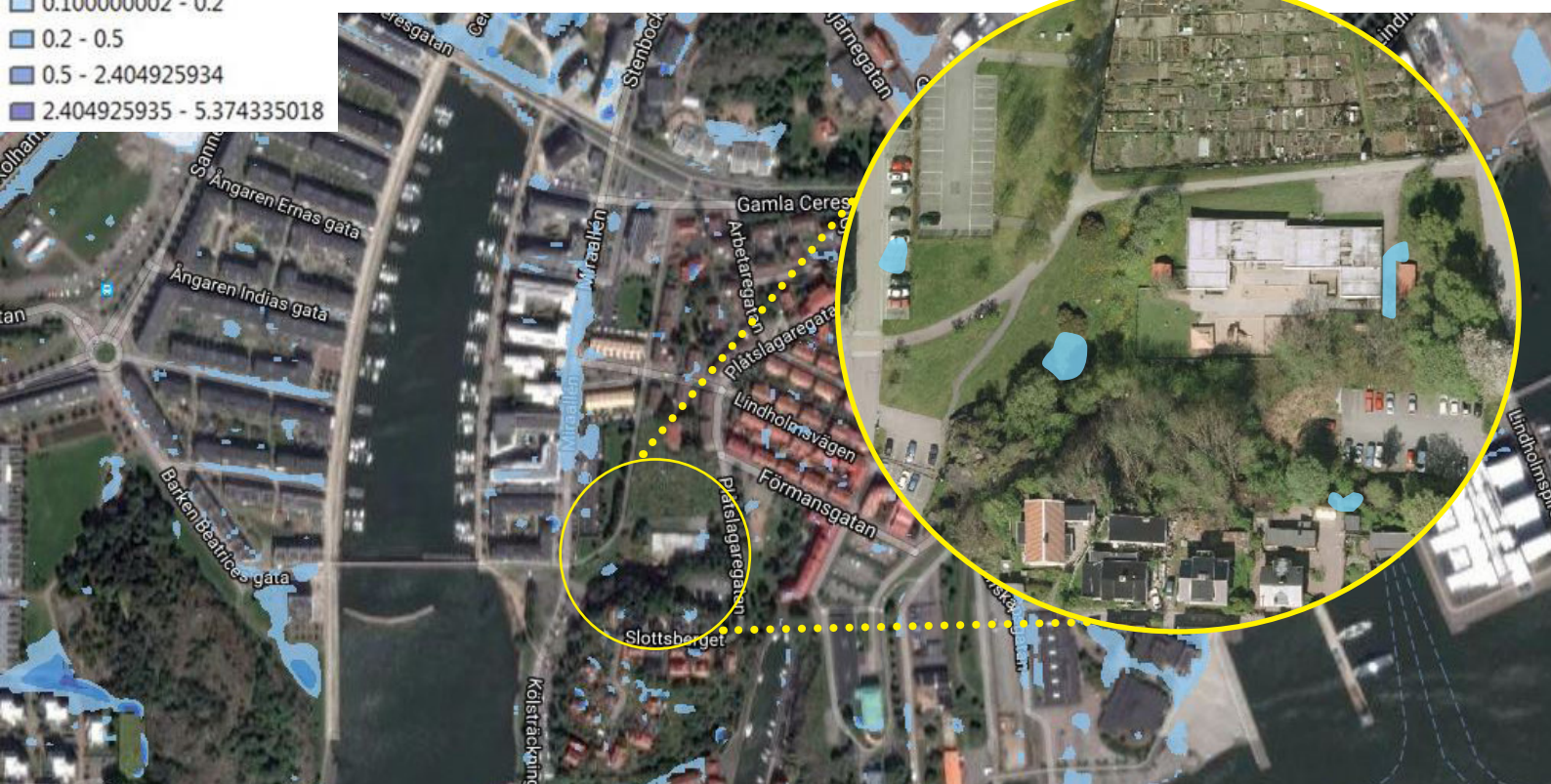
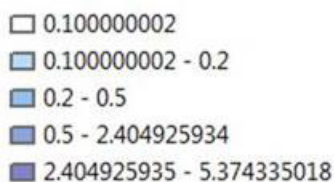
Lågpunkterna där vatten samlas enligt skyfallsmodellen är längs med den befintliga förkolans östra fasad samt nära befintlig dagvattenbrunn inom planområdet, vid släntfoten. Lyfts blicken ytterligare från planområdet visar skyfallsmodellen att en större mängd vatten ansamlas längs Mirallén, se figur 17.

9.2 Skyfallshantering

Ur ett skyfallshanteringsperspektiv är det av vikt att inte skapa instängda områden inom planområdet vid exploatering. Skyfallshantering måste även beaktas från ett framkomlighetsperspektiv. Maximal vattennivå måste beaktas utifrån framkomlighet, där riktvärdena är 0,5 m för räddningstjänst och 0,2 m för gående.

Under riktigt kraftiga skyfall kommer föreslagen dagvattenanläggning inom planområdet inte hinna med att avleda dagvattnet och vatten kommer att rinna på markytan. Ny höjdsättning bör därför säkerställa att dagvatten kan rinna bort från planerade byggnader samtidigt som man inte skapar problem för annat känsligt område.

