
Detaljplan för vård och forskning vid Per Dubbsgatan

**Sammanfattning och slutsatser i utförda
utredningar till detaljplanens samrådshandling och
därpå följande genomförandestudie (GFS),
granskningshandling samt kommentarer till MKB.**

**Krav, synpunkter och rekommendationer för vidare
planarbete inom dagvatten- och skyfallsfrågan,
2020-01-24.**

Diarienummer KoV: 0517/14

Handläggare KoV

Simon Trevik

Tel: 031-368 74 38

simon.trevik@kretsloppochvatten.goteborg.se

Handläggare KoV

Gerd Steck

Tel: 031-368 71 61

gerd.steck@kretsloppochvatten.goteborg.se

Innehållsförteckning

DETALJPLAN FÖR VÅRD OCH FORSKNING VID PER DUBBSGATAN	1
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
SAMMANFATTNING	4
1. FÖRUTSÄTTNINGAR OCH STYRANDE DOKUMENT	5
1.1 Kretslopp och vattens (KoV) uppdrag i planarbetet.	5
1.2 Tematiskt tillägg till översiktsplanen för översvämningsrisker och dess krav	5
1.3 Stadens strukturplan	5
1.4 Strukturplan för Linnéstaden	6
2 UTREDNINGARNA SOM BERÖR DAGVATTEN OCH SKYFALL SOM UTFÖRTS I PLANARBETET	6
2.1 Dagvatten – och skyfallsutredning för Per Dubbsgatan, KoV 180327	6
2.2 GFS – Genomförandestudie 2019	7
2.3 Fortsatta skyfallsstudier i arbetet med detaljplanen	8
2.4 kompletterande analys av skyfallshantering inom DP Medicinareberget, Ramböll 190523	8
2.5 Skyfallshantering DP, Medicinareberget – LIFE – Koncepthandling Ramböll 190903	9
2.6 PM – Slutsats avseende skyfallshantering inom detaljplan Per Dubbs, UPR Kretslopp och vatten	10
2.7 Sammanfattning av krav som ställts i planprocessen för att säkra åtgärder mot skyfallsskador	10
3 KOMMENTARER TILL MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING	10
4 KOMMENTARER TILL KOSTNADSUPPSKATTNING	11
5 REKOMMENDATIONER FÖR VIDARE PLANARBETE INOM DAGVATTEN- OCH SKYFALLSFRÅGAN	11
5.1 Behov av skyfallsåtgärder utanför planområdet	11
5.2 Ansvar för planområdets höjdsättning	11

Sammanfattning

Dokumentet är sammanställt av Kretslopp och vatten för att tydliggöra vad de olika utredningarna i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågan under detaljplaneprocessen inneburit. Detta dokument sammanfattas efter detaljplanens samrådsfas och genomförandestudie. Det blir även underlag till planhandlingen för detaljplanens granskningsskede. De olika utredningarna som har gjorts och dokument som skrivits gällande dagvatten och skyfall samt detaljplanens MKB kommenteras något.

Vi vill med detta arbete kommunicera de resultat de olika utredningarna givit, men också betona KOVs synpunkter, så att planförfattare har stöd gällande dagvatten- och skyfallsfrågorna i det fortsatta arbetet med detaljplanen.

Det finns ett antal krav och riktlinjer gällande dagvatten och skyfall som en detaljplan ska uppnås. För aktuell detaljplan är det en komplex situation som är och blir svår att lösa. Detaljplaneområdet utgör en del av ett större avrinningsområde och den nya akutbyggnaden förslås placeras i ett område som idag utgör del av en yttlig avrinningsväg vid skyfall. För att hantera ett skyfall inom detaljplaneområdet beskrivs i koncepthandling daterad 20190903 en systemlösning där tre nedsänkta ytor kommer att fånga upp skyfallsvatten. Volymerna för de nedsänkta ytorna klarar ett statistiskt 100-års regn med klimatfaktor, vilket är ett skyfall. Systemlösningen för detaljplaneområdet lever upp till de riktlinjer som beskrivs i TTÖP. För att genomförandet av samtliga skyfallsfördröjningar ska säkerställas i detaljplanen måste samtliga ytor beskrivas i planhandlingen. Vid en situation då ett klimatanpassat hundraårsregn faller innebär detta, att andra delar av sjukhusområdet ställs under vatten, om inga särskilda åtgärder vidtas även utanför planområdet, det vill säga för hela avrinningsområdet. Därför är det riktigt att sett ur ett samhällsekonomiskt perspektiv söka lösningar för hela avrinningsområdet gällande skyfall.

En skyfallssituation kan hanteras enligt gällande krav och riktlinjer, med undantag pga översiktlig höjdsättning, med de förslag som presenteras i koncepthandlingen daterad 20190903. Däremot så är situationen fortsatt väldigt problematisk för delar av sjukhusområdet utanför detaljplanområdet. Undantaget som hänvisas till, gäller den planerade akutbyggnadens placering i höjdd. Akutbyggnaden planeras anlägga färdigt golv (FG) 20 cm lägre än de krav/rekommendationer som ställs i TTÖP. De 20 cm som omnämns har som funktion att vara en säkerhetsmarginal gentemot skyfall som ska uppnås för avstånd mellan vattenyta och golv för vital del i byggnad nödvändig för byggnadsfunktion. Den höjdsättning som är utförd i GFSen och avser allmän platsmark får anses som grov. I bygglovsskedet måste därför en detaljerad höjdsättning av allmän platsmark, kvartersmark samt de nedsänkta skyfallsytorna redovisas för att säkra planområdet vid en skyfallshändelse.

I dagvatten- och skyfallsutredningen som togs fram inför detaljplanens samrådshandling föreslogs en nedsänkt raingarden för att fördröja och rena det dagvatten som ackumuleras inom allmän platsmark. Ingen annan lösning för att hantera dagvatten har studerats i detalj. För kvartersmark ställs kravet på dagvatten att 10 mm per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas och att dagvattnet ska renas innan det går på KOVs ledning.

1. Förutsättningar och styrande dokument

1.1 Kretslopp och vattens (KoV) uppdrag i planarbetet.

KoV är VA-huvudman i Göteborgs stads och förvaltningen har sedan 2017 ansvar för att koordinera och samordna arbetet med att skyfallssäkra staden. Detta innebär att KoV skall hjälpa övriga förvaltningar och intressenter i staden att nå de riktlinjer som föreskrivs i TTÖP kring skyfall. Dessa riktlinjer innebär i korta ordalag att man skall bygga staden för att klara ett klimatanpassat 100-årsregn vad gäller skydd av bebyggelse (0,2 m säkerhetsmarginal) och samhällsviktig verksamhet (0,5 m säkerhetsmarginal) resp trygga framkomlighet (max 0,2 m vattendjup på utpekade vägar). Man skall också tillse att man inte försämrar för befintligheter inom eller utanför DP.

Till detta kommer även frågor om dagvatten, ledningsförsörjning mm.

1.2 Tematiskt tillägg till översiktsplanen för översvänningsrisker och dess krav

Den tematiska översiktsplanen (TTÖP) redovisar mål och strategier för klimatanpassning med avseende på översvänningsrisker vid stadsplanering i Staden. Vid varje nyexploatering- eller förtätningsprojekt ska Stadens hållbarhet prövas i detaljplanarbetet.

Funktion/Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/Planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion – nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvän- dig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet – nyanläggning högprioriterat vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

Figur 1 - Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse. Angivna höjder är relativa höjder. För skyfall ska angivna höjder vara gällande mellan färdigt golv och översvänningsnivå.

1.3 Stadens strukturplan

En skyfallsmodell utarbetades som visar översvämning som effekt av ett regn med 100 respektive 500 års återkomsttid och hur regnet ter sig i Stadens urbana delar, då hänsyn tagits till ledningskapacitet, markens infiltrationsförmåga och ytavrinning.

Strukturplanen ligger till grund för det arbete som utfördes i de utredningar som beskrivs nedan.

1.4 Strukturplan för Linnéstaden

I Förslag på Strukturplan för Linnéstaden beskrivs 2 ytliga avrinningsvägar för skyfall, varav den ena leder vatten genom sjukhuset och området för den planerade akuten (Hus 1) ned mot Vitsippsbäcken. Den är inte längre aktuell i enlighet med den

skyfallsutredning som utfördes av Ramböll (se 2.3.2). Den andra beskrivs längs med Ehrenströmsgatan, som ligger utanför planområdet och har därmed inte behandlats i de Dagvatten- och skyfallsutredningar som gjorts för detaljplanen, se kapitel 2.

En åtgärdsplan som pilotstudie är utarbetad för Dag Hammarskjölds led, där hela avrinningsområdet runt Sahlgrenska ingår. De ytliga avrinningsvägar som beskrivs på och runt Sahlgrenskas område är utpekade som högt prioriterade. Denna kunskap gör det mycket angeläget att värdera en fortsättning av skyfallsarbetet för hela sjukhusområdet, så att den nya akutkliniken säkras från påverkan av skyfall på ett hållbart sätt. Se även kap 5.1.

2 Utredningarna som berör dagvatten och skyfall som utförts i planarbetet

2.1 Dagvatten – och skyfallsutredning för Per Dubbsgatan, KoV 180327

I arbetet med samrådshandlingen togs en Dagvatten och skyfallsutredning fram av KoV. Som underlag till denna tjänades miljöförvaltningens krav på rening av dagvatten, samt Stadens strukturplan för skyfall.

Här beskrivs Sahlgrenskas område som problematiskt sett ur ett skyfallsperspektiv. Se kartor om befintliga förhållanden, Dagvatten och skyfallsutredning s.20–21. Då den föreslagna nya akuten (hus 1) kommer placeras i en lågpunkt som idag ansamlar ca 1000 m³ vatten vid ett skyfall beskrevs följande åtgärd: en kulvert skulle byggas öster om den nya akutbyggnaden (hus 1) för att samla upp och leda bort skyfallet mot Vitsippsbäcken. Kulverten skulle ge samma avledande funktion som det befintliga ytliga stråket har. För det skyfallsvatten som idag blir stående inom allmän plats fördröjs motsvarande volym (93 m³) inom vändslungan för spårväg, Område 5 i Dagvatten och skyfallsutredning s.21.

Utredning beskriver också de behov för rening och fördröjning av dagvatten som finns inom kvarters- respektive allmän platsmark. För allmän platsmark föreslogs en nedsänkt raingarden inom spårvägens vändslinga. Totalt behöver, för allmän platsmark, dagvatten på en yta om 220 m² renas och minst 100 m³ fördröjas.

Möjligheter för dagvatten och skyfallshantering kom att studeras vidare i detaljplanens genomförandestudie (GFS) och i kompletterande skyfallsutredningar.

En av anledningarna till kompletterande skyfallsutredning var att länsstyrelsen yttrade sig över skyfallsleden/den ytliga avrinningsvägen som leder till Vitsippsbäcken och begärde en kompletterande utredning. Skyfallsleden följer idag sjukhusområdets topografi. En andra anledning var att för att genomföra föreslagen skyfallsled behövde en kulvert/ledning byggas genom sjukhusområdet. Västfastigheter som förvaltar sjukhusområdet ansåg att tillgängligheten i marken var dålig för den föreslagna kulverten. Man valde därför att frånga den nya skyfallsleden som föreslagits i utredningen. Dessa frågor blev ingångsvärden till det fortsatta skyfallsarbetet.

2.1.1 Utredningen beskriver följande krav för detaljplanen

Inom detaljplaneområdet är ytan inom vändslungan den enda tillgängliga för fördröjning och rening av dagvatten inom allmän platsmark.

Krav på fördröjning av minst 100 m³ dagvatten inom allmän platsmark, samt rening enligt Miljöförvaltningens krav, vilket innebär ett behov av ett biofilter med storleken 220 m². (Ett biofilter är en växtbädd uppbyggd med material med god genomsläpplighet för vatten. Den planteras så att växter och markmaterial kan bidra till reningen.) Miljöförvaltningens krav finns att utläsa i ”Reningskrav för dagvatten” på Göteborgs stads hemsida. För dagvatten gäller, även inom kvartersmark, kravet att 10 mm/m² hårdgjord yta ska fördröjas samt renas enligt Miljöförvaltningens krav.

Det beskrivna skyfallet ska tas om hand inom planområdet och får inte förvärra situationen uppströms eller nedströms. De krav som ställs i TTÖP (se matris 1.3.1) ska detaljplanen leva upp till. För att hantera skyfall ska 93 m³ fördröjas inom allmän platsmark och en skyfallsled ska (likt situationen idag) leda vatten igenom planområdet mot Vitsippsbäcken.

2.2 GFS – Genomförandestudie 2019

Studien avser att bedöma detaljplaneförslaget genomförbarhet och ge en kostnadsuppskattning. GFS arbetet leds av Trafikkontoret. KoV har deltagit i arbetet med behov av ledningar, ledningslägen, samt vidare arbete med dagvatten och skyfallsfrågan, och dess konsekvenser för planområdet.

För den allmänna platsmarken innebär planförslaget bland annat flytt av hållplatslägen och en ny utformning av gaturummet bland annat beroende på att de föreslagna byggnaderna kräver mer utrymme. Arbetet resulterade i att raingarden, en yta för rening och fördröjning av dagvatten, kom att sänkas ner ytterligare. Anledningen till detta är att den måste anpassas till nya dagvattenledningarnas lägen i höjddled. Raingarden är också en nedsänkt volym som ska ta hand om skyfallsvatten från allmän platsmark. När ett skyfallsregn kommer rör det sig snabbt över de hårdgjorda ytorna, mot lägre liggande öppna arealer som då en nedsänkt raingarden blir.

Under sommaren 2019 utfördes geotekniska undersökningar i området för spårvägens vändslinga och den planerade nedsänkta raingarden däri. Undersökningarna visade att berget ligger grunt i delar av området, vilket kommer att påverka kostnadsbilden.

Planförslaget innebär flera nya och större byggnader, vilka har behov av utökad försörjning av dricksvatten och avlopp. Trafikförslaget innebär även att nya ledningslägen för allmänt VA krävs.

En fördjupad studie med modell över skyfallssituationen ingick inte i GFS. Däremot gjorde konsulten en översiktlig höjdsättning av allmän platsmark. Denna användes sedan i kommande skyfallsutredningar. KoV har under GFS arbetet påpekat tveksamhet om en så grov och översiktlig höjdsättning av planområdet tjänar som tillräckligt underlag för att bedöma hur ett skyfall påverkar planen i en så pass komplex situation som denna.

Redovisade FG-höjder är angivna till +38,7 m. Det uppfyller kravet på skada på byggnad men som samhällskänsligt ska det klara +38,9 m (0,5 m högre än 38,4 m som dämning uppströms stiger till) FG är alltså planerat 20 cm lägre än det som föreskrivs i TTÖP.

GFS föreskriver krav som inte kan redovisas i plankartan, det kan och ska däremot redovisas i bygglovsskedet. Då med en höjdsättning som gör att sjukhusets funktion och framkomlighet till sjukhuset säkras även vid ett skyfall.

Allmänna VA-ledningar kommer att placeras i Per Dubbsgatans bilkörfält.

Gestaltungsprogrammet visar en möjlig utformning för raingarden med en serie murar i terrass. Med tanke på de laster som blir då spårvagnarna rör sig i vändslingan ska denna utformning studeras mer detaljerat i nästa skede.

2.2.1 Utredningen beskriver följande krav för detaljplanen

I GFS beskrivs behov för nyanläggning och för flytt av ledningar, liksom en nedsänkt raingarden som även ska tjäna som skyfallsyta. Den i GFS föreslagna höjdsättningen av ytorna anses i skrivande stund, av planförfattaren som tillräcklig för detaljplanens genomförande.

2.3 Fortsatta skyfallsstudier i arbetet med detaljplanen

Som underlag för skyfallsstudier tjänar Stadens skyfallsmodeller, se 1.3.2 Stadens Strukturplan och 1.3.3 Strukturplan för Linnéstaden. Strukturplanen som utgör grunden för Dagvatten- och skyfallsutredningen som sammanfattas i kap 2.1. I arbetet med detaljplanen kom Ramböll även att utarbeta en modell för Västfastigheter, som sedan tjänade som underlag för en modell för den Kompletterande skyfallsutredningen med Per Dubbsgatan inkluderad. KoV kom därefter att göra en jämförelse av utredning/analys av Rambölls skyfallsmodell av detaljplaneområdet se avsnitt 2.3.3

2.4 kompletterande analys av skyfallshantering inom DP Medicinareberget, Ramböll 190523

Utredningen gjordes på uppdrag av Västfastigheter för att komplettera KoVs rapport. Motivet till insatsen var att skyfallsleden som föreslogs i KoVs dagvatten- och skyfallsutredning var problematisk att kombinera med de behoven som Västfastigheter hade. I rapporten rekommenderas att skyfall styrs bort längs med Per Dubbsgatan. Vatten som idag går in på kvartersmark styrs då bort och längs Per Dubbsgatan mot Linnéplatsen utanför planområdet.

Denna lösning når inte upp till de krav och riktlinjer som ställs enligt TTÖP vid en skyfallssituation.

2.4.1 Utredningen beskriver följande krav för detaljplanen

Syftet med utredningen var att frånga Strukturplanens förslag till skyfallsled. Utredningen föreslår underjordiska skyfallsmagasin alternativt en barriär som stoppar dagvatten från att ytligt kunna ta sig från Per Dubbsgatan in på planområdets kvartersmark.

2.5 Skyfallshantering DP, Medicinareberget – LIFE – Koncepthandling Ramböll 190903

Syftet med utredningen/skyfallsmodelleringen var att pröva om detaljplanen uppfyller TTÖPs krav om klimatsäkring. Som underlag tjänade Stadens trafikförslag för allmän platsmark (Per Dubbsgatan) och delar av Akuttoget (från GFS), samt från kvartersmark med den höjdsättning som GFS har tagit fram och den skyfallsmodell Ramböll tidigare upprättat åt Västfastigheter för sjukhusområdet. se 2.4.

Figur 4,5, sid.10–11 som redogör för simuleringar av skyfall i och utanför detaljplaneområdet visar på stora problem både på sjukhusområdet, men också på tillfartsgator som Per Dubbsgatan, men framför allt Ehrenströmsgatan. Det kan anses som en brist i metodiken för detaljplanearbetet att bara studera och hantera situationen inom

detaljplanegränserna när det är tydligt i utförda utredningar att problemen är stora även utanför planområdesgränsen.

Som förslag på åtgärd beskrivs i utredningens figur 6 tre nedsänkta ytor, vilka kombineras med underjordiska magasin:

Akuttorget (allmän platsmark) – 440 m³ (framräknad belastning ca 250m³)

Hållplatstorget (kvartersmark) – 1800 m³

Cykelparkeringen (kvartersmark) - 1675 m³

Ytorna på kvartersmark föreslås anläggas med ett djup upp till ca 4,5 meter under omgivande marknivå. Per Dubbsgatan anges fortsatt vara en skyfallsled, som leder vatten till raingarden. Samtidigt förordas att Per Dubbsgatan fortsatt blir en skyfallsled, likt idag, med hjälp av gatans kantsten. Nedsänkta ytor ska beskrivas i planhandling och plankarta.

Enligt Rambölles modellering avleds fortfarande det mesta ytvattnet längs Per Dubbs norra sida. Det flödet är inte beroende av någon kantsten. Framkomligheten på Per Dubbsgatan uppströms och nedströms kan behöva studeras vidare. Det bör även påpekas att den grova höjdmodell GFS levererat och som används för modelleringen inte redovisar lågpunkter för avrinning.

Enligt Rambölles redovisning blir ca 65 m³ över i område 2 och 3. Detta vatten ska ställa sig jämnt fördelat på den omgivande ytan enligt förslaget. Därmed konstaterar de att kravet på framkomlighet anses vara uppfyllt. Även uppe på Medicinareberget kan översvämning uppstå. Detta måste åtgärdas i det vidare planarbetet. Det blir även problem längs hus 2:s (se GFS) södra fasad vid höga flöden.

Sydväst om den nya akutbyggnaden kommer vatten att ställa sig. De här ytorna är även ambulansvägar. Idag är det inte tydligt redovisat hur avrinning från området ska ske.

Rambölles slutsats är att planområdet idag tar hand om ca 2820 m³, men med detaljplanen kommer mängden öka till ca 5110m³, vilket innebär en ökning med 2290 m³. Därför blir det ingen försämring utanför planområdet anser Ramböll. Därför blir Rambölles föreslagna åtgärder av största vikt för att det överhuvudtaget ska fungera vid ett skyfall. Detaljeringsgraden är översiktlig och grov, och detaljerade lösningar är inte redovisade i planens höjdsättning.

KoV anser att de förslag som presenteras når upp till de krav och riktlinjer som ställs i TTÖP, med undantag för byggnaders färdigt golvnivåer. Exakt höjdsättning på kvartersmark och allmän platsmark kan inte bestämmas i detta skede och kan därmed heller inte ses som något hinder för detaljplanens genomförande.

2.6 PM – Slutsats avseende skyfallshantering inom detaljplan Per Dubbs, UPR Kretslopp och vatten

Vid granskning av Rambölles utredning se 2.3.2 fann Kretslopp och vatten att det fanns skillnader mellan resultaten i rapporten och tidigare resultat från Kretslopp och vattens metodik för analys av skyfall.

Slutsatsen från Kretslopp och vattens analys menar att förslaget som presenteras i Rambölles utredning, Skyfallshantering DP, Medicinareberget – LIFE – Koncepthandling Ramböll 20190903, uppfyller TTÖPs krav, bortsett från bedömning av byggnaders nivåer på färdigt golv.

2.6.1 Utredningen/analysen beskriver följande krav för detaljplanen

Det krävs att 3 nedsänkta ytor för fördröjningsvolym skapas i detaljplaneområdet, så att skyfallet kan hanteras inom detta.

Vatten som idag rinner längs Per Dubbsgatan ska fortsatt rinna där, och ytavrinningen studeras i projekteringsfasen.

2.7 Sammanfattning av krav som ställts i planprocessen för att säkra åtgärder mot skyfallsskador

Användningsområde ska anges på plankartan och i behovet för skyfallsåtgärder ska beskrivas i planbestämmelserna.

De tre nedsänkta ytorna (en på allmän platsmark och två på kvartersmark) för skyfallsvatten som förslås i Rambölles skyfallsutredning se 2.3.2 behöver anges tydligt i plankartan så att det innebär att detaljplaneområdet kan ta hand om ett skyfall. Dess ytor ska i bygglovsskedet anges i sin utbredning, förses med en plushöjd, liksom de omgivande ytorna. Detta innebär att tre tydliga volymer definieras. Om så behövs måste mera detaljerade studier göras redan nu, så att plushöjderna, inom hela planområdet, kan redovisas på granskningshandlingen.

De ytor som anges som problematiska i Rambölles utredning är tex den yta sydväst om nya akutbyggnaden (hus 1, enligt GFS) och bör i bygglovsskedet studeras extra noga, med en genomarbetad höjdsättning. Redovisningen av plushöjderna på allmän plats- respektive kvartersmark måste detaljeras för att tjäna sitt syfte. Även FG-höjder för Hus 1, samt övriga byggnaders entréområdets plushöjder ska redovisas utförligt.

3 Kommentarer till Miljökonsekvensbeskrivning

I Miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) beskrivs vilka konsekvenser för miljön som detaljplanen kan vid sin omsättning förväntas innebära. Ett så kallat nollalternativ beskrivs också, dvs vad miljökonsekvenserna förväntas innebära om detaljplanen inte skulle genomföras.

Miljökonsekvenser beskrivs för dagvatten och skyfall. Även här kan man anse att det är en brist MKB uppdraget bara omfattar skyfallsproblematik inom detaljplaneområdet.

4 Kommentarer till kostnadsuppskattning

Inom arbetet med GFS gjordes en kostnadsbedömning 190628 till grund för kommande detaljplanekalkyl. De kostnader som anges för dagvattenhantering anser KoV vara för låga.

5 Rekommendationer för vidare planarbete inom dagvatten- och skyfallsfrågan

5.1 Behov av skyfallsåtgärder utanför planområdet

Även om man väljer att hantera skyfallet inom detaljplaneområdet i form av 3 nedsänkta ytor som kan lagra stora mängder vatten, så kvarstår problemet med tillgänglighet till och från delar av sjukhusområdet för person- och materialtransporter. Det hänvisas också till

pilotprojektet Åtgärdsplan med avseende på Dag Hammarskjölds led där avrinningsområdet, där Sahlgrenska är beläget ingår.

Åtgärder för de skyfallsleder som definierats för Sahlgrenska sjukhuset och i angränsande områden ska prioriteras. Därför är det särskilt viktigt för Staden att skapa förutsättningar för Sahlgrenska sjukhuset så att en god och trygg sjukvård erbjuds, även om översvämningar skulle ske. Bara så blir Göteborg ett hållbart samhälle.

KoV föreslår att frågan fortsätter att utredas så att helheten blir gynnsam för hela sjukhuset och dess angränsande gator, inte bara detaljplaneområdet. En skyfallssituation kan hanteras enligt gällande krav och riktlinjer, med undantag, med de förslag som presenteras i koncepthandlingen daterad 2019-09-03. Däremot så är situationen fortsatt väldigt problematisk för delar av sjukhusområdet utanför detaljplanområdet. Huruvida det är möjligt att skapa skyfallslösningar inom ramen för gällande detaljplaner, om detaljplaneområdet ska utvidgas en detaljplan ändras eller en ny upprättas bör SBK bedöma. KoV ser fram emot en dialog med SBK på detta ämne.

5.2 Ansvar för planområdets höjdsättning

Det åligger planförfattaren att se till att detaljplanen blir realistisk och genomförbar. Ett helhetligt underlag för uteområdena på allmän plats- respektive på kvartersmark kopplat till byggnadernas FG-höjder och entréområden är av största vikt för att säkra planområdet för skyfall.

Den höjdsättning som är utförd i GFSen och avser allmän platsmark får anses som grov. Det saknas idag en tydlig redovisning av entréområden med ramper mm, ambulansvägarnas höjdsättning, av lågpunkter och av skyfallets väg till sänkor för temporär magasinering.

Exakt höjdsättning på kvartersmark och allmän platsmark kan inte bestämmas i detta skede och kan därmed heller inte ses som något hinder för detaljplanens genomförande. Det är likväl av största intresse för dagvatten- och skyfallsfrågan, eftersom de planerade ytorna ska ha en god avrinning. Höjdsättningen och skyfallssäkringen behöver följas upp i bygglovsskedet. KoV rekommenderar att en helhetlig och tydlig höjdsättning tas fram för hela detaljplaneområdet som sedan redovisas i bygglovsskedet, så att byggnadernas entréer säkras, ambulansvägar, gator och att skyfallsvattnet tydligt leds till nedsänkta områden. Det kan vara en uppenbar konflikt att Ramböll föreslår en lösning där Per Dubbsgatan blir en skyfallsled som leder in vatten till raingarden på Akuttorget över ambulansvägarna.

Det kan värderas om ytterligare en skyfallssimulering, förutsatt att en mera detaljerad höjdsättning skulle visa på större skillnader.

