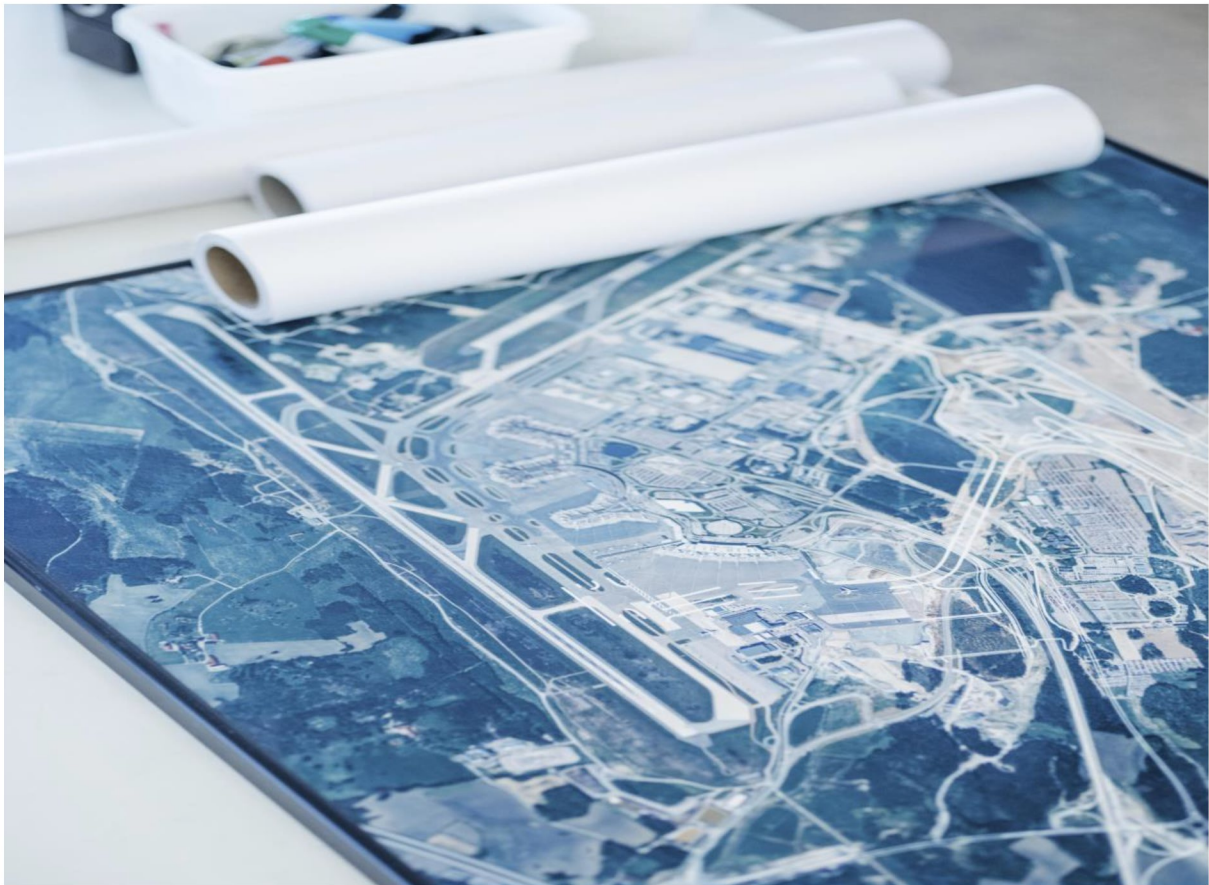


SKYFALLSKARTERING

Sjöstadshöjden

2021-06-25



SKYFALLSKARTERING

Sjöstadshöjden

KUND

Stockholms stad - Exploateringskontoret

KONSULT

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880

KONTAKTPERSONER

Marco Alicera
010-722 86 52
marco.alicera@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Skyfallskartering Sjöstadshöjden

UPPDRAGSNUMMER
10281031

FÖRFATTARE
Marco Alicera

DATUM
2021-06-25

ÄNDRINGSDATUM

Granskad av
Anders Rydberg

Godkänd av
Anders Rydberg

SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag att utföra en skyfallskartering för ny bebyggelse inom planområdet Sjöstadshöjden. Inom planen kommer ny bebyggelse huvudsakligen att uppföras längs med och söder om nuvarande Hammarbyvägen och Hammarby Fabriksväg. Utvecklingen inom planområdet Sjöstadshöjden innebär huvudsakligen två typer av förändringar:

- En ny gata i sydostlig riktning (Kopplingen) och en ny stadsgata (Hammarbygatan) som ersätter befintliga Hammarbyvägen och Hammarby Fabriksväg, samt ändrad utformning och höjdsättning av delar av befintliga gator (Virkesvägen, Heliosgatan)
- Sju kvarter med sammanlagt 22 nya eller ombyggda huskroppar längs Hammarbyvägen och Kopplingen.

Skyfallskarteringen har utförts för ett 100-årsregn med en klimatkfaktor på 1,25. Skyfallskarteringen genomfördes med det tvådimensionella hydrauliska beräkningsprogrammet HEC-RAS. Modellens ingångsdata består av en terrängmodell som beskriver modellområdets topografi, effektiva regnbelastning och en fil som beskriver markens ojämnhet för olika ytor. Effektiva regnbelastningen erhålls genom en kombination av typen av markanvändning och tillhörande avrinningskoefficienter samt ett standardavdrag på regnbelastningen för att ta hänsyn till rönnätets kapacitet. För hårdgjorda ytor och tak har ett avdrag motsvarande intensiteten hos ett 5-årsregn med 30 min varaktighet utan klimatkfaktor gjorts för att efterlikna ledningsnätets kapacitet. I den här modellen rinner allt vatten som träffar markytan på ytan.

För att studera översvämningsrisken till följd av skyfall har tre skyfallsmodeller satts upp, dels en för nuläget, dels en för ny planerad exploatering och dels en där vissa skyfallsåtgärder studeras. Detta för att kunna jämföra skillnaderna i översvämningsutbredning före och efter exploatering samt före och efter skyfallsåtgärder. Skyfallsmodelleringen visar följande resultat:

- I nuläget:
 - vatten ansamlas i samma identifierade lågpunkter som i tidigare analyser, där Södra Länken tunnelmynning är den största.
 - Den beräknade graden av fara i samband med ett 100-årsregn är generellt sett liten.
- Med planerad bebyggelse:
 - Skyfallsvolymer ökar inte markant, varken till Södra länken eller via lokalgator i Hammarby Sjöstad, tvärtom sker en viss minskning till Södra Länken.
 - Avrinningen sker via delvis andra flödesvägar.
 - Ett nytt stråk med koncentrerade flöden bildas via Kopplingen fram till den nya bron. Flöden som rinner till den nya bron behöver samlas upp och ledas ner till Hammarbygatans lägre gatunivå.
 - Det förkommer inget behov av skyfallsmagasin vid södra brofästet för att begränsa skyfallsvolymer jämfört med nuläget.
 - Beräknade kombinationer av vattendjup och flödes hastighet bedöms inte utgöra någon fara.

Skyfallsmodellering ger inte svar på hur vatten kommer att avledas från bron till Hammarbygatan. Utförandet av denna brokonstruktion och de olika funktioner som ska integreras i brofästet är inte klart och behöver studeras mer i detalj i det framtida arbetet. De momentana flödestopparna mot bron från södra sida är stora, det kommer att bli ca 2,2 m³/s.

Åtgärder har studerats för att styra en större del av vattnet via lokalgator i Hammarby Sjöstad. Sådana åtgärder är möjliga, men bedöms inte nödvändiga. Resultaten av sådana åtgärder redovisas i denna rapport, men de analyserades inte vidare.

Viss marginal finns i de redovisade resultaten då hänsyn inte tagits till de lokala fördröjningsåtgärder för dagvatten som vidtas inom planområdet. Påverkan på resultatet bedöms dock vara liten.

INNEHÅLL

| | |
|---|-----------|
| SAMMANFATTNING | 3 |
| 1 INLEDNING | 5 |
| 1.1 BAKGRUND | 5 |
| 1.2 SYFTE | 5 |
| 1.3 STUDERANDE OMRÅDEN | 5 |
| 2 METOD | 6 |
| 2.1 SKYFALLSKARTERING | 6 |
| 2.2 BERÄKNINGSOMRÅDE | 7 |
| 2.3 KALIBRERING | 7 |
| 2.4 ANALYS AV FARA FÖR MÄNNISKORS LIV ENLIGT MSB:S BEDÖMNING8 | |
| 3 INDATA | 8 |
| 3.1 UNDERLAG | 8 |
| 3.2 HÖJDMODELL OCH NÄTVERK AV BERÄKNINGSCELLER | 9 |
| 3.2.1 Nuläget | 10 |
| 3.2.2 Ny planerad exploatering | 10 |
| 3.3 MARKANVÄNDNING | 10 |
| 3.4 MARKENS RÅHET | 10 |
| 3.5 REGN | 10 |
| 4 RESULTAT | 13 |
| 4.1 ÖVERSIKT ÖVER RESULTATFORMAT | 13 |
| 4.2 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – NULÄGE | 14 |
| 4.3 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – FRAMTIDA SITUATION17 | |
| 4.4 SKYFALLSÅTGÄRDER | 21 |
| 5 SLUTSATSER | 24 |
| 6 REFERENSER | 25 |

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

WSP har fått i uppdrag att utföra en skyfallskartering för ny bebyggelse inom detaljplanen Sjöstadshöjden.

I framtiden förväntas antalet dagar med kraftig nederbörd och extremt korttidsregn att öka i frekvens och intensitet (IPCC, 2013). I takt med att klimat och nederbördsmonster förändras kommer översvämningar till följd av skyfall att öka. Även riskerna till följd av skyfall förväntas öka eftersom urbaniseringen leder till förtätning och mer hårdgjorda ytor i urbana områden där vattnet inte kan infiltrera.

Enligt PBL behöver översvämningsrisken till följd av skyfall beaktas vid planläggning. I Boverkets nya riktlinjer (Boverket, 2018) framgår att ny sammanhållen bebyggelse och bebyggelse med samhällsviktig verksamhet bör planläggas så att den årliga sannolikheten för översvämning är mindre än 1/100. Dessutom behöver effekten av ett framtida klimat under bebyggelsens förväntade livslängd beaktas.

Länsstyrelserna Stockholms län och Göteborgs län (2018) rekommenderar att ny bebyggelse bör planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn och att samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå. En klimatfaktor ska inkluderas för att bedöma översvämningsrisken i ett förändrat klimat. På detaljplannivå sker hantering av risken genom konsekvensutredning och redovisning av riskreducerande åtgärder.

Med hjälp av en skyfallsmodellering är det möjligt att kartlägga översvämningsområden och identifiera riskområden för skyfall. Skyfallsmodelleringen kan därmed tjäna som underlag för ny exploatering genom att ge en bild av potentiella negativa konsekvenser av nybyggnation och höjdsättning för omgivningen.

1.2 SYFTE

Syftet med skyfallsutredningen är:

- att visa vilka områden som riskerar att översvämmas i nuläget med befintlig markanvändning och vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.
- att visa hur den nya exploateringen kan påverka översvämningsutbredningen i omgivningen.
- att utvärdera ytliga rinnvägar och föreslå lämpliga ytor att använda för att ta hand om vatten vid skyfall.
- att säkerställa en lämplig markanvändning. Dvs att höjderna inom planområdet och mot omgivningen, ger en godtagbar skyfallshantering.

