Göteborgs Stad

Dagvatten- och skyfallsutredning

Detaljplan för verksamheter söder om Wieselgrensplatsen inom stadsdelen Rambergsstaden

2022-09-22

Göteborgs Stad

Dokumenttitel: Dagvatten- och skyfallsutredning
Underrubrik: Detaljplan för verksamheter söder om Wieselgrensplatsen inom stadsdelen Rambergsstaden
Datum: 2022-09-22
Projektledare SBK: Karin Edeskog, Stadsbyggnadskontoret
Projektledare VA: Anders Bäärnhielm, Kretslopp och vatten
Handläggare: Sofia Polo Ruiz de Arechavaleta, Kretslopp och vatten
Kvalitetsgranskare: Lina Ekholm, Quentin Barbier, Kretslopp och vatten
Kontakt: dagvatten@kretsloppochvatten.goteborg.se

Sammanfattning

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan (Detaljplan för verksamheter söder om Wieselgrensplatsen inom stadsdelen Rambergsstaden).

Planen är ca 6 ha stor och består i dagsläget av idrottsanläggningar, parkeringsplatser, handel samt mindre grönytor. Syftet med detaljplanen är att möjliggöra för utbyggnad av Lundbybadet, ersätta ishallen Rambergsrinken med en ny ishall och möjliggöra ett nytt sjukhus (som ska ersätta Lundby sjukhus).

Dagvatten

- 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).

Dagvattnet från planområdet avleds till det kombinerade nätet. Då ledningsnätet är överbelastat bräddas det till Kvillebäcken som är en känslig recipient och ett markavvattningsföretag samt till Göta Älv. Fastighetskontoret har i ett separat projekt påbörjat processen med att ompröva markavvattningsförtaget för nedläggning. I föreliggande utredning antas att så görs.

Efter exploatering ökar flödet från området. Det innebär att kapaciteten i dagvattenledningsnätet påverkas. Kretslopp och vatten bedömer att det inte är samhällsekonomiskt lönsamt att dimensionera upp ledningsnätet hela vägen till recipienten vilket innebär att det krävs fördröjningsåtgärder på allmän plats för att kompensera för det ökade flödet. Därför föreslås fördröjning på allmänplatsmark genom att anlägga två underjordiska fördröjningsmagasin längs ett nytt dagvattensystem inom planområdet.

Huvudfunktion av dagvattenanläggningar som föreslås på kvartersmark är att fördröja och rena dagvatten. Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering. För att säkerställa att renings- och fördröjningskrav efterlevs föreslås att minst 2,5% av den reducerade arean avsätts för rening med biofilter (eller anläggning med motsvarande funktion), på kvartersmark. Vilket innebär ett ytanspråk på ungefär 625 m^2.

Med avseende på miljökvalitetsnormerna görs bedömningen att planen inte kommer påverka statusen för Kvillebäcken, Göta Älv och Rivö Fjord negativt eftersom den totala föroreningsbelastningen minskar. Med föreslagna åtgärder uppnås kravet för både fördröjning och rening på kvartersmark (se Bild A).

Skyfall

En åtgärdskedja föreslås för skyfallshantering. Tre översvämningsytor, tre torra diken (som kan genomföras genom anpassning av höjdsättningen) samt murar för styrning av flödet föreslås. Genom föreslagen åtgärdskedja kommer planen att säkerställa att ny bebyggelse inte skadas vid skyfall, att framkomlighet längs Lantmannagatan inte påverkas samt att översvämning situationen utanför planen inte försämras.

En färdig golvnivå (FG) som är anpassad till skyfallskraven behöver föreslås i senare skede för sjukhuset och ishallen. Om tröskelvärden (mellan S1 och S2) placeras högre eller lägre, då behöver FG av ishallen ses över i senare skede.

Med de åtgärder som föreslås i rapporten är det möjligt att genomföra planen enligt Göteborgs riktlinjer för skyfallshantering (se Bild A). Vilket med andra ord betyder att för planen att vara genomförbar från helhetsperspektivet behöver åtgärdskedjan genomföras.

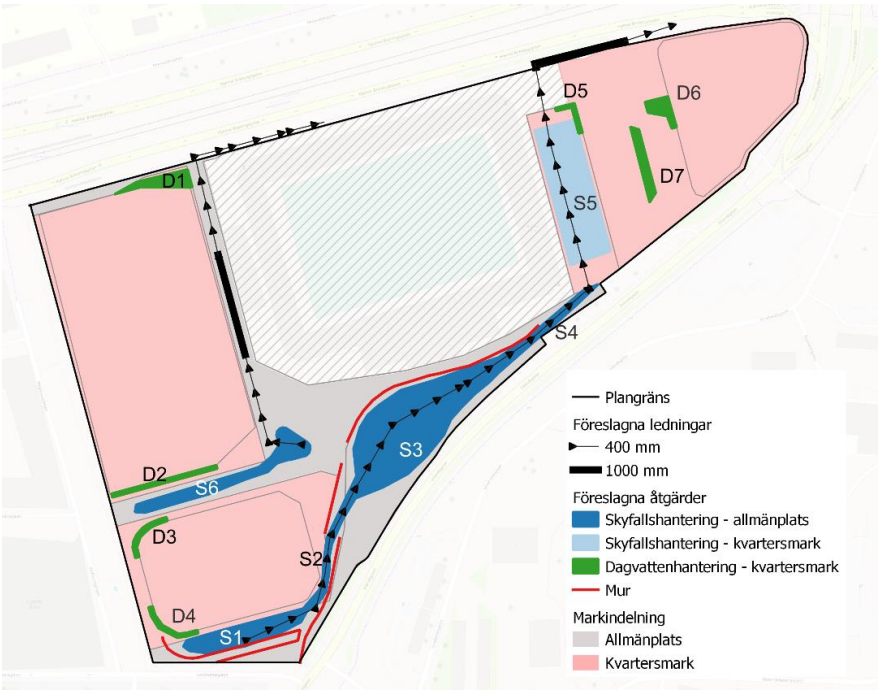


Bild A Föreslagna åtgärder på allmänplats respektive kvartersmark.

Kostnader

Kostnaden för dagvattenanläggningar uppskattas till ca 4 Mkr för kvartersmark. Kostnaden för skyfallsåtgärder uppskattas till ca 3–8 Mkr för kvartersmark och 8–22 Mkr för allmän platsmark. Den årliga drift och underhållskostnader bedöms motsvara ungefär 5–15% av investeringskostnaden.

Nya dagvattenledningar som planeras inom området för avvattning av 20 års händelse samt för hantering av fördröjningsvolymen bekostas av VA-taxan.

Versionshantering

Datum	Version	Beskrivning	Ändrat av
2022.09.22	1.0	Slutrapport	Sofia Polo Ruiz de Arechavaleta

Innehåll

1 Inledning 7

1.1 Syfte och mål 8

1.1.1 Rain Gothenburg 8

1.2 Planförslag 9

2 Förutsättningar 10

2.1 Fältbesök 10

2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt 15

2.3 Geologi, grundvatten och markmiljö 16

2.4 Dagvatten 17

2.4.1 Funktionskrav 18

2.4.2 Fördröjningskrav 19

2.4.3 Markavvattningsföretag 19

2.4.1 Miljökvalitetsnormer och reningskrav 20

2.4.2 Storskaliga dagvattenreningsanläggningar 22

2.5 Skyfall 22

2.5.1 Skyfallssäkring och klimatanpassning 22

2.5.2 Befintlig skyfallssituation 24

2.5.3 Strukturplansåtgärder 25

2.6 Högvatten 25

3 Analys 26

3.1 Markanvändning 26

3.2 Fördröjningsbehov dagvatten 28

3.2.1 Fördröjning på kvartersmark 28

3.2.2 Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats 28

3.3 Dagvattenkvalitet 29

3.3.1 Föroreningsberäkning 29

3.4 Skyfallsanalys 30

3.4.1 Steg 1 30

3.4.2 Steg 2 32

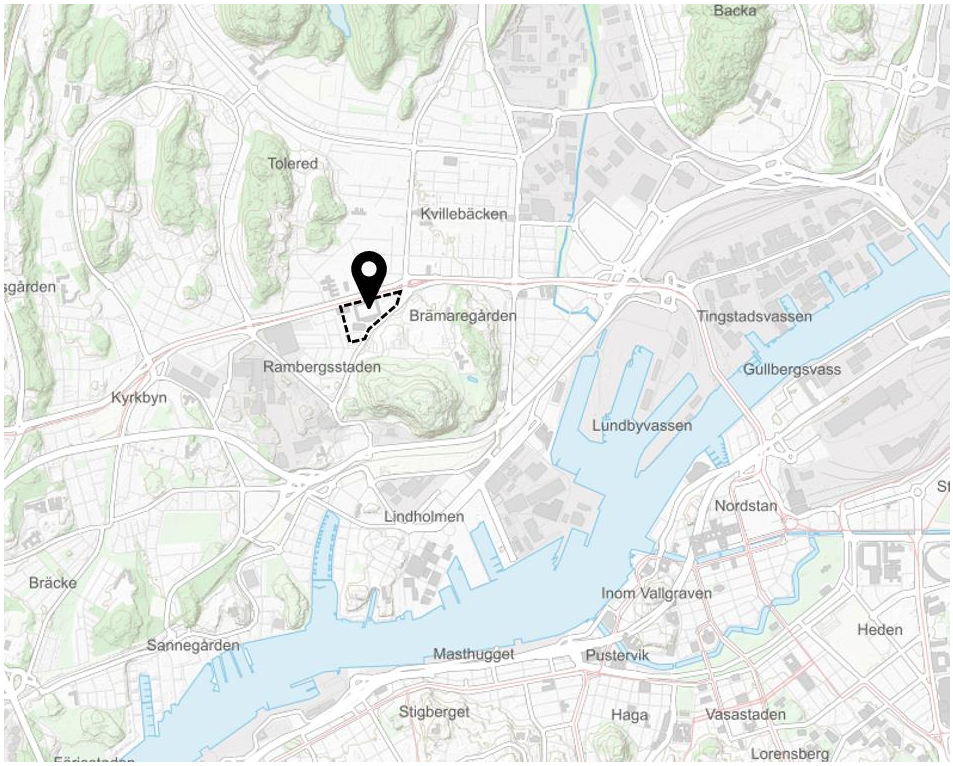
4 Föreslagna åtgärder 38
4.1 Dagvattenåtgärder 39
4.1.1 Dagvattenhantering på kvartersmark 39
4.1.2 Dagvattenhantering på allmänplats 42
4.2 Skyfallsåtgärder 43
4.3 Kostnadskalkyl och ansvarsfördelning 45
4.3.1 Dagvattenanläggningar 45
4.3.2 Skyfallsanläggningar 45
4.4 Alternativa lösningar för dagvatten/skyfall 47
5 Slutsats och rekommendationer 48
6 Referenser 50
7 Bilaga 1 53

1 Inledning

Vattenfrågorna följer inte plan- eller fastighetsgränser och måste därför ses som en strukturerande förutsättning. Vattnets väg genom landskapet är ett system som hänger ihop, där förändringar i en del får effekter i andra delar av systemet. För att få en säker stadsmiljö där föroreningsbelastningen minskar, måste vattenmiljöer hanteras som den samlade struktur de är. Vid hantering av vattenfrågor är det viktigt att det görs med ett helhetsperspektiv över större geografiska områden med samordning av skyfalls- och dagvattenhantering, höga vattenstånd och höga flöden. Hänsyn måste tas till vattnets rörelse och behov i geografin, där utgångspunkten bör vara att utgå från vattnets naturliga förutsättningar. Naturliga strukturer i form av lågpunkter och öppna markområden i terrängen bör nyttjas i största möjliga mån då nya är kostsamma och svårgenomförbara. (Göteborgs stad, 2022).

Kretslopp och vatten har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning inför en ny detaljplan (DP) för verksamheter söder om Wieselgrensplatsen (Rambergsstaden 733:167) inom stadsdelen Rambergsstaden (se Figur 1).

Dagvatten är tillfälligt förekommande, avrinnande vatten på markytan med ursprung i regn, smältvatten eller framträngande grundvatten. Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för.



Figur 1 Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden.

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.
- Säker avledning ska kunna ske från planområdet.
- Detaljplanens genomförande ska bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten, i enlighet med miljökvalitetsnormer (MKN) och stadens riktvärden/målvärden.

För att säkerställa kraven (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) med avseende på skyfall ska följande punkter uppfyllas:

- Ny bebyggelse ska inte skadas vid skyfall (klimatanpassat 100-årsregn). 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 är det önskvärt att dagvatten- och skyfallshantering bidrar till grönska, estetiska värden och upplevelser av regnet.

De två viktigaste dokumenten för dagvatten- och skyfallshantering utgår från är TTÖP (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.

1.1.1 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.

1.2 Planförslag

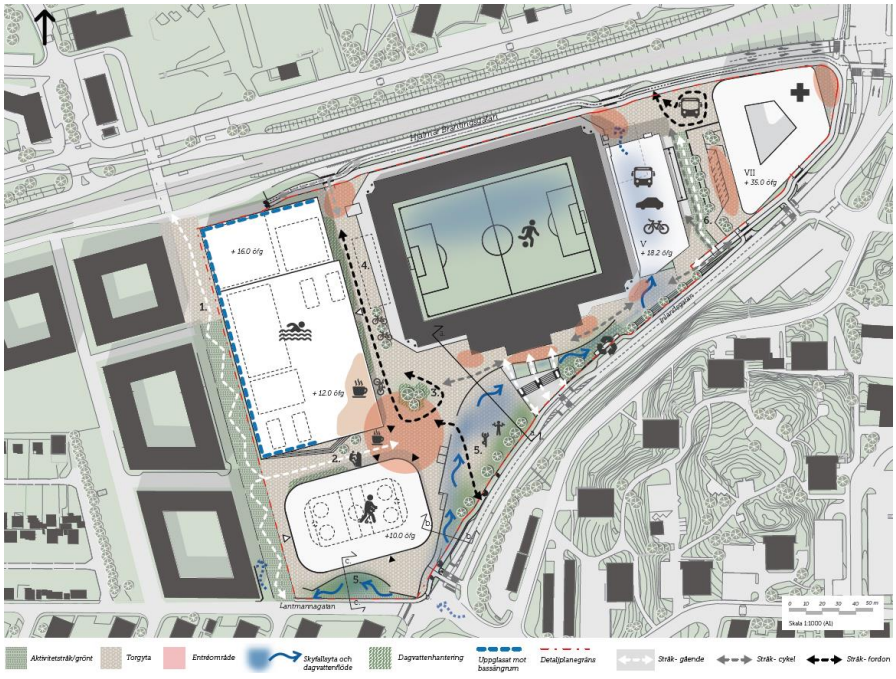
Planområdet är beläget i stadsdelen Rambergsstaden, sydväst om Wieselgrensplatsen. Syftet med detaljplanen är att möjliggöra för utbyggnad av Lundbybadet, ersätta ishallen Rambergsrinken med en ny ishall och möjliggöra ett nytt sjukhus (som ska ersätta Lundby sjukhus).

Parkeringsbehovet ska hanteras i gemensam parkeringsanläggning för verksamheternas samlade behov. Inom området ska eftersträvas publika lokaler i bottenvåningarna och trygga, gena och gröna vistelseytor och aktiva uterum samt stråk som knyter an till omgivande gatunät.

Västfastigheter har som önskemål att lokalisera ett nytt sjukhus inom området som ska ersätta Lundby sjukhus. En placering av sjukhuset vid Wieselgrensplatsen förespråkas framför alternativet vid Frihamnen. Rambergsrinken är nedgången och behöver ersättas inom en snar framtid.

Lundbybadet behöver byggas ut för att kunna ge fler och det växande antalet göteborgare möjlighet till bad och simundervisning samt vara anpassad för föreningslivets behov.

Stadens badstrategi bygger på målsättningar om förbättrade förutsättningar för simundervisning, träning för ungdomar, motionsverksamhet samt funktioner för barnfamiljer vilket innebär att en större simhall behöver byggas och då finns det inte längre plats för ett utebad i detta område.



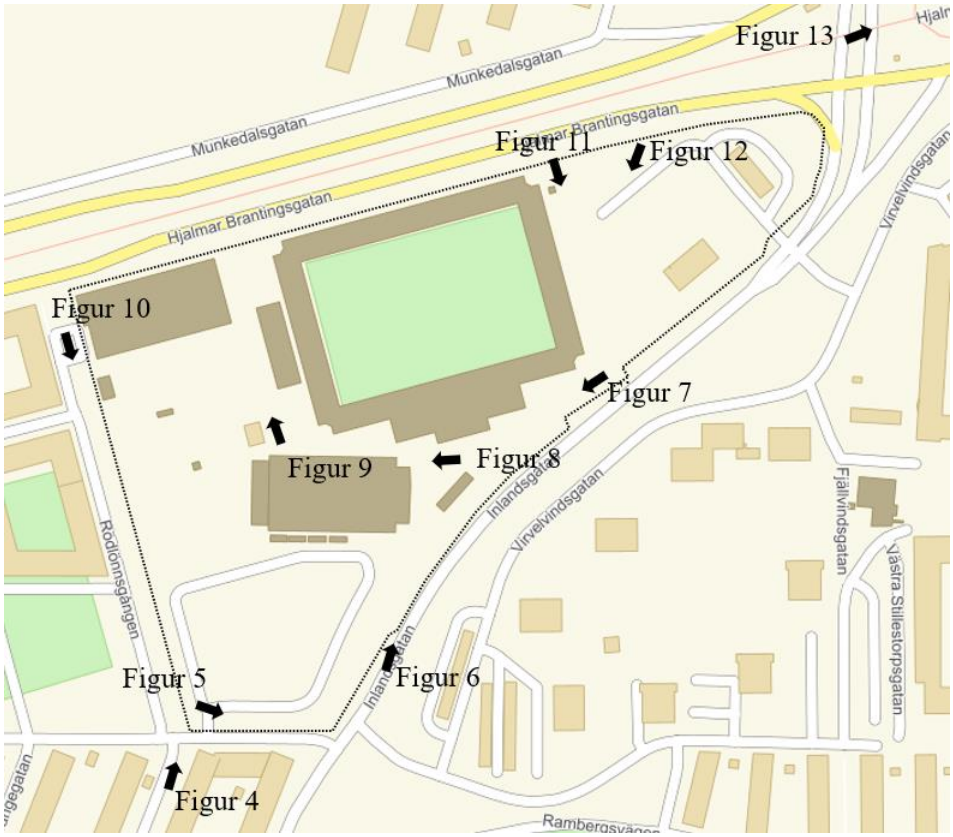
Figur 2 Skiss för DP Söder om Wieselgrensplatsen (Källa: Norconsult, 2022.03.11).

2 Förutsättningar

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

2.1 Fältbesök

Översiktlig inventering utfördes 2022-05-06. Figur 3 visar varifrån varje bild är tagen.