Kompletterande analys av skyfallshantering inom DP Medicinareberget

Göteborgs Stad

Skyfallshantering DP Medicinareberget-LIFE

Malmö 2019-09-03

Koncept

Skyfallshantering DP Medicinareberget-LIFE

Kompletterande analys av skyfallshantering inom DP Medicinareberget

Datum	2019-09-03
Uppdragsnummer	1320043665
Utgåva/Status	Koncepthandling

Henrik Bodin-Sköld

Uppdragsledare

Sepideh Jourabchi

Suzie Béasse

Handläggare

Patrik Gliveson

Granskare

Ramboll Sweden AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00

Unr 1320043665 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Bakgrund och syfte	1
1.1	Avgränsning	1
1.2	Krav på översvämningssäkring i Göteborgs stad	2
2.	Metod	4
2.1	Underlag	4
2.2	Modelleringsförutsättningar	4
2.2.1	Modelluppbyggnad Göteborg stads skyfallsmodell	5
2.2.2	Modelluppbyggnad uppdaterad modell för detaljplanområdet	5
3.	Beskrivning av befintliga förhållanden	7
3.1	Simulering av befintliga förhållanden vid skyfall	7
4.	Åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering	9
4.1	Generellt åtgärdsförslag	9
4.2	Åtgärder vid Hållplatstorget och cykelparkering	9
4.3	Åtgärder vid Akuttoget	10
4.4	Åtgärder vid Per Dubbsgatan/Medicinareberget	10
5.	Beskrivning av framtida förhållanden	11
5.1	Marköversvämning vid Hållplatstorget och cykelparkering	13
5.2	Marköversvämning vid Akuttoget	15
5.3	Marköversvämning vid Per Dubbsgatan/Medicinareberget	16
5.4	Skillnader i hydrologiska förhållanden mellan befintlig situation och planförslag – Inom planområdet	18
5.5	Skillnader i hydrologiska förhållanden mellan befintlig situation och planförslag – Utanför planområdet	20
6.	Slutsatser	22
6.1	Förslag på fortsatt arbete	22
7.	Referenser	23

Skyfallshantering DP Medicinareberget-LIFE (PM)

1. Bakgrund och syfte

I samband med detaljplan Medicinareberget-LIFE¹ vid Sahlgrenska sjukhuset i Göteborg, har en dagvatten- och skyfallsutredning tidigare tagits fram av staden (Kretslopp och Vatten, 2018).

I samband med det fortsatta planarbetet har det av staden uttryckts ett behov av att komplettera genomförd utredning för att ytterligare beskriva huruvida detaljplanen uppfyller de krav på klimatsäkring som anges i stadens Tematiska Tillägg till Översiktsplan (översvämningsrisker), TTÖP. Detta avser kravuppfyllnad utifrån planerad verksamhet och utformning av kvartersmark samt allmän platsmark/trafikförslag längs med Per Dubbsgatan och kvartersmark, vilket uppdateras i höjdmödel och MIKE-FLOOD mödel för området.

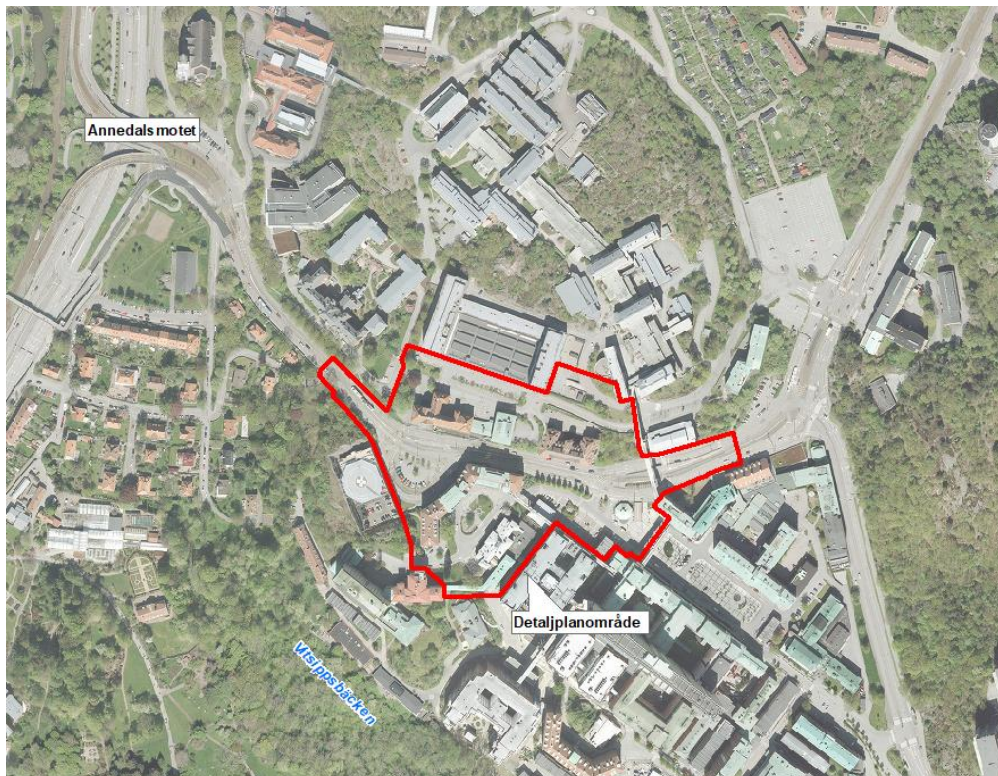
Syftet är att i föreliggande PM beskriva huruvida berörd detaljplan uppfyller krav enligt TTÖP. Detta genom att genomföra skyfallssimuleringar utifrån senast tillgängliga planskisser och höjdsättning inom detaljplanområdet. I PM föreslås även vilka åtgärder som erfordras för att uppfylla krav enligt TTÖP.

1.1 Avgränsning

Den geografiska avgränsningen för föreliggande utredning motsvarar detaljplaneområdet för berörd detaljplan, se Figur 1. För att uppfylla krav enligt stadens TTÖP behöver även uppströms område (Guldhedsberget/Guldhedsgatan) samt nedströms liggande område (Annedalsmotet/Linnéplatsen) beaktas. Detta då aktuell detaljplan ej får förvärta risken för upp- eller nedströms liggande områden.

I resultatkartorna visas detaljplanområdet med en 3 meter buffertzön i syfte att tydligare kunna visa vilka konsekvenser som uppstår inom detaljplanområdet.

¹ Detaljplan Vård och forskning vid Per Dubbsgatan.



Figur 1. Geografisk avgränsning för utredningen, där röd markering motsvarar aktuellt detaljplanområde.

1.2

Krav på översvämningssäkring i Göteborgs stad

För att skydda staden mot översvämning har Göteborg tagit fram ett tematiskt tillägg till översiktsplanen för översvämningssrisker (TTÖP). Det tematiska tillägget ger vägledning om hur översiktsplanens intentioner om en hållbar och robust stad ska uppnås med avseende på översvämningssrisker. Detta dokument beskriver bland annat hur staden kan styra för att säkra staden från översvämning i detaljplaner. Tillägget (TTÖP) godkändes av Kommunfullmäktige den 25 april 2019.

Göteborg har sedan länge tillämpat **planeringsnivåer** som ett förebyggande skydd mot översvämningar, se Tabell 1. Med planeringsnivå menas att det i plankartan anges en lägsta nivå som ska följas vid nybyggnation med syfte att minska risken för skador vid översvämningar. Staden ska visa att det inte uppkommer sådana översvämningar som riskerar att skada människors hälsa genom att skydda utpekade samhällsvärden, funktioner och skyddsvärda objekt. Dessa funktioner och skyddsobjekt beskrivs översiktligt nedan samt i TTÖP.

För skyfallshantering i aktuell detaljplan gäller därmed att planen måste säkerställa:

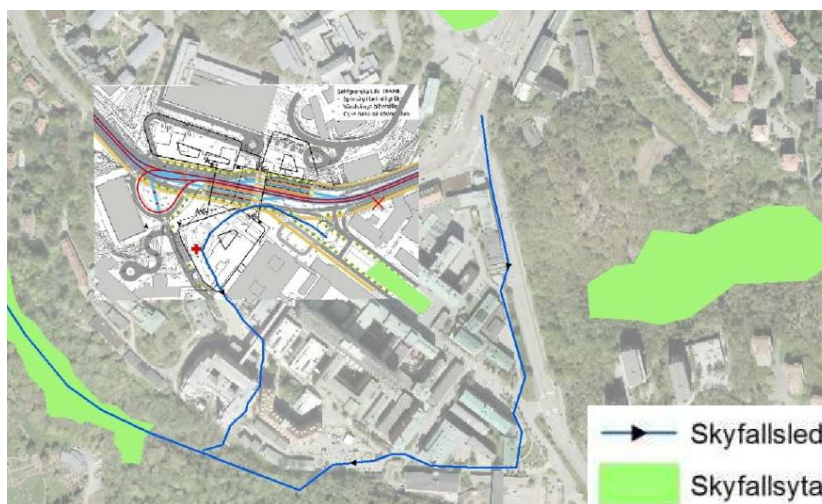
- >0,5 m marginal till vital del (nyanläggning av *samhällsviktig anläggning*, LIFE)
- >0,5 m marginal till vital del (befintlig *samhällsviktig anläggning*, Sahlgrenska sjukhuset)
- < 0,2 m vattendjup för *högprioriterat vägnät* (framkomlighet vid sjukhus/akutintag)
- Ingen försämring av situationen inom eller utanför planområdet

Tabell 1. Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse enligt Göteborg stads TTÖP. Angivna höjder i tabellen är relativa höjder.

Funktion/Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/Planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning - nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvän- dig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterat vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

1.3 Åtgärdsförslag i tidigare utredning

De åtgärder som studerats i tidigare framtagna dagvatten- och skyfallsstudie (Kretslopp och Vatten, 2018) avser åtgärder utifrån strukturplanen för aktuellt område, se nedan figur.



Figur 2. Skyfallsåtgärder enligt strukturplan för Linnéstaden. Källa: Kretslopp och vatten.

2. Metod

För att kunna besvara de krav som ställts i TTÖP har en hydraulisk modellering genomförts med hjälp av MIKE URBAN/MIKE FLOOD. Modelleringen genomförs som ett komplement till den skyfallsmodell som Göteborgs stad tidigare tagit fram för området².

Följande simuleringar med MIKE Flood har genomförts:

- **Simulering 1:** Befintliga förhållande exklusive LIFE-hus 1-4, skyfallsåtgärder åtgärder samt nytt trafikförslag
- **Simulering 2:** Framtida situation inklusive planerade LIFE-hus 1- 4, förslag på skyfallsåtgärder och nytt trafikförslag inlagt i höjdmodellen

2.1 Underlag

Följande underlag har använts i projektet:

- Ortofoto (SBK), erhållet 2018-11-27
- Laserdata 2x2 m upplösning (SBK), erhållet 2018-11-27
- Ledningsnätmodell Dagvatten för Sahlgrenska (KoV), erhållet 2018-11-14
- Höjdmodell DEM 4x4 m upplösning för Sahlgrenska (KoV), erhållet 2018-11-14
- Dagvatten och skyfallsutredning Per Dubbsgatan (Kretslopp och Vatten 2018)
- Skyfallsmodell Göteborgs Stad (Kretslopp och Vatten)
- Strukturplan Linnéstaden (Sweco och DHI, 2017)
- Plankarta DP Medicinareberget (DWG), erhållet 2019-07-04
- Höjdnivåer för LIFE-hus 1 (Sweco), erhållet 2019-06-17
- Höjdmodell trafikförslag (3d-modell) för Per Dubbsgatan (Sweco), erhållet 2019-07-04
- Ritningsunderlag för byggnadsvolymer/ambulanshall (White), erhållet 2019-07-04
- Höjdmodell (3d) för kvartersmark/GFS (Sweco), erhållet 2019-07-04

2.2 Modelleringsförutsättningar

Den tidigare dagvatten- och skyfallsutredning som genomförts för detaljplanen (Kretslopp och Vatten, 2018) baseras på en kopplad skyfallsmodell framtagen av staden. I föreliggande studie har en mer detaljerad hydraulisk modell byggts upp. Nedan framgår skillnader i modellernas uppbyggnad.

² Vatten i Göteborg, www.vattenigoteborg.se

2.2.1

Modelluppbyggnad Göteborg stads skyfallsmodell

Göteborg stads skyfallsmodell är en kopplad modell, där en ytvavrinningsmodell har kopplats till en ledningsnätmodell. I ytvavrinningsmodellen simuleras regnöverskottsavrinning på markytan. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet. Brunnar och utlopp i ledningsnätmodellen har kopplats till ytvavrinningsmodellen. Det innebär att vatten både kan tränga upp eller rinna ner i ledningsnätet.

Ytvavrinningsmodellen har begränsats till Linnéstadens avrinningsområde medan ledningsnätmodellen innefattar även det ledningsnät som tillkommer österifrån från Vasastaden och Lorensberg. Ledningsnätmodellen är dock begränsad till huvudledningar (Sweco, 2017).

Den kopplade modellen har belastats med ett CDS 100-årsregn med en total varaktighet på sex timmar och med klimatfaktor 1,2. Regn på hårdgjorda ytor har fördelats mellan MIKE Urban (ledningsnätmodellen) och MIKE 21 (ytavrinningsmodellen). Hela förregnet och efterregnet belastar endast MIKE Urban. Dessutom belastar delen av regntoppen som motsvarar ledningsnätkapacitet också MIKE Urban. I området bedöms ledningsnätkapaciteten motsvara ett 10-årsregn. Resten av regntoppen belastar områden motsvarande hårdgjorda ytor i MIKE 21. Regn på genomsläppliga ytor läggs i sin helhet på markytan i MIKE 21 (Sweco, 2017).

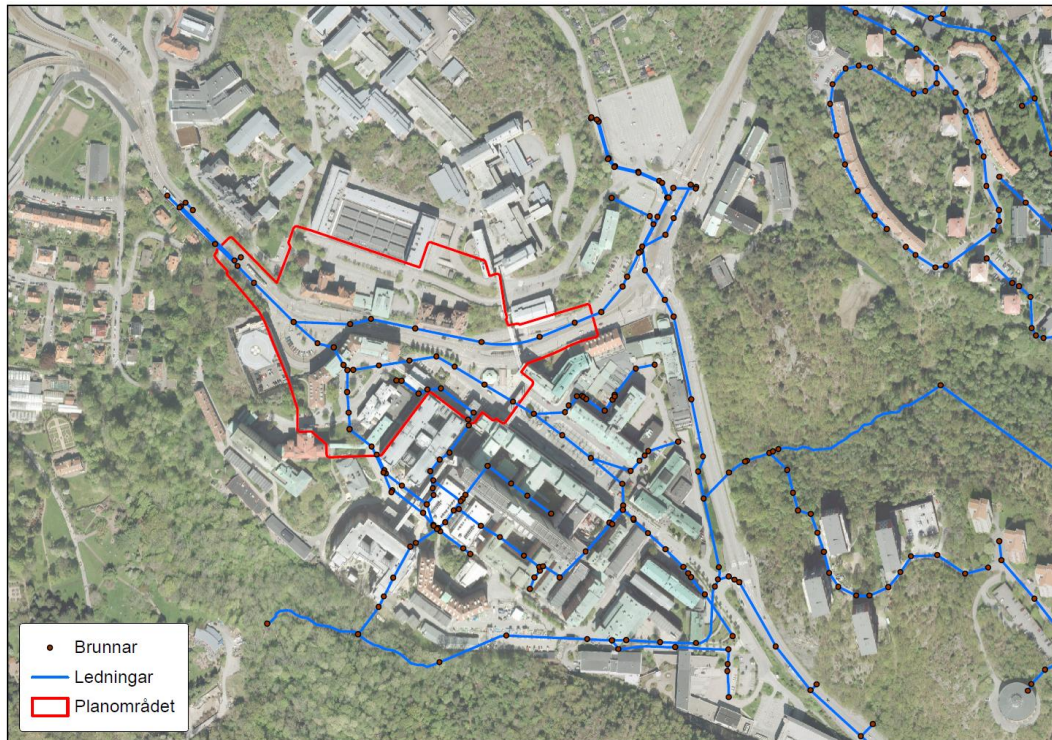
2.2.2

Modelluppbyggnad uppdaterad modell för detaljplanområdet

Modellen för detaljplanområdet är baserad på Göteborg stads modellen, det vill säga att den också består av två delar, en ytvavrinningsmodell och en ledningsnätmodell som är kopplade tillsammans.

I denna modell har även Sahlgrenskas lokala dagvattensystemet lagts in³. Dagvattensystemet framgår i Figur 3 nedan.

³ Detta utifrån en parallellt pågående skyfalls- och dagvattenutredning för Sahlgrenskas fastighet, vilken Ramboll genomför på uppdrag av Västfastigheter.



Figur 3. Ledningsnät inom uppdaterad modellen

Modellen har belastats med en CDS 100-årsregn med en total varaktighet på sex timmar och med klimatfaktor 1,25. Regn på hårdgjorda ytor har fördelats mellan MIKE Urban (ledningsnätmodellen) och MIKE 21 (ytavrinningsmodellen). Hela förregnet och efterregnet belastar endast MIKE Urban. Dessutom belastar delen av regntoppen som motsvarar ledningsnätkapacitet också MIKE Urban. I området bedömas ledningsnätkapaciteten motsvara ett 10-årsregn. Resten av regntoppen belastar marken i MIKE 21. Genomsläppliga och hårdgjorda ytor belastas på ett liknande sätt i modellen eftersom genomsläppliga ytor antas vara mättad efter förregnet.

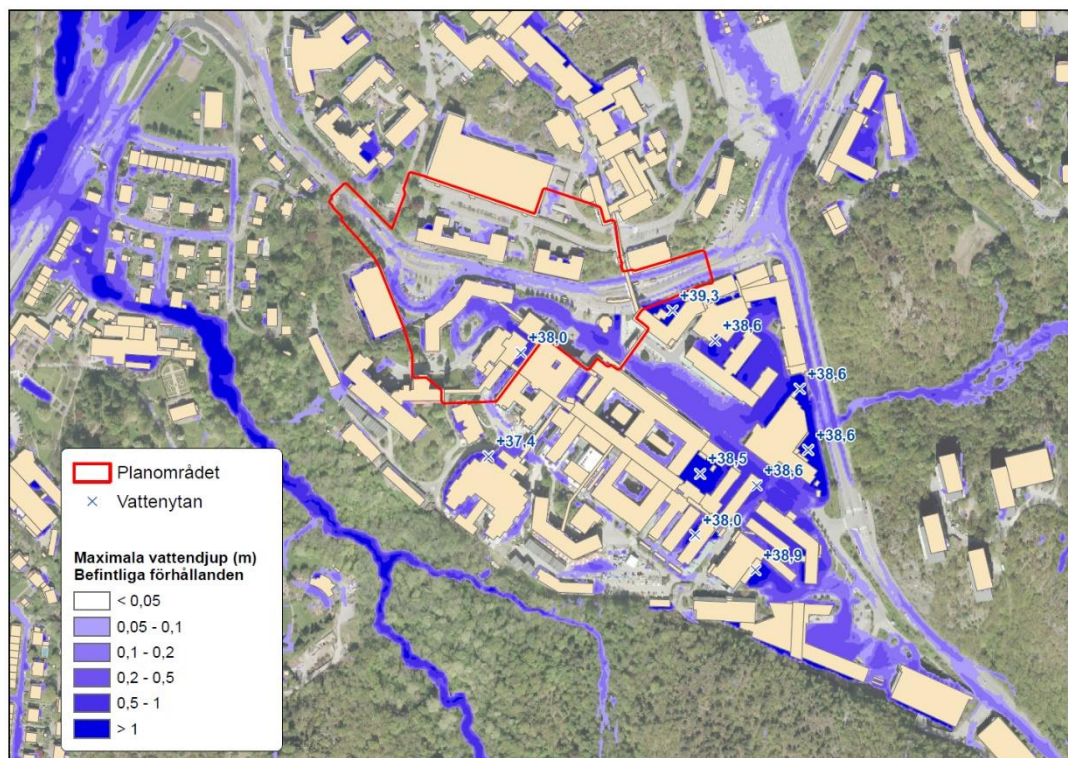
3. Beskrivning av befintliga förhållanden

3.1 Simulering av befintliga förhållanden vid skyfall

Inledningsvis har en simulering genomförts av befintliga förhållanden inom detaljplanområdet dvs. dagens situation exklusive;

- Planerad bebyggelse (LIFE-hus 1-4) samt utformning av kvartersmark
- Nytt trafikförslag
- Nya åtgärder för dagvatten och skyfall

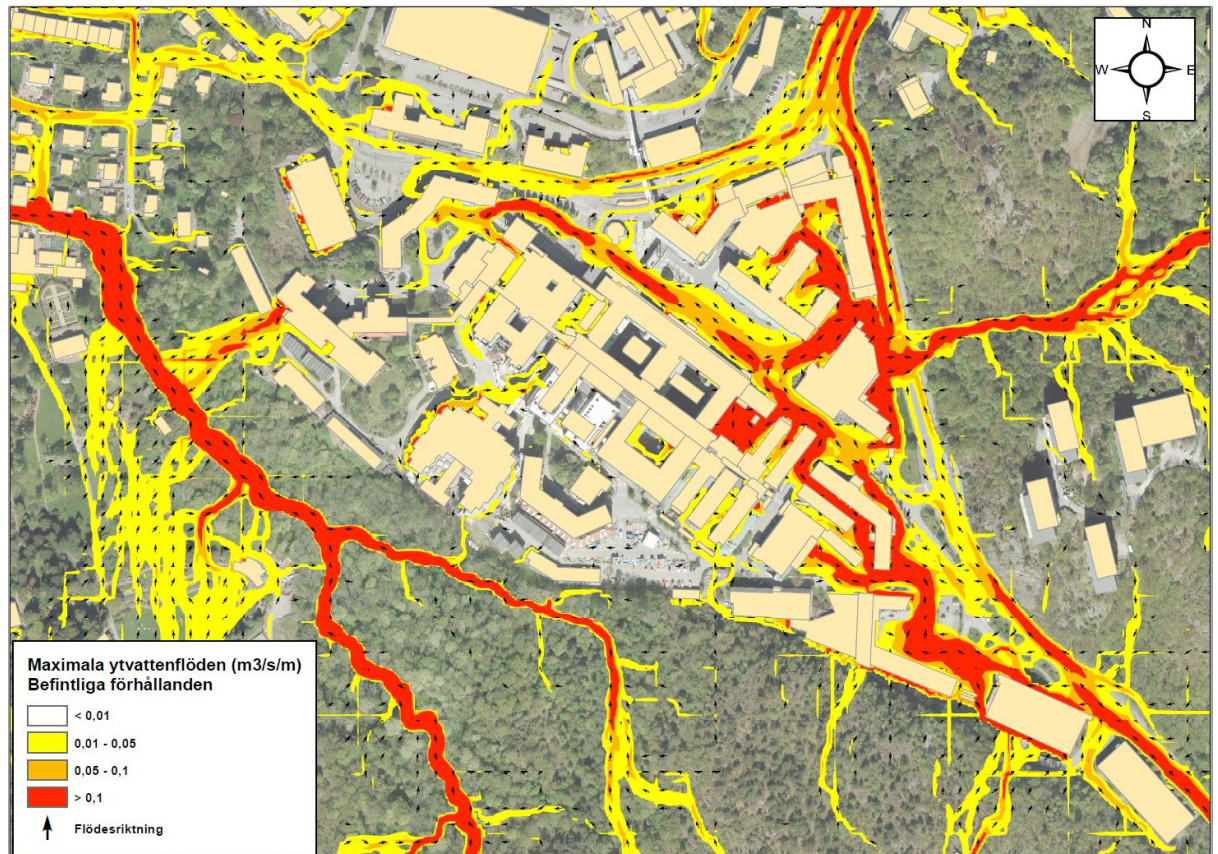
I Figur 4 visas marköversvämningen (vattendjup) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor (kf) 1,25 (25%) för befintliga förhållanden. Det framgår tydligt att det redan idag föreligger stora översvämningsproblem inom detaljplanområdet i samband med en skyfallssituation. Vid skyfall idag samlas 2820 m³ vatten inom planområdet. Däribland uppstår betydande vattenvolymer i samband med Per Dubbsgatan samt vid entréer till akutbyggnaden.



Figur 4. Översikt över maximala vattendjup (i blått) och vattenytans plushöjder vid ett 100-årsregn (1,25 kf).

I Figur 5 nedan visas maximalt ytvattenflöde tillsammans med vattenriktningen för befintliga förhållanden. Ett kraftigt flöde belastar Per Dubbsgatan och nedströms liggande områden. Resultaten visar att ett stort flöde når detaljplanområdet från nordost (Guldhedsgatan) uppströms, samt från det

centrala torgområdet inne på Sahlgrenskas fastighet. Ett mindre flöde belastar även detaljplanområdet (Per Dubbsgatan) från Medicinareberget norrifrån.



Figur 5. Översikt över vattenflöden vid ett 100-årsregn (1,25 kf). I modellen ingår även effekten av det lokala dagvattensystemet inom planområdet.

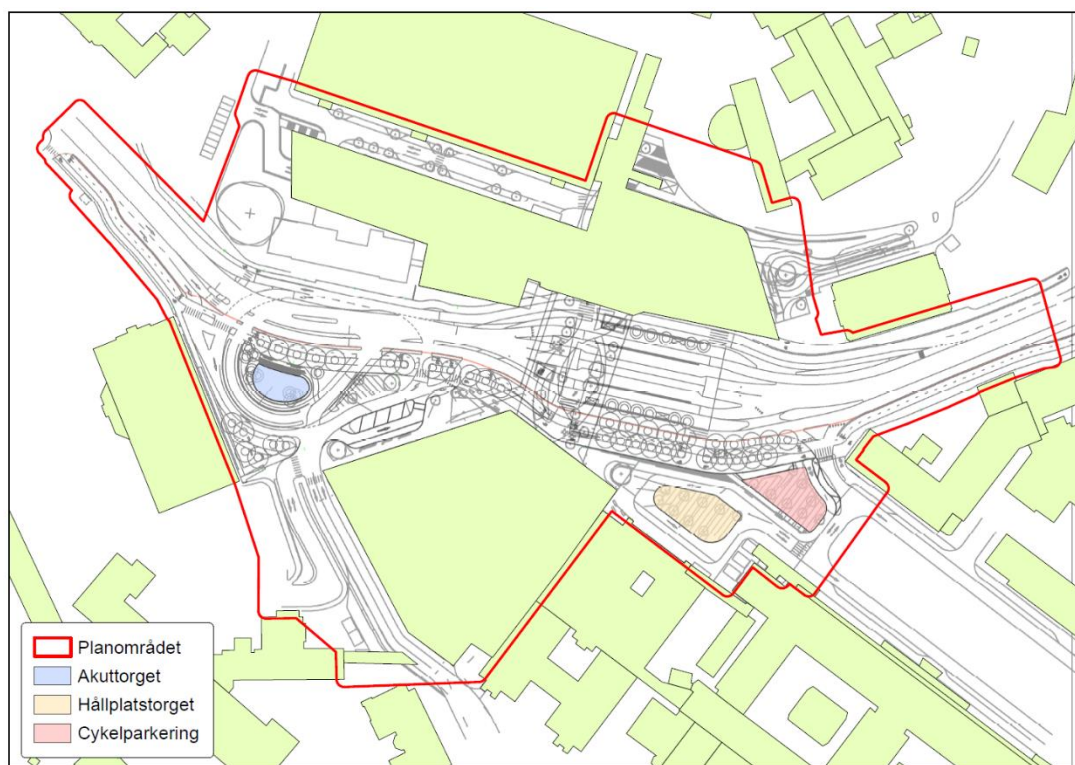
4. Åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering

I samråd med övriga konsulter inom detaljplanprojektet (Sweco samt White Arkitekter) har ett antal åtgärder för dagvatten- och skyfallshantering inarbetats i planutformningen.