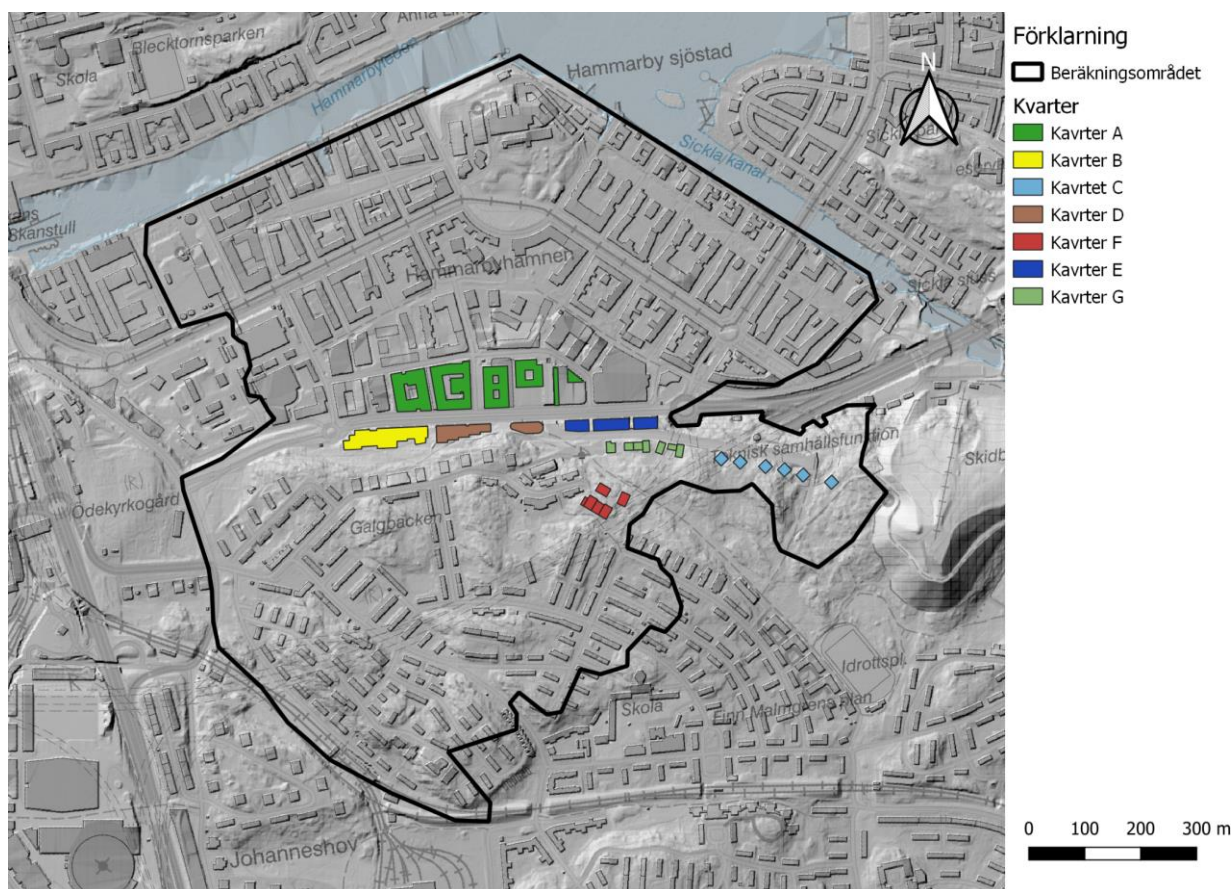
Följande frågeställningar besvaras inom ramen för denna skyfallsutredning:

1. Var föreligger översvämningsrisker vid skyfall i nuläget?
2. Hur och var förändras översvämningsrisken till följd av den nya exploateringen?
3. Vad är effekten av de föreslagna mildrande åtgärderna som ingår i den nya exploateringen?

1.3 STUDERANDE OMRÅDEN

Planområde Sjöstadshöjden ligger inom Stockholms stad, nära Hammarby Sjö, se Figur 1. Inom planen föreslås ny bebyggelse huvudsakligen att uppföras längs med och söder om nuvarande Hammarbyvägen och Hammarby Fabriksväg. Utvecklingen inom planområdet Sjöstadshöjden innebär huvudsakligen två typer av förändringar:

- En ny gata i sydostlig riktning (Kopplingen) och en ny stadsgata (Hammarbygatan) som ersätter befintliga Hammarbyvägen och Hammarby Fabriksväg, samt ändrad utformning och höjdsättning av delar av befintliga gator (Virkesvägen, Heliosgatan)
- Sju kvarter med sammanlagt 22 nya eller ombyggda huskroppar längs Hammarbyvägen och Kopplingen.



Figur 1: Planområdet Sjästadshöjden.

2 METOD

2.1 SKYFALLSKARTERING

Skyfallskarteringen har utförts för ett 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25. Skyfallskarteringen genomfördes med det tvådimensionella hydrauliska beräkningsprogrammet HEC-RAS (US Department of Defense, Army Corps of Engineers). Modellerna beräknar nivå- och flödesförhållanden till följd av exempelvis nederbörd och flöden. Beräkningarna baseras på numerisk lösning av Navier-Stokes ekvationer. I den utredning användes Diffusive Wave Approximation of the Shallow Water (DSW) ekvationerna. Metoden för markavrinning som tillämpats följer Vägledning för skyfallskartering (MSB, 2017). Med metodiken görs förenklingar bland annat avseende beskrivning av ledningssystemets kapacitet och hur vattnet transporteras i vattendrag.

Modellberäkningar har utförts med programvaran HEC-RAS 2D istället för MIKE 21 som använts i tidigare modellering (Stockholm Vatten och Avfall & WSP, 2018). Fördelarna är att i HEC-RAS kan terrängmodellens upplösning varieras så en högre, mer detaljerad upplösning, kan användas i de delar av modellområdet där en grovre upplösning riskerar att ge felaktiga resultat. Om samma höga upplösning skulle användas i hela modellområdet blir simuleringstiderna mycket långa (flera dagar per beräkning), vilket är en begränsning för MIKE 21 som använts i tidigare modellering.

HEC-RAS 2D-modell använder ett nätverk av beräkningsceller med hydrauliska egenskaper som baseras på terrängmodell och markens råhet, vilket gör det möjligt att använda en metod för subgrid-upplösning för att förbättra viss beräkning. Beräkningsceller kan variera i storlek och form. Vatten tillförs till eller avleds från modellen via ansatta randvillkor och följer terrängen ner mot lägre nivåer. Djup och hastighet beräknas i varje cell.

Trots HEC-RAS-verktygets flexibilitet för att hantera geometri med liten upplösning tillåter det inte att använda olika avrinningskoefficienter, så ett genomsnittligt regn användes för hela beräkningsområdet. Mer information om konsekvenserna av detta tillvägagångssätt presenteras i regnkapitlet.

Modellens ingångsdata består av en terrängmodell som beskriver modellområdets topografi, effektiva regnbelastningen och en fil som beskriver markens ojämnheter för olika ytor. Effektiva regnbelastningen erhålls genom en kombination av typen av markanvändning och tillhörande avrinningskoefficienter samt ett standardavdrag på regnbelastningen för att ta hänsyn till rörnätets kapacitet. För hårdgjorda ytor och tak har ett avdrag motsvarande intensiteten hos ett 5-årsregn med 30 min varaktighet utan klimatfaktor gjorts för att efterlikna ledningsnätets kapacitet. I den här modellen rinner allt vatten som träffar markytan på ytan.

För att studera översvämningsrisken till följd av skyfall har tre skyfallsmodeller satts upp, dels en för nuläget, dels en för ny planerad exploatering och dels en med någon föreslås skyfallsåtgärder. Detta för att kunna jämföra skillnaderna i översvämningsutbredning före och efter exploatering samt före och efter skyfallsåtgärder.

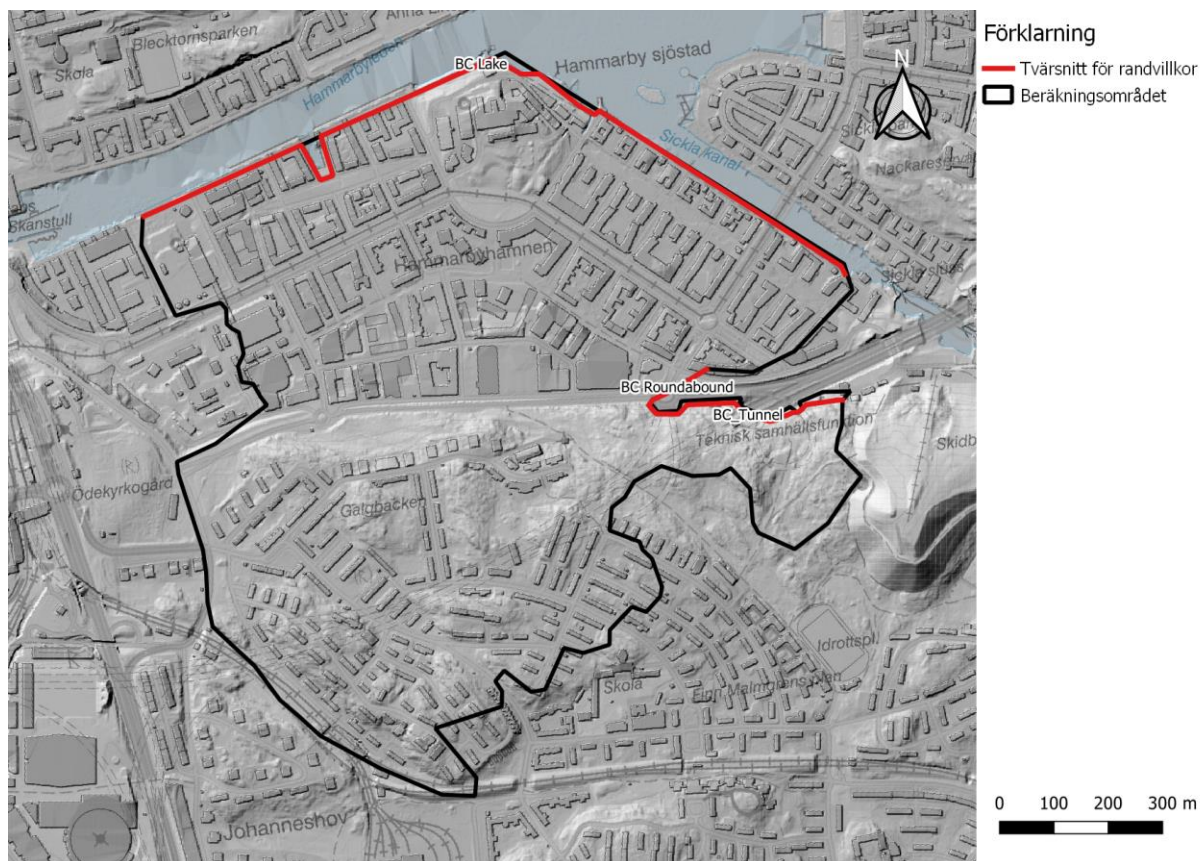
2.2 BERÄKNINGSOMRÅDE

På grund av behovet av att inkludera hela det naturliga avrinningsområdet i samma skyfallsmodell är modellområdet större än planområdets area, se Figur 2. Gränserna för modellområdet och tvärsnitt för randvillkor valdes noggrant för att bedöma flödet som rinner mot Södra Länkens tunnelmynningar. Södra Länkens tunnelmynning ingår således ej i modellområdet, men de valda randvillkoren gör att flöden och volymer som belastar Södra Länken från modellområdet enkelt kan utläsas.

2.3 KALIBRERING

Skyfallsmodellen för Sjöstadshöjden har inte kalibrerats eftersom kalibreringsdata saknas. Extrema väderhändelser som skyfall uppträder mycket sällan och ofta saknas observationer och mätningar från de regnevent som faktiskt har förekommit.

Med detta följer att modellens trovärdighet baseras på att de processer som styr avrinningsförloppet på markytan vid ett skyfall är inkluderade i modellen. De största osäkerheterna i skyfallsmodelleringar är ansatt infiltrationskapacitet samt ledningsnätets kapacitet, då endast ett schablonavdrag har gjorts för att beskriva ledningsnätets förmåga att avleda regnet.



Figur 2: Beräkningsområdet framtaget utifrån terrängmodellen.

2.4 ANALYS AV FARA FÖR MÄNNISKORS LIV ENLIGT MSB:S BEDÖMNING

Vid en situation med strömmande vatten uppkommer en risk för skador i form av exempelvis erosion, att lösa föremål transporteras bort, begränsad framkomlighet mm. Stora djup kan i sig utgöra en fara. Bedömning av om risker föreligger har studerats enligt MSB:s bedömningsgrunder, där graden av fara kan beräknas genom en sammanvägning av beräknat vattendjup och beräknad flödes hastighet. Tabell 1 visar klassificering av fara enligt MSB:s bedömning (MSB 2017).

Tabell 1: Klassificering av fara enligt MSB:s bedömning

| Klassgränser för $(V+C)*D$ | Bedömd fara |
|----------------------------|--------------------|
| < 0,75 | Ingen fara |
| 0,75 – 1,25 | Fara för vissa |
| 1,25 – 2,50 | Fara för de flesta |
| > 2,50 | Fara för alla |

Bedömningsvärde = $(V+C) * D$

där V= max hastighet, D= max vattendjup, C= koefficient (0,5)

3 INDATA

3.1 UNDERLAG

Följande underlag har använts vid framtagandet av skyfallsmodellen för Sjöstadshöjden:

Befintligt scenario:

- Markhöjdmodell Nedladdning, grid 1+ från Lantmateriet (1 m upplösning).

