

# SKYFALLSKARTERING FÖR RIMBO FÖP

## EN SKYFALLSANALYS AV FÖRÄNDRAD MARKANVÄNDNING

2019-03-06



SLUTRAPPORT



# SKYFALLSKARTERING FÖR RIMBO FÖP

En skyfallsanalys av förändrad markanvändning

## KUND

Norrtälje kommun

## KONSULT

**WSP Bro & Vattenbyggnad**

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

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

Joakim Thanke Wiberg  
[Joakim.thanke.wiberg@wsp.com](mailto:Joakim.thanke.wiberg@wsp.com)  
+46730706596

Simon Lelie  
[simon.lelie@wsp.com](mailto:simon.lelie@wsp.com)  
+46107229863

UPPDRAGSNAMN  
FÖP Rimbo skyfallskartering

UPPDRAGSNUMMER  
10276233

FÖRFATTARE  
Michal Pancewicz & Joakim  
Thanke Wiberg

DATUM  
2018-12-14

ÄNDRINGSDATUM  
2019-03-06

Granskad av  
Anna Risberg

Godkänd av  
Joakim Thanke Wiberg

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>4</b>
1.1	BAKGRUND	4
1.2	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	4
1.3	HÖJD- OCH KOORDINATSYSTEM	4
1.4	LEVERERAT MATERIAL	4
<b>2</b>	<b>METOD</b>	<b>5</b>
2.1	UNDERLAG	5
2.2	BERÄKNINGSSCENARIER	6
2.3	TERRÄNGMODELL	7
2.4	MARKANVÄNDNINGSRASTER	8
2.5	MARKENS RÅHET	10
2.6	REGN	10
<b>3</b>	<b>RESULTAT</b>	<b>11</b>
3.1	NULÄGET – BEFINTLIG MARKANVÄNDNING	11
3.2	FÖRESLAGEN FÖP – FRAMTIDA MARKANVÄNDNING	14
<b>4</b>	<b>KOMMENTARER TILL RESULTATEN</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>SLUTSATSER</b>	<b>17</b>
5.1	SVAR PÅ FRÅGESTÄLLNINGARNA	17
5.2	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	18
<b>6</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>19</b>

# 1 INLEDNING

## 1.1 BAKGRUND

På uppdrag av Norrtälje kommun har WSP Bro & Vattenbyggnad utfört en skyfallskartering över delar av kommunen för befintlig och planerad ny markanvändning enligt den fördjupade översiktsplanen (FÖP) för Rimbo.

Från Norrtälje kommun har framförallt Marie Amid och Alina Faxö deltagit. Från WSP har följande personer deltagit i arbetet med att genomföra skyfallskarteringen: Joakim Danke Wiberg (uppdragsansvarig och teknikansvarig skyfallskartering), Michal Pancewicz (handläggare skyfallskartering och rapportskrivning) samt Anna Risberg (kvalitetsgranskare). Dessutom har Simon Lelie från WSP inkommit med synpunkter avseende dagvattenåtgärder inom FÖP.

I nuläget består stora delar av Rimbo av oexploaterade skogsområden samt jordbruksmark. De förändringar som görs i hela det analyserade området inom föreslagen FÖP med avseende på hydrauliska och hydrologiska förhållanden är framförallt att andelen hårdgjorda ytor ökar markant inom Rimbo, där det tidigare varit grönytor, vilket förväntas öka ytavrinningen vid ett skyfall. Ytterligare ett antagande som ligger till grund för denna utredning är att för redan exploaterade områden innebär föreslagen FÖP att ledningsnätet för dagvatten uppgraderas.

## 1.2 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Syftet med skyfallskarteringen är att utreda översvämningsrisken i nuläget med befintlig markanvändning, samt att studera hur föreslagen FÖP påverkar översvämningsriskerna inom Rimbo. Följande frågeställningar förväntas besvaras i detalj inom ramen för denna skyfallskartering:

1. Var föreligger översvämningsrisker vid skyfall i nuläget?
2. Hur och var förändras översvämningsrisken till följd av föreslagen FÖP?

## 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 LEVERERAT MATERIAL

Förutom denna rapport med modelldokumentation levereras följande 12 GIS-skikt till Norrtälje kommun:

- 100\_maxh\_nu.ascii
- 100\_4h\_nu.ascii
- 100\_flux\_nu.ascii
- 500\_maxh\_nu.ascii
- 500\_4h\_nu.ascii
- 500\_flux\_nu.ascii
- 100\_maxh\_fop.ascii
- 100\_4h\_fop.ascii
- 100\_flux\_fop.ascii
- 500\_maxh\_fop.ascii
- 500\_4h\_fop.ascii
- 500\_flux\_fop.ascii

I dessa GIS-filer betyder 100 respektive 500 i filnamnen vilket av de två regnen som simuleras. När det gäller den mittersta delen av filnamnen betyder \_maxh maximalt vattendjup under simuleringen,

\_4h vattendjup vid simuleringens slut samt \_flux det maximala flödet under simuleringen. För ändelser betyder \_nu nulägesanalysen och \_fop resultaten ifrån beräkningarna när markanvändningen är uppdaterad enligt den fördjupade översiktsplanen.

## 2 METOD

Metoden som skyfallskarteringen har genomförts med följer i stora drag metoden "Kartering av markavrinning" som rekommenderas av MSB (2017). Skyfallskarteringen genomfördes i det tvådimensionella beräkningsprogrammet MIKE 21 Flow Model 2016. MIKE 21 är en programvara utvecklad av Danska Hydrologiska Institutet (DHI 2017).

