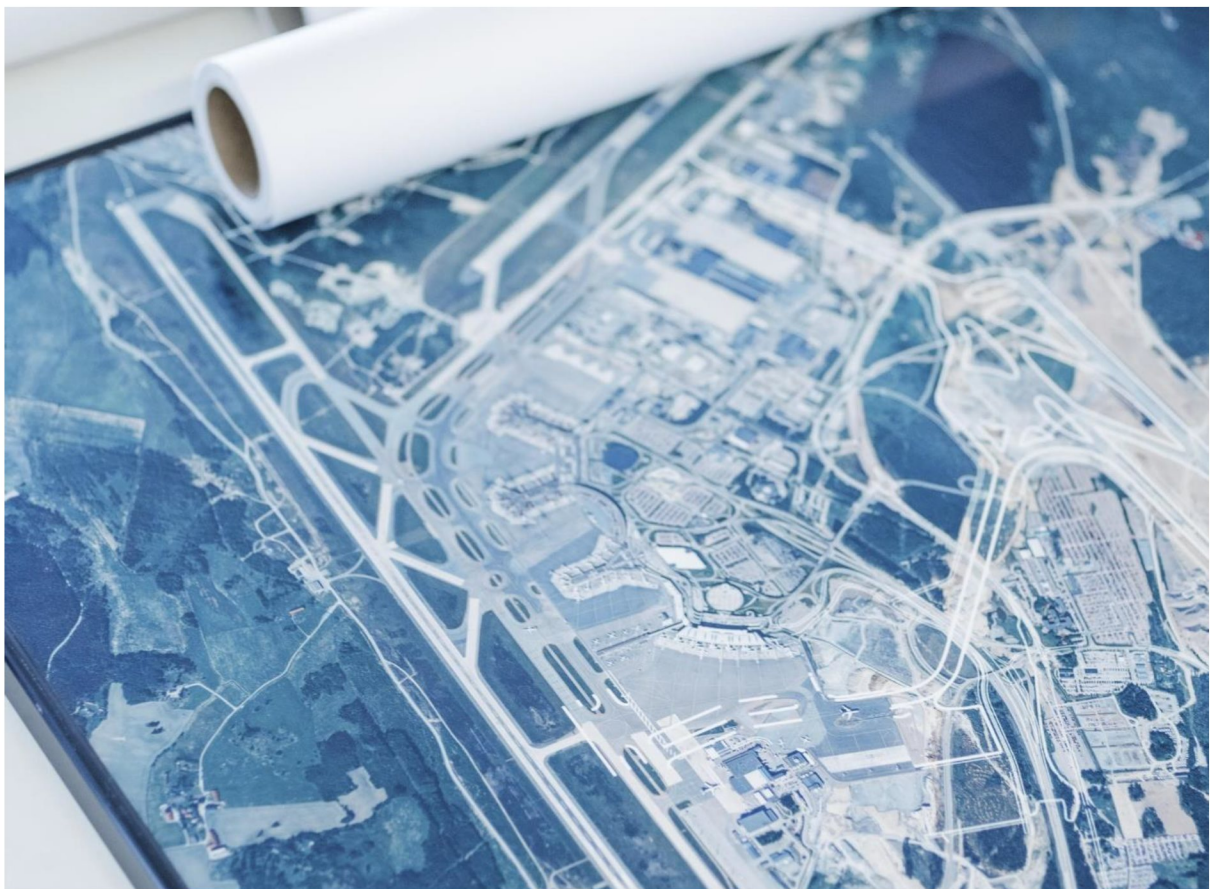


SKYFALLSUTREDNING STÅNGHOLMSBACKEN

2020-09-16 REDIVERAD 2021-09-29



wsp

SKYFALLSUTREDNING

STÅNGHOLMSBACKEN

KUND

Stockholms stad - Exploateringskontoret

KONSULT

WSP Bro & Vattenbyggnad

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Joakim Scharp
010 722 89 75
Joakim.scharp@wsp.com

Sofia Thurin
010 722 83 05
sofia.thurin@wsp.com

Olga Ekblom
08-508 266 33
olga.ekblom@stockholm.se

UPPDRAGSNAMN
Stångholmsbacken projektering
dagvatten APM

UPPDRAGSNUMMER
10296558

FÖRFATTARE
Marco Alicera; Olov Stenberg

DATUM
2020-09-16

ÄNDRINGSDATUM
2021-09-29

Granskad av
Joakim Scharp

Godkänd av
Joakim Scharp

SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag att utföra en skyfallsutredning för Stångholmsbacken. Planområdet ligger i Vårberg inom Stockholms stad. Inom planen ska ny exploatering anläggas norr och söder om Stångholmsbacken samt väster och öster om Vårholmsbackarna.

Tre skyfallsåtgärder har utretts för att mildra effekterna av skyfall efter den nya exploateringen. Den första åtgärden består av att skapa längre avrinningsvägar för dagvattnet inom kvartersmark, istället för att avleda vattnet ut till gatan den kortaste vägen. Denna åtgärd innebär en lokal fördröjning på kvartersmarken och presenterades i rapporten *Stångholmsbacken dagvattenutredning. Kvartersmark* (Norconsult, Revidering 2020-08-20).

Den andra åtgärden är att skapa nya fördröjningsmagasin, vilket gjorts i parkmarken vid Stångholmsplatsen.

Den tredje åtgärden innebär att utföra åtgärder utanför utredningsområdet, vilket var aktuellt i ett tidigare skede av utredningen. Viadukter stängdes i modellen för att testa dess effekt på skyfallens utbredning. Då effekten av detta inte påverkat skyfallens utbredning har viadukterna öppnats upp i modellen för att motsvara verkligheten.

Skyfallsmodelleringen har karterat ett framtida 100-årsregn över exploateringsområdet. Två beräkningsscenarion har simulerats, det första med befintlig exploatering i Stångholmsbacken och det andra med planerad exploatering. Ett avdrag för ett 10-årsregn med 30 min varaktighet har gjorts för att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet från alla hårdgjorda ytor och tak.

Modelleringen av nuläges-scenariot visar att det finns lågpunkter där vatten redan nu ansamlas inom utredningsområdet upp till 3 dm. Bland annat vid viadukten under Stångholmsbacken, samt vid två garageinfarter i östra delarna av Stångholmsbacken.

Modelleringen av framtidsscenariot visar följande resultat:

- Den nya lågpunkt som anlagts i parkstråket har önskad effekt, vid Stångholmsplatsen tillåts vatten ansamlas för att hantera ett tidigare problem med översvämning. Det kan finnas behov av en lokal åtgärd. En ny kupolbrunn har inkluderats i systemhandlingen för att leda bort dagvattnet över tid.
- Flöden mot Söderholmens planområde, nedströms Stångholmsbackens, ökar inte.
- Risken för översvämning nedströms planområdet är samma i nuläget som efter exploatering.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING	5
1.1 BAKGRUND	5
1.2 SYFTE	5
1.3 HÖJD- OCH KOORDINATSYSTEM	5
1.4 STUDERAT OMRÅDE	5
1.5 TIDIGARE UTREDNING	6
2 SKYFALLSÅTGÄRDER	8
2.1 ÅTGÄRDER INOM KVARTERSMARK	8
2.2 FÖRDRÖJNINGSMAGASIN	9
2.3 ÅTGÄRDER I NEDSTRÖM OMRÅDEN	9
3 METOD	9
3.1 SKYFALLSKARTERING	9
3.2 MODELLOMRÅDE	10
3.3 KALIBRERING	10
4 INDATA	10
4.1 UNDERLAG	10
4.2 HÖJDMODELL OCH NÄTVERK AV BERÄKNINGSCELLER	11
4.2.1 Nuläget	11
4.2.2 Planerad exploatering	11
4.3 MARKANVÄNDNING	11
4.4 MARKENS RÅHET	12
4.5 REGN	12
5 RESULTAT	14
5.1 ÖVERSIKT ÖVER RESULTATFORMAT	14
5.2 RESULTAT VID NULÄGET	15
5.3 RESULTAT VID PLANERAD EXPLOATERING	16
5.4 KOMMENTARER OCH REKOMMENDATIONER FRÅN RESULTATEN	19
6 SLUTSATSER	19
7 REFERENSER	20

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

WSP har fått i uppdrag att utföra en skyfallsutredning för Stångholmsbacken.