- Koordinatsystem: SWEREF99-1800
- 4 st rutor 2,5 x 2,5 km:
 - 1800_657_15_2525_2012
 - 1800_657_15_2550_2012
 - 1800_657_15_5025_2017
 - 1800_657_15_5050_2011
- GeoTiff format
- b) Hårdgöringsraster över Stockholms stad från SVOA (0,5 m upplösning).
 - Koordinatsystem: SWEREF99-1800
 - GeoTiff format
- c) Byggnadspolygoner för befintlig bebyggelse samt marknivåer mm för exploatering från Scalgo.

Ny exploatering för Sjöstadshöjden:

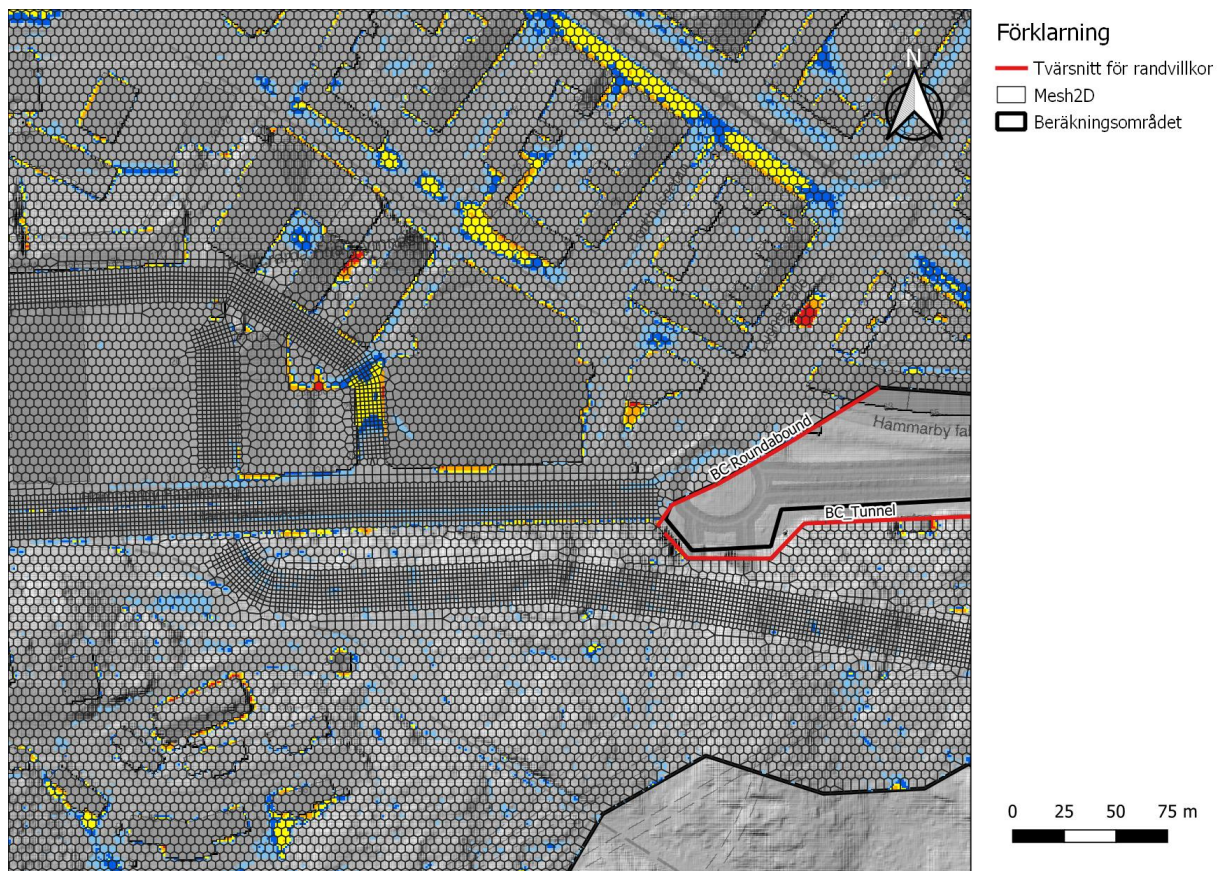
- a) Höjdnivåer längs nya vägar och vägar som kommer att förändras.
- b) Byggnadsutformning för nya husen

Beräkningar har utförts i koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet RH 2000.

3.2 HÖJDMODELL OCH NÄTVERK AV BERÄKNINGSCELLER

För skyfallsmodelleringen har två höjdmodeller tagits fram: i) en för nuläget och ii) en för ny planerad exploatering för planområdet. Nätverket av beräkningsceller är det samma för båda scenarierna, även det detaljerade nätverket vilket underlättar resultatjämförelser.

Utanför de detaljerade områdena har cellerna en sexkantig form med en storlek på 4 m från sida till sida, 16 m², medan cellerna i detaljområdena är kvadratiska med 2 m bredd och följer specifika brytlinjer. Figur 3 visar ett exempel av nätverket av beräkningsceller runt Hammarbyvägen.



Figur 3: Exempel av nätverket av beräkningsceller runt Hammarbyvägen.

3.2.1 Nuläget

Höjdmodell för nuläget har skapats som ett raster med upplösningen 1x1 m upplösning utifrån befintlig höjdsättning. Befintliga byggnader har extraherats från Scalgo och höjts med 2 m i terrängmodellen för att få med hur vattnet rinner runt byggnaderna. Broar har tagits bort och viadukter och underfarter öppnats upp.

3.2.2 Ny planerad exploatering

Höjdmodell för ny planerad exploatering har skapats som ett raster med samma upplösning som nuläget (1x1 m) med den följande ändringar:

- Projekterade gatuhöjder för planområdet har använts för ny höjdsättning på gatorna med 0,5 m upplösning
- Nya byggnader har extraherats ur arkitekternas underlag och höjts med minst 2 m i terrängmodellen.
- Marknivåer från stadens och byggaktörernas landskapsarkitekter har använts för interpolering av ny kvartersmark. I den mån där det saknats höjder har befintliga marknivåer använts, alternativt att nivån interpolerats till befintliga marknivåer.

3.3 MARKANVÄNDNING

För differentiering av markanvändningen har hårdgöringsrastret för Stockholms stad använts. Hårdgöringsraster har erhållits från Stockholm Vatten och Avfall AB. Markanvändningen har delats upp i fyra kategorier: tak, vägar, grönytor och vatten.

Markanvändningen ligger till grund för uppdelning i beskrivningen av markens råhet. Inom beräkningsområdet har, för både nuläget och ny exploatering, hårdgöringsrastret ersätts av byggnadspolygoner för befintlig bebyggelse enligt Scalgo underlag. Ny markanvändning och byggnader enligt planritningarna från projektets underlag.

3.4 MARKENS RÅHET

Markens råhet beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvämningförloppet. Generellt kan det sägas att hårdgjorda ytor har ett högt Mannings tal eftersom vattnet rinner snabbt på ytan. Mer genomsläppliga material, exempelvis grönytor, har ett lägre Mannings tal vilket betyder att vattnet rinner långsammare. Av denna anledning har även taken på byggnader i modellen givits ett lågt värde på Mannings tal. I Tabell 2 redovisas de värden på Mannings tal som använts för olika typer av markanvändning.

Tabell 2: Mannings tal för olika typer av markanvändning.

| Markanvändning | Mannings tal [$m^{1/3}/s$] |
|----------------|------------------------------|
| Vägar | 70 |
| Byggnader, tak | 10 |
| Grönområden | 5 |

3.5 REGN

Regnbelastning är ett 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 och varaktighet av 6 timmar. Regnet simulerats som ett CDS-regn med en centrala block av 10 min. Detta regn motsvarar enligt dagens klimatscenarier ett skyfall i ett klimat som kan tänkas råda år 2100 (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2018). Totalt nederbörd under 6 timmars är 106 mm och med ett centralt block på 37 mm.

Eftersom modellen inte tar hänsyn till infiltrationen eller ledningsnätets kapacitet är det nödvändigt att uppskatta ett effektivt regn baserat på markanvändningen. Två huvudantaganden tas för att uppskatta den effektiva regnen:

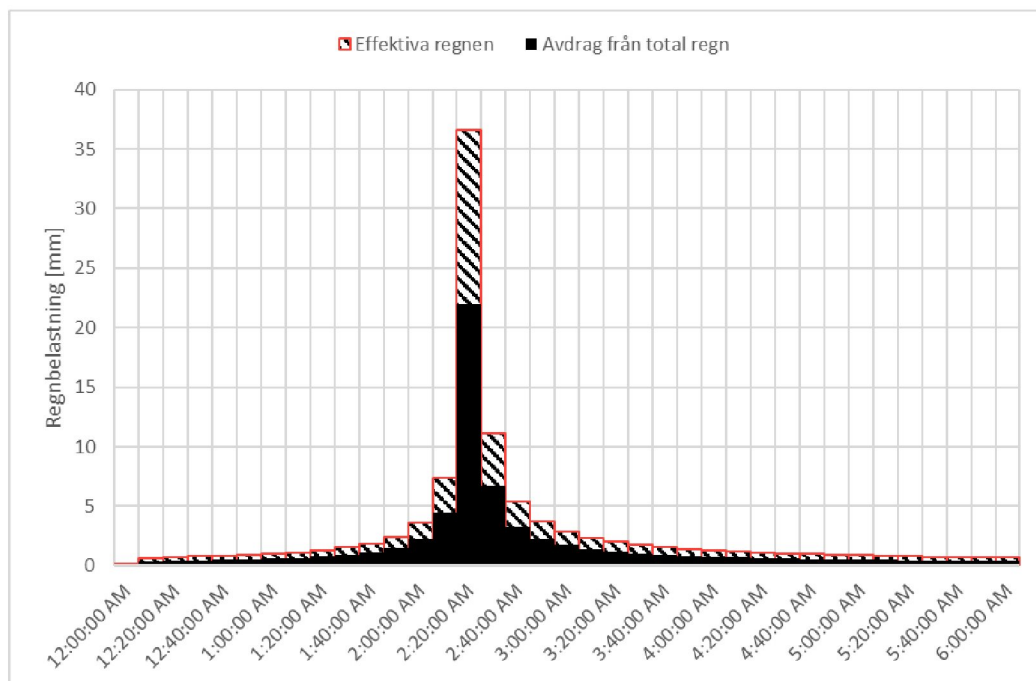
- Permeabla ytor som grönområden har en kvarhållnings- och infiltrationskapacitet som uppskattas med en avrinningskoefficient. Dessa områden har ingen dagvattenhantering.
- Ogenomträngliga ytor som tak eller vägar har ingen kvarhållnings- eller infiltrationskapacitet, deras avrinningskoefficient är 1. Hänsyn har inte tagit till effekten av lokal dagvattenhantering.

Den del av nederbörden som inte infiltrerar ner i marken eller stoppas upp på markytan kommer rinna av som ytavrinning. Rent modelltekniskt har alltså inte hela regnvolymer belastat den hydrauliska modellen, utan endast den del som förväntas bidra till avrinningen på markytan, dvs. den effektiva regnen.

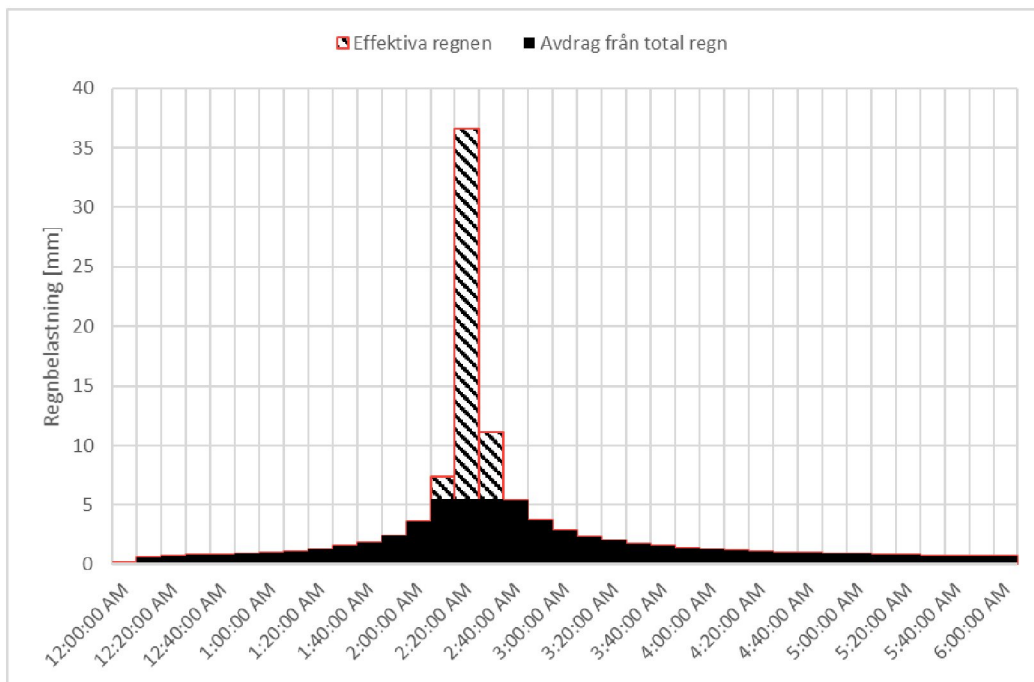
När gäller permeabla ytor har regnet multiplicerats med avrinningskoefficienter som ansatts utifrån typ av markanvändning. Avrinningskoefficienterna har anpassats utifrån regnets återkomsttid med utgångspunkt från resonemang i P110 (Svenskt Vatten 2016), se Tabell 3 och Figur 4. När gäller hårdgjorda ytor och tak har ett avdrag för ett 5-årsregn med 30 min varaktighet utan klimatkoefficient gjorts för ledningsnätets kapacitet, vilket motsvarar 92,3 l/s/ha, 33,2 mm/h eller högst 5,5 mm i varje 10 min block av CDS-regn, se Tabell 3 och Figur 5.