4.1 Generellt åtgärdsförslag

Den generella principen är, enligt krav i TTÖP, att planförslaget måste kunna uppvisa att planen kan tillämpas utan att översvämningsrisken inom, eller utanför, planområdet förvärras. Det innebär att allt dagvatten och skyfallsvatten som berör planområdet måste kunna hanteras med åtgärder inom planområdet.

Föreslagna åtgärder redovisas i Figur 6 nedan och utgörs primärt av fördröjningsytor i kombination med skyfallsleder. Dessa åtgärder har föreslagits i samråd med konsulter (Sweco/White) samt exploatör (Västfastigheter).



Figur 6. Åtgärdsförslag inom planområdet, nedsänkta ytor är färgade

4.2 Åtgärder vid Hållplatstorget och cykelparkering

Området öster om LIFE-Hus 1 benämns enligt detaljplanen som Hållplatstorget. Hållplatstorget innefattar två ytor möjliga för skyfallsåtgärder, varför dessa hädanefter benämns tom *Hållplatstorget* respektive *cykelparkeringen*. För dessa ytor föreslås dessa ytor sänkas ned för att möjliggöra tillrinning från omgivande

mark (se Figur 6). Ytorna kombineras med större underjordiska magasin. Utifrån information erhållen från exploatören Skyfallsytorna bedöms båda dessa ytor kunna anläggas med djup på upp till ca 4,5 m under mark. Detta möjliggör fördröjningskapacitet på ca 1 800 m³ vatten vid Hållplatstorget respektive 1 675m³ vid cykelparkeringen.

Detaljerad utformning av dessa åtgärder ska förfinas i ett senare skede. I modellen simuleras åtgärder vid hållplatstorget respektive cykelparkering genom att sänka marknivån med 4 m i (se orange respektive rosa ytor i Figur 6).

4.3 **Åtgärder vid Akuttoget**

Akuttoget, som visas i blått i Figur 6, planeras att utformas som en rain garden inom vändplatsen för spårvagnar, vilken tillåts att översvämmas vid kraftigt regn. Torgets bottennivå ligger på +35,9, det vill säga ca 2 meter under nivån för omgivande mark. Fördröjningsvolym i Akuttoget bedöms därmed uppgå till ca 440 m³. Denna kapacitet är i praktiken troligen större med anledning att beräkning inte tar hänsyn till slänter.

4.4 **Åtgärder vid Per Dubbsgatan/Medicinareberget**

I dagsläget fungerar Per Dubbsgatan som en skyfallsled då vatten uppströms från Guldhedsgatan vid skyfall flödar ovan denna väg och vidare nedströms mot Annedalsmotet.

I föreslagen detaljplan har utformning av Per Dubbsgatan skett i syfte att leda skyfallsvattnet mot rain garden vid Akuttoget. Det planerade trafikförslaget medför en "barriäreffekt" i och med att en höjd kantsten längs med Per Dubbsgatan förhindrar att vattnet rinner till Hållplatstorget och cykelparkeringen. Per Dubbsgatan får därmed en fortsatt funktion som skyfallsled.

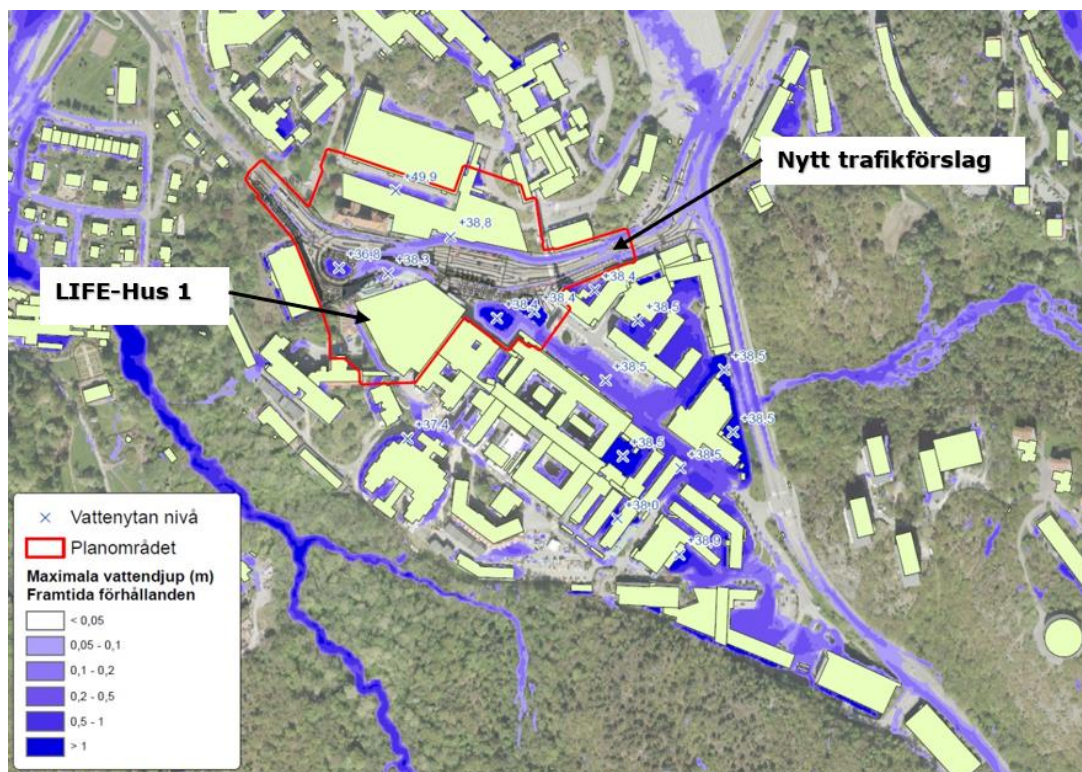
5. Beskrivning av framtida förhållanden

5.1 Översiktliga simuleringsresultat

En simulering har genomförts av *framtida* förhållanden inom detaljplanområdet dvs. inklusive;

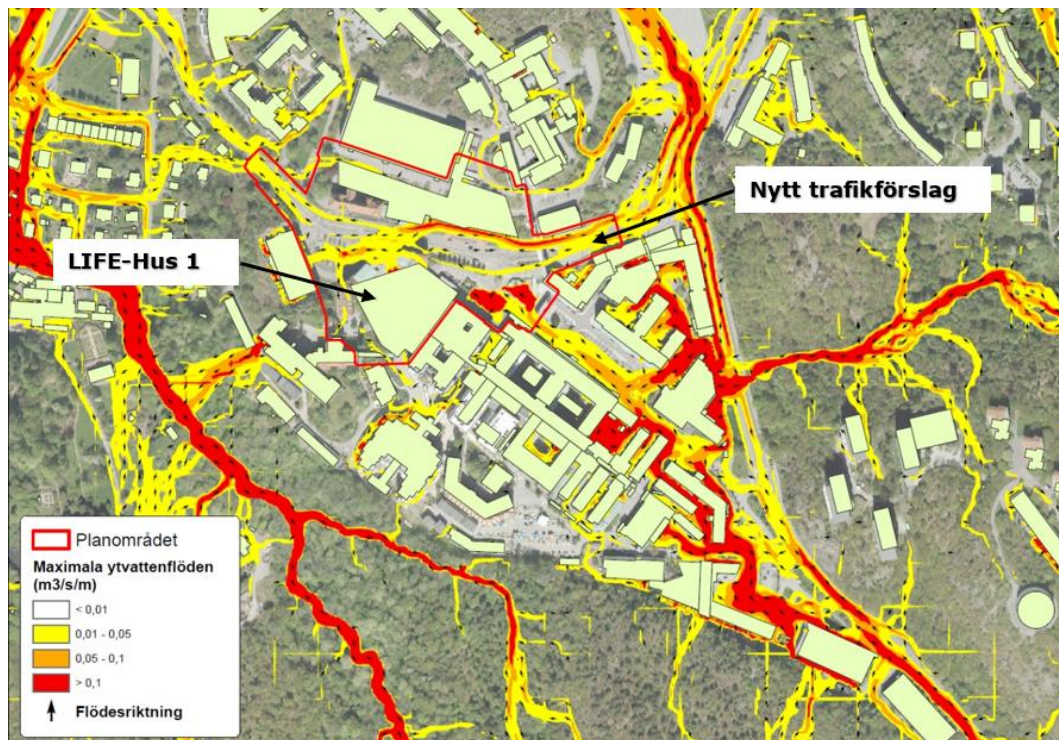
- LIFE-hus 1-4
- Planerad höjdsättning för kvartersmark från Sweco (19-06-28)
- Uppdaterad höjdsättning för trafikförslaget längs Per Dubbsgatan från Sweco (19-07-04)
- Åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering (se kapitel 4)

I Figur 7 visas marköversvämningen (vattendjup) vid ett 100-årsregn med klimatfaktor (kf) 1,25 (25%) för framtida förhållanden.



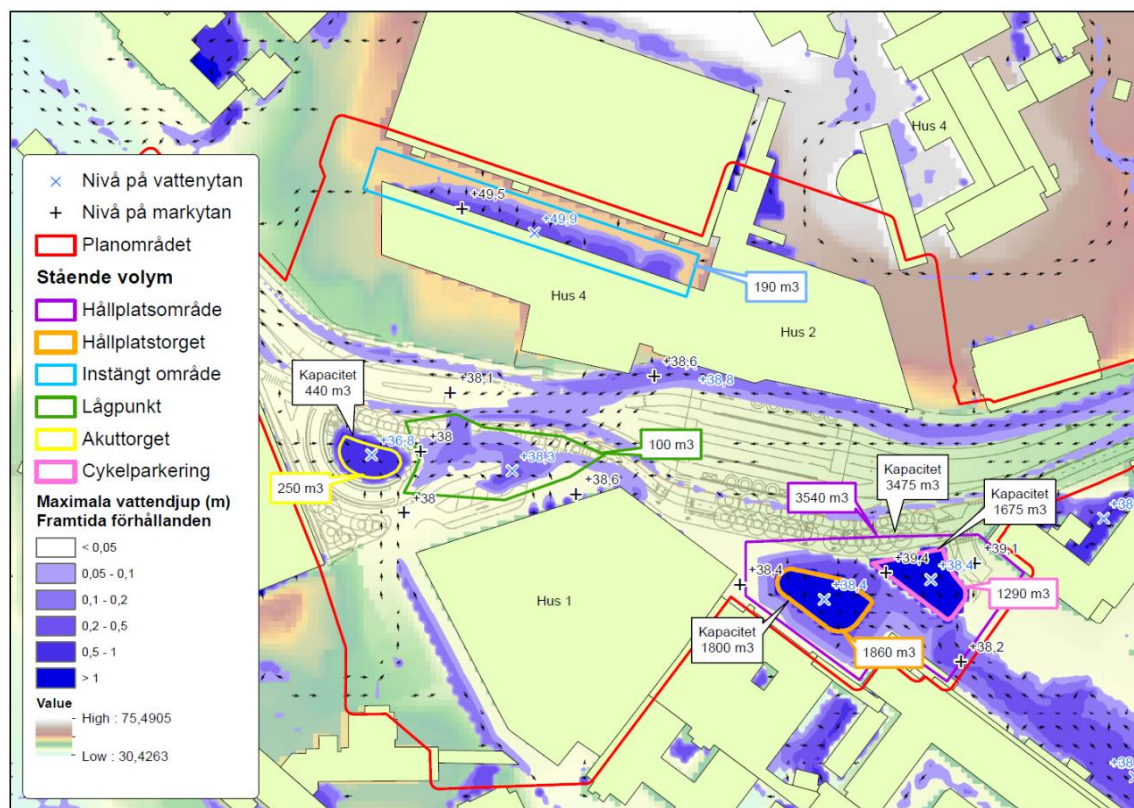
Figur 7. Maximalt vattendjup och vattenytans plushöjder vid ett 100-årsregn (kf 1,25) vid framtida situation inkl. LIFE-hus 1-4, nytt trafikförslag samt åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering.

I Figur 8 nedan visas maximalt ytvattenflöde tillsammans med vattenriktningen för framtida förhållanden.



Figur 8. Maximala ytvattenflöden vid ett 100-årsregn (kf 1,25) vid framtida situation inkl. LIFE-hus 1-4, nytt trafikförslag samt åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering.

I Figur 8 nedan visas volymer som uppstår i de olika åtgärder och problematiska områden vid framtida förhållanden.



Figur 9. Volym som uppstår i åtgärder och i de problematiska områdena vid 100-årsregn med 1,25 kf och vid framtida förhållanden inkl. LIFE-hus 1-4, nytt trafikförslag samt åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering. Kapacitet från åtgärder visas i svarta rutor.

5.2 Marköversvämning vid Hållplatstorget och cykelparkering

I Figur 10 visas marköversvämningen (vattendjup) i Hållplatstorget vid ett 100-årsregn med klimatfaktor (kf) 1,25 (25%) för framtida förhållanden.

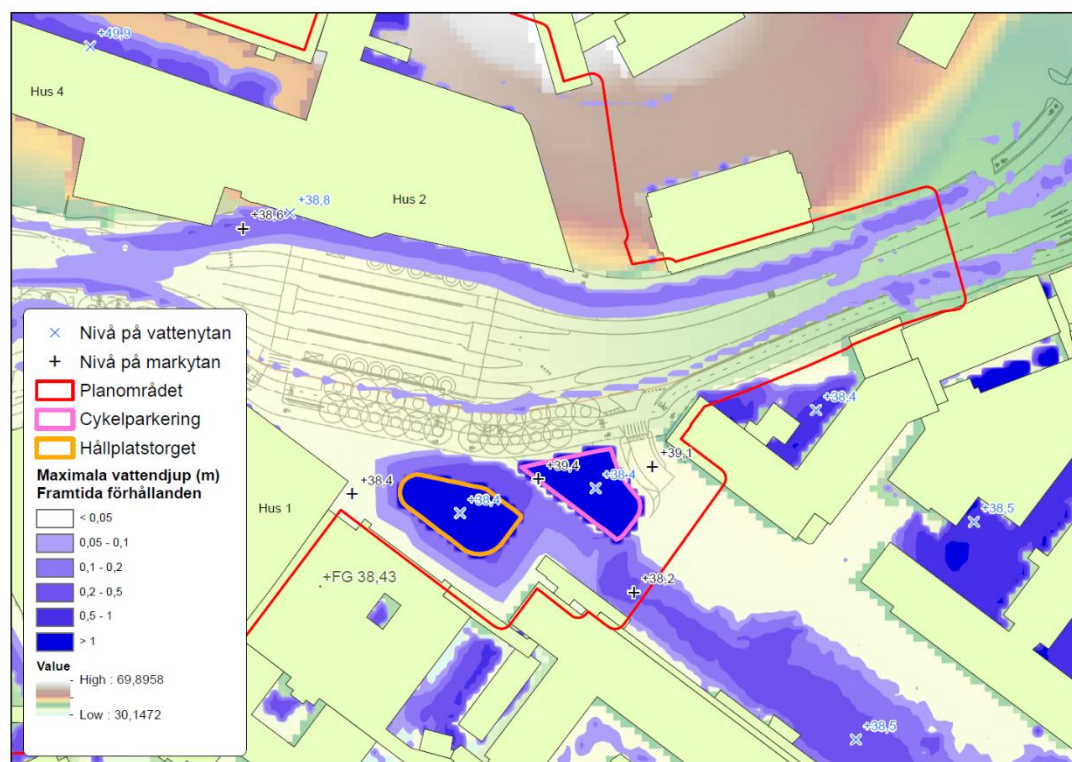
Utifrån simuleringsresultaten framgår att skyfallsvatten samlas i de nedsänkta ytorna/underjordiska magasinerna. Cykelparkeringens och Hållplatstorgets magasin rymmer tillsammans max 3 475 m³. Kapaciteten vid Hållplatstorget är ca 1 800 m³ och vid cykelparkeringen ca 1 675 m³.

Totalt bedöms vattenvolymen i denna del av planområdet uppgå till ca 3 540 m³. Av denna volym bedöms 1 290 m³ nå ytan vid cykelparkeringen och ca 1 860 m³ i Hållplatstorgets yta. Detta medför att ca 65 m³ vatten blir stående utanför magasinerna om båda magasin fylls helt. Dessa 65 m³ motsvarar ungefär 2 cm stående vattnet inom området, dvs kravet på framkomligheten är fortfarande uppfyllt (se Figur 7).

Den vattenmängd som tycks uppstå runt skyfallsytan vid Hållplatstorget (65 m³), bedöms kunna hanteras i samband med framtida utformning av ytan och bedöms inte medföra någon risk för framkomlighet.

Tabell 2. Översikt av vattenbalans vid Hållplatstorget och cykelparkeringen.

Yta	Kapacitet	Belastning vid skyfall m ³	Kommentar
Hållplatstorget	Ca 1 800 m ³	Ca 1 860 m ³	Ca 65 m ³ vatten blir stående på kvarteretsmark om båda magasin fylls. Denna volym bedöms ej förhindra kravuppfyllelse, och kan hanteras vid utformning av ytorna.
Cykelparkering	Ca 1 675 m ³ (Går av höjdsättningstekniska skäl inte att utnyttja fullt ut)	Ca 1 290 m ³	



Figur 10. Marköversvämningsdjup i hållplatstorget område vid ett 100-årsregn med 1,25 kf och vid framtida förhållanden inkl. LIFE-hus 1-4, nytt trafikförslag samt åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering.

5.3 Marköversvämning vid Akuttorget

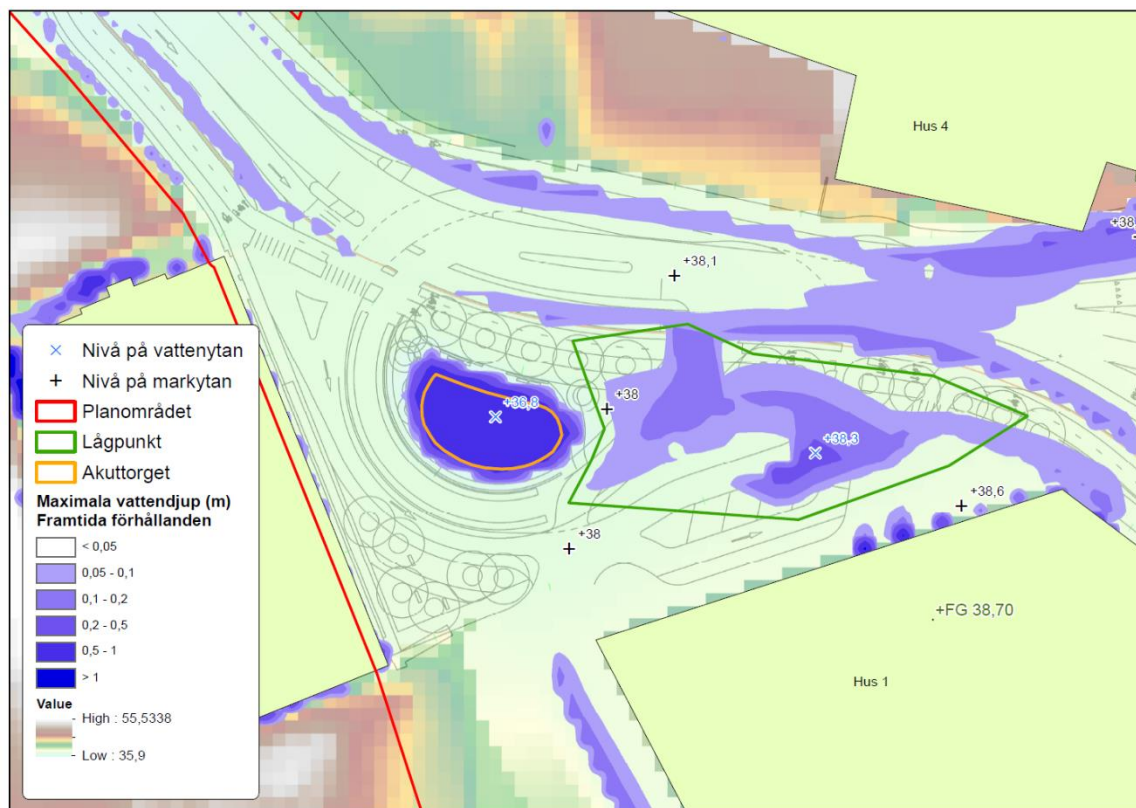
I Figur 11 visas marköversvämningen (vattendjup) vid Akuttorget vid ett 100-årsregn med klimatfaktor (kf) 1,25 (25%), för framtida förhållanden.

Skyfallsvatten samlas dels i Akuttorget och dels i lågpunkten som är inringat i rosa i Figur 11 och som ligger öster om akuttorget. Volymmässigt ansamlas ca 250 m³ ståenden vatten i Akuttorget vid ett skyfall. Därutöver samlas ca 100 m³ i lågpunkten öster om rain garden. Vattnet samlas i denna lågpunkt med anledning av att marken inte lutar tillräckligt mot rain garden för att kunna leda allt vatten dit med självfall. Det erfordras därför att höjdsättning görs med detta faktum i beaktande.

Som tidigare nämnts i kapitel 4.3 kan ca 440 m³ fördröjas inom Akuttorgets rain garden, vilket gör att ytan har ytterligare magasineringsskapacitet (ca 190 m³). Detta medför att det vatten som ansamlas i lågpunkten öster om rain garden också kan rymmas i Akuttorget. Detta kräver justering i höjdsättning av mark. Det finns även möjlighet att magasinera stora delar av volymen som vid skyfall bildas norr om Hus 4 (se Figur 12).

Tabell 3. Översikt av vattenbalans vid Akuttorget.

Yta	Kapacitet	Belastning vid skyfall m ³	Kommentar
Akuttorget	Ca 440 m ³	Ca 250 m ³	Ytan behöver även omhänderta skyfallsvatten från lågpunktområde respektive instängt område



Figur 11. Marköversvämningssdjup (m) i Akutturget område vid ett 100-årsregn med 1,25 kf vid framtida situation inkl. LIFE-hus 1-4, nytt trafikförslag samt åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering.

Enligt modellresultat bildas vid ett skyfall några mindre volymer intill fasaden vid Hus 1. Detta beror på enstaka cellvärden i modellen. Då marken höjddjusteras för med fall från fasad, bedöms dessa lågpunkter ej vara ett reellt problem.

5.4

Marköversvämning vid Per Dubbsgatan/Medicinareberget

I Figur 12 visas marköversvämningen (vattendjup) vid Per Dubbsgatan och Medicinareberget vid ett 100-årsregn, med klimatfaktor (kf) 1,25 (25%) för framtida förhållanden.

I Figur 12 har instängt området, som ligger norr om Hus 4, markerats med anledning av att detta klassas som en instängd lågpunkt i modellen. Simuleringsresultaten anger att det i denna lågpunkt ansamlas ca 190 m³ vatten precis längs byggnaden vid skyfall. Det planeras enligt GFS att anlägga en trappa mellan hus 4 och hus 2, vilket bedöms möjliggöra för vattnet att flöda mellan husen mot Per Dubbsgatan.

För att inte riskera stående vatten norr om Hus 4, måste marken där höjdsättas så att det uppstår ett självfall mot tidigare nämnd trappa. Alternativt kan

dränrännor även läggas för att säkerställa avrinningen i området. Markerad lågpunkt bedöms alltså inte vara ett reellt problem.

Med aktuellt trafikförslag flödar vattnet österifrån längs Per Dubbsgatan vidare till rain garden vid Akuttoget, se Figur 12.

Utifrån simuleringen bedöms att föreslagen rain garden vid Akuttoget, med antagen volym 440 m³, inte har tillräcklig kapacitet för att fördröja vatten från både lågpunkt 1 (100m³, se Figur 11 och stycke 5.3) och instängt område norr om hus 4 (190 m³). Vid ett 100-årsregn uppkommer ungefär 100 m³ stående vatten utanför rain garden, om vatten från ovan nämnda områden leds dit. Då ytan vid Akuttoget förväntas kunna utökas i kapacitet, bedöms denna överskridande volym dock kunna hanteras.

På södra sidan om Hus 2 flödar skyfallsvattnet precis intill byggnaden. Det föreslås att ytterligare förstärka denna flödesväg till en mindre skyfallsled. Detta genom att justera markhöjdsättning för att förhindra vattenflöde precis vid fasaden. Eventuellt erfordras höjd kantsten för att leda skyfallet utan risk för skada på byggnaden.



Figur 12. Marköversvåmningsdjup (m) i Per Dubbsgatan och Medicinareberget område vid ett 100-årsregn med 1,25 kf och vid framtida förhållanden inkl. LIFE-hus 1-4, nytt trafikförslag samt åtgärdsförslag för dagvatten- och skyfallshantering.

