

# VÄSTRA LIBROBÄCK

## SKYFALLSUTREDNING



2023-06-29

wsp

# VÄSTRA LIBROBÄCK

## Skyfallsutredning

Uppdragsnamn	Västra Librobäck förprojektering
Uppdragsnummer	10326583
Författare	Malin Eriksson, Julia Andersson
Datum	2023-06-29
Ändringsdatum	
Granskad av	Andreas P Karlsson
Godkänd av	

## KUND

**Uppsala kommun**

## KONSULT

### WSP

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 10-722 50 00  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

MALIN ERIKSSON, UTREDARE WSP - [MALIN.A.ERIKSSON@WSP.COM](mailto:MALIN.A.ERIKSSON@WSP.COM)

SHAIMA SAGHIR, UPPDRAGSLEDARE WSP - [SHAIMA.SAGHIR@WSP.COM](mailto:SHAIMA.SAGHIR@WSP.COM)

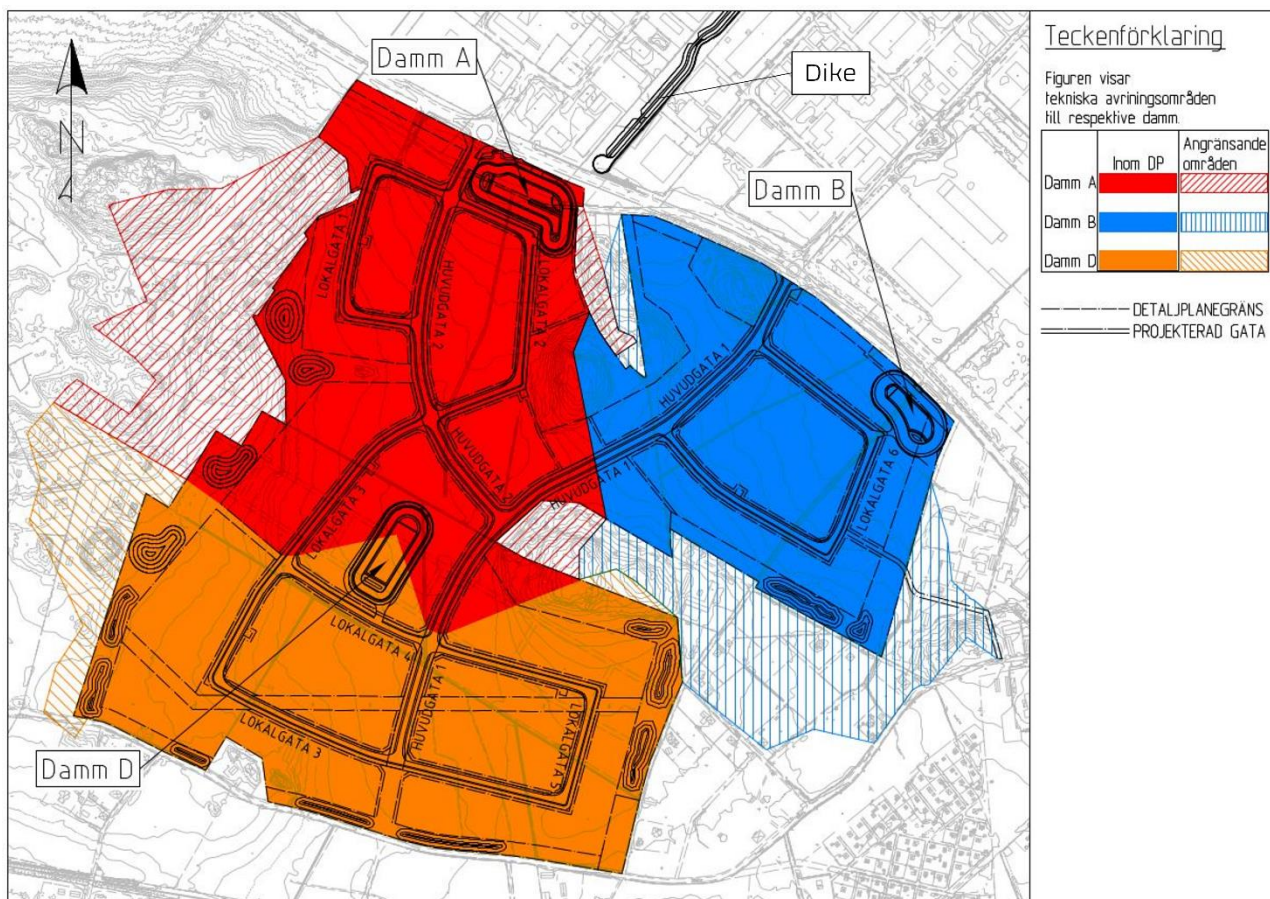
## **INNEHÅLL**

<b>1</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>4</b>
1.1	Underlag och antaganden	5
<b>2</b>	<b>Metod</b>	<b>5</b>
2.1	Utredningsområde	6
2.2	Terrängmodell	7
2.3	Ledningsnätet	8
2.4	Regn	9
2.5	Infiltration	9
2.6	Markanvändning & Markens Råhet	10
2.7	Kalibrering	10
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>11</b>
3.1	Vattendjup och Flödesvägar	11
<b>4</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>17</b>