Tabell 3: Avrinningskoefficient, regnbelastning och Mannings tal för olika typer av markanvändning.

| Markanvändning | Avrinningskoefficient | Avdrag för ledningsnätet (5-årsregn med 30 min varaktighet) [mm/h] | Regnbelastning [mm] |
|----------------|-----------------------|--|---------------------|
| Vägar | 1,0 | 33,2 | 38,5 |
| Byggnader, tak | 1,0 | 33,2 | 38,5 |
| Grönområden | 0,4 | - | 42,2 |

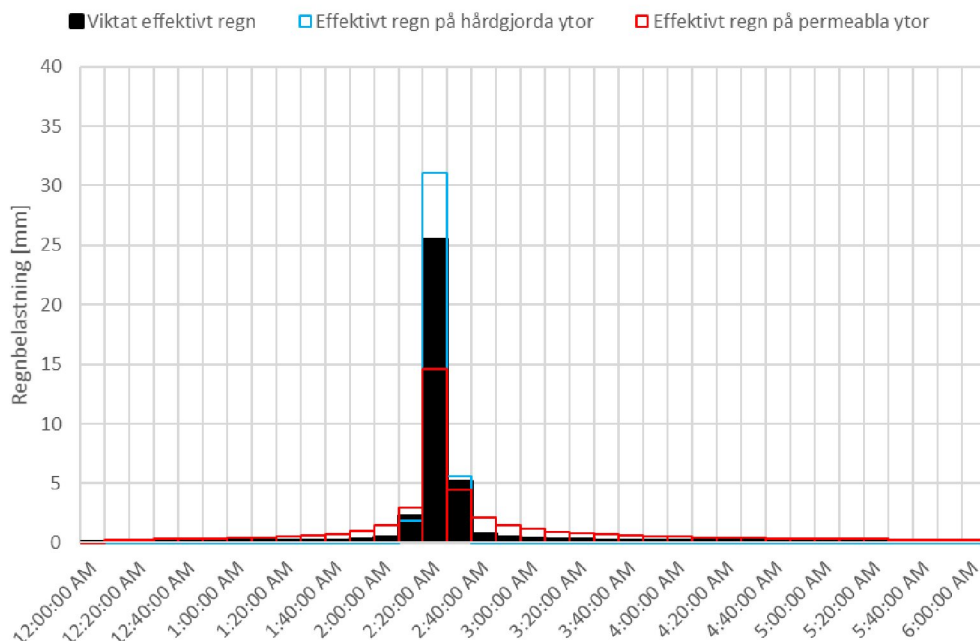


Figur 4: Effektivt regn och avdrag från totalt regn på permeabla ytor.



Figur 5: Effektivt regn och avdrag från totalt regn på hårdgjorda ytor och tak.

HEC-RAS-verktyget använder en unik nederbörd som ingång för modellen. Den totala regnvolymen är mycket lika för de olika ytorna, ca 40 mm (Tabell 3) varför ett viktat CDS-regn enligt Figur 6 använts.



Figur 6: Viktat effektivt regn

I beräkningarna tas ingen särskild hänsyn till den fördröjning som skapas med dagvattenåtgärder som uppfyller Stockholms stads åtgärdsnivå. Åtgärdsnivån innebär att vid nyexploatering och större ombyggnad av allmän platsmark ska dagvattenåtgärder vidtas med kapacitet att fördröja 20 mm nederbörd. På motsvarande sätt har ingen särskild hänsyn tagits till det utökade fördröjningskrav som gäller för vissa fastigheter. Bedömning har gjorts att dessa åtgärder har liten påverkan på modelleringsresultatet.

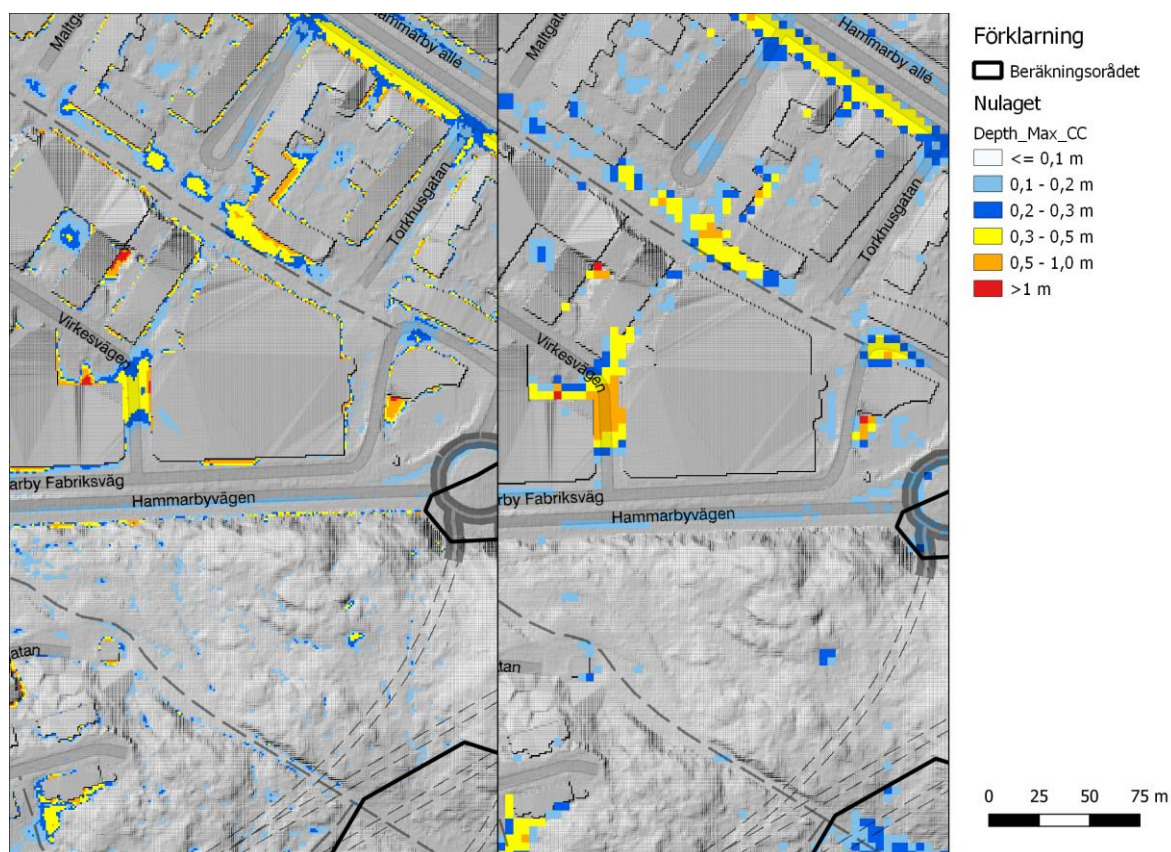
4 RESULTAT

4.1 ÖVERSIKT ÖVER RESULTATFORMAT

Resultaten från skyfallsutredningen presenteras dels genom att redovisa översvämningsrisken till följd av skyfall inom planområde och dels som planområdets påverkan på översvämningsrisken för omgivningen. Resultatkartor presenteras i form av maximalt vattendjup och maximala flöden under simuleringen. Med maximalt vattendjup respektive maximalt flöde menas maximalt vattendjup/flöde för varje beräkningsruta över hela beräkningen, det finns alltså ingen tid kopplad till maximalt vattendjup.

Analysen är gjord med en gemensam terrängmodell med cellstorlek 1x1 m och även om detta är en hög upplösning kan det finnas trösklar och passager i terrängen som inte kommit med i terrängmodellen. Dessa eventuella trösklar och passager kan påverka översvämningsutbredningen. Det är också viktigt att poängtera att resultaten från skyfallsmodelleringen bara redovisar marköversvämningar till följd av skyfall och inte de översvämningar som sannolikt skulle uppkomma i källare och liknande utrymmen till följd av överbelastade avloppssystem. Dessutom presenteras toppflöden och volymer för specifika tvärsektioner där förändringar förväntas på grund av nya exploatering och åtgärder.

Resultat från tidigare utförd modellering har jämförts med resultat från nya beräkningar med HEC-RAS vilka visar de modellantaganden som nyttjats ger resultat med god överrensstämmelse med beräkningar utförda med MIKE 21, se Figur 7, men det är också värt att märka att när upplösningen ökades för delar av modellområdet (framförallt inom projektområdet Sjästadshöjden) erhöles resultat som skiljer sig från tidigare resultat från 2018 (Stockholm Vatten och Avfall & WSP, 2018).



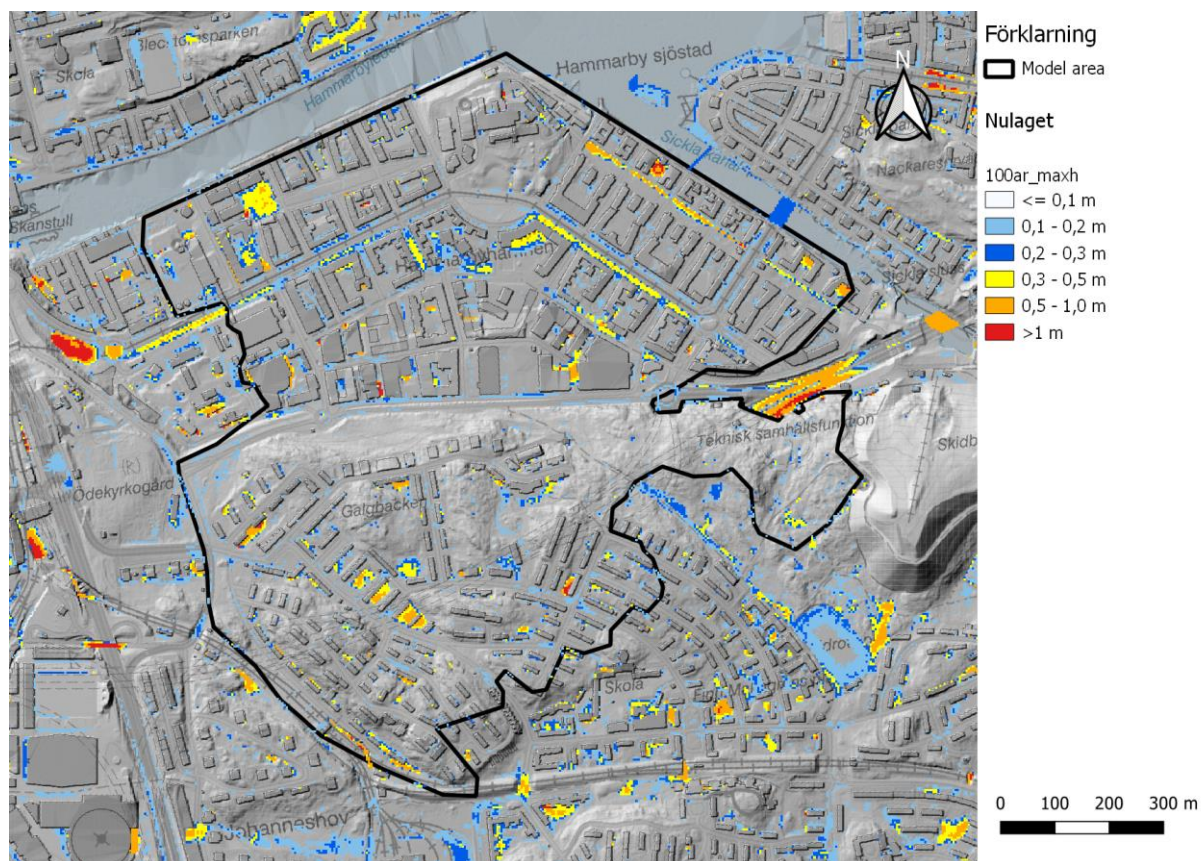
Figur 7: Skillnad mellan HEC-RAS modell med 1 m cellstorlek (vänster) och 2018 MIKE 21 modell med 4 m cellstorlek (höger).