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 nederbördsmönster 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 Boverkets riktlinjer (Boverket, 2018) behöver översvämningsrisken till följd av skyfall beaktas vid planläggning. 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.

Länsstyrelsen i Stockholms län 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 (Länsstyrelsen, 2018). En klimatkfaktor ska inkluderas för att bedöma översvämningsrisken i ett förändrat klimat. På detaljplanenivå 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 vid skyfall. Skyfallsmodelleringen kan därmed tjäna som underlag för ny exploatering genom att ge en bild av potentiella negativa konsekvenser.

1.2 SYFTE

Syftet med skyfallsutredning 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.

Följande frågeställningar förväntas besvaras i detalj inom ramen för denna skyfallsutredning:

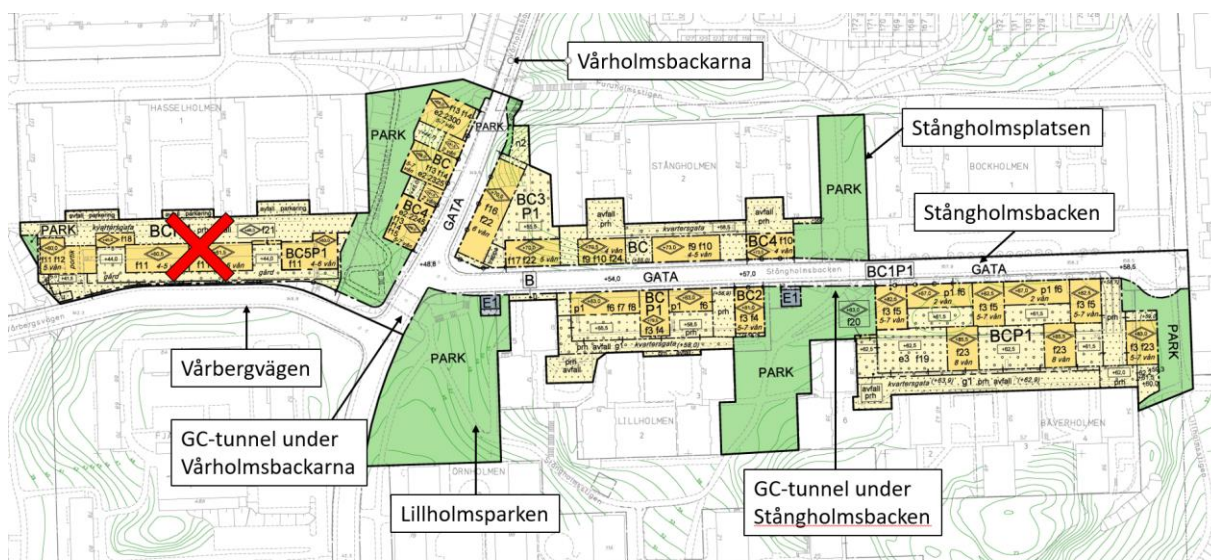
1. Var föreligger översvämningsrisker vid skyfall i nuläget?
2. Hur och var förändras översvämningsrisken till följd av den nya exploateringen?
3. Vad är effekten av de föreslagna mildrande åtgärderna som ingår i den nya exploateringen?

1.3 HÖJD- OCH KOORDINATSYSTEM

Allt material är i koordinatsystemet SWEREF99 1800 och höjdsystemet är RH2000. Alla nivåer i rapporten anges i höjdsystemet RH2000 där inget annat anges.

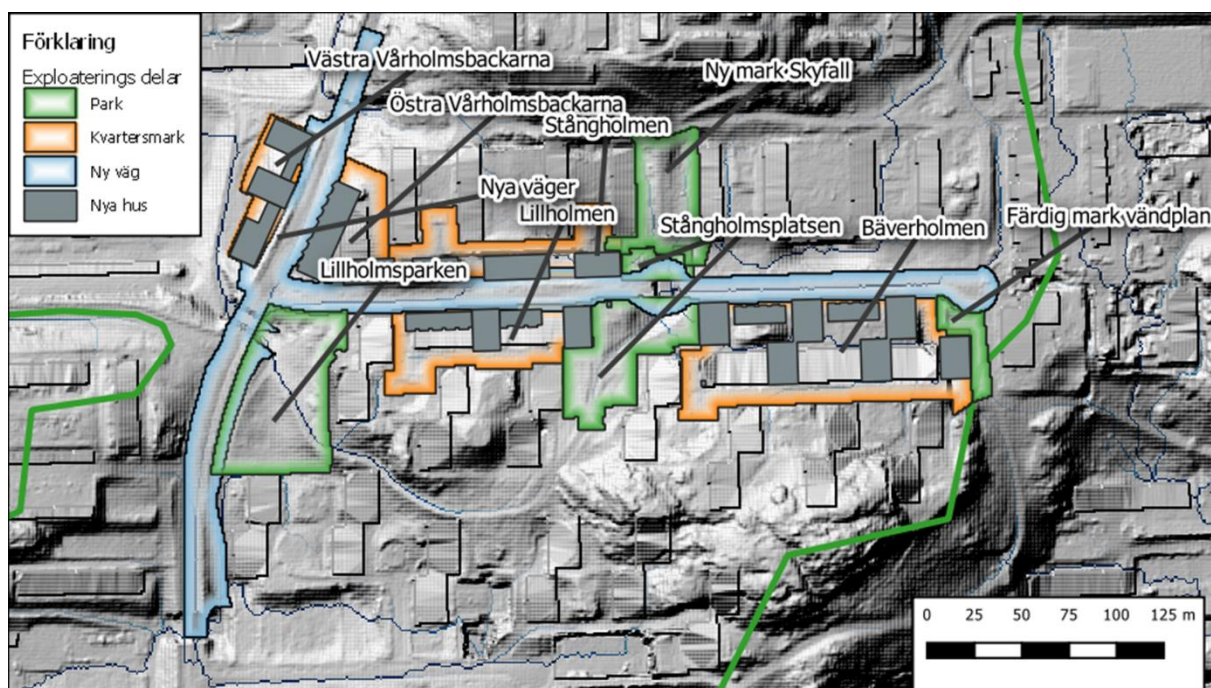
1.4 STUDERAT OMRÅDE

Stångholmsbackens planområde ligger i Vårberg inom Stockholms stad. Inom planen ska ny exploatering anläggas norr och söder om Stångholmsbacken samt väster och öster om Vårholmsbackarna. Se plankarta i Figur 1. I ett tidigare planförslag inkluderades även Hasselholmen och Vårbergsvägen inom Stångholmsbackens detaljplan, men dessa har nu utgått från planområdet och marken avses inte förändras. I Figur 1 är dessa områden överkryssade.



Figur 1: Utdrag av Detaljplan för området vid Stångholmsbacken och Falkholmsgränd, DP 2017-00513-54.

Figur 2 redovisar viktiga platser i denna utredning: kvartersmark och parker.