Den tänka placeringen av föreskolebyggnaden kan komma att innebära risk för att vatten ansamlas mot dess östra fasad, och orsakar skador på byggnaden. Höjdsättningen av marken inom planområdet bör därför utformas för att förhindra detta. Marken bör därför luta från byggnaden från samtliga sidor.



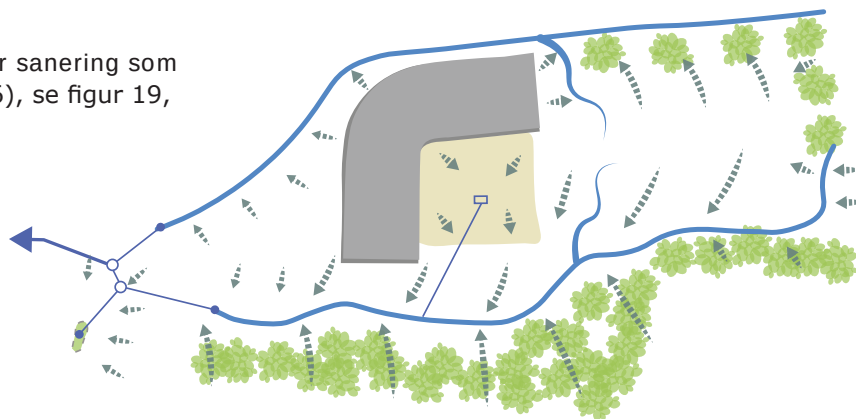
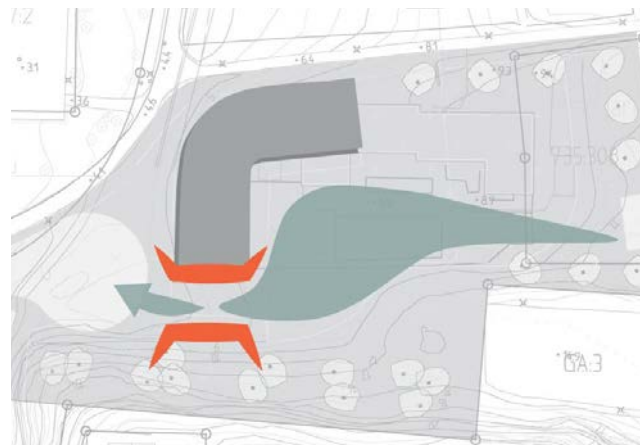
Figur 17. Skyfallskartering av ett 100-årsregn med fokus på planområdet. Redovisar lågpunkter, utströmningsområden eller instängda områden olämpliga för byggnation. Källa: Kretslopp och vatten.

9.3 Höjdsättning

Det rekommenderas att krossdikena längs planområdets norra och södra gränser, utnyttjas som ytliga avrinningsvägar vid skyfall och att planområdet höjdsätts med fall mot dessa. Gårdsplanen bör också luta mot det södra krossdiket, se figur 18. Detta kan förebygga översvämning mot byggnad och på gårdsområdet där barn kommer att vistas.

I områdets västra del, som enligt konceptskiss ska utformas med vändplats och parkering, föreslås marken höjdsättas med lutning från förskolebyggnaden och mot Miraallén. För att vatten vid skyfall ska kunna rinna av mot Göta älv, och inte samlas inom planområdet.

De innebär att de nya höjderna efter sanering som Göteborgs stad har tagit fram (2016), se figur 19, behöver justeras.



Figur 18: Markavrinning med vattenflöden om höjdsättning inte genomförs (övre bilden) mot strategiskt placerad höjdsättning (nedre bilden) för att minimera risk för översvämning.