4.2 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – NULÄGE

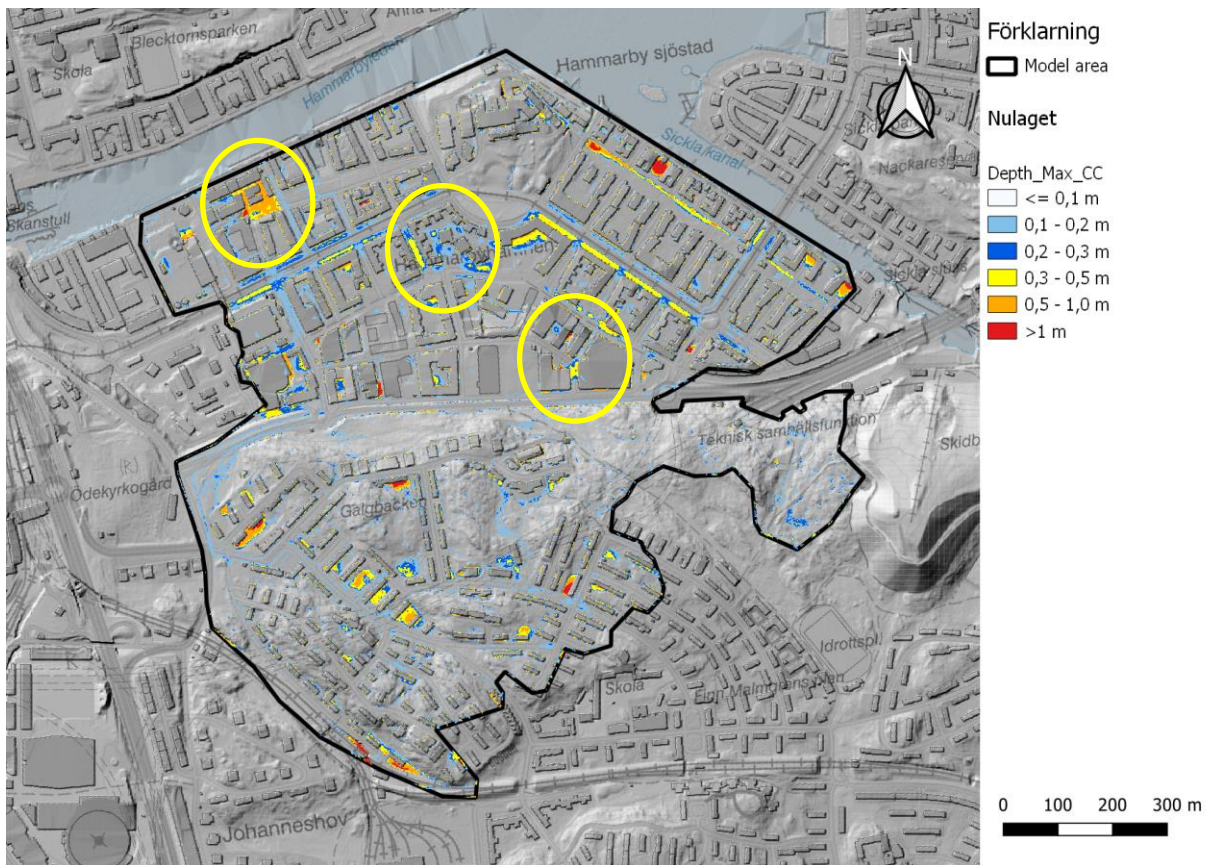
Modelleringen vid nuläget scenario bekräftar tidigare analyser. Inom det studerade området ansamlas vatten i samma identifierade lågpunkter och en stor del av skyfallsvolymer rinner mot Södra Länkens tunnelmyningar. Figur 8 visar resultaten från den tidigare utredningen och Figur 9 visar samma resultat, men från HEC-RAS -modellen. Identifierade lågpunkter är inringat i gult i figuren. Överensstämmelsen bedöms som god och inga anmärkningsvärda skillnader identifierades.

I Figur 10 och Figur 11 visas de maximala flödena inom området.

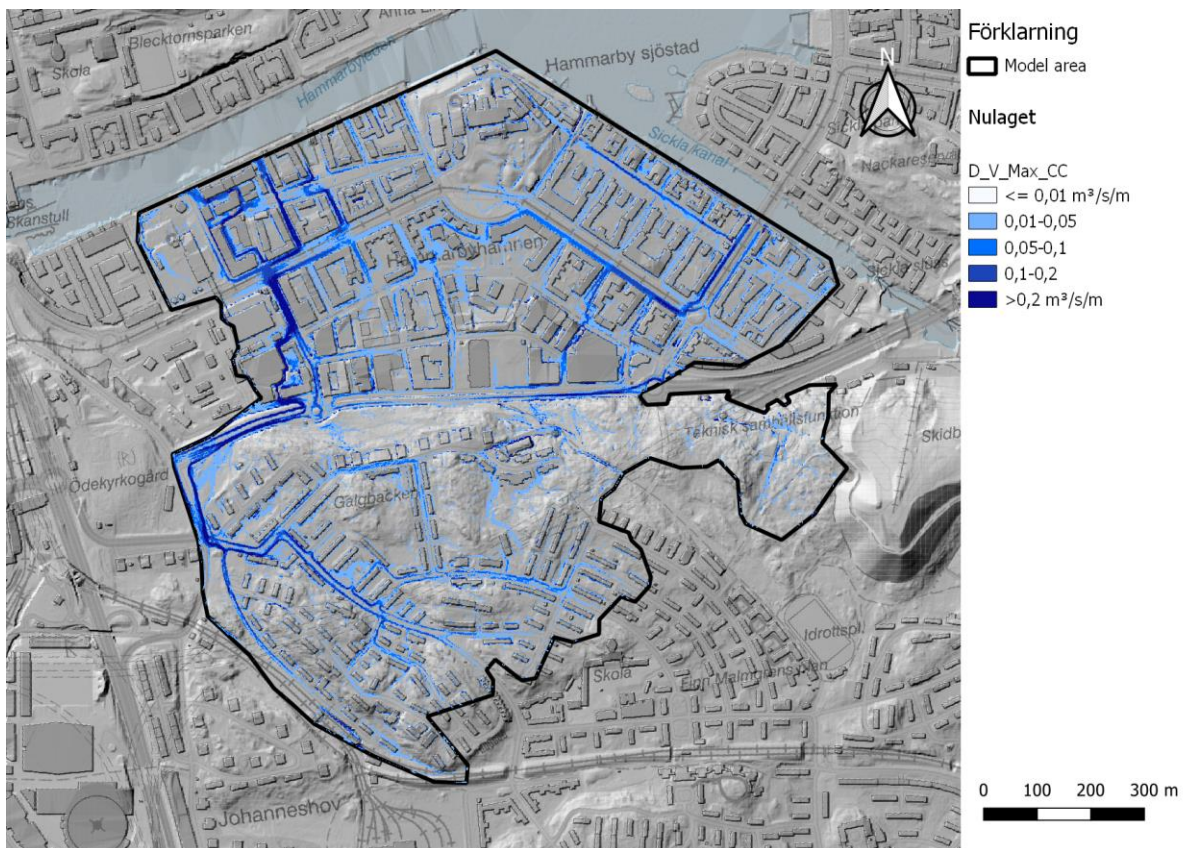
Den beräknade graden av fara enligt MSB kriterium i samband med ett 100-årsregn är generellt sett liten inom det studerade modellområdet. Figur 12 visar kartering av beräknad fara.



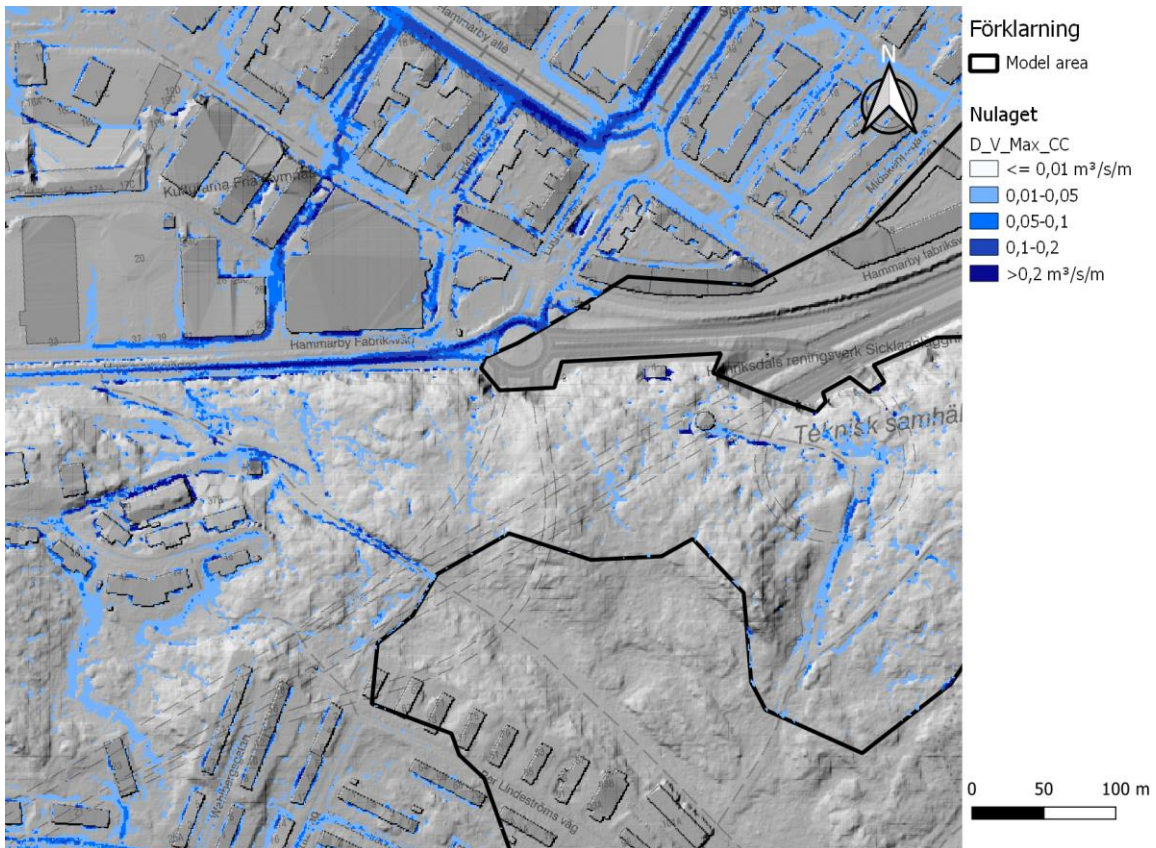
Figur 8: Nuläge: Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn från 2018 MIKE 21 beräkningar.