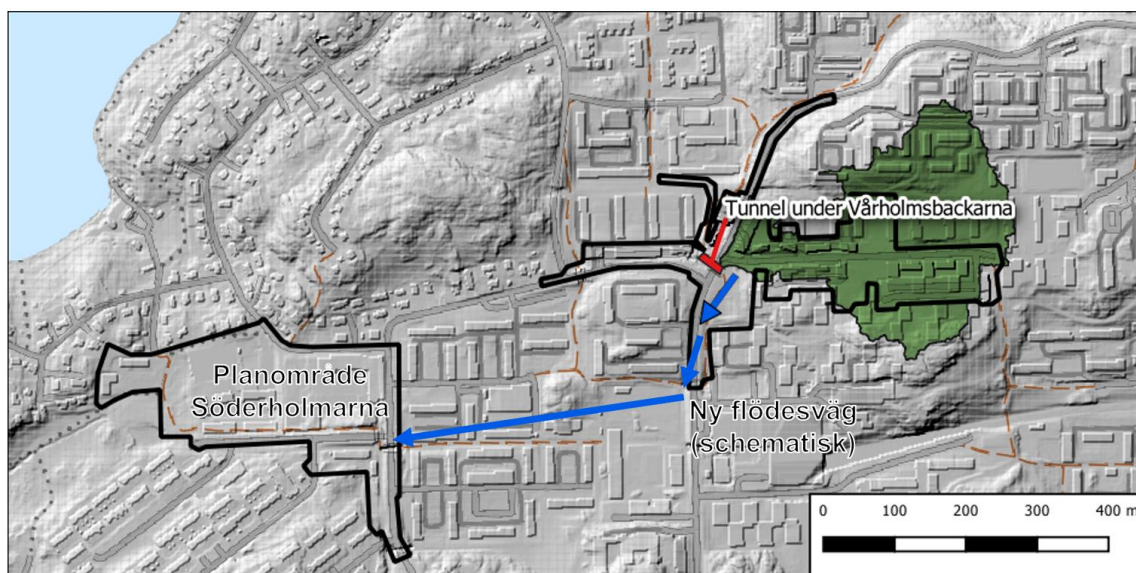
Figur 2: Viktiga platser i denna utredning i planområdet Stångholmsbacken

1.5 TIDIGARE UTREDNING

Under 2018 - 2019 utförde WSP en dagvattenutredning för Stångholmsbackens detaljplan (vilken då inkluderade områdena Hasselholmen, delar av Värbergsvägen samt stängningen av en existerande viadukt under Vårholmsbackarna). I utredningen identifierades att skyfallet i framtiden skulle ledas vidare längs gatumark enligt flödesvägarna i Figur 3, söderut längs med Vårholmsbackarna och sedan via Parkleken Vårgården till korsningen mellan Värbergsvägen och Söderholmsgränd där det riskerade att förvärra en existerande översvämningssituation, se Figur 4. Därefter avledes dagvattnet vidare mot Våruddsringen innan det når recipienten.



Figur 3: Uppskattade framtida flödesvägar vid skyfall från Stångholmsbacken till recipienten Mälaren-Rödstensfjärden, figur hämtad från dagvattenutredningen, WSP 2019.



Figur 4: Förändringen i avrinningsområdet, det gröna området är befintliga avrinningsområdet mot norr. I framtiden, om gång- och cykeltunnel under Vårholmsbackarna sattes igen, skulle området avrinna mot Söderholmen.

För att hantera förändringen i avrinningsområdet, och det vatten som inte längre kunde samlas under viadukten eller hanteras i Lillholmsparken, föreslogs en ny säkrare avledning av vattnet. Genom att avleda vattnet längs Vårholmsbackarna, parkleken Vårgården samt Våruddsringen innan det når recipienten kunde en säkrare avrinningsväg uppnås.

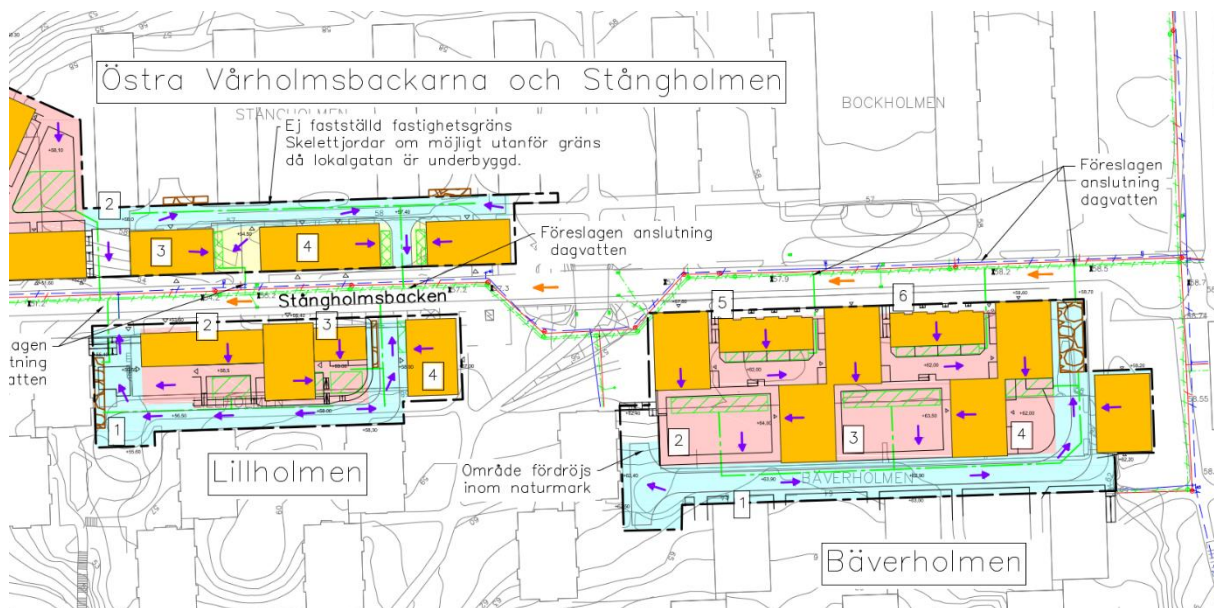
En efterföljande analys utförd av Exploateringskontoret visade att det kunde ha varit olämpligt att leda vattnet den sista biten längs Våruddsringen till Rödstensfjärden. En del av Våruddsringen ingick inom utredningsområdet Söderholmen och det gav en möjlighet att leda om vattnet vidare västerut till Mälaren genom en park vid Johannedalsbadet. För att utreda konsekvenserna av att vattnet avleds från Våruddsringen krävdes det att Söderholmens planområde inkluderas i skyfallsmodellen som en åtgärd för Stångholmsbacken. I denna utredning ingick åtgärder som utförs utanför Stångholmsbackens planområde. Den huvudsakliga åtgärden var en barriär (ett väggupp eller ett farthinder) på Våruddsringen för att styra vattnet till Mälaren genom den befintliga parken vid Johannedalsbadet istället för att leda det vidare längs Våruddsringen.

I denna uppdaterade utredning så planeras viadukten vara kvar, och de problem och lösningar som beskrivs för Söderholmarna är inte längre aktuella, men beskrivs ovan för kontext.

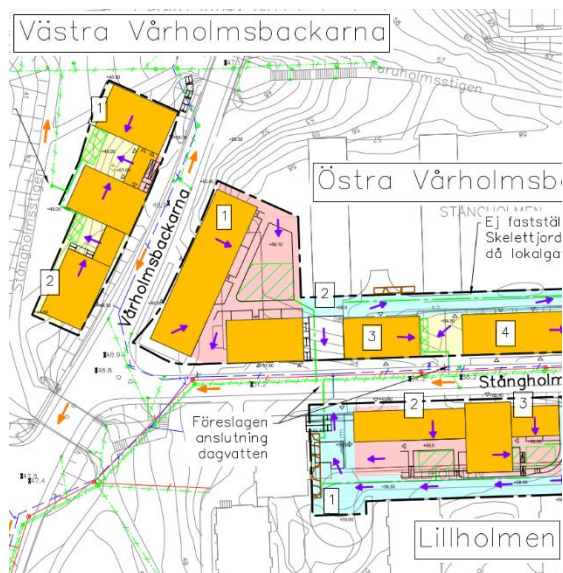
2 SKYFALLSÅTGÄRDER

2.1 ÅTGÄRDER INOM KVARTERSMARK

Den första åtgärden består av att skapa längre avrinningsvägar för dagvattnet inom kvartersmark, istället för att avleda vattnet ut till gatan den kortaste och därmed snabbaste vägen. Denna åtgärd innebär en lokal fördröjning på kvartersmarken och presenterades i rapporten *Stångholmsbacken dagvattenutredning. Kvartersmark* (Norconsult, Revidering 2020-08-20). Figur 5 visar flödesvägar inom kvartersmark Bäverholmen, Lillholmen och Stångholmen. Dessa lokala åtgärder ska bestå av skelettjorda och deras principiella funktion ingår i grova drag i skyfallsmodellen.