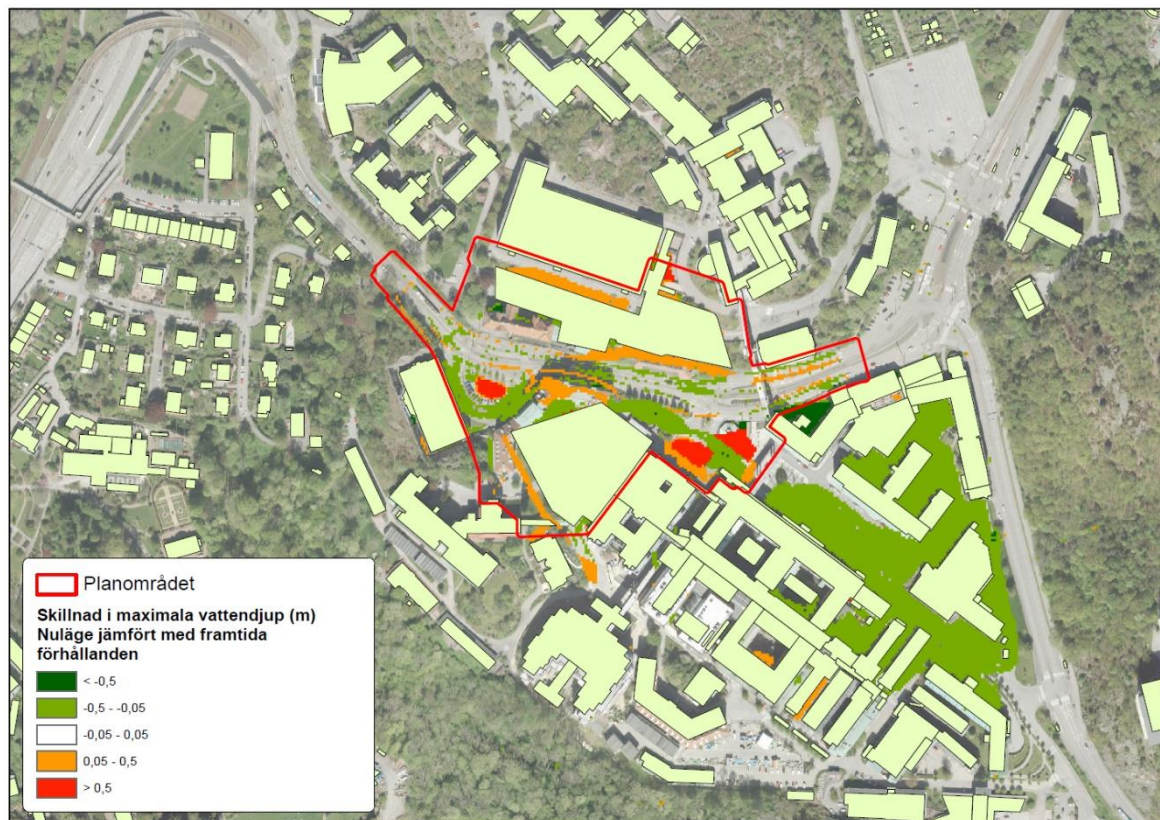
5.5 Skillnader i hydrologiska förhållanden mellan befintlig situation och planförslag – Inom planområdet

Nedanstående figur redovisar skillnaden i det maximala vattendjupet vid skyfall (100-årsregn med kf 1,25) för:

- Befintliga förhållanden (exkl. LIFE-Hus 1)
jämfört med
- Framtida situationen (inkl. LIFE-Hus 1, 2 och 4 samt nytt trafikförslag)

Resultatet visar hur åtgärder samt ny bebyggelse påverkar vattendjupet inom planområdet. Ljusgröna och mörkgröna områden markerar områden som kommer ha lägre vattendjup efter nya åtgärder i planområdet, medan orange och rödmarkerade områden visar delar av planområdet där det maximala vattendjupet ökar. Orangea och röda ytor visar områden där översvåmningsrisken förrärras med planerade åtgärder/ny bebyggelse inom planområdet.

Vattendjup skillnader som är mindre än 5 cm visas inte eftersom de hamnar i resultats felmarginal.



Figur 13. Skillnaden i maximala vattendjupet vid skyfall för befintlig situation (utan LIFE och planerade trafikförslag) jämfört med planerade trafikförslag och LIFE-Hus 1-4.

Utifrån resultatet framgår att den hydrologiska situationen förändras markant i planförslaget, jämfört med befintlig situation. De områden med översvämningsrisk som tidigare identifierats inom planområdet har i och med planförslaget kunnat hanteras. Planförslaget medför en förbättring av översvämningsituationen i stora delar av planområdet, där skyfallsvatten istället belastar planerade ytor för åtgärder.

I och med planförslaget har områden som *tidigare* identifierats som problemområden för skyfallsrisk, kunnat hanteras och användas som åtgärdsområden i form av skyfallsytor/underjordiska magasin (röda ytor i ovan figur). Detta avser främst:

- Akuttorget
- Hållplatstorget
- Yta vid cykelparkeringen

Utifrån Figur 13 framgår att några områden fortfarande har stående vatten vid skyfall (orangea ytor). Dessa områden bedöms vara hanterbara i praktiken, och anses därmed ej vara riskområden för planen. Samtliga bedöms kunna avhjälpas genom höjdsättning av mark så att skyfallsytornas kapacitet till fullo utnyttjas. Dessa områden är:

- Området intill fasad norr om hus 4
- Området intill fasad söder om Hus 2 samt
- Lågpunkten öster om akuttoget

En viss vattenmängd bedöms enligt figuren även återstå vid vägen sydväst om LIFE-hus 1. Vattendjupet här understiger kravnivån på framkomlighet (max 0,2m), vilket betyder att området ej klassas som riskområde.

5.6 Skillnader i hydrologiska förhållanden mellan befintlig situation och planförslag – Utanför planområdet

För att uppfylla krav enligt TTÖP behöver det säkerställas att aktuell detaljplan ej medför att situationen för dagvatten- och skyfallsrisker försämras uppströms eller nedströms. I Figur 14 framgår skillnader i den hydrologiska situation som uppstår utanför planområdet vid detaljplanens genomförande.

Simuleringsresultatet innebär att detaljplanen ej medför någon försämring av den hydrologiska situationen upp- eller nedströms. Däremot *förbättras situationen* både i sydöst och nordöstra delen av planområdet.



Figur 14. Skillnaden i maximalt ytvattenflöde vid skyfall för befintlig (utan LIFE och planerade trafikförslag) jämfört med planerad situation i större bild (inkl. trafikförslag och LIFE).

Vid en skyfallssituation i befintliga förhållanden uppstod ca 2 820 m³ stående vatten inom planområdet (se Figur 4). Vid en skyfallssituation inom framtida situation (inkl. exploatering och åtgärder) uppstår inom planområdet ca 5 110m³. Det betyder att planområdet omhändertar en ökad mängd vatten vid skyfall (2 290 m³), vilket medför en minskning av belastningen uppströms och/eller nedströms. Planförslaget medför därmed ingen försämring av översvämningssituationen utanför planområdet.

6. Slutsatser

I denna utredning har detaljplanens uppfyllande av krav enligt TTÖP studerats. Resultaten från genomförda utredning visar att kraven i TTÖP kan uppfyllas med hjälp av följande åtgärder:

- En rain garden vid Akuttoget där mark sänks till +35,9, och med en kapacitet på minst 440 m³
- Nedsänkta ytor och underjordiska magasin vid Hållplatstorget och cykelparkeringsytan, vilka tillsammans rymmer 3 150 m³
- Justering i markhöjdsättning och eventuellt dränrännor norr om Hus 4 för att säkra avrinning mellan Hus 2 och Hus 4
- Justering i markhöjdsättning vid lågpunkten öster om Akuttoget för att säkra avrinning till skyfallsyta vid Akuttoget
- Höjning av kantsten söder om Hus 2 för att förstärka skyfallsleden och förhindra vatten vid fasaden

Detaljplanen medför en förbättring av översämningssituationen såväl inom planområdet som utanför planområdet uppströms och till viss del nedströms.

Även i det fall ovanstående åtgärder vidtas, återstår en del vatten kring Hållplatstorget, men det påverkar inte framkomlighet till byggnader.

6.1 Förslag på fortsatt arbete

En simulering med slutversion av höjdsättning och åtgärder kan köras för att säkerställa att TTÖP-kraven uppfyllas.

7. Referenser

Kretslopp och Vatten (2018). Dagvatten- och skyfallsutredning. Detaljplan för vård och forskning vid Per Dubbsgatan.

Stadsbyggnadskontoret (2019). Tematiskt tillägg för översvämningsrisker.
Antagen av kommunfullmäktige 2019-04-25

PM - Slutsats avseende skyfallshantering inom detaljplan Per Dubbs

Bakgrund och syfte

Ett antal utredningar har gjorts avseende dag- och skyfallshantering i området. Nedan beskrivs syftet och vilka slutsatserna som drogs:

Dag och skyfallsutredning, Kretslopp och Vatten (KoV), 2018-03-27: Utredningen gjordes på uppdrag av SBK för att föreslå åtgärder för att rena dagvatten och hantera skyfall. Skyfallsled genom planområdet var en del av åtgärdsförslaget. Föreslagna skyfallsåtgärder bedömdes uppfylla kraven enligt dåvarande utkast på TTÖP avseende risknivå inom planområdet och oförändrad risk utanför.

Kompletterande analys av skyfallshantering inom DP Medicinareberget, Ramböll, 2019-05-23: Utredningen gjordes på uppdrag av Västfastigheter för att komplettera KoVs rapport. Motivet till insatsen var att skyfallsleden som föreslogs i KoVs rapport var problematisk att kombinera med de behoven som Västfastigheter hade. I rapporten rekommenderas att skyfall hanteras med utjämningsmagasin istället för skyfallsleder genom planområdet. Enligt de resultat som redovisas i rapporten uppfylls kraven enligt TTÖP.

Skyfallshantering DP Medicinareberget-LIFE (Utkast), Ramböll, 2019-09-03: Utredningen gjordes av Ramböll på uppdrag av Kretslopp och vatten/SBK. Syftet med utredningen var att, i Göteborgs Stads regi, komplettera Kretslopp och vattens rapport från 2018. Utkastet visade, likt utredningen för Västfastigheter, att kraven i TTÖP uppfylldes genom att anlägga utjämningsmagasin inom planområdet.

Vid granskning av Kretslopp och vatten observerades att det fanns skillnad mellan resultaten i rapporten och tidigare resultat. Det motiverade att Rambölls beräkningsmodell granskades mer ingående och att Kretslopp och vatten innan granskning inte kunde godta slutsatserna. Granskningen pekade på att Rambölls modell avviker från Kretslopp och vattens generella metodik. KoV behövde undersöka avvikelsernas konsekvens på slutsatserna innan slutsatser kunde dras från utredningen.

Syftet med detta PM är att jämföra Rambölls resultat för den föreslagna detaljplanen med Kretslopp och vattens vedertagna resultat av befintlig situation. Efter den jämförelsen kan beslut tas om hur material från olika källor ska användas för att dra slutsatser om åtgärders effekt.

Analys av modellresultat

Skillnaden mellan modellen som Ramböll använt i utredningen skiljer sig från Kretslopp och vatten på följande punkter:

Modellaspekter	Ramböll	Kretslopp och vatten
Höjdmodellens upplösning	2 m	4 m
Råhet	Oberoende av markanvändning (M=32)	Beroende av markanvändning (mellan M=2 till M=50)
Infiltration	Ingen infiltration	Beroende av markanvändning
Regn	Konstant över alla ytor	"Mer" regn på naturytor
Ledningsnätmodell	Detaljerad modell från KoV	Förenklad modell från DHI

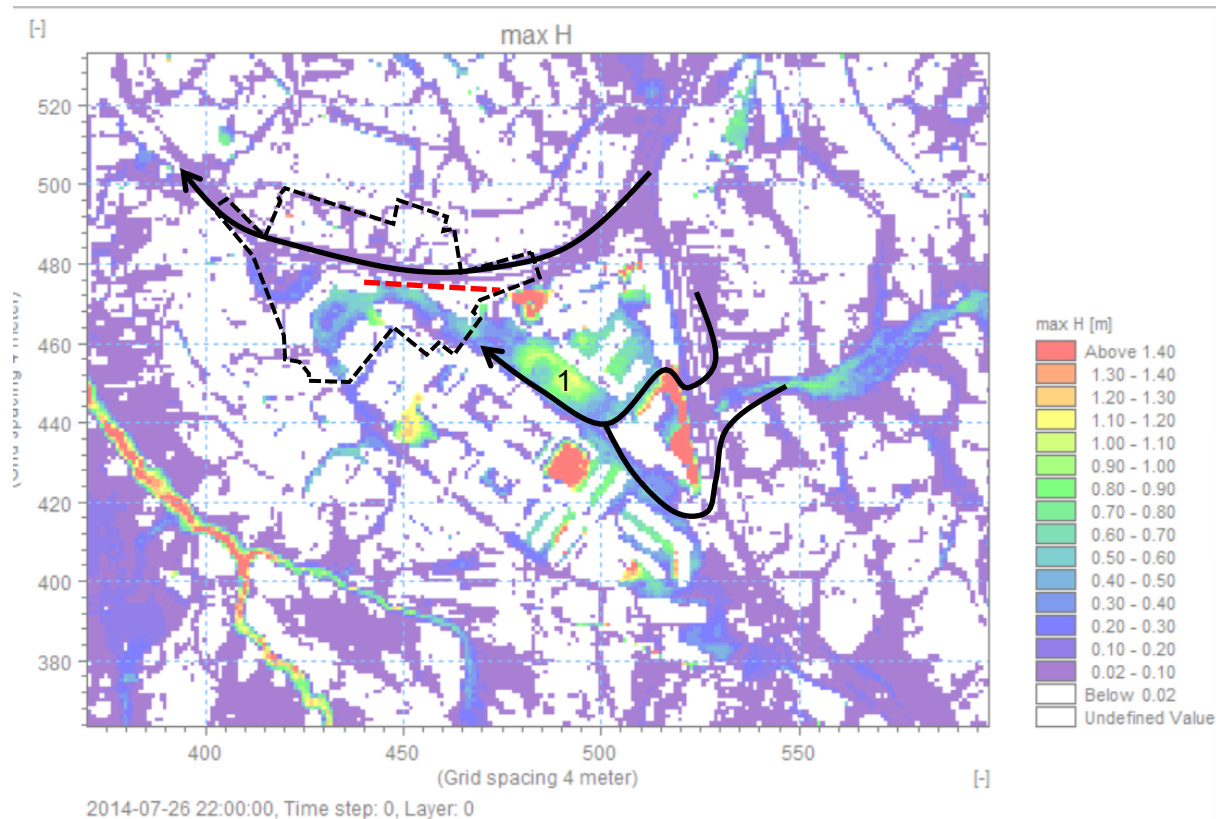
Analys av resultatet från de olika resultaten visar på att skillnaderna ovan kan stora lokala effekter. Denna analys kan läsas i Bilaga 1.

Eftersom det är svårt att bedöma skillnadernas påverkan på planområdet studerades istället resultatet från KoVs generella skyfallsmodellering och planens påverkan på höjdförhållanden.

Analys för åtgärdsförslag

Uppbyggnad om simulering av hydrauliska modell är komplexa och tidskrävande insatser som görs för att beskriva en komplex verklighet. För att inte behöva göra om denna procedur har ett antal mönster identifierats som bedöms kunna möjliggöra att slutsatser dras ifrån tillgängligt material.

I Figur 1 visas maximala översvämningsdjupet från skyfallsmodellering av befintlig situation (KoV, 2016) och i Figur 2 visas samma resultat från Rambölls modellering av planområdet.



Figur 1 Maximalt översvämningsdjup över Sahlgrenska vid skyfall enligt KoVs skyfallsmodellering av Linnéområdet (2016)



Figur 2 Maximalt översvämningsdjup över Sahlgrenska vid skyfall enligt Rambölls skyfallsmodellering av uppströms avrinningsområde (2019)

Svartstreckad linje visar ungefärligt planområdesgräns. De svarta pilarna i bilden visar ytvattnets väg genom Sahlgrenska. Den röda linjen illustrerar vattendelare.

Vid skyfall fortsätter avledningen vidare längs Per Dubbsgatan. Modelleringarna visar att vattendjupet på vägbanan generellt är lägre än 0,1 m men vattnets flöde och hastighet kan ändå medföra en risk. Slutsatser från strukturplanearbetet var att flödet i befintlig situation inte påverkar framkomlighet vid längs gatan. Avseende risk för personskada så belysas det i

en riskanalys (1) framtagen för SBK 2016. Enligt klassificeringen i rapporten är risken längs gatan i lägst konsekvensklassen i en skala 1-5.

Både KoVs modellering av befintlig situation och Rambölls modellering med föreslagen höjdsättning medför att vatten leds längs Per Dubbsgatans norra sida. Begränsad mängd vatten korsar vattendelaren som markeras med röda, streckade linjer i figurerna. Eftersom planen inte påverkar vattenvägarna på Per Dubbs kommer inte heller att flödet nedströms att påverkas av förändringar söder om vattendelaren. Anläggandet av en Rain Garden på allmän platsmark med 440 m³ utjämningsvolym, i relation till dagens 90 m³ (KoV, 2018), kommer dock att minska flödet nedströms.

Söder om vattendelaren har dock planen större påverkan på dagens situation. Placeringen av en byggnad i en befintlig lågpunkt hindrar ca 1700 m³ (KoV, 2016) vatten från att rinna söderut. För att kompensera för det föreslås två utjämningsmagasin öster om nya akuten på kvartersmark som tillsammans har en volym på 3475 m³. Det betyder att översvämningsrisken uppströms minskar.

Höjdsättning kring utjämningsmagasinen förändras något vilket kan påverka översvämningsrisken uppströms. Denna effekt har inte kvantifierats men om ytan fylls upp måste den kompenseras med utjämningsvolym. Observera att storleken på föreslagna magasin gör att det fortfarande finns marginal innan situationen uppströms försämras.

Eftersom åtgärderna som föreslås i planen utjämnar en del vatten som i befintlig situation fyller upp den stora lågpunkten på Sahlgrenska (markeras med siffran 1 i Figur 1 och Figur 2) sänks vattennivån relativt befintlig situation. Modellering av befintlig situation visar att högsta vattennivån i den lågpunkten +38,46 m (KoV, 2016). Den översvämmade ytan på Sahlgrenskas område är ca 21 000 m². En grov uppskattning av ytterligare utjämnings effekt är att den sänker vattenytan 0,08 m (1775/21000). Medelnivån i lågpunkten blir då +38,38 m. Det är 2 cm lägre än resultaten som Ramböll redovisar i sin rapport.

Vid skyfall och befintlig situation rinner vatten genom detaljplaneområdet vilket bidrar till flödet i Vitsippsbäcken. Med planens genomförande blockeras avrinningsvägen vilket resulterar i att flödet till bäcken minskar marginellt relativt befintlig situation.

Slutsats

1 COWI, mars 2016, RISKHÄNSYN VID HANTERING AV ÖVERSVÄMNINGSRISKER



Resultat har tagits fram med modeller som har olika förutsättningar och kan ge olika effekt. Slutsatserna har dragits fram genom att bedöma effekten av åtgärderna som Ramböll föreslår på KoVs skyfallsmodellering.

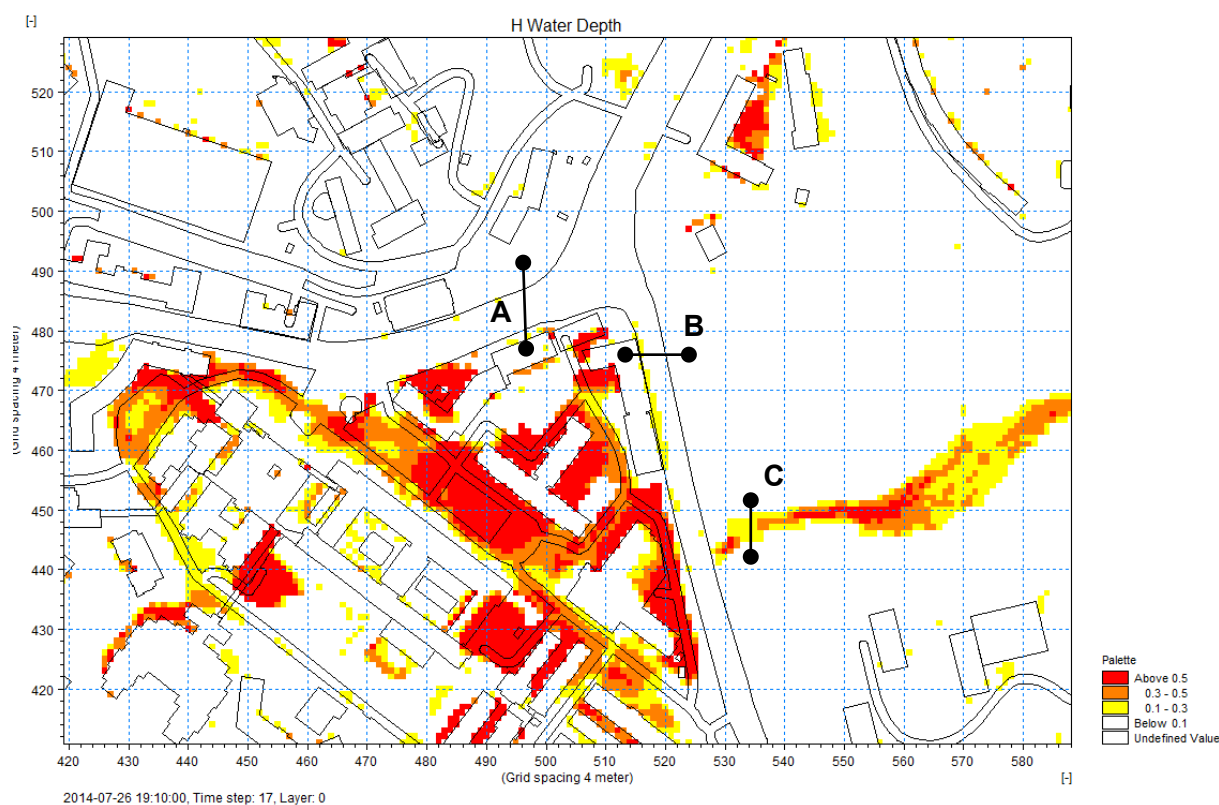
Utgjämningarna som planeras inom planområdet minskar översvämningsrisken uppströms trots att avledningen minskar genom planområdet. Analysen pekar på att mängden vatten som samlas på Akuttorget är något större än vad som redovisas i Rambölls rapporten. Det bör dock inte påverka vattennivån påtagligt eftersom marken lutar från planområdet. Den Rain Garden som föreslås har större utjämningsvolym än dagens situation vilket minskar flödet nedför Per Dubbsgata och minskar översvämningsrisken nedströms.

Vattendjupet och hastighet vid skyfall bedöms inte förhindra framkomlighet till planen via Per Dubbsgatan.

Åtgärdsförslaget som föreslås i Rambölls rapport bedöms uppfylla kraven i TTÖP.

Bilaga 1

Resultatet från modellerna visar skillnader mellan högsta vattendjup. Figurena nedan visar djupet med Kretslopp och vattens modell respektive Rambölls modell.

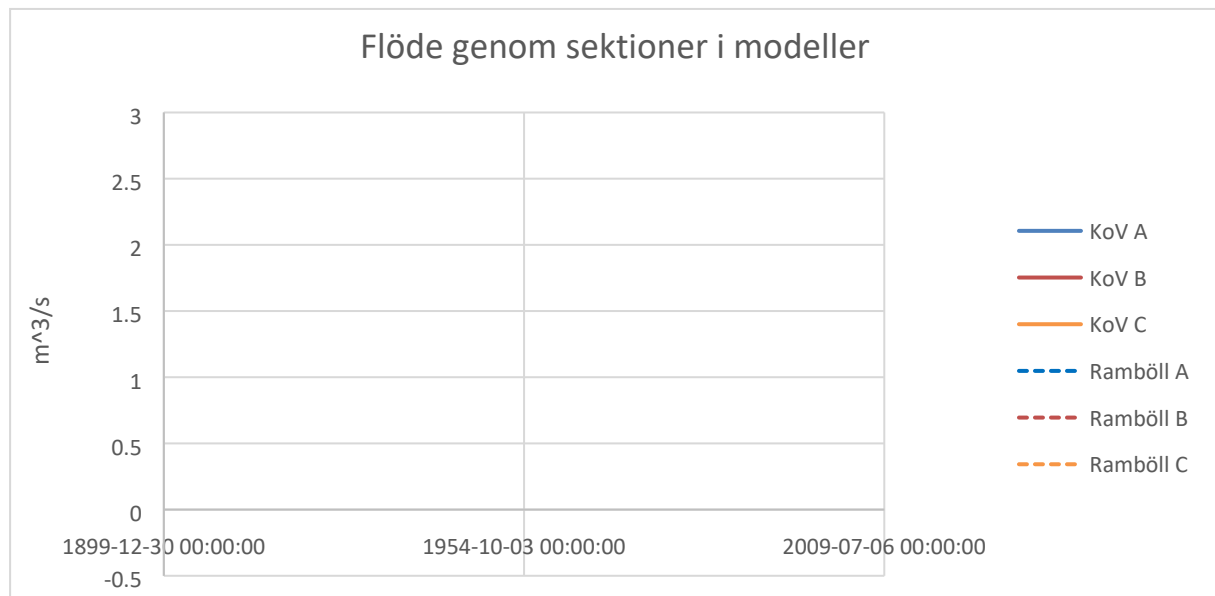




Observera att bakgrundskartan i bilden ovan visar befintlig situation trots att vattendjupet visar skyfall efter genomfört planförslag. Syftet med bakgrundskartan är endast att orientera läsaren.

Genom att jämföra bilderna kan skillnader i resultat observeras. Dock är Rambölls modell en beskrivning efter plan och åtgärder vilket medför att resultatet inte kan jämföras direkt inom planområdet. Det bör dock inte påverka vattenmängden uppströms. Flödet genom tre sektioner (se A, B C i figurer) uppströms planområdet har undersökts i resultatfilerna.

I diagrammet nedan visas resultatet av analysen.



I ett tidigare resultat underskattades sektionen något i Rambölls sektion A. Detta har beaktats och kompenserats i resultatet ovan.

I tabellen nedan ges ackumulerade flödet genom respektive sektion.

Tvärsektion	KoV (m3)	Ramböll (m3)
A	2831	1086
B	4247	2190
C	4730	2559



Dagvatten- och skyfallsutredning



*Projekt: Detaljplan för vård och forskning vid
Per Dubbsgatan*

Beställare: Viveca Risberg

*Handläggare: Linnéa Lundberg, Kretslopp och vatten
Jonas Persson, Kretslopp och vatten*



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

Utveckling och projektavdelningen
Enheten för Regn, Rening, Recipient



Sammanfattning

Denna dagvatten- och skyfallsutredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbetet för Vård och forskning vid Per Dubbsgatan. Planområdet är utmanande för hantering av både skyfall och för att fördröja och rena dagvattnet.

Fastigheterna på Medicinareberget behöver genomföra enklare rening och fördröjning. Det innebär att det ska finnas plats för exempelvis diken eller regnrabatt på fastigheterna.

Per Dubbsgatan är en högtrafikerad väg med stor andel kollektivtrafik. Dagvattnet från vägen måste renas i samband med ombyggnationen vid planen. Det är utmanande att hitta plats för reningslösningar i en tät trafikmiljö och kostnaderna blir stora då dagvattnet måste separeras från det kombinerade systemet. Utredningen har studerat tre alternativ för fördröjning och rening av dagvatten från allmän platsmark. Det alternativ som förordas är att separera dagvattnet i Per Dubbsgatan och avleda det till en reningsanläggning vid spårvagnsslingan. För att detta alternativ ska vara genomförbart då denna yta ska användas till flera ändmål är det viktigt att utrymme tidigt reserveras för dagvattenhantering.

Byggnaden över vägen samt den nya byggnaden på Sahlgrenskas fastighet bör inte avvattnas till kombinerat system utan till dagvattenledning eller Vitsippsbäcken. Fördröjning av dagvattnet ska ske, förslagsvis tillsammans med en lokal reningsanläggning som skulle kunna vara en regnträdgård. Om fastighetsägaren kan uppvisa tillräcklig reningseffekt med befintlig eller kompletterad koppelbrunn är det också en acceptabel lösning.

På Sahlgrenskas fastighet samlas idag stora volymer vatten vid ett skyfall, både inom och utanför planområdet. Planen bör höjdsättas så riktlinjer för skydd mot skyfall följs. För samhällsviktig verksamhet innebär det att avståndet mellan högsta vattennivå och vital del för verksamheten ska vara minst 0,5 m. För byggnaders ska avståndet mellan högsta vattennivå och underkant golvbjälklag vara minst 0,2 m. Vattendjupet på vägar får högst bli 0,2 m för att de ska vara framkomliga. Den generella utgångspunkten är att hantering av ett 100-årsregn så långt som möjligt skall möjliggöras inom planområdet. Om det inte uppnås bör åtgärder identifieras för att kompensera för ökad risk nedströms.