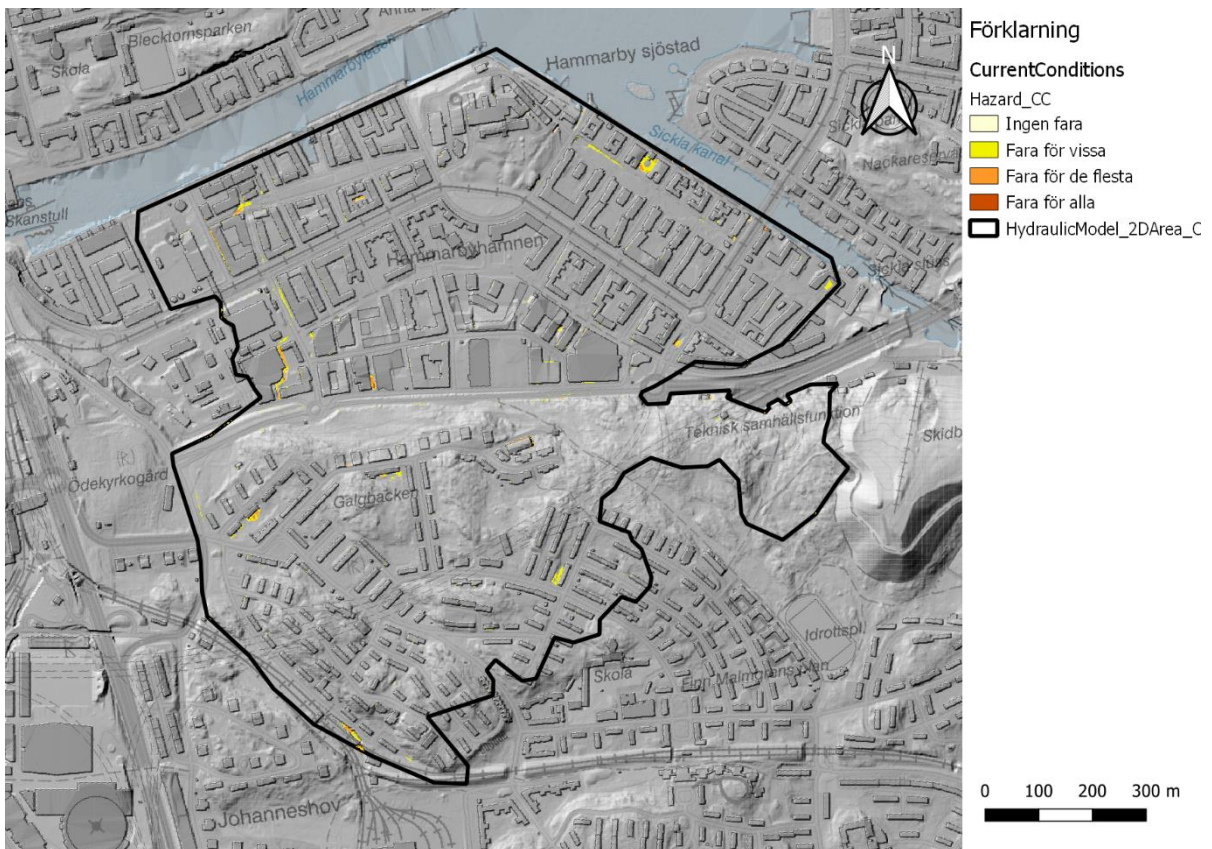
Figur 9: Nuläge: Beräknade maximalt vattendjup vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn från HEC-RAS beräkningar.



Figur 10: Nuläget. Beräknade maximala flöden (m³/s/m) vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



Figur 11: Nulåget. Detalj området av beräknade maximala flöden ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

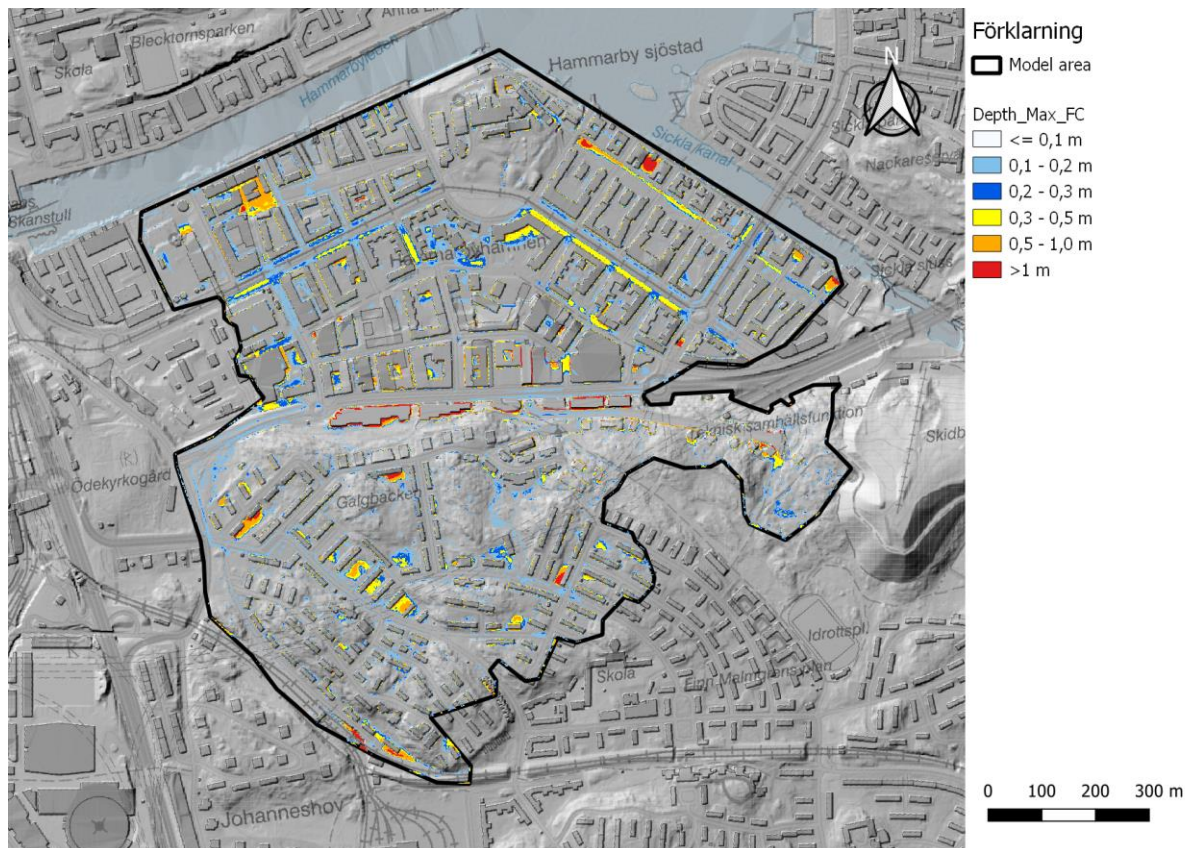


Figur 12: Nulåget. Beräknade fara enligt MSB vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

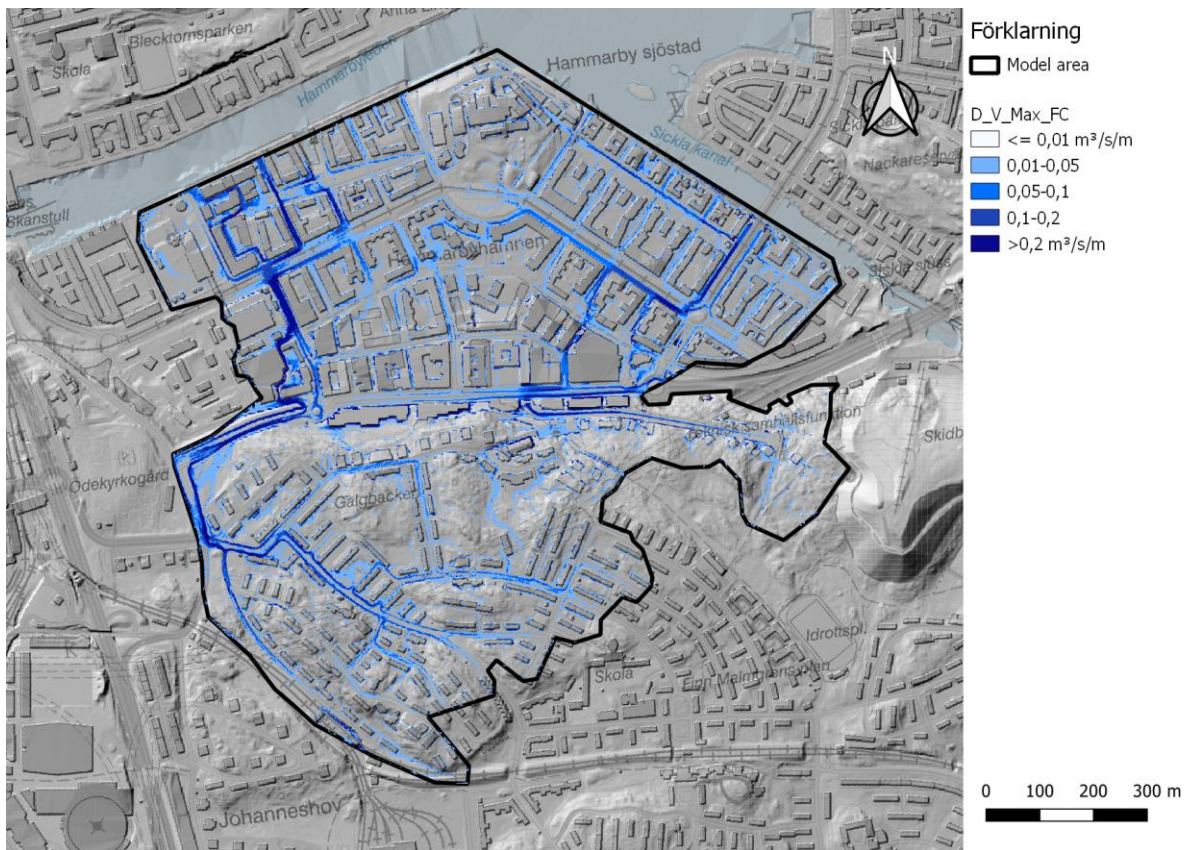
4.3 BERÄKNADE VATTENNIVÅER OCH FLÖDEN – FRAMTIDA SITUATION

För fallet med ny exploatering och nya gatunivåer i planområde visar Figur 13 resultaten av maximala vattendjupet från modelleringen över planområdet samt Figur 14 och Figur 15 visar flödesvägar.

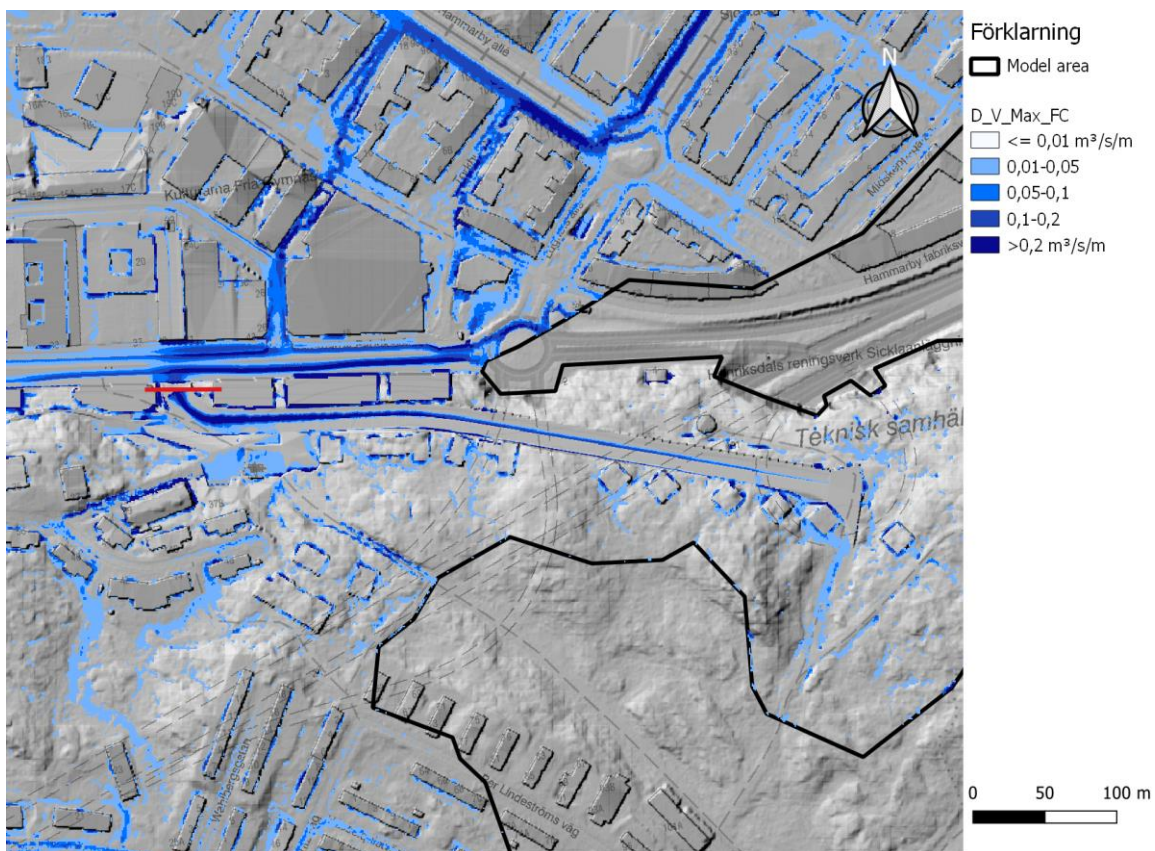
Avrinningen via lokalgatorna förändras sammantaget mycket lite mot nuläget. Av Figur 14 framgår att flödet via Heliosgatan (och via kvartersmark i kvarteren väster om Heliosgatan) minskar. För Virkesvägen och lokalgatorna kring östra cirkulationsplatsen är situationen lite mer svårbedömd, se Figur 15, och behöver studeras mer i detalj för att klargöra det.