Figur 5: Flödesvägar inom kvartersmark Bäverholmen, Lillholmen och Stångholmen. (Norconsult, 2020)



Figur 6: Flödesvägar inom kvartersmark Östra Vårholmsbackarna och Västra Vårholmsbackarna (Norconsult 2019)

2.2 FÖRDRÖJNINGSMAGASIN

I ett tidigare skede av utredningen identifierades att ytor för fördröjning var nödvändigt för att ge bättre förutsättningar för att hantera skyfall. Genom att anlägga parkmark vid Stångholmsplatsen har bättre förutsättningar skapats för att hantera skyfall.

2.3 ÅTGÄRDER I NEDSTRÖM OMRÅDEN

En typ av åtgärds som var aktuell i ett tidigare skede av utredningen var att utvärdera om det behöves åtgärder utanför utredningsområdet för att kunna påverka skyfall. Med modellen blockerades olika viadukter för att undersöka hur detta påverkade översvåmningsutbredningen. I nuläget är det inte aktuellt.

3 METOD

3.1 SKYFALLSKARTERING

Skyfallskarteringen har utförts för ett 100-årsregn med en klimatkoefficient på 1,25. Skyfallskarteringen genomfördes i det tvådimensionella hydrauliska beräkningsprogrammet HEC-RAS (US Department of Defense, Army Corps of Engineers). Modellen beräknar nivå- och flödesförhållanden till följd av exempelvis nederbörd och flöden. Beräkningarna baseras på numerisk lösning av Navier Stokes ekvationer. I denna 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 en förenklad beskrivning av ledningssystemets kapacitet och hur vattnet transporteras till vattendrag.

Modellberäkningar har utförts med programvaran HEC-RAS 2D istället för MIKE 21 som använts i tidigare utredningar. 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, vilka här motsvarar ett tvärsnitt av terrängen. I den här modellen är randvillkoren platser där vatten kan flöda ut ur modellområdet. Djup och hastighet beräknas i varje cell.

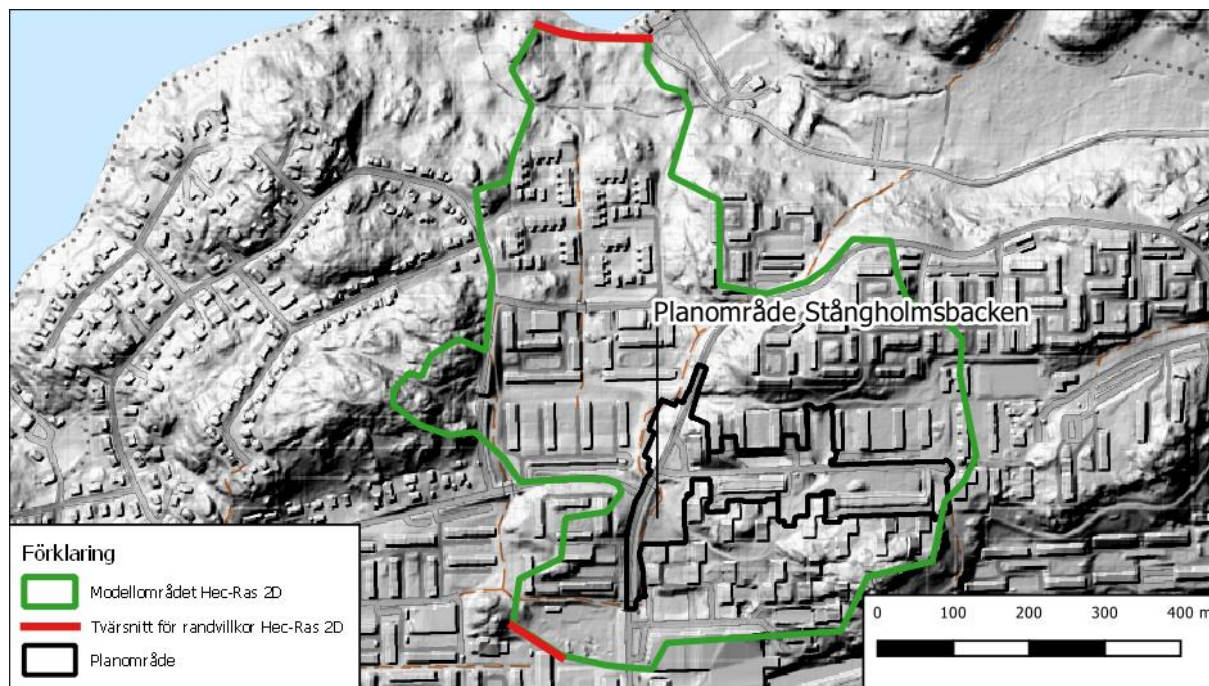
Trots HEC-RAS-verktygets flexibilitet för att hantera geometri med liten upplösning tillåter det inte att använda olika avrinningskoefficienter, så ett genomsnittligt regn användes för hela modellområdet. Mer information om konsekvenserna av detta tillvägagångssätt presenteras i kapitel 4.5.

Modellens indata 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 rönnätets kapacitet. För hårdgjorda ytor och tak har ett avdrag motsvarande intensiteten hos ett 10-årsregn med 30 min varaktighet utan klimatkoefficient gjorts för att efterlikna ledningsnätets kapacitet. I den här modellen avrinner allt vatten som träffar markytan ytligt.

För att studera översvämningens risk till följd av skyfall har två skyfallsmodeller satts upp, dels en för nuläget dels en för ny planerad exploatering. Detta för att kunna jämföra skillnaderna i översvämningens utbredning före och efter exploatering.

3.2 MODELLOMRÅDE

Modellområdet är betydligt större än arean av Stångholmsbacken planområde på grund av behovet av att inkludera nedströms områden i samma skyfallsmodell. Modellområdet för Stångholmsbacken redovisas i grönt i Figur 7.



Figur 7: Modellområdet med planområden Stångholmsbacken ungefärligt markerat

3.3 KALIBRERING

Skyfallsmodellen för Stångholmsbacken 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.

4 INDATA

4.1 UNDERLAG

Följande underlag har använts vid framtagandet av skyfallsmodellen för Stångholmsbacken:

Befintligt scenario:

- Markhöjdmodell Nedladdning, grid 1+ från Lantmateriet (1 m upplösning).
 - Koordinatsystem: SWEREF99-1800
 - GeoTiff format

- Ortofoto över Skärholmen,
- Hårdgöringsraster över Stockholms stad, 0,5m upplösning
 - Hårdgöring05.tif
 - Erhållits från SVOA 2018-02-15, framtagen av Tyréns, 2017
 - GeoTiff format
- Stockholms stadskarta, nedladdat från Stockholms Stad öppna data 2020-02-07

Ny exploatering för Stångholmsbacken:

- Gata
 - Cad modell av ny höjdsättning på gatorna för Stångholmsbacken och Vårholmsbackarna
- Landskap
 - Cad modell av ytor runt Stångholmsplatsen och norr om det
- Kvartersmark
 - Stånghb_plankarta_sdp_190318_kommentarSAhöjder
 - L-16.m1-1

4.2 HÖJDMODELL OCH NÄTVERK AV BERÄKNINGSCELLER

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

Utanför de huvudvägar har cellerna en sexkantig form med en storlek på 4 m från sida till sida, 16 m², medan cellerna i huvudvägar är kvadratiske med 1 m bredd och följer specifika brytlinjer.

4.2.1 Nuläget

Höjdmodell för nuläget har skapats som ett raster med upplösningen 1x1 m. Avrinningsområdet till Stångholmsbacken har inkluderats i höjdmodellen samt hela området nedströms Stångholmsbacken. Höjdmodellen var tidigare korrigerad genom att öppna upp för befintliga underfarter samt genom att höja upp byggnader med 2 m för att ta hänsyn till hur vattnet rinner runt byggnaderna, men i denna utredning har underfarter istället modellerats som kulvertar av modelltekniska skäl, då en punkt bara kan ha en nivå i beräkningen.

4.2.2 Planerad exploatering

En höjdmodell för den nya planerade exploateringen har skapats från höjdmodellen för nuläget med följande ändringar:

- Projekterade gatuhöjder för planområdet har använts för ny höjdsättning på gatorna.
- Nya byggnader har extraherats ur arkitekternas underlag och höjts med minst 2 m i terrängmodellen för att representera byggnaderna.