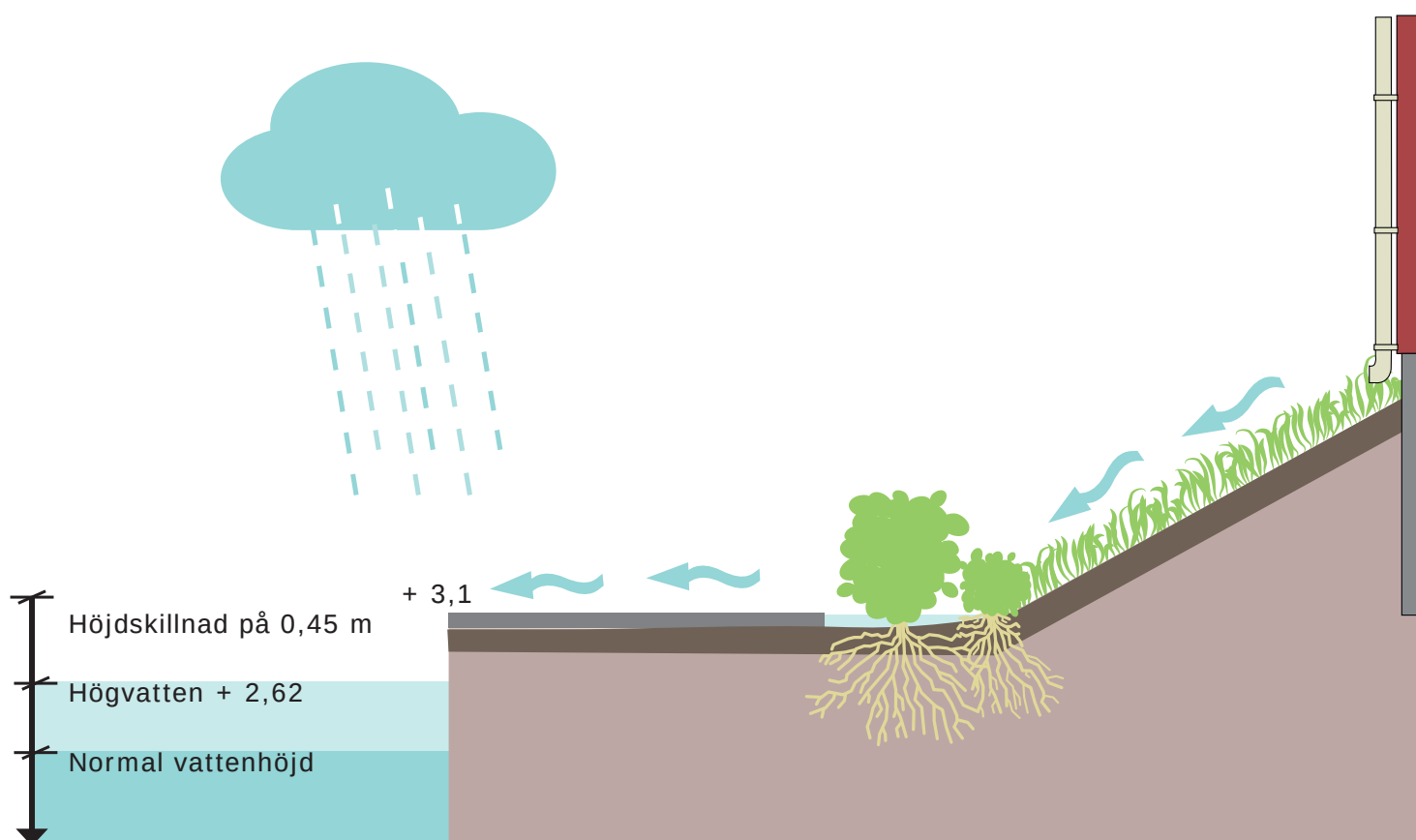
Figur 19: Uppskattning av marknivåer efter schaktsanering markeras med röda höjdkurvor. Källa: Göteborgs stad 2016.



9.4 Höga vattennivåer

Översvämningsrisk vid höga vattennivåer i Göta älv bör också beaktas, vid exploatering av planområdet. Högsta högvattnet för området är +2,65 m och planområdet är beläget på en lägsta marknivå +3,1, vilket ger en höjdskillnad på 0,45 m, se figur 20.

Detta innebär att planområdet ligger inom zon 1 enligt länsstyrelsens "Stigande vatten", enligt Göteborgs stad 2016.



Figur 20. Höjdskillnader för olika vattennivåer i förhållande till lägsta marknivå inom planområdet.

10 UPPSKATTADE INVESTERINGSKOSTNADER

En översiktlig bedömning av investeringskostnader för de föreslagna dagvattenanläggningarna har genomförts. Kostnaderna är framtagna med hjälp av å-prislista markarbeten 2012 Norconsult med indexreglering, tidigare erfarenhet från liknande projekt samt insamlad kostnadsinformation från olika VA-produktleverantörer och entreprenörer. Vid kostnadsberäkningar, om inget annat nämns, har nedanstående antaganden gjorts. Tabell 12 ger en överskådlig bild av alla olika investeringskostnader för planområdet.

Ingår i uppskattade investeringskostnader:

- Beräkningar har gjorts utifrån antal, löp-meter, kvadratmeter eller kubikmeter av dagvattenanläggning
- Schakt för ledningar har antagits ske främst i jord/lera.
- Arbets- och materialkostnader är inkluderade i priset.

Ingår ej i uppskattade investeringskostnader:

- Omkostnader (30 %) som omfattar av administration, försäkringar, vinst, risk, overhead kostnader, allmänna hjälpmedel och småmaskiner ingår ej.
- Byggherrekostnader, som exempelvis projekterings- och byggledningskostnader ingår ej.
- Rivning av befintligt dagvattensystem är inte heller kostnadsberäknat. Detta på grund av att samtliga ytor planeras göras om i samband med ombyggnaden i planområdet och därför har heller inte kostnader för markarbeten tagits med.
- Bortforsling av material är inte medräknat.

10.1 Krossdiken och avskärande diken

Krossdike längs lågstråk i släntfoten av Slottsberget, krossdike längs norra planområdesgränsen, samt avskärande diken inom gårdsområdet. Den totala längden av det södra krossdiket är beräknat till ca 120 m. Den totala längden av det norra krossdiket är beräknat till ca 130 m. De två

avskärande diken från gårdsplanen till det södra och norra längsgående diken är beräknade till ca 20 m vardera.