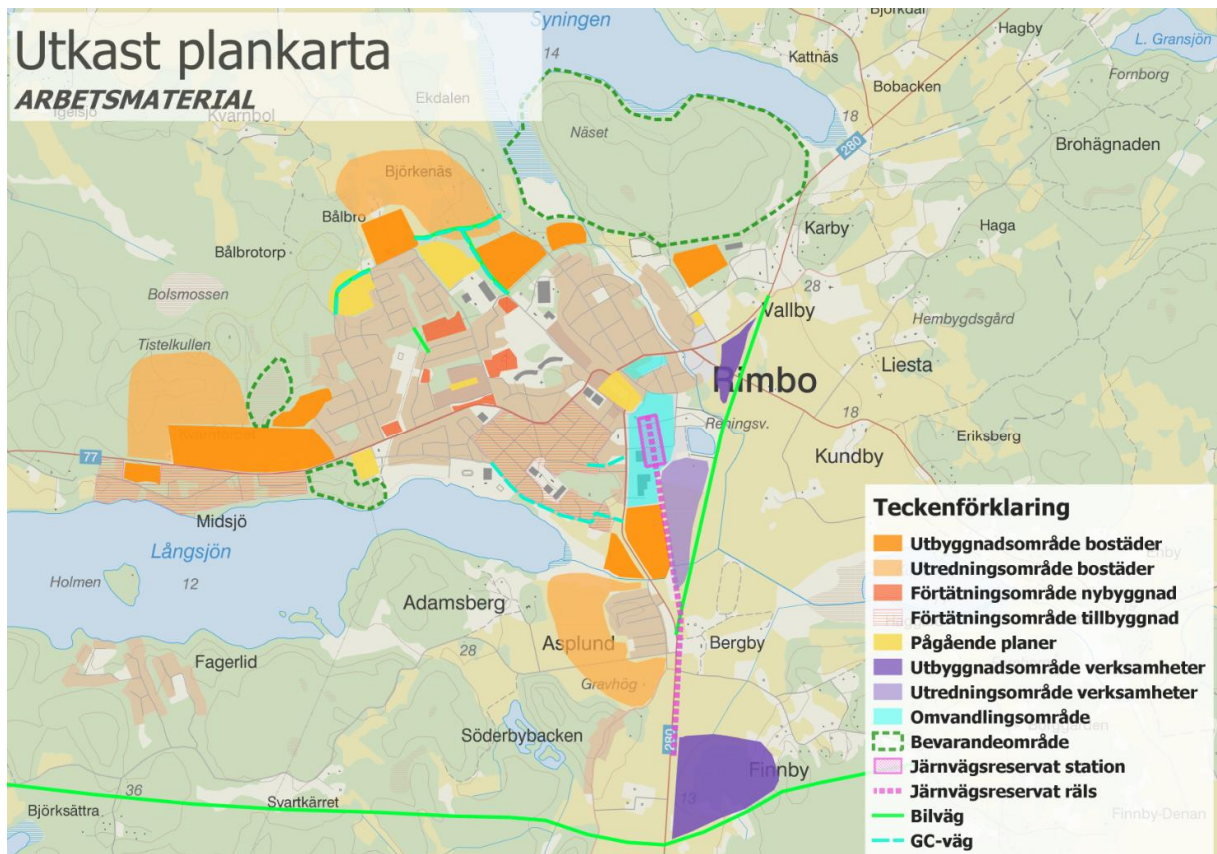
Modellens indata består av en terrängmodell som beskriver modellområdets topografi, en regn-fil som beskriver regnbelastningen över olika ytor beroende på avrinningskoefficient samt en fil som beskriver markens råhet för olika ytor. Avrinningskoefficienten används för att ta hänsyn till förluster såsom infiltration, avdunstning och absorption av växtligheten eller genom magasinering i markytans ojämnheter (Svenskt Vatten 2016).

Modellen tar inte hänsyn till tidsberoende och kontinuerlig infiltration, vågor eller vind. Allt vatten som träffar markytan kommer i denna modell att rinna av på ytan.

### 2.1 UNDERLAG

Följande underlag har använts som indata till skyfallskarteringen:

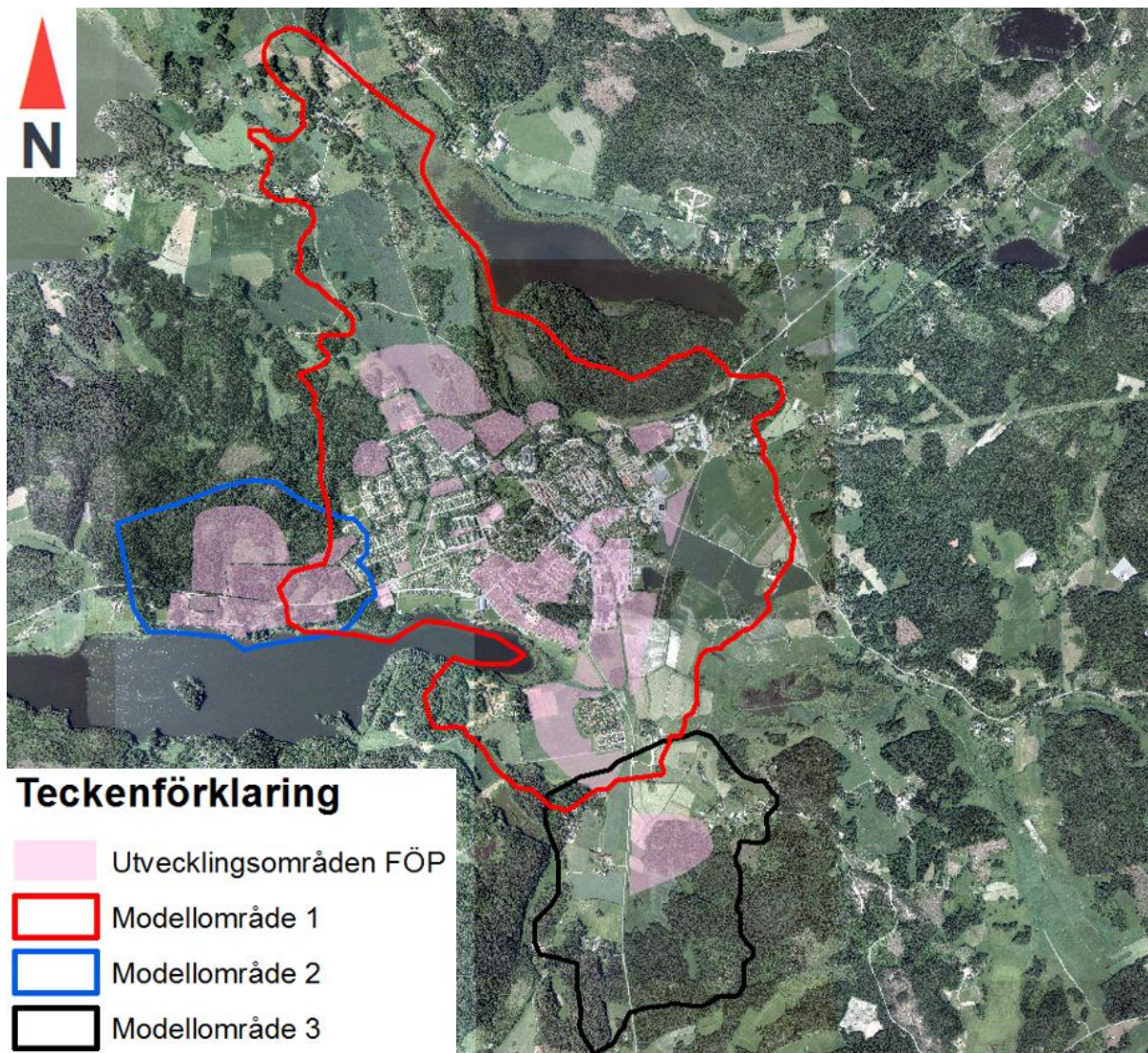
- Höjddata i ascii-format.
- Lantmäteriets fastighetskarta för Rimbo.
- Shp-filer för utvecklingsområden enligt föreslagen FÖP. En bild som visar vilken version av föreslagen FÖP som analyserats visas i Figur 1.



Figur 1 Föreslagen FÖP som utgör underlag till förändrad markanvändning inom denna utredning.

## 2.2 BERÄKNINGSSCENARIER

På grund av att data erhöles vid olika tidpunkter för olika delområden i kommunen, och den relativt snäva tidplanen i projektet, skapades för att hinna med de relativt tidskrävande beräkningarna, tre olika modellområden som illustreras i Figur 2. De tre modellerna har avgränsats geografiskt med hänsyn till topografin, befintlig och framtida bebyggelse, infrastruktur samt möjliga ytliga rinnvägar och recipienter. För respektive modell har två beräkningsscenarioer studerats. I ett scenario har nuläget analyserats och i ett beräkningsscenario har markanvändningskartan uppdaterats med framtida markanvändning.



Figur 2 Figuren visar de tre modellområdena för de tre hydrauliska delmodellerna samt utvecklingsområden enligt den fördjupade översiktsplanen.