4.3 MARKANVÄNDNING

För differentiering av markanvändningen har hårdgöringsrastret för Stockholms stad använts (se Tyréns, 2017). 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 planområdet har, för både nuläget och ny exploatering, hårdgöringsraster ersätts av ny markanvändning och byggnader enligt planritningarna.

4.4 MARKENS RÅHET

Markens råhet beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvänningsförloppet. 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. I Tabell 1 redovisas de värden på Mannings tal som använts för olika typer av markanvändning.

Tabell 1: Mannings tal för olika typer av markanvändning.

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

4.5 REGN

Skyfallskarteringen har utförts för ett 100-årsregn med en klimatkfaktor på 1,25 och varaktighet av 6 timmar. Regnet simulerats som ett CDS-regn, där varje block motsvarar 10 min. Detta regn motsvarar enligt dagens klimatscenarier ett skyfall i ett klimat som kan tänkas råda år 2100 (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2018). Den totala nederbörden under 6 timmar 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 görs för att uppskatta det effektiva regnet:

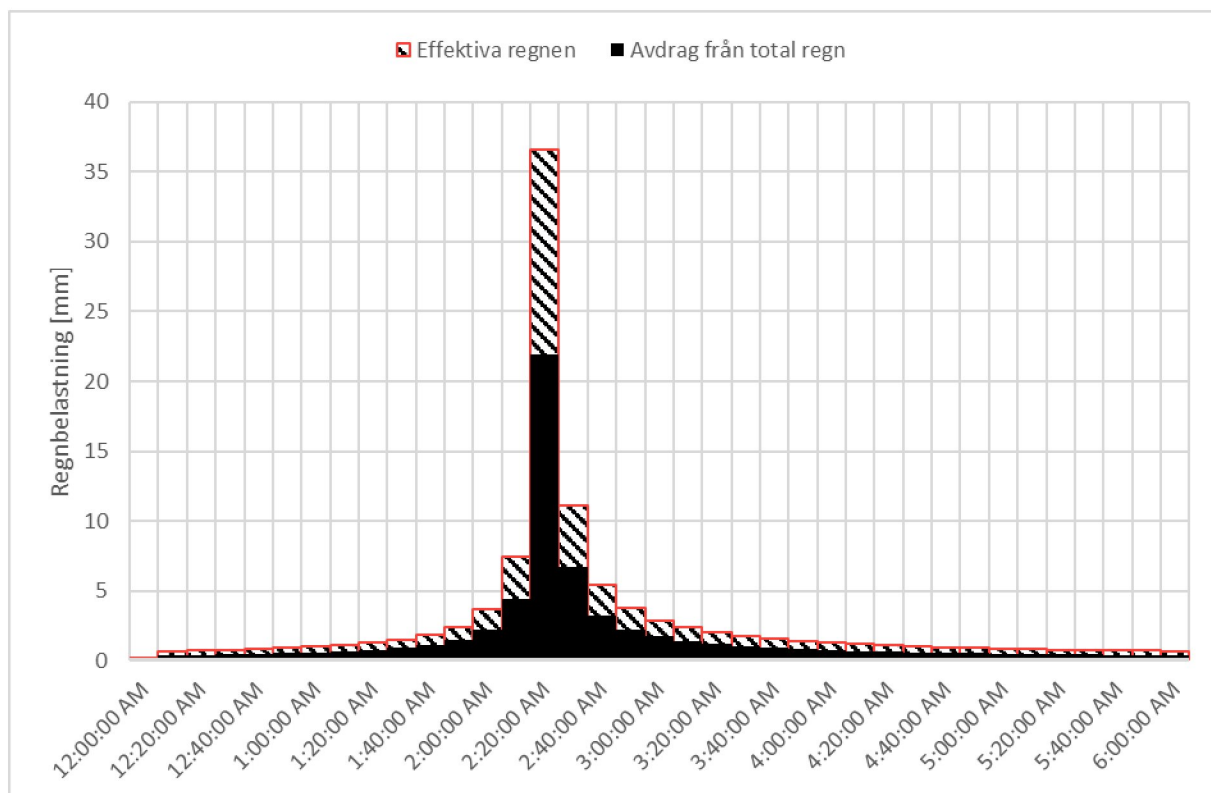
- Permeabla ytor som grönområden har en kvarhållnings- och infiltrationskapacitet som uppskattas med en avrinningskoefficient. Dessa områden har ingen dagvattenhantering.
- Ogenomträngliga ytor som tak eller vägar har ingen kvarhållnings- eller infiltrationskapacitet, deras avrinningskoefficient är 1. 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 regnvolymen belastat den hydrauliska modellen, utan endast den del som förväntas bidra till avrinningen på markytan, dvs. det effektiva regnet.

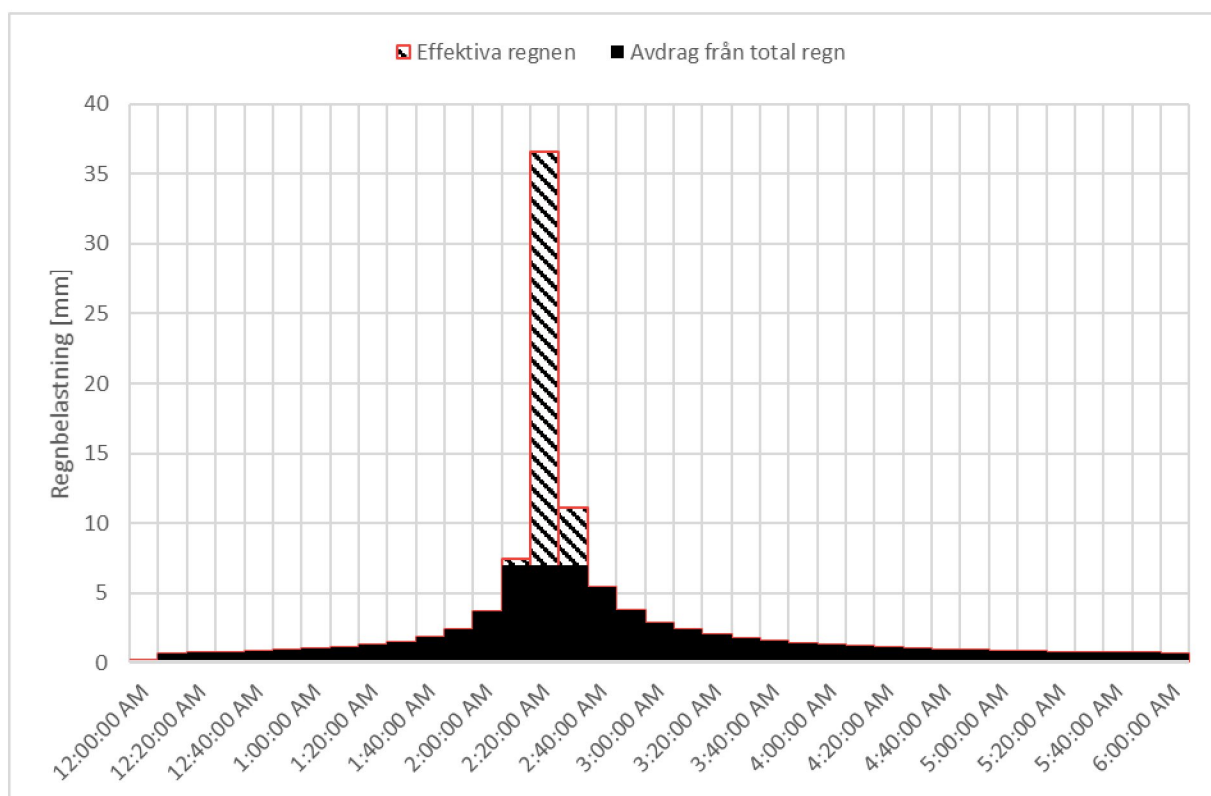
För permeabla ytor har regnet multiplicerats med avrinningskoefficienter som ansatts utifrån typ av markanvändning. Avrinningskoefficienterna har anpassats utifrån regnets återkomsttid med utgångspunkt från resonemang i P110 (Svenskt Vatten 2016), se Tabell 3 och Figur 8. För hårdgjorda ytor och tak har ett avdrag för ett 10-årsregn med 30 min varaktighet utan klimatkfaktor gjorts för att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet, vilket motsvarar 116 l/s/ha, 41,8 mm/h eller högst 7 mm i varje 10 min block av CDS-regn, se Tabell 3 och Figur 9.