I investeringskostnaden är schakt, fyllnad, geotextil och dränledning medräknad. Anläggningen av diken beräknas kosta ca 1500 kr/m vilket ger en totalkostnad på ca 435 000 kr.

10.2 Växtbädd

För att öka reningen, fördröjningen och vara en tilltalande miljö för verksamheten, föreslås etablering av regnträdgård/växtbädd av någon form i anslutning till den västra parkeringen. Den totala arean av växtbädden är hämtade från tabell 7 och beräknade till ca 12 m².

I investeringskostnaden ingår gjuten växtbädd med material och anläggningskostnad. Priset varierar bl.a. beroende på behov av dränering. Utförs schakt av annan anledning kan detta minska kostnaden för regnträdgård.

Anläggning av växtbäddar beräknas kosta ca 4000 kr/m² vilket ger en totalkostnad på ca 48 000 kr.

10.3 Gröna tak

Taken på förskolebyggnad samt komplementbyggnader uppskattas ha en area på totalt ca 900 m². Priset för gröna tak, varierar beroende på typ av tak.

Enligt Svenska Naturtaks prislista för sedumtak med lutningar mellan 0 till 25 grader, är kostnaden exklusive kantavslut och montering, för sedumplattorna uppskattad till 500 kr/m², vilket ger en totalkostnad på ca 450 000 kr.

Priset, exklusive kantavslut för sedumtak, med lutning mellan 25-45 grader och montering, för sedumplattor uppskattad till ca 1100 kr/m², vilket ger en totalkostnad på ca 990 000kr.

Tabell 12. Uppskattade investeringskostnader

	Längd [m]	Area [m ²]	Pris Å	Totalt [kr]
Södra krossdike	120	-	1500kr/m	180 000
Norra diket	130	-	1500kr/m	195 000
Avskärande dike på lekyta mot GC-bana	20	-	1500kr/m	30 000
Avskärande dike på lekyta mot bergsvägg	20	-	1500kr/m	30 000
Växtbädd	-	12	4000kr/m ²	48 000
Alt 1. Gröna tak (0-25 grader)	-	900	500kr/m ²	450 000
Alt 2. Gröna tak (25-45 grader)	-	900	1100kr/m ²	990 000

11 ÖVERSIKTLIG BEDÖMNING AV DRIFT- OCH UNDERHÅLLSKOSTNADER

Kostnaderna för skötsel av dagvattenanläggningar baseras på grova uppskattningar. En bedömning bör göras för varje enskilt fall och kostnaderna varierar från år till år. Kostnad för skötsel kan uppskattas årligen uppgå till ca 5-8 % av anläggningskostnaderna. Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren.

För alla typer av anläggningar ska man vid planeringen tänka på åtkomst för skötsel, såsom angöring med gräsklippare, snöröjningsfordon, övriga maskiner för exempelvis slamsugning etcetera.

Driftkostnaden för föreslagna dagvattenanordningar kommer vara högre de första åren för att sedan minska när växter med mera har etablerat sig. Kostnaden är en årlig uppskattning men kommer att variera kraftigt beroende på om det förekommer skyfall och stormar.

11.1 Krossdiken och avskärande diken

För skötselråd av dike rekommenderas regelbunden klippning av gräsyta vid behov och tillsyn 1-2 gånger per år. Då diket ansluter till den hårdgjorda ytan vid parkering och vändplats, bör diket anläggas lägre. Anledningen till detta är att gräsytan höjer sig några millimeter per år och efter hand hindrar dagvattnet att rinna ut över ytan. För att få vattnet att rinna ut över ytan kan det vara nödvändigt att skära bort och sänka gräsytan utmed den hårdgjorda ytan.

Om dagvattenbrunnar för intag av dagvatten placeras i dikenas lågpunkter bör dessa rengöras ca en gång om året, för att minimera risken av igen-sättning av exempelvis löv, skräp, större gruskorn, smuts etcetera från kringliggande miljöer som parkeringsplatsen, gångvägen, bilvägen och grönområdet.

Dränledning går genom diket för att den ska kunna avleda vatten efter infiltration och fungerar som en sista lösning i en prioriterad fördröjningsmetod. Rensning och slamsugning av dräneringsledningen kan behövas och beslutas om vid

tillsynstillfällen. En inspektion kan vara lämplig att genomföra för dagvattenbrunnen efter skyfall.

Livslängden för diken uppskattas till några årtionden men i och med att det är igensättningsrisk som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet. En uppskattning av kostnaderna för drift och underhåll av diken är ca 400kr/h.

11.2 Växtbädd

Bygghöjd (höjd från markyta till toppen av växten) för gräs och perenner ca 350 mm, mindre buskar ca 400mm, mindre träd och större buskar ca 600 mm och större träd ca 800 mm. Valet av växter och platsens förutsättningar avgör den exakta uppbyggnaden.

Underhåll och drift för denna sorts dagvattenanläggningar bör kontrolleras regelbundet. Vattnet måste infiltrera på mindre än 48 timmar för att garantera att anläggningen är myggfri. Om inlopp sker via brunn måste denna sedimentfälla rensas regelbundet. Tillsynen bör ske ca fyra gånger per år och underhållas ungefär 1-2 gånger per år. Denna kostnad uppskattas till 400 kr/h.