### 2.3 TERRÄNGMODELL

I en avvägning mellan beräkningstid och noggrannhet valdes terrängmodellens upplösning till 2 x 2 meter. Samtliga befintliga byggnader har enligt fastighetskartans BY-skikt höjts upp med 2 meter i terrängmodellen. Dessutom har terrängmodellen sänkts ner lokalt på vissa ställen för att ta hänsyn till de underfarter som annars ger missvisande resultat vid hydrauliska modellberäkningar, genom att felaktigt "stänga av" naturliga rinnvägar. Dessa underfarter öppnades upp manuellt i MIKE 21, vilket exemplifieras i Figur 3.



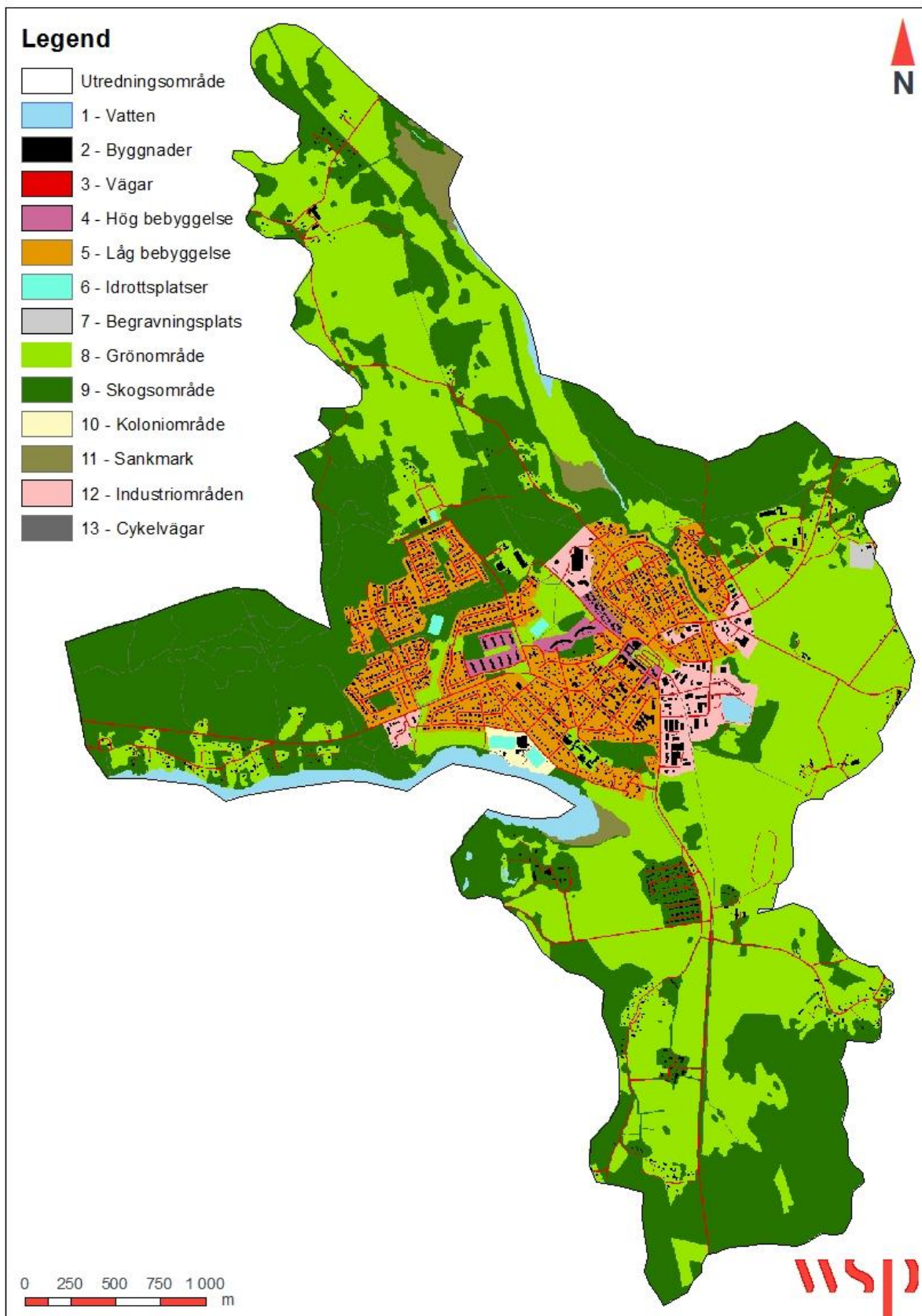
Figur 3 Figuren visar ett utsnitt ifrån terrängmodellen. Den röda polygonen visar ett exempel på en underfart som senare justerades i det hydrauliska beräkningsprogrammet. Notera färgskiftningarna mellan vitt och brunrött inom polygonen för en uppfattning om hur höjddatat har justerats för att ytavrinning ska kunna passera genom underfarten.

## 2.4 MARKANVÄNDNINGSRASTER

För att differentiera modellområdet med avseende på markens råhet och avrinningskoefficienter har ett markanvändningsraster skapats utifrån kategorier enligt Lantmäteriets fastighetskarta (Lantmäteriet 2018).

För beräkningsscenarier med framtida markanvändning har markanvändningsrastret uppdaterats. I Figur 4 visas markanvändningsrastret för befintlig markanvändning. Efter mottagna framtida markanvändningsdata genomfördes några ändringar manuellt med avseende på vissa skogs- och grönområden.





Figur 4 Figuren visar det markanvändningsraster som utgör underlag för att bestämma avrinningskoefficienter och markens råhet för olika delar i den hydrauliska modellen. Markanvändningen i denna figur motsvarar beräkningsscenarioet för nuläget.

## 2.5 MARKENS RÅHET

Med Mannings tal beskrivs markens råhet eller skrovlighet. Generellt kan det sägas att råheten på hårdgjorda ytor kan beskrivas med ett högt Mannings tal eftersom vattnet rinner snabbt på ytan. Mer genomsläppliga och skrovliga material, exempelvis grönytor och skog, beskrivs med ett lägre Mannings tal vilket betyder att vattnet rinner långsammare. För att minska risken för instabiliteter i beräkningarna har områden med en lutning på över 30° sorterats ut och tilldelats ett lågt värde på Mannings tal. Av denna anledning har även taken på byggnader i modellen tilldelats ett lågt värde på Mannings tal. I Tabell 1 redovisas de värden på Mannings tal som använts för olika typer av markanvändning. Eftersom en väg kan passera genom en park i ett grönområde överlappar de olika markanvändningstyperna varandra, och därför har de olika markanvändningstyperna överlagrats varandra i en prioritetsordning i modellen. Prioritetsordningen visas också i Tabell 1.

## 2.6 REGN

Skyfallskarteringen har utförts med två olika regn. Det ena regnet motsvarar ett 100-årsregn med en klimatkoefficient på 1,25. Detta regn motsvarar enligt dagens klimatscenarier ett skyfall i ett klimat som kan tänkas råda år 2100. Vilken klimatkoefficient som ska användas är inte helt självklart, men som jämförelse kan det sägas att en klimatkoefficient på minst 1,25 bör användas enligt kunskapsläget år 2015 enligt SMHI (Svenskt Vatten 2016). En klimatkoefficient på 1,25 är lika stor som den klimatkoefficient som användes för de skyfallsberäkningar som genomfördes under 2017 för skyfallsmodellen för Stockholms Stad på uppdrag av Stockholm Vatten och Avfall (WSP 2018).