Vid skyfall avleds vatten genom planområdet. Höjdsättningen bör därför möjliggöra samma avledning för att inte försämra förhållandena uppströms. I planens södra sida föreslås en byggnad vars placering har stor påverkan på avledningen och utjämningen. Utredningen visar att ytvatten kan ledas om så förutsättningarna inte påverkas. Flödesvolymen till Vitsippsbäcken ökar som konsekvens av minskad utjämning inom planområdet.

I stadens arbete med klimatanpassning har Stadsbyggnadskontoret tagit fram en strukturplan för skydd mot skyfall för avrinningsområdet som planen ligger inom. Om föreslagna åtgärder inom planområdet genomförs påverkas inte möjligheterna för struktuplanen. Om åtgärderna genomförs minskar ytvattenflödet genom planen.



Dagvattnet avleds inte till något dikningsföretag eller ett vattendrag som omfattas av miljökvalitetsnormer.

Vattennivån i anslutningspunkten till dagvattenförande ledning i Per Dubbs gata klarar inte kraven enligt P110 avseende vattennivå under ledningsjässan vid klimatpåverkat 10-årsregn. Överbelastningen kan hanteras om fastighetens interna nät klarar kortvarig uppdämning. Ingen rekommendation på att ytterligare avledningskapacitet anläggs.



Innehållsförteckning

Projektbeskrivning.....	5
1. Syfte och Huvuddrag.....	5
Förutsättningar.....	6
2. Avvattning och anslutningspunkter.....	6
3. Befintlig reningsanläggning – Kopparbrunnen	7
4. Recipient och avrinningsområde	8
5. Miljökvalitetsnormer	9
6. Geoteknik och markmiljö	9
7. Dikningsföretag	9
8. Fördröjningskrav	9
9. Reningskrav	9
Ledningskapacitet.....	11
10. Dimensionerande flöden	11
11. Påverkan på nedströms vattendrag	18
Skyfall	19
12. Befintlig situation och åtgärder inom detaljplan	20
13. Framtida åtgärder utanför plan	24
14. Slutsats skyfall	24
Förslag dagvattenhantering	25
15. Kvartersmark	25
16. Allmän platsmark.....	27
17. Investering- och driftkostnad	33
18. Slutsats allmän plats	34
Bilaga 1. Beräkningar fördröjningsvolym.....	35
Bilaga 2. Beräkning av flöden i Per Dubbsgatan	36
Bilaga 3. Exempel på fördröjnings och reningslösningar	37
Fler exempel hittas i Idéhandboken på göteborgs stads hemsida.....	37
Makadamdike	37
Fördröjningsmagasin	38
Sedumtak	38

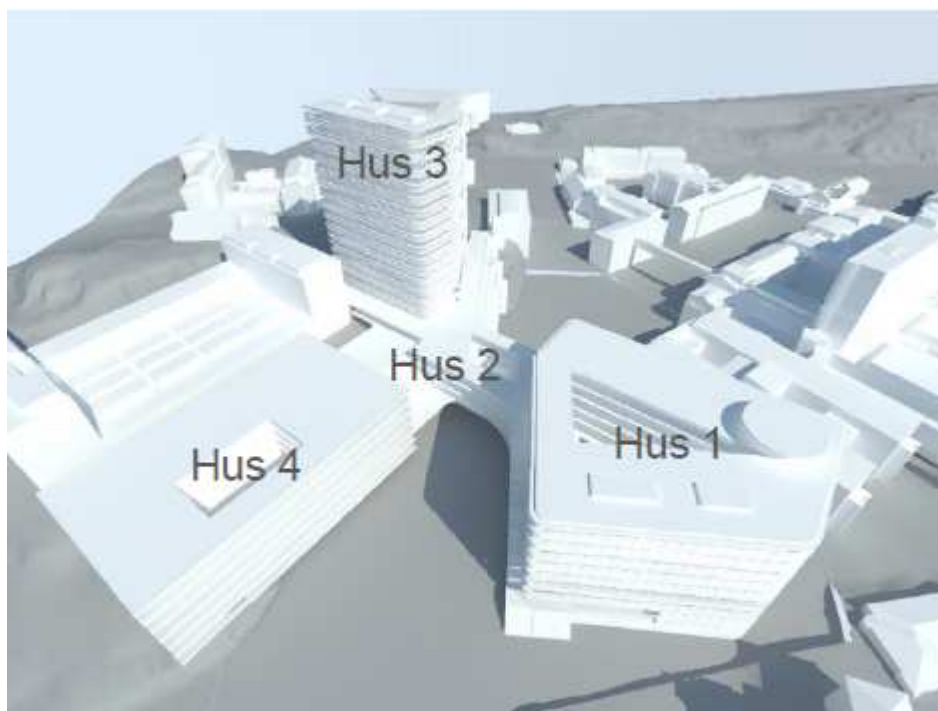


Projektbeskrivning

1. Syfte och Huvuddrag

Detaljplan för vård och forskning vid Per Dubbsgatan syftar till att samla och förstärka kopplingen mellan forskning och vård kring Sahlgrenska. Två nya byggnader planeras på Medicinareberget och de ska vara ihopkopplade med en ny byggnad på Sahlgrenska via en byggnad över vägen.

Dagvatten- och skyfallsutredningen ska klargöra förutsättningarna för dagvatten- och skyfallshanteringen inom detaljplanen.

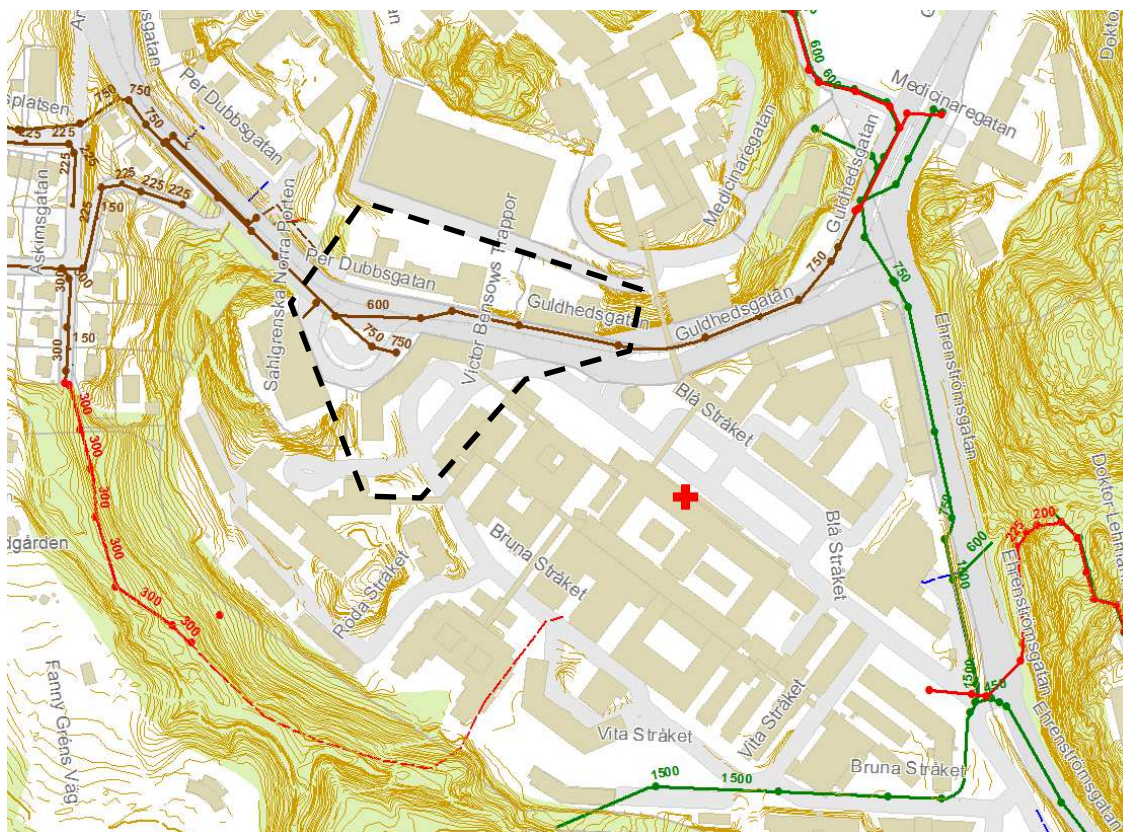


Figur 1. Illustration över planområdet sett från söder (bild från exploatörerna)



Förutsättningar

I bilden nedan visas en kartöversikt av Sahlgrenska sjukhuset, Kretslopp och vattens ledningsnät och detaljplanens ungefärliga läge.



Figur 2 visar allmänna dagvatten- (gröna), spillvatten- (röda) och kombinerade (bruna) ledningar i området. Planområdet är markerat med svart streckad linje.

Kretslopp och vatten har två ledningar som fastigheterna inom detaljplanen ansluter ytor och byggnader mot. Den ena ledningen ligger i Guldhedsgatan-Per Dubbsgatan, nordväst om Sahlgrenska och den andra går genom sjukhusområdets sydöstra del. Vissa tak och ytor går till en intern reningsanläggning som kallas Kopparbrunnen varifrån vattnet sedan släpps direkt till Vitsippsbäcken.

Sahlgrenska Sjukhuset ligger i en sänka där ytvatten från Guldheden vid stora regn och skyfall avleds och fördröjs innan sänkan fylls upp. När sänkan är full sker ytvavledningen söderut, mot Vitsippsbäcken.

2. Avvattning och anslutningspunkter

De delar av planområdet som ligger på Medicinareberget (norr om Per Dubbsgatan) avleds idag till det kombinerade ledningsnätet i Per Dubbsgatan och planeras att fortsätta



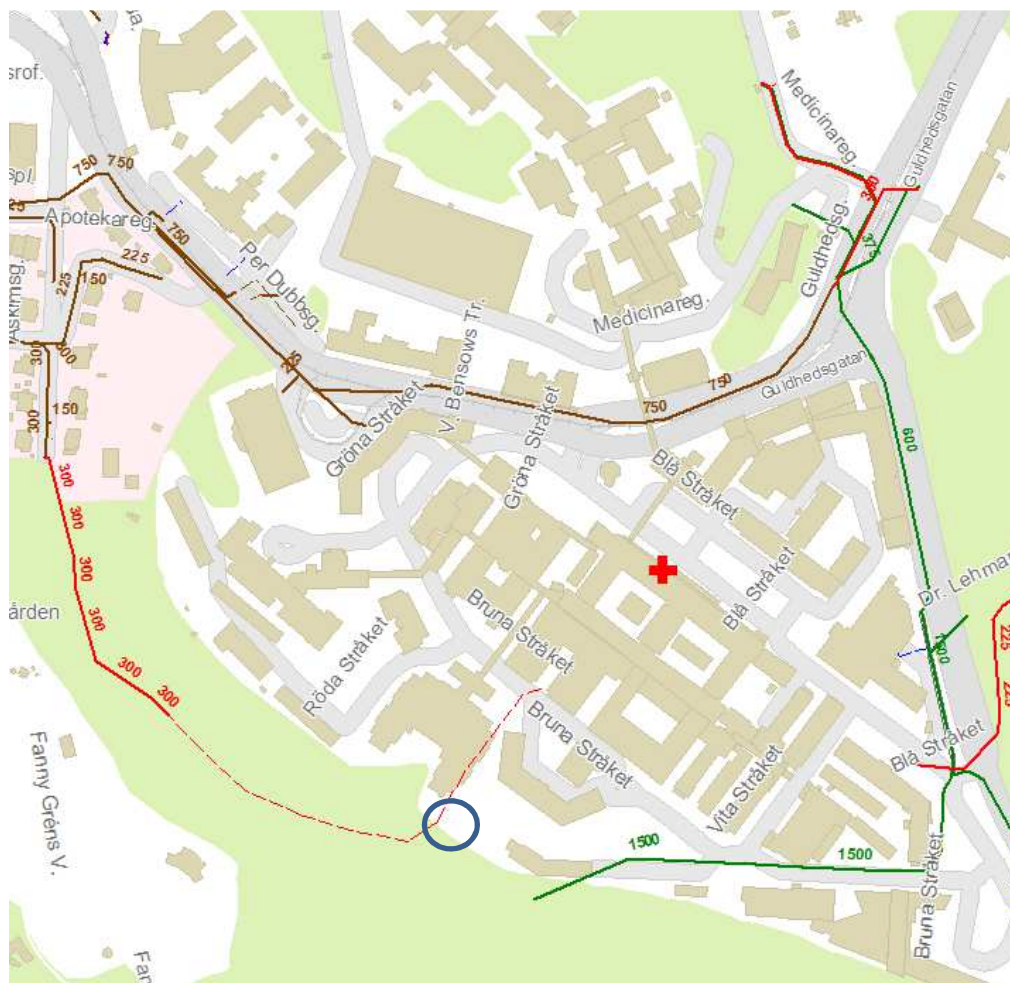
göra det även efter detaljplanens genomförande. Avvattningen av gatan går idag också till den kombinerade ledningen som går till Ryaverket och efter rening ut i Göta Älv.

Sahlgrenskas fastighet (Änggården 33:1) har flera anslutningspunkter, både till det kombinerade nätet, till dagvattenledningar samt ett eget utlopp till Vitsippsbäcken. Vid detaljplanens genomförande ska avledning till den kombinerade ledningen undvikas. Staden arbetar tillsammans aktivt för att minska mängden tillskottsvatten som kommer till Ryaverket, och en del i det arbetet är att koppla bort dagvatten från kombinerade ledningar. Vid en omfattande ombyggnation som denna ska alltså dagvatten avledas till dagvattenledningen eller Vitsippsbäcken. Detta kan innebära att pumpning av dagvattnet behöver göras. Även vattnet från det kombinerade nätet pumpas till Ryaverket så samhällsekonomiskt är det bättre att pumpa det till rätt ställe redan från början. Kretslopp och vatten kommer att hålla en dialog med Västfastigheter för att komma fram till den bästa lösningen för att undvika att koppla dagvattnet till den kombinerade ledningen.

Enligt försiktighetsprincipen görs olika analyser i denna utredningen med mindre fördelaktiga bedömningar av förutsättningarna. Det innebär att diskussionen om rening i utredningen utgår från att dagvattnet från Sahlgrenska leds till Vitsippsbäcken. Eftersom även kraven för rening vid anslutning till det kombinerade nätet uppfylls då, innebär detta att detaljplanen möjliggör båda alternativen.

3. Befintlig reningsanläggning – Kopparbrunnen

Efter att höga kopparhalter uppmätts i Vitsippsbäcken, startade ett arbete med att ta fram en reningsanläggning för dagvattnet från Sahlgrenska. År 2013 stod kopparbrunnen klar. Den består av tre stora brunnar fyllda med hyttsten som vattnet filtreras igenom innan det rinner ut i Vitsippsbäcken, se placering i Figur 3. Prover har tagits på ingående och utkommande vatten vid ett flertal tillfällen. Resultat från 2013-2015 visar på en svagt nedåtgående trend för halterna av koppar. Vid mätningen 2015 låg dock totalkoppar på ca 70 mikrogram/liter och löst koppar på ca 30 mikrogram/liter. Detta kan jämföras med riktvärdet för koppar som ligger på 10 mikrogram/liter. Utvärderingen av anläggningen pågår fortfarande och används för att förbättra dess prestanda.



Figur 3 visar kopparbrunnens ungefärliga placering markerat med blå cirkel

4. Recipient och avrinningsområde

Dagvattnet som går till den kombinerade ledningen går via Ryaverket till Göta Älv. Dagvattnet som går direkt till recipient avleds till Vitsippsbäcken.

Vitsippsbäcken anses ha ett stort värde ur rekreations- och natursynpunkt¹ och ingår i riksintresse för både friluftsliv och natur. I området hittas också särskilt skyddsvärda arter och det skyddas av naturreservat. Vitsippsdalen räknas som ett ekologiskt särskilt känsligt område. Vitsippsbäcken är inte klassad enligt miljökvalitetsnormer.

Ur dagvattensynpunkt klassas Vitsippsbäcken som en mycket känslig recipient enligt *Reningskrav för dagvatten*. Bäckens vatten kommer från naturområdena i Änggårdsskogen men har ett lågt naturligt flöde och relativt mycket tillrinnande dagvatten vilket gör den känslig för dagvattenföroreningar. Under provtagningar mellan 2000–2004 återfanns höga värden av koppar i vattenmossa i bäcken. Vid punkter för dagvattenutsläpp

¹ Vatten så klart – Fördjupning av översiktsplanen



konstaterades också höga halter av kvicksilver, bly, krom och zink. Detta har föranlett utbyggnaden av en reningsanläggning för koppar på Sahlgrenskas fastighet, samt försök med filterbrunnar, gatusopning och utredningar kring hur belastningen från omgivande allmänna vägar kan minska. Det är alltså av största vikt att minska andelen föroreningar i dagvattnet som når Vitsippsbäcken.

5. Miljökvalitetsnormer

Göta Älv är klassad enligt miljökvalitetsnormer, men dit når vattnet först efter rening i Ryaverket och därför bedöms inte miljökvalitetsnormerna påverkas negativt.

Vitsippsbäcken är inte klassad enligt miljökvalitetsnormer.

6. Geoteknik och markmiljö

Utdrag ur jordartskartan visar att marken består av lera eller kalt berg med tunt jordtäckte. Marken är alltså inte lämplig för infiltration.

Enligt Stadsbyggnadskontorets "infovisaren" finns det ingen information angående markföroreningar inom planområdet, men däremot något förhöjda halter på vissa andra delar av Sahlgrenskaområdet och Medicinareberget. Ej markerade ytor ska tolkas som att information saknas, men föroreningar kan finnas ändå.

7. Dikningsföretag

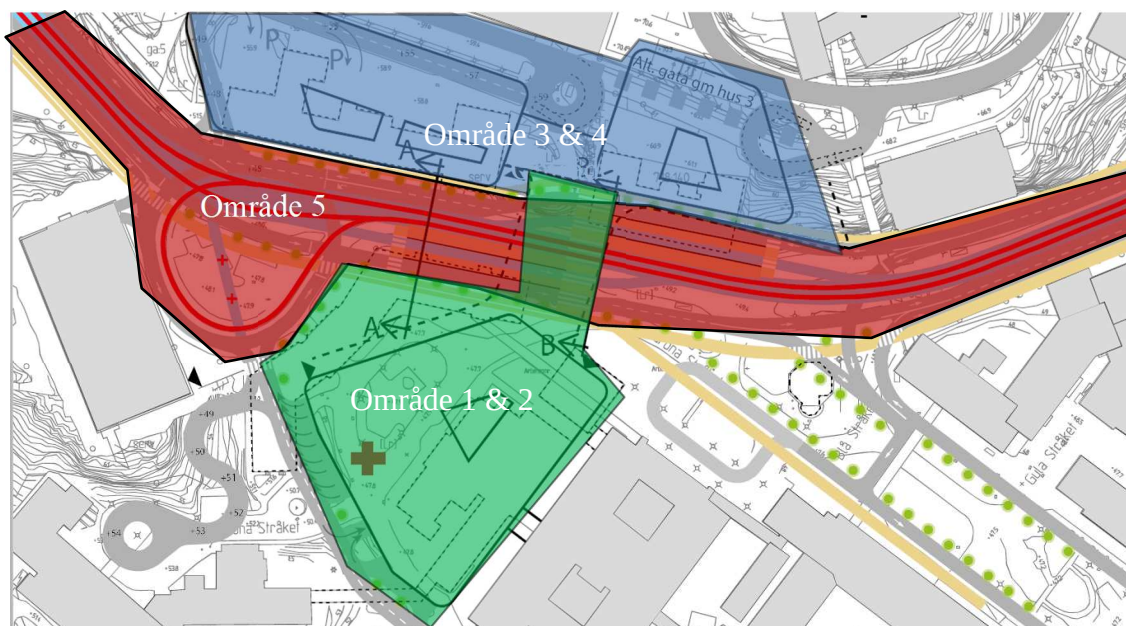
Dagvattnet från planområdet avleds inte till något dikningsföretag.

8. Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta inom detaljplanen ska fördröjas. En uppskattning av vilken volym det motsvarar med nuvarande planförslag redovisas i kapitel 5.

9. Reningskrav

Reningskraven gäller per fastighet men eftersom fastighetsgränserna ännu inte är klara delas planområdet upp i tre olika typområden, se Figur 4.



Figur 4. Området delas upp i tre olika områden utifrån föroreningsbelastning och recipient. Reningskraven inom respektive område är samma.

Område 1 & 2 kommer vid detaljplanens genomförande att inkludera en byggnad på Sahlgrenskas fastighet samt en byggnad över vägen (varifrån dagvattnet planeras att avledas ner på Sahlgrenskas fastighet). Området kommer till större delen bestå av bebyggelse samt lite vägar och mindre grönytor. Dessa ytor räknas som medelbelastade vad gäller de avvattnande ytornas föroreningsbelastning eftersom det är kontor i en central miljö. För att undvika ytterligare dagvatten till en kombinerad ledning bör dagvattnet från dessa fastigheter ledas till Vitsippsbäcken, vilken räknas som en mycket känslig recipient. En medelbelastad yta tillsammans med en mycket känslig recipient ger enligt matrisen i Tabell 1 att rening ska användas. Reningen ska omfatta både sedimentation och infiltrering exempelvis i krossdike, biofilter eller andra typer av magasin med filter. En dagvattenanmälan för dagvattenanläggningen behöver göras till Miljöförvaltningen. Notera i tabell 1 att rening behövs även om dagvattnet skulle avledas till en kombinerad ledning.

Tabell 1. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Grön cirkel visar reningskravet för området 1 & 2. Blå oval visar reningskravet för område 3 & 4 och röd oval visar reningskrav för område 5.

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



Område 3 & 4 är privata fastigheter som till större delen kommer vara bebyggda samt ha mindre vägar, parkeringar och gröna ytor. Dessa fastigheter bedöms som medelbelastade ytor vad gäller de avvattnande ytornas föroreningsbelastning. Dagvattnet från dessa fastigheter går till det kombinerade nätet vilket räknas som en mindre känslig recipient. Vid en separering avleds dagvattnet direkt till Göta älv som också klassas som en mindre känslig recipient. En medelbelastad yta tillsammans med mindre känslig recipient ger enligt matrisen i Tabell 1 att enklare rening ska användas. Enklare rening innebär att det skall finnas avskiljning av partiklar exempelvis genom översilning, avledning i dike eller brunnsfilter.

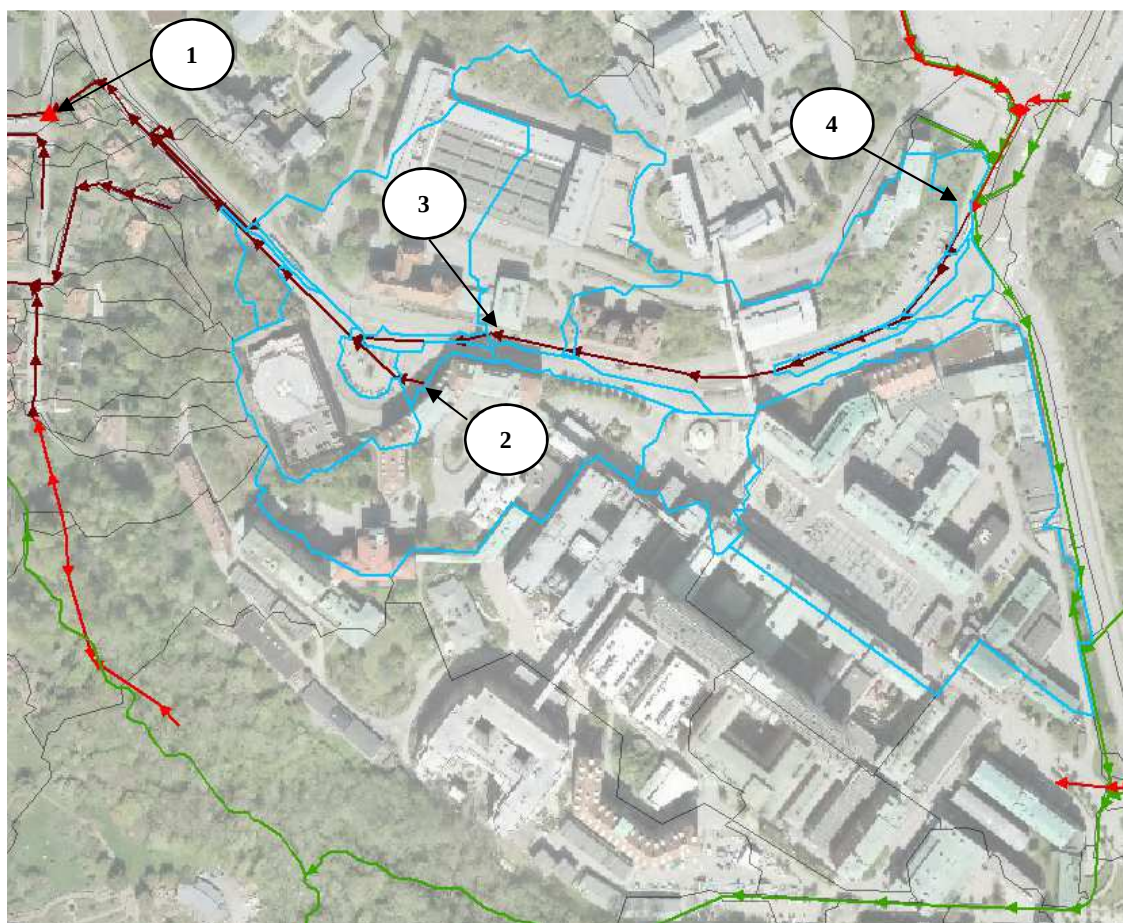
Område 5 består av allmän plats med väg, spårväg samt gång- och cykelstråk. Trafikintensiteten på gatan är 23 500 ÅDT idag och beräknas i framtiden ha 21 000 ÅDT. Detta innebär att ytan klassas som hårt belastad gällande föroreningar (i båda fallen). Dagvattnet avleds till kombinerad ledning vilket innebär att det krävs rening enligt matrisen i tabell 1. Rening ska omfatta både sedimentation och infiltrering, exempelvis i krossdike, biofilter eller andra typer av magasin med filter. En anmälan om dagvattenanläggningen behöver göras till Miljöförvaltningen.

Ledningskapacitet

10. Dimensionerande flöden

Nordvästra delen av Sahlgrenska avvattnas till allmänt ledningsnät i Per Dubbsgatan. Mottagande ledning för planen är kombinerad och området bedöms kategoriseras som instängd citybebyggelse, som enligt P90 ska kunna avleda regn med 10 års återkomsttid med en vattennivå under ledningshjässan. Enligt P110 ska nya dagvattensystem dimensioneras med hänsyn till bebyggelsens täthet. Eftersom konsekvensen vid översvämning bedöms vara hög inom planen rekommenderas att anslutningarna bedöms som *Centrum- och affärsområde*. Det medför att högsta vattennivån i anslutningspunkten ska vara under ledningshjäsna vid ett klimatpåverkat 10-årsregn och under marknivå vid ett klimatpåverkat 30-årsregn.