# 1 BAKGRUND

Området Västra Librobäck i Uppsala är under exploatering. Planområdet är 71 ha stort, varav 47 ha kvartersmark, 10 ha allmän platsmark gaturum och 14 ha park- och naturmark. WSP har på uppdrag av Uppsala kommun utfört en dagvattenprojektering i samband med systemhandlingsprojektering, vilken omfattar tre dagvattendammar, en per avrinningsområde, se Figur 1, samt ett avledande dike till Fyrisån. Diket är uppströms kopplat till Damm A via ledningar under väg.

För att säkerställa att de lösningar som planeras ger önskad effekt har WSP fått i uppdrag att upprätta en skyfallmodell baserad på systemhandlingsprojekteringen av ytor och ledningar som närmare beskriver de dynamiska förloppen under ett klimatkompenserat 100-årsregn. Önskad effekt innebär att funktionen i dagvatten- och skyfallssystemet i modellområdet inte försämrar situationen för befintlig bebyggelse.



Figur 1. Systemhandlingsprojektering av gator, dagvattenledningar och dammar i Västra Librobäck (WSP, 2022-12-22), samt indelning i avrinningsområden. Skrafferade områden är den del av avrinningsområdet som ligger utanför detaljplanen.



## 1.1 UNDERLAG OCH ANTAGANDEN

Skyfallsmodellen är uppbyggd i koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdsystemet är RH2000. Alla nivåer i rapporten anges i höjdsystemet RH2000.

Följande underlag har använts för uppbyggnad av skyfallsmodellen i MIKE+:

- Höjddata:
  - o Laserdata, från Uppsala kommun 2023-03-03
  - o 1x1 m grid för de nyexploaterade områdena, levererade av WSP 2023-03-10
- Markanvändning:
  - o Diken, nedladdad från Naturvårdsverket 2023-03-15
  - o Markanvändning, nedladdad från Lantmäteriet 2023-03-14
  - o Markanvändning ("Imperviousness") och byggnader, nedladdad från Scalgo 2023-03-15
  - o Baskarta från tidigare VA-projektering, WSP 2023-03-14
  - o Jordarter, nedladdat på Scalgo 2023-03-29
- Sammansatt höjdmodell över hela detaljplaneområdet, från Uppsala kommun 2023-03-04
- Komplettering till höjdmodell, från WSP 2023-03-14
- Dagvattenledningar, Uppsala Vatten 2023-02-20
- Värden till infiltrationsmodul, Skyfallsmodellering Stockholms stad - WSP 2018.

Antaganden i MIKE+ modellen:

- Klimatfaktor 1,25 appliceras för befintlig och planerad situation.
- Dagvattenledningsnätets kapacitet beaktas genom kopplad ledningsnätmodell baserad på befintliga och förprojekterade ledningar.
- Vattennivå i Fyrisån på +7,5 m enligt korrespondens med Uppsala Vatten (2023-03-01).

## 2 METOD

Skyfallsmodelleringen för både befintlig och planerad situation utförs med en kopplad ledningsnät- och ytavrinnings-modell (1D-2D-modell) i det hydrauliska beräkningsprogrammet MIKE+.

En kopplad modell innebär att modellen beräknar nivå- och flödesförhållanden på ytan såväl som i dagvattenledningar som uppstår till följd av nederbörd. Modellen består av två delmodeller, en 1D-modell för hydrauliska beräkningar i ledningsnätet samt en 2D-modell för beräkningar av flöden på markytan. Kommunikation kan ske mellan de två delmodellerna, vilket innebär att vatten kan strömma både från ytavrinnings-modellen till ledningsnätets-modellen och vice versa. Metoden för markavrinning följer de riktlinjer som sätts ut i "Vägledning för Skyfallskartering" (MSB, 2017).

2D-modellens indata består av:

- en terrängmodell som beskriver modellområdets topografi
- regnbelastningen
- markens infiltrationskapacitet (beror av markanvändning samt geologiska förhållanden)
- markens råhet (beror av markanvändning)
- randvillkor för Fyrisån.

