Göteborgs Stad

Dagvatten- och skyfallsutredning

Detaljplan för bostäder och verksamheter vid Doktor Allards gata inom stadsdelen Guldheden

2021-09-23

Uppdaterad 2022-10-19

Rapport uppdaterad 2022-10-19 med avseende på fördröjning av dagvatten inom allmän plats.

Handläggare: Samuel Nirbrant, Kretslopp och vatten

Kvalitetsgranskare: Linnéa Adiels Lundberg, Kretslopp och vatten

Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning
Underrubrik: Detaljplan för bostäder och verksamheter vid Doktor Allards gata inom stadsdelen Guldheden
Datum: 2021-09-23
Diarienummer: 0707/16

Beställare: Göteborgs stad, Stadsbyggnadskontoret
Kontaktperson: Hamid Akhlaghi Boozani, Stadsbyggnadskontoret
Handläggare: Ebba Östberg, Kretslopp och vatten
Kvalitetsgranskare: Elina Svedberg, Ramboll & Linn Wahlgren, Kretslopp och vatten

Sammanfattning

Denna utredning har tagits fram för att utvärdera dagvatten- och skyfallsrelaterade frågor i samband med detaljplanearbetet för ”Detaljplan för bostäder och verksamheter vid Doktor Allards gata inom stadsdelen Guldheden”. Planen omfattar två nya byggnader inom fastigheterna Guldheden 33:1, fortsatt benämnt delområde 1, respektive Guldheden 33:4, benämnt delområde 2 samt görs en bedömning av befintliga och framtida dagvattenflöden från allmän platsmark.

Dagvatten från planområdet leds via befintligt dagvattenledningsnät som längre nedströms övergår i kombinerat avloppsledningsnät. Det kombinerade nätet ansluter till reningsverket Ryaverket där vattnet genomgår spillvattenrening innan det släpps ut i Rivö Fjord. Enligt de reningskrav för dagvatten som finns i Göteborg klassas Ryaverket som en mindre känslig recipient.

För att uppnå både reningskrav och stadens krav på fördröjning av 10 mm dagvatten per kvadratmeter hårdgjord yta behöver totalt ca 23–30 m3 dagvatten omhändertas på kvartersmark innan vidare avledning till anslutningspunkt, den lägre volymen om gröna tak anläggs inom delområde 1. Dagvattenhanteringen på kvartersmark föreslås ske i regnbäddar som förutom rening och fördröjning av dagvattnet medför grönska och kan utgöra pedagogiska inslag i miljön. Inom delområde 1 föreslås nedsänkta eller halvt nedsänkta regnbäddar, dessa upptar ca 43 m^2 förutsatt att byggnaden förses med grönt tak så som i illustrationsplanen. Inom delområde 2 föreslås regnbäddarna vara upphöjda och upptar ca 32 m^2. Båda dessa förslag är på kvartersmark.

I och med planens genomförande bedöms dagvattenflöden från planområdet till dagvattenledningsnätet öka, nuvarande kapacitet i dagvattenledningsnätet är god. För att flöden från planområdet vid dimensionerande 10-årsregn inte ska öka, bedöms ca 18 m^3 behöva fördröjas. Detta brukar rekommenderas att genomföras i anläggning på allmän platsmark. Även om grundprincipen bör vara att inte försämra befintlig situation bedömer Kretslopp och vatten att en åtgärd för att fördröja ytterligare 18 m^3 inom allmän platsmark inte är motiverad för den lilla marginalnytta det skulle innebära. Föreslagen dagvattenhantering på kvartersmark innebär större fördröjningsvolymer än 18 m^3 och bedöms reducera flöden och minska flödestoppar från planområdet. Med denna åtgärd bedöms, planen ej medföra ökad risk för bräddning på efterföljande kombinerat avloppsledningsnätet och därmed ej heller äventyra MKN för recipienten.

I diskussion med detaljplanens projektgrupp har det framkommit att det finns planer på att förstärka GC-banan inom allmän platsmark och det bör i samband med en sådan utredning även utredas om det går att fördröja ytterligare dagvatten under GC-banan i ett öppet förstärkningslager. En sådan lösning skulle inte äventyra de stora naturvärden som finns inom allmän plats.

Riskområden vid skyfall har identifierats inom och i anslutning till planområdet. Planen får ej medföra att flödesvägen från Doktor Allards gata som leder in planområdet blockeras. Vid skyfall bedöms volymer uppehållas i en större lågpunkt på kvartersmark inom planområdet. Utformning och höjdsättning av ny bebyggelse samt de markåtgärder som krävs att möjliggöra exploateringen behöver anpassas så att dessa volymer hålls kvar inom kvartersmarken.

Allmän plats
Delområde 1
Delområde 2
Teckenförklaring
Planområdesgräns
Befintlig skyfallsväg
Nya ledningar
Regnbädd
Planerad bebyggelse
Tak (0,047 ha)
Grönt tak (0,146 ha)
0
15
30
45
60 m

Innehåll

1 Projektbeskrivning 5
1.1 Syfte och mål 5
1.2 Planförslag 6
2 Förutsättningar 7
2.1 Fältbesök 7
2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt 10
2.3 Geologi, grundvatten och markmiljö 10
2.4 Avvattning och recipient 11
2.5 Befintligt dagvattensystem 11
2.6 Höga vattennivåer i havet 13
2.7 Höga flöden i vattendrag 13
2.8 Skyfallssituation 13
3 Analys 15
3.1 Skyfallsanalys 15
3.2 Fördröjningsbehov av dagvatten och dimensionerande dagvattenflöde 18
3.3 Föroreningsberäkning 23
4 Föreslagna åtgärder 25
4.1 Kvartersmark 26
4.2 Allmän platsmark 29
4.3 Kostnadskalkyl 30
4.4 Ansvarsfördelning 30
4.5 Bortvalda alternativ 30
5 Slutsats och rekommendationer ..... Fel! Bokmärket är inte definierat.
6 Referenser 34
Bilaga 1 Riktlinjer och styrande dokument 35
Funktionskrav på dagvattensystem 35
Fördröjningskrav 36
Miljökvalitetsnormer 36
Riktvärden och reningskrav 36
Skyfallssäkring och klimatanpassning 37
Rain Gothenburg 39
Bilaga 2 Föroreningsberäkningar 40
Befintlig situation 40
Framtida situation med och utan åtgärder 42
Osäkerheter i beräkningsverktyget 45

1 Projektbeskrivning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan för bostäder och verksamheter vid Doktor Allards Gata inom stadsdelen Guldheden i Göteborg, se Figur 1.

Figur 1. Orienteringskarta som visar planens lokalisering.

Dagvatten- och skyfallsutredningen är en av de utredningar som ligger till grund för samrådshandlingen som tas fram inför samrådet i kommunens detaljplanearbete. I samrådet ges alla intressenter möjlighet att yttra sig och kunskap om planområdet samlas in. Om förändringar eller frågor uppstår görs en uppdaterad eller kompletterande dagvatten- och skyfallsutredning som går ut i granskningsskedet. Efter granskningsskedet kan mindre ändringar av planförslaget göras. Därefter går det till byggnadsnämnden för antagande.

1.1 Syfte och mål

Huvudsyftet med dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2015).

Utredningen ska säkerställa att följande krav med avseende på dagvatten kan uppfyllas:

- Dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.
- Dagvattenavledning ska kunna ske från planområdet utan att orsaka översvämning.
- Detaljplanens genomförande ska bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten, i enlighet med miljökvalitetsnormer (MKN), om tillämpligt.

För att säkerställa kraven med avseende på skyfall ska följande punkter uppfyllas:

- Ny bebyggelse ska inte skadas vid översvämning. Samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ska ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall.

- Tillgänglighet till nya byggnaders entréer.
- Framkomlighet till och från planområdet.
- Översvämningssituationen inom eller utanför planen skall inte försämras.
- Planen ska beakta strukturplaner.

Utöver ovanstående ska dagvatten- och skyfallshantering som bidrar till grönska, estetiska värden och upplevelser av regnet eftersträvas. Läs mer i Bilaga 1 Riktlinjer och styrande dokument.

1.2 Planförslag

Utredningsområdet är beläget på Södra Guldheden och berör fastigheterna Guldheden 33:1, 33:3, 33:4 samt 709:2 och 754:22. Området avgränsas av Doktor Allards Gata i söder och i norr av sluttningen mot Chalmers Teknikpark vid Sven Hultins Gata. Nordväst om planområdet ligger Landala Egnahem och parkmark.

Planområdet omfattar ca 1,4 ha och marken ägs av stiftelsen Neuberghska Ålderdomshemmet, Edith och Julius Bambergers stiftelse och Göteborgs Kommun. Idag är området ett verksamhetsområde där det finns ett äldreboende, förskola och skola med tillhörande vistelseytor. En gångväg benämnd Viggeliden förbinder Chalmers öster om planområdet med Doktor Allards Gata via ett parkområde.

Planförslaget syftar till att möjliggöra ytterligare verksamhetsytor för befintligt äldreboende samt integration mellan student- och forskarlägenheter. Vidare kommer även befintlig skola utöka verksamheten med fler klasser och förskoleplatser i sydost. En scoutstuga som används som kooperativ förskola kommer rivas. Totalt omfattar planförslaget 8000 m^2 tillkommande verksamheter och lägenheter.

Figur 2 visar planförslaget där tillbyggnation sker inom de skrafferade områdena i svart (kvartersmark). Det är utifrån erhållet underlag ej möjligt att göra en fördelning mellan planerade takytor och gårdsytor varför antaganden kring hårdgöringsgraden för framtida bebyggelse har behövts göras. I tillgängligt illustrationsunderlag utformas gården i anslutning till ny byggnad i öst som en upphöjd innergård, detta har legat till grund för de förslag på dagvattenanläggningar som presenteras i denna utredning. Enligt illustrationsplanen skall nya byggnader i väst förses med grönt tak. Utformningen av bebyggelsen och tillhörande gårdsytor inom planen kan komma att förändra förutsättningarna för dagvatten- och skyfallshantering inom planen. Utredningsområdena som är markerade med röd linje i figuren (Figur 2) har tagits fram utifrån antaget att dessa markområden kommer att förändras i och med nyexploateringen.

Figur 2. Planförslag för ombyggnation samt illustrationsförslag över innergårdar. Pilen visar vilken del i planen som illustreras. Inkommit 2021-05-17.