11.3 Gröna tak

Gröna tak kräver skötsel i form av gödsling med mera för att bibehålla sin funktion och karaktär för längre och rikligare blomning. Moss- och sedumtak brukar gödslas efter 3-6 år (Vegtech. 2012).

Det gröna taket rekommenderas däremot inte att gödslas om planområdet eftersträvas att minimera föroreningen fosfor. Det finns flera olika sorters gröna tak som inte kräver lika mycket gödsel och om detta föredras bör det undersökas noggrant i ett senare skede. Som argumenterades för tidigare kan även de högre värdena av fosfor renas via den naturliga infiltrationen på planområdet i form av diken. Kostnaden för gödsling av gröna tak uppskattas till 5 kr/m² och tillfälle.

Tabell 13. Uppskattade bedömning av drift och underhållskostnader.

	Skötselråd	Tillsyn per år (ggr)	Underhåll per år (ggr)	Pris Å	ca pris [kr/år]
Krossdiken och avskärande diken	Regelbunden klippning av gräsyta. Rengöring av dagvattenbrunnar samt rengöring och slamsugning av dräneringsledning.	1-2	8	400kr/h	3 800
Växtbädd	Regelbunden kontroll. Rengöring av dagvattenbrunn samt rengöring och slamsugning av dräneringsledning.	4	1-2	400kr/h	3 200
Gröna tak	Gödsel vart 3-6 år	-	-	5kr/m ²	1 000

12 SLUTSATS OCH FÖRSLAG FÖR FORTSATT ARBETE

Vid exploatering av planområdet kommer markanvändningen förändras med fler hårdgjorda ytor. Det innebär att utflödet ökar med ca 74 % för ett 5-års regn, från 31 l/s till 54 l/s med klimatfaktorn och med ca 73 % för ett 20-års regn, från 49 l/s till 85 l/s med klimatfaktorn. Det ökade flödet tillsammans med det faktum att planområdet klassas vara en medel belastad yta med en mindre känslig recipient ger ett behov av enklare rening och flödesutjämning av dagvatten inom planområdet.

För planområdet rekommenderas en anslutningspunkt till befintlig kommunal dagvattenledning väster om planområdet mot Mirallén, med utlopp i Sannegårdshamnen och Göta älv.

Med tanke på typ av exploatering och tillgängligt utrymme har dagvattenhanteringsåtgärder föreslagits och beskrivits. Planering av dagvattenhantering har genomförts enligt krav och riktlinjer för Göteborgs stad. Avledning av dagvatten i trögt system har prioriterats, och lösningar anpassats för att det inte ska uppstå öppna dagvattenytor inom förskolegården.

För att begränsa utflödet föreslås dagvattnet avledas genom diken med dränerande krossmaterial i lågstråk längs planområdets norra och södra gräns. Så kallade regnträdgård eller växtbädd rekommenderas för den västra parkeringen. Gröna tak föreslås även fungera som fördröjningsanläggning på de nya byggnaderna. Med dessa lösningar har krav om fördröjning av 10 mm/m² hårdgjord ytan kunna uppfyllas inom planområdet.

Höjdsättningen spelar också en viktig roll för att dagvattenhanteringen ska lyckas och avrinningen ska avledas på ett korrekt sätt. Samt för att minska risken för översvämning vid skyfall.

Analys av föroreningskoncentrationer och föroreningsbelastning vid befintlig markanvändning,

och planförslag utan reningsåtgärder visar att det är behov för rening av dagvatten innan det släpps till recipient. Analysen visar också att föreslagna åtgärder i dagvattenhanteringen kan reducera föroreningskoncentrationerna så att Miljöförvaltningens målvärden inte överskrids. Vid analys av totala föroreningsmängder för planförslag med reningsåtgärder visar beräkningarna att den totala föroreningsmängden förväntas minska jämfört med nuläge och planförslag utan reningsåtgärder.

Det är dock av betydelse att risk för spridning av föroreningar på grund av förorenande massor beaktas vid utformning av framtida dagvattenhantering, samt att eventuella åtgärder vidtas om området inte saneras helt från förorenade massor.

Redovisade beräkningar gäller för förhållande visade i konceptskissen för planområdet. Ändringar i markanvändning medför att beräkningar måste justeras innan lösningar projekteras.

I övrigt bedöms det inte bli problem med träd- och växtplanteringar i området. Träd- och växtplanteringar kan anpassas så att de inte kommer i konflikt med planerade diken och fördröjningsanläggningar. Vidare är det av betydelse att dagvattenhantering anordnas så att skadeverkningar vid brand, andra miljöolyckor, och översvämningar begränsas.

Föreslagna dagvattenåtgärder kräver detaljprojektering inför anläggandet.

Höjdsättning och inmätning för det befintliga dränerande lågstråket bör genomföras för att säkerställa dimensionerna för vidare beräkningar av flöden och regleringsvolymen för kvartersmarken och avrinningsområdet i det stora hela. Det är viktigt att planområdets höjdsättning inte försvårar översvämningssituationen för befintliga fastigheter eller skapar nya instängda områden.