Figur 3 Bilden visar varifrån varje bild är tagen.

Figur 4 visar den stora parkeringen som ligger i södra delen av planområdet genom vilken vattnet rinner mot befintlig simhallen. Det är en ganska platt och stor yta (ca 8000 m^2) med plats för cirka 300 bilar.

Figur 4 Bild av Rambergsvallens parkering (Foto: Sofia Polo).

Figur 5 visar Inlandsgatan samt Västra Stilletropsgatan. Genom Västra Stilletropsgatan rinner ett av största flöden in till planområdet.

Figur 5 Bild av Inlandsgatan samt Västra Stilletropsgatan (Foto: Sofia Polo).

Figur 6 visar ytan där idag ligger ishallen och utomhus förråd för ishallen mellan Inlandsgatan och arenan. Där planeras en torgyta och eventuellt yta för skyfallshantering.

Figur 6 Bild tagen från Inlandsgatan från norr/söder/väst/öst mot mitten av planen (Foto: Sofia Polo).

Figur 7 visar höjdskillnaden mellan Inlandsgatan och ytan runt Bravida Arena som är ca 2,5m.

Figur 7 Höjdskillnaden mellan Inlandsgatan och ytan runt Bravida Arena (Foto: Sofia Polo).

Figur 8 visar höjdskillnaden mellan ishallen och Bradvida arenan som är ca 1m.

Figur 8 Höjdskillnaden mellan ishallen och Bradvida arenan (Foto: Sofia Polo).

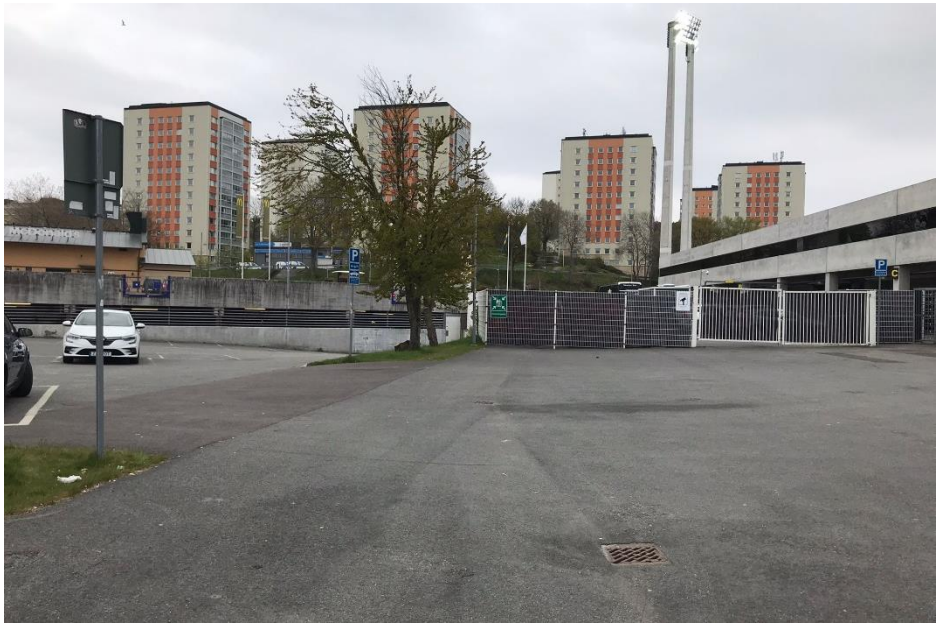
Figur 9 visar vägen mellan omklädningsrummet (placerade väster om Bradvida arenan) och befintlig simhallen. Omklädningsrummet är den svart byggnaden till höger av bilden och det ska behållas i framtida exploateringen.

Figur 9 Vägen mellan arenan och simhallen (Foto: Sofia Polo).

Figur 10 visar väster gränsen mellan simhallen och befintlig aktivitetstråket. Det finns ett staket som ligger i plangränsen och bilden visar den befintlig dagvattenavledning och fördröjning som finns längs hela aktivitetstråket som ägs av Park och Natur förvaltningen (PoNF).

Figur 10 Dagvattenhanteringsystem längs befintlig aktivitetstråket (Foto: Sofia Polo).

Figur 11 visar höjdskillnaden mellan befintlig OB området och parkeringsplatsen samt P-huset som ligger under McDonalds byggnaden. Figur 12 visar entrén till P-huset österifrån. Det är tydligt att det finns en stor höjdskillnad mellan golvet inom P-huset och marken runt omkring.



Figur 11 Höjdskillnaden mellan befintlig OB området och parkeringsplatsen samt P-huset (Foto: Sofia Polo).

Figur 12 Entrén till P-huset (Foto: Sofia Polo).

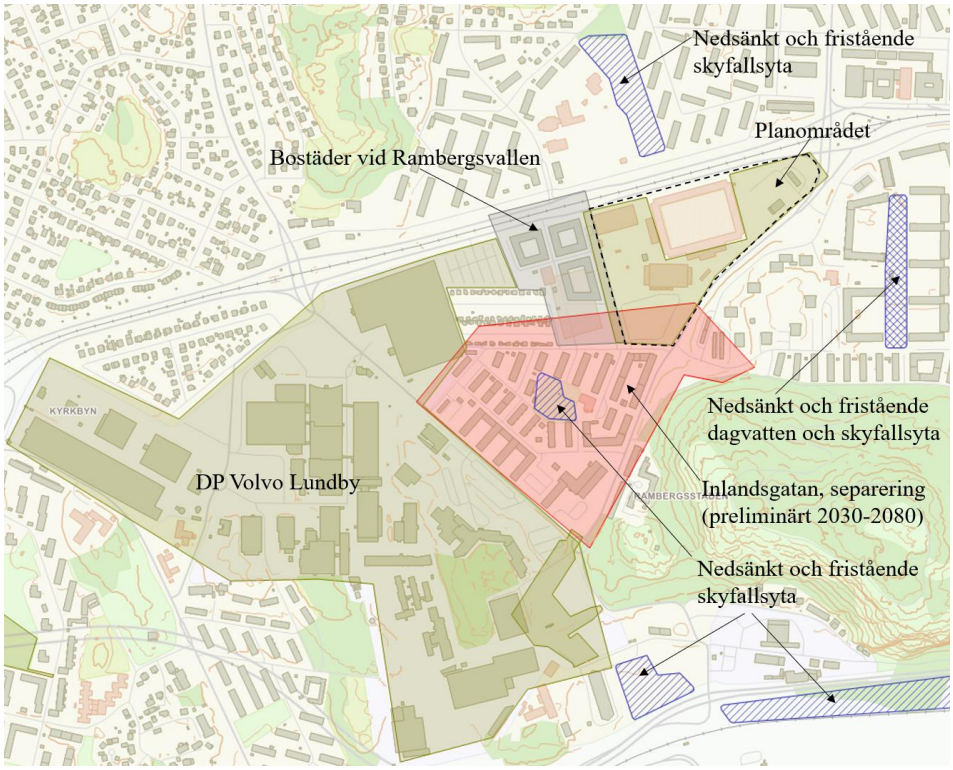
Figur 13 visar Wieselgrensplatsen hållplatsen som ligger utanför planområdet (nordost). I bilden visas tydligt hur själva torget ligger lägre än marken runt omkring. Wieselgrensplatsens hållplats har en hög översvämningsrisk i dagsläget.

Figur 13 Spårvagnshållplatsen Wieselgrensplatsen (Foto: Sofia Polo).

2.2 Tidigare utredningar och pågående projekt

Projekt för Volvo Lundby, bostäder vid Rambergsvallen och den identifierade skyfallsytan vid Jutegårdsplatsen pågår men har inte en direkt påverkan på planen i termer av skyfallsvolymer och flöden (se Figur 14). Volvo Lundby och Rambergsvallen exploateras och hårdjordytor kommer att ökas och kan delvis påverka det befintliga aktivitetstråket som ligger mellan simhallen och

bostäderna vid Rambergsvallen. Den nya karterad skyfallsyta i strukturplanen har en viktig funktion för att förbättra situationen vid skyfall söderut men påverkar inte planen.



Figur 14 Planer och projekt som finns runt planområdet (markerad med en prickad svart linje). (Källa: VA-Banken).

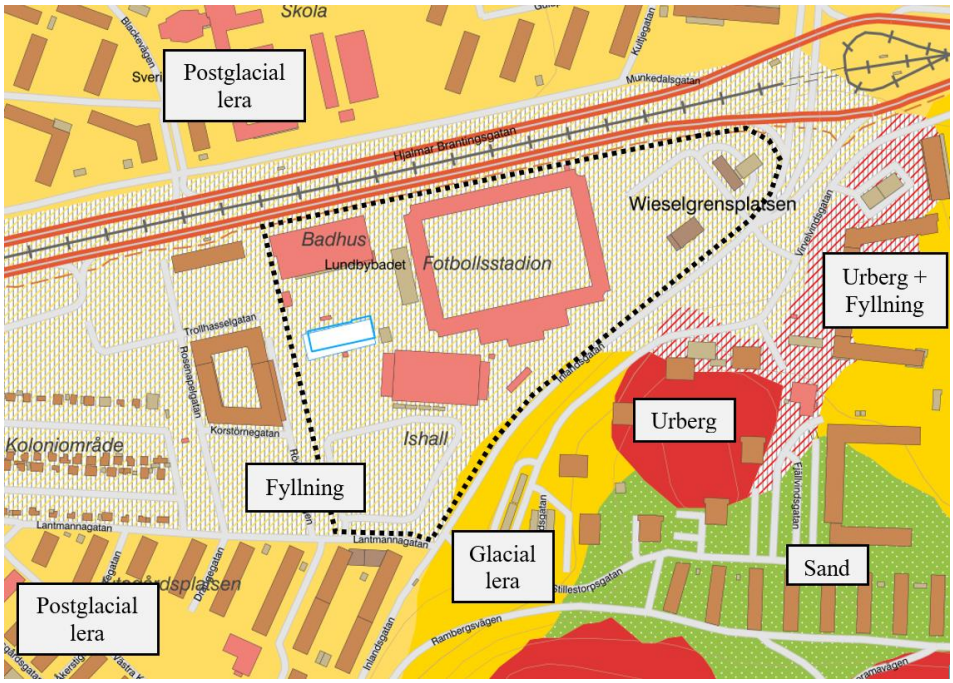
2.3 Geologi, grundvatten och markmiljö

Fastighetskontoret har utfört ett geotekniskt utlåtande. Marken inom föreslaget planområde bedöms ur geoteknisk synpunkt som lämplig för planerad exploatering. Byggnadernas placering och höjdsättningen av blivande färdig golvnivå (FG) och marknivå inom områdena är avgörande för vilken typ av grundläggning som blir lämplig.

Det föreligger inga stabilitetsproblem inom området eller närmast utanför planområdet idag eller efter en exploatering. I samband med exploateringen och förändringar av markgeometrin kan nya bedömningar av stabilitetsförhållandena behöva utföras.

Inom planområdet utgörs generellt de lösa jordlagren överst av fyllningsjord med upp till ett par meters mäktighet. Naturligt lagrad lera med mycket varierande mäktigheter mellan ca 2 m i söder och >30 m i norr, lokalt inom de södra delarna utgörs jordlagren av friktionsjord på berg. Leran vilar generellt på ett lager friktionsjord innan berget tar vid.

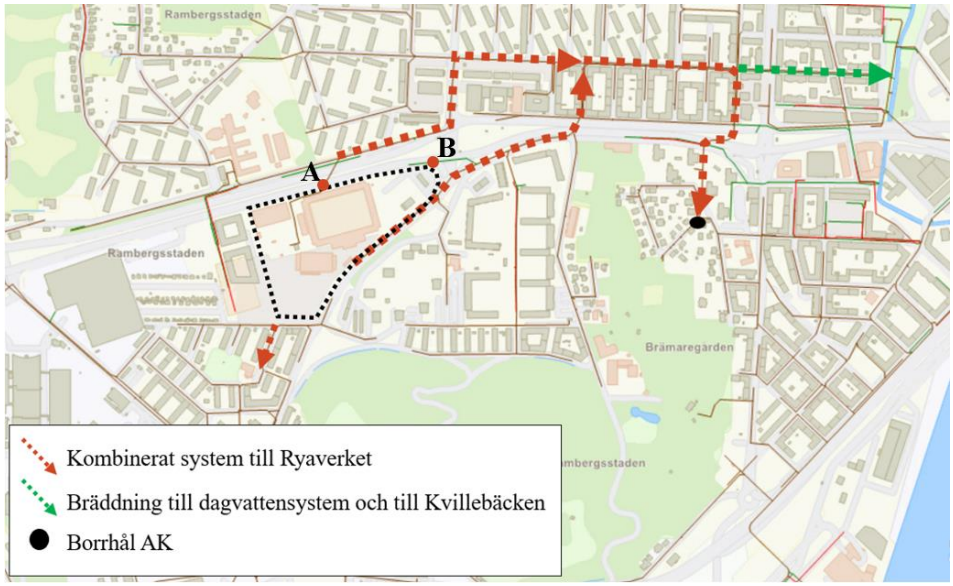
Saneringsåtgärder kan krävas för området. Om markföroreningar ska lämnas kvar kan eventuella dagvattenanläggningar behöva förses med tätskydd för att inte riskera att markföroreningar sprids.



Figur 15 Utdrag från SGU:s jordartskarta (SGU, 2020). Planområdet är markerad med svart.

2.4 Dagvatten

Planområdet ligger inom Kvillebäckens avrinningsområde, se Figur 16. Planen ligger dock inom ett område med kombinerade ledningar och därför leds dagvattnet i huvudsak till Ryaverket vilket innebär att Rivö fjord är huvudrecipienten. Dagvatten avleds till Kvillebäcken vid bräddning och till Göta Älv vid bräddning genom en befintlig tunnel vid Sörhallsberget.



Figur 16 Karta över avrinningsområde och avvattning. Planområdet är markerat med svart (Bildkälla: Va-Banken). Punkter A och B används för flödesanalys i kapitel 3.

2.4.1 Funktionskrav

För befintliga kombinerade avloppssystem, där dagvatten och spillvatten avleds i samma ledningar, gäller de krav som redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Återkomsttider för regn avseende befintliga kombinerade avloppssystem enligt P110.

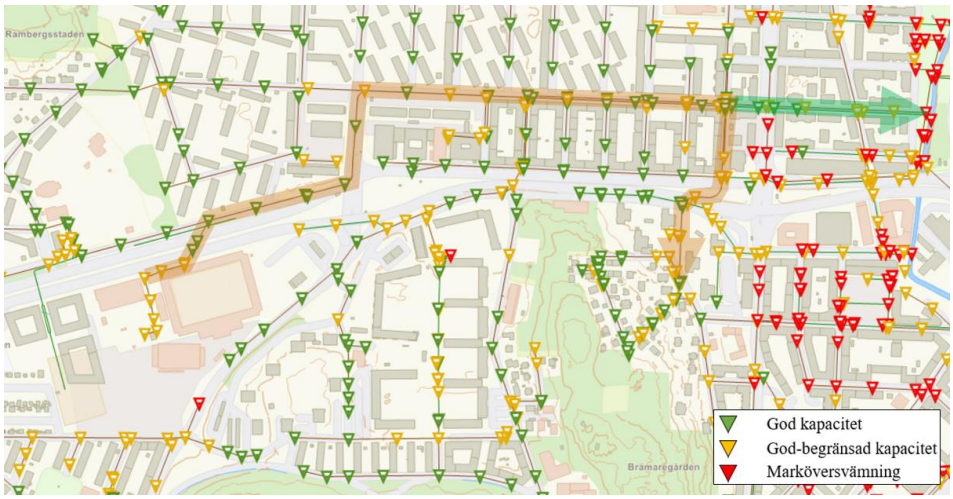
Typ av område	Kombinerad fylld ledning, återkomsttid	Källarnivå för kombinerad ledning, återkomsttid
Ej instängt* område utanför citybebyggelse	5 år	10 år
Ej instängt* område inom citybebyggelse	5 år	10 år
Instängt område utanför citybebyggelse	10 år	10 år**
Instängt område inom citybebyggelse	10 år	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, är Kretslopp och vattens bedömning att funktionskraven enligt den tidigare publikationen P90 *Dimensionering av allmänna avloppsledningar* (2004) ska vara uppfyllda.

I Figur 17 visas ledningssystemet i och kring planområdet. Beräknad vattennivå i ledningsnätet vid dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 är markerat med trianglar. Ledningar från planområdet till recipienten visar ha begränsad kapacitet.

- Röd triangel innebär att modellen visar att det finns risk att marken översvämmas av kombinerat vatten från ledningssystemet.
- Gul triangel innebär att trycknivån/vattenytan når över ledningens hjässa (övre del) men under markytan. Ledningsnätet är rätt dimensionerat så länge trycknivån (vattenytan) inte når källarnivån men kan indikera att ledningsnätet börjar bli underdimensionerat.
- Grön triangel visar att ledningen inte går full, dvs har god kapacitet.



Figur 17 Befintlig kapacitetsituation vid ett 10-års händelse i kombinerat systemet inom och utanför planområdet (Källa: VA-banken, Kretslopp och vatten).

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 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 2.

Alla nya ledningar kopplat till nya exploateringen i DP Söder om Wieselgrensplatsen ska dimensioneras enligt P110.

Tabell 2. Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016).

Nya duplikatsystem	**Återkomsttid för regn vid fylld ledning (VA-huvudmannens ansvar)**	**Återkomsttid för trycklinje i marknivå (VA-huvudmannens ansvar)**	**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

2.4.2 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan motsvarar ungefär hårdgjorda ytor inom planområdet och är den yta som bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse.

Utöver fördröjningen på kvartersmark kan staden behöva dimensionera upp ledningsnätet eller fördröja på allmänplatsmark baserat på kapaciteten i ledningsnätet.

2.4.3 Markavvattningsföretag

Ett markavvattningsföretag/dikningsföretag är en åtgärd som utförs för att avvattna mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för ett något visst ändamål (vattenverksamhet MB 11:3§).

Dagvattnet från planområdet avleds till ett markavvattningsföretag Kvillebäcken TF 1945. Under hösten 2021 har Sweco, på uppdrag av Kretslopp och vatten, gjort en översyn av flera markavvattningsföretag i Göteborg (PM Markavvattningsföretag Göteborg, Sweco, 2021) för att undersöka vilka som är aktuella och vilka som inte längre fyller någon funktion. Detta har gjorts i ett

projekt som är fristående från detaljplaneprocessen. Kvillebäcken TF 1945 är ett av de markavvattningsföretag som identifierats som ett av de markavvattningsföretag som inte antas fylla någon funktion. Fastighetskontoret har påbörjat processen att ompröva markavvattningsföretaget för nedläggning. I arbetet med föreliggande utredning antas att markavvattningsföretaget kommer läggas ner och därav kommer inte dimensionerande flöde anpassas utifrån premisserna att dagvattenflödet från planområdet inte får öka.