Det andra regnet är intensivare än 100-årsregnet och motsvarar uppskattningsvis ett 500-årsregn med en klimatkoefficient på 1,25. Det ansatta 500-årsregnet är ungefär 70% mer intensivt än 100-årsregnet.

Enligt klimatforskare vid SMHI antyder dock nya beräkningar av klimäförändringarna att ett framtida 100-årsregn snarare kan bli 40-80 % intensivare än idag (Dagens Nyheter, 2018), vilket innebär att det ansatta 500-årsregnet inom denna utredning kan komma att visa sig att snarare motsvara framtidens 100-årsregn.

För varje modellområde genomfördes således fyra simuleringar; regn med två olika återkomsttider samt två olika markanvändningar. För samtliga regn har varaktigheten ansatts till 30 minuter. Regnet har för samtliga simuleringar simulerats som blockregn, det vill säga med konstant intensitet under hela regnet.

För att beskriva hur mycket vatten som rinner av från olika markytor har regnet multiplicerats med avrinningskoefficienter som ansatts utifrån typ av markanvändning, se Tabell 1. Rent modelltekniskt har alltså inte hela regnvolymer belastat den hydrauliska modellen, utan endast det vatten som förväntas bidra till avrinningen på markytan.

Samtliga markanvändningsklasser utom "Lutning > 30°" är hämtade ur fastighetskartan (Lantmäteriet 2018). Med Bebyggelse hög avses friliggande hög bebyggelse med flerfamiljshus som har tre våningar eller fler. Med Bebyggelse låg avses tät låg bebyggelse som utgörs av planmässig kvartersbildning med friliggande en- och tvåfamiljshus med högst två våningar. Hög bebyggelse bedöms innehålla mer hårdgjord yta och tilldelas därmed en högre avrinningskoefficient än låg bebyggelse.

Nya utvecklade områden anses vara helt ogenomsläppliga, vilket innebär att avrinningskoefficienten är lika med 0,5 och med ett Mannings tal lika med 40, vilket motsvarar markanvändningen för hög bebyggelse. Byggnader inom de nya utvecklingsområdena antas ha samma geometriska utformning som i nuläget, och för taken till dessa byggnader sätts avrinningskoefficienten till 1,0. Detta gäller även för vägar och cykelvägar. Regnintensiteten för dessa nya områden justerades med 50% av ledningsnätets kapacitet, vilket för de framtida exploaterade områdena motsvarar ett 20-årsregn med

10 min varaktighet och en klimatfaktor på 1,25. Detta är ett antagande som ligger till grund för denna utredning om att för redan exploaterade områden innebär föreslagen FÖP att ledningsnätet för dagvatten uppgraderas.

Tabell 1 Avrinningskoefficient, regnbelastning och Mannings tal för olika typer av markanvändning. De olika markanvändningstyperna är sorterade efter prioritetsordning i fallande ordning. Lutning > 30° är endast inkluderad i GIS-skiktet för Mannings tal. Avrinningskoefficienterna har anpassats utifrån regnets återkomsttid med utgångspunkt från resonemang i P110 (Svenskt Vatten 2016) samt med inspiration ifrån två Amerikanska motsvarigheter till P110 för delstaterna Colorado (Urban Drainage and Flood Control District 2017) och Kalifornien (State Water Resources Control Board 2011).

Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Regnbelastning 100- årsregn 30 min	Regnbelastning 500- årsregn 30 min	Mannings tal [m <sup>1/3</sup> /s]
		[mm]	[mm]	
Tak, byggnader	1,00	56	95	2
Vägar	1,00	56	95	70
Cykelvägar	1,00	56	95	70
Begravningsplats	0,35	19	33	5
Idrottsplatser	0,50	28	47	50
Industriområden	1,00	56	95	60
Vatten	1,00	56	95	15
Bebyggelse hög	0,50	28	47	40
Bebyggelse låg	0,40	22	38	30
Koloniområde	0,40	22	38	5
Grönområde	0,30	17	28	5
Sankmark	0,20	11	19	1
Skogsområde	0,20	11	19	2
Lutning > 30	-	-	-	2

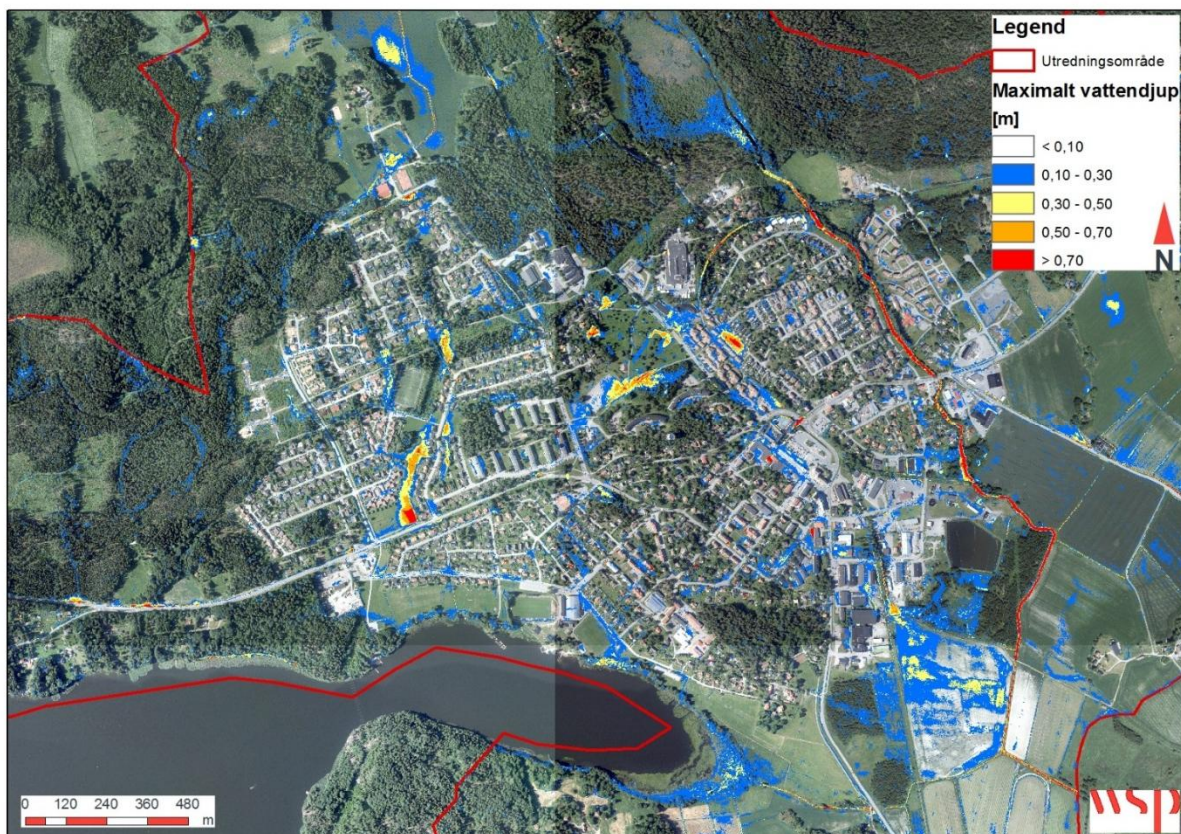
## 3 RESULTAT

Resultaten från den hydrauliska modellen utgörs av raster där varje 2 x 2 –meters ruta har ett beräknat maximalt vattendjup under simuleringen, ett vattendjup vid simuleringens slut samt maximala flöden under simuleringen i beräkningscellerna. Resultaten från de tre modellerna beskrivs i det följande separat.