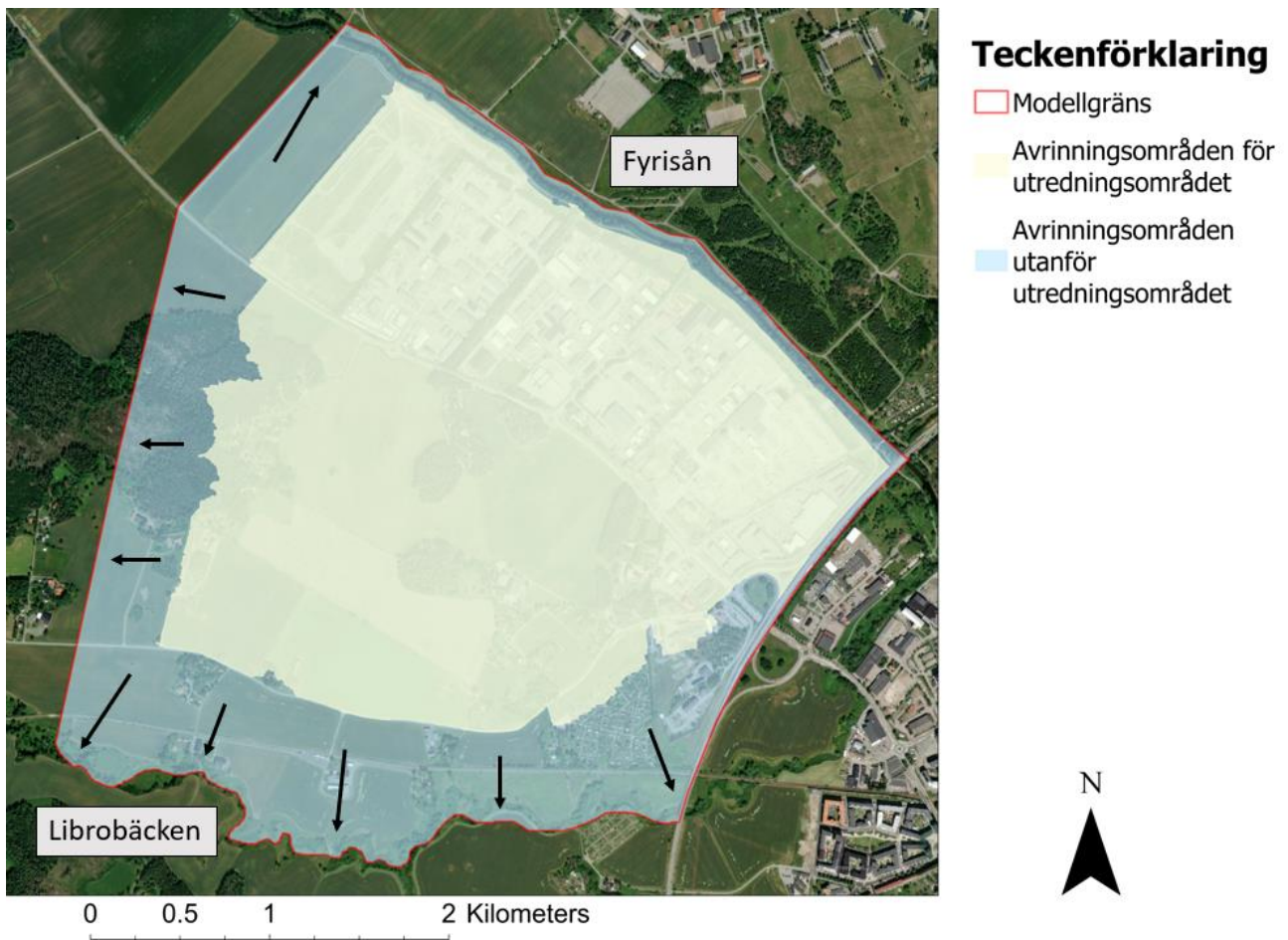
1D-modellens indata består av:

- ledningsnätets dimensioner
- ledningsnätet noder med nivåer för marknivå och vattengångsnivå
- regnbelastningen

Beräkningar har gjorts för ett 100-årsregn med en tillsatt klimatkfaktor på 1,25.

## 2.1 UTREDNINGSSOMRÅDE

Modellområdet (Figur 2) definieras av avrinningsområdena som inkluderar det befintliga verksamhetsområdet i Librobäck samt ytan för den planerade utbyggnaden av Västra Librobäck.