2.4.1 Miljökvalitetsnormer och reningskrav

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat miljökvalitetsnormer (MKN) för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av MKN för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential/status och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

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.

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 (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020). Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet.

Varje fastighet ska kunna visa att riktvärden/målvärden uppnås samt att föroreningsmängderna inte ökar.

Rivö fjord

Huvudrecipienten är Ryaverket. Efter rening i Ryaverket, leds vattnet till Rivö Fjord. Recipienten är klassad enligt miljökvalitetsnormer. År 2017–2021 hade Rivö Fjord ej god kemisk status och den ekologiska statusen klassades som måttlig (VISS, 2017). Målet är att uppnå god ekologisk status år 2039. Enligt VISS har urban markanvändningen en betydande påverkan kopplat till totalfosfor och ämnesgruppen PAHer.

Kvillebäcken

Dagvatten från området avleds till vattenförekomsten Kvillebäcken vid bräddning. Recipienten berörs av miljökvalitetsnormer enligt Vattendirektivet och omfattas av kvalitetskraven God ekologisk status till 2027 och God kemisk ytvattenstatus (undantaget bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföroreningar). Den kemiska statusen är inte kopplad till något årtal. (VISS, 2021).

Kvillebäcken har problem med PBDE, kvicksilver, kvicksilverföreningar, fluoranten, PFOS, PAH och övergödning. Gränsvärdena för PBDE och kvicksilver överskrids i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster i Sverige. Utsläpp av PBDE och kvicksilver har under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen. Detta är en nationell klassificering av PBDE och kvicksilver som gjorts av Vattenmyndigheterna. Klassificering baserad på gruppering enligt bilaga 6 till HVMFS 2013:19, om inte mätdata finns för enskilda vattenförekomster.

År 2019 hade recipienten ej god kemisk status och den ekologiska statusen klassades som måttlig. Målet är att uppnå god kemisk status och god ekologisk status år 2027 med undantag för bromerade difenyleter, kvicksilver och kvicksilverföreningar.

Enligt VISS kan vattenförekomsten ha en betydande påverkan från dagvatten. Bedömningen baseras på att minst 10 % av vattenförekomstens avrinningsområde täcks av markklasserna "tät stadsstruktur" och/eller "handel, industri och militära områden" enligt en analys av marktäckedata. Ämnen som ofta förekommer i höga halter i dagvatten och där dagvatten därmed ensamt eller tillsammans med andra källor kan leda till att miljökvalitetsnormerna för vatten inte följs är främst PAH:er och metaller, som koppar, zink, bly och kadmium (VISS, 2021).

Göta Älv

Dagvatten från området avleds till vattenförekomsten Göta Älv (Säveåns inflöde till mynningen vid Älvsborgsbron) vid bräddning från dagvattentunnelsystem. Recipienten berörs av miljökvalitetsnormer enligt Vattendirektivet och omfattas av kvalitetskraven God ekologisk status till 2027 och God kemisk ytvattenstatus (undantaget PFOS, bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföroreningar) (VISS, 2021).

Göta Älv har problem med PBDE, kvicksilver, kvicksilverföreningar, PFOS och PAH. Gränsvärdena för PBDE och kvicksilver överskrids i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster i Sverige. Utsläpp av PBDE och kvicksilver har under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen. Detta är en nationell klassificering av PBDE och kvicksilver som gjorts av Vattenmyndigheterna. Klassificering baserad på gruppering enligt bilaga 6 till HVMFS 2013:19, om inte mätdata finns för enskilda vattenförekomster.

Enligt VISS kan vattenförekomsten ha en betydande påverkan från dagvatten. Bedömningen baseras på att minst 10 % av vattenförekomstens avrinningsområde täcks av marklasserna "tät stadsstruktur" och/eller "handel, industri och militära områden" enligt en analys av marktäckedata. Ämnen som ofta förekommer i höga halter i dagvatten och där dagvatten därmed ensamt eller tillsammans med andra källor kan leda till att miljökvalitetsnormerna för vatten inte följs är främst PAH'er, näringsämnen och metaller, som koppar,

zink, bly och kadmium (VISS, 2021). De kan skapa risker för miljöproblem samt sänkt status i recipienten.

2.4.2 Storskaliga dagvattenreningsanläggningar

Det finns inga identifierade storskaliga dagvattenreningsanläggningar utanför planen som kan förbättra situationen för planen.

2.5 Skyfall

2.5.1 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattensystemet är dimensionerat för och vad som är VA-huvudmans ansvar. 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 gör 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 för översvämningsrisker, 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.

Detta konkretiseras genom följande punkter:

- **Identifiera ny bebyggelse som riskerar att översvämmas**. Detta innebär att det ska finnas en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion, på minst 0,2 m. För

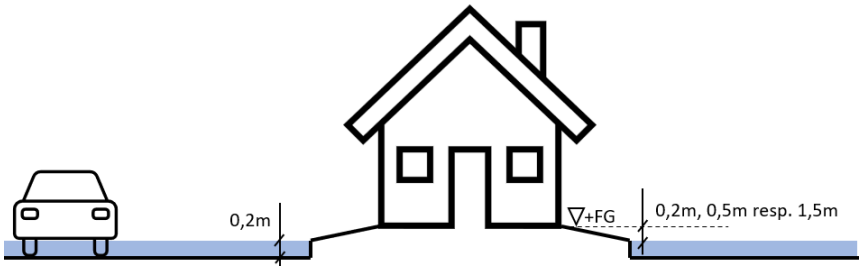
samhällsviktig infrastruktur gäller en säkerhetsmarginal på minst 0,5 m till vital del för anläggningens funktion.

- **Identifiera vägar inom planområdet där framkomlighet inte kan säkerställas.** För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämning ska tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom planområdet vara möjlig (räddningstjänsten ska kunna nå alla som befinner sig i byggnaden men inte nödvändigtvis alla entréer om möjlighet finns till intern evakuering). Detta innebär ett största vattendjup på 0,2 m.
- **Identifiera vägar som innebär att räddningstjänsten inte har framkomlighet till och från planområdet.** Detta innebär att det ska vara ett vattendjup på max 0,2 m på vägar till och från planområdet som ansluter till utryckningsvägar och högprioriterade vägnätet. Enligt Länsstyrelsen ska en konsekvensanalys göras om det inte finns framkomlighet.
- **Identifiera om översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras för befintligheter som en konsekvens av exploateringen.** Detta innebär bl.a. att flödet ut från planen och till andra delar av planen inte får öka vid planens genomförande (försämrade konsekvenser får inte uppstå för annan part enligt Jordabalken). Som utgångspunkt ska minst samma volymer som fördröjs innan planering fördröjas efter exploatering.
- **Planen ska beakta strukturplaner och hantera eventuella målkonflikter**. Utgångspunkten är att funktionen av strukturplanerna behöver säkerställas, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart. Avsteg bör endast ske om en lika hög funktion, i hela den aktuella åtgärdskedjan, kan säkerställas (avsteg behöver godkännas av Byggnadsnämnd med tillhörande riskanalys).
- **Planen ska beakta vattenkvalitet i samband med skyfall.** Detta ska göras i samråd med framför allt Miljöförvaltningen (MF).

I Tabell 3 och Figur 18 visas en sammanställning av planeringsnivåerna i TTÖP:en (Göteborgs stad, 2021).

Tabell 3 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse. Angivna nivåer visar marginal till vital del för funktion/byggnadsfunktion samt maximalt vattendjup för framkomlighet.

	Högvatten, återkomsttid 200 år	**Höga flöden, återkomsttid 200 år**	**Skyfall, återkomsttid 100 år**
Samhällsviktig anläggning, - nyanläggning	1,5 m	0,5 m	0,5 m
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m	0,5 m	0,5 m
Byggnad och byggnadsfunktion, - nyanläggning	0,5 m	0,2 m	0,2 m
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnätstråk och utrymningsvägar	0,2 m djup	0,2 m djup	0,2 m djup



Figur 18 Visualisering av Tabell 3.

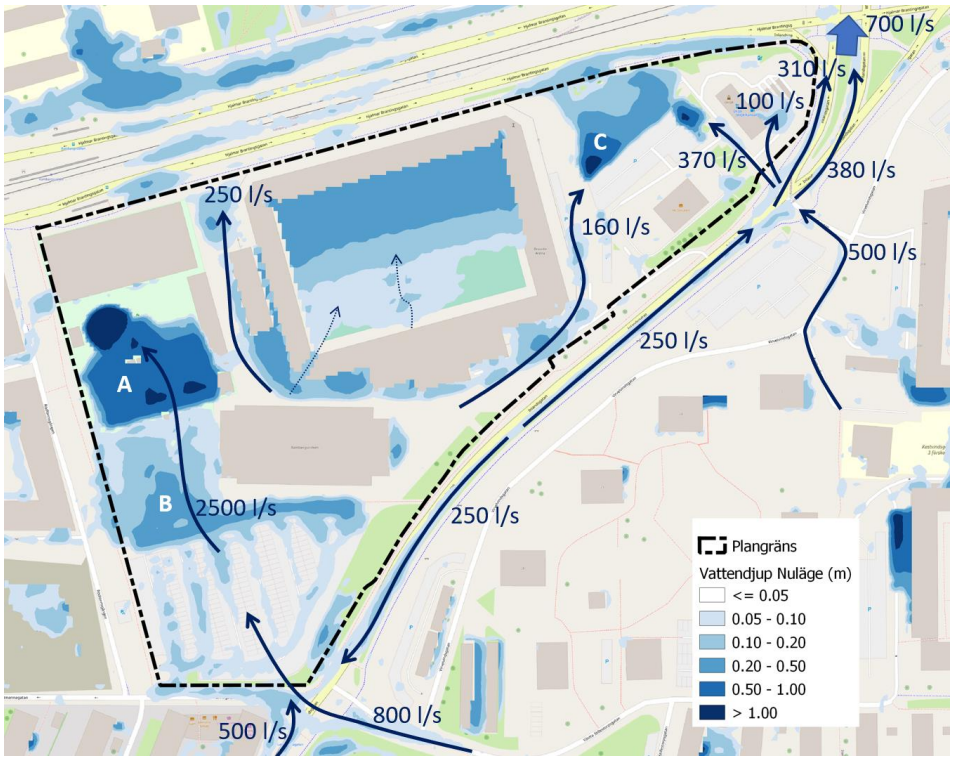
2.5.2 Befintlig skyfallssituation

Resultat av skyfallsmodellering av befintlig situation visas i Figur 19. Modellresultaten visar på vattendjup vid klimatanpassat regn med 100 års återkomsttid. Skyfallsmodellen har uppdaterats och höjdsättningen från 2021 har använts.

Uppströms avrinningsområdet som kopplas till planen är ca 7,5 ha och dominerande markanvändningen är gröna ytor samt flerbostadshus.

I bilden nedan (Figur 19) visas de viktigaste inflödena till planen samt lågpunkter där vattnet ackumuleras. Totalt ackumuleras ca 5400 m^3 inom hela planområdet (exklusive arenan), varav 2800 m^3 ackumuleras inom område A, 1200 m^3 inom område B och 700 m^3 inom område C. Resterande 700 m^3 samlas inom mindre lågpunkter inom planområdet. Antagandet är att arenan kommer att finns kvar och får fyllas lika mycket som idag eller mindre, men inte mer.

Genom utgående ledningar från planområdet rinner idag en ackumulerad volym av ca 3800 m^3 (se Figur 16 för A och B där flöden i ledningsnätet kalkylerades).



Figur 19 Befintlig skyfallssituation vid klimatanpassad 100 års regn. Blå pilar visar flödesriktningen.

2.5.3 Strukturplansåtgärder

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, 2021). 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.

Det finns strukturplansåtgärder utpekade i närheten av planområdet men ingen av de ligger inom avrinningsområdet till planen. Planen påverkar inte heller genomförbarheten av utpekade lösningar.

2.6 Högvatten

Planområdet påverkas inte av höga vattennivåer i havet eller höga flöden i vattendrag.

3 Analys

3.1 Markanvändning

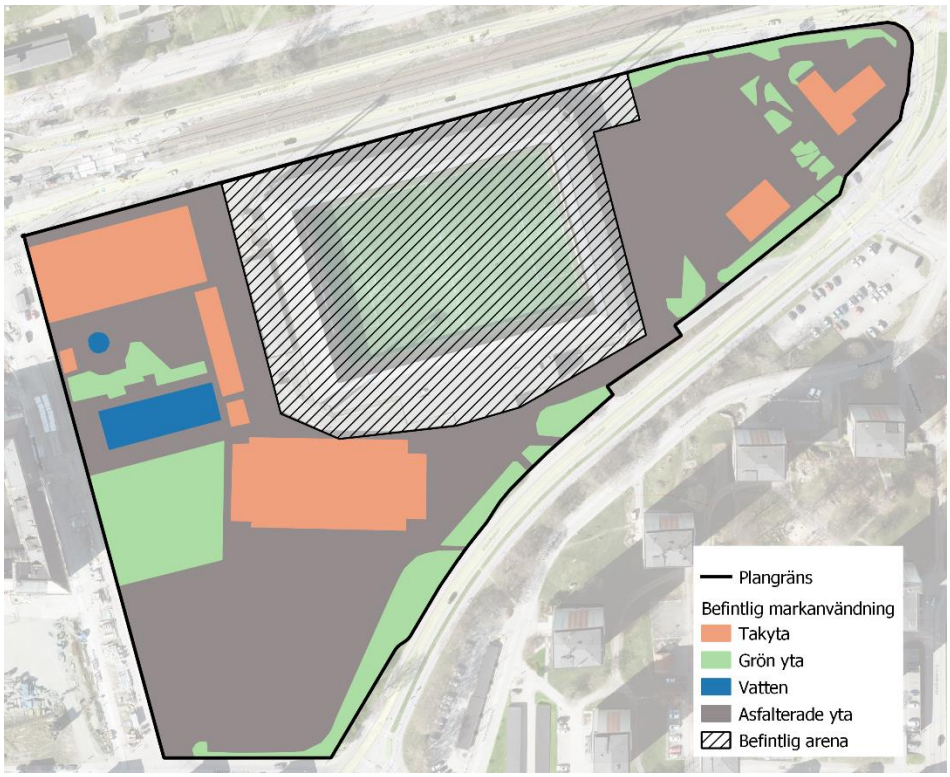
En uppskattning av områdets markanvändning har gjorts. Planförslaget innebär en ökning av hårdgjorda ytor vilket innebär att den reducerade arean ökar.

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

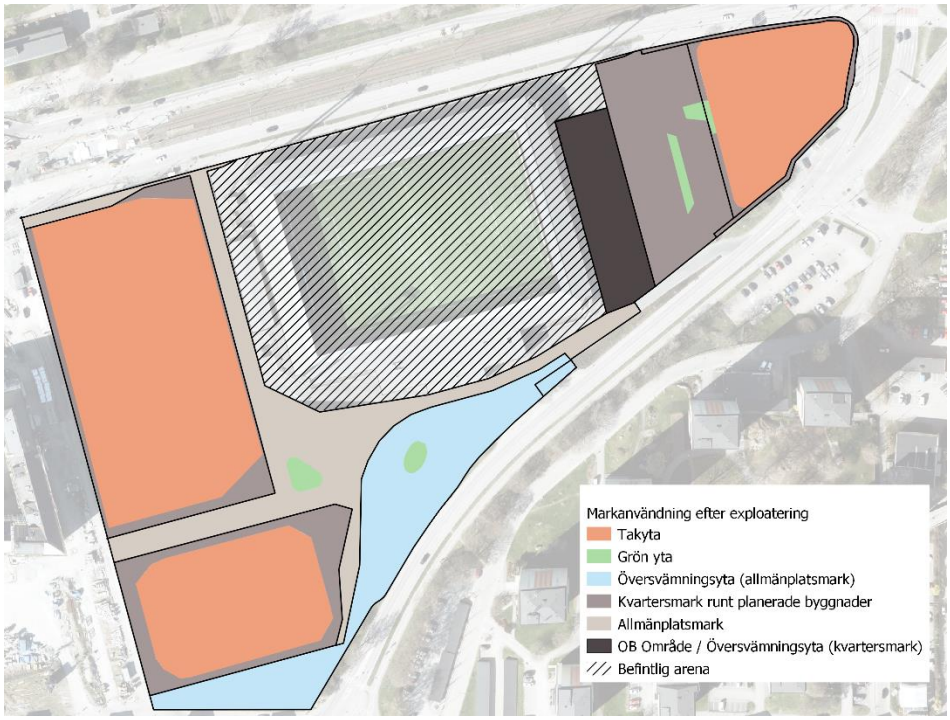
Resultatet är redovisat i Tabell 4 nedan. Och markanvändningen före och efter exploatering visualiseras i Figur 20 och Figur 21.

Tabell 4 Markanvändning före och efter exploatering för hela planområdet samt beräkning av reducerad area.

Före exploatering	**Area (m^2)**	**φ**	**Reducerade area (m^2)**
Takytor	6250	0,9	5625
- Simhall tak	2400	0,9	2160
- Ishall	3200		2880
- Bensinstation	280		252
- McDonalds	370		333
Ute baddet	7200	0,65	4665
- Grönytor	2370	0,3	711
- Vatten	900	0,9	810
- Hårdgjorda ytor	3930	0,8	3144
Gröna ytor	3750	0,1	375
Asfalt / Parkering / gator	24 000	0,8	19 200
Total	**41 190**	**0,72**	**29 900**
Efter exploatering	**Area (m^2)**	**φ**	**Reducerade area (m^2)**
Simhall tomt	12 038	0,87	10 413
- Tak	10 635	0,9	9572
- Markyta	1403	0,6	842
Ishall tomt	6414	0,81	5217
- Tak	4562	0,9	4106
- Markyta	1852	0,6	1111
OB område (P-hus)	2245	0,8	1796
Sjukhus tomt	4740	0,89	4221
- Tak	4290	0,9	3861
- Markyta	450	0,8	360
- Ytan mellan sjukhus och OB	4176	0,8	3341
Allmänplats	11 575	0,64	7373
- Torg + Fördröjningsyta	9436	0,6	5662
- Gata mellan arena och simhall	878	0,8	702
- Gata norr om simhall	387	0,8	310
- Cykel- och gångbana	745	0,8	596
- Återvinning	103	0,8	82
- Mindre gatudelar	26	0,8	21
Total	**41 190**	**0,79**	**32 360**



Figur 20 Befintlig markanvändning inom planområdet.



Figur 21 Föreslagen markanvändning efter exploatering inom planområdet.

3.2 Fördröjningsbehov dagvatten

Markanvändningen som används för fördröjningskalkylen presenteras i Tabell 4.

3.2.1 Fördröjning på kvartersmark

För att beräkna volymen av 10 mm fördröjning på kvartersmark används ekvationen nedan.