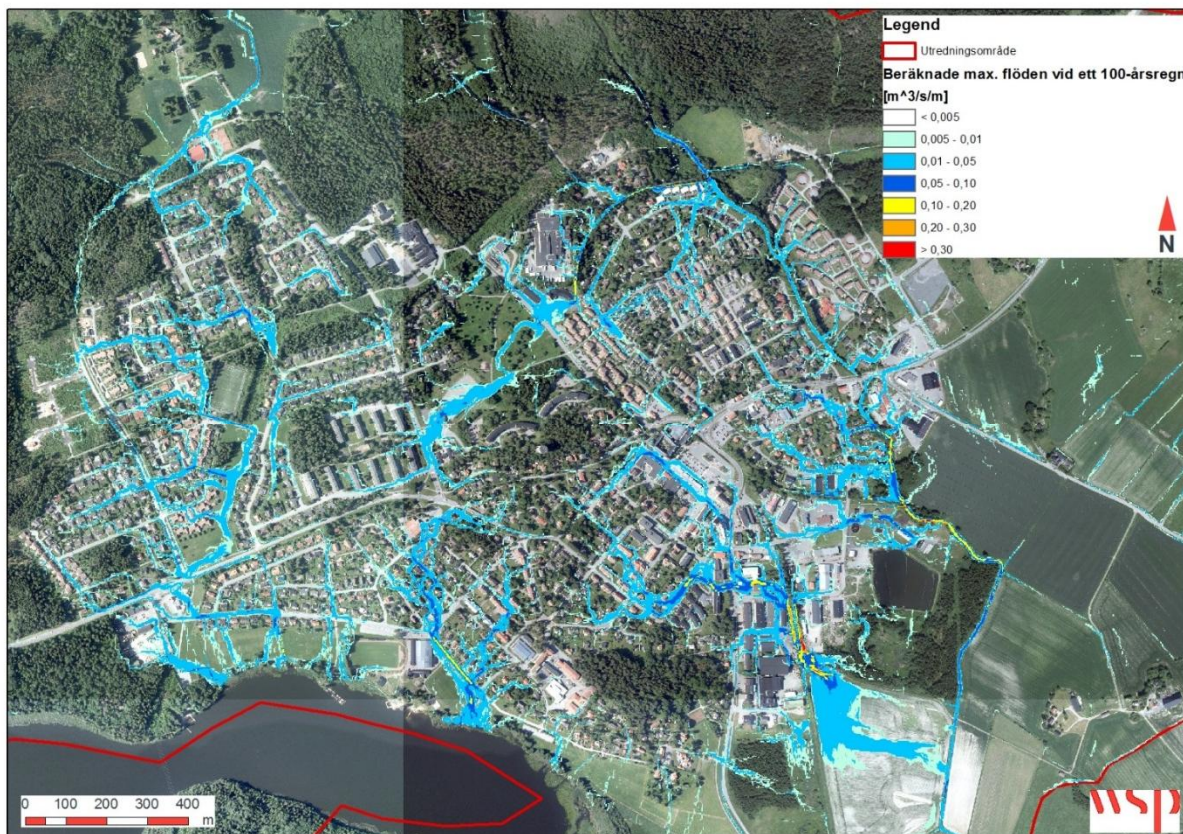
Eftersom den hydrauliska modellen för Rimbo är så pass geografiskt omfattande presenteras endast några exempel ur resultaten i denna rapport. Beräkningsresultaten med avseende på vattendjup vid simuleringens slut har kontrollerats genom jämförelser med det hydrologiska analysverktyget SCALGO Live (Scalgo 2018).

### 3.1 NULÄGET – BEFINTLIG MARKANVÄNDNING

I Figur 5 visas beräkningsresultaten med avseende på befintlig översvämningsrisk. I figuren kan det noteras att översvämningsriskerna till följd av stora vattenansamlingar i lågpunkter i bebyggda områden är överlag begränsad. I anslutning till vissa byggnader föreligger en viss översvämningsrisk, vilket kan studeras vidare i detalj med hjälp av levererade GIS-skikt. Dock uppstår under själva regnet vissa koncentrerade flödesstråk vilket kan ge upphov till momentana översvämningsrisker. Flödesstråken visas Figur 6. En viss del av avrinningen vid skyfallet leds ner till recipienten Långsjön tack vare den naturliga slutningen ner mot sjön i terrängen.