2 Förutsättningar

I följande avsnitt beskrivs platsspecifika förutsättningar som påverkar framtida förslag till dagvatten- och skyfallshantering.

2.1 Fältbesök

Översiktlig inventering utfördes 6:e november 2020.

Doktor Allards gata lutar mot norr längs planområdet vilket gör att gatan fungerar som en skyfallsled när ledningssystemet går fullt. En mur skiljer Doktor Allards gata från fastigheten som ligger öster om gatan vilket bedöms hjälpa till att avleda vatten norrut innan det avviker österut ner mot Viggeliden och befintligt grönområdet, se Figur 3.

Figur 3. Flödespilar längs Doktor Allards gata. Mur som åtskiljer gatan från planområdet återfinns till vänster i bild. Foto: Ramboll 2021.

Figur 4 visar hur vattnet bedöms avledas bort från planområdet längs en asfalterad gångväg, förbi förskolan och ner längs Viggeliden. Gångvägen passerar det befintliga grönområdet och lutar ner mot Sven Hultins gata.

Figur 4. Vy från gångväg med flödespilar längs asfalt. Foto: Ramboll 2021

Norr om befintlig skolbyggnad och äldreboende sluttar marken ner mot ett flackare naturområde där det kan bli stående innan det rinner vidare ner mot byggnaden längs Sven Hultins Gata. Figur 5 visar förväntade flödesvägar från fastighet ner mot det flacka naturområdet sett från gångvägen Viggeliden.

Figur 5. Potentiell yta för fördröjning utanför planområdet men inom utredningsområdet. Foto: Ramboll 2021

2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt

Geotekniskt utlåtande finns framtaget för detaljplaneområdet (SBK, erhållet 2020-09-03)

2.3 Geologi, grundvatten och markmiljö

Markens sammansättning och grundvattennivåer är viktiga parametrar för att bedöma lämplig utformning av dagvattenanläggningar, exempelvis med avseende på anläggningsdjup, behov av dränering eller möjlighet till infiltration av dagvatten. En översikt av jordarter inom planområdet visas i Figur 6. Större delen av planområdet utgörs av urberg och ett mindre område i de nordvästra delarna utgörs av postglacial sand. Generellt innebär urberg begränsade möjligheter till infiltration medan postglacial sand kan möjliggöra viss infiltration. Huruvida marken i området med sand är lämplig för infiltration beror jordlagerdjupet och behöver säkerställas med jordartsprover på platsen. Vidare bedöms det, enligt den geotekniska utredningen som genomförts, inte finnas någon risk för skred i området. Jordlagren är tunna och består av morän. Berg i dagen förekommer på flera platser och gränsen mot Chalmers Teknikpark öster om planområdet utgörs av en sprängd bergskärning, skärningen anses stabil tack vare de dominanta sprickornas orientering.

Figur 6 Översikt jordarter. Färgen röd indikerar urberg och gul indikerar glacial lera. Orange och gulprickig indikerar postglacial sand. Svart linje markera planområdet Hämtad från SGU (2020-11-02)

Yt- och grundvatten bedöms strömma ner mot dalen öster om planområdet. Utbyggnaden inom detaljplaneområdet bedöms inte påverka grundvattenförhållandena, varken i jord eller berg.

2.4 Avvattning och recipient

Avrinningsområdet för planområdet Dr Allards gata redovisas i Figur *7*. Dagvatten avledleds via kombinerade ledningar och tunnelsystem, till reningsverket Ryaverket där det genomgår spillvattenrening. Enligt de reningskrav för dagvatten som finns i Göteborg klassas Ryaverket som en mindre känslig recipient. Slutrecipient för Ryaverket är Rivö Fjord.

Figur 7 Karta över avrinningsområde. Röd cirkel markerar planområdet (Bildkälla: Stadsbyggnadskontoret, VA-verket, Göteborg, 2002).

2.4.1 Markavvattningsföretag

Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.

2.4.2 Fastställd miljökvalitetsnorm

Slutrecipienten, Rivö Fjord, är klassad enligt miljökvalitetsnormer (MKN). Dagvatten från planområdet leds via kombinerat avloppsledningsnät till Ryaverket där vattnet genomgår spillvattenrening innan utsläpp till Rivö Fjord. Påverkan på slutrecipienten är således beroende av vilka halter och mängder som släpps ut av Ryaverket idag. Trots detta bör inte föroreningsbelastningen öka efter exploatering och de målvärden som tagits fram för rening av dagvatten i Göteborg skall följas.

2.5 Befintligt dagvattensystem

Dagvattenledningsnätet inom planområdet är vid tiden för denna utredning ej känt. Från planområdet leds dagvatten till en början i en separat 1200 ledning samt i ett parallellt liggande rörmagasin och dike, se Figur 8. Längre nedströms övergår systemet till ett kombinerat avloppssystem för spillvatten och dagvatten. Eftersom systemet går från duplikat till kombinerat är det önskvärt att fördröjning av dagvatten sker inom planområdet för att minska risken för bräddning nedströms.

Figur 8. Karta över dagvattenförande ledningssystem. Rosa cirklar visar avledningen från utredningsområdet (svart).

I Figur 9 visas maximal vattennivå i ledningsnätet relativt marknivå/ledningshjässa vid dimensionerande 30-årsregn med klimatfaktor 1,25. Gröna trianglar betyder att vattennivån är under hjässan vid dimensionerande regn, gul att den är över hjässan och röd betyder att vattennivån är ovanför marknivå. Generellt bedöms det befintliga ledningsnätet ha god kapacitet att omhänderta tillkommande dagvatten.

Figur 9. Maximal vattennivå i ledningsnätet relativt marknivå/ledningshjässa vid dimensionerande 30-årsregn med klimatfaktor 1,25.

2.6 Höga vattennivåer i havet

Planområdet bedöms inte påverkas av höga nivåer i havet. Riktlinjerna baseras på direktiv i utställningsversionen av rapporten *Översiktsplan - Tillägg för översvämningsrisker* (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

2.7 Höga flöden i vattendrag

Planområdet bedöms inte påverkas av höga nivåer i något vattendrag. Riktlinjerna baseras på direktiv Utställningsversionen av *Översiktsplan - Tillägg för översvämningsrisker* (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019).

2.8 Skyfallssituation

Under kraftiga skyfall överskrids både ledningssystemets kapacitet och markens infiltrationsförmåga. Resulterande markavrinning kan komma att orsaka stora materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Göteborgs stad har därför tagit fram en skyfallsmodell över staden för att kunna analysera markavrinningens påverkan vid exploatering.

Resultat av skyfallsmodellering av befintlig situation visas i Figur 10 (Stadsbyggnadskontoret, u.d.). Modellen visar på ytlig avrinning vid regn med 100 års återkomsttid inklusive klimatfaktor. Instängda områden återfinns kring befintlig byggnad, det vill säga Alexandraskolan. Enligt modellen observeras vid 100-årsregn att vattendjup upp till 0,5 m ansamlas invid skolans fasad. Vatten från planområdet rinner ner mot Sven Hultins gata och ansamlas invid fasaden på befintlig byggnad, där uppgår vattendjupet till mellan 0,5–1 m eller mer.

Figur 10. Blå områden visar var det samlas vatten vid ett 100-års regn inklusive klimatfaktor i området, mörkare blå färg innebär större vattendjup. Hämtad 2021-06-21 (Stadsbyggnadskontoret, u.d.).

Ytvattenflöden finns även redovisade för planområdet enligt Figur 11 tillsammans med plushöjder för området. Större ytvattenflöden förekommer norr om planområdet längs med gångstråket som leder ner mot Sven Hultins Gata. Flödet fortsätter därefter mot Sven Hultins plats där en del vatten samlas i en lågpunkt medan resterande flöde (när lågpunkten fyllts upp) bräddar vidaremot Mossens idrottsplats.

Doktor Allards gata längs med södra plangränsen utgör en större flödesväg som även mottar ytvattenflöden från kringliggande bebyggelse och gatunät. Nedströms planområdet ansluter gatan till Gullhedsgatan. Här finns ett större lågpunktsområde med befintlig bebyggelse. Skyfallsvattnet leds via Gullhedsgatan vidare mot Sahlgrenska sjukhuset som idag har problem vid skyfall. Enligt modellen finns en flödesväg som leder skyfallsvatten från Doktor Allards gata in mot planområdet där vattnet ansamlas i en lågpunkt på parkeringen intill befintlig byggnad. Vattnet rinner sedan vidare runt om östra hörnet på byggnaden och sedan norrut ned mot Viggeliden. Vid fältbesök noterades en mur som skiljer Doktor Allards gata från äldreboendets parkering, se Figur 3, det framgår inte av skyfallsmodelleringen ifall denna har implementerats. Det bedöms därför möjligt att flödesvägen istället för mot parkeringen, leds in vi infartsvägen till planområdet och att vattnet via Viggeliden transporters ned till Sven Hultins gata.

Figur 11. Flödesvägar inom planområdet. Större flöden i rött, medelstora flödesvägar i orange och mindre i gult, flödesriktning markeras med pilar. Planområdet är markerat med svart. Hämtad 2021-06-17. Plushöjder hämtade från Lantmäteriet (2021-06-24).

3 Analys

I följande avsnitt analyseras planförslaget med avseende på dagvatten- och skyfallsfrågor.

3.1 Skyfallsanalys

Skyfallsanalysen utgår ifrån att detaljplanen ska uppfylla kraven i TÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Om kraven inte uppfylls bedöms inte marken vara lämplig för bebyggelse på grund av översvämningsrisk. För att uppfylla det med avseende på skyfall ska samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall. Dessutom ska framkomlighet finnas till planområdet och alla nya byggnader inom planområdet.

Strukturplan för hantering av skyfall finns för i anslutning till området men inte inom planområdet. I avsnitt 3.1.1 beskrivs dessa och hur detaljplanen påverkar deras genomförbarhet.