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

I Tabell 5 nedan visas fördröjningsbehov per fastighet. Totalt behöver **250 m³** fördröjas inom hela planområdet.

Tabell 5 Fördröjningsbehov per fastighet.

Tomt	Reducerade arean (m²)	Fördröjningsbehov (m³)
Simhall tomt	10 413	**105**
Ishall tomt	5217	**52**
OB område	1796	**18**
Sjukhus tomt	7562	**75**
Total	25 000	**250**

3.2.2 Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats

Ledningsnätet har inte kapacitet för tillkommande flöden utan att riskera osäker avledning av vatten. Kretslopp och vatten bedömer att det inte är samhällsekonomisk lönsamt att separera ledningsnätet hela vägen till recipienten. Fördröjningsmagasin behöver därför anläggas för att inte orsaka problem nedströms. För dimensionering av dessa har flödena från planområdet beräknats.

För beräkning av befintligt dagvattenflöde har återkomsttiden 20 år valts, enligt P110. Dimensionerande regnvaraktighet är 10 min. Dimensionerande regnintensitet för beräkning av flöden med rationella metoden blir därmed 286,7 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 4.

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

Dimensionerande flöde för området före och efter exploatering redovisas i Tabell 6.

*Tabell 6 Dimensionerande flöde (l/s) före och efter exploatering. *KF = klimatfaktor = 1,25.*

	Flöde utan KF*	Flöde med KF*
Före exploatering	856	
Efter exploatering	928	1160

För att beräkna den specifika magasinsvolymen används P110 och följande ekvation:

$$V = 0{,}06 \cdot \left[i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i_{regn}}\right] \qquad (3)$$

Enligt ekvationen ovan behöver ca **45 m³** fördröjas på allmänplats mark.

3.3 Dagvattenkvalitet

3.3.1 Föroreningsberäkning

Föreoreningsberäkningar gjorts i StormTac med den markanvändning som presenterades i avsnitt 3.1. I StormTac har förenklingen gjorts där allt dagvatten renas med biofilter (ytbehov 2,5%), det innebär att om andra lösningar väljs gäller större ytbehov än de som presenteras här. Beräkningar i StormTac bör ses mer som ett underlag för diskussion än exakta värden. StormTac utgår ifrån uppmätta halter från olika typer av markanvändning samt reningseffekter för olika typer av reningslösningar. Trots att programmet innehåller osäkerheter är det bästa som finns på marknaden idag. Användningen av schablonhalter för beräkning av dagvattnets föroreningstransport i form av årliga medelhalter är en vedertagen metod.

Före exploatering har en förenkling gjorts där ytor som bedöms motsvara väg, parkering och tak modelleras som ett centrumområde med justerad avrinningskoefficient. Anledningen till att förenklingen gjorts är för att centrumområde ger mer tillförlitliga mätdata i StormTac än vad de respektive markanvändningarna ger separat. Tabell 7 visar att halten efter exploatering överstiger målvärden för fosfor (P), zink (Zn) och suspenderat material (SS). Efter rening i biofilter uppnås alla målvärden.

Tabell 7 Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering, utan och med rening. Fet och grå markerade celler visar värdena som överskrider målvärden.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före exploatering	**250**	1900	17	20	**130**	0,86	4,4	7,9	**87 000**	0,088
Efter allmän utan rening	**240**	1800	17	19	**120**	0,82	4,2	7,7	**83 000**	0,084
Efter kvarter utan rening	**260**	1900	18	21	**130**	**0,92**	4,6	8,1	**92 000**	0,092
Efter kvarter med rening	140	1300	4,3	11	31	0,14	2,6	1,8	26 000	0,018
Efter allmän med rening	130	1200	4	11	29	0,13	2,4	1,8	25 000	0,017
Målvärde	150	2500	28	22	60	0,9	7	68	60 000	0,27

Med avseende på MKN görs bedömningen att planen inte kommer påverka statusen för Ryaverket eller Kvillebäcken negativt. Denna bedömning grundar sig i att totalmängderna som släpps ut per år minskar (Tabell 8).

Tabell 8 Föroreningsmängder (kg/år) före och efter exploatering, utan och med rening.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP
Före exploatering	9,2	68	0,64	0,7	4,6	0,032	0,16	0,29	3200	0,0032
Efter exploatering utan rening	**9,8**	**72**	**0,69**	**0,8**	**5**	**0,034**	**0,17**	**0,31**	**3400**	**0,0035**
Efter exploatering med rening	5,5	48	0,16	0,4	1,2	0,005	0,1	0,07	990	0,0007
Minskning kg/år per 4,12 ha	3,7	20	0,48	0,3	3,4	0,027	0,6	0,22	2210	0,0025

Reningsbehov samt ytbehovet per fastighet presenteras i Tabell 9 nedan.

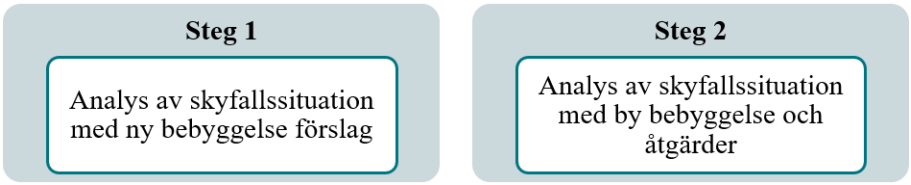
*Tabell 9 Reningsbehov samt ytbehov per fastighet. *Källa: StormTac*

Fastighet	Reningsbehov* (m^3)	Ytbehov* per fastighet (m^2)
Simhall tomt	175	260
Ishall tomt	87	130
OB område	30	45
Sjukhus tomt	128	190
Total	420	625

3.4 Skyfallsanalys

Skyfallsanalysen utgår ifrån att detaljplanen ska uppfylla kraven i Översiktsplan för Göteborg – Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (TTÖP) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Detta beskrivs kort i avsnitt 1.1 samt mer utförligt i avsnitt 2.5.

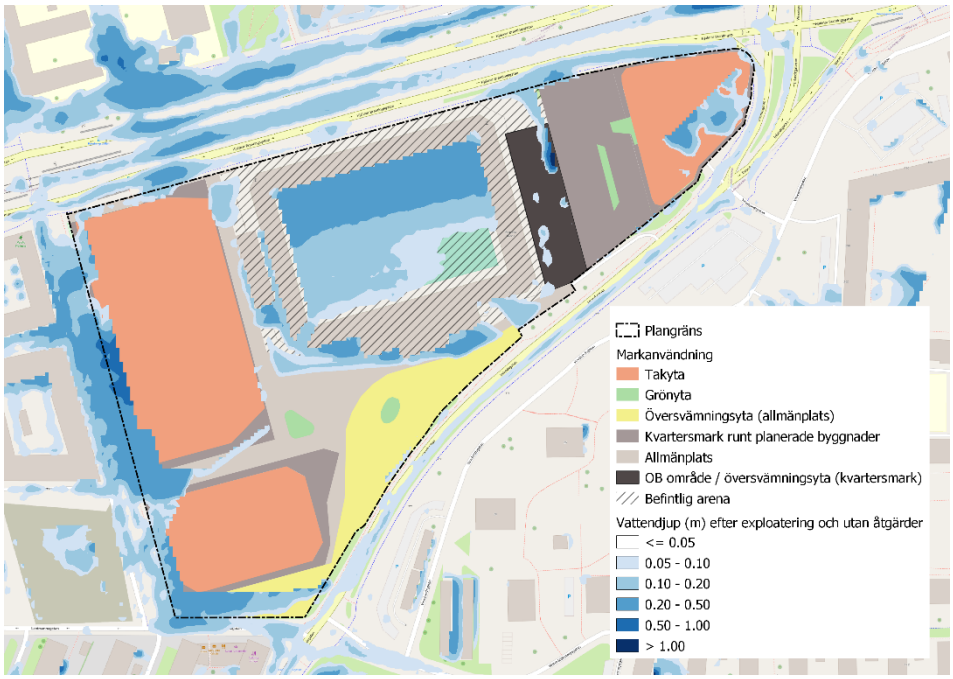
Skyfallsanalys har gjorts i två steg (Figur 22). I Steg 1 har skyfallssituation analyserats med föreslagen exploatering där bara byggnader har inkluderats och befintlig höjdsättning har bibehållits. I Steg 2 har skyfallssituationen analyserats med föreslagna byggnader och åtgärder. Alternativ placering av byggnader har inte analyserats. Justering av höjder har tagits fram i en iterativ process i samarbete mellan Kretslopp och vatten, Stadsbyggnadskontoret och Norconsult.



Figur 22 Metodbeskrivning för skyfallsanalys.

3.4.1 Steg 1

Modellresultaten i Figur 23 nedan visar max vattendjup vid klimatanpassat regn med 100 års återkomsttid. Efter exploatering, utan anpassningsåtgärder, samlas endast 1500 m^3 ytligt inom planområdet (jämfört med 2800 m^3 i nuläget). Östra delen av planen visar befintlig skyfallssituationen. Grunden till att befintlig höjdsättning användes för östra delen av planen i första modellkörningen är att inget färdigt underlag fanns för den delen av planen och att oklarheter fanns kopplat till bostäder, p-huset och sjukhuset. I Steg 2 inkluderades uppdaterade höjdsättningen samt sjukhusbyggnaden och p-huset.



Figur 23 Skyfallssituation med planerade kvarter med befintlig höjdsättning.

Det tematiska tillägget, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) innehåller fem punkter som skyfallshanteringen för ny bebyggelse ska uppfylla. Här sammanfattas de och vilka av dem som planen riskerar att påverka. Notera att analysen genomförs baserat endast på placering av planerade byggnader utan att ta hänsyn till framtida höjdsättningen eller åtgärder.

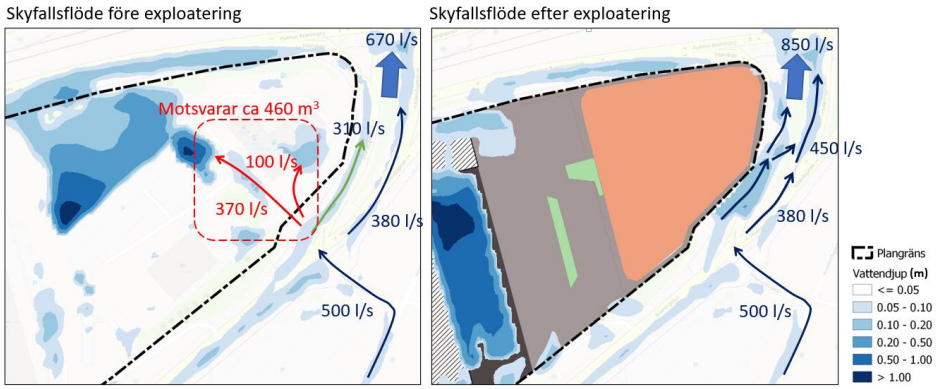
Baserat på punkterna i Kapitel 1.1 har följande risker identifierats:

Tabell 10 Risker kopplat till TTÖP:en efter exploatering utan åtgärder

Problematik	Svar	Krävs en åtgärd?
Riskeras ny bebyggelse att skadas vid skyfall?	Ja, simhallen, ishallen och sjukhuset	Ja
Finns vägar inom planen som riskeras att inte vara framkomliga?	Nej	Nej
Finns vägar till och från planområdet som riskeras att inte vara framkomliga?	Ja, Lantmannagatan	Ja
Finns risk att översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras?	Ja, för befintligt aktivitetstråket, nybyggda bostäder vid Rambergsvallen, Hjalmar Brantingsgatan samt Wieselgrensplatsens hållplats	Ja
Beaktar planen strukturplanen?	n/a (inga utpekade skyfallsytor eller skyfallsler inom planen eller i närheten)	Nej
Beaktar planen vattenkvalitet i samband med skyfall?	Nej	Ja

Simhallen, ishallen och sjukhuset riskerar att skadas vid skyfall. Ishallen placeras vinkelrät till flödena som rinner ner från Ramberget vilket innebär att hela södra fasaden av byggnaden riskeras att påverkas. På grund av placeringen av ishallen blir byggnaden en barriär för vatten som först samlas ihop söder om ishallen samt längs Lantmannagatan vilket kan riskera framkomligheten där. Vattnet fortsätter rinna vidare längs aktivitetstråket som ägs av Park och Natur Förvaltningen (PoNF). Där två nya risker uppstår. Den första är att själva aktivitetstråket och nybyggda bostäder vid Rambergvallen påverkas vilket innebär att översvämningssituationen utanför planen försämras. Och den andra är att vattnet dessutom samlas vid fasaden av den nya simhallen vilken kan riskera att den skadas vid skyfall.

När det gäller östra delen av planen, uppkommer den största risken vid sjukhuset som klassas som samhällsviktigt. Det finns risk att vattnet samlas runt sjukhuset vilket kan orsakar skador till fasaden. Det är viktigt att sjukhusets färdiga golv (FG) planeras på rätt nivå med förhållande till skyfall, att tekniskskydd används vid behov och att marken lutar från fasaden, inte mot byggnaden och mot Wieselgrensplatsen hållplats. På grund av placeringen av sjukhuset, kommer flödet som idag rinner in till planområdet från Virvelvindsgatan i stället ledas norr mot Wieselgrensplatsens hållplats, som utgör en befintlig lågpunkt (med ett flöde som motsvarar en volym på ca 460 m^3). Själva fasaden blir således en barriär för vattnet som rinner från Virvelvindsgatan vilket leder till ett högre flöde mot Wieselgrensplatsen hållplatsen som visas i Figur 24. Den förändrade flödesbilden är markerad med röda pilar i figuren.

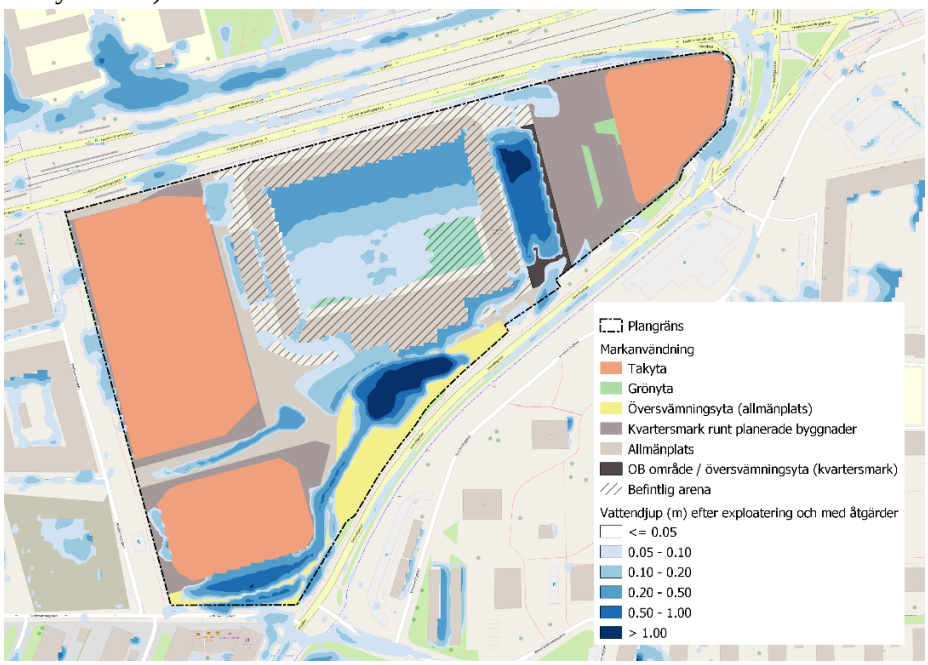


Figur 24 Visualisering av flöden i västra delen av planen.

Av analysen i Steg 1 framgår att åtgärder krävs för att för att uppfylla TTÖP:en. Nödvändiga åtgärder för att minimera risker och uppfylla kraven beskrivs i Steg 2 i avsnitt 3.4.2 och i avsnitt 4.2.

3.4.2 Steg 2

För att hantera de risker som identifierats i Steg 1 föreslås skyfallsåtgärder som följer en åtgärdskedja. Denna åtgärdskedja har ingående diskuterats i projektgruppen. Figur 25 nedan visar skyfallsresultat som inkluderar alla skyfallsåtgärder: anpassad höjdsättning, styrning-murar samt nya dagvattenledningar. Efter exploatering och med föreslagna åtgärder samlas ca 4300 m^3 ytlig inom planområdet. Med de nya kompletterande ledningarna kan en större volymvatten hanteras och avledas via ledningsnätet jämfört med det befintliga ledningsnätet (ca 4920 m^3 jämfört med dagens ca 3800 m^3, dvs en ökning med ca 1120 m^3, se Bilaga 1) (se Figur 16 för A och B där flöden kalkylerades).



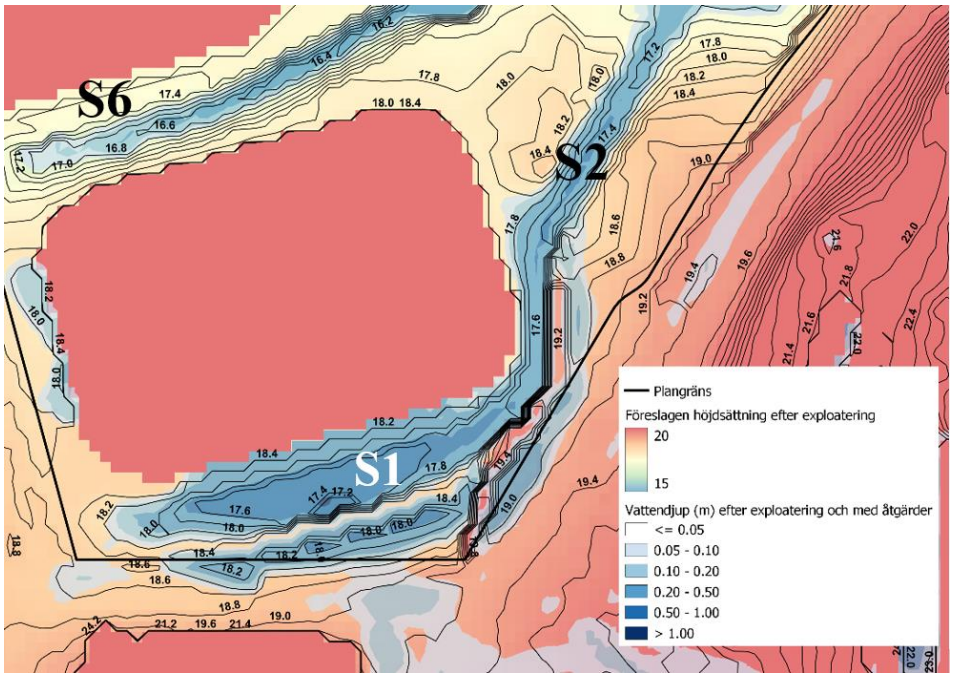
Figur 25 Skyfallssituation efter exploatering med skyfallsåtgärder. Vatten samlas ihop i de valda punkter men det finns en mindre del av totalvolymen (ca 100 m^3) som samlas i mindre lågpunkter över hela området. Detta sker på grund av höjdsättningen är inte detalj projekterat. När höjdsättningen detaljprojekteras är syftet att inga pölar ska finnas utan att allt vatten ska ledas till föreslagna lågpunkter.