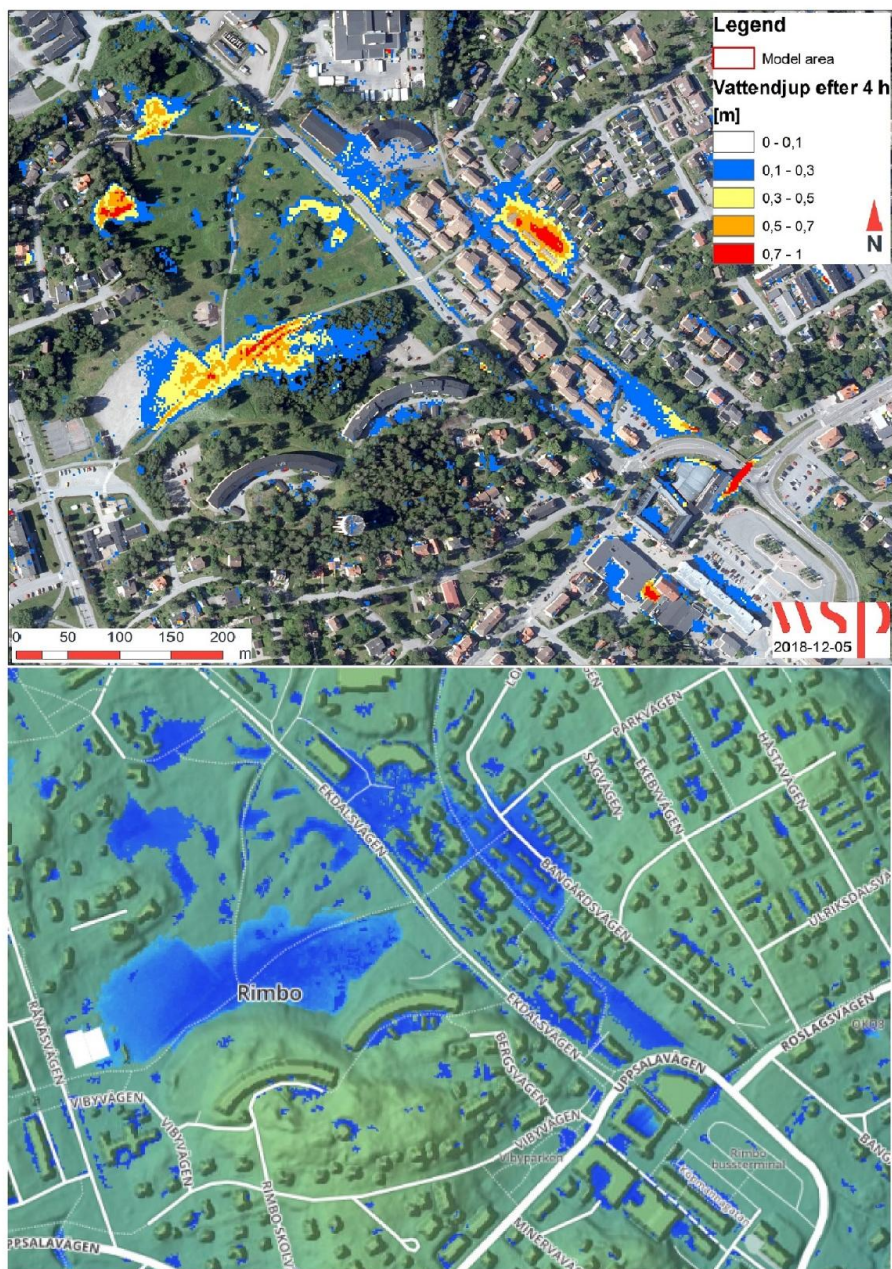


Figur 5 Maximala vattendjup under det simulerade 100-årsregnet för de centrala delarna av Rimbo. Det stråk som indikerar höga vattendjup till höger i figuren i Norrtäljeån-Vallbyån är behäftat med stora osäkerheter.



Figur 6 Flödesstråk under 100-årsregnet för de centrala delarna av Rimbo.

I Figur 7 visas en jämförelse mellan resultaten från beräkningsprogrammet MIKE 21 med verktyget SCALGO Live. Det är viktigt att komma ihåg att resultaten från SCALGO Live inte tar hänsyn till den dynamik och de hydrauliska parametrar som beskriver avrinningen vid ett skyfall. Däremot kan jämförelsen användas för att översiktligt kontrollera resultaten i de hydrauliska beräkningarna genom att studera vattenansamlingarna vid simuleringens slut. Den typ av lågpunktsanalys som genomförs med verktyget SCALGO Live beskriver inte avrinningens förlopp eftersom den inte tar hänsyn till någon hydraulik. Däremot görs inga justeringar av terrängmodell eller markanvändning i det verktyget vilket innebär att det är färre steg som kan gå fel vid en sådan analys.



Picture from **SCALGO LIVE** (scalgo.com)  
Possible flood risk due to 100 year event with 30 min duration time

**SCALGO**

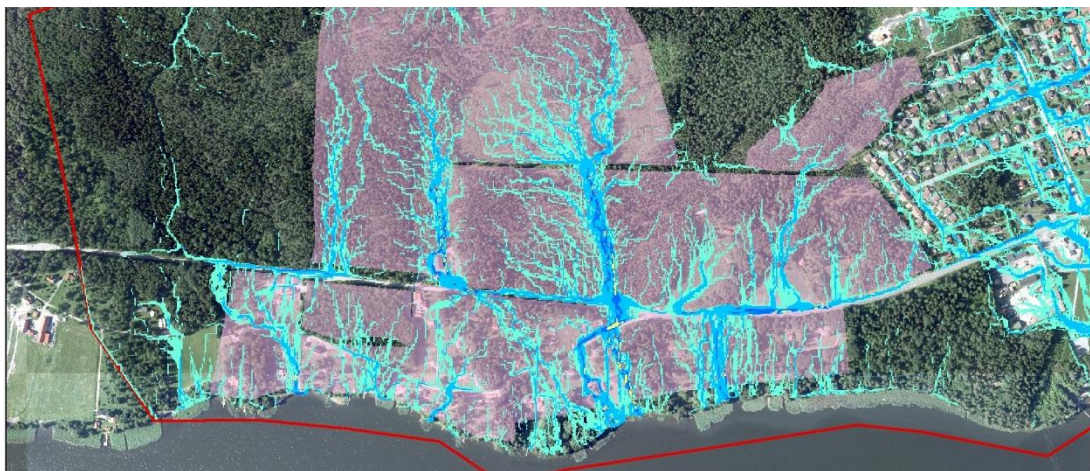
Figur 7 Figuren visar en jämförelse av beräkningsresultaten för 100-årsregnet med det hydrologiska analysverktyget SCALGO Live. Att vattenansamlingarnas utbredning skiljer sig åt mellan de två modellverktygen förklaras av hur de två olika verktygen fungerar. Att vattenansamlingarna ser större ut i resultaten ifrån SCALGO Live i denna figur förklaras av att det verktyget inte tar hänsyn till avrinningskoefficienten baserat på markanvändning.

### 3.2 FÖRESLAGEN FÖP – FRAMTIDA MARKANVÄNDNING

Resultaten för beräkningarna med uppdaterad markanvändning utifrån föreslagen FÖP möjliggör en analys av hur nyexploatering och förtätning av utvecklingsområden påverkar ytvavrinningen och översvämningsriskerna vid ett skyfall. Det ska dock noteras att det endast är markanvändningen och inte terrängmodellen som uppdaterats, vilket innebär att de exakta flödesstråken kan påverkas och antingen ändras, förflyttas eller bli mer koncentrerade, när dessa utvecklingsområden är exploaterade. I Figur 8 och Figur 9 illustreras ett exempel på hur avrinningsstråken förändras vid framtida markanvändning för den västra delen av Rimbo.



Figur 8 Figuren visar maximala flöden under det simulerade 100-årsregnet för befintlig markanvändning.