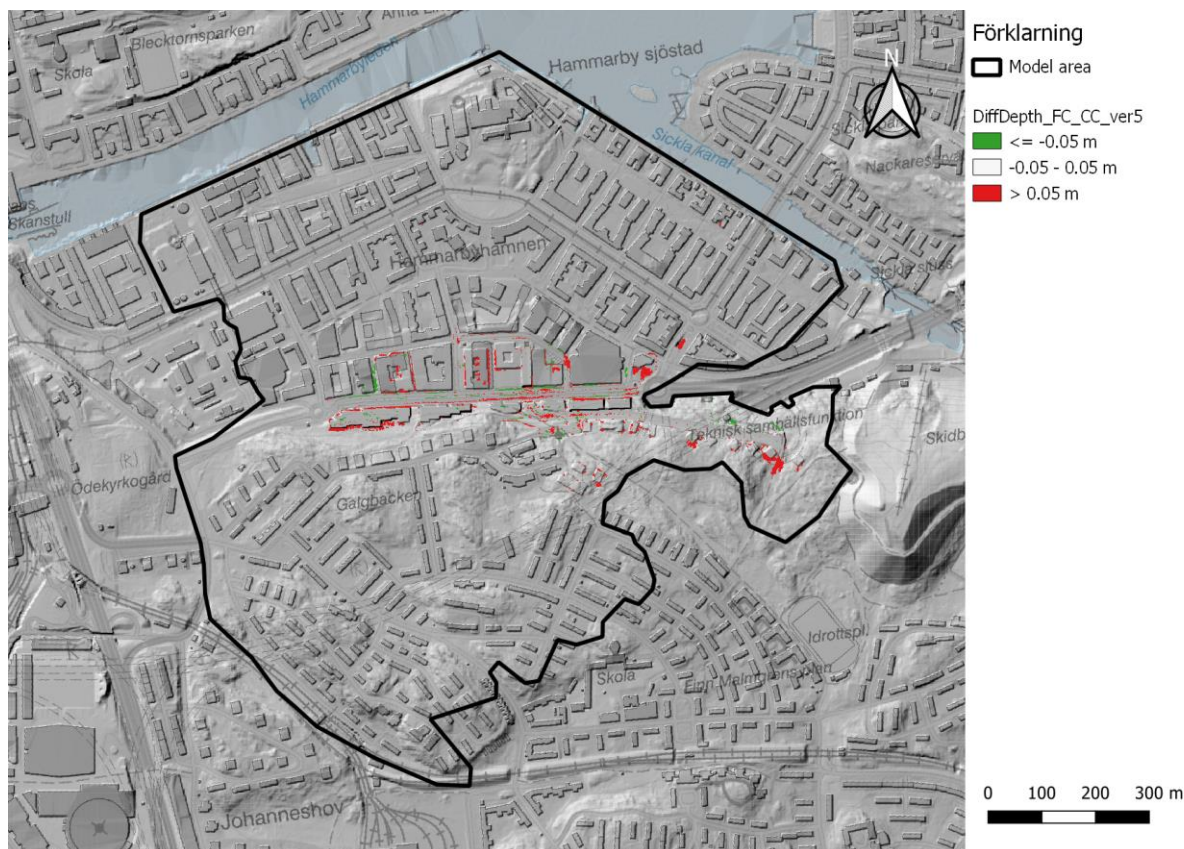
Figur 13: Framtida situation kraftigt regn: Beräknat maximalt vattendjup i händelse av klimatkorrigerat 100-årigt regn.



Figur 14: Framtid. Detalj området av beräknade maximala flöden (m³/s/m) vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



Figur 15: Framtid. Detalj området av beräknade maximala flöden (m³/s/m) vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.



Figur 16: Skillnad av maximalt vattendjup mellan framtid och nuläget vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

Framtida skyfallsvolymer påverkas totalt sett i liten utsträckning av den planerade bebyggelsen. Avrinningen från exploaterade ytor ökar, men då samtidigt dagvattensystem byggs ut innebär det att den ytliga avrinningen via mark från dessa ytor reduceras i ungefär motsvarande omfattning.

Den största förändringen mellan nuläge och efter planerad exploatering är att yliga flöden vid skyfall följer ändrade avrinningsvägar, vilket är en följd av hur marken höjdsätts, och hur byggnader utformas.

En konsekvens av dessa förändringar uttrycks i skyfallsvolymer som rinner till Södra Länken. I nuläget är volymen som rinner från söder via naturmark av samma storleksordning som volymen som rinner via Hammarbyvägen, men i det framtida scenariot bildas ett nytt stråk med koncentrerade flöden via Kopplingen och betydligt mer vatten rinner därför via Hammarbyvägen. Beräknade volymer mot tunnelmynningar för nuläget och framtidsscenarioet presenteras i Tabell 4.

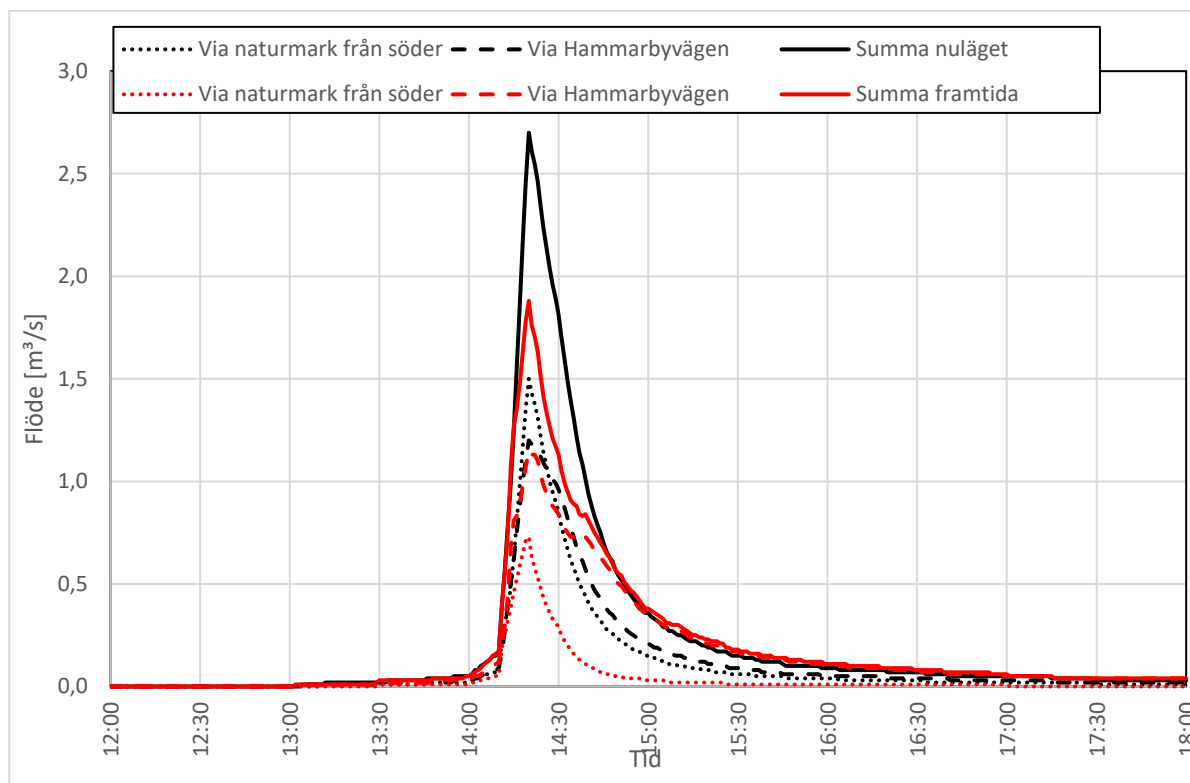
Tabell 4: Beräknade volymer till Södra Länken

| Scenario | Via naturmark från söder (1000 m ³) | Via Hammarbyvägen (1000 m ³) | Summa (1000 m ³) |
|----------|---|--|------------------------------|
| Nuläget | 2,24 | 2,55 | 4,79 |
| Framtida | 0,85 | 3,27 | 4,12 |

Påverkan på översvämningsrisken för Södra Länken är faktiskt positiv men liten (ca 700 m³). I beräkningarna har dessutom inte hänsyn tagits till de volymer som skapas i lokala dagvattenåtgärder inom projektområdet. Dessa åtgärder rymmer i storleksordningen 500 - 1 000 m³, vilket är en inte obetydlig andel av det totala inflödet till Södra Länken.

Medan volymen av inflödet till Södra länken totalt sett är av samma storleksordning som i nuläget, följer vattnet nya flödesvägar som är längre än de nuvarande vilket medför att flödesförloppet blir mer

utsträckt över tid, och de momentana flödestopparna som når tunnelmynningen blir lägre än i nuläget. Förändringarna kan utläsas ur Figur 17.



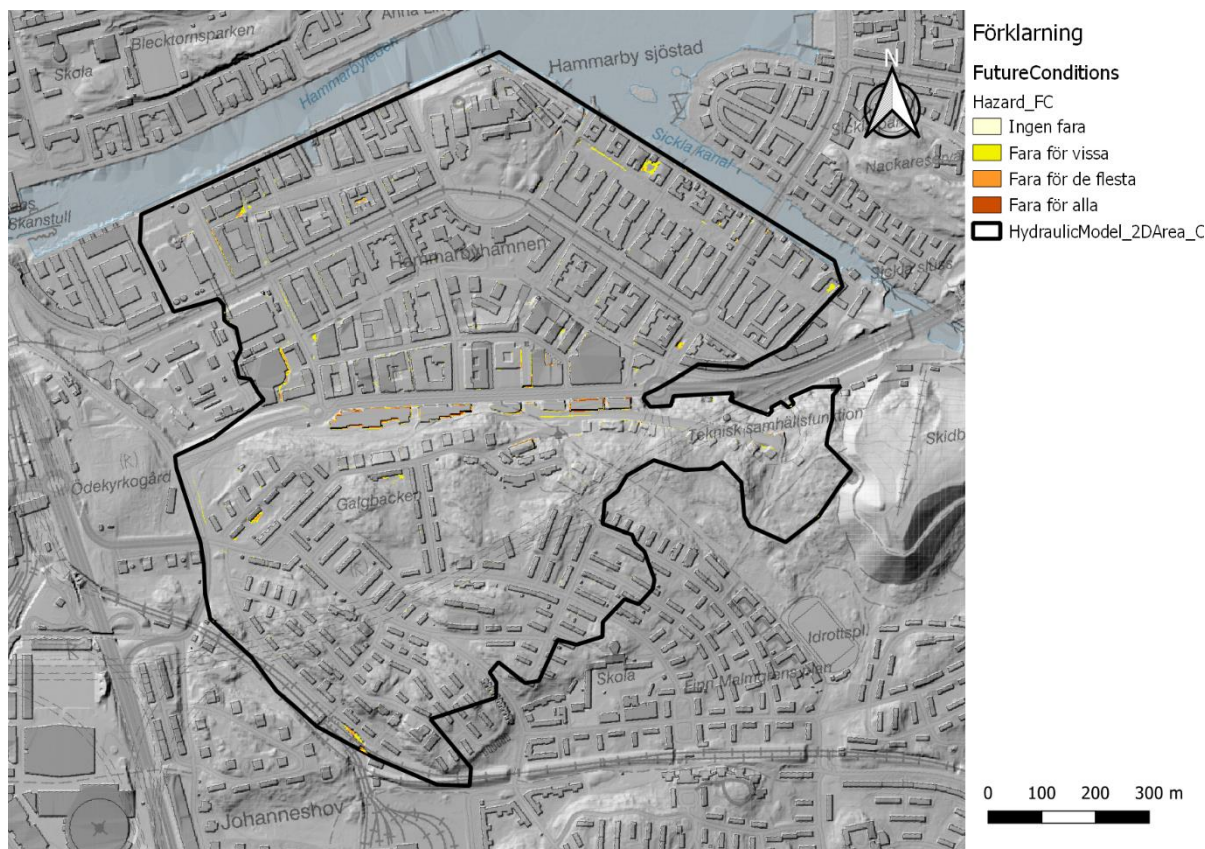
Figur 17: Inflöde hydrograf till Södra länken vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn. Svarta linjer är nuläget och röda linjer är framtid.

En konsekvens av ett nytt stråk med koncentrerade flöden via Kopplingen blir att stora flöden som rinner mot den planerade bron över Hammarbygatan behöver kunna ledas till den lägre liggande Hammargatan. Hur vatten kommer att avledas ner från bron är inte klart och behöver studeras mer i detalj i det framtida arbetet.

De momentana flödestopparna mot bron från södra sida kommer att bli ca 2,2 m³/s.

Den beräknade graden av fara enligt MSB kriterium i samband med ett 100-årsregn är generellt också sett liten för framtida förhållanden. Figur 18 visar kartering av beräknad framtida fara. De förhöjda värden som framgår av bilden nedan kan förklaras av att utformningen av kvartersmarken kring nya byggnader ännu inte har studerats närmare.