Tabell 2: Avrinningskoefficient och regnbelastning för olika typer av markanvändning. Avdraget motsvarar ett 10-årsregn med 30 minuters varaktighet.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Avdrag för ledningsnätet [mm/h]	Regnbelastning [mm]
Vägar	1,0	41,8	34,3
Byggnader, tak	1,0	41,8	34,3
Grönområden	0,4	-	42,2

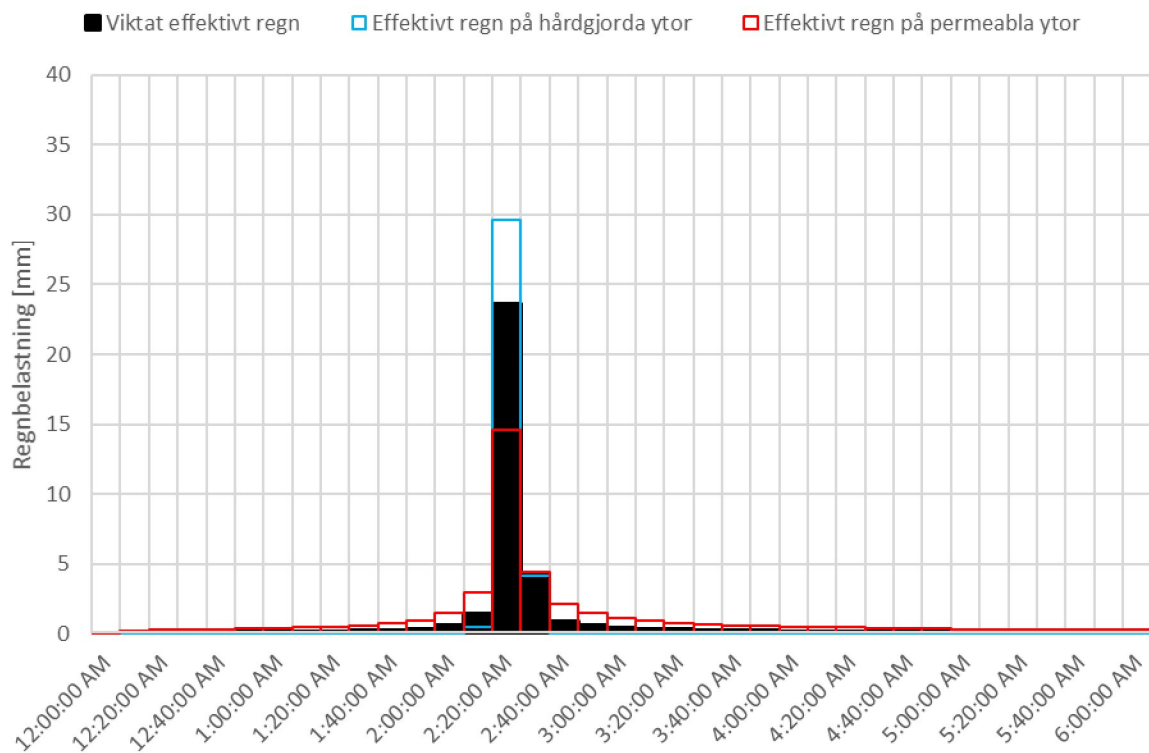


Figur 8: Effektivt regn och avdrag från totalt regn på permeabla ytor.



Figur 9: 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 varför ett viktat CDS-regn enligt Figur 10 använts.



Figur 10: Viktat effektivt regn.

I beräkningarna tas ingen särskild hänsyn till den fördröjning som skapas med de 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.

5 RESULTAT

5.1 ÖVERSIKT ÖVER RESULTATFORMAT

Resultaten från skyfallsutredningen presenteras dels genom att redovisa översvämningsrisken till följd av skyfall inom planområdet, 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.

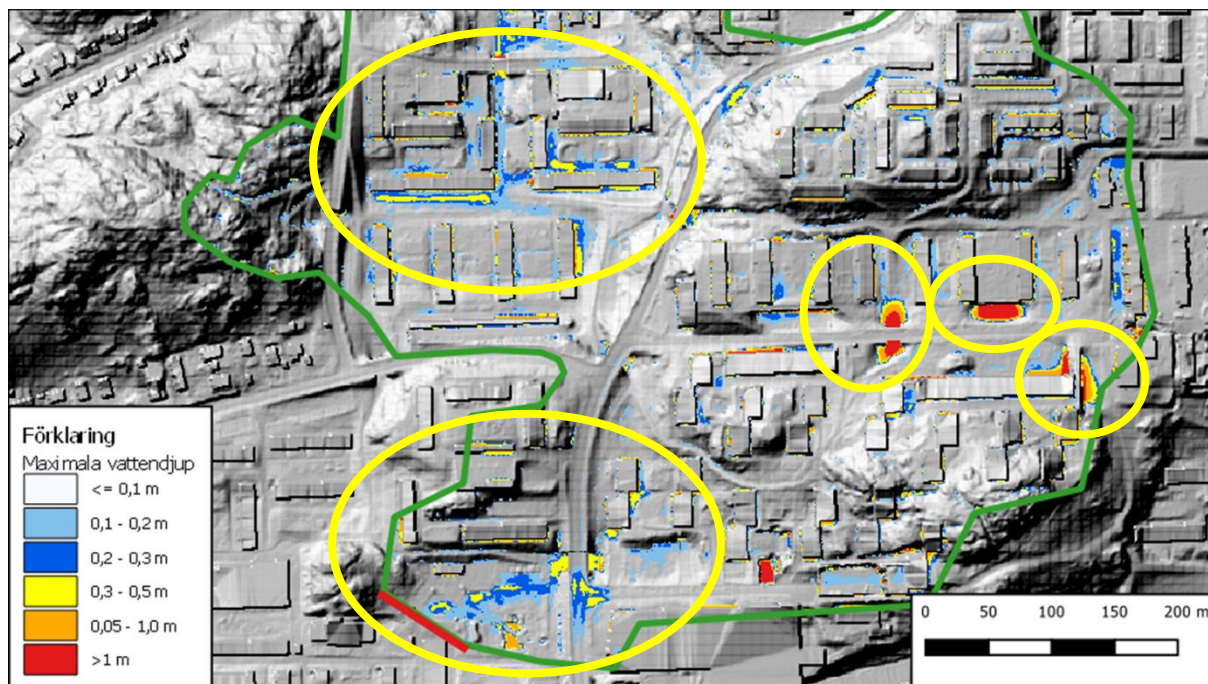
Analysen är gjord med en terrängmodell med cellstorlek 1x1 m och även om detta är en hög upplösning kan det finnas trösklar och passager i terrängen som inte kommit med i terrängmodellen. Dessa eventuella trösklar och passager kan påverka översvämningsutbredningen.

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 för specifika tvärsektioner där förändringar förväntas på grund av ny exploatering och åtgärder.

5.2 RESULTAT VID NULÄGET

I Stångholmsbackens planområde ansamlas det vatten i lågpunkten på den befintliga gång- och cykeltunneln under Stångholmsbacken samt vid några av de befintliga byggnaderna norr om Stångholmsbacken (inringat i gult i Figur 11).



Figur 11: Översikt översvämningsrisk vid nuläges-scenariot. Grön linje = Modellområdet HEC-RAS.

I Figur 12 redovisas flödesvägarna till lågpunkterna vid nuläges-scenariot.



Figur 12: Flödesvägar vid nuläges-scenario.