Trycknivån i ledningssystemet med befintliga förutsättningar och efter planens genomförande har beräknats med en hydraulisk modell. I bilden nedan visas Kretslopp och vattens ledningsnät och avrinningsområdet uppströms planområdet.

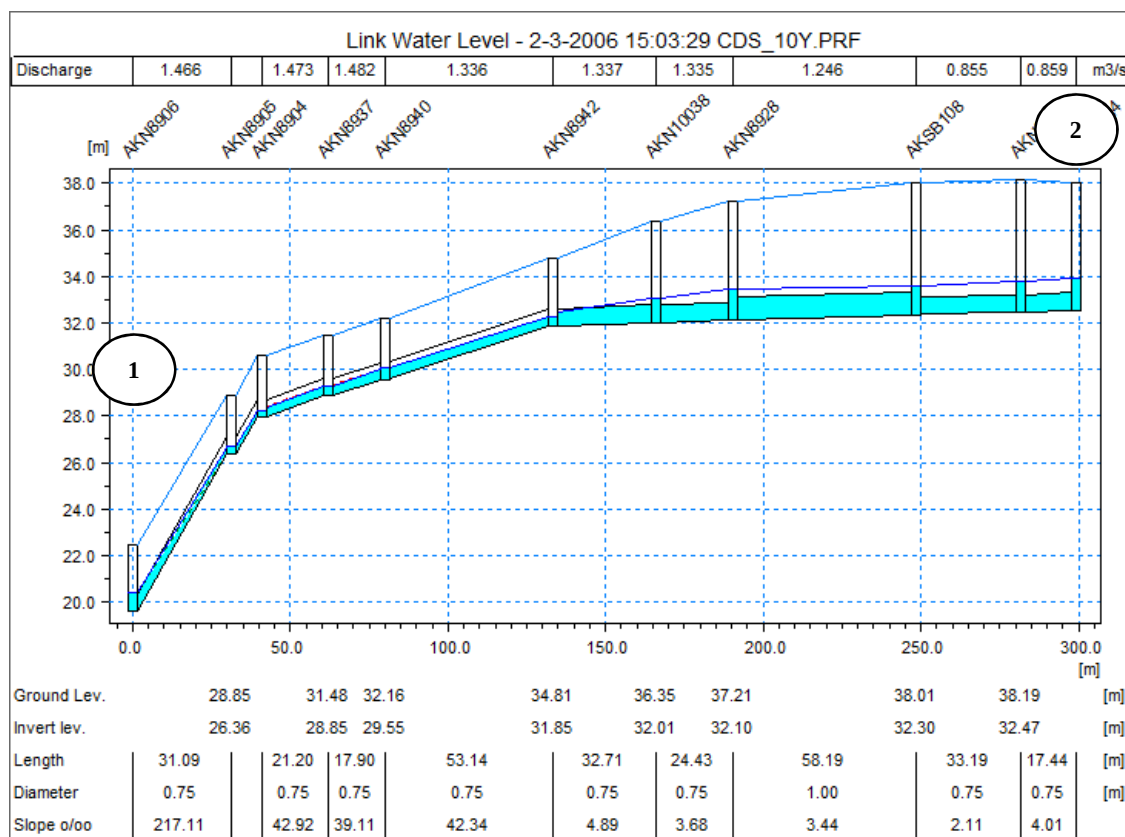


Figur 5 Ledningsnät och avrinningsområde inom och uppströms planområdet.

Avrinningsområden som markeras med blå gräns bedöms rinna av till ledningen i Per Dubbsgatan som dagvattnet från fastigheterna inom planen kommer att avledas till. Avrinningsområdet är 10,5 ha stort, varav 4,7 ha är vägyta och 3,4 ha är takyta. Avrinningsområdet är förmodligen överskattat eftersom delar av markerat avrinningsområde på Sahlgrenskas fastighet avleds till kopparbrunnen.

Siffrorna visar läge i plan för positioner i nedanstående ledningsprofiler. Befintliga anslutningspunkter inom planområdet markeras med 2 och 3.

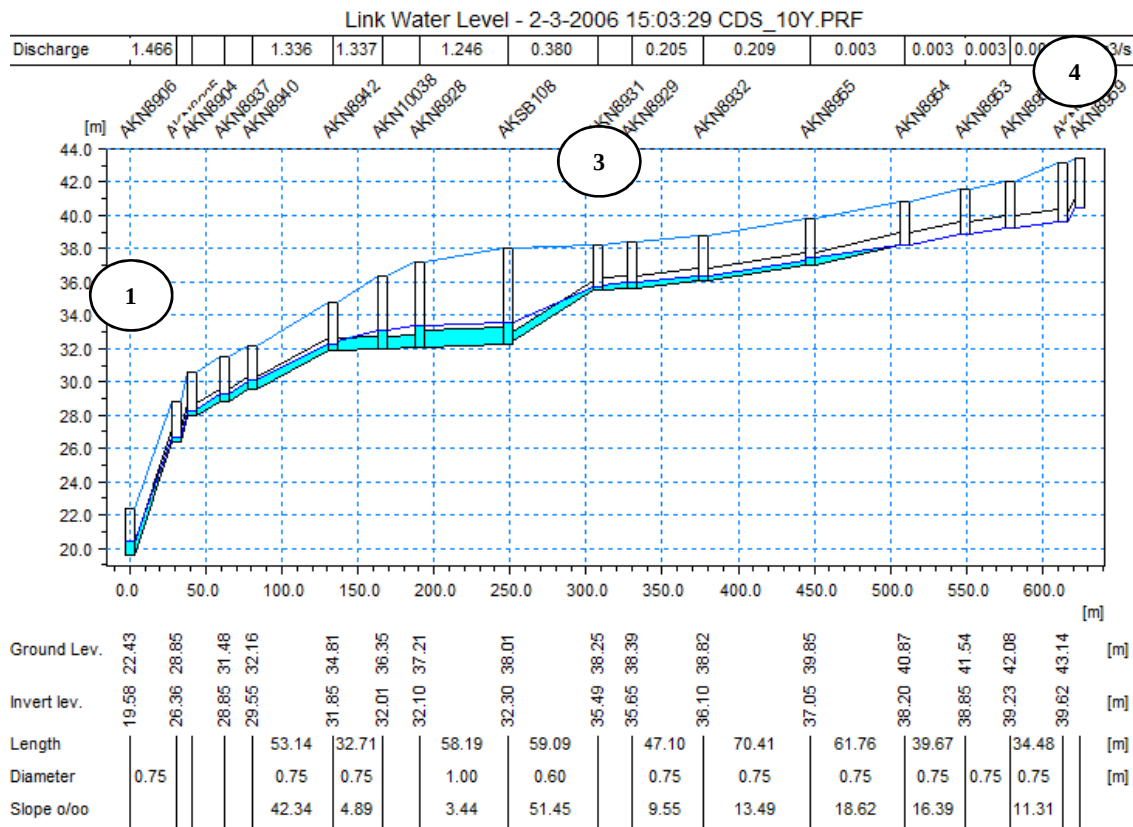
I figurerna nedan visas högsta vattennivån längs två sträckor.

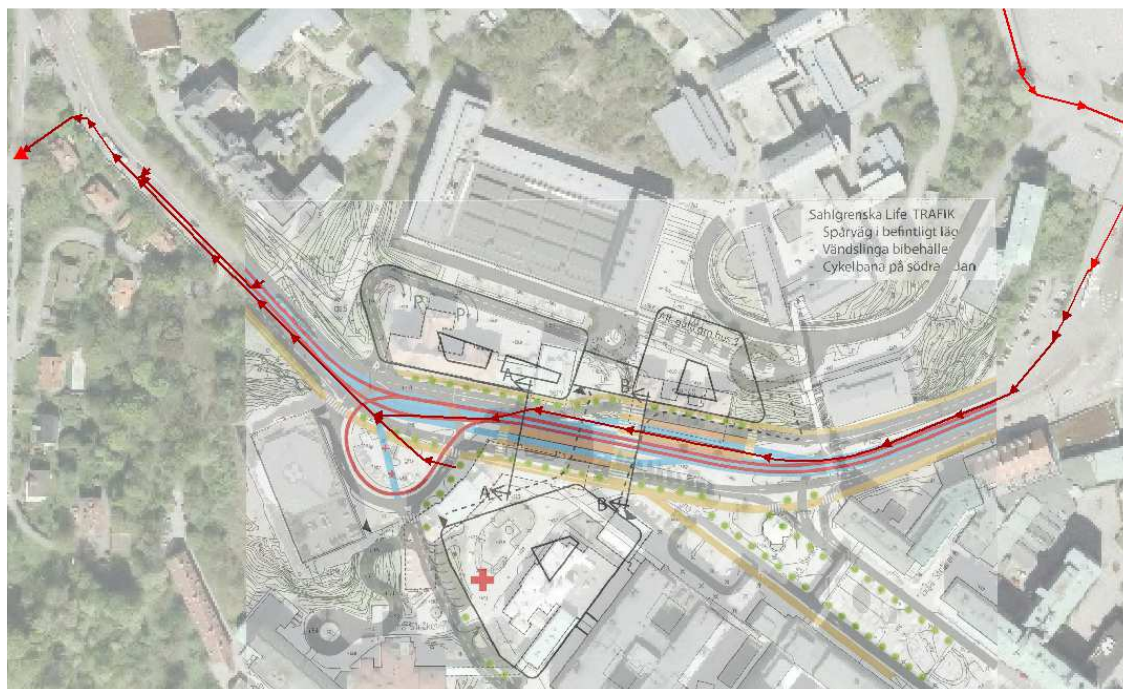


Figur 6 Tryckprofil vid 10-årsregn längs sträcka 1-2



Bilderna visar att högsta vattennivån i anslutningspunkten vid Norra Porten är ca 0,5 m över ledningshjässan vid dimensionerande situation.

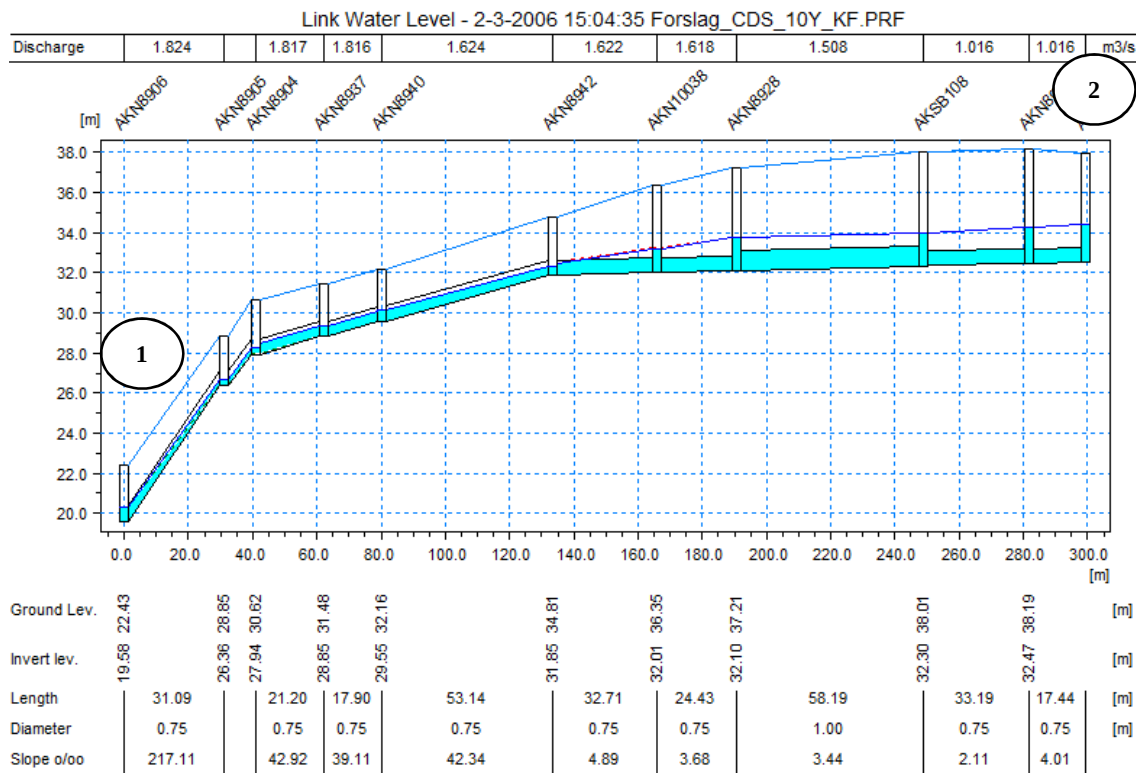




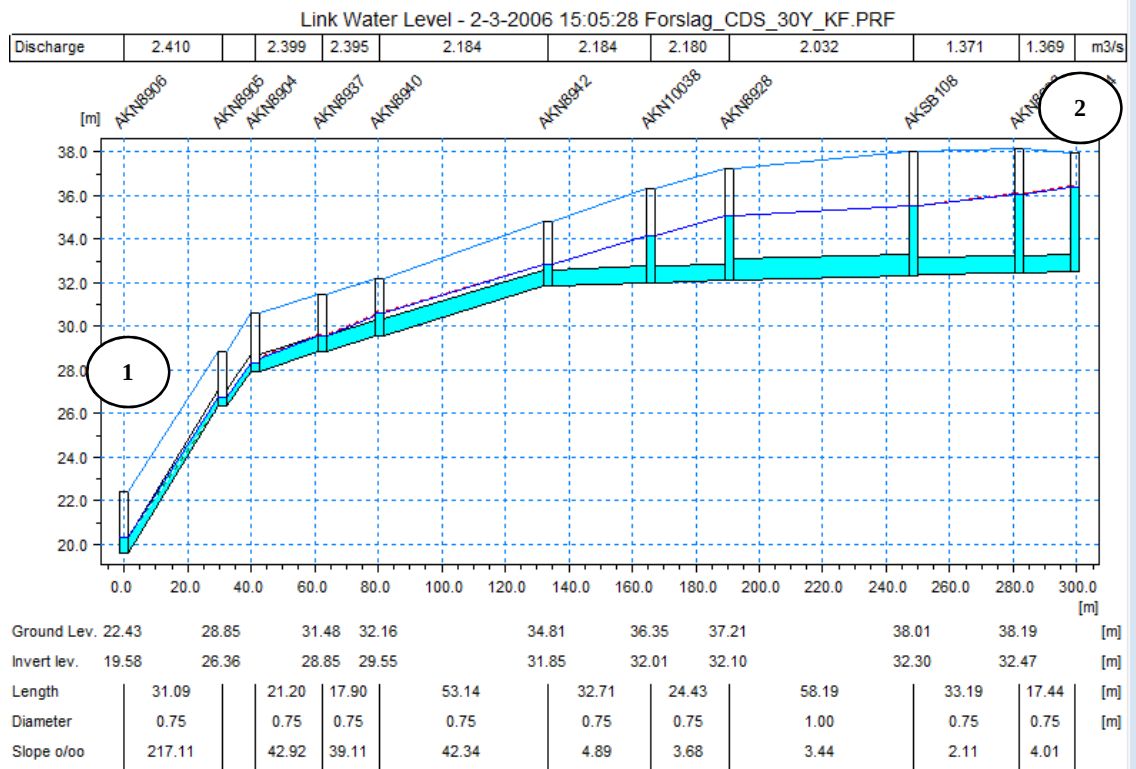
Figur 8 Skiss av planområdet och befintligt ledningsnät i Per Dubbsgatan

De nya husen i planen har större takyta än befintliga hus vilket ökar belastningen på dagvattenförande ledning. Dock sker en stor del av utökningen av husyta på ytor som i nuläget är asfalterad yta. Husen norr om Per Dubbsgatan ökar den totala hårdgjorda ytan med 1100 m² (västra huset 560 m² och östra huset 540 m²). Enligt befintligt underlag om markanvändningen orsakar planen att mängden hårdgjord yta ökar från 3,0 ha till 3,1 ha.

Allmänna ledningar från nya byggnader i centrumområde ska kunna avleda ett klimatpåverkat 10-årsregn under ledningshjässa och 30-årsregn under marknivå. Bilderna nedan visar högsta vattennivå vid ett klimatpåverkat 10- och 30-årsregn längs samma sträckningar som tidigare profiler.



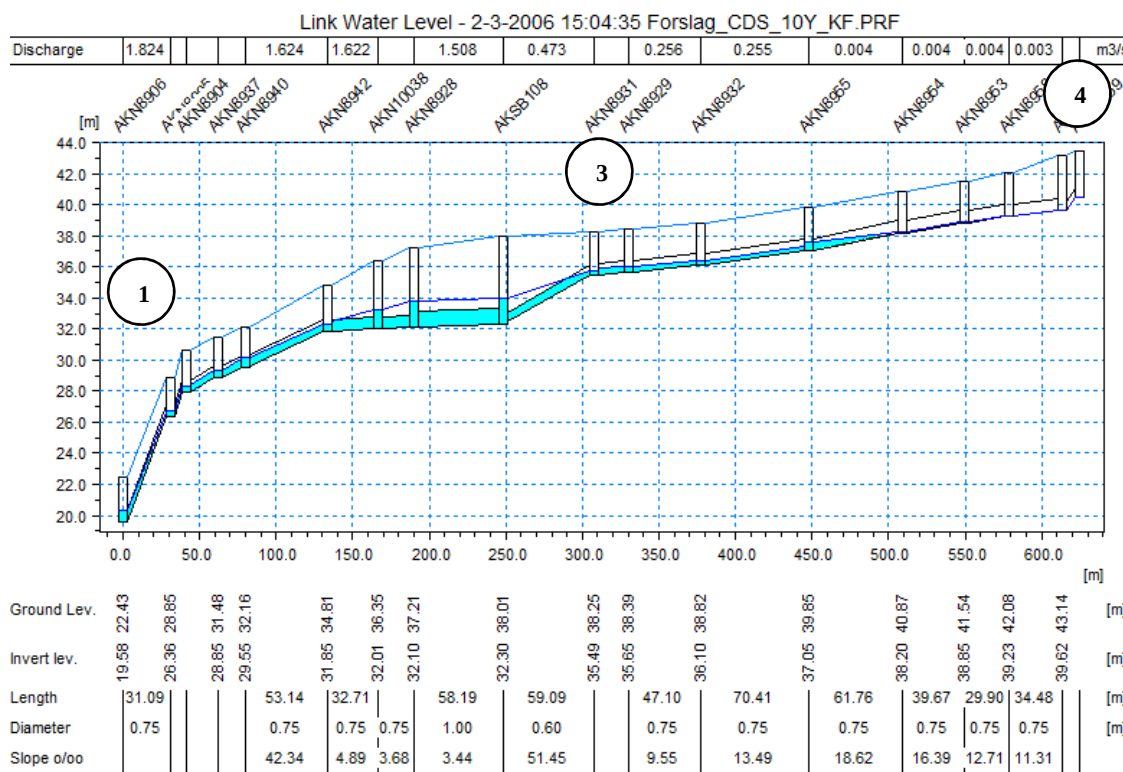
Figur 9 Tryckprofil vid klimatpåverkat 10-årsregn längs sträcka 1-2



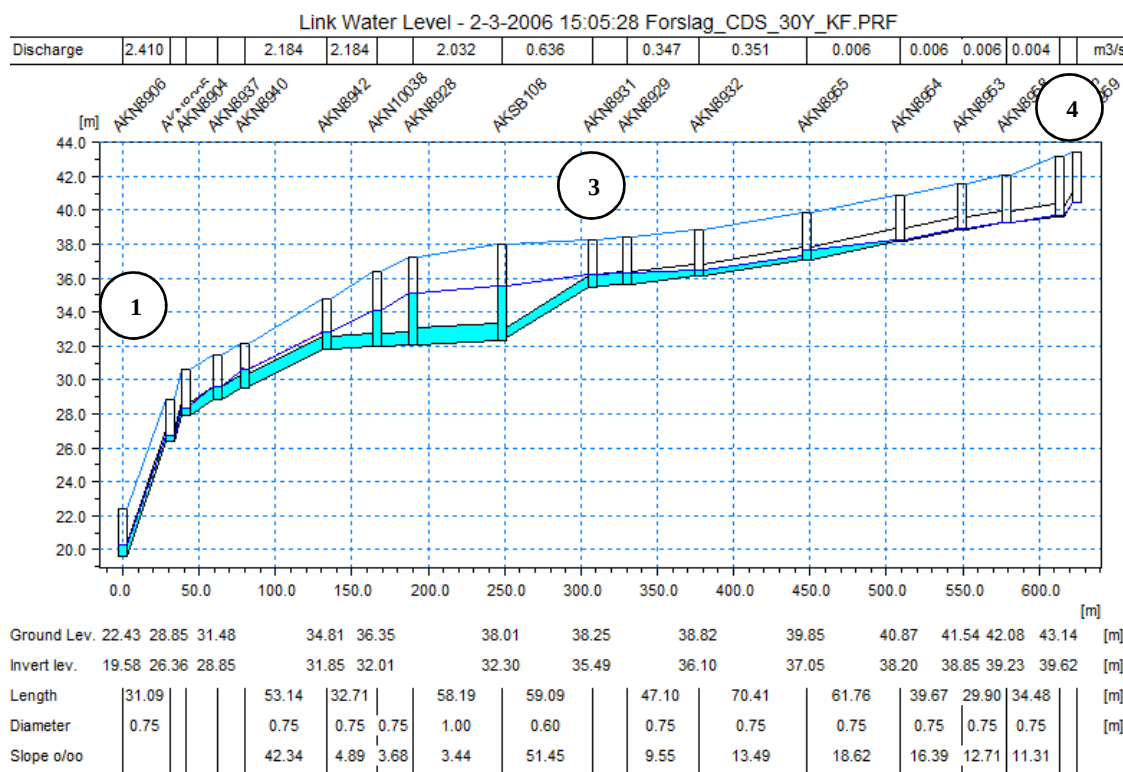
Figur 10 Tryckprofil vid klimatpåverkat 30-årsregn längs sträcka 1-2



Profilerna i Figur 9 och Figur 10 visar att befintlig ledning har tillräcklig kapacitet för att avleda ett klimatpåverkat 30-årsregn under marknivå men inte ett 10-årsregn under hjässan.



Figur 11 Tryckprofil vid klimatpåverkat 10-årsregn längs sträcka 1-4



Figur 12 Tryckprofil vid klimatpåverkat 30-årsregn längs sträcka 1-4

Anslutningen inom plan från nya byggnader på Medicinareberget bedöms behållas i punkt 3 i profilen ovan. Varken 10- eller 30-årsregnet överskrider högsta tillåtna nivå.

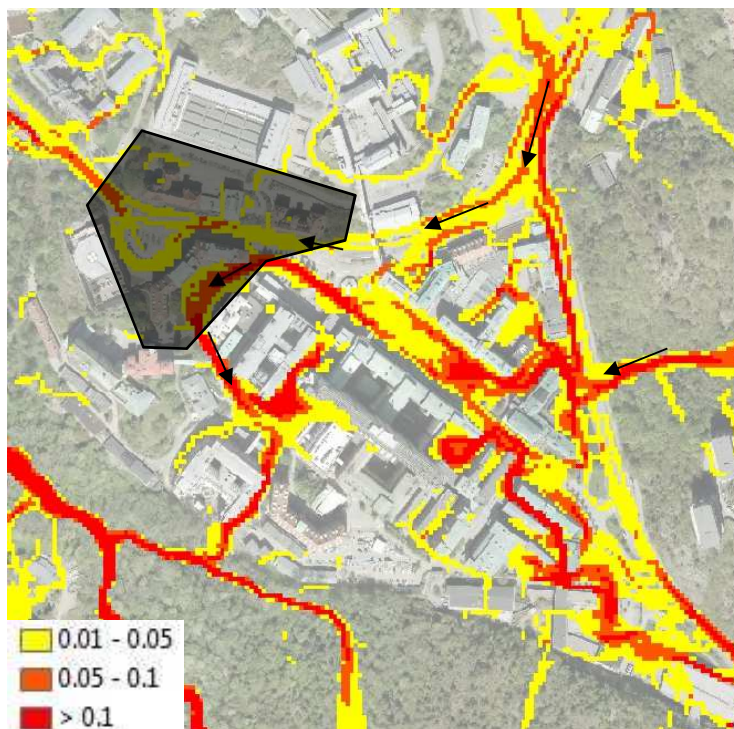
Trots att kraven på anslutningspunkten till Sahlgrenska inte uppfyller kraven med 10-årsregn rekommenderas ingen ny ledning. Fastighetsägaren rekommenderas att anpassa det interna ledningsnätet för att hantera dämning i anslutningspunkten vid 10-årsregn. Krav på 10 mm utjämning på hårdgjorda ytor ställs enligt kapitel 2.6.

11. Påverkan på nedströms vattendrag

Nedströms Vitsippsdalen går bäcken in i en dagvattenkylvert och leds genom ett bostadsområde. Ökade flöden i bäcken kan orsaka översvämningar i området. Eftersom planen till största delen bebyggs på redan hårdgjord yta ökar flödena marginellt och efter fördröjningskraven uppfyllts bedöms denna ökning utjämnats.

Skyfall

Sahlgrenska Sjukhuset ligger i en sänka där ytliga vattenvägar från nord, nordöst och öst går samman. En Strukturplanen för skydd mot översvämningsrelaterade risker² inom Linnés avrinningsområde har tagits fram av Staden. Figur 13 nedan är tagen från den kombinerade lednings- och skyfallsmodelleringen av befintlig situation som har legat som grund för föreslagna åtgärderna i strukturplanen. Färg indikerar storleken på flödet som avleds ytligt vid ett 100-årsregn där röd är störst och gult minst. Planområdet markeras med skuggat område.

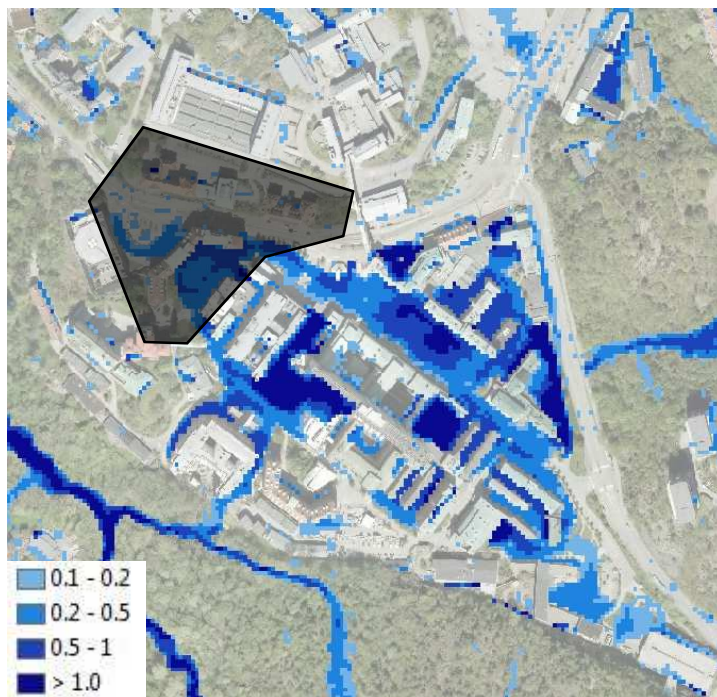


Figur 13 Högsta ytvattenflöde kring Sahlgrenska under ett klimatanpassat 100-årsregn (m³/s/breddmeter)

² DHI/SWECO, *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker-Linnéstadens avrinningsområde*, 2017, <https://www.vattenigoteborg.se/about?site=sky>



I Figur 14 visas största vattendjupet som 100-årsregnet ger upphov till, där mörkblå färg indikerar ett stort djup och ljusblått grundare.