Bilaga 1 – Dimensionerande dagvattenflöden

1. Dagvattenflöden

Beräkningar för dagvattenflöden inom delavrinningsområdet har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten", P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem" samt P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering".

1.1 Dimensionerande dagvattenflöden

Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden (q_{dim}) har rationella metoden använts. Rationella metoden ges av formeln nedan:

$$q_{dim} = i_A \cdot A_{red}$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

A_{red} = reducerad area, $A_{red} = \varphi \cdot A$ [ha]

φ = avrinningskoefficient

A = avrinningsområdets storlek [ha]

Dimensionerande flöde beräknas för avrinningsområdet, alltså för den markyta som avvattnas till beräkningspunkten vid planområdets östra kant. De avrinningskoefficienter som har använts vid dimensionering är uppskattade enligt P110 och kan ses nedan i Tabell 1.

Tabell 1. Avrinningskoefficienter för olika typer av ytor.

Typ av yta	Avrinningskoefficient (φ)
Asfaltyta	0,8
Tak	0,9
Park samt kuperad bergig skogsmark	0,1
Lekyta	0,5

1.2 Dimensionerade regninintensitet

För beräkning av dimensionerade regninintensitet (i_A) har Dahlström (2010) ekvation använts. Dimensionerade regninintensitet har beräknats ur formeln:

$$i_A = 190 \cdot \sqrt[2]{\Lambda} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [min]

Λ = återkomsttid [mån]

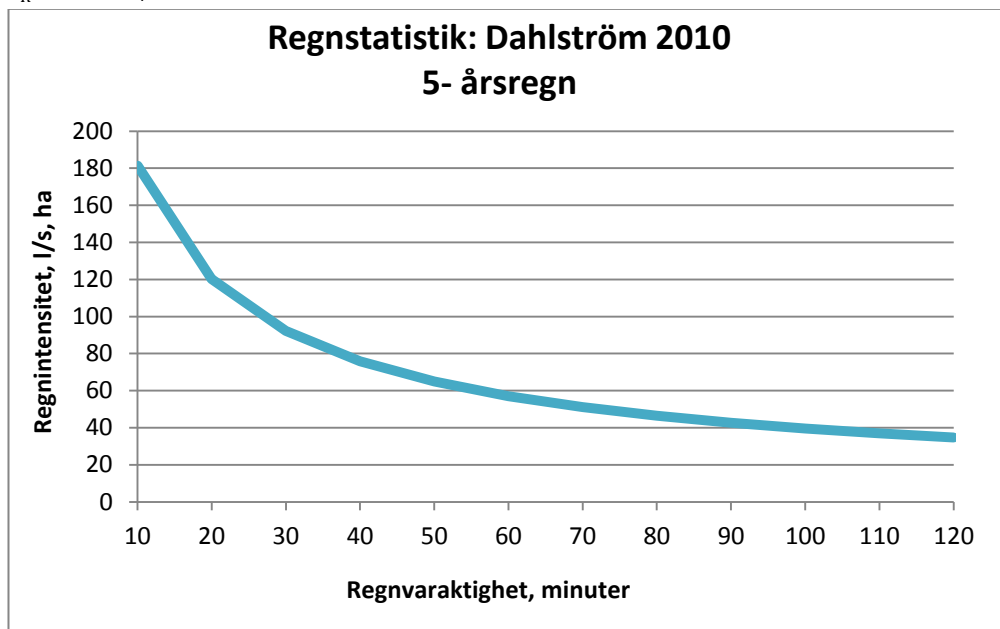
Regnvaraktigheten är lika med den tidsmässigt längsta rinnvägen genom delavrinningsområdet fram till beräkningspunkten och är beräknad med hjälp av P110 och Tabell 4.5. I tabellen finns olika vattenhastigheter som är beroende av om dagvattnet leds i ledning, dike eller mark med flera. Vattenhastigheten dividerat med den sträcka som dagvattnet avleds bestämmer rinntiden.

Rinntiden för avrinningsområdet är ca 15 minuter. Från den mest avlägsna hårdgjorda ytan till utloppet som är belägen strax ovanför parkeringsytan, sydöst om planområdet avleds vattnet först genom markavrinning med en rinntid på minst 16 min. Därefter avleds vattnet och genom ett rörsystem till utloppspunkten med en rinntid på minst 1. Det innebär att regnvaraktigheten/rinntiden som används i vidare beräkningar därför är på 15 minuter för hela avrinningsområdet.

Rinntiden för enbart planområdet är också ca 15 min. Dagvattnet avleds här genom infiltration i mark samt via dagvattenledning. Rinntiden är baserad från den mest avlägsna delen på planområdet i förhållande till tiden det tar för dagvattnet att nå utloppet. Vid vidare beräkning används därför 15 minuter för planområdet.

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 5-, 20- och 100 år. Återkomsttiderna är hämtade från P110 och Tabell 2.1 med antagandet att avrinningsområdet består av asfalt, tak och park med kuperad skog.

$T_R = 15 \text{ min}$, $\bar{A} = 5 \text{ år} = 60 \text{ mån}$



Figur 1. Intensitet-varaktighetsdata enligt Dahlström (2010) ekvation. Figuren visar regnvaraktigheter från 10 minuter upp till 2 timmar. Återkomsttiden är 5 år och regnvaraktigheten 15 min. Regnintensiteten blir då 144 l/s, ha.