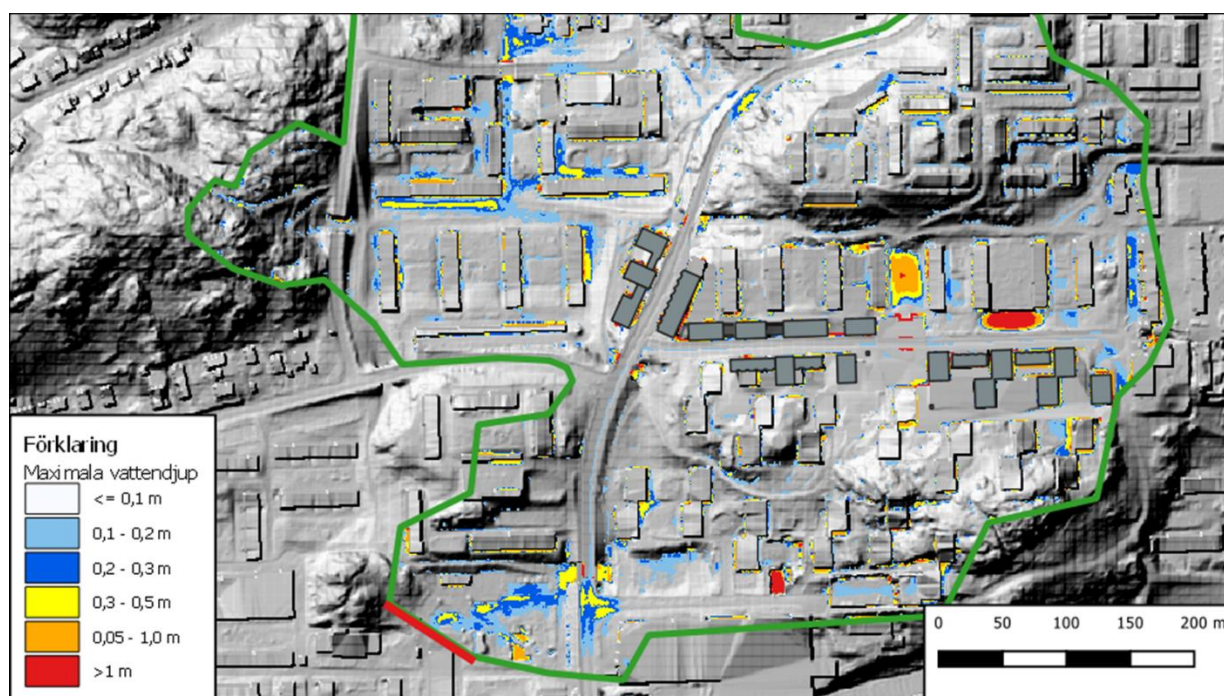
Momentant flöde i specifika tvärsektioner i Stångholmsbacken presenteras i Tabell 3.

Tabell 3: Momentant flöde för specifika tvärsektioner i Stångholmsbacken vid nuläges-scenariot

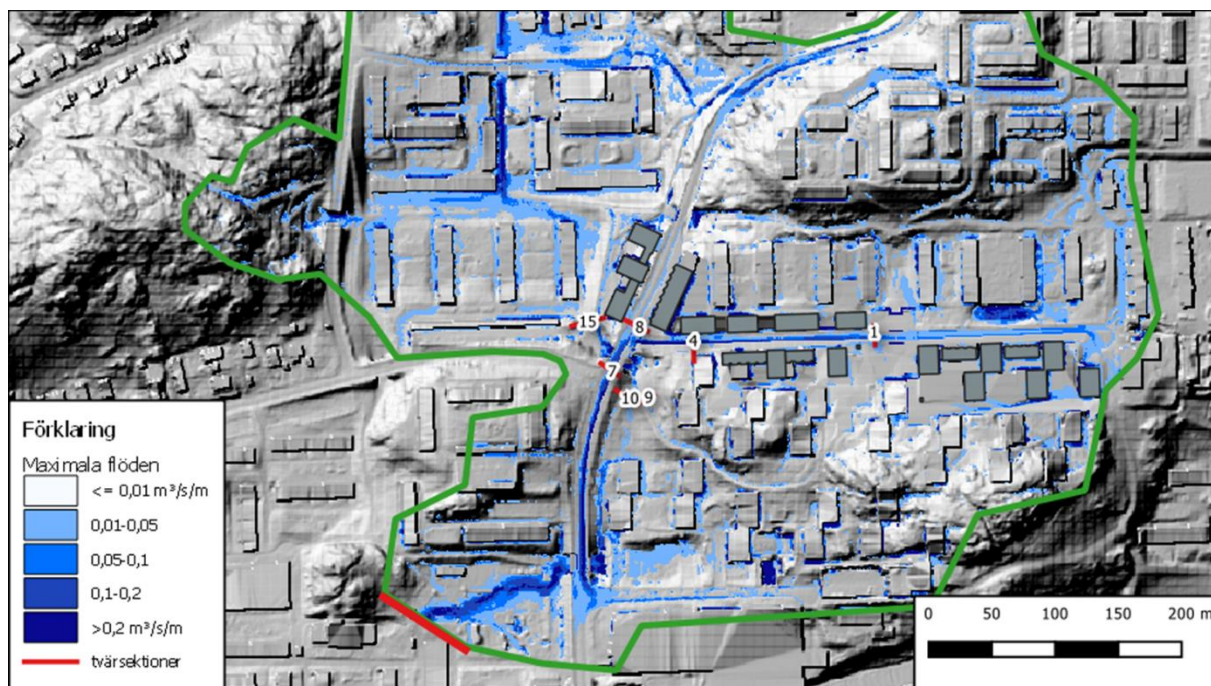
Tvärsektion	Mom-Flöde (m³/s)
1	0,11
4	0,40
8	0,21
9	0,12
7	0,40
15	0,21
10	0,09

5.3 RESULTAT VID PLANERAD EXPLOATERING

För fallet med ny exploatering i planområdet Stångholmsbacken Figur 13 visar översvämningsrisk samt Figur 14 visar flödesvägar.



Figur 13: Översvämningsrisk med ny planerad exploatering inom Stångholmsbacken.



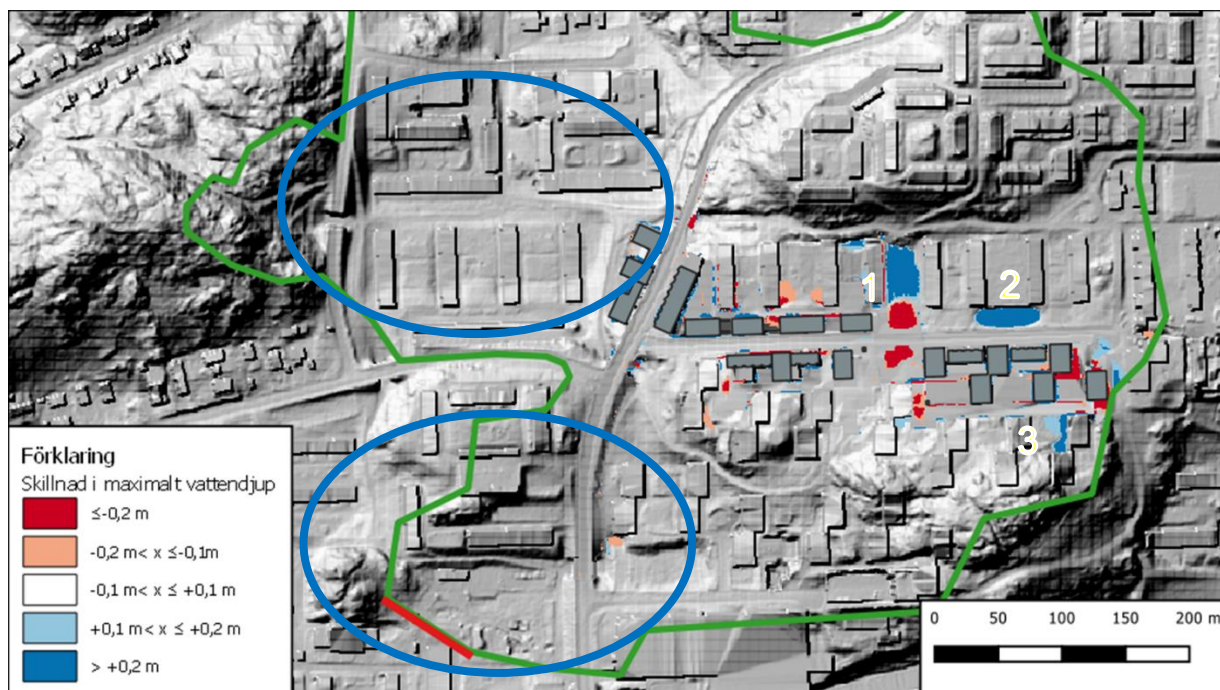
Figur 14: Flödesvägar med ny planerad exploatering för Stångholmsbacken.