3.1.1 Strukturplansåtgärder

Strukturplansåtgärder är upprättade för att tjäna som underlag till åtgärder som skyddar samhällsviktiga funktioner, framkomlighet och bebyggelse från konsekvenser vid skyfall. De är framtagna från uppgifter som till viss del kommer från 2011 och 2017 (topografi) vilket medför att förändrade förutsättningar, exempelvis förändrad höjdsättning, påverkar hur skyfallsåtgärder kan utformas för att riktlinjerna ska uppfyllas. Strukturplansåtgärder är indelade i prioritetsklasser. Åtgärder i klass A syftar till att skydda bebyggelse med verksamhetstyperna ”Hälso- och sjukvård samt omsorg” samt ”Skydd och säkerhet”. Klass B syftar till att skydda ”Skola”, ”Samhällsledning” samt ”Kommunikation” eller klass 1 vägar (större statliga och högprioriterade vägar). Åtgärder i klass C syftar till att skydda övrigt. All bebyggelse skyddas inte med strukturplansåtgärderna (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018).

Inom planområdet finns inga strukturplaneåtgärder planerade, däremot är Sven Hultins Gata nordöst om planområdet utpekad som en skyfallsled och Mossens idrottsplats öster om planområdet som en skyfallsyta. I Figur 12 kan strukturplanen för avrinningsområdet ses, skyfallsled är markerad med blå linje och skyfallsyta med grön linje. Utredningsområdet för detaljplanen är markerat med svart.

Figur 12 Föreslagna strukturplaneåtgärder för området. Gröna polygoner symboliseras skyfallsytor och blå linjer symboliserar skyfallsleder. Utredningsområdet är markerat i svart. Hämtad 2021-06-21 (Stadsbyggnadskontoret, u.d.).

3.1.2 Riskområden

Skyfallskarteringen som utförts av Staden och som presenteras i 2.8 har baserats på en 4x4 m detaljeringsgrad, denna modell indikerar inte att de nya byggnaderna blockerar några flödesvägar, se Figur 13, däremot finns befintliga lågpunkter som exploateringen behöver ta hänsyn till.

SCALGO Live är ett webbaserat beräkningsverktyg som används för att kartlägga, förstå och förebygga översvämningar. Verktygets terrängmodell baseras på den nationella höjdmodellen från Lantmäteriet med en upplösning på 2x2 m. I SCALGO Live tas ej hänsyn till tid, markens absorption eller befintliga VA-system. Denna webbaserade modell indikerar att det finns två betydande flödesvägar inom området, en öster och en väster om befintlig byggnad som leder vatten ner mot Sven Hultins gata, se flödespilar i Figur 13. Eftersom det är osäkert vart flödesvägen från Doktor Allards leder in i planområdet har riskområden identifierats utifrån 2 scenarier. Följande riskområden har identifierats för planområdet, den första punkten gäller oberoende av scenario 1 och 2:

- Modellen visar att det förekommer en större flödesväg längs Doktor Allards gata. **Denna risk kopplas till punkten om att framkomlighet till och inom planområdet.** Enligt Figur 10 uppgår vattendjupen i gatan till 0,1–0,2 m och bedöms därför inte utgöra något problem för framkomlighet.
- <u>Scenario 1, flödesvägen från Doktor Allards Gata leder in till befintlig parkering där skyfallsvatten ansamlas i befintlig lågpunkt.</u> Vid detta scenario finns en risk för att befintliga byggnader. Nyexploateringen behöver utformas med hänsyn till att de skyfallsvolymer som lågpunkter inom planområdet idag inhyser bevaras. Vid eventuella markhöjningar behöver den volym som byggs bort ges utrymme på annan plats inom planområdet. Höjdsättningen behöver även upprätthålla och säkerställa en flödesväg mellan ny byggnad och befintlig byggnad i öst. **Denna risk kopplas till punkten om översvämningssituationen inom eller**

utanför planen inte skall försämras, till punkten om att ny bebyggelse inte ska skadas vid översvämning samt till punkten om tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom planområdet ska säkerställas.

- Scenario 2, flödesvägen från Doktor Allards Gata ansluter till befintlig infartsgata och skyfallsvatten leds vidare norrut via Viggeliden. Vid detta scenario finns risk att vatten vid skyfall ansamlas och blir stående kring den nya byggnader inom delområde 1, detta om flödesvägen ner längs Viggeliden mot Sven Hultins gata blockeras. Ny höjdsättning och placering av byggnader behöver säkerställa att en flödesväg ned mot Viggeliden upprätthålls. **Denna risk kopplas till punkten om att ny bebyggelse inte ska skadas vid översvämning.**

Figur 13. Identifierade riskområden för planerad bebyggelse inom planområdet. Ungefärliga flödesvägar baserade på Scalgo visas med blå pilar.

3.2 Fördröjningsbehov av dagvatten och dimensionerande dagvattenflöde

Området är uppdelat i kvartersmark och allmän platsmark. Fördröjningsbehov av dagvatten och dimensionerande flöden presenteras därför uppdelat för kvartersmark och allmän platsmark.

Dagvatten från kvartersmark och allmän plats skall som minst genomgå enklare rening enligt reningskrav från Göteborgs Stad, se Tabell 11 i Bilaga 1 Riktlinjer och styrande dokument. Öppna dagvattenlösningar är att föredra som fördröjningsmetod då systemet blir mer robust.

3.2.1 Dimensionerande flöde och fördröjning kvartersmark

Området har delats in i två delområden baserat på den del av området där markanvändningen ändras efter exploatering, se Figur 14. En uppskattning av områdets markanvändning har gjorts, resultatet redovisas i Tabell 1 nedan. Före utbyggnad utgörs både delområde 1 och 2 till största del av park- och grönområden, hårdgjorda gårdar och lekplatser. Efter exploatering bedöms områdets markanvändning motsvara tät bebyggelse och ändringen utgörs av ökad andel takyta. Planförslaget innebär sammantaget en ökning av hårdgjorda ytor vilket innebär att den reducerade arean ökar.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet.

För beräkna volymen av 10 mm fördröjning på kvartersmark används ekvation 1 nedan.

$$Fördröjningsvolym\ (m^3) = reducerad\ area\ (m^2) * 0{,}01\ (m)\ (1)$$

Tabell 1. Markanvändning före och efter exploatering för kvartersmark samt beräkning av reducerad area.

Markanvändning	**φ**	**Före exploatering**		**Efter exploatering**	
		A [ha]	A_{red} [ha]	A (ha)	A_{red} [ha]
Delområde 1					
Tak	0,9	0,020	0,016		
Grönområde	0,1	0,14	0,003		
Parkering	0,8	0,018	0,008		
Lokalgata	0,8	0,078	0,021		
Lekplats	0,2	0,0096	0,001		
Gångväg	0,4	0,017	0,001		
Ny kvartersmark	0,7	x	x	0,28	0,20
Summa		*0,28*	*0,050*	*0,28*	*0,20*
Delområde 2					
Tak	0,9	0,0015	0,0014		
Grönområde	0,1	0,056	0,0056		
Lokalgata	0,8	0,004	0,0028		
Lekplats	0,2	0,0042	0,0034		
Gångväg	0,4	0,024	0,0047		
Ny kvartersmark	0,8	x	x	0,12	0,09
Summa		*0,12*	*0,029*	*0,12*	*0,09*
Totalt delområde 1 + 2		**0,40**	**0,08**	**0,40**	**0,29**

Vid beräkning av den sammansatta avrinningskoefficienten för ny kvartersmark har det antagits att samtliga skrafferade ytor i Figur 14 utgörs av takytor. Resterande ytor inom respektive delområde antas utgöras av en kombination av hårdgjorda och genomsläppliga gårdsytor. Baserat på illustrationsplaner bedöms byggnadssättet innebära en högre andel hårdgjorda gårdar inom delområde 2 jämfört med delområde 1. Beräknade avrinningskoefficienter redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Beräknade avrinningskoefficienter för ny kvartersmark.

Delområde	**Area tak [ha]**	**Andel av total yta [%]**	**Reducerad area tak, φ = 0,9**	**Area gårdsytor [ha]**	**Beräknad avrinnings-koefficient gårdsytor, φ**	**Sammansatt avrinnings-koefficient, φ**
1	0,146	51	0,13	0,14	0,5	0,7
2	0,047	40	0,04	0,071	0,7	0,8

Den reducerade arean efter exploatering för delområde 1 och 2 beräknas till 0,20 respektive 0,09 ha. Det innebär att ca 20 m^3 respektive 10 m^3 dagvatten behöver fördröjas på kvartersmarken för att uppfylla Göteborgs stads krav på 10 mm fördröjning per reducerad area.

Enligt illustrationsplanen ska byggnaden inom delområde 1 förses med grönt tak. I samråd med representant från Kretslopp och vatten presenteras två scenarier för delområde 1. Det ena förutsätter gröna tak så som förslaget i illustrationsplanen och det andra presenterar hur situationen skulle se om istället konventionellt tak anläggs på byggnaden. Magasinsförmågan hos gröna tak varierar med exempelvis djupet på det gröna taket, taklutning och regnintensitet. Enligt Svenskt Vatten P105 beräknas gröna tak vid enskilda regntillfällen för regn upp till 5 mm inte ge någon nämnvärd avrinning. Vid kraftigare beräknas de första 5 mm omhändertas med resterande nederbörd avrinner. För att beräkna effekten av de gröna taken på fördröjningsbehovet i delområde 1 antas de gröna taken inom omhänderta de första 5 mm av nederbördsvolymen, resterande avrinningsvolym behöver omhändertas i annan anläggning. Tabell 3 sammanfattar fördröjningsbehovet inom respektive delområde, både för scenariot med gröna tak inom delområde 1 och utan, samt inom kvartersmarken som helhet.

Tabell 3. Fördröjningsbehov inom kvartersmark. Gäller endast de områden som antas ändras efter exploatering. Värdesiffror är avrundade.

	Fördröjningsbehov [m^3] (utan grönt tak)	**Fördröjningsbehov [m^3]** (med grönt tak för byggnader i delområde 1)
Delområde 1	20	13
Delområde 2	10	10
Totalt	30	23

Figur 14. Markanvändning före-, och planerad markanvändning efter exploatering. Bakgrundskartan illustrerar befintlig markanvändning och planerad markanvändning anges i teckenförklaring.