Dimensionerande regnintensitet före exploatering blir 144 l/s hektar med en återkomsttid på 5 år, 227 l/s hektar och 387 l/s hektar med en återkomsttid på 20

respektive 100 år för hela avrinningsområdet och samma värden har använts för beräkningarna inom planområdet.

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbörds mängder ansätts en klimatkfaktor på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110. Klimatfaktorn har lagts på dimensionerande regnintensiteten före exploatering. I övrigt beräknas dagvattenflödet efter exploatering på samma sätt som innan, där avrinningsområdet och regnvaraktigheten har antas vara de samma.

1.3 Dimensionerande flöden före och efter exploatering för hela avrinningsområdet (0,91 ha)

Innan exploatering			5 år			20 år		100 år	
DELYTA	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	i5 (l/s ha)	Qd dim	i20 (l/s ha)	Qd dim (l/s)	i100 (l/s ha)	Qd dim (l/s)
Asfalterade ytor	0,18	0,8	0,15	144	21	227	33	387	56
Tak, hårdgjord yta	0,05	0,9	0,05	144	7	227	11	387	19
Park & Kuperad skog	0,58	0,1	0,06	144	8	227	13	387	23
Lekyta	0,09	0,5	0,05	144	7	227	10	387	18
Totalt	0,91		0,25		43		68		115

Efter exploatering			5 år			20 år		100 år	
DELYTA	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	i5 (l/s ha)	Qd dim	i20 (l/s ha)	Qd dim (l/s)	i100 (l/s ha)	Qd dim (l/s)
Asfalterade ytor	0,19	0,8	0,15	144	22	227	34	387	58
Tak, hårdgjord yta	0,09	0,9	0,08	144	11	227	17	387	30
Park & Kuperad skog	0,41	0,1	0,04	144	6	227	9	387	16
Lekyta	0,22	0,5	0,11	144	16	227	25	387	43
Totalt	0,91		0,27		55		86		147
Ökning efter exploatering					12		18		32

Bilaga 1

2017-10-06

Efter exploatering med klimatfaktor 1,25				5 år	20 år	100 år			
DELYTA	Area (ha)	φ	A _{red} (ha)	i5 (l/s ha)	q _d dim	i20 (l/s ha)	q _d dim (l/s)	i100 (l/s ha)	q _d dim (l/s)
Asfalterade ytor	0,19	0,8	0,15	180	27	284	42	484	72
Tak, hårdgjord yta	0,09	0,9	0,08	180	14	284	22	484	37
Park & Kuperad skog	0,41	0,1	0,04	180	7	284	12	484	20
Lekyta	0,22	0,5	0,11	180	20	284	32	484	54
Totalt	0,91		0,27		68		108		184
Ökning efter exploatering					25		40		68

1.4 Dimensionerande flöden före och efter exploatering endast för Planområdet (0,71 ha)

Innan exploatering			5 år		20 år		100 år		
DELYTA	Area (ha)	φ	A _{red} (ha)	i5 (l/s ha)	Q _d dim	i20 (l/s ha)	Q _d dim (l/s)	i100 (l/s ha)	Q _d dim (l/s)
Asfalterade ytor	0,10	0,8	0,08	144	11	227	17	387	30
Tak, hårdgjord yta	0,05	0,9	0,05	144	7	227	11	387	19
Park & Kuperad skog	0,47	0,1	0,05	144	7	227	11	387	18
Lekyta	0,09	0,5	0,05	144	7	227	10	387	18
Totalt	0,71		0,17		31		49		84

Efter exploatering	5 år				20 år		100 år		
DELYTA	Area (ha)	φ	A _{red} (ha)	i5 (l/s ha)	Q _d dim	i20 (l/s ha)	Q _d dim (l/s)	i100 (l/s ha)	Q _d dim (l/s)
Asfalterade ytor	0,10	0,8	0,08	144	12	227	18	387	31
Tak, hårdgjord yta	0,09	0,9	0,08	144	11	227	17	387	30
Park & Kuperad skog	0,30	0,1	0,03	144	4	227	7	387	12
Lekyta	0,22	0,5	0,11	144	16	227	25	387	43
Totalt	0,71		0,30		43		68		116
Ökning efter exploatering					12		18		32

Bilaga 1

2017-10-06

Efter exploatering med klimatfaktor 1,25				5 år		20 år		100 år	
DELYTA	Area (ha)	ϕ	A _{red} (ha)	i5 (l/s ha)	Qd dim	i20 (l/s ha)	Qd dim (l/s)	i100 (l/s ha)	Qd dim (l/s)
Asfalterade ytor	0,10	0,8	0,08	180	15	284	23	484	39
Tak, hårdgjord yta	0,09	0,9	0,08	180	14	284	22	484	37
Park & Kuperad skog	0,30	0,1	0,03	180	5	284	9	484	15
Lekyta	0,22	0,5	0,11	180	20	284	32	484	54
Totalt	0,71		0,19		54		85		145
Ökning efter exploatering					23		35		61

1.5 Flöde vid dimensionerande 5-och20-års regn, med fördröjning enligt föreslagna dagvattenhanteringåtgärder

Fördröjningsanläggningarna är dimensionerade utifrån Göteborgs Stads krav på fördröjning inom kvartersmark på 10 mm/m² hårdgjord yta, vilket är mindre än dimensionerande 5- och 20-årsregn.