Momentant flöde i specifika tvärsektioner i Stångholmsbacken presenteras i Tabell 4 och tillsammans med nuläges-scenariot.

Tabell 4: Momentant flöde för specifika tvärsektioner i planområde Stångholmsbacken vid ny exploatering, samt vid nuläge.

Tvärsektion	Mom-Flöde nuläget (m³/s)	Mom-flöde ny exploatering (m³/s)	Diff (m³/s)
1	0,11	0,25	+0,14
4	0,40	0,80	+0,40
8	0,21	0,11	-0,10
9	0,12	0,06	-0,06
7	0,40	0,87	+0,47
15	0,21	0,34	+0,13
10	0,09	0,04	-0,05

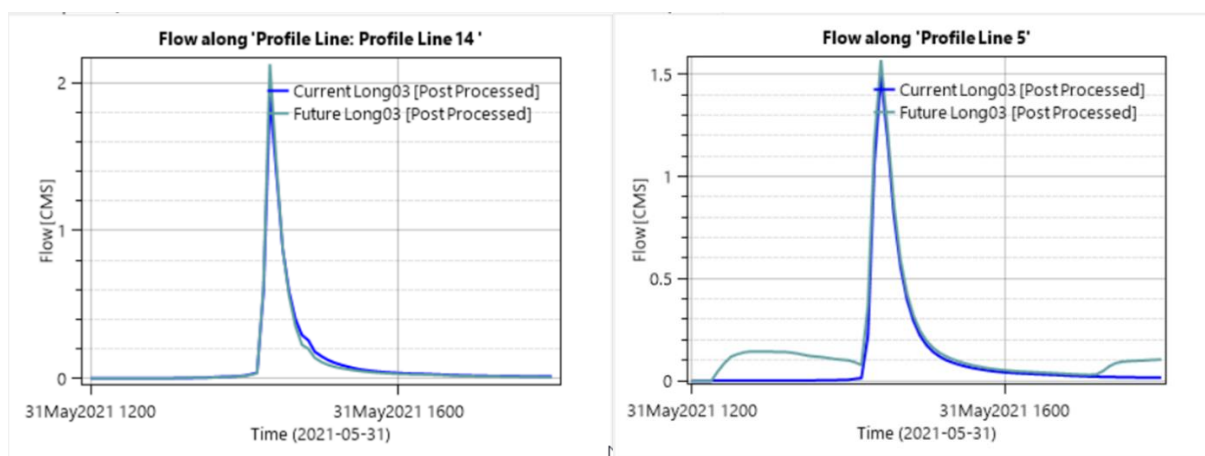
För att analysera hur de nya byggnaderna inom planområdet påverkar översvämningsrisken för omgivningen vid ett skyfall har beräknade maximala vattendjup före och efter exploateringen jämförts. Figur 15 visar skillnad mellan vattennivåer i nuläges-scenariot jämfört med vid ny exploatering.



Figur 15: Skillnaden mellan nuläges-scenario och ny exploatering. Röd visar att vattennivå sjunkit och blå visar att vattennivå stigit. Blå cirklar visar på områden nedströms som inte påverkas av exploateringen, siffror är intresseområden som diskuteras nedan.

För fallet med ny exploatering i planområdet Stångholmsbacken visar beräkningarna och Figur 15 att:

- Risken för översvämning nedströms planområdet är samma som idag, se inringning i blå i Figur 15. Bedömningen bekräftas vid jämförelse av hydrografierna vid modellens utlopp. Förändringarna kan utläsas ur Figur 16.
- Vattnet ansamlas i den planerade lågpunkten i parkstråket mellan de två befintliga byggnaderna norr om Stångholmsplatsen som förväntat. Se nummer 1 i Figur 15.
- Översvämningsbenägen parkeringsingång norr om Stångholmsbacken. Se nummer 2 i Figur 15.
- Vatten ansamlas söder om kvartersmark Bäverholmen. Se nummer 3 i Figur 15.
- Det finns inget behov att skapa nya ytliga rinnvägar eller dagvattendammar för att ta hand om vatten vid skyfall.



Figur 16: Till Vänster: Hydrograf över utflödet i den norra delen av modellområdet. Till Höger: Hydrograf över utflödet i den södra delen av modellområdet.

5.4 KOMMENTARER OCH REKOMMENDATIONER FRÅN RESULTATEN

Skyfallskarteringen utgörs av en relativt översiktlig modell som ska användas för att identifiera områden med risk för översvämning vid skyfall. Resultaten i form av beräknade vattendjup och identifierade förändringar i volymer bör egentligen inte användas som vid detaljerad projektering av åtgärder. Dock bedömer WSP underlaget och detaljeringsgraden på den hydrauliska modellen som tillräckligt bra för att inte bidra med större fel och osäkerheter än vad själva regnvolymen, kapacitet för infiltration och ledningsnät eller klimatfaktorn innebär. Resultaten bedöms kunna användas för att identifiera behov av åtgärder och lämplig placering av barriärer, kupolbrunnar och fördröjningsvolymer.

I de delar av planområde där vattennivåerna identifierats att stiga efter exploatering gäller följande kommentarer och rekommendationer (se Figur 15).

- Område 1: Vattnet ansamlas i den nya parken och lokala åtgärder behövs. En ny kupolbrunn har inkluderats i projekteringen av systemhandlingen för att leda bort stående vatten över tid. Dimensionerande indata till dagvattenledning är:
 - Avrinningsområdet: 1 ha
 - Dimensionerande nederbördsintensitet (10 år och 10 minuter): 228 l/s/ha
 - Avrinningskoefficient: 0,5
 - Dimensionerande flöde: 114 l/s
- Område 2: Parkeringsingången är redan ett översvämningsbenäget område och det är oklart varför vatten rinner från gatan. Vatten skulle till viss del kunna ledas om till en annan väg genom att anlägga kantsten på vägen mellan Stångholmsplatsen och Stångholmsbacken. Funktionalitet och konsekvenser av denna lösning kan inte bestämmas med hjälp av denna modell pga. modellens upplösning (1x1 m). En ny kantsten har inkluderats i systemhandlingen.
- Område 3: Ansamlat vattnet i detta område beror på en dålig implementering av de ytorna i kvartersmark Bäverholmen i hydraulik modellen. Problemet förväntas lösas med en korrekt utformning av ytan, ingen teknisk lösning bedöms nödvändig.

6 SLUTSATSER

Skyfallsmodelleringen har karterat ett framtida 100-årsregn över exploateringsområdet. Två beräkningsscenarion har simulerats, den första för nuläget och den andra för ny planerad exploatering för planområde. Ett avdrag för ett 10-årsregn med 30 min varaktighet har gjorts för ledningsnätets kapacitet från alla hårdgjorda ytor och tak.

Modelleringen av nuläges-scenariot visar att det en lågpunkt i planområdet i viadukten under Stångholmsbacken. Den djupaste vattennivån är upp till 3 dm.

Modelleringen vid ny planerad exploatering för planområde scenariot visar följande huvudresultat:

- I den nya lågpunkt som skapats i parkstråket vid Stångholmsplatsen där vatten ansamlas kan en lokal åtgärd behövas. En ny kupolbrunn har inkluderats i systemhandlingen för att leda bort detta över tid.
- Flöden mot områden nedströms planområdet ökar inte.
- Risken för översvämning i nedström planområdet är oförändrad vid jämförelse av nuläget och efter exploatering.

7 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.

Norconsult AB (Revidering 2020-08-20): *Stångholmsbacken dagvattenutredning. Kvartersmark*. Uppdragsnr: 1053902

Tyréns (2017): *PM Ytkartering*

WSP 2019-04-03, *Stångholmsbacken dagvattenutredning*, uppdragsnummer: 10262565.

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 ABWSP Sverige AB

121 88121 88 Stockholm-GlobenStockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7Arenavägen 7

T: +46 10 7225000+46 10 7225000
Org nr: 556057-4880556057-4880
Styrelsens säte: StockholmStockholm
wsp.com