Höjdsättningsunderlaget togs fram av Norconsult under våren 2022 och har bearbetats internt på Kretslopp och vatten med GIS program för att kunna uppdatera skyfallsmodellen. Höjdsättningen visualiseras i Figur 26 nedan. Notera att den nya höjdsättningen är en central del av de åtgärder som krävs för att hantera skyfall inom området. Notera också att höjdsättningen inte är detaljprojekterad.

Figur 26 Föreslagen höjdsättning efter exploatering.

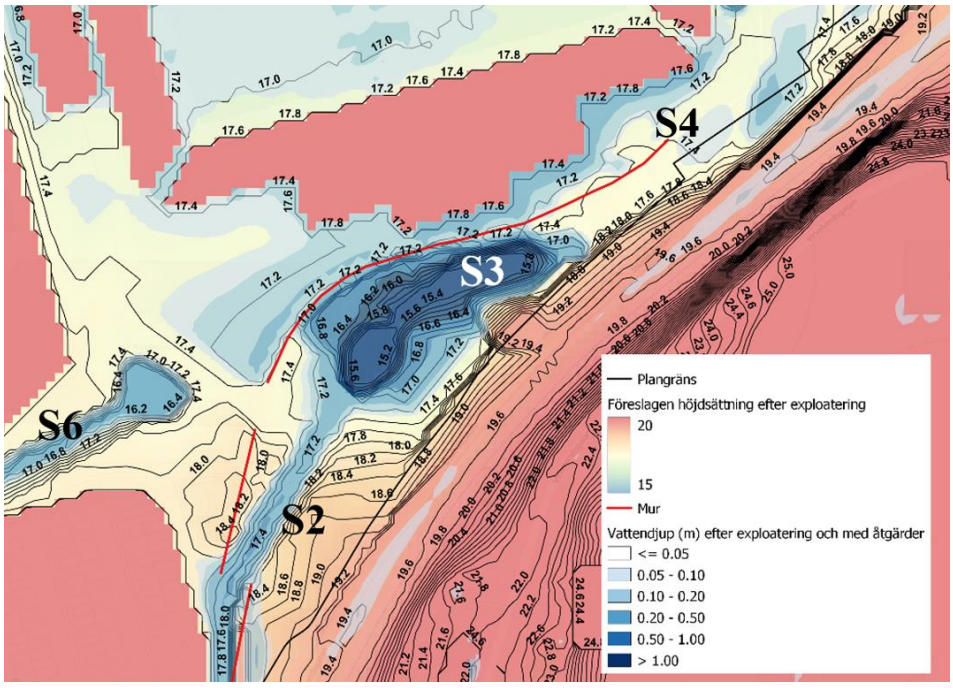
Ishallen placeras vinkelrät till flödena som rinner ner från Ramberget vilket innebär att hela södra fasaden av byggnaden riskeras att påverkas. På grund av placeringen av ishallen, utgör byggnaden en barriär för vattnets naturliga flödesväg och detta innebär att vattnet ackumuleras söder om ishallen samt längs Lantmannagatan vilket kan hindra framkomligheten där. Därför föreslås att hela ytan söder om ishallen utformas som en översvämningsyta (S1) (där ca 550 m^3 ska kunna magasineras). På grund av närheten mellan byggnaden och översvämningsytan är det väsentligt att skyfall anpassat FG väljs för ishallen. Enligt bearbetad höjdsättningen ligger tröskelvärden (marknivån innan vattnet rinner vidare längs S2 till nästa lågpunkt S3) på +17,8 m (se Figur 27). Vattendjup vid tröskelvärden är ca 0,5 m vilket innebär att FG borde ligga på +18,5[1] m för att uppnå TTÖP:en. Om tröskelvärden placeras högre eller lägre, då behöver FG av ishallen ses över i senare skede. Annars behöver avsteg från TTÖP:en genomföras och fasaden och entréer till ishallen planeras med tekniskskydd (vattentät fasad, dörr, mm).

[1] 17,8+0,5+0,2=18,5, dvs tröskelvärde + vattendjupet + marginal till FG



Figur 27 Föreslagen höjdsättning söder om ishallen (Källa: Norconsult, anpassad av KoV).

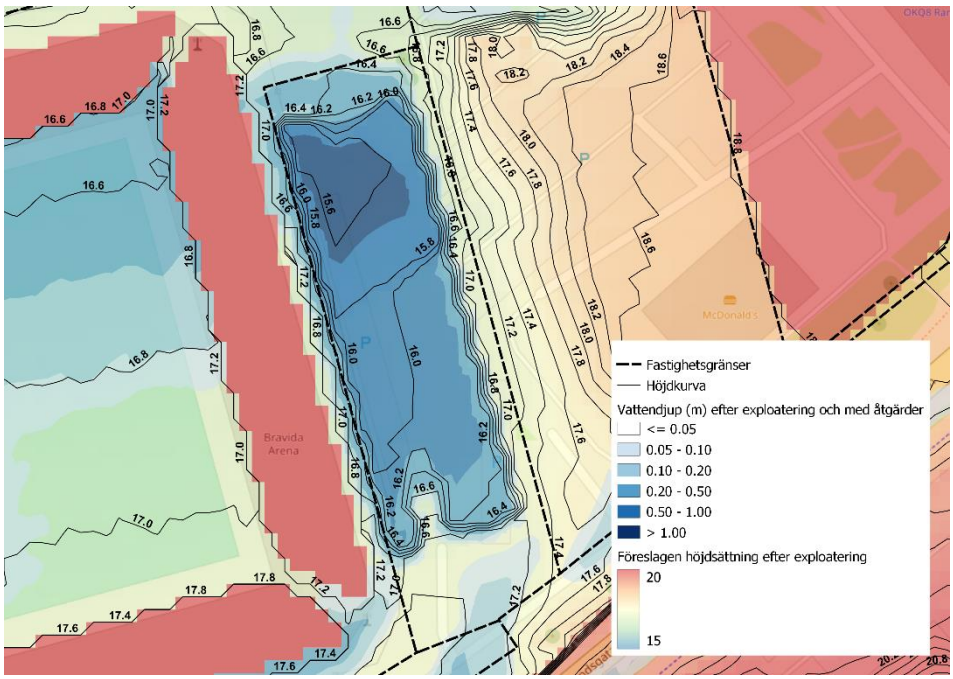
Från den första översvämningsytan (S1) behöver skyfallsvattnet kunna ledas vidare (S2) till nästa planerade lågpunkt (S3). Detta görs genom föreslagna murar och anpassad höjdsättning som syftar till att styra flödet (upp till 1700 l/s). S3 föreslås utformas som en översvämningsyta söder om befintlig arenan där ca 1900 m^3 ska kunna magasineras (Figur 28).



Figur 28 Föreslagen höjdsättning söder om arenan (Källa: Norconsult, anpassad av KoV).

Därifrån avleds skyfall vattnet ytligt på marken (S4) till sista punkten i åtgärdskedjan som är en översvämningsyta (S5) inom OB området på kvartersmark. I S4 behöver ca 300 l/s kunna avledas. In i OB området ska ca 1000 m^3 kunna magasineras. Som visas i Figur 29, höjdskillnaden mellan botten

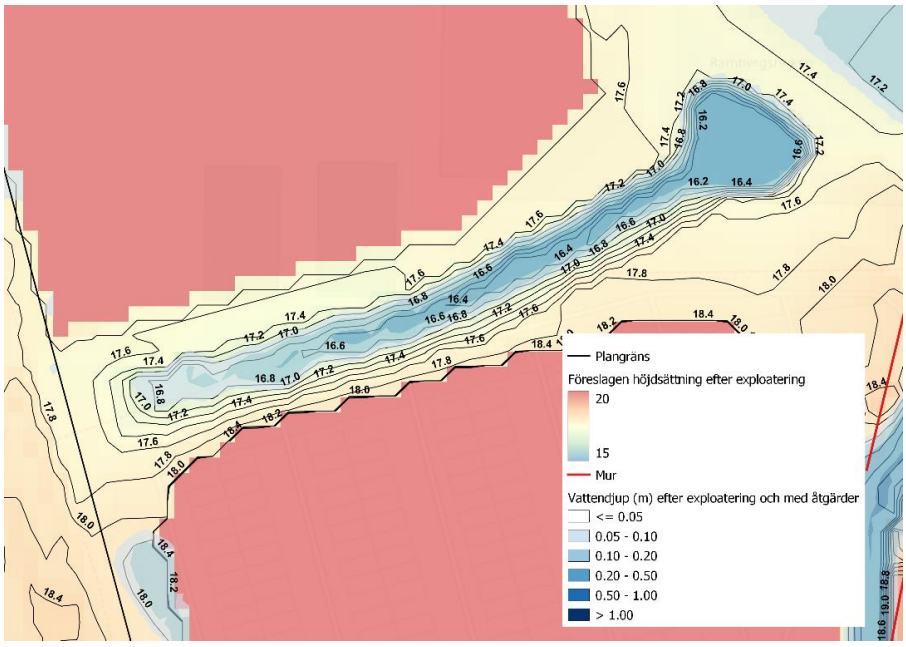
av OB området och kringliggande marken är ca 1 m. Medel vattendjup som kan ackumuleras är ca 0,45 m och i lägsta punkten kan ca 1 m ackumuleras.



Figur 29 Föreslagen höjdsättning för OB området (S5) och kringliggande marken (Källa: Norconsult, anpassad av KoV).

Det är viktigt att rännstensbrunnar placeras på rätt nivå i låga punkter inom översvämningsytor (S1, S3 och S5) för vidare avvattning till nya föreslagna dagvattenledningar som planeras underjordisk.

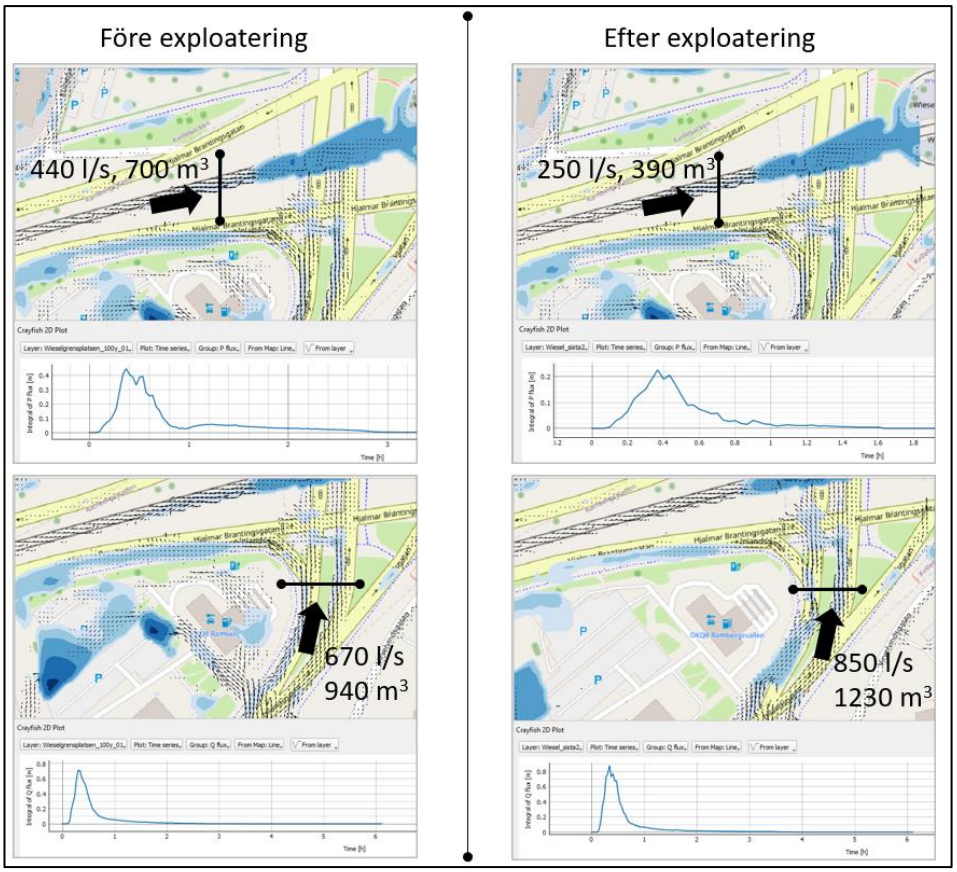
För att inte påverka det befintliga aktivitetsstråket väster om simhallen, behöver marken mellan simhallen och ishallen anpassas (Figur 30). Markhöjder föreslås justeras så att vatten kan ledas in mot planområdet och mot torgytan. Där ca 100 l/s som ska kunna avledas (S6).



Figur 30 Föreslagen höjdsättning för ytan mellan simhallen och arenan marken (S6) (Källa: Norconsult, anpassad av KoV).

Genom en massbalansanalys för hela detaljplanen kan helhetsbilden analyseras. I dagsläget kan 5400 m^3 skyfall hanteras ytlig inom planområdet och ledningsnätet har kapacitet att avleda 3800 m^3 (vilket motsvarar totalt 9200 m^3). I framtiden med föreslagen placering av byggnader, föreslagna skyfallsåtgärder och föreslagen dagvattenledningssystem kan 4300 m^3 hanteras ytligt och 4920 m^3 kan avledas genom ledningar. Detta motsvarar ca 9220 m^3. Detta visar att samma vattenvolym kan hanteras före och efter exploatering. En mer detaljerad analys av flöden som leds till Wieselgrensplatsens hållplats visar att den volymen som rinner ut från planen och som landar i Wieselgrensplatsens hållplats inte ökar (se Figur 31). Detta förklaras av att även om flödet längs Inlandsgatan ökar så minskar flödet mot Hjalmar Brantingsgatan genom att stora mängder vatten kan fördröjas inom föreslagen åtgärdskedjan och mindre flöde leds direkt mot gatan.

Detaljerade grafer för flöden och volymer visas i Bilaga 1.



Figur 31 Volymer mot Wieselgrensplatsen hållplats från Inlandsgatan och Hjalmar Brantingsgatan i nuläge samt i framtiden med föreslagna kvarter och åtgärder.

I Bild H i Bilaga 1 visas att det finns en ökning av ca 3 cm i vattendjup vid Wieselgrensplatsen hållplats enligt modellen. Hydrauliken inom planen är komplex och modellen i den här skede borde användas som ett verktyg för att analysera beteendet av vattnet och om planen hittar tillräckligt stora ytor för att fördröja skyfallsvolymer. Men det finns fortfarande en del osäkerheter kopplat till föreslagen höjdsättning och ledningssystemet för att kunna dra slutsatser om varför ca 3 cm mer vatten ses i Wieselgrensplatsens hållplatsen. Den ökningen på ca 3 cm inom lågpunkten motsvarar ca 45 m^3 vilket jämfört med hela

skyfallsvolymen som kan ackumuleras inom planen är mindre än 1%. Slutsatsen som dras är att detta ligger inom felmarginalen och att de är försumbart baserat på nivån av detalj som finns i indata till modellen. I fortsatt arbete och när en detaljerad höjdsättning finns samt ett mer detaljerat ledningssystem för planen, då kan modellen köras en gång till och kontrollera resultaten.

I Tabell 11 sammanfattas hur riskerna som identifierades i Steg 1 kan lösas genom åtgärderna. Notera att analysen genomförs baserat på placering av planerade byggnader samt framtida höjdsättningen och åtgärder.

Tabell 11 Sammanfattning av hur risker kopplat till TTÖP:en efter exploatering med åtgärder kan lösas.

	Svar	Hur?
Försvinner risken för ny bebyggelse att skadas vid skyfall?	Ja	Detta löses genom att hela skyfallsåtgärdskedjan genomförs. Rätt FG krävs för ishallen och sjukhus*.
Finns fortfarande vägar till och från planområdet som riskeras att inte vara framkomliga?	Nej	Detta löses med översvämningsytan söder om ishallen (S1)
Försvinner risken att översvämningssituationen inom eller utanför planen försämras?	Ja	Detta löses genom att hela skyfallsåtgärdskedjan genomförs. Flödet längs inlandsgatan ökar men flödet mot Hjalmar Brantingsgatan minskas. De kompenserar varandra.

**Syftet är att bygga ett robust sjukhus som inte drabbas eller svämmar över. Om det visar sig att 50 cm säkerhetsmarginal mellan vattenyta vid skyfall och färdigt golv inom sjukhuset kan inte säkerställas i kommande skeden, finns det en risk för ytliga översvämningar mellan inlandsgatan och sjukhuset och därmed en risk för konsekvenser kopplade till översvämningar. Höjdsättningen mellan inlandsgatan och sjukhuset behöver planeras så att vatten kan rinna vidare och inte påverka sjukhuset negativt. Annars behöver tekniska lösningar (objektsskydd) föreslås därför för att minimera denna risk[2]. Skyfallsanpassad färdig golvnivå behövs också för ishallen och detta behöver analyseras i senare skede i samband med detaljerad höjdsättningen för ytorna runt omkring. Det går inte att ange en specifik FG nivå i detta skede. Det är viktigt att följa upp i fortsätt arbetet.*

För planen att vara genomförbar från helhetsperspektivet behöver hela åtgärdskedjan genomföras.

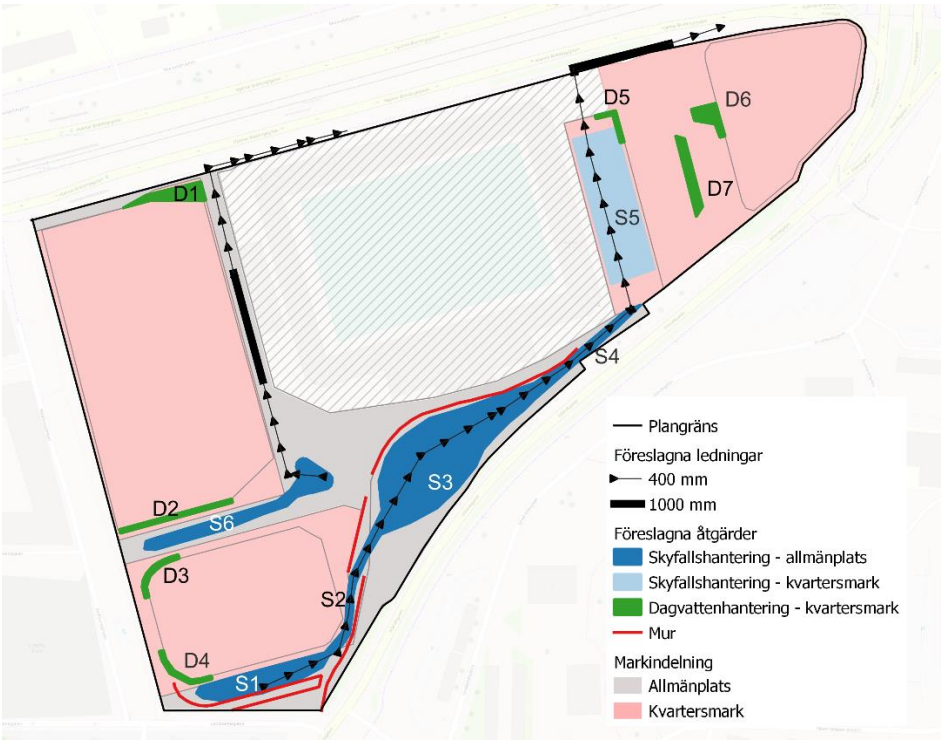
[2] Förslagsvis används vattentäta dörrar och vägg som kan klara att vatten står mot fasaden under en kort period utan att orsaka konsekvenser vid översvämning. Med dessa tekniska skydd bedöms den ekonomiska risken som låg.