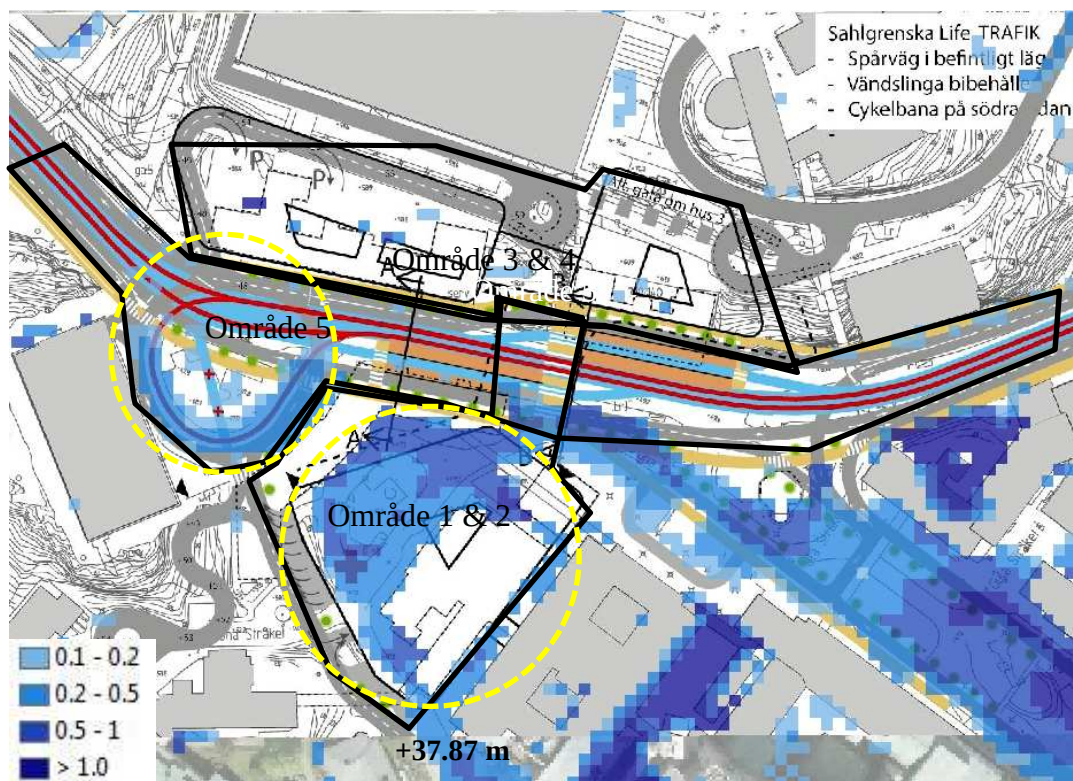
Figur 14 Största vattendjup (m) på Sahlgrenska under ett klimatanpassat 100-årsregn

Bilderna visar att maximala vattendjupet i stora delar av Sahlgrenskas fastighet är högre än 0,2 m vilket förhindrar framkomligheten för bilar och fotgängare. Vattendjupet riskerar vara tillräckligt djupt för rinna in i byggnader och orsaka skada.

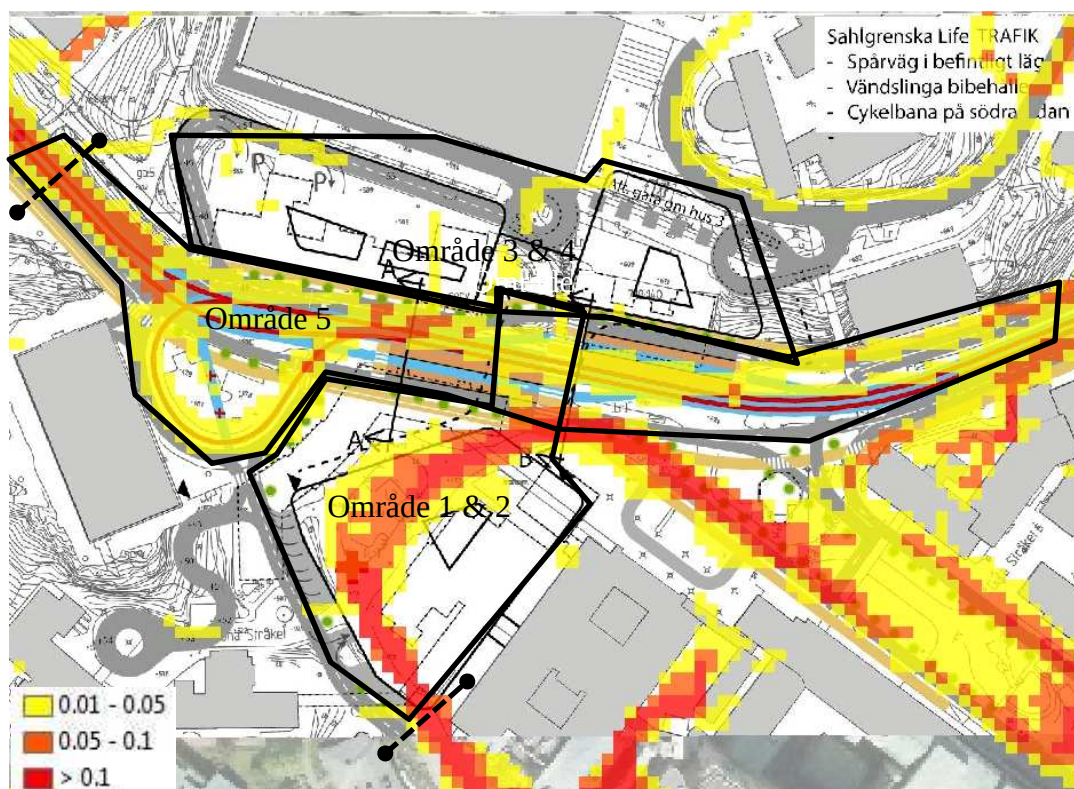
12. Befintlig situation och åtgärder inom detaljplan

Tidigare bilder visar att översvämningsproblem vid skyfall uppstår både inom och utanför detaljplanen. Planen kan skyddas från skada genom höjdsättning men samtidigt får den inte förvärra problemen uppströms eller nedströms.

I Figur 15 visas planområdet och planerade byggnader samt översvämningsdjupet vid skyfall med befintlig höjdsättning. I Figur 16 visas samma bild med ytvattenflödet. För analys av skyfallsproblematik och möjliga åtgärder delas planen in efter samma delområden som i dagvattenanalysen, se Figur 4.



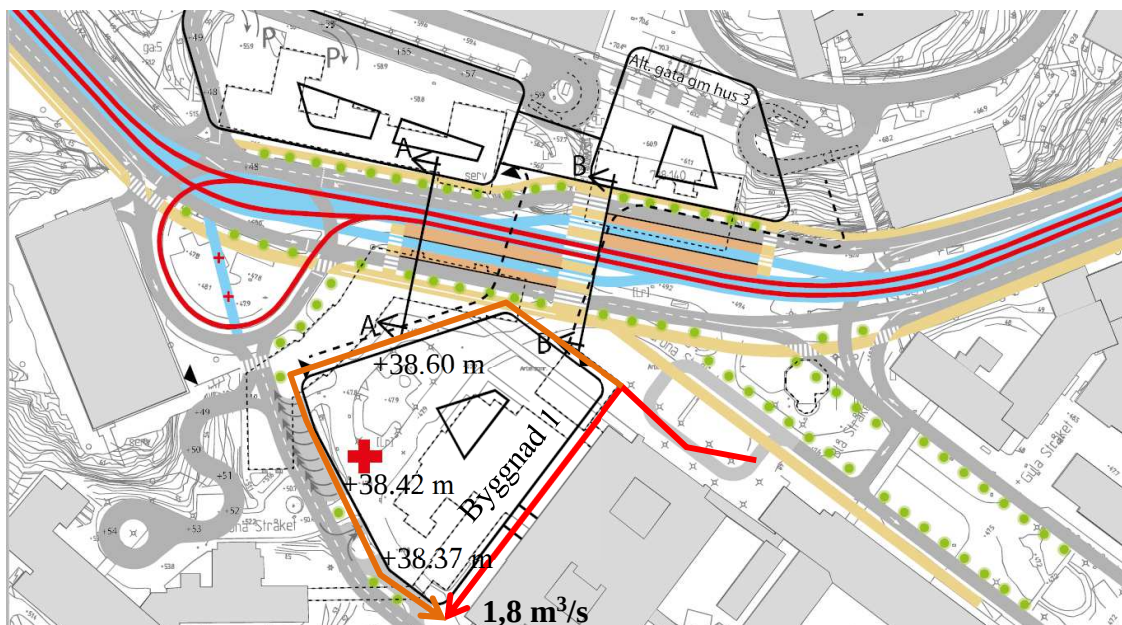
Figur 15 Största vattendjup under ett 100-årsregn



Figur 16 Högsta vattenflöde inom planområdet under ett 100-årsregn



Område 1 & 2: Detta är en lågpunkt dit skyfallsvatten samlas och rinner vidare genom Sahlgrenskas område. Flödestoppen ut från området (genom streckad sektion) är ca 1,8 m³/s. Den planerade byggnaden (1) är placerad i flödevägen. Så länge som området avleder vatten som vid befintlig situation förvärras inte risken uppströms eller nedströms området. I Figur 17 visas en bild av planområdet med två avledningsvägar, orange pil eller röd pil, där skyfall kan ledas.



Figur 17 Alternativa avledningsvägar längs orange eller röd linj. Nivåerna anger lägsta golvhöjd om den orangea avledningsvägen väljs

Orange avledningsväg: I södra hörnet om område 1 och 2 blir vattennivån som högst +37,87 m, se markering i Figur 14. Den höga vattennivån beror både på ytflödet uppströms ifrån men även begränsad kapacitet nedströms. För att säkerställa framkomlighet får inte vattendjupet överstiga 0,2 m vilket betyder att om skyfallsleden kring huset ska vara framkomlig måste nivån på nedströmssidan vara lägst +37,67 m (+37,87-0,2). Med befintlig höjdsättning är nivån på husets norra sida +37,95 m. Det medför att skyfallsleden har en lutning på 1,5 promille vilket kräver att skyfallsleden måste vara 12 m bred för att vattendjupet inte ska överstiga 0,2 m. Underkant golvbjälklag skall för byggnadens lägst ligga 0,2 m över vattennivån vid skyfall vilket varierar mellan +38,07 m i södra hörnet och +38,35 m i uppströmsändan. Samhällsviktig verksamhet inom byggnaden ska lägst ligga 0,5 m över vattennivån vid skyfall vilket varierar mellan +38,37 m i södra hörnet och +38,65 m i uppströmsändan.

Röd avledningsväg: Det andra alternativet är att avleda vattnet på byggnadens östra sida under den planerade sammankopplingen mellan byggnaderna. Medellutning på den sträckan är ca 7 promille vilket kräver en trumma med 1000 mm i diameter. Även i detta



fall är vattennivån i södra hörnet +37,87 m men byggnadens två västra sidor behöver inte höjdsättas för att avleda skyfallsvatten.

Platsen där byggnaden planeras är en lågpunkt där ca 1000 m³ vatten utjämnas i befintlig situation. Det betyder att vid genomförandet av planen ökar mängden vatten till lågpunkten nedström. Nivån i den lågpunkten regleras av en höjdrygg som översvämmas vid skyfall. Det medför att de omfattande översvänningsproblemen som redan finns nedströms planområdet inte förvärras. Dock ökar den totala volymen till Vitsippsbäcken under betraktad händelse från ca 7000 m³ till 8000 m³.

Område 3 & 4: Befintliga höjdsättning låter skyfallet rinna av ner mot Per Dubbsgatan. Om ny höjdsättning inte försämrar avrinningen uppstår inga problem inom området.

Område 5: Befintlig höjdsättning orsakar att skyfallsvatten rinner ner till Dag Hammarskölds led och Linné vilket bidrar till ekonomisk skada och framkomlighetsproblem. Inom område 5 finns en lågpunkt som rymmer ca 90 m³ (enligt Scalgo). Flödestoppen i nordvästlig riktning är ca 0,8 m³/s.

Vattendjupet på vägar inom område 5 får inte överskrida 0,2 m för att säkerställa framkomlighet. Det säkerställs om höjdsättningen möjliggör att minst 3 m bred del av Per Dubbs väg ges minst 4 promilles lutning så vatten flödestoppen kan avledas från planen.

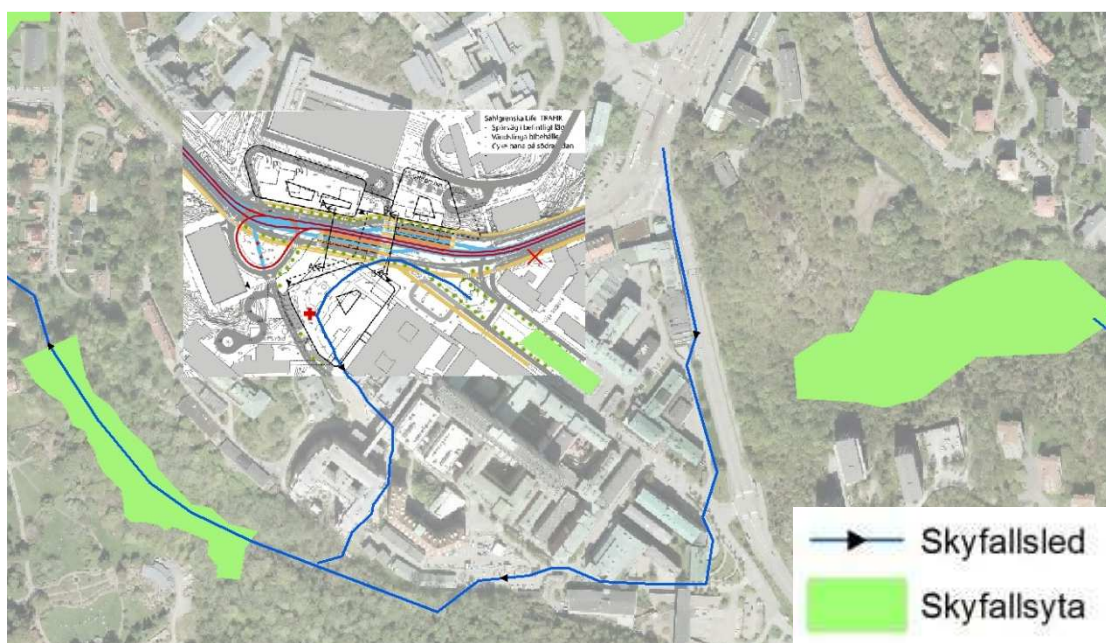
För att inte påverka översvänningsrisken nedströms bör utjämningsvolymen i område 5 minst vara 90 m³. Om större utjämning kan anläggas utan att störa framkomligheten minskas översvänningsrisken nedströms. Om utjämningen minskar från befintlig situation bör en kompenserande volym skapas nedströms. Karlsrofältet, 250 m nedströms planområdet, ägs av kommunen och bör kunna rymma denna kompenserande utjämning på 90 m³. I strukturplanen föreslås en utjämningsvolym på 3300 m³ på Karlsrofältet. För att förbättra situationen nedströms borde därmed en betydligt större utjämningsvolym än 90 m³ anläggas.

Strukturplanen föreslår en styrning av av ytvatten från norra till södra sidan av Per Dubbs väg på östra sidan av område 5. Det bör bara genomföras om föreslagna utjämningsvolymen längre uppströms, utanför planen anläggs eftersom styrningen förvärrar problemen inne på Sahlgrenska fastighet.

13. Framtida åtgärder utanför plan

Inoms Linnés avrinningsområde uppstår stora översvämningsproblem vid skyfall, vilket visas i Figur 14 och Figur 15.

I Strukturplanen som tagits fram för avrinningsområdet föreslås åtgärder som tillsammans minskar översvämningsrisken med extra fokus på skydd av objekt med stor skyddsvärde. Hur och om dessa ska genomföras är dock inte beslutat. I Figur 18 visas utjämningstyor och skyfallsleder kring Sahlgrenska enligt Strukturplanen.



Figur 18 Strukturplan och detaljplan

Bilden visar ett antal föreslagna utjämningmagasin och skyfallsleder varav en går genom en byggnad i detaljplanen.

I avsnitt 12 har två alternativa sträckningar för skyfallsleden genom planen undersökts där hänsyn ha tagits till den nya byggnaden.

Uppströms planen föreslår Strukturplanen utjämning. Om de genomförs minskar ytvattenmängden genom planen från befintligt maxflöde på 1,8 m³/s till 0,6 m³/s.

14. Slutsats skyfall

Framkomlighet inom planen bör säkerställas genom att höjdsätta vägar så vattendjupet inte överskrider 0,2 m vid skyfall. Eftersom byggnaderna bedöms rymma samhällsviktig



verksamhet bör vitala delar för verksamheten läggas minst 0,5 m över vattennivå vid skyfall. I övrigt bör byggnader skyddas med en marginal på 0,2 m mellan golvbjälklag och högsta vattennivå. Beroende på hur skyfallet avleds genom planen ställs olika krav på höjdsättning av vägar och golvnivå.

Att leda avledning av skyfalls i kulvert under bör kosta mindre att anlägga och har mindre påverkan på planens höjdsättning.

Både området uppströms (Sahlgrenskas fastighet) och nedströms (Linné och Vitsippsbäcken) är översvämningsskänsliga. Förändrad utjämning inom planen påverkar flöde nedströms vars effekt bör beaktas.

Förslag dagvattenhantering

Utifrån ovan nämnda krav på fördröjning och rening presenteras nedan förslag på dagvattenhantering för respektive delområde. De fullständiga beräkningarna för fördröjningsvolymerna redovisas i bilaga 1.

15. Kvartersmark

Takytorna är uppmätta enligt tillhandahållet underlag, övrig uppmätt yta antas vara hårdgjord som ett värsta scenario. Om planförslaget innehåller mer grönska och permeabla ytor krävs mindre fördröjningsvolymerna. Eftersom ingen exakt plangräns angivits ska volymerna anses vara preliminära.

Område 1 & 2

Den reducerade ytan inom planområdet ger att ca 87 m³ dagvatten behöver fördröjas för byggnad 1 och 2. Om grönt tak används på tak 2 behöver istället ca 80 m³ fördröjas. Det ska finnas plats för detta på Sahlgrenskas fastighet. Ett avtal bör skrivas mellan fastighetsägare för byggnad 1 och 2 om att fördröjning får ske på deras mark.

Föroreningshalterna i dagvattnet kommer sannolikt att minska då nybyggnationen innebär att befintliga koppartak ersätts med andra alternativ. Dock visar föroreningsmodelleringen att halterna även från nybyggda områden kräver rening, se Tabell 2. Reningen kan ske som en lokal lösning inom detaljplaneområdet, exempelvis med en regnträdgård. Med en regnträdgård som är 2,5 % av den reducerade arean uppnås riktlinjerna för samtliga ämnen, se Tabell 2. En regnträdgård för område 1 och 2 uppskattas behöva vara ca 180 m² stor och fördröjer dessutom ca 36 m³ vatten. Exploatören har möjlighet att välja andra lösningar, om de uppfyller kraven, men de simuleringar som gjorts i denna utredning visar att exempelvis enbart filterbrunnar inte är tillräckligt för att nå riktlinjerna (resultaten för dessa är dock osäkra).



Tabell 2 Föroreningshalter utan rening. Fetstil indikerar överskridande av riktvärde. Riktvärden används för mycket känsliga recipienter så som Vitsippsbäcken.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Efter exploatering	230	1500	26	27	130	0.79	11	6.6	0.092	89000	1100	0.13	0.29	0.0019
Rening i regnträdgård	100	980	3.7	10	27	0.100	6.2	1.5	0.048	26000	480	0.026	0.15	0.00099
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	10	0.010
Målvärde	150	2500		22	60					60000				

Om dagvattnet från denna del av planområdet leds till befintlig kopparbrunn så kommer viss reduktion av koppar att ske där. Tidigare provtagning visar dock att riktvärdena inte uppnås och Miljöförvaltningen kräver någon typ av ytterligare rening. Ett annat alternativ än att bygga en separat regnträdgård för detaljplanen är att studera hur den befintliga kopparbrunnen fungerar för andra ämnen och förbättra/komplettera den befintliga anläggningen. Båda alternativen är möjliga så länge riktvärdena uppnås före utsläpp i Vitsippsbäcken.

Föreslag på olika typer av fördröjnings- och reningslösningar redovisas i bilaga 3.

Område 3 & 4.

En reducerad yta om ca 10 000 m² innebär att 104 m³ dagvatten behöver fördröjas inom fastigheterna.

Som tidigare nämnts ska dagvattnet från område 3 & 4 genomgå enklare rening. En simulering av föroreningsbelastningen framgår av Tabell 3. Resultatet visar att någon typ av rening behövs. Öppna dagvattenlösningar är att föredra som fördröjningsmetod då systemet blir mer robust och rening av dagvattnet sker via infiltration. Ett makadamdike om 290 m² uppfyller exempelvis både fördröjningskraven samt halterna i Tabell 3, men även andra reningsmetoder är möjliga. Förslag och beskrivningar på fler typer av fördröjnings- och reningslösningar redovisas i bilaga 3. Efter fördröjning och rening avleds dagvattnet till den allmänna kombinerade ledningen i Per Dubbsgatan.

Tabell 3 Föroreningshalter i dagvattnet. Fetmarkering indikerar att målvärde överskrids

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Beräkning	240	1600	22	23	130	0.83	7.9	7.3	0.069	89000	1200	0.11	0.29	0.029
Med rening	140	910	6.6	6.5	33	0.20	1.6	1.8	0.045	19000	270	0.055	0.17	0.017
Målvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.010



16. Allmän platsmark

Dagvattnet från allmän platsmark ska också renas och fördröjas separat från kvartersmarken. Dagvattnet från Per Dubbsgatan rinner idag till en kombinerad ledning med spill- och dagvatten. Vid ombyggnation i samband med detaljplanearbetet måste dagvattnet renas innan det rinner ner i denna. Reningen kan ske antingen direkt i vägmiljön eller genom separat avledning ytligt eller via ny dagvattenledning till större nedströms anläggning. Tre alternativ för rening av trafikdagvattnet har utretts för att kunna avgöra vilken som är den bästa lösningen är för staden. Utifrån fördelar ur renings- och driftperspektiv samt kostnaden är slutsatsen att avledning av dagvattnet till spårvagnsslingan för fördröjning och rening är det mest lämpliga alternativet att gå vidare med.

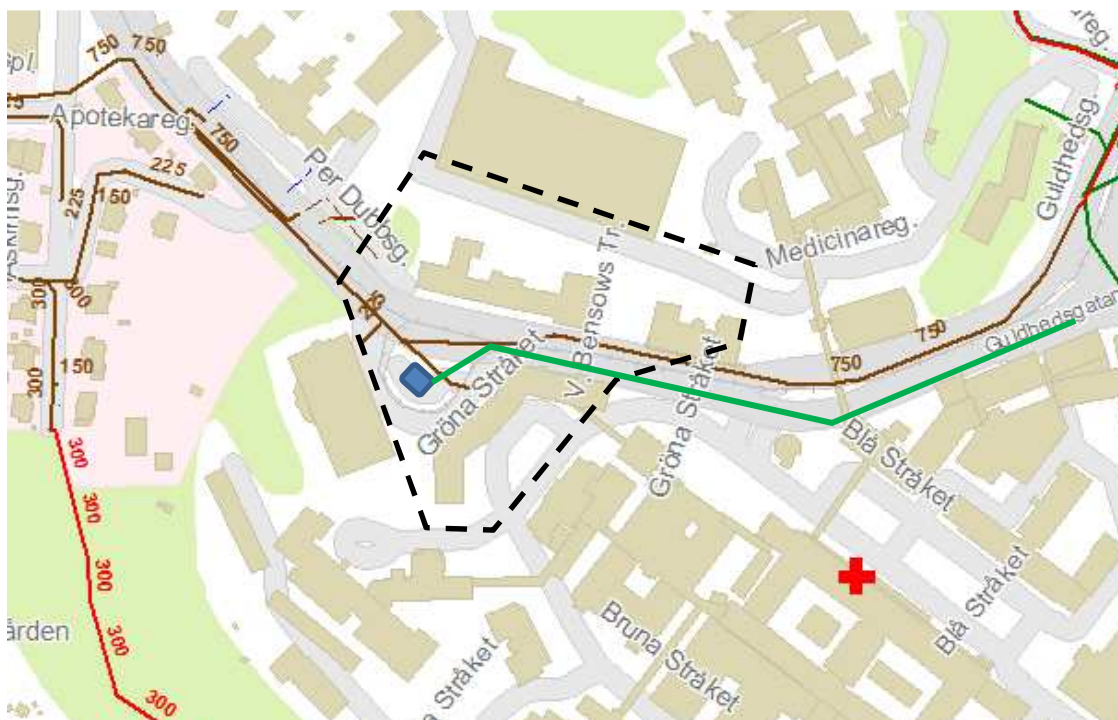
Det avvattnade området som huvudsakligen utretts är från korsningen mellan Ehrenströmsgatan och Guldhedsgatan till vändslingan för spårvagn. Förutsättningar beskrivs i Tabell 4.

Tabell 4 Area för vägområdet

Område 5	Area efter [m ²]	Avrinningskoefficient	Reducerad area efter [m ²]	Reducerad area (ha)	Fördröjning [m ³]
Vägområde	1200	0,8	960	0,1	10

Föreslagen dagvattenhantering, allmän platsmark - Samlad rening i vändslinga för spårvagn.

En möjlig placering av en storskalig dagvattenlösning är inom vändslingan för spårvagnen, se Figur 19. Dagvattenanläggningen skulle kunna vara en större regnträdgård, eller underjordiska anläggningar så som underjordiska magasin med filter eller avsättningsmagasin. En ytlig lösning skulle kunna tillföra estetiska och ekologiska värden till platsen med ökad grönyta i en annars hårdgjord miljö.



Figur 19 Schmatisk bild över föreslagen lösning på allmän plats. Den gröna (feta) linjen illustrerar, ytlig ränna eller ny dagvattenledning som avleder vattnet till en samlad anläggning (blå fyrkant) i spårvagnsslingan.

För att reningskraven ska uppnås krävs antingen en regnträdgård på 220 m² eller ett avsättningsmagasin på 94 m³. Då uppnås målvärden enligt Tabell 5.