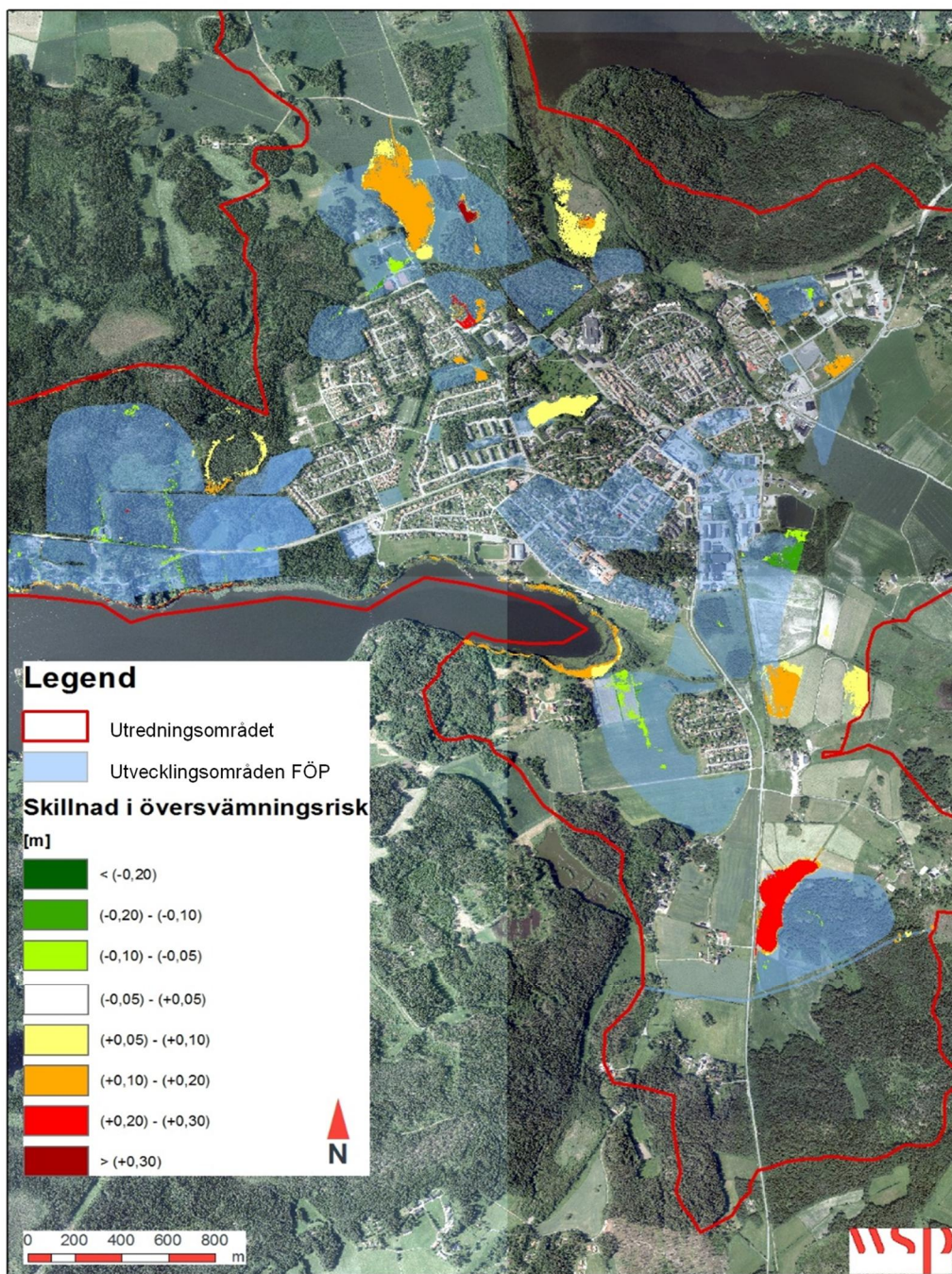
Figur 9 Figuren visar maximala flöden under det simulerade 100-årsregnet för framtida markanvändning enligt föreslagen FÖP. De lila transparenta polygonerna beskriver de områden som exploateras enligt föreslagen FÖP.

Skillnaderna i ytavrinning mellan de två scenarierna, befintlig och framtida markanvändning, presenteras i Tabell 2. Att simuleringen av ett tänkbart 500-årsregn innebär en högre procentuell ytavrinning mellan befintlig och framtida markanvändning förklaras av att ledningsnätets kapacitet är mindre i förhållande till 500-årsregnet än i förhållande till 100-årsregnet.

Tabell 2 Tabellen visar förändring i ytavrinning mellan de två beräkningsscenarierna utifrån markanvändning.

	<b>Förändring i ytavrinning mellan befintlig och framtida markanvändning för 100-årsregnet</b>	<b>Förändring i ytavrinning mellan befintlig och framtida markanvändning för 500-årsregnet</b>
<b>Ökning i m<sup>3</sup></b>	18 000	87 000
<b>Ökning i %</b>	7	20

I Figur 10 visas skillnaderna i översvämningsrisk mellan befintlig och framtida markanvändning för 500-årsregnet vid simuleringen slut, det vill säga fyra timmar efter regnets start. I vissa områden ökar översvämningsrisken, det vill säga vattendjupen, till följd av mer ytavrinning ifrån de hårdgjorda ytorna i tidigare grönområden. I vissa områden minskar översvämningsrisken eftersom redan exploaterade områden som idag innehåller en stor andel hårdgjorda ytor kommer att få ett ledningsnät med högre kapacitet. I vissa oexploaterade områden kommer den förändrade markavrinningen, med högre Mannings tal, leda till att vattnet snabbare rinner av på ytan vilket leder till lägre momentana vattendjup i avrinningsstråken även om vattendjupen blir högre i lågpunkterna nedströms.



Figur 10 Figuren visar skillnader i översvämningsrisk mellan befintlig och framtida markanvändning enligt föreslagen FÖP.

## 4 KOMMENTARER TILL RESULTATEN

Skyfallskarteringen utgörs av en relativt översiktlig modell som ska användas för att identifiera områden med risk för översvämnning vid skyfall. Dock bedömer WSP underlaget till och detaljeringsgraden på den hydrauliska modellen som tillräckligt bra för att inte bidra med större fel och osäkerheter än vad själva regnvolymer och klimatfaktorn innebär, och framförallt ett lagom omfattande underlag i FÖP-skedet. Resultaten i form av beräknade vattendjup och identifierade förändringar i volymer bör inte användas vid detaljerad projektering av åtgärder, för det krävs mer



detaljerade analyser, framförallt inom olika delområden. Däremot kan resultaten användas för att identifiera behov av åtgärder och lämplig placering av kontrollerade avrinningsstråk och försdröjningsvolym. Beräkningarna är gjorda med en terrängmodell med 2 x 2 m grid, så det kan finnas mindre trösklar och passager i terrängen som inte kommer med i terrängmodellen som kan påverka översvämningsutbredningen, detta antas dock inte påverka slutsatserna i denna utredning.

Det stråk som indikerar höga vattendjup till höger i Figur 5 i Norrtäljeån-Vallbyån är behäftat med stora osäkerheter. Skyfallsmodellen inom denna utredning är inte uppbyggd för att korrekt beskriva höga flöden i vattendrag. För det krävs en vattendragsmodell som beskrivs i Vägledning för översvämningskartering av vattendrag (MSB 2014).

Någon kalibrering av modellen har inte varit möjlig eftersom det saknas underlag för detta. Skyfall i denna storleksordning är som återkomsttiden speglar mycket ovanliga händelser, och det har enligt WSP:s kännedom inte inträffat någon liknande situation i området.

Förutom de felkällor och osäkerheter som härrör från antaganden och förenklingar så uppstår alltid numeriska felkällor i modellens vattenbalans, så kallad "water level correction". Dessa numeriska felkällor är oftast beroende av modellens tidssteg, där ett kortare tidssteg ger ett lägre fel, till priset av längre simuleringstid. Det numeriska felet uttrycks i beräkningsprogrammet som den volym virtuellt vatten som modellen skapar, förutom själva nederbörden, för att kunna beräkna vattenbalansen i respektive beräkningscell. I Tabell 3 visas storleken på det numeriska felet för respektive simulering.

Tabell 3 Tabellen visar det numeriska felet i den hydrauliska modellen, så kallad "water level correction".