4 Föreslagna åtgärder

För att detaljplanen ska vara lämplig för bebyggelse behöver regnvatten tas om hand om på olika sätt. Dagvattenanläggningarnas huvudfunktion är att fördröja och rena dagvatten. Alla anläggningar för rening av dagvatten ska anmälas till miljöförvaltningen. Nya dagvattenledningar krävs för att avleda dagvatten och skyfall på ett säkert sätt, men behandlas endast översiktligt i föreliggande rapport. Skyfallet behöver magasineras innan det kan avledas.

Placering, utformning och gestaltning av anläggningarna kan ske på flera olika sätt så länge funktionen är tillgodosedd. I följande kapitel presenteras de åtgärder som föreslås för skyfalls- och dagvattenhantering. Notera att detta är generella förslag som senare behöver anpassas utifrån uppdateringar i planförslaget.

Figur 32 visar föreslagna anläggningar på allmänplats respektive kvartersmark. Nya ledningar har också inkluderats i modellen för att säkerställa att klimatanpassade 20 års regnhändelserna kan hanteras på ett bra sätt. Murar syftar på att styra vatten mot valda låga punkter. Föreslagna skyfallsåtgärder följer en åtgärdskedja som ingående har diskuterats med projektgruppen. Alla åtgärder sammanfattas i Tabell 12.



Figur 32 Föreslagna åtgärder på allmänplats respektive kvartersmark.

Tabell 12 Beskrivning av föreslagna anläggningar.

	Åtgärd	Funktion	Storlek
	Allmänplats		
S1	Översvämningsyta	Fördröja skyfall, 550 m^3	550 m^2
S2	Höjdsättningsanpassning	Avleda skyfall, 1700 l/s	70 m
S3	Översvämningsyta	Fördröja skyfall, 1900 m^3	2200 m^2
S4	Höjdsättningsanpassning	Avleda skyfall, 300 l/s	75 m
S6	Höjdsättningsanpassning	Avleda skyfall, 100 l/s	85 m
(S2)	Murar	Styra skyfall	250 m
	Kvartersmark		
S5	Översvämningsyta	Fördröja skyfall, 1000 m^3	1400 m^2
D1	Regnbädd	Fördröja och rena dagvatten inom simhallstomten	160 m^2
D2	Regnbädd	Fördröja och rena dagvatten inom simhallstomten	100 m^2
D3	Regnbädd	Fördröja och rena dagvatten inom ishallstomten	65 m^2
D4	Regnbädd	Fördröja och rena dagvatten inom ishallstomten	65 m^2
D5	Regnbädd	Fördröja och rena dagvatten inom OB området	45 m^2
D6	Regnbädd	Fördröja och rena dagvatten inom sjukhustomten	90 m^2
D7	Regnbädd	Fördröja och rena dagvatten inom sjukhus tomt	100 m^2
	U-område		
	Nya dagvattenledningar	Hantera 20 års regn	Se Figur 32

4.1 Dagvattenåtgärder

Dagvattenanläggningar för fördröjning och rening av dagvattnet föreslås per fastighet. För dagvattenhantering föreslås dagvattenledningar som behöver hanteras med U-område.

4.1.1 Dagvattenhantering på kvartersmark

Dagvatten som uppkommer på kvartersmark ska fördröjas och renas på kvartersmark. Varje fastighet ska kunna visa att stadens krav på fördröjning om 10 mm/m^2 reducerad yta samt reningskrav efterlevs. Allt dagvatten som uppkommer inom fastigheten ska alltså genomgå fördröjning och rening. Efter rening och fördröjning kan anslutning ske till det allmänna ledningsnätet. Erforderliga fördröjningsvolymer beräknas senare av exploatören inför bygglovenligt metod beskriven i avsnitt 3.2.1 och 3.2.2.

Tabell 13 nedan redovisar ytbehovet för att klara fördröjnings- och reningsbehov per fastighet. De ytorna behöver säkerställas inom planområdet för att uppfylla fördröjnings- och reningskrav. Figur 32 visar förslag för placering av dagvattenåtgärder (i skala). Slutplacering och utformning av åtgärder behöver ses över under projekteringsskede.

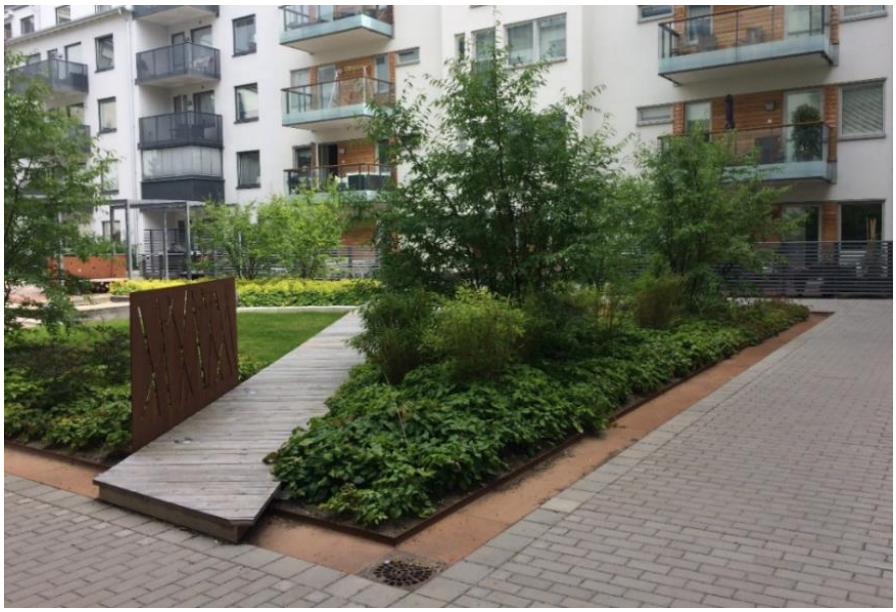
Tabell 13 Ytbehov per fastighet för att klara fördröjnings- och reningsbehov. Största volymen mellan fördröjnings- och reningsbehov är dimensionerande och används för att kalkylera ytbehovet.

Fastighet	Fördröjningsbehov (m^3)	Reningsbehov* (m^3)	Volym per fastighet (m^3)	Ytbehov* per fastighet (m^2)
Simhall tomt	105	175	175	**260**
Ishall tomt	52	87	87	**130**
OB område	18	30	30	**45**
Sjukhus tomt	75	128	128	**190**

** Källa: StormTac*

Olika dagvattenanläggningar är olika yteffektiva. Biofilter är till exempel mer yteffektiva än makadamdiken men makadamdiken är å andra sidan ofta billigare ur ett anläggnings- och driftperspektiv. Ett underjordiskt magasin med filterkassett är ofta mer yteffektiva men innebär ofta en större anläggnings- och driftkostnad. Dessutom kan ett magasin vara svårt att kombinera med de bjälklag som föreslås för kvartersmarken och ger inte heller tillräcklig rening utan måste i så fall kombineras med ytterligare reningssteg.

Höjdsättning av byggnader ska göras i enlighet med de höjdsättnings principer som presenteras i avsnitt 3.4.2 och rekommendationerna i TTÖPen. Det är också viktigt, både med hänsyn till dagvatten- och skyfallshantering, att marken som omger en byggnad lutar från byggnaden så att vatten inte riskerar att bli stående mot byggnaden och skada den (Figur 33). Lägsta höjd på FG för att få anslutning med självfall ska tillåtas, ska vara 0,3 m över marknivå i förbindelsepunkt med hänsyn till risk för uppdämning i allmänt dag- och spillvattensystem.



Figur 33 Inspirationsbild med dagvattenhantering på innergård i Tyresö. Foto Helena Frohm.

Om det inte är svårt att nyttja marken för dagvattenhantering kan upphöjda regnbäddar/biofilter (se exempel i Figur 34 och Figur 35) vara ett alternativ dit takdagvattnet leds med stuprör. I hela västra delen av planen är det speciellt fördelaktigt med dagvattenanläggningar i eller ovan marknivå eftersom området är ganska platt.

Figur 34 Utkastare mot gatan leder takvattnet via stuprör till öppen dagvattenhantering, Kvillebäcken (Foto: Olof Persson).

Figur 35 Upphöjda regnbäddar vid Sunnerviksgatan på Hisingen. (Foto: Lina Ekholm).

Ett alternativ till konventionella sadeltak är att utnyttja takytor för fördröjning och rening av dagvatten till exempel med gröna tak (Figur 36). Gröna tak kan utformas på flera olika sätt. Konventionella sedumtak består av en tunn matta och kan endast fördröja en liten vattenvolym. En tjockare växtmatta bör därför övervägas, då de kan hantera större regn samt inte kräver gödsling. Det är viktigt att då vara noggrann med konstruktion, då ett tjockare tak väger mer (Göteborgs stad, Ramböll, 2017). Extensiva gröna tak med mäktighet på 10 cm förväntas klara att magasinera ca 20 mm nederbörd (Stockholm stad, 2016).

Gröna tak kan till exempel utnyttjas då markytan är begränsad och det är svårt att fördröja och rena tillräckligt med dagvatten i marknivå, vilket troligen är fallet för fastigheterna i planen. Beroende på utformningen kan de dessutom bidra till den biologiska mångfalden, ha viss ljuddämpande effekt, ge positiva effekter på luftkvalitet och stadsklimat och förlänga livslängden på tätskiktet.

En fördel med grönblå lösningar, som biofilter och gröna tak, är att dessa bidrar positivt till grönytefaktorn för ett område.

Figur 36 Exempelbild av ett sedumtak. Bild från Veg Tech (Veg Tech, 2020).

Om ingen av ovanstående beskrivna lösningar är möjliga bör en justering av byggnadernas placering övervägas. Genom att justera byggnaderna så att fastighetsgränsen inte ligger så nära byggnaden kan ytor frigöras på kvartersmarken för dagvattenhantering mot gatuståken och torgytan. Där kan t.ex. stuprör kopplas till upphöjda regnbäddar, underjordiska magasin, skelettkonstruktioner eller annan typ av anläggning för fördröjning och rening av dagvatten, innan de kopplas på ledningsnätet. Eventuella justeringar av byggnader behöver göras med hänsyn till detaljplanens gestaltnings principer.

4.1.2 Dagvattenhantering på allmänplats

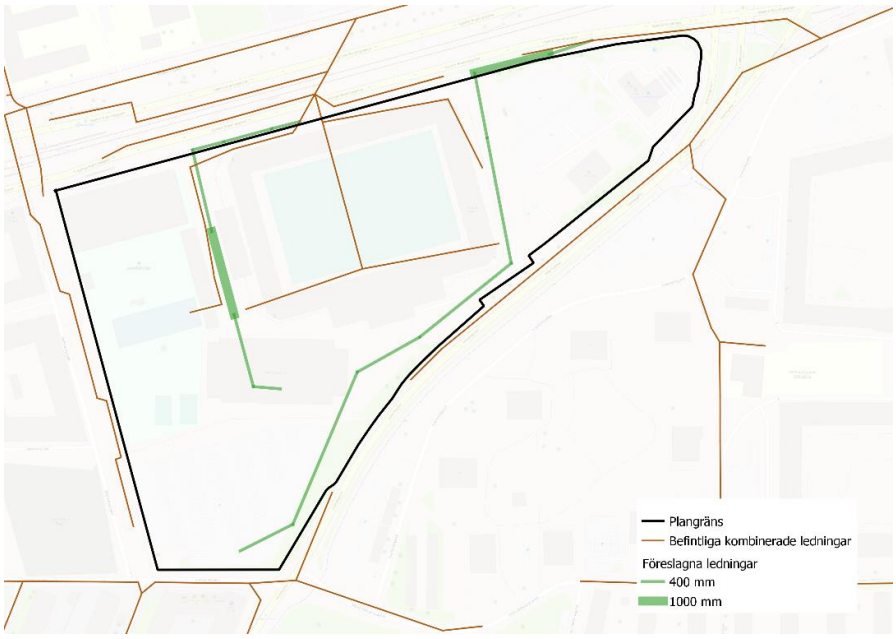
De allmänna platser som finns inom planområdet utgörs av mindre gator (som kan vara körbara men syftar inte på att hantera hög trafik), och parkytor med skyfallsfunktion. Enligt ”Reningskrav för dagvatten” dokumentet (Kretslopp och vatten, 2021) GC-väg och park är exkluderade eftersom tidigare analyser har visat att det inte finns ett reningsbehov för dessa ytor. De planerade mindre gatorna kan ses som en GC-bana för att huvudmålet är att hantera fotgängares rörlighet och belastningen kan anses som låg på grund av låg trafik. Detta är anledningen till att huvudsyftet för allmänplats är att fördröja dagvattnet. Det inte finns något behov av rening på allmänplats.

Som visas i avsnitt 3.2.2, ca 45 m^3 behöver fördröjas på allmänplats för att inte belasta ledningssystemet ytterligare. Detta kan uppnås genom att planera några större ledningar i strategiska platser som kan uppfylla funktionen av ett fördröjningsmagasin. Tabell 14 nedan visar vilken volym kan hanteras om en ledning dimensioneras med en större diameter (1000 mm).

Tabell 14 Volym som kan hanteras genom att större ledningar.

	Diameter (mm)	**Tvärsektion (m^2)**	**Längd (m)**	**Volym (m^3)**
A	1000	0,79	30	23,5
B	1000	0,79	30	23,5
Total				**47 m^3**

Figur 37 nedan visar föreslagen placering av större ledningarna. Detta borde ses som ett förslag, placeringen kan väljas där det funkar bäst ur hela planens perspektiv. På grund av att ledningarna kopplas till det kombinerade systemet, behövs två backventiler för att undvika att spillvatten rinner in i de planerade dagvattenledningarna.



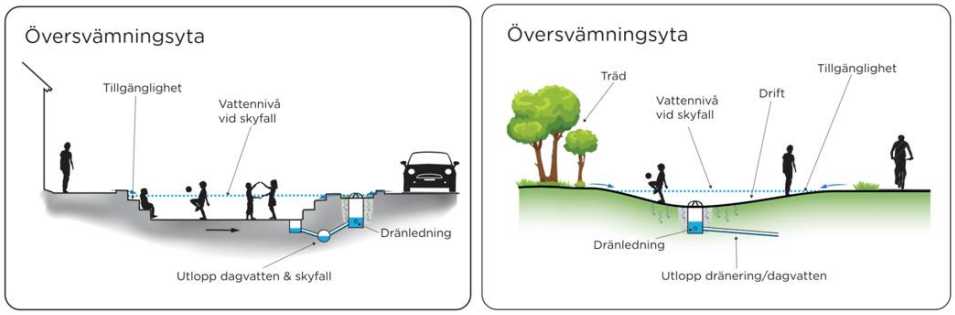
Figur 37 Befintliga kombinerade ledningar samt föreslagna dagvattenledningar.

4.2 Skyfallsåtgärder

Föreslagna skyfallsåtgärder inom planområdet syftar till att uppfylla TTÖP:en. Det tematiska tillägget, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) innehåller fem punkter som skyfallshanteringen för ny bebyggelse ska uppfylla. Här sammanfattas hur åtgärderna som behövs för att uppfylla de kan planeras. På allmänplats föreslås 5 skyfallsåtgärder som följer en åtgärdskedja. En skyfallsåtgärd föreslås på privatmark (inom OB området) som blir slutpunkten i åtgärdskedjan.

Föreslagna åtgärder omfattas av översvämningsytor samt skyfallsleder som kan planeras i form av torrt dike genom att anpassa höjdsättningen.

Med översvämningsyta avses en nedsänkt yta avsedd för fördröjning av ytvatten under skyfall (KoV, 2021). En översvämningsyta är i normalläget torrlagd och fylls med vatten vid en skyfallshändelse. Under perioder av torra förhållanden kan ytan användas för andra syften och blir därför multifunktionell (Figur 38). En översvämningsyta kan ha många mervärden. Det kan vara allt från cykelparkering till undervisning, miljö eller ge sociala värden, utnyttjas för rekreation och eller vara en samlingsplats. De kan vara utrymmeskrävande och kräva stort ingrepp i landskapet eller stadsmiljön. I det fall en översvämningsyta anläggs som en multifunktionell yta med rekreativa funktioner (som görs i den här planen,) behöver allmänna krav och riktlinjer för utformning av sådana ytor beaktas (ansvariga att bevaka dessa aspekter är TK och PoNF för den här planen).



Figur 38 Illustration av principen för en översvämningsyta i urban miljö eller naturmiljö. Vid kombinerade dagvatten- och skyfallsanläggning ska trycknivå vid mindre regn inte överstiga lägsta nivå som avsatts för skyfallshantering.

Översvämningsytor bör utformas med avtappning för att undvika att få stående vatten under en längre tid eller att det bildas leriga och smutsiga ytor om ytan har andra användningsområden. Det är därmed viktigt med en fungerande avtappning och dränering av ytorna vid både vanliga regn som vid skyfall (se föreslagna dagvattenledningar i Figur 37). Ytan ska i lågpunkten förses med en dagvattenbrunn med sandfång för avtappning av ett dimensionerade vanligt regn. När en nedsänkt grön yta anläggs ska underbyggnad i lågpunkter förses med dränerande material och dränledningar.

Träd är viktiga i staden och bör beaktas vid anläggning av en skyfallsyta. Träd är känsliga men det går i vissa fall att plantera nya träd i en översvämningsyta förutsatt att de krav som ställs vid trädplantering i Teknisk Handbok följs och att val av arter är anpassat för att klara översvämningar vid skyfall.

Enligt (KoV, 2019) kan en åtgärd för vattenavledningen i form av torrt dike tillämpas för att transportera vattenflöden av olika volymer. Dessa åtgärder är i grundläget torrlagda och utformas för att hantera allt från normala dagvattenflöden via t.ex. vanliga vägdiken till att hantera större flöden från skyfall i designerade skyfallsvägar. Diken kan med fördel integreras som dellösning i t.ex. en multifunktionell yta.