Det dimensionerande flödet beräknas med rationella metoden enligt ekvation 1 nedan. Före exploatering används klimatfaktor på 1 och efter exploatering 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

$$Q_{dim}\left[\frac{l}{s}\right] = regnintensitet\ \left[\frac{l}{s}ha\right] \cdot reducerad\ area\ [ha] \cdot klimatfaktor \qquad (1)$$

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiden 10 och 30 år valts, enligt P110 eftersom området klassas som Centrum- och affärsområde, se Bilaga 1 Riktlinjer och styrande dokument. Då dagvattenledningsnätet nedströms övergår till kombinerat avloppsledningsnät gäller enligt P110 att återkomsttiden 10 år blir dimensionerande. Dimensionerande regnvaraktighet för *delområde 1* och *delområde 2* är 10 minuter vid befintliga och framtida förhållanden. Rinntider i planområdet bedöms alltså inte förändras i och med planförslaget. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden blir därmed 228 l/s, ha vid ett 10-årsregn och 328 l/s, ha vid 30-årsregn.

Tabell 4 redovisar dimensionerande dagvattenflöden vid befintliga och framtida förhållanden. Vid befintliga förhållanden beräknas det totala flödet från delområde 1 och delområde 2 till 18 l/s vid ett 10-årsregn och 26 l/s vid ett 30-årsregn. Vid framtida förhållanden beräknas flödet uppgå till 83 l/s och 120 l/s vid 10-års respektive 30-årsregn. Flöden från planområdet beräknas i framtida situationen öka då exploateringen medför en ökad hårdgöringsgrad samt på grund av pågående klimatförändringar. Om flödet från kvartersmarken vid ett dimensionerande 10-årsregn ej ska tillåtas öka i och med exploateringen skulle ca 18 m^3 behöva fördröjas. Detta fördröjningsbehovet är beräknat enligt Bilaga 10_6a från Svenskt Vatten P110 och brukar rekommenderas att fördröjas i anläggning på allmän platsmark. Även om grundprincipen bör vara att inte försämra befintlig situation bedömer Kretslopp och vatten att en åtgärd för att fördröja ytterligare 18m^3 inom allmän platsmark inte är motiverad för den lilla marginalnytta det skulle innebära. Att inte genomföra denna fördröjningsåtgärd bedöms inte innebära några risker inom planområdet då det är stor lutning från området och att de allmänna ledningarna ligger lägre. Då området består av berg innebär underjordiska magasin stora ingrepp i naturmiljön.

I diskussion med detaljplanens projektgrupp har det framkommit att det finns planer i tidigt skede på att förstärka GC-banan inom allmän platsmark och det bör i samband med en sådan utredning även utredas om det går att fördröja ytterligare dagvatten under GC-banan i ett öppet förstärkningslager. En sådan lösning skulle inte äventyra de stora naturvärden som finns inom allmän plats.

Det totala flödet från kvartersmarken inom planområdet Tabell 3 har beräknats utifrån befintlig markanvändning enligt bakgrundskarta Figur 14 och avrinningskoefficienter för olika markanvändningar enligt Tabell 1. Den totala reducerade arean för kvartersmark inom hela planområdet beräknas öka från 0,5 till 0,74 ha vilket motsvarar en ökning med ca 48 %.

Tabell 4. Dimensionerande flöden för befintlig och framtida situation vid 10-årsregn. Framtida flöden är beräknade med klimatfaktor 1,25.

Delområde	**Dim. varaktighet regn [min]**	**10-årsflöde före [l/s]**	**10-årsflöde efter inkl. kf 1,25 [l/s]**	**30-årsflöde före [l/s]**	**30-årsflöde efter inkl. kf [l/s]**
Delområde 1	10	11	57	16	81
Delområde 2	10	7	27	10	39
Summa delområde 1 + 2		**18**	**83**	**26**	**120**
Totalt flöde från hela kvartersmarken inom planområdet	10	102	188	146	270

3.2.2 Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats

Flödesberäkningar har genomförts för allmän platsmark för att kunna genomföra en jämförelse med utgångspunkten att flöden inte får öka och belasta ledningsnätet ytterligare. Befintlig och planerad markanvändning presenteras i Tabell 5. Allmän platsmark har inte delats upp i delområde då hela området föreslås ha samma anslutningspunkt.

Tabell 5. Markanvändning före och efter exploatering för allmän platsmark samt beräkning av reducerad area. Både före och efter exploatering bedöms områdena utgöras av parkområde.

Markanvändning	**φ**	**Före utbyggnad**		**Efter utbyggnad**	
		A [ha]	A_{red} [ha]	A [ha]	A_{red} [ha]
Grönområde	0,1	0,116	0,012	0,136	0,014
Väg	0,8	0,002	0,002	0,002	0,002
Lekplats	0,2	0,020	0,004		
Gångväg	0,4	0,012	0,005	0,012	0,005
Totalt		**0,150**	**0,022**	**0,150**	**0,020**

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiden 10 och 30 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden blir därmed 228 respektive 327,8 l/s • ha.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 2 nedan. Före exploatering används en klimatfaktor på 1 och efter exploatering 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar. Den reducerade arean framgår av Tabell 5**.**

$$Q_{dim}\left[\frac{l}{s}\right] = regnintensitet\ \left[\frac{l}{s}ha\right] \cdot reducerad\ area\ [ha] \cdot klimatfaktor \qquad (2)$$

Dimensionerande flöde för området före exploatering redovisas i Tabell 4.

Tabell 6. Dimensionerande flöde för planområdet vid ett 10-års och ett 30-års regn. En jämförelse mellan nuläge, efter exploatering och efter exploatering med klimatfaktor 1,25.

Delområde	**Dim. varaktighet (min)**	**10-årsflöde före (l/s)**	**30-årsflöde före (l/s)**	**10-årsflöde efter (l/s)**	**30-årsflöde efter (l/s)**	**10-årsflöde efter (l/s) inkl. kf**	**30-årsflöde efter (l/s) inkl. kf**
Allmän platsmark	10	5,0	7,2	4,6	6,6	5,7	8,2

Dimensionerande flöde för området före exploatering blir enligt ekvation ovan 3,27 l/s respektive 4,70 l/s.

Dimensionerande flöde för området efter exploatering blir enligt ekvation ovan 5,7 l/s respektive 8,2 l/s vilket innebär att flödet ökar med ca 0,7 l/s respektive 1,0 l/s jämfört med befintligt flöde. Eftersom andelen reducerad area minskar efter exploatering, se Tabell 5, bedöms ökningen endast beroende av ansatt klimatfaktor (1,25).

3.3 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar har utförts i StormTac (v21.3.3) med en korrigerad årsnederbörd på 837 mm. Föroreningsberäkningar för framtida situation baseras på schablonmässig rening i biofilter i StormTac.

Enligt resultaten i Tabell 7 överskrider halterna av fosfor (P) och zink (Zn) i dagvattnet från kvartersmark målvärdet för ”övriga recipienter” enligt reningskrav för dagvatten (Göteborgs stad, 2021), detta gäller både för befintlig och framtida situation. Med åtgärder för omhändertagande av 10 mm nederbörd i regnbädd inom del av kvarter som exploateras uppnås målvärdet för samtliga ämnen, undantaget är fosfor.

Tabell 7. Föroreningshalter (ug/l) före, efter och efter rening för samtliga områden inom kvartersmark. Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade celler visar överskridande av målvärde.

Ämne	**Före**	**Efter**			**Efter med åtgärder**			
	Hela kvarters-marken	**Delområde 1 + 2**	**Del av kvarter som bibehålls**	**Totalt från kvarters-mark**	**Delområde 1 + 2**	**Del av kvarter som bibehålls**	**Totalt från kvarters-mark**	**Målvärden**
	µg/l	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**	**µg/l**
P	240	180	240	210	100	240	170	**150**
N	1500	1500	1500	1500	1000	1500	1300	**2500**
Cu	22	19	22	20	11	22	16	**22**
Zn	81	83	81	82	21	81	50	**60**
SS	55 000	47 000	55 000	51 000	17 000	55 000	35 000	**60 000**

Föroreningssimulering indikerar att totalhalterna i dagvattnet från kvartersmark ökar i och med exploateringen, undantaget är fosfor (P), kvicksilver (Hg) och olja, se Tabell 8. Med åtgärder för omhändertagande av 10 mm nederbörd i regnbädd inom del av kvarter som exploateras, indikerar föroreningsberäkningarna en minskad belastning från kvartersmark inom planområdet jämfört med dagens situation.

Tabell 8. Föroreningsbelastning (kg/år) före, efter och efter rening för samtliga områden. Asterix betyder att resultaten baseras på grönt tak inom delområde 1. Gråmarkerade celler indikerar ökade mängder jämfört med befintlig situation.

Ämne	**Före**	**Efter**			**Efter med åtgärder**		
	Hela kvarters-marken	**Delområde 1 + 2**	**Del av kvarter som bibehålls**	**Totalt från kvarters-mark**	**Delområde 1 + 2**	**Del av kvarter som bibehålls**	**Totalt från kvarters-mark**
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
P	1,1	0,51	0,62	1,1	0,29	0,62	0,9
N	7,2	4,1	4	8,1	2,8	4	6,8
Pb	0,053	0,034	0,029	0,063	0,009	0,029	0,038
Cu	0,1	0,053	0,056	0,11	0,03	0,056	0,085
Zn	0,38	0,23	0,21	0,44	0,059	0,21	0,27
Cd	0,0024	0,0016	0,0013	0,0029	2,80E-04	0,0013	0,0016
Cr	0,043	0,025	0,024	0,048	0,013	0,024	0,036
Ni	0,036	0,02	0,02	0,041	0,0048	0,02	0,025
Hg	1,20E-04	3,50E-05	6,40E-05	9,90E-05	1,90E-05	6,40E-05	8,20E-05
SS	260	130	140	270	48	140	190
Olja	2,5	0,87	1,4	2,3	0,34	1,4	1,7
BaP	1,80E-04	1,20E-04	9,80E-05	2,20E-04	2,50E-05	9,80E-05	1,20E-04
Benz	3,00E-04	2,20E-04	1,70E-04	3,90E-04	1,20E-04	1,70E-04	2,80E-04
TBT	8,30E-06	5,30E-06	4,50E-06	9,90E-06	2,80E-06	4,50E-06	7,30E-06
As	0,01	0,01	0,0057	0,016	0,0061	0,0057	0,012
TOC	72	41	40	80	21	40	61

StormTac är inget exakt beräkningsverktyg utan skall användas för att ge en indikation på hur föroreningar i dagvattnet kan komma att påverkas efter exploatering. Utifrån föroreningsberäkningarna är det inte möjligt att göra en generell bedömning med avseende på miljökvalitetsnormerna för Rivö Fjord eftersom de resultat som presenteras i Tabell 7 och Tabell 8 motsvarar halter som avleds till det kombinerade avloppsledningsnätet som leds till Ryaverket där vattnet genomgår spillvattenrening innan det når slutrecipienten Rivö Fjord. Utgående halter från Ryaverket studeras ej inom ramen för denna dagvatten- och skyfallsutredning. Mängderna föroreningarna som når Ryaverket kommer att minskas vilket är positivt då det exempelvis innebär mindre metaller i slammet.