Tabell 5. Föroreningshalter. Fetmarekrad indikerar att målvärdet överstigs

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
23000 ÅDT	210	2400	22	56	320	0.40	16	13	0.076	110000	810	0.031	3.8	0.0016
Rening biofilter 220 m ²	100	1600	3.6	18	60	0.066	8.5	2.1	0.041	30000	350	0.0064	2.0	0.00084
Avsättningsmagasin 94 m ³	80	2400	5.9	16	120	0.19	5.0	5.6	0.035	35000	120	0.015	2.6	0.0011
Eco vault	110	2200	2.7	13	62	0.10	3.2	4.8	0.042	5500	120	0.0083	1.5	0.00063
Målvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.010

Denna lösning kräver att dagvattnet avleds till vändslingan utan att kopplas på den kombinerade ledningen. Detta kan göras antingen via nyläggning av en dagvattenledning, alternativt via ytlig avledning.

Kostnad för att lägga en ny ledning uppskattas grovt till 8 miljoner kr.



En ytlig avledning innebär att dagvattnet antingen rinner direkt på vägytan eller i ytliga (övertäckta) rännor. Vägen är bomberad och dagvattnet rinner alltså naturligt från de mittersta delarna ut mot sidorna där rännor kan placeras. Det är viktigt att sådana rännor är anpassad för högt trafikerade miljöer så att den håller och kräver minimalt underhåll. Att identifiera rätt konstruktion kräver vidare studier av marknaden. För att leda in dagvattnet till anläggningen vid spårvagnsslingan krävs en konstruktion som leder vattnet från den norra rännan under väg och spårvagnsspår. Reningsanläggningen dimensioneras för ett 2-årsflöde. För att kunna avleda detta flöde från vägen krävs med befintlig lutning en ränna med dimensionen $0,1 \times 0,1$ m på var sida om vägen, se illustration i Figur 20 Illustration av ränna i vägsektionen (se även beräkningar i Bilaga 2).



Figur 20 Illustration av ränna i vägsektionen

Efter rening i anläggningen vid vändslingan leds vattnet till den kombinerade ledningen. Reningen innebär mindre föroreningar i avloppsverkets slam och fördröjningen innebär lägre toppflöden i den kombinerade ledningen, vilket i sin tur minskar risken för bräddning, där spillvatten leds orenat till recipient. Detta skulle medföra många positiva miljöeffekter.

Dagvattenanläggningen är en nedströms uppsamlande anläggning och ansvarig förvaltning blir därför Kretslopp och vatten. Däremot är eventuell ränna i gatan enbart avvattning av gatan och en integrerad del av den, och är därmed Trafikkontorets ansvar.

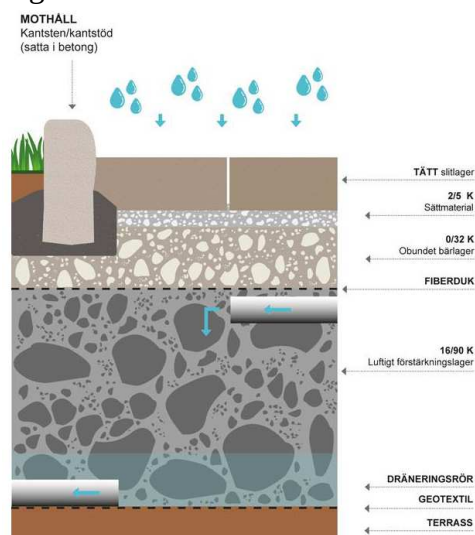
Drift och underhåll underlättas av att anläggningen är samlad på ett ställe och mer avskild från vägmiljön och kollektivtrafiken. Spårvagnsslingans utformning och användningsområde diskuteras fortfarande och bland annat planeras en infart för ambulans igenom den. Det är viktigt att dagvattenanläggningen och ytan utformas med plats för underhållsbilar i nära anslutning som ska kunna vara uppställda utan att det hindrar framkomlighet för ambulans. Dagvattenanläggningen tar plats oavsett om den är under eller över jord och måste finnas med i planeringen från början om den ska vara möjlig att genomföra. Hänsyn måste till exempel tas till spårvagnsslingans väggkropp som tar upp delar av området inom vändslingan.

Alternativ 1. Rening i vägsektionen

Ett annat alternativ som utretts är att reningen av trafikdagvattnet sker i vägsektionen. Det innebär att dagvattnet från vägen avleds ytligt till en reningsanläggning placerad inom vägområdet. Detta skulle kunna vara ytliga lösningar så som regnträdgårdar eller ett underjordiskt makadamstråk. Alternativet innebär svårare driftsmöjligheter och en kortare livslängd, vilket ökar risken för trafikstörningar och därmed inte är attraktivt i denna miljö. För att kunna jämföra för- och nackdelar med föreslaget alternativ presenteras förslaget nedan.

Att ha ytliga lösningar som regnträdgårdar i gatusektionen kan (med rätt utformning) kombineras med träd och bidra till en grönare miljö och en mer stadsmässig gatuutformning. Även om det finns förslag på träd/gröna ytor i trafikplanen går det inte i dagsläget att garantera att tillräckligt stora ytor kommer att kunna avsättas för dagvatten och därför studeras underjordiska lösningar i första hand. Eventuella ytliga lösningar ses som ett komplement.

Rening i makadamstråk kräver ingen yta utan kan kombineras med en gång eller cykelbana. Dagvattnet kan ledas ned i rännstensbrunnar och via en ledning fördelas i makadam under cykelbanan där det fördröjas och renas innan det leds till det kombinerade nätet. En omfattande studie³ har gjorts för att undersöka möjligheten att fördröja dagvatten i bärande konstruktioner och tagit fram fungerande alternativ. Se Figur 21.



Figur 21 Illustration av konstruktion med traditionell överyta i kombination med luftigt dränerande förstärkningslager⁴

Reningen avgörs av anläggningens storlek; en större anläggning ger bättre reningseffekt. En anläggning på 370 m³ uppnår reningskraven för samtliga ämnen utom zink som överstiger målvärdet något (Tabell 6).

Tabell 6 Föroreningshalter. Fetmarkerad indikerar att målvärde överstigs

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Utan rening	210	2400	22	56	320	0.40	16	13	0.076	110000	810	0.031	3.8	0.0016
Makdam	140	1200	1.8	8.1	77	0.15	2.8	4.5	0.039	14000	190	0.011	2.1	0.00087
Målvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.010

³ UDI Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor. Slutrapportering



Vägsträckan som studerats är 400 m vilket innebär det att det i sektionen behövs ett 1 m × 1 m stort makadamstråk för att hantera dagvattnet från vägen. Detta kan, som nämnts tidigare, placeras under gång eller cykelbana. Efter rening i makadamstråk avleds dagvattnet till den kombinerade ledningen.

I en trafikerad miljö som denna är det extra viktigt att tänka på driftsaspekten. Det ska finnas plats att stanna och ställa upp fordon för drifthållande personal. Detta bedöms möjligt utan att påverka kollektivtrafik eller framkomlighet för ambulans men skulle kunna innebära ett tillfälligt hinder för gående eller cyklister.

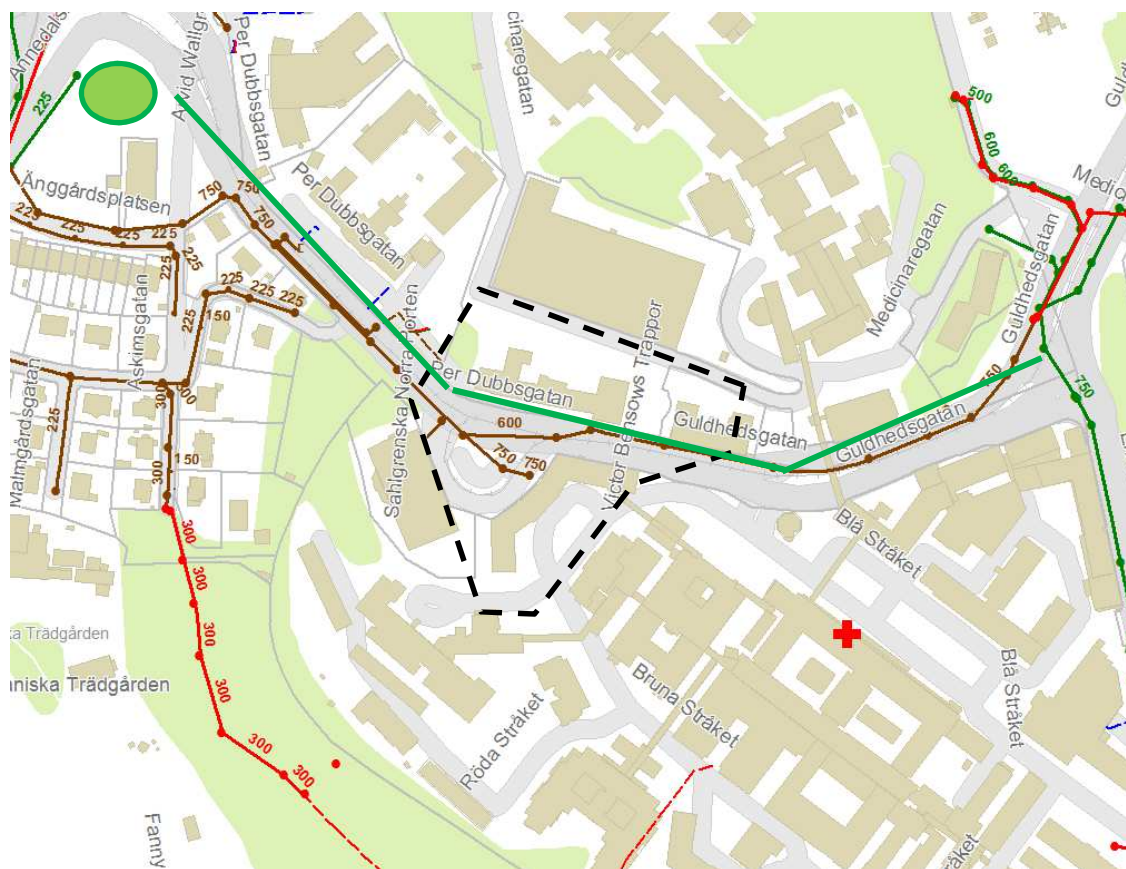
En annan viktig aspekt är anläggningens livslängd. I trafikerade miljöer som denna där det är viktigt att både kollektivtrafik, cyklister och ambulanser alltid ska kunna komma fram måste lösningarna som byggs vara robusta och hålla över tid. Det är viktigt med bra och väl underhållna sandfång före makadamlösningar så att de inte sätter igen. Makadammagasin uppskattas ha en livslängd på ca 20 år, vilket innebär att ytan den ligger i kommer behöva göras om efter denna tid.

Denna typ av dagvattenanläggning ligger i den direkta vägmiljön och ansvarig förvaltning blir därför Trafikkontoret.

Alternativ 2. Nedströms rening vid Annedalsmotet.

Ytterligare ett alternativ för att rena trafikdagvattnet är att separera dagvattnet från den kombinerade ledningen hela vägen ner till Annedalsmotet. Detta alternativ har flera fördelar som presenteras nedan men den stora kostnaden och störningarna i trafiken talar emot detta alternativ.

Vid Annedalsmotet finns en grönyta som förvaltas av Park och Natur, se Figur 22. Park och natur flyttade nyligen dit flertalet fruktträd från Korsvägen. I samband med det behövde dräning genomföras eftersom träden inte tål den blöta miljö som var där tidigare. Ytan ingår också i Riksintresse för kulturmiljövård och har varit en idrottsanläggning från 1923. Det finns idag boulebanor som används regelbundet. Det är alltså osäkert vad som är tillåtet att göra på denna ytan. Delar av ytan har dessutom sanerats för markföroreningar och jordarten är lera vilket innebär att infiltration inte är lämpligt.



Figur 22. Schematisk bild över alternativ lösning för rening av trafikdagvatten. Nya dagvattenledningar, eller ytliga rännor (gröna feta streck), leder dagvattnet till ytan vid Annedalsmotet där en regnträdgård anläggs (grön cirkel i övre vänstra hörnet)

Om området även fortsättningsvis ska kunna nyttjas för rekreation behöver en dagvattenlösning vara ytlig. En regnträdgård är ett alternativ. Regnträdgården behöver vara ca 940 m² för att uppfylla reningskraven.

Tabell 7 Föroreningshalter. Fetmarkerad indikerar att målvärde överstigs

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
Beräkning	210	2400	22	56	320	0.40	16	13	0.076	110000	810	0.031	3.8	0.0016
Regnträdgård	97	1500	3.4	17	55	0.063	8.2	2.0	0.040	29000	340	0.0061	2.0	0.00082
Målvärde	150	2500	14	22	60	0.40	15	40	0.050	60000	1000	0.050	10	0.010

På samma sätt som i förslaget att ha en större dagvattenanläggning i spårvagnsslingan behöver dagvattnet kopplas bort från den kombinerade ledningen och avledas separat till reningsanläggningen.

En ytlig ränna för ett 2 årsregn behöver vara 0,1×0,2 m längst ner i denna sektion (den större lutningen på slutet gör att sektionen inte behöver öka trots den längre sträckan).



Att anlägga dagvattenledning från planområdet till Annedalsmotet ger en 250 meter längre anläggning än i föreslaget alternativ och kostnaden uppskattas till ca 13 Mkr enbart för ledningsläggningen.

Den här lösningen innebär en separering av spillvatten och dagvatten och efter reningslösningen kopplas dagvattnet på en dagvattenledning.

Eftersom 250 m av gatan från spårvagnsslingan till Annedalsmotet ligger utanför planområdet innebär detta alternativ att extra arbete behöver göras för att lägga ner en dagvattenledning eller skapa en ytlig ränna. Att arbeta utanför trafikkontorets planerade arbeten kommer innebära större kostnader och extra störningar i trafiken.

En samlad lösning har driftsfördelar och denna placering är avskild från trafik och innebär därmed ingen arbetsmiljörisk.

Dagvattenanläggningen är en nedströms samlad anläggning och ansvarig förvaltning blir därför Kretslopp och vattens. Däremot är eventuell rännan i gatan enbart avvattning av gatan och en integrerad del av den och är därmed Trafikkontorets ansvar.

17. Investering- och driftkostnad

Enligt schablonkostnader från danska Miljöstyrelsen (beräkningsverktyget *PLASK*⁴) är anläggningskostnaden på skyfallsled 20 000 kr per meter. En grov bedömning av kostnaden för kulvert 20 000 kr per meter. Någon av åtgärderna behövs för planens genomförande.

En skyfallsled inom planen, kring husets västra sida (enligt orange sträckning i Figur 17) är totalt ca 210 m lång vilket ger en kostnad på 4,2 Mkr.

En kulvert för skyfall under huskroppen (enligt röd sträckning i Figur 17) är ca 110 m lång vilket ger en kostnad på 2,2 Mkr.

Föreslagen lösning allmän platsmark:

En regnträdgård uppskattas kosta 2500-4000 kr/m². Det innebär att en regnträdgård på 220 m² i vändslingan skulle kosta 0,6-1 Mkr. Till denna kostnad läggs 8 Mkr för nyläggning av en dagvattenledning, alternativt kostnaden för en ytlig ränna i vägen. Kostnader för drift och underhåll uppskattas vara mellan 30 000- 50 000 kr/år för en regnträdgård och ca 20 000 kr/år för magasin.

Alternativ 1 allmän platsmark:

För ett makadamdike som är 1 m brett och 0,5 m djupt uppskattas kostnaden till 1000-2500 kr/m. Eftersom förslaget i denna utredning är ett makadamstråk på 1×1 m

⁴ <http://www.klimatilpasning.dk/viden-om/%c3%b8konomi/beregningsvaerktoej.aspx>



uppskattas kostnaden till 5000 kr/m vilket innebär en total kostnad på 2 miljoner kronor.

Alternativ 2 allmän platsmark:

En regnträdgård vid Annedalsmotet beräknas till 940 m² och kostnaden skulle därmed vara 2,3-4 Mkr. Till detta kommer kostnaden för nyläggning av ledning (13 Mkr) alternativt kostnad för ytlig ränna i gatan. Kostnader för drift och underhåll uppskattas vara mellan 30 000- 50 000 kr/år för en regnträdgård.

18. Slutsats allmän plats

Alternativ 1 har den i särklass lägsta kostnaden men har störst osäkerhet ur driftsynpunkt och livslängd. Alternativ 2 har klart högst kostnader och stora arbeten utanför planområdet, det är också osäkert om alternativet går att genomföra på den utpekade ytan. Det rekommenderade alternativet är alltså att dagvattnet separeras (ytligt eller i ledning) i Per Dubbsgatan och leds till spårvagnsslingan där det renas i en större anläggning som exempelvis skulle kunna vara regnträdgård eller avsättningsmagasin.



Bilaga 1. Beräkningar fördröjningsvolym

Areorna är uppmätta enligt erhållit underlag.
Avrinningskoefficienter från P110.

Reducerad area = Area $\times$ Avrinningskoefficient

Fördröjningsvolym = Reducerad area $\times$ 0,01 m

Område 1	Area efter [m ²]	Avrinningskoefficient	Reducerad area efter [m ²]	Fördröjningsvolym m ³
Tak	5700	0,9	5130	51
Övrigt	2500	0,8	2000	20
Totalt	8200			71

Område 2 (enbart takytan)	Area efter [m ²]	Avrinningskoefficient	Reducerad area efter [m ²]	Fördröjningsvolym m ³
Tak	1800	0,9	1620	16
Totalt	1800			16

Område 3 & 4	Area efter [m ²]	Avrinningskoefficient	Reducerad area efter [m ²]	Fördröjningsvolym m ³
Tak	7400	0,9	6660	67
Övrigt	4600	0,8	3680	37
Totalt	12000		10340	104



Bilaga 2. Beräkning av flöden i Per Dubbsgatan

Beräkning av flöden för ytlig avledning i Per Dubbsgatan:

Avrinningskoefficient: 0,8

	Vägsträcka 1	Vägsträcka 2
Area	0,12 ha	0,17 ha
Reducerad area	0,1 ha	0,14 ha
Lutning	1,2%	4%

Med en varaktighet på 10 min för regnet blir regnintensiteten enligt tabell 2.

Återkomsttid (år)	1	2	10
Regnintensitet (l/s ha)	107	134	228
Regnintensitet inklusive klimatfaktor (1,25)	134	168	285
Flöde för Sträcka 1 (m ³ /s) (halva vägen)	0,007	0,08	0,013
Flöde för Sträcka 2 (m ³ /s) (halva vägen)	0,009	0,012	0,020

Dimensionen för en kanal beräknas med Mannings formel

$$q = AR^{2/3}M\sqrt{S_0}$$

q= flöde (m³/s)

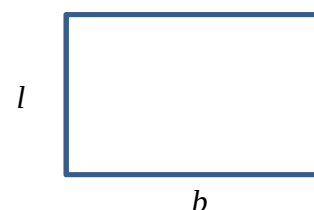
A= tvärsnittsarea på kanalen (m)

R= A/P

P= längd+bredd+längd på kanalen (m)

M = mannings tal

S₀= lutning på vägen



C	0,009	0,013	0,019	0,027	0,032	0,032	0,014	4,200	0,036
l	0,1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10
b	0,1	0,15	0,20	0,26	0,30	0,20	0,10	15,00	0,20
A	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	1,50	0,02
R	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,03	0,10	0,05
P	0,30	0,35	0,40	0,46	0,50	0,50	0,30	15,20	0,40
M	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00
S ₀	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,041	0,041	0,041

Kanalen behöver vara 0,1*0,1m på varje sida om vägen för att klara ett 2-årsflöde vid spårvagns rondellen. Eftersom lutningen blir större räcker denna dimension också att ha ner mot Annedalsmotet.



Bilaga 3. Exempel på fördröjnings och reningslösningar

Fler exempel hittas i Idéhandboken på göteborgs stads hemsida⁵.

Makadamdike

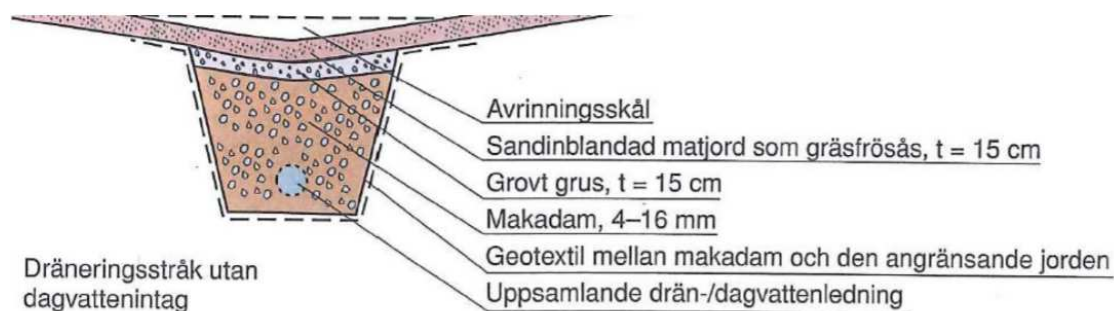
Ett makadamdike, även kallat infiltrationsdike eller krossdike (se Figur), är ett schakt i marken som täcks av geotextil och som sedan fylls med makadam. Duken är till för att hindra finare fraktioner från omgivande material att ta sig in i magasinet och orsaka igensättning. Porositeten i materialet är ca 0,3, och ett makadamdike kan därför fördröja en dagvattenvolym som är ungefär en tredjedel av anläggningens totala volym. Diket kan gestaltas på flera sätt—antingen lämnas krossmaterialet som det är eller täcks det med en yta av gräs eller annat genomsläppligt material. Makadammagasin kan vid behov även helt eller delvis anläggas under asfaltsytor. Anläggningen kan utformas för infiltration där omgivande mark tillåter det, eller förses med en dräneringsledning i botten. Möjlighet till bräddning kan behövas för större regn. Rening sker främst genom sedimentation och fastläggning.

Kostnaden är låg i förhållande till nyttan – ca 1000–2500 kr/m². Makadamdiken kräver en måttlig skötselinsats, främst genom spolning av dräneringsrör och rensning av brunnar. Igensättning sker på sikt och materialet behöver bytas ut efter ca 20 år.



Figur . Exempel på makadamdike som täckts med växter och gräs.

⁵<https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/41d75d17-8f2d-418f-b886-2bf914495fd2/Id%C3%A9bok+-+G%C3%B6teborg+n%C3%A4r+det+regnar.pdf?MOD=AJPERES>

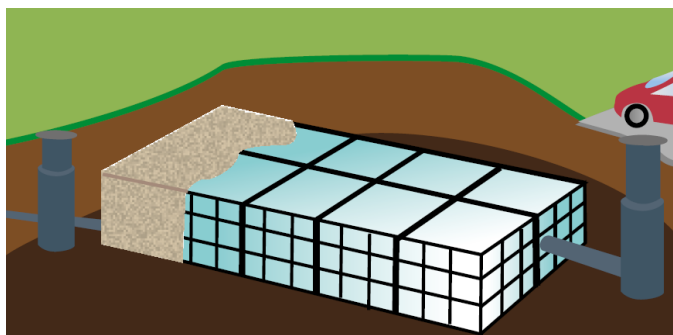


Figur. Tvärsnitt av makadamdike med dräneringsledning. Bildkälla: Svenskt Vatten P105.

Fördröjningsmagasin

Fördröjningsmagasin eller avsättningsmagasin (se Figur) är en underjordisk anläggning som kan utformas på olika sätt, exempelvis med rör i stora dimensioner eller pre-fabricerade plastkassetter. För den aktuella planen rekommenderas kassettmagasin då det är en platseffektiv (upp till 95% effektiv volym) och relativt billig lösning. Viktigt är att det byggs inspektionsbrunnar och spolbrunnar för att underlätta driften av anläggningen. För att uppnå önskad fördröjningseffekt ska utloppet vara strypt, och för rening förses anläggningen med filter. Kassettmagasin kan byggas exempelvis under parkeringar, men är inte lämpliga att placeras under byggnader.

Fördröjningsmagasin kräver underhåll i form av inspektion och eventuell spolning någon gång per år, för att undvika igensättning.



Figur . Skiss av fördröjningsmagasin under gräsmatta och parkering.

Sedumtak

Sedumtak eller gröna tak (se Figur) ger, förutom minskad dagvattenavrinning, mervärden vad gäller luftrening, bullerreducering och ökad potential för biodiversitet. Detta gäller framför allt om växterna på taket ges varierande habitat med t.ex. högar av löst substrat och en blandning av sedum och olika typer av örter. Därför önskas tak med svag lutning, generellt mindre än 10°, så att mer spännande miljöer och varierande habitat kan skapas jämfört med de mer monotona sedumtaken.

Sedumtak har liten eller ingen effekt när det gäller fördröjning av kraftiga regn men kan, beroende på substratets tjocklek, i varierande utsträckning reducera avrinningen vid lättare regn.



Anläggningskostnaden ligger generellt runt 500–1000 kr/m² och skötselinsatsen är relativt liten. Konventionella sedumtak kräver gödsling en gång per år, och vid behov kan vissa partier behöva bytas ut.



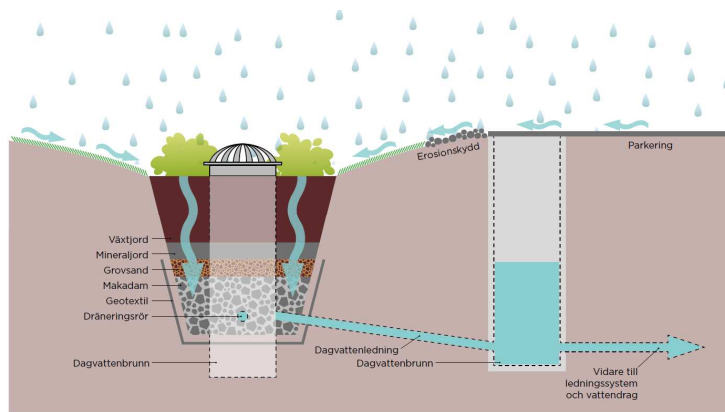
Figur. Exempel på grönt tak.

Biofilter

Biofilter som, beroende på utförande, även kallas bl.a. regnträdgård, kan anläggas både under marknivå och ovan jord i planteringskärl. Utformningen av ett biofilter under marknivå kan variera, men grundprincipen är densamma som för t.ex. ett krossdike – ett schakt i marken som täcks av en geotextilduk och fylls med ett grovt krossmaterial (makadam). Duken ska hindra finare fraktioner från omgivande material att ta sig in i magasinet och orsaka igensättning. I biofiltrets yta planteras fukt- och torktåliga växter. Biofilter ska även kompletteras med en dräneringsledning i botten som leder vidare vattnet till det befintliga ledningsnätet, och ett bräddavlopp ett par decimeter över växtbäddens yta, som leder bort överskottsvatten vid stora regn. Fördröjningsvolymen avgörs av avståndet mellan växtbäddens yta och bräddbrunnens inlopp.

Lutningen längs med planteringen rekommenderas inte vara större än 5%, detta för att vattnet ska kunna fördelas jämnt. Om markens lutning är större än så, kan anläggningen byggas i trappsteg.

Anläggningskostnaderna varierar från ca 2000 till 4000 kr/m², beroende på gestaltningskrav. Biofilter kräver en låg till måttlig skötselinsats, främst i form av genomspolning av dräneringsrör och rensning av brunnar och plantering. Igensättning sker på sikt och filtermaterialet behöver då bytas ut.



Figur. Tvärsnitt av ett biofilter.