Anläggningarna kommer att behöver skötas för att inte skräp ska samlas i lågpunkterna. För drift- och underhåll av gröna översvämningsytor ska överenskommelse om skötsel göras med PoNF. Viktigt att anläggningen utformas så att den är tillgängligt för behövda driftmaskin t.ex. gräsklippare, sopning eller slamsugningsbil för dagvattenbrunnar. Det ska finnas relevant säkerhetsnivå för underhållsarbeten.

Enligt (KoV, 2019) kan en åtgärd i form av en mur eller vall används som komplement till en skyfallsyta eller skyfallsled i syfte att medvetet styra vatten i en önskad riktning. Ett vattenflöde kan exempelvis avledas i syfte leda vattnet från t.ex. skyfallsled mot en utpekad skyfallsyta (riktad styrning). Styrningsåtgärder i syfte att leda vatten mot en utpekad led eller yta kan utformas på olika vis, beroende på platsmässiga förutsättningar. Utformningen kan t.ex. utgöras av en höjning av kantsten för att leda vatten i önskad riktning. I de fall styrningens syfte är att skydda lokala objekt från översvämning behöver muren/vallen utformas med en skyddshöjd motsvarande dimensionerande vattennivå. Krav på täthet i dessa styrningsåtgärder kan behöva beaktas beroende på hur lång tidsperiod vattnet flödar mot objektet.

Dessutom, behöver en robust höjdsättning planeras över hela planen för att säkerställa att vattnet hämnar i utpekade ytor samt för att säkerställa att vattnet rinner från byggnader och inte mot byggnader.

4.3 Kostnadskalkyl och ansvarsfördelning

4.3.1 Dagvattenanläggningar

En grov kostnadskalkyl har gjorts där kostnaden för anläggningen bedöms vara ca 10 000 kr/m^3 för den volymdagvatten som behöver fördröjas. Detta kan ses som ett medelvärde för anläggningar i urbana miljöer. Kostnaderna bör ses över vid ett senare skede av detaljplanen.

I Tabell 15 nedan visas fördröjningsbehovet samt reningsbehovet per fastighet. Reningsbehovet är större än fördröjningsbehovet, vilket innebär att det är dimensionerande. Detta betyder att fördröjningen och reningen kan ske i samma anläggning så länge anläggningen är dimensionerad efter reningsbehovet.

Tabell 15 Investeringskostnad av dagvattenanläggningar per fastighet.

Fastighet	Fördröjningsbehov (m^3)	Reningsbehov (m^3)	Investeringskostnad (kr)
Simhall tomt	104	175	1 750 000
Ishall tomt	52	87	870 000
OB område	18	30	30 000
Sjukhus tomt	75	128	1 280 000
Totalt			**3 930 000,00 kr**

Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggts. Att upprätta en driftsplan och säkerställa medel för årlig drift och underhåll av dagvattenanläggningar är av yttersta vikt. Erfarenheter från uteblivet underhåll visar på låg funktionalitet och risk för att anläggningar som byggts kan komma att utgöra en koncentrerad källa till föroreningar. Exakta kostnader för drift och underhåll saknas men sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5 – 15 % av anläggningens investeringskostnad.

Nya dagvattenledningar som planeras inom området för avvattning av 20 års händelse samt för hantering av fördröjningsvolymen bekostas av VA-taxan.

4.3.2 Skyfallsanläggningar

Enligt (KoV, 2019) kostar ett kantstöd med höjd mellan 0,4 och 2 m i urban miljö mellan 6900 och 13 800 kr/m. Pris är avhängigt materialval samt utformning. Bedömd prisnivå baseras på betongmur. Vattenavledning i form av torrdike med djup mellan 0,1–0,7 m kostar mellan 3500 och 13 800 kr/m. Priser förutsätter att markarbete ej sker i berg. Prisnivå är även avhängigt material och utformning.

Enligt (KoV, 2021), kostar en översvämningsyta som är mellan 0,1–2,5 m djup mellan 2000 och 5500 kr/m^2. Priset avser investeringskostnader och kostnaden är inte särskild från investeringskostnader vid nyanläggning eller vid ombyggnation. Kostnaden anger inte heller vilken marginalkostnaden är för själva skyfallshaneringen. Priset är avhängigt markanvändning och eventuellt ytterligare funktioner och rekreativa inslag som planeras för ytan, samt vilket material som ytan utgörs av.

Översvämningsytor är en förhållandevis billig anläggning i syfte att fördröja skyfallsvatten jämfört med underjordiska magasin. Ny dränering vid en försänkning av befintlig markyta innebär en relativt liten extra kostnad. Anläggningen behöver inte leda till stor ökning av driftkostnader. Det är främst in- och utlopp som behöver driftas enligt gängse praxis för dagvattenanläggning. Resterande delar av ytan driftas för den multifunktionella användningen av ytan. Vid gräsyta klipps gräset oavsett om det är en översvämningsbar yta eller bara en gräsyta i en park. Vid en hårdgjord yta kommer ytan att behöva sopas likt en vanlig torgyta eller parkering. Visst ökat behov av skräpplockning är troligt då det kan ansamlas mer skräp i nedsänkta ytor.

Tabell 16 Investeringskostnad av skyfallsåtgärder.

Åtgärd	Storlek	Min Inv. Kostnad (kr)	Max Inv. Kostnad (kr)
Allmänplats			
Översvämningsyta söder om ishallen (S1)	550 m^2	1 100 000 kr	3 025 000 kr
Höjdsättningsanpassning (S2)	70 m	245 000 kr	966 000 kr
Översvämningsyta söder om arenan (S3)	2200 m^2	4 400 000 kr	12 100 000 kr
Höjdsättningsanpassning (S4)	75 m	262 500 kr	1 035 000 kr
Höjdsättningsanpassning (S6)	85 m	297 500 kr	1 173 000 kr
Murar	250 m	1 725 000 kr	3 450 000 kr
Total		**8 030 000 kr**	**21 749 000 kr**
Kvartersmark			
Översvämningsyta inom OB området (S5)	1400 m^2	**2 800 000 kr**	**7 700 000 kr**

Andel som har nytta för plan tas av planbudget övrigt tas som utgångspunkt genom verksamhetsnominering som sker via FK. I Bilaga 1 av Göteborgs stads anvisning för hantering av skyfall dokumentet (Göteborg Stad, 2021) presenteras Figur 39 nedan som visar finansieringsmodellen för skyfallsanläggningar. Kretslopp och vatten gör bedömningen att skyfallsåtgärder som föreslås ska finansieras enligt kolumn #1.

Tabell 1. Finansieringsmodell för skyfallsanläggningar. Investeringen gäller för både allmän platsmark, kvartersmark där Staden är ägare, samt kvartersmark där privat aktör eller kommunalt bolag är markägare.

Vem som betalar	Skyfalls-anläggning som **endast** är till för att möjliggöra en detaljplan.	Skyfalls-anläggning som **delvis** är till för att möjliggöra en detaljplan.	Skyfallsanläggning som skyddar befintlig bebyggelse men **som inte är till för att möjliggöra en detaljplan**. Initiativ tas av KoV, annan förvaltning, eller extern part.
Exploateringsbidrag (från enskild exploatör/markägare)	X	X	
Investeringsmedel från FK (bostäder och förskola), eller annan projektägande förvaltning som TK och PoNf.	X	X	
Kommunala skattemedel (för delar av investeringen).		X (FK)	X (KoV)
Samfinansieringsprojekt där en del av investeringen kommer från icke-kommunal part, t.ex. företag, statlig myndighet eller region.		X	X

Figur 39 Finansieringsmodell för skyfallsanläggningar (Göteborg Stad, 2021).

Exploatör ansvarar för anläggningarna inom kvartersmark.

Skyfallsanläggningar som planeras på allmänplatsmark är multifunktionsanläggningar och detta innebär att Kretslopp och vatten ansvarar för investering och driften av den hydrauliska funktionen. Om andra värden tillskrivs anläggningen ska anläggningen bekostat och hanteras enligt *Överenskommelsen om organisation, ansvar och finansiering av skyfallsarbete* (Göteborg Stad, 2021). Det är viktigt att påbörja dialog för att klargöra mellan förvaltningarna exakt gränsdragning mellan ansvaret.

4.4 Alternativa lösningar för dagvatten/skyfall

Lösningar som har valts bort eller inte kunnat utredas inom ramen av den här utredning listas nedan:

1. Separering av kombinerade ledningar hela vägen till recipienten bedöms inte vara samhällsekonomiskt lönsamt jämfört med föreslagna fördröjningsanläggningar.
2. Åtgärder utanför planen för att minska flödet längs Inlandsgatan har identifierats men ingen omfattande analys har genomförts inom ramen av den här utredningen.
    a. Till exempel: en underjordisk lösning under sjukhuset eller ytliga lösningar utanför planområdet och inom fastigheter Brämaregården 737:740 eller Brämaregården 75:3 som skulle kunna styra och fördröja flödet).
    b. Utgångspunkten är att anpassningsåtgärder ska representera en god förvaltning av samhällsmedel och med beaktande av hur kostnader och nyttor fördelas på olika samhällsaktörer och samhällsgrupper. Båda alternativ bedöms vara icke samhällsekonomiskt lönsamt. Kostnaden bedöms vara mycket stor jämfört med nyttan i form av minskat flöde mot Wieselgrensplatsens hållplats.

5 Slutsats och rekommendationer

Slutsatser dagvatten

- Dagvattnet från planområdet avleds till ett markavvattningsföretag vid bräddning. Markavvattningsföretaget föreslås omprövas för nedläggning i en parallell process.
- Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering. Med rening på kvartersmark uppnås kraven. Efter rening ligger alla halter under målvärden och föroreningsmängderna minskas jämfört med befintlig läget. Detta innebär att planområdet inte försämrar möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormerna för vatten.
- Om planen genomförs innebär det att flödet från området ökar. Det innebär att kapaciteten i dagvattenledningsnätet påverkas. Därför föreslås fördröjning på allmänplatsmark genom att anlägga två underjordiska fördröjningsmagasin längs ett nytt dagvattensystem inom planområdet. Backventiler behövs för att säkerställa att spillvatten inte rinner in i föreslagen dagvattensystem.
- Med föreslagna åtgärder uppnås också kravet för fördröjning på kvartersmark. Fördröjning minskar fastighetsägarens kostnader för dagvatten då servisledningen till det allmänna systemet kan vara mindre och därmed har en lägre taxa.

Slutsatser skyfall

- Enligt ÖP ska vattenfrågan vara strukturerande för planarbetet. Den bebyggelse som föreslås följer inte vattnets naturliga flödesvägar vilket innebär att lågpunkter och flödesvägar måste styras för att inte försämra skyfallsproblematiken.
- En åtgärdskedja föreslås för skyfallshantering. Tre översvämningsytor, tre torra diken samt murar för styrning av flödet föreslås.
- Ishallen måste utformas med rätt färdig golvnivå (FG) (preliminärt +18,5 m). FG behöver beaktas i kommande detaljplaneprocess och kan behöva ses över i senare skede. Om inte skyfall anpassat FG kan nås kan ett avsteg från TTÖP:en vara nödvändig och fasaden och entréer till ishallen planeras med tekniskskydd (vattentät fasad, dörr, mm).
- Genom en massbalans för hela detaljplanen har helhetsbilden analyserats och slutsatsen är att översvämningssituationen utanför planområdet inte påverkas om alla föreslagna åtgärder genomförs.
- Med de åtgärder som föreslås i rapporten är det möjligt att genomföra planen enligt Göteborgs riktlinjer för skyfallshantering. Vilket med andra ord betyder att för att planen att vara genomförbar från helhetsperspektivet så behöver skyfallsåtgärdskedjan genomföras.

Planbestämmelser

För att uppfylla kraven rekommenderas följande planbestämmelser:

- I lågpunkten söder om ishallen (S1) behöver minst 550 m^3 skyfall fördröjas.
- I lågpunkten söder om arenan (S3) behöver minst 1900 m^3 skyfall fördröjas. Dessutom borde mark höjden inte sättas lägre än +15,00 m för att säkerställa självfall av dagvatten genom ledningar.
- Inom OB området (S5) behöver minst 1000 m^3 skyfall fördröjas.
- Inkludera U-område där nya dagvattenledningar planeras.

Fortsätt arbete / Rekommendationer

Inom ramen för föreliggande utredning har det inte varit möjligt att diskutera vidare de punkterna som presenteras nedan. De behöver vidare diskuteras under projektets gång:

- I fortsätt arbete och när en detaljerad höjdsättning finns samt ett mer detaljerat ledningssystem för planen, då kan modellen köras en gång till och kontrollera resultat igen.
- Skyfalls anpassat färdigt golv för varje ny byggnad. Detta är helt beroende av den detaljerade höjdsättningen som tas fram senare i detaljplan processen.
- Analysera om tekniskskydd för sjukhuset samt ishall behövs. Detta kan innebära att marginalen från högsta vattennivån till färdigt golv inte kan säkerställas och att avsteg från TTÖP:en skulle behövas.
- Analysera hur/om planbestämmelser på kvartersmark kan inkluderas för att säkerställa fördröjning och rening av dagvatten.

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

Göteborg Stad. (2021). *göteborg.se.* Hämtat från Styrande dokument. Göteborgs Stads anvisning om hantering av skyfall. Överenskommelse om organisation, ansvar ochfinansiering av skyfallsarbete.: https://www5.goteborg.se/prod/Stadsledningskontoret/LIS/Verksamhetshandbok/Forfattn.nsf/E8D69ADFAFD2B55FC1258792004FF6E0/$File/C12574360024D6C7MSKDC8WK3Y.pdf?OpenElement

Göteborgs stad. (u.d.). Hämtat från file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/8.%20%C3%85tg%C3%A4rdskatalog_%C3%85tg%C3%A4rdsplan%20f%C3%B6r%20skyfall-metodbeskrivning-Bilaga2-Katalog%20skyfalls%C3%A5tg%C3%A4rder.pdf

Göteborgs stad. (u.d.). Hämtat från file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/8.%20%C3%85tg%C3%A4rdskatalog_Typl%C3%B6sningar%20skyfallsanl%C3%A4ggningar%20G%C3%B6teborg%20202006%20(12).pdf

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. (2019). *Åtgärdsförslag för dagvatten*. Hämtat från https://goteborg.se/wps/wcm/connect/02097d4e-15c8-4d4e-8d4e-1a3140dde9ef/Slutrapport+Åtgärdsförslag+för+dagvatten.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs stad. (den 21 09 2021). *Göteborgs Stads anvisning om hantering av skyfall.* Hämtat från Vatten i Göteborg: file:///C:/Users/linhyl0228/Downloads/1.%20Styrande%20dokument_G%C3%B6teborgs%20Stads%20anvisning%20om%20hantering%20av%20skyfall%20(7).pdf

Göteborgs stad. (2021). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrvning.* Hämtat från Vatten i Göteborg: https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports

Göteborgs stad. (den 19 05 2022). *Översiktsplan för Göteborg*. Hämtat från https://oversiktsplan.goteborg.se/

Göteborgs stad, Miljöförvaltningen. (2020). *Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten.* Hämtat från https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/a227da55-ea58-4410-a00f-ba75014080e4/N800_R_2020_13_Riktlinjer+och+riktvärden+för+utsläpp+av+förorenat+vatten.pdf?MOD=AJPERES

Göteborgs stad, Ramböll. (2017). *Göteborg när det regnar.* Göteborgs Stad Grafiska gruppen 161007-002-010. Hämtat från Göteborgs Stad Grafiska gruppen 161007-002-010

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

KoV. (2019). *Vatten i staden.* Hämtat från Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder. Åtgärdsplan för skyfallshantering. Vatten i staden: https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports

KoV. (Juni 2021). *Kretslopp och vatten - Fördjupning av typlösningar för skyfallsanläggninga* . Hämtat från Vatten i staden: https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/DownpourReports

Kretslopp och vatten. (den 11 03 2021). *Reningskrav för dagvatten.* Hämtat från https://goteborg.se/wps/wcm/connect/2997f065-9532-4a05-9812-c0336237292e/Reningskrav+dagvatten+2021-03-11.pdf?MOD=AJPERES

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/

Stockholm stad. (2016). *Dagvattenhantering, Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse.* Hämtat från https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_kvartersmark.pdf

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

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

Veg Tech. (den 26 02 2020). *Veg Tech.* Hämtat från Veg Tech insiration: https://www.vegtech.se/inspiration/sedumtak/

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

VISS. (den 20 12 2021). Hämtat från Kvillebäcken: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA95875860&managementCycleName=Cykel_3

7 Bilaga 1

Flöden och volymer från skyfallsmodellen

Tidsteg	Flöde	Volume per step	Ackumulerade volym
0	0		
0,03	0,00	0,00	0,00
0,07	0,00	-0,01	-0,01
0,10	0,00	0,35	0,34
0,13	0,01	1,56	1,90
0,17	0,06	6,84	8,74
0,20	0,12	14,31	23,05
0,23	0,23	27,62	50,67
0,27	0,38	45,19	95,85
0,30	0,47	56,09	151,94
0,33	0,45	53,55	205,49
0,37	0,40	47,74	253,23
0,40	0,37	44,10	297,33
0,43	0,34	40,69	338,02
0,47	0,27	32,29	370,31
0,50	0,20	24,08	394,39
0,53	0,13	16,03	410,42
0,57	0,09	11,30	421,72
0,60	0,07	7,91	429,63
0,63	0,05	6,32	435,95
0,67	0,04	4,89	440,84
0,70	0,04	4,21	445,05
0,73	0,03	3,15	448,20
0,77	0,02	2,61	450,81
0,80	0,02	2,32	453,13
0,83	0,02	1,86	454,99
0,87	0,01	1,47	456,45

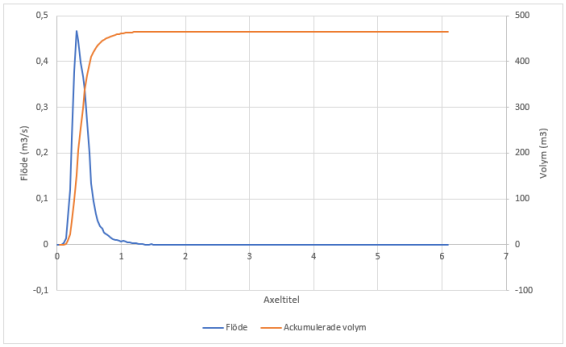


Bild A Flöde och volym in till planområdet mot befintlig bensinstation och McDonalds från Virvelvindsgatan.