4 Föreslagna åtgärder

Under projektets genomförande har två möte hållits för att diskutera utredningen och möjliga åtgärder för dagvatten- och skyfallshantering. Mötena hölls 2021-06-11 och 2021-07-05. Vid båda mötena var Kretslopp och Vatten representerade och vid det 2021-07-05 var även representant från Stadsbyggnadskontoret närvarande.

Föreslagna åtgärder presenteras i Figur 15. Ytbehovet för regnbäddar illustreras schematiskt och placering av föreslagna dagvattenanläggningar får bestämmas i kommande skeden.

Figur 15. Föreslagna åtgärder på kvartersmark och allmän platsmark. Placering av föreslagna är ej bestämda och illustrerar endast ett ungefärligt ytbehov.

4.1 Kvartersmark

4.1.1 Dagvattenhantering inom kvartersmark

Föreslagen lösning för fördröjning och rening av dagvatten är regnbäddar. Lösningarna för 10 mm omhändertagande tar upp 32 m^2 för delområde 2. För delområde 1 tar regnbäddarna upp 43 m^2 respektive 69 m^2 beroende på om grönt tak anläggs på byggnaden eller inte. Beräkning baseras på en schablonmässig utformning där djupet på det ytliga magasinet i regnbädden (ovan växtbädden) är 0,2 meter och djupet på makadamlagret i regnbädden med porositet 30% är 0,30 m djupt. Om djupet på det ytliga magasinet ur risksynpunkt behöver hållas nere kan ytan på regnbädden (växtbädden) ökas. För att minska uppkomsten av dagvatten och därmed fördröjningsbehovet bör exploateringen fokusera på att minimera andelen hårdgjorda ytor.

För delområde 1 föreslås helt eller delvis nedsänkta regnbäddar, detta eftersom området till viss del utgörs av postglacial sand men nödvändigt jorddjup behöver först säkerställas innan det är möjligt att avgöra vilken typ av anläggning som är mest lämplig för området. Regnbäddarna föreslås placeras utmed byggnadens fasad, ytbehovet illustreras schematiskt, se Figur 15. Ytanspråket som presenteras illustrerar det scenario där byggnader anläggs med grönt tak.

För delområde 2 föreslås upphöjda regnbäddar eftersom marken till stor del utgörs av berg och detta skulle minska sprängningsbehovet men också eftersom situationsplanen illustrerar upphöjda innegårdar ovan marknivå. Regnbäddarna föreslås placeras längs med fasaden på innergården eftersom det inte finns någon plats på utsidan av fastigheten längs med östra plangränsen, se Figur 15. Det innebär att allt takvatten måste ledas via stuprör ner mot innegården vilka som förses med utkastare som leder takvatten till föreslagna regnbäddar där rening och fördröjning tillåts i innan det kan ledas vidare mot anslutningspunkt. Verksamheten inom planområdet innefattar bland annat skolverksamhet kan regnbäddarna förutom bidra estetiskt till planens utformning även utgöra ett pedagogiskt inslag för elever och forskare.

Om en upphöjd gårdsyta anläggs inom delområde 2 kommer dagvatten från anläggningarna och den hårdgjorda gården behöva ledas till marknivå. Avvattning av gårdsytorna kan exempelvis ske genom att en dagvattenränna som ansluts till en uppsamlingsledning vilken i sin tur leder dagvatten från den upphöjda innergården ner i marknivå och vidare till anslutningspunkt. Anläggningar för fördröjning av dagvatten från de upphöjda gårdsytorna behöver utformas med hänsyn till byggnadskonstruktionens utformning.

Det är osäkert om befintligt dagvattenledningsnät på kvartersmark kan nyttjas för anslutning av nya regnbäddar, detta då det inte är känt hur kvartersmarken idag avleder sitt dagvatten till anslutningspunkten i Sven Hultins gata. Om nya dagvattenledningar ska förläggas inom kvartersmark bedöms de sannolikt att bergschakt kommer behöva utföras i området. Ett alternativ kan vara att leda ut dagvatten från anläggningar i marknivå, exempelvis från föreslagna upphöjda regnbäddar, där dagvatten på markytan får rinna mot naturmarken och vidare ner mot anslutningspunkten. Det senare är inte att rekommendera då det inte går att kontrollera dagvattens avledning till anslutningspunkten.

En regnbädd fungerar enligt följande: när dagvatten passeras regnbäddens filtrerande material renas det och genom att sänka ner växtbädden möjliggörs ytterligare fördröjning. För en upphöjd regnbädd eller en planteringslåda behöver därför en del av konstruktionen lämnas oplanterad för att uppnå önskvärd fördröjning. En regnbädd kan till exempel fyllas av pimpsten och ha makadam i botten. Det kan också fyllas med makadam och växtjord. I bädden planteras lämpliga växter, exempel på lämpligt växtmaterial är starr, gräsarter och örter som trivs i fuktängar. Växtligheten bidrar både till rening och till att upprätthålla infiltrationskapaciteten. Regnbäddarna kan användas i många olika miljöer, exempelvis på bostadsgårdar och i anslutning till vägar och parkeringsytor. Vatten avleds via en dräneringsledning i botten. Bräddningsmöjlighet alternativt extra volym ovan mark måste finnas för större regn än vad anläggningen klarar av att leda bort. Mer information om denna typ av lösning

hittas bland annat i "Göteborg när det regnar - en exempel och inspirationsbok för god dagvattenhantering" (Göteborgs stad). *Den upphöjda regnbäddens uppbyggnad illustreras schematiskt i Figur 16 och ett exempel på utformning redovisas i Figur 17.*

Figur 16. Schematisk bild över en nedsänkt växtbädd invid fasad (Illustration: Ramboll).

Figur 17.Exempel på hur en upphöjd regnbädd kan utformas (Bara mineraler AB, uå).

4.1.2 Skyfall inom kvartersmark

Baserat på identifierade riskområden i 3.1.2 behöver utformning och höjdsättning av ny bebyggelse anpassas så att inga instängda områden skapas och så att flödesvägar upprätthålls. Flödesvägen från Doktor Allards gata som leder in till planområdet, se Figur 18, behöver upprätthållas då planen annars bedöms kunna medföra försämrade förhållanden nedströms. Om flödesvägen idag leder in till lågpunkten på befintlig parkering vid Alexandraskolan behöver särskild hänsyn tas till att exploateringen säkerställer att volymen i lågpunkten bevaras eller att volym som eventuellt byggs bort ges utrymme på annan plats inom kvartersmarken säkerställas. Det senare alternativet bedöms kunna bli utmanande med hänsyn till befintliga och planerade byggnader men även topografin inom planområdet. Om flödesvägen idag leds in via infartsvägen behöver utformningen säkerställa en flödesväg via Viggeliden till Sven Hultins gata, detta för att eliminera risk för nya byggnader inom delområde 1 tar skada vid skyfall.

Figur 18. Befintliga flödesvägar och lågpunkter i planområdet. Bildkälla Scalgo Live och bakgrundskarta: Lantmäteriet ortofoto.

4.2 Allmän platsmark

Föreslagna dagvattenåtgärder på allmän platspark bygger på trög avledning vilket kan åstadkommas genom att exempelvis höjdsättas marken med avrinning mot svackdiken och makadamstråk där dagvattnet får avledas trögt till förbindelsepunkt. Med en trög avledning på ytan minskar flödestoppar samt uppnås en viss rening av dagvattnet. För att minska uppkomsten av dagvatten rekommenderas att arbeta med genomsläppliga beläggningar för exempelvis vägar och stråk för gång och cykel. Om framtida planering av marken medför en ökad hårdgöringsgraden behöver en ny bedömning fördröjningsbehovet göras.

I diskussion med detaljplanens projektgrupp har det framkommit att det finns planer i tidigt skede på att förstärka GC-banan inom allmän platsmark och det bör i samband med en sådan utredning även utredas om det går att fördröja dagvatten under GC-banan i ett öppet förstärkningslager. En sådan lösning skulle inte äventyra de stora naturvärden som finns inom allmän plats.

4.3 Kostnadskalkyl

Dagvattenanläggning
För regnbädd uppskattas kostnaden enligt StormTac till 10 000 kr/m^2 (2021) medan ”*Göteborg när det regnar- en exempel och inspirationsbok för god dagvattenhantering*” (Göteborgs stad) uppskattar kostnaden till mellan ca 1650 kr/m^2 (inkl bjälklag) till ca 4000 kr/m^2.

Detta innebär att investeringskostnaden för dagvattenanläggningar inom kvartersmarken uppskattas till mellan 300 000 – 755 000 kr. Kostnaden är starkt beroende av vilka markförutsättningar som påträffas och hur mycket sprängning som krävs.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar beroende på lokala förutsättningarna och huruvida det förekommer skyfall och stormar eller inte men de uppskattas grovt ligga mellan 5–15 % av investeringskostnaderna för anläggningarna.

Skyfallslösningar
För skyfallslösningar som utförs vid exploatering vars effekt till dominerande del är till för att planen skall uppfylla PBL:s krav att marken skall vara byggbar gäller att kostnad för investering av skyfallsanläggning tas av planen.

4.4 Ansvarsfördelning

- Kretslopp och Vatten ansvarar för kommunala ledningar, i detta fall samtliga ledningar omkring planområdet samt att det finns en anslutningspunkt.
- Exploatören/fastighetsägaren ansvarar för anläggning och skötsel av dagvattenanläggningar inom kvartersmark.

Vidare behöver ledningsrätter och dylikt säkerställas i samband med planarbetet och den planerade exploateringen.