Bedömningar utförda enligt MSB:s metodik fångar inte upp risker kopplade till vattennivåer som når vissa kritiska nivåer som exempelvis entréer och garageinfarter och liknande, där skador kan uppkomma även vid små djup och låga flödes hastigheter.



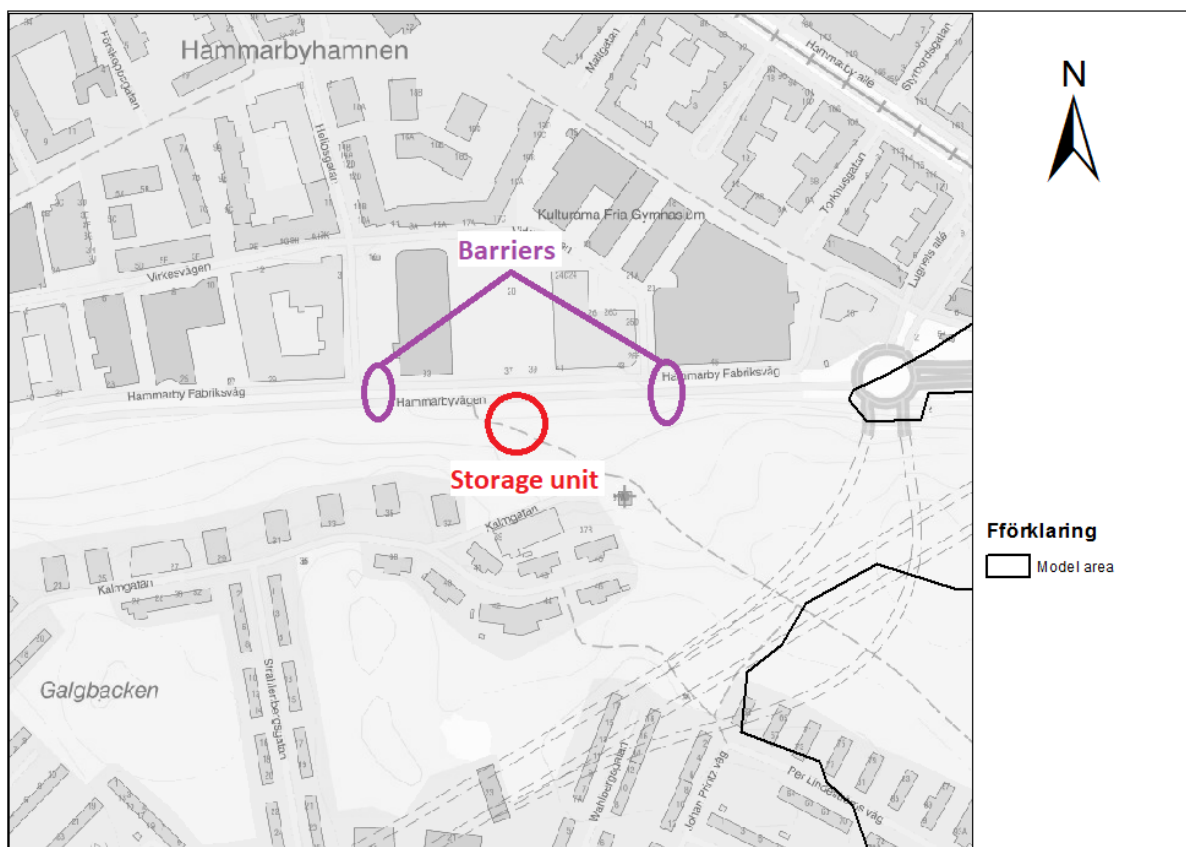
Figur 18: Framtid. Beräknade fara enligt MSB vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

4.4 SKYFALLSÅTGÄRDER

Då tidigare analyser visade på ökad avrinning mot Södra Länkens tunnelmynning övervägdes möjligheten att skapa ett skyfallsmagasin i anslutning till södra brofästet där Kopplingen korsar Hammarbygatan. Då resultaten inte visar på ökade volymer till Södra Länken, finns inte behovet av detta magasin längre kvar. Behovet av att samla upp vatten vid skyfall och leda ner det till den lägre gatunivån kvarstår dock, för att förhindra vidare flöden över bron till bebyggelsen i Hammarby Sjöstad som tidigare nämnts.

Barriärer eller justerad höjdsättning av Hammarbygatan har studerats i syfte att bedöma om man med en justerad höjdsättning kan styra vatten från Hammarbygatan till angränsande lokalgator (Heliosgatan respektive Virkesvägen). Åtgärden var en del i arbetet med att minska belastningen på Södra Länken tillsammans med det tidigare nämnda magasinet. Med 30 cm höga barriärer kan ca 80% av volymerna som annars avleds till Södra Länken istället avledas via dessa vägar.

Figur 19 visar plats för studerade åtgärder (justerad höjdsättning samt skyfallsmagasin). Beräknade volymer mot tunnelmynningar presenteras i Tabell 5.

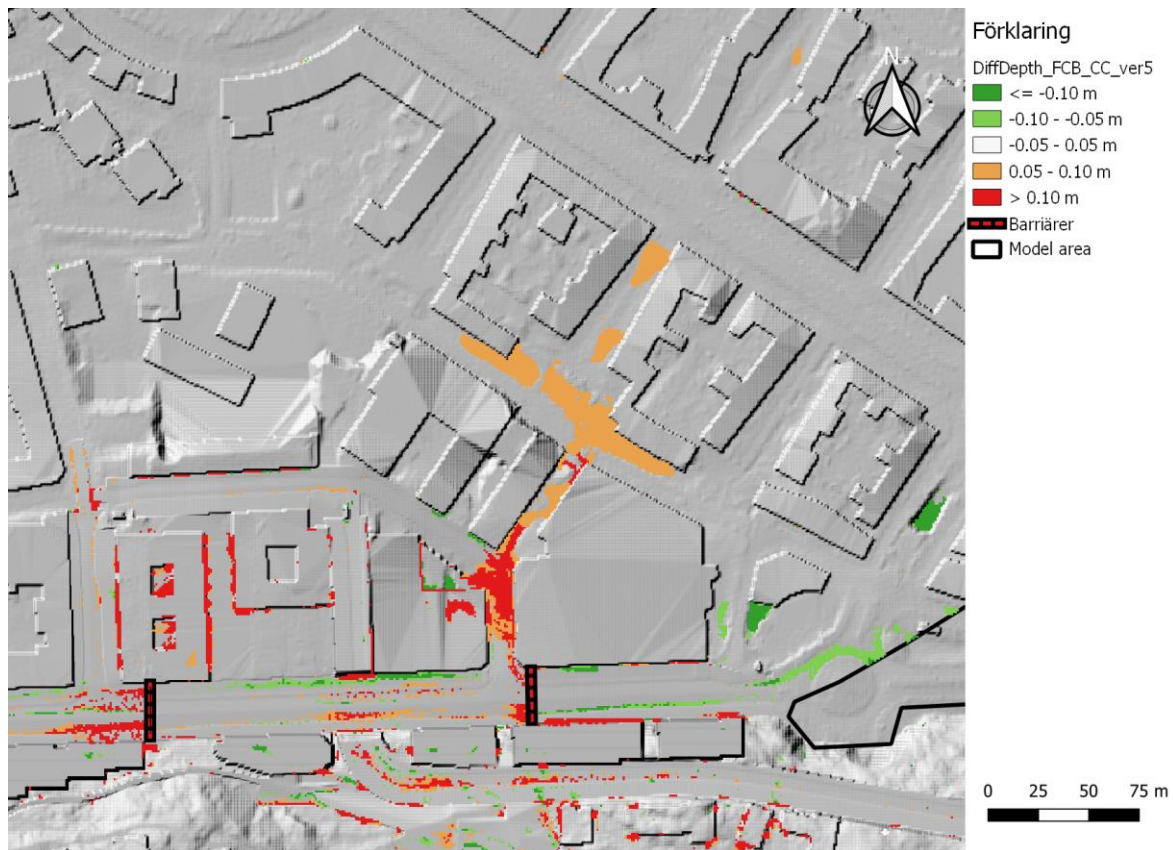


Figur 19: Plats för föreslagna begränsningar.

Tabell 5: Beräknade volymer till Södra Länken med barriärer som skyfallsåtgärd

| Scenario | Via naturmark från söder (1000 m ³) | Via Hammarbyvägen (1000 m ³) | Summa (1000 m ³) |
|------------------------|--|---|---------------------------------|
| Nuläget | 2,24 | 2,55 | 4,79 |
| Framtida med barriärer | 0,85 | 0,25 | 1,10 |

Resultaten från beräkningsscenarioet framtida förhållanden utan skyfallsåtgärder visar att inget behov finns av särskilda skyfallsåtgärder, men om det i senare skede av projektet uppkommer diskussioner om att minska flödet till Södra Länken, visar resultaten av analysen att även mindre barriärer kan ge en betydande positiv effekt med avseende på minskade volymer till Södra Länken. Samtidigt ökar då flödena längs andra skyfallsvägar, vilket kan leda till försämrade förhållanden i andra delar av bebyggelsen, i första hand längs flödesstråket från Virkesvägen. Konsekvenserna för bebyggelsen längs de aktuella flödesvägarna behöver i sådana fall utredas närmare. Figur 20 visar skillnaden mellan nuläget och framtid med studerade åtgärder kring Virkesvägen. Figuren visar beräknad förändring avseende maximalt vattendjup längs Virkesvägen och vidare mot Korphoppsgatan. Den största ökningen sker på Virkesvägen, och är mindre än 0,2 m. Förändringen i tunnelmynningen till Södra Länken framgår ej av figuren, men kan utläsas ut Tabell 5.



Figur 20: Skillnad av maximalt vattendjup mellan framtid med skyfallsåtgärd och nuläget vid ett klimatkorrigerat 100-årsregn.

5 SLUTSATSER

Skyfallsmodelleringen har karterat ett framtida 100-årsregn över exploateringsområdet. Tre beräkningsscenarier har simulerats dels för nuläget med befintlig markanvändning och höjdsättning, dels för planerad exploatering med ny höjdsättning, ändrad markanvändning och nya byggnader samt dels för planerad exploatering med skyfalls åtgärden att minska belastningen på Södra Länken.

Skyfallsmodelleringen visar följande resultat:

- I nuläget:
 - Vatten ansamlas i samma identifierade lågpunkter som i tidigare analyser, där Södra Länkens tunnelmynning är den största.
 - Den beräknade graden av fara i samband med ett 100-årsregn är generellt sett liten.
- Med planerad bebyggelse:
 - Skyfallsvolymer ökar inte markant, varken till Södra Länken eller via lokalgator i Hammarby Sjöstad, tvärtom sker en viss minskning till Södra Länken.
 - Avrinningen sker via delvis andra flödesvägar.
 - Ett nytt stråk med koncentrerade flöden bildas via Kopplingen fram till den nya bron. Flöden som rinner till den nya bron behöver samlas upp och ledas ner till Hammarbygatans lägre gatunivå.
 - Det förkommer inget behov av skyfallsmagasin vid södra brofästet för att begränsa skyfallsvolymer jämfört med nuläget.
 - Beräknade kombinationer av vattendjup och flödes hastighet bedöms inte utgöra någon fara.

Skyfallsmodelleringen ger inte svar på hur vatten kommer att avledas från bron till Hammarbygatan. Utförandet av denna brokonstruktion och de olika funktioner som ska integreras i brofästet är inte klart och behöver studeras mer i detalj i det framtida arbetet. De momentana flödestopparna mot bron från södra sida är stora, ca 2,2 m³/s.

Åtgärder har studerats för att styra en större del av vattnet via lokalgator i Hammarby Sjöstad. Sådana åtgärder är möjliga, men bedöms inte nödvändiga. Resultaten av sådana åtgärder redovisas i denna rapport, men de analyserades inte vidare.

Beräkningarna ger en viss överskattning av framtida flöden och volymer vid skyfall, då hänsyn inte tagits till de lokala fördröjningsåtgärder av dagvatten som vidtas inom planområdet och som syftar till att uppfylla 20-mm-kravet som följer av Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten. Påverkan på resultatet bedöms dock vara liten.

6 REFERENSER

Boverket (2018): Tillsynsvägledning avseende översvämningsrisker, Rapport 2018:8

IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Länsstyrelsen i Stockholms län, Länsstyrelsen i Västra Götalands län (2018): Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering, Fakta 2018:5.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB (2017): Vägledning för skyfallskartering – Tips för genomförande och exempel på användning. Publikation MSB1121 – augusti 2017.

Stockholm Vatten och Avfall & WSP (2018): Skyfallsmodellering Stockholms stad, Rapport

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