Scenario	100-årsregn		500-årsregn	
	Befintlig markanvändning	Framtida markanvändning	Befintlig markanvändning	Framtida markanvändning
Numeriskt fel [%]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

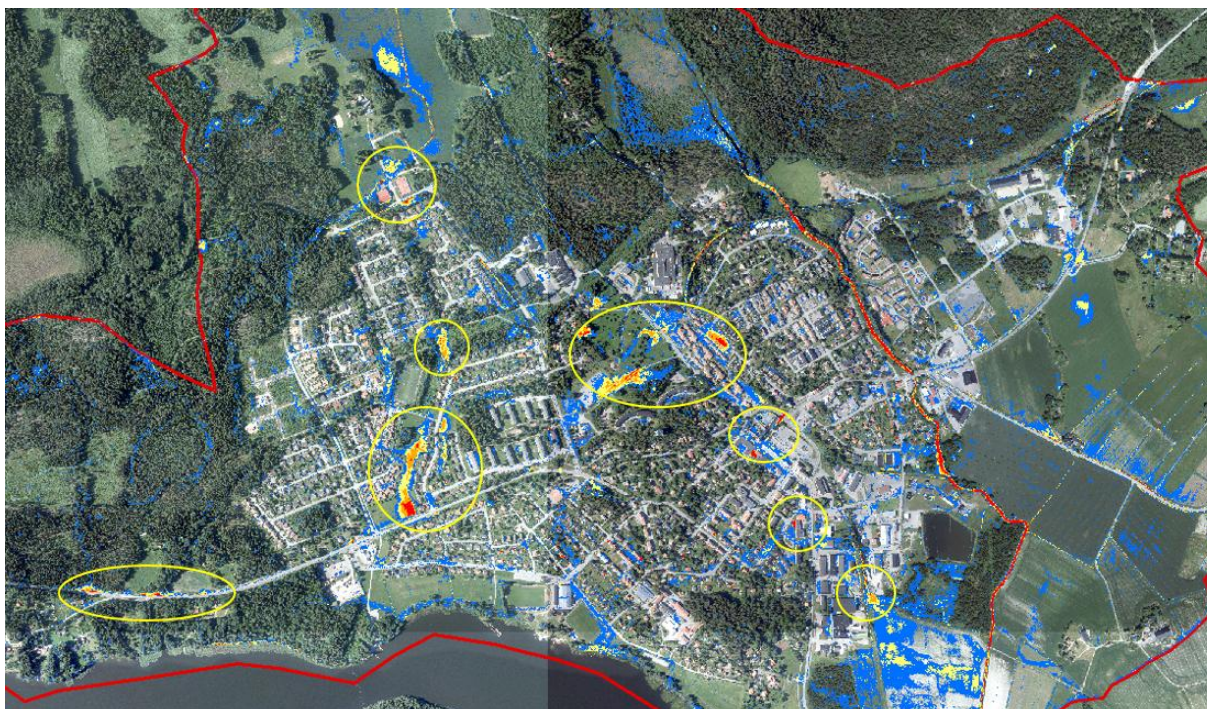
Det finns ingen självklar branschstandard för vilket numeriskt fel som kan godtas, men i modeller med ett numeriskt fel under 5 %, som i fallet med beräkningarna inom denna utredning, bedömer WSP att resultaten är tillräckligt bra för att kunna användas för denna typ av analyser och som underlag till exempelvis en MKB, särskilt eftersom skillnader i avrinning och översvämningsrisk mellan olika markanvändningsscenarier är det som primärt studeras. Att felet är i samma storleksordning för samtliga simuleringar, och lika stort för de två scenarierna inom respektive modell, innebär goda förutsättningar till att jämföra vattenvolymer med och utan exploatering.

## 5 SLUTSATSER

### 5.1 SVAR PÅ FRÅGESTÄLLNINGARNA

#### 1. Var föreligger översvämningsrisker vid skyfall i nuläget?

Resultaten från beräkningarna som utförts redovisar områden där det finns risk för konsekvenser till följd av översvämnning vid skyfall. Vatten ansamlas framförallt i lågpunkter i terrängen. Områden med uppenbar översvämningsrisk vid skyfall redan i nuläget redovisas i Figur 10.



Figur 10 Områden med uppenbar översvämningsrisk redan i nuläget inom utredningsområdet i denna utredning.

## 2. Hur och var förändras översvämningsrisken till följd av föreslagen FÖP?

I områden som nyexploateras ifrån att tidigare varit skogs- och grönområden ökar genom större och djupare vattenansamlingar, framförallt i lägre belägna delar av de olika utvecklingsområdena. När det gäller redan exploaterade områden är den generella slutsatsen att översvämningsriskerna inte ökar markant med framtida markanvändning, förutsatt att ledningsnätet uppgraderas så som analyserat inom denna utredning.

## 5.2 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

En skyfallskartering är ett naturligt första steg i arbetet med skyfallsproblematiken inom en tätort. WSP bedömer antaganden och resultat i denna utredning som fullt tillräckliga för att utredningen ska kunna utgöra underlag för fortsatta arbete mot översvämningsrisker inom Rimbo. Nedan listas några rekommendationer för hur Norrtälje kommun skulle kunna arbeta vidare med skyfallsfrågan utifrån resultaten av denna utredning.

- Resultaten kan användas till att peka ut lämpliga ytor att avsätta inom den fördjupade översiktsplanen för att hantera stora vattenmängder från skyfall.
- Genom att analysera flödesstråken i detalj kan lämpliga ytliga rinnvägar identifieras för att leda vatten bort från till exempel bostadsområden och vägar till fördröjningsmagasin eller direkt till recipienter. Till exempel kan kommunen ta ställning till vilka rinnvägar ner mot Långsjön som kan behållas. Eventuellt är det möjligt att låta avrinning från oexploaterade ytor rinna direkt till recipienten, så att endast vatten från exploaterade ytor behövs renas på vägen.
- För respektive utvecklingsområde kan skillnaderna i översvämningsvolym före och efter exploatering analyseras i detalj för att kunna föreslå adekvata förebyggande åtgärder mot översvämningsrisker. De olika delområdena kan jämföras mot varandra för att se var behoven av åtgärder är som störst, vilket kan hjälpa kommunen att prioritera resurser för översvämningsförebyggande åtgärder.

- Resultaten kan användas för att identifiera framkomlighetsproblem för allmänheten och räddningstjänsten vid skyfall. Även påverkan på samhällsviktiga funktioner och potentiellt förorenade områden kan analyseras utifrån detta underlag.
- För att analysera vilka förhöjda vattennivåer och dess konsekvenser för Rimbo FÖP som riskerar att uppstå i Norrtäljeån vid skyfall eller vid andra höglödessituationer föreslås en hydraulisk vattendragsmodell över Norrtäljeån.

## 6 REFERENSER

California State Water Resources Control Board. 2011. *The Clean Water Team Guidance Compendium for Watershed Monitoring and Assessment*. Fact Sheet-5.1.3.

Dagens Nyheter. *Hotet underskattades – framtida skyfall kan bli dubbelt så kraftiga*. 2018-11-25.

Danska Hydrologiska Institutet. *MIKE 21*. <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-21> [2017-11-29]

Lantmäteriet. 2018. GSD-Fastighetskartan, vektor. <https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/kartor/fastshmi.pdf> [2018-11-13]

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). 2014. *Vägledning för översvämningskartering av vattendrag Fakta, inspirerande exempel och tips för en bra beställning*. MSB631 – augusti 2014. ISBN: 978-91-7383-402-5.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). 2017. *Vägledning för skyfallskartering Tips för genomförande och exempel på användning*. MSB1121 – augusti 2017. ISBN: 978-91-7383-764-4.

Scalgo. *SCALGO Live Flood Risk*. <http://scalgo.com/en-US/live-flood-risk> [2018-12-14].

Svenskt Vatten. 2016. Publikation P110. *Avledning av dag-, drän- och spillvatten* (s. 67-68).

Urban Drainage and Flood Control District. 2017. *Urban Storm Drainage Criteria Manual Volume 1 Management, Hydrology and Hydraulics* (p. 6-8).

## 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](http://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](http://wsp.com)