4.5 Bortvalda alternativ

Följande åtgärdsalternativ har beaktats men avskrivits på grund av rådande förutsättningar inom planområdet:

- Anläggningar vars funktion bygger på infiltration till grundvatten har valts bort inom delområde 2 eftersom området till stor del utgörs av berg.
- Helt nedsänkta växtbäddar har valts bort för delområde 2. Detta för att minska behov av sprängning samt för att det kan komma att anläggas en upphöjd gårdsyta vilken inte möjliggör någon nedsänkt regnbädd. För delområde 1 kan det finnas möjlighet till helt nedsänkta växtbäddar eftersom området till viss del utgörs av postglacial sand men nödvändigt jorddjup behöver först säkerställas. Behovet av sprängning kommer påverka anläggningskostnaden.
- För att flöden från planområdet vid dimensionerande 10-årsregn inte ska öka, bedöms ca 18 m^3 behöva fördröjas. Detta brukar rekommenderas att genomföras i anläggning på allmän platsmark. Även om grundprincipen bör vara att inte försämra befintlig situation bedömer Kretslopp och vatten att en åtgärd för att fördröja ytterligare 18m^3 inom allmän platsmark inte är motiverad för den lilla marginalnytta det skulle innebära. Eftersom området till stor del utgörs av berg skulle fördröjning inom allmän plats sannolikt innebära sprängning vilket riskerar att äventyra de stora naturvärden som finns inom allmän plats. Föreslagen dagvattenhantering på kvartersmark innebär större fördröjningsvolymer än 18 m^3 och bedöms reducera flöden och minska flödestoppar från planområdet. Med denna åtgärd bedöms, planen

ej medföra ökad risk för bräddning på efterföljande kombinerat avloppsledningsnätet och därmed ej heller äventyra MKN för recipienten.

5 Slutsats och rekommendationer

Det bedöms finnas möjlighet att inom planen möta stadens krav på fördröjning om 10 mm och efterfölja de reningskrav av dagvatten som ställs, detta i regnbäddar inom kvartersmarken, se Figur 19. För att minska uppkomsten av dagvatten och därmed också fördröjningsbehovet rekommenderas att exploateringen fokuserar på att minimera andelen hårdgjorda ytor exempelvis genom att på plankartan upprätta prickmark, reglera hårdgöringsgraden och göra plats för grönytor.

Föroreningsberäkningar indikerar att exploateringen medför en minskad belastning av föroreningar till dagvattnet, detta förutsätt att föreslagna eller likvärdiga dagvattenåtgärder vidtas på kvartersmark. Med åtgärder på kvartersmark uppnås målvärden för studerade ämnen, undantaget är fosfor som idag överskrider målvärdet. Utförda föroreningsberäkningar visar lägre föroreningshalter och mängder från planområdet, men det är ej möjligt att bedöma planens påverkan på MKN för recipienten eftersom dagvattnet från planområdet via kombinerat avloppsledningsnät passerar Ryaverket innan utsläpp till recipienten Rivö Fjord. Utgående halter från Ryaverket studeras inte inom ramen för denna dagvatten- och skyfallsutredning. För att minimera riskerna för recipientpåverkan via bräddning bör dagvattnet fördröjas i så stor utsträckning som möjligt. I och med kravet på att fördröja 10 mm inom kvartersmarken så fördröjs även en så stor volym att flödena ut från kvartersmarken inte bör öka. Det rekommenderas ändå att eftersträva ytterligare fördröjning på allmän plats. Möjligheten till att fördröja dagvatten inom allmän plats utreds i fortsatt planarbete.

Befintliga ledningar inom kvartersmarken bör av exploatör kartläggas och en översiktlig kontroll bör samtidigt göras för att säkerställa möjligheterna att avleda dagvatten från planområdet till anslutningspunkten vid Sven Hultins gata. I samband med planarbetet behöver även ledningsrätter och dylikt säkerställas.

Flödesvägen in i planområdet behöver bibehållas då det annars bedöms finnas en risk att planen vid skyfall försämrar förhållandena nedströms Doktor Allards gata. Om flödesvägen från Doktor Allards Gata idag leds in mot parkeringen så att skyfallet kan uppehållas i lågpunkten på befintlig parkering, måste eventuellt markhöjningar i området kompenseras genom att volym för skyfallet ges plats på annan plats inom planområdet. Att hitta volym på annan plats bedöms kunna bli utmanande med hänsyn till befintliga och planerad byggnation samt topografi. I det fall där flödesvägen sammanfaller med infartsgatan och Viggeliden behöver höjdsättning och placering av nya byggnader inom delområde 1 säkerställa att flödesvägen upprätthålls.

Figur 19. Föreslagna åtgärder på kvartersmark och allmän platsmark. Placering av föreslagna är ej bestämda och illustrerar endast ett ungefärligt ytbehov.

Slutsatser

- Dagvattnet från planområdet avleds inte till ett markavvattningsföretag.

- Om planen genomförs innebär det att flödet från området ökar, nuvarande kapacitet i dagvattenledningsnätet är god men innebär en ökad belastning på befintligt ledningsnät. Föreslagen dagvattenhantering på kvartersmark bedöms reducera flöden och minska flödestoppar. Med denna åtgärd bedöms, planen ej medföra ökad risk för bräddning på efterföljande kombinerat avloppsledningsnätet och därmed ej heller äventyra MKN för recipienten. Att kräva att ytterligare 18 m3 ska fördröjas på allmän plats bedöms inte ge en marginalnytta på recipienten som motiverar de ingreppen i lokalmiljön som de åtgärderna skulle innebära. Fördröjande åtgärder på allmän

platsmark är eftersträvansvärda och möjligheter att göra det utan större ingrepp ska studeras vidare i planarbetet.
- Vid exploatering behöver hänsyn tas till de befintliga lågpunkter och rinnstråk som har identifierats inom och i anslutning till planområdet. Med en genomtänkt höjdsättning bedöms det möjligt att genomföra planen enligt Göteborgs riktlinjer för skyfallshantering.

Kalkyl

För regnbädd uppskattas investeringskostnaden för dagvattenanläggningar inom kvartersmarken uppgå till 300 000 – 755 000 kr.

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar beroende på lokala förutsättningarna och huruvida det förekommer skyfall eller stormar men de uppskattas grovt ligga mellan 5–15 % av investeringskostnaderna för anläggningarna.

Skyfallslösningar

För skyfallslösningar som utförs vid nyexploatering vars effekt till dominerande del är till för att planen skall uppfylla PBL:s krav att marken skall vara byggbar gäller följande kostnad för investering av skyfallsanläggning tas av planen.

Ansvar

- Kretslopp och Vatten ansvarar för kommunala ledningar, i detta fall samtliga ledningar omkring planområdet samt att det finns en anslutningspunkt.
- Exploatören/fastighetsägaren ansvarar för anläggning och skötsel av dagvattenanläggningar inom kvartersmark.

Bortvalda alternativ

- Anläggningar vars funktion bygger på infiltration till underliggande mark har valts bort inom delområde 2 eftersom området till stor del utgörs av berg.
- Helt nedsänkta växtbäddar har valts bort för delområde 2. Detta för att minska behov av sprängning samt för att det kan komma att anläggas en upphöjd gårdsyta vilken inte möjliggör någon nedsänkt regnbädd.

6 Referenser

Boverket. (den 10 06 2015). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning.* Hämtat från PBL kunskapsbanken: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggning/

Cowi. (den 10 03 2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker.* Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fdc9cd9f-123a-4852-a24b-d9f4af8973a5/Slutrapport_160426.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs Stad. (den 20 11 2018). *Frågor och svar om Rain Gothenburg*. Hämtat från goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/press-och-media/aktuelltarkivet/aktuellt/9c9519c9-48a9-498b-9e78-a6e5d7f7e27b/!ut/p/z1/pZFbS8NAEIV_Sx_ymOxkc9v1LREprY2JDdE0L7Kpmws0m7BZLfXXuy0UFIsWnIcDA-d8B2ZQiQpUCvbeNUx1g2A7vW9K_wVH8EgiO4TkKb2DxerexdnawfMMo-eTIbfPhiT1YbFMc

Göteborgs Stad. (den 31 07 2018). U107K48 - D003 Ö k om samverkan dagvatten Göteborgs stad B.doc.

Göteborgs stad. (2020). *Strukturplan Metodbeskrivning 2020*. Hämtat från https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/info

Göteborgs stad. (2021). *Reningskrav för dagvatten.* Göteborg.

Göteborgs stad. (u.d.). *Göteborg när det regnar- en exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering.* Göteborg.

Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (2018). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning.* Göteborg: Göteborgs Stad.

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker.* Hämtat från Goteborg.se: https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planobygg.nsf/vyFiler/Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker-Översiktsplan%20-%20inför%20antagande-Översiktsplan%20-%20Tillägg%20för%20översvämningsrisker/$File/01%20Planhandling.pd

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Förslag till översiktsplan för Göteborg, Tillägg för översvämningsrisker.* Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/portal/start/byggande--lantmateri-och-planarbete/kommunens-planarbete/oversiktlig-planering/fordjupningar-och-tillagg/oversvamningsrisker---tematisk-tillagg-till-oversiktsplanen/!ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy9

Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Översiktsplan för Göteborg, Tematiskt tillägg för översvämningsrisker.* Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/505ba586-d99d-4abc-8bc8-3473dd28002a/Tematisk+tillägg+ÖP+översvämningsrisk.pdf?MOD=AJPERES

Kretslopp och vatten. (2016). *Reningskrav för dagvatten.*

MSB. (08 2017). *Vägledning för skyfallskartering, Tips för genomförande och exempel på anvädning.* Hämtat från MSB: https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf

Stadsbyggnadskontoret. (u.d.). *GOkart*. Hämtat från http://gokart.sbk.goteborg.se/

Sweco. (den 26 03 2018). Konceptversion FloodMan. *Sustainable Flood management Assessment Tool*.

Svenskt vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering P105.* Svenskt vatten.

Svenskt vatten. (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering analys av avloppsystem.* Solna: Svenskt vatten.

Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt vatten AB.

Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110.* Stockholm: Svenskt vatten AB.