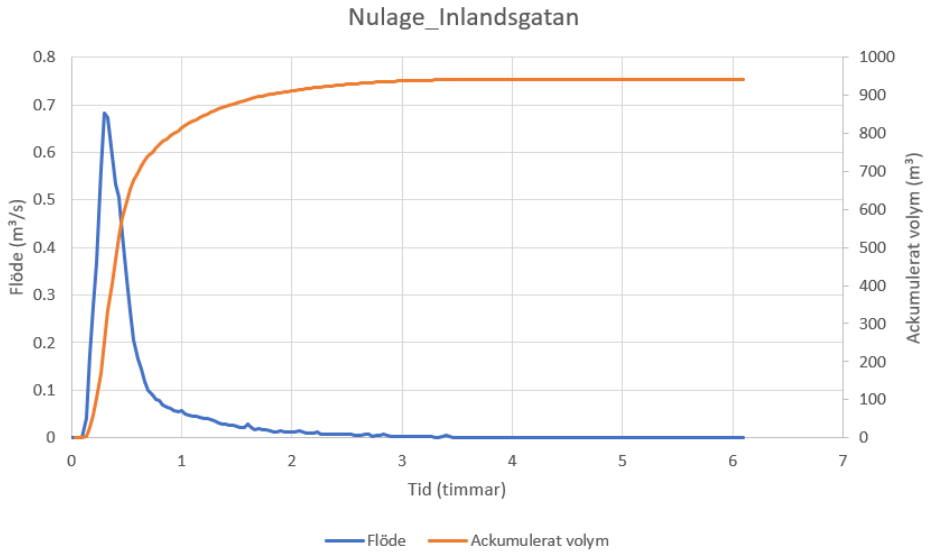


Bild B Flöde och volym mot Wieselgrensplatsen genom Inlandsgatan i dagsläget

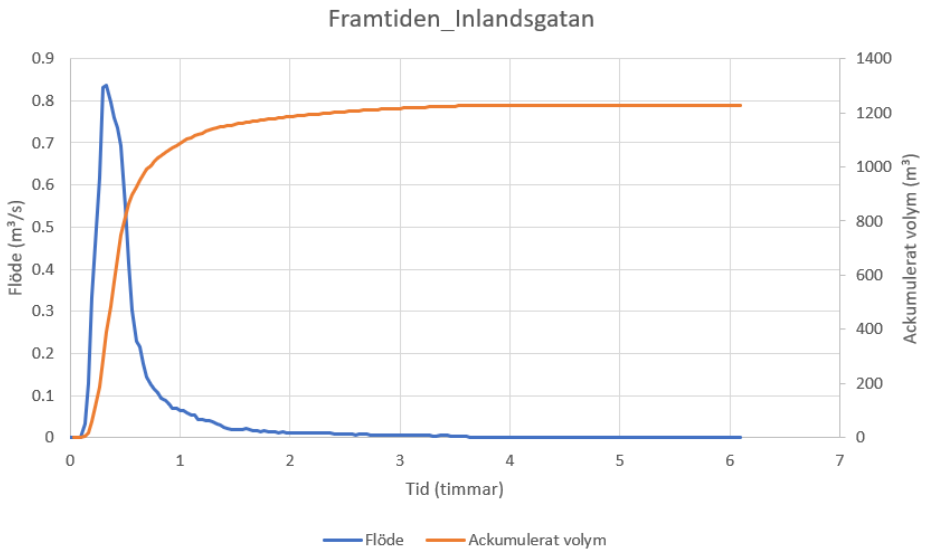


Bild C Flöde och volym mot Wieselgrensplatsen genom Inlandsgatan i framtiden

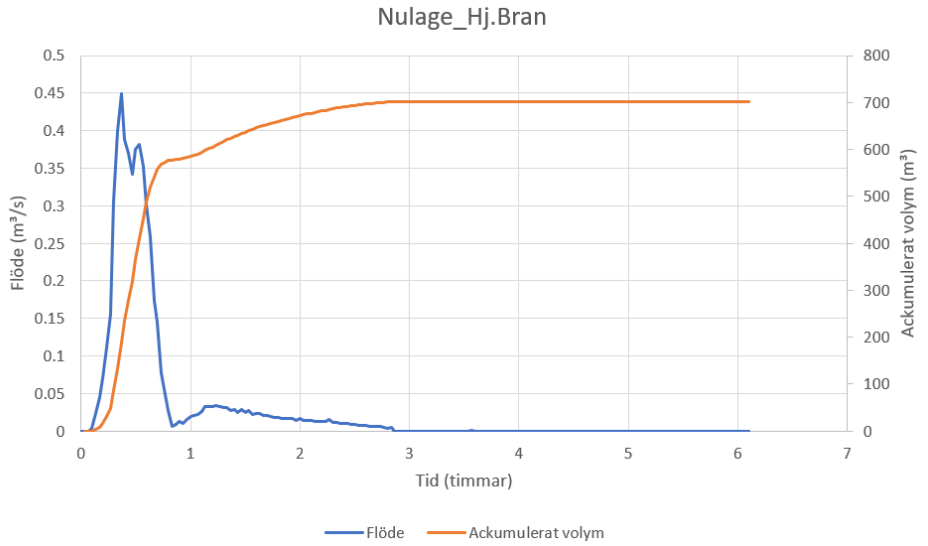


Bild D Flöde och volym mot Wieselgrensplatsen genom Hjalmar Brantingsgatan i nuläge

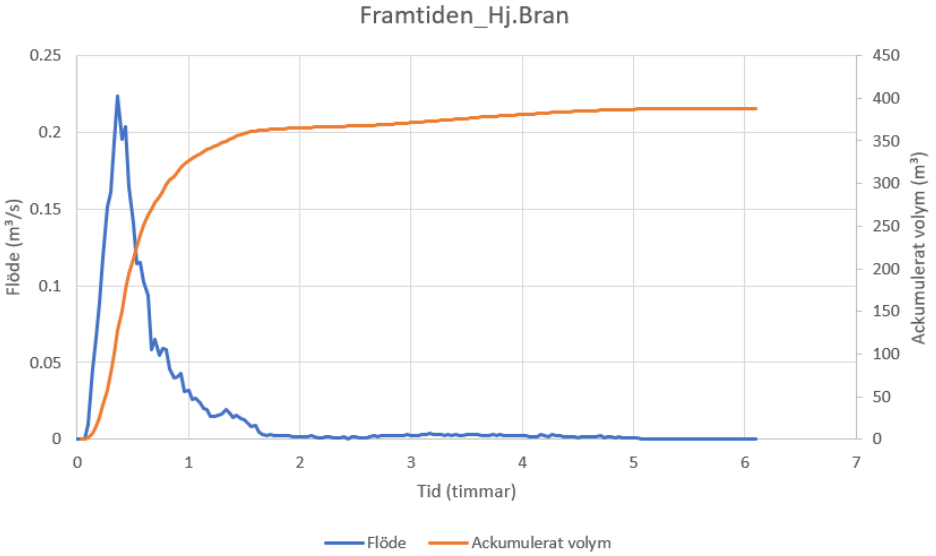


Bild E Flöde och volym mot Wieselgrensplatsen genom Hjalmar Brantingsgatan i framtiden

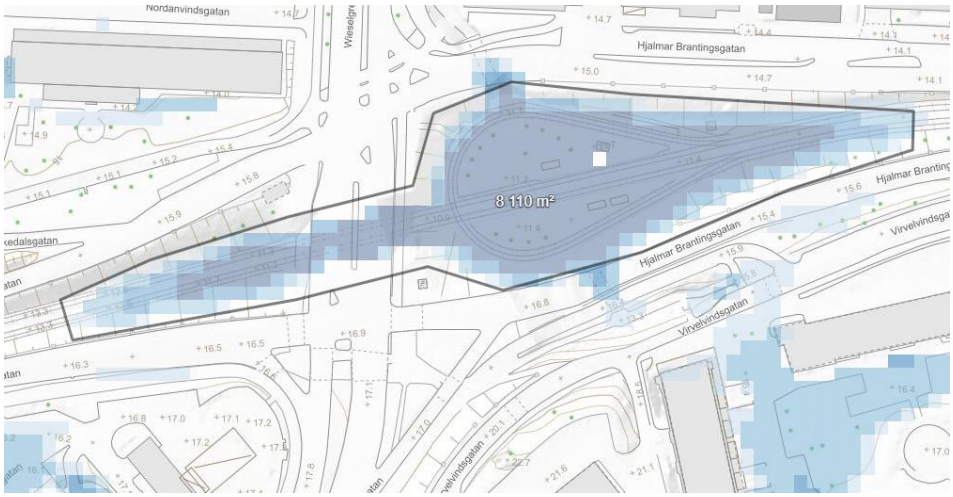


Bild F Storlek av lågpunkten i Wieselgrensplatsen hållplats (ca 8110 m²).

	Nu	Framtiden
Volym från Hjalmar Brantingsgatan (m3)	700	387
Volym från Inlandsgatan (m3)	941	1228
Totala volymer	1641	1615
Skillnad	26 m3	
Area lågpunkten	8110	m2
Skillnad i vattendjup = (djupskillnad/area)	0.00321	m
	3.20592	mm

Bild G Tabellen sammanfattar kalkylen för vattendjupökningen i Wieselgrensplatsens hållplatsen.

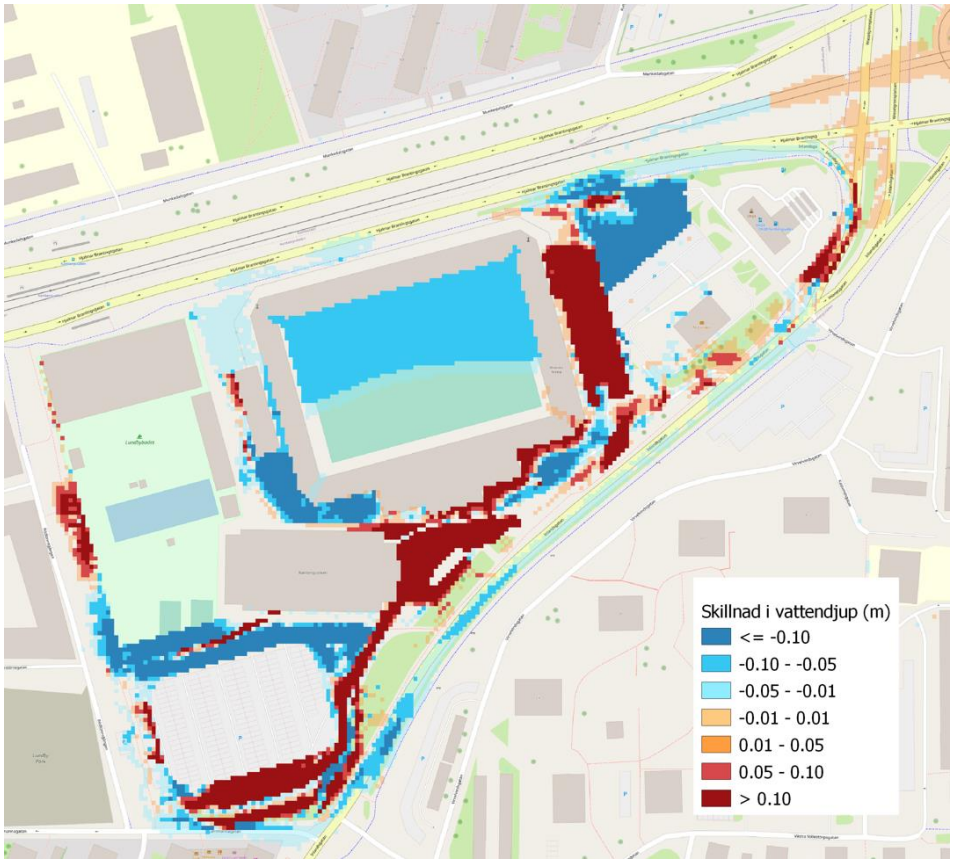


Bild H Max vattendjupskillnad mellan nuläge och framtiden (med åtgärder). Röda färger visar förväntad ökningen enligt modellen.

Ackumulerade volymer från ledningsmodellen

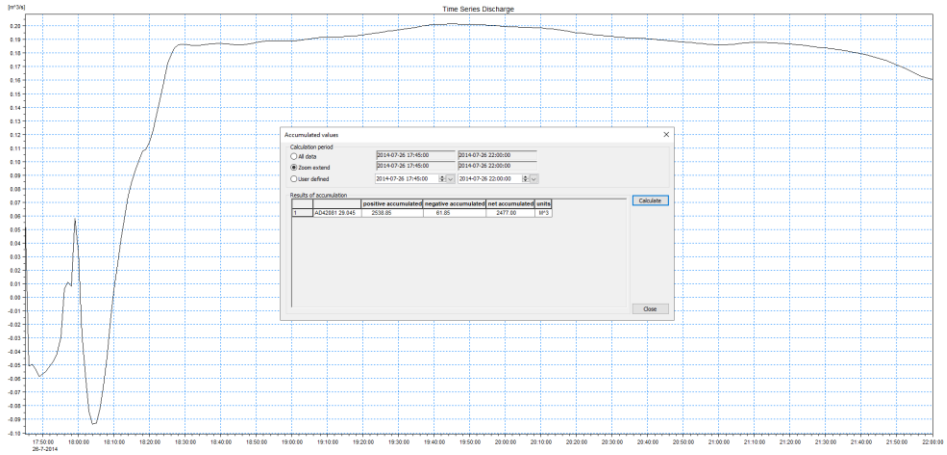


Bild I Ackumulerade volym genom punkt A i ledningssystemet i framtida scenarion.

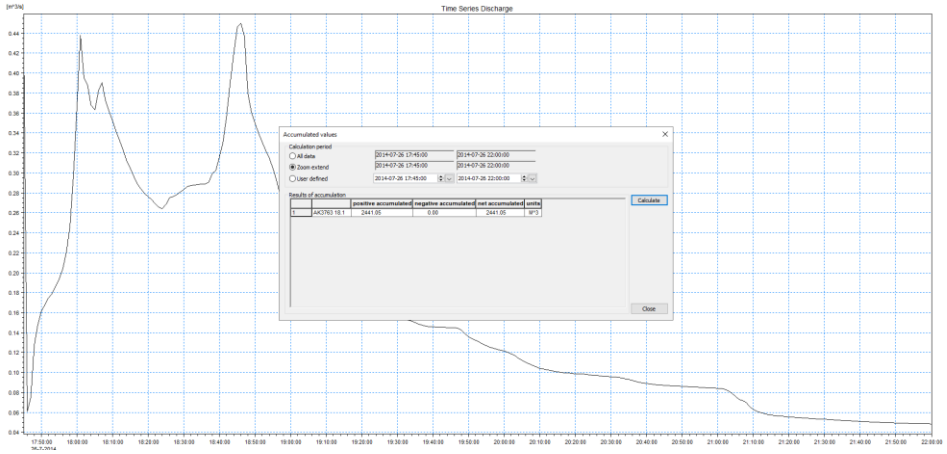


Bild J Ackumulerade volym genom punkt B i ledningssystemet i framtida scenarion.

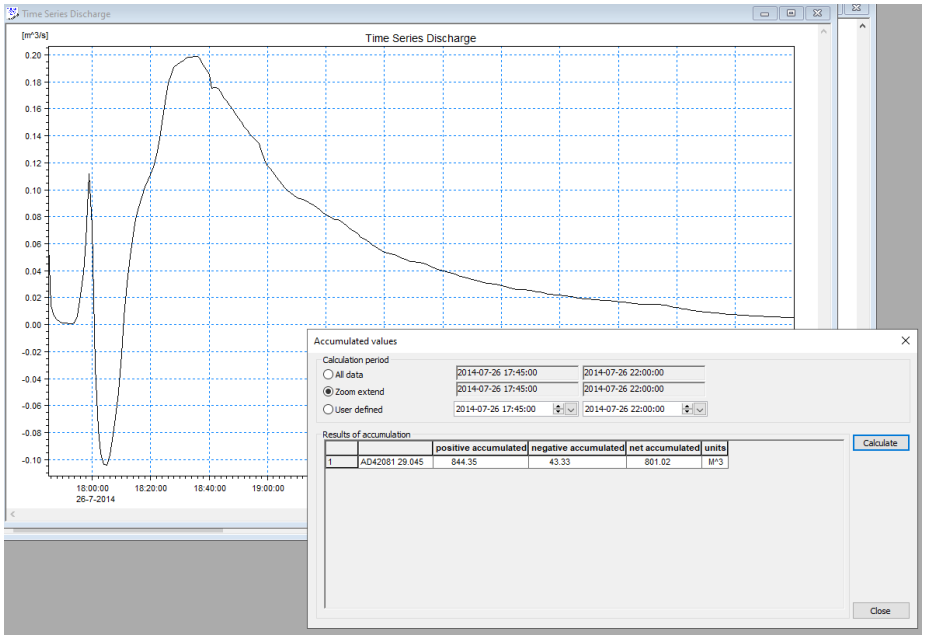


Bild K Ackumulerade volym genom punkt A i ledningssystemet i nulägescenario.

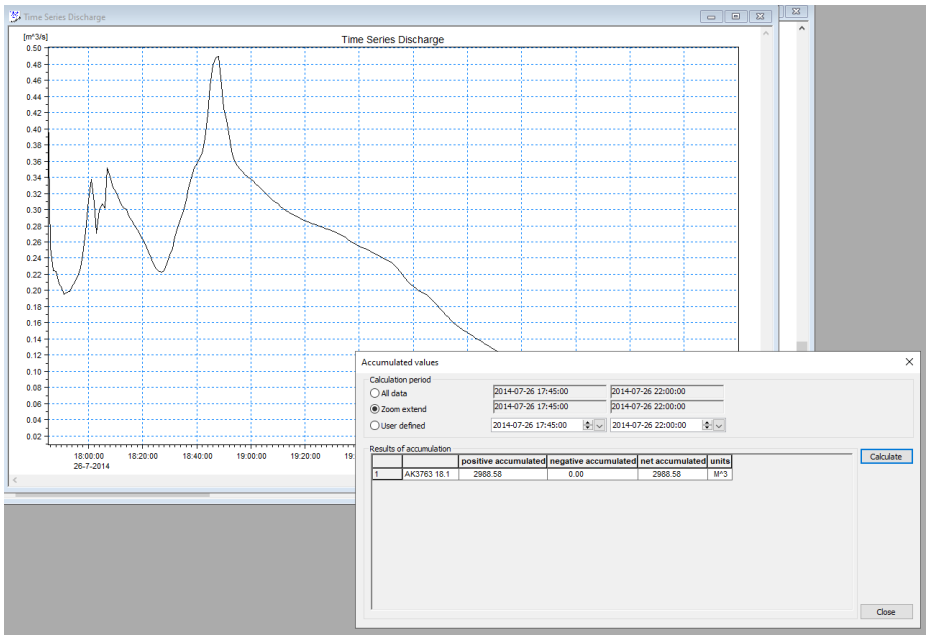


Bild L Ackumulerade volym genom punkt B i ledningssystemet i nulägescenario.