Beräkningarna utgår ifrån att fördröjningsvolymen hos respektive fördröjningsanläggning fylls upp under de första minuterna av regnet. När respektive magasin är fullt, antas flödet bräddas. För grönt tak som mättas antas avrinningskoefficient 0,9, då är flödet lika stort från taket som utan fördröjningsåtgärd.

Genomsnittligt flöde är beräknat utifrån att den totala regnvolymen från avrunnen yta minus fördröjningsvolymen, fördelat under regnets varaktighet. I verklighet är det snarare troligt att flödet ut är litet under de första minuterna av regnet, för att sedan öka när magasinerna är fulla. Dock är utformningen av utloppskonstruktion av stor betydelse för detta. Antagen utflödes volym 0 l/s medan magasinerna fylls, och vid fyllt magasin antaget utflöde lika stort som utflöde utan fördröjning.

Flöde från planområdet med fördröjning och klimatfaktor

Dimensionerande regnhändelse 5-års regn med 15 min varaktighet

	Utflöde (l/s) Utan fördröjning	Utflödes Volym (m ³) Utan fördröjning	Utflödes Volym (m ³) Med fördröjning	Tid (min) innan magasin är uppfyllt	Tid (min) efter att magasin är uppfyllt	Genomsnittligt Utflöde (l/s) Med fördröjning
Gröna tak						
<i>Fördröjning 9 m³</i>	14	12	3	11	4	4
Krossdike						
<i>Fördröjning 17,4 m³</i>	34	31	13	8	7	15
Växtbädd						
<i>Fördröjning 3,6 m³</i>	6	5	2	10	5	2
Tot flöde l/s	54					20

Flöde från planområdet med fördröjning och klimatfaktor

Dimensionerande regnhändelse 20-års regn med 15 min varaktighet,

	Utflöde (l/s) Utan fördröjning	Utflödes Volym (m ³) Utan fördröjning	Utflödes Volym (m ³) Med fördröjning	Tid (min) innan magasin är uppfyllt	Tid (min) efter att magasin är uppfyllt	Genomsnittligt Utflöde (l/s) Med fördröjning
Gröna tak						
Fördröjning 9 m³	22	20	11	7	8	11
Krossdike						
Fördröjning 17,4 m³	54	49	31	5	10	35
Växtbädd						
Fördröjning 3,6 m³	9	8	5	7	8	5
Tot flöde l/s	85					51

FÖRSLAG
DAGVATTENHANTERING

DIKESBREDD 1.5 M

DIKESBREDD 4 M

SKALA 1:400

0 5 10 15 20 30 40
METER

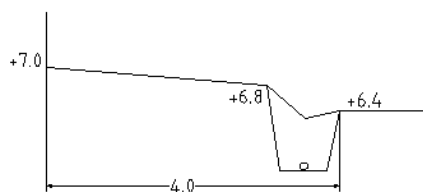
PLANOMRÁDE

1:400	W-51-2-
-------	---------

100

Bilaga 4 – Sektioner krossdiken och fördröjningsvolym krossdiken.

PRINCIPSEKTION NORRA KROSSDIKET (M)



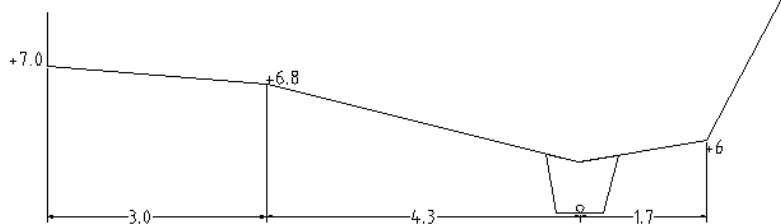
FÖRDRÖJNINGSVOLYM



AREA: 0.7 m²
LÄNGD: 40 m
PORVOLYM: 30%

= 8.4 m³

PRINCIPSEKTION SÖDRA KROSSDIKET (M)



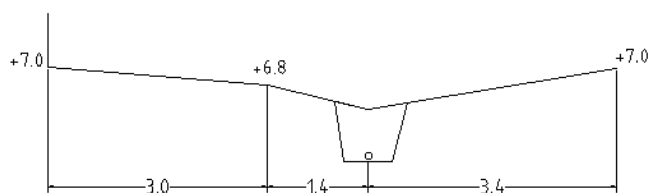
FÖRDRÖJNINGSVOLYM



AREA: 0.6 m²
LÄNGD: 30 m
PORVOLYM: 30%

= 5.4 m³

PRINCIPSEKTION FASAD OCH AVSKÄRANDE DIKE (M)



FÖRDRÖJNINGSVOLYM



AREA: 0.6 m²
LÄNGD: 10 m
PORVOLYM: 30%

= 1.8 m³