Svenskt vatten. (2 2018). *Skyfallens ABC.* Hämtat från Tema Stadsmiljö: http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf

VISS. (den 20 06 2017). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA33908756

Bilaga 1 Riktlinjer och styrande dokument

De två viktigaste dokumenten för dagvatten- och skyfallshantering utgår från är TTTÖP (Förslag till översiktsplan för Göteborg Tillägg för översvämningsrisker) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) och Svenskt vattens publikation P110 (Svenskt vatten, 2016). Utöver dessa rapporter är ett flertal riktlinjer styrande i arbetet med dagvatten- och skyfallsfrågor inom och i anslutning till utredningsområdet. Dessa sammanställs i efterföljande stycken.

Funktionskrav på dagvattensystem

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten.

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt vatten, 2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 9.

Tabell 9. Minimikrav för återkomsttider *för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110* (Svenskt vatten, 2016).

Nya duplikatsystem	**VA-huvudmannens ansvar**		**Kommunens ansvar**
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2 år	10 år	>100 år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	>100 år
Centrum- och affärsområden	10 år	30 år	>100 år

För kombinerade avloppssystem, där dagvatten och spillvatten avleds i samma ledningar, gäller andra krav än de ovan. Dessa redovisas i Tabell 10**.**

Tabell 10. Återkomsttider för regn avseende befintliga kombinerade avloppssystem enligt P110.

Typ av område	**Återkomsttid**	
	Kombinerad fylld ledning	Källarnivå för kombinerad ledning
Ej instängt* område utanför citybebyggelse	5 år	10 år
Ej instängt* område inom citybebyggelse	5 år	10 år
Instängt område utanför citybebyggelse	10 år	10 år**
Instängt område inom citybebyggelse	10 år	10 år**

* Med ej instängt område avses ett område varifrån dagvatten ytledes kan avledas med självfall.
** Då dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är 10 år blir återkomsttiden för trycklinje i källargolvsnivå större än 10 år. Kravet är dock att återkomsttiden ska vara minst 10 år.

Om uppdimensionering, för att uppfylla kraven enligt P110, bedöms bli för omfattande för dagvattensystem som ligger nedströms det förtätade områden och nedströms tillkommande system är Kretslopp och vattens bedömning att funktionskraven enligt den tidigare publikationen P90 *Dimensionering av allmänna avloppsledningar* (2004) ska vara uppfyllda.

Fördröjningskrav

VA-systemen är hårt belastade. Ökad exploatering och framtida klimatförändringar kommer att öka belastningen ytterligare, med fler översvämningar till följd av att befintliga ledningar inte klarar av att leda bort de stora vattenmassorna. Att dimensionera upp hela ledningssystemet är varken tekniskt eller ekonomiskt möjligt.

För att minska flödestopparna och belastningen på befintligt ledningssystem ställer Göteborgs stad krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Avvattningen ska dessutom göras trög och reningskrav enligt Vattenplanen ska följas.

På allmän plats ska fördröjning eftersträvas så att kapaciteten i ledningsnätet inte överskrids vid dimensionerande regn alternativt att befintligt flöde inte överskrids. Om dagvattnet från utredningsområdet avleds till ett dikningsföretag kan det finnas bestämmelser som reglerar hur mycket dagvatten som får avledas dit och följaktligen hur mycket som måste fördröjas från utredningsområdet. I detta fall ska nödvändig fördröjning eftersträvas på allmän plats.

Miljökvalitetsnormer

Europaparlamentet införde år 2000 ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential/status och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet.

Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

Ny exploatering ska inte försämra möjligheterna att uppnå MKN. Det innebär att rening av dagvatten ska bidra till att bibehålla eller förbättra vattnets status, vilket ofta innebär att minska tillförsel av näringsämnena kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar.

Riktvärden och reningskrav

Dagvatten förorenas av bl.a. utsläpp från trafik, byggnadsmaterial och luftburna föroreningar. Dagvatten från parkeringsytor, industriområden och högtrafikerade vägar är särskilt förorenat.

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (2020). Dessa riktvärden uttrycks generellt som årsmedelhalter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten. Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (2017-03-02) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet. Varje fastighet ska kunna visa att reningskraven följs.

Tabell 11 ger en indikation för hur omfattande rening krävs för att skydda recipienter från förorenande ytor inom planområdet.

Tabell 11. Matris för dagvattenrening. Blå celler markerar de fall som behöver anmälas till Miljöförvaltningen. Avstämt med Miljöförvaltningen 161027.

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

Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet ”Återkomsttid” (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat statistiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) ska ny bebyggelse anpassas efter klimatanpassat 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid år 2100.

När dagvattensystemet är fullt innebär det i praktiken att avrinningen av regnöverskottet primärt beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Bristande kapacitet för ytlig avledning kan dock också skapa uppdämningseffekter som göra att man får lokala vattensamlingar. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr både infiltration och vattnets hastighet. Avdunstning har marginell påverkan.

Det finns idag inga nationella bestämmelser kring vem som är ansvarig vid skyfall. Kommunen är enligt Plan- och bygglagen (PBL) ansvarig för att bebyggelse anläggs på mark lämplig för ändamålet, och därmed översvämningsrisker vid nyplanering. Allt ansvar för översvämningssäkring ligger dock inte på kommunen utan fastighetsägare och verksamhetsutövare har ansvar att skydda sin egendom.

Det tematiska tillägget, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningsrisker i sin planering.

- **Ny bebyggelse ska inte skadas vid översvämning**. Detta innebär att man skall ha en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till **färdigt golv** på minst **0,2 m**. För **samhällsviktigt** (avser infrastruktur som i ett perspektiv till år 2100 om de slås ut innebär stor skada för samhället och/eller är kostsamt att återskapa. I detta perspektiv är det stora sjukhus, tung infrastruktur och tekniska anläggningar viktiga för stadens funktion) gäller en säkerhetsmarginal på minst **0,5 m** till vital del för anläggningens funktion.

- För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämning skall **tillgängligheten** till **nya byggnaders entréer** inom planområdet vara möjlig (man skall kunna nå alla som befinner sig i byggnaden men inte nödvändigtvis alla entréer). Detta innebär ett största vattendjup på 0,2 m.

- **Tillgänglighet till och från planområdet** skall undersökas (största vattendjup 0,2 m på högprioriterade vägar och utryckningsvägar, se markerade vägar i bilaga 1). Är framkomlighet inte möjlig på högprioriterade vägar skall detta omnämnas men att skapa framkomlighet på dessa vägar skjuts på framtiden tills ”*Framkomlighet - Planeringsunderlag gällande framkomlighet för högprioriterade transport och kommunikationsstråk inom staden för olika översvämningstyper*” utarbetats av Staden (fortsatt arbete utpekat i TTÖP).

- **Översvämningssituationen inom eller utanför planen skall inte försämras.** Detta innebär bl.a. att flödet ut från planen och till andra delar av planen inte får öka vid planens genomförande så försämrad översvämningssituation uppstår. Minst samma volymer för magasinering som fanns innan exploatering skall finnas kvar efter exploatering. Strävan skall finnas att passa på att förbättra översvämningssituationen vid planens genomförande.

- Planen ska **beakta strukturplaner** för översvämningshantering (se www.vattenigoteborg.se eller Go-Kart). Skyfallsleder och skyfallsytor utpekade i strukturplanerna skall fortfarande vara möjliga att genomföra om de inte genomförs som en del av planen. Platser som pekats ut för strukturplansåtgärder skall inte exploateras på ett sätt så dessa inte kan byggas om det inte går att identifiera annan alternativ plats med samma syfte. Om detta sker skall det betraktas som avsteg frön TTÖP och det skall behandlas som ett avsteg enligt beskrivning i TTÖP (godkännas av BN med tillhörande riskanalys).

I Tabell 12 visas kraven på vattendjup i relation till höjdsättning av samhällsviktiga anläggningar, nyanlagda byggnader och prioriterade stråk och utrymningsvägar enligt TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019)

Tabell 12 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerade händelser för att minska översvämningsrisk (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Angivna tal i tabellen är säkerhetsmarginaler.

Funktion/ Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/ planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	***Höga flöden Återkomsttid 200 år***	***Skyfall Återkomsttid 100 år***
Samhällsviktig anläggning - nyanläggning	1,5 meter marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (HBF)	0,5 meter marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 meter marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 meter marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 meter		

Figur 20 Visualisering av Tabell 3. Vänster bild: max djup 0,2 meter. Höger bild: 0,2 meter marginal till färdigt golv över vattennivå och vital del nödvändig för byggnadsfunktion.

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap anser att den största utmaningen är att säkra redan befintlig bebyggelse och infrastruktur eftersom höjdsättningen redan är given. Här har staden ansvar att ge underlag för åtgärdsarbete genom att informera om risker (MSB, 2017).

Det tematiska tillägget till översiktsplanen, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningsrisker i sin planering. Det övergripande målet som lyfts är:

Göteborg ska göras robust mot dagens och framtidens översvämningar genom att säkra grundläggande samhällsfunktioner och stora samhällsvärden.

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborg stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplan för översvämningar. Metoden beskrivs i *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning* (Göteborgs stad, 2020)

Strukturplanen innehåller åtgärder som syftar till att fördröja och avleda det överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av stadens dagvattensystem. Åtgärderna i strukturplanen är övergripande och ur ett avrinningsområdesperspektiv.

Rain Gothenburg

Jubileumssatsningen Rain Gothenburg ingår i Göteborgs Stads fyrahundraårsfirande 2021. Det regnar i snitt var tredje dag i Göteborg, och med klimatförändringarna kommer de svåra skyfallen att öka. Därför satsar Göteborg på att bli en internationell förebild som regnstad, både i att bygga en hållbar stad som tar hand om stora regnmängder och att ta tillvara regnets möjlighet till att ge unika upplevelser (Göteborgs Stad, 2018).

Projektet inbegriper tre huvudområden där dagvatten- och skyfallshantering är ett av dem. De två andra fokuserar på konst och design samt individens upplevelse. Tanken är att genom konst, arkitektur, stadsplanering, lek, multifunktion och pedagogik kopplat till regnvattnet locka människor till utevistelse, upplevelser och möten i en stad som är levande även när det regnar. Detta perspektiv får gärna prägla de nya lösningar som tas fram för dagvatten och skyfall i planområdet.

Bilaga 2 Föroreningsberäkningar

Befintlig situation

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden
Volymavrinningskoefficienter φ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_v	φ	**A11** Hela kvartersmarken - innan ombyggnation	**Tot**
Egen 1 (Schablon för skolområde med justerad avrinningskoefficienter)	0.45	0.50	0.89	**0.89**
Totalt	**0.45**	**0.50**	**0.89**	**0.89**
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			**0.40**	**0.40**
Reducerad dim. area (ha_{red})			**0.45**	**0.45**

Övriga dimensionerande indata

		A11 Hela kvartersmarken - innan ombyggnation
Återkomsttid	år	10.0
Klimatfaktor	f_c	1.00
Rinnsträcka	m	500
Rinnhastighet	m/s	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10

1.2 Utdata

Flöden

		A11 Hela kvartersmarken - innan ombyggnation	**Tot**
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	m^3/år	4600	4600
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.15	
Medelavrinning	l/s	1.2	
Dim. flöde	l/s	100	

Dim. flöde total **100** l/s vid Dim. regnvaraktighet **10** min

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

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

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A11	Hela kvartersmarken - innan ombyggnation	1.1	7.2	0.053	0.10	0.38	0.0024	0.043	0.036	0.00012	260	2.5	0.00018	0.00030	0.0000083	0.010	72
	Total	**1.1**	**7.2**	**0.053**	**0.10**	**0.38**	**0.0024**	**0.043**	**0.036**	**0.00012**	**260**	**2.5**	**0.00018**	**0.00030**	**0.0000083**	**0.010**	**72**

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/år	kg/ha/ år	kg/ha/ år
1.3	8.1	0.059	0.11	0.43	0.0027	0.048	0.041	0.00013	290	2.8	0.00020	0.00034	0.0000093	0.012	81

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening
Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A11	Hela kvartersmarken - innan ombyggnation	**240**	1500	11	22	**81**	0.52	**9.2**	7.8	0.025	55000	**540**	**0.038**	0.065	0.0018	2.2	16000
	Total	**240**	1500	11	22	**81**	0.52	**9.2**	7.8	0.025	55000	**540**	**0.038**	0.065	0.0018	2.2	16000
Riktvärde		150	2500	28	22	30	0.90	7.0	68	0.070	60000	400	0.030			16	20000

Framtida situation med och utan åtgärder

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden
Volymavrinningskoefficienter φ_V och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_V	φ	**A13** Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	**A14** Kvartersmark som bibehålls	**Tot**
Kvarter utan väg	0.73	0.73	0.40	0	**0.40**
Skolområde	0.45	0.76	0	0.49	**0.49**
Totalt	**0.58**	**0.75**	**0.40**	**0.49**	**0.89**
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			**0.29**	**0.22**	**0.51**
Reducerad dim. area (ha_{red})			**0.29**	**0.37**	**0.66**

Övriga dimensionerande indata

		A13 Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	**A14** Kvartersmark som bibehålls
Återkomsttid	år	10.0	10.0
Klimatfaktor	f_c	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	500	500
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A13 Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	**A14** Kvartersmark som bibehålls	**Tot**
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	m^3/år	2800	2600	5400
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.089	0.081	
Medelavrinning	l/s	0.88	0.67	
Dim. flöde	l/s	83	110	

Dim. flöde total **190** l/s vid Dim. regnvaraktighet **10** min

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

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

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A13	Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	0.51	4.1	0.034	0.053	0.23	0.0016	0.025	0.020	0.000035	130	0.87	0.00012	0.00022	0.0000053	0.010	41
A14	Kvartersmark som bibehålls	0.62	4.0	0.029	0.056	0.21	0.0013	0.024	0.020	0.000064	140	1.4	0.000098	0.00017	0.0000045	0.0057	40
	Total	**1.1**	**8.1**	**0.063**	**0.11**	**0.44**	**0.0029**	**0.048**	**0.041**	**0.000099**	**270**	**2.3**	**0.00022**	**0.00039**	**0.0000099**	**0.016**	**80**

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

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/ år	kg/ha/år	kg/ha/ år	kg/ha/ år
1.3	9.1	0.071	0.12	0.49	0.0033	0.054	0.046	0.0001 1	310	2.5	0.0002 5	0.0004 4	0.00001 1	0.018	90

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening
Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A13	Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	**180**	1500	12	19	**83**	0.56	**8.9**	7.3	0.013	47000	310	**0.045**	0.079	0.0019	3.7	14000
A14	Kvartersmark som bibehålls	**240**	1500	11	22	**81**	0.52	**9.2**	7.8	0.025	55000	**540**	**0.038**	0.065	0.0018	2.2	16000
	Total	**210**	1500	12	20	**82**	0.54	**9.0**	7.6	0.019	51000	**420**	**0.042**	0.072	0.0018	3.0	15000
Riktvärde		150	2500	28	22	30	0.90	7.0	68	0.070	60000	400	0.030			16	20000

4. Föroreningsreduktion

4.2 Utdata

Reningseffekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A13	Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	43	32	74	44	75	82	48	76	48	63	61	80	48	48	40	48
A14	Kvartersmark som bibehålls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A13	Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	0.22	1.3	0.025	0.024	0.17	0.0013	0.012	0.016	0.000017	82	0.53	0.000100	0.00010	0.0000025	0.0041	19
A14	Kvartersmark som bibehålls	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0.22	1.3	0.025	0.024	0.17	0.0013	0.012	0.016	0.000017	82	0.53	0.000100	0.00010	0.0000025	0.0041	19

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A13	Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	0.29	2.8	0.0090	0.030	0.059	0.00028	0.013	0.0048	0.000019	48	0.34	0.000025	0.00012	0.0000028	0.0061	21
A14	Kvartersmark som bibehålls	0.62	4.0	0.029	0.056	0.21	0.0013	0.024	0.020	0.000064	140	1.4	0.000098	0.00017	0.0000045	0.0057	40
	Total	0.90	6.8	0.038	0.085	0.27	0.0016	0.036	0.025	0.000082	190	1.7	0.00012	0.00028	0.0000073	0.012	61

Summa belastning kg/ha/år efter rening.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A13	Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	0.72	7.0	0.022	0.074	0.15	0.00070	0.032	0.012	0.000046	120	0.85	0.000062	0.00029	0.0000070	0.015	53
A14	Kvartersmark som bibehålls	1.3	8.1	0.059	0.11	0.43	0.0027	0.048	0.041	0.00013	290	2.8	0.00020	0.00034	0.0000093	0.012	81

Summa föroreningshalt µg/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
A13	Delområde 1 + 2 ny kvartersmark	100	1000	3.2	11	21	0.10	4.6	1.7	0.0066	17000	120	0.0089	0.041	0.00099	2.2	7600
A14	Kvartersmark som bibehålls	**240**	1500	11	22	**81**	0.52	**9.2**	7.8	0.025	55000	**540**	**0.038**	0.065	0.0018	2.2	16000
	Total	**170**	1300	7.1	16	**50**	0.30	6.8	4.7	0.015	35000	320	0.023	0.053	0.0014	2.2	11000
Riktvärde		150	2500	28	22	30	0.90	7.0	68	0.070	60000	400	0.030			16	20000

Anläggningsdata reningsanläggningar

För delområde 1 och 2 har biofilter valts som reningsanläggning i StormTac. Följande indata har valts för anläggningarna:

Vald reningsanläggning: Biofilter

Andel av reducerad avrinningsyta	K_φ	2.5	%
Utflöde, max	Q_{out}	200	l/s
Absolut osäkerhet (+/-)		0	l/s
Tjocklek, tom yta	h_1	200	mm
Tjocklek, filtermaterial	h_2	450	mm
Tjocklek, materialavskiljande lager	h_3	100	mm
Tjocklek, makadam	h_4	350	mm
Tjocklek, skelettkonstruktion	h_5	0	mm
Tjocklek, underbyggnad/undergrund/terrass	h_6	1000	mm
Avstånd vattengång dräneringsrör till undergunden	h_7	150	mm
Avstånd vattengång bräddbrunn till den övre bäddens yta	h_8	200	mm
Porandel, växtbädd	p_2	0.25	
Porandel, makadam	p_4	0.40	
Hydraulisk konduktivitet, växtbädd	k_2	200	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, makadam	k_4	36000	mm/h
Hydraulisk konduktivitet, underbyggnad/undergrund/terrass	k_6	8.0	mm/h
Släntlutning övre, 1:z_2	z_2	0	
Släntlutning undre, 1:z_1	z_1	0	
Anläggningens längd	L	0	m
Är marken förorenad?		Nej	
Tillsats av biokol (utan gödningsmedel)?		Nej	

Osäkerheter i beräkningsverktyget

Beräkningar har genomförts i Stormtac version v20.2.2.

StormTacmodellen sammanställs schablonvärden i form av årliga avrinningskoefficienter och schablonhalter för olika markanvändning. Dessa uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya undersökningar.

Kalibrering av schablonhalterna som används i StormTac utförs med hänsyn till tidstrender och för ämnen med få data görs jämförelser med data från liknande markanvändning. En enda undersökning (ett specifikt databasvärde) utgör värdet av en lång serie av flödesproportionellt tagna samlingsprover, vilket innebär att enskilda värden kan utgöra ett sammanställt medelvärde av flera prover eller många olika undersökningar.

Vid kalibrering av schablonhalter har främst svenska undersökningar använts, vilket innebär att schablonhalterna i StormTac är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. På grund av bristen på data för vissa föroreningar och vissa markanvändningar har dock även internationella studier använts. Tillförlitligheten är generellt högst (spridningen i data minst) för markanvändningskategorierna för olika bostadsområden och genomfartsvägar samt för ämnena partiklar (SS), näringsämnen och metaller, undantaget kvicksilver.

Att ta fram schablonhalter är komplext, och på grund av stora skillnader i underlag för olika ämnen och markanvändningar är det svårt att beräkna och kortfattat beskriva osäkerheterna för respektive värde. För mer specifika markanvändningskategorier anger modellen dock i allmänhet ”Låg säkerhet” för de flesta föroreningar på grund av ett litet dataunderlag. Användandet av schablonhalter innebär också att beräknade värden inte alltid är representativa för enskilda projekt, då föroreningsinnehållet till stor del kan bero på platsspecifika förutsättningar, såsom exempelvis takmaterial och andra byggnadsmaterial.

Resultatet av föroreningsberäkningarna ska således inte betraktas som några exakta värden, men de ger en indikation på vilka ämnen som tenderar att öka/minska vid ett framtidsscenario inom utredningsområdet.