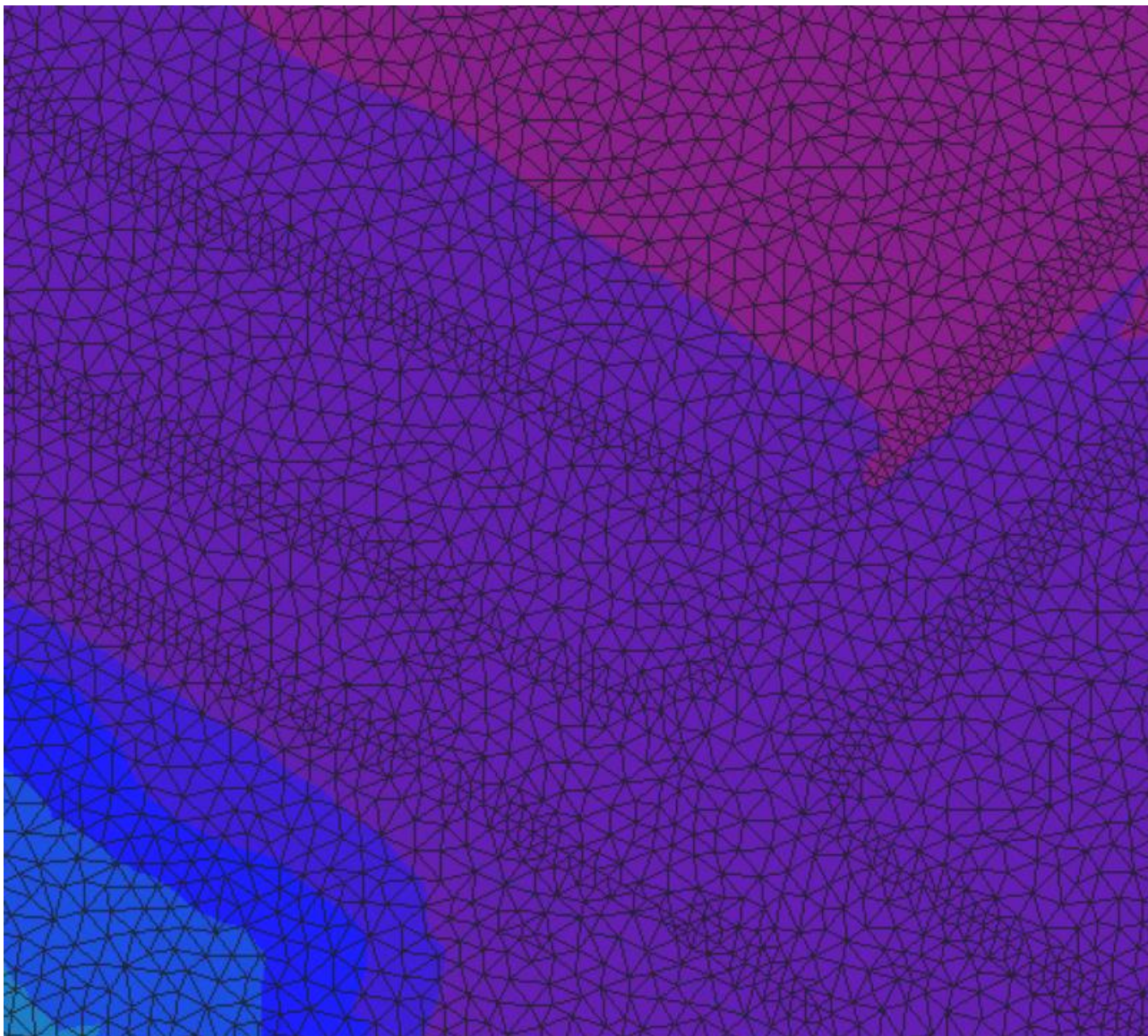
Figur 2. Huvudsakliga avrinningsområden inom modellområdet.

Som kan utläsas i Figur 2 är modellområdet större än den yta som täcks av avrinningsområdena. Det är på grund av att vatten inte ska ackumuleras vid utredningsområdesgränsen och visa missvisande resultat.



## 2.2 TERRÄNGMODELL

Terrängmodellen för planerad och befintlig situation har skapats av WSP och även med data som hämtats från det webbaserade mjukvaruprogrammet Scalgo. Terrängdata i Scalgo erhålls av Lantmäteriet. Modellen inkluderar planerade marknivåer på nya gator och diken, vilka inhämtats från VA-projekteringen utförd av WSP (2022-12-22). Terrängmodellen har i Mike+ konverterats till en så kallad mesh-modell (ett flexibelt nät) som är en form av triangelmodell. Mesh-modellen byggdes upp med högre upplösning (mindre trianglar) vid gator samt i diken för att förbättra simuleringsresultatet och samtidigt erhålla en snabb och stabil modell, se exempel i Figur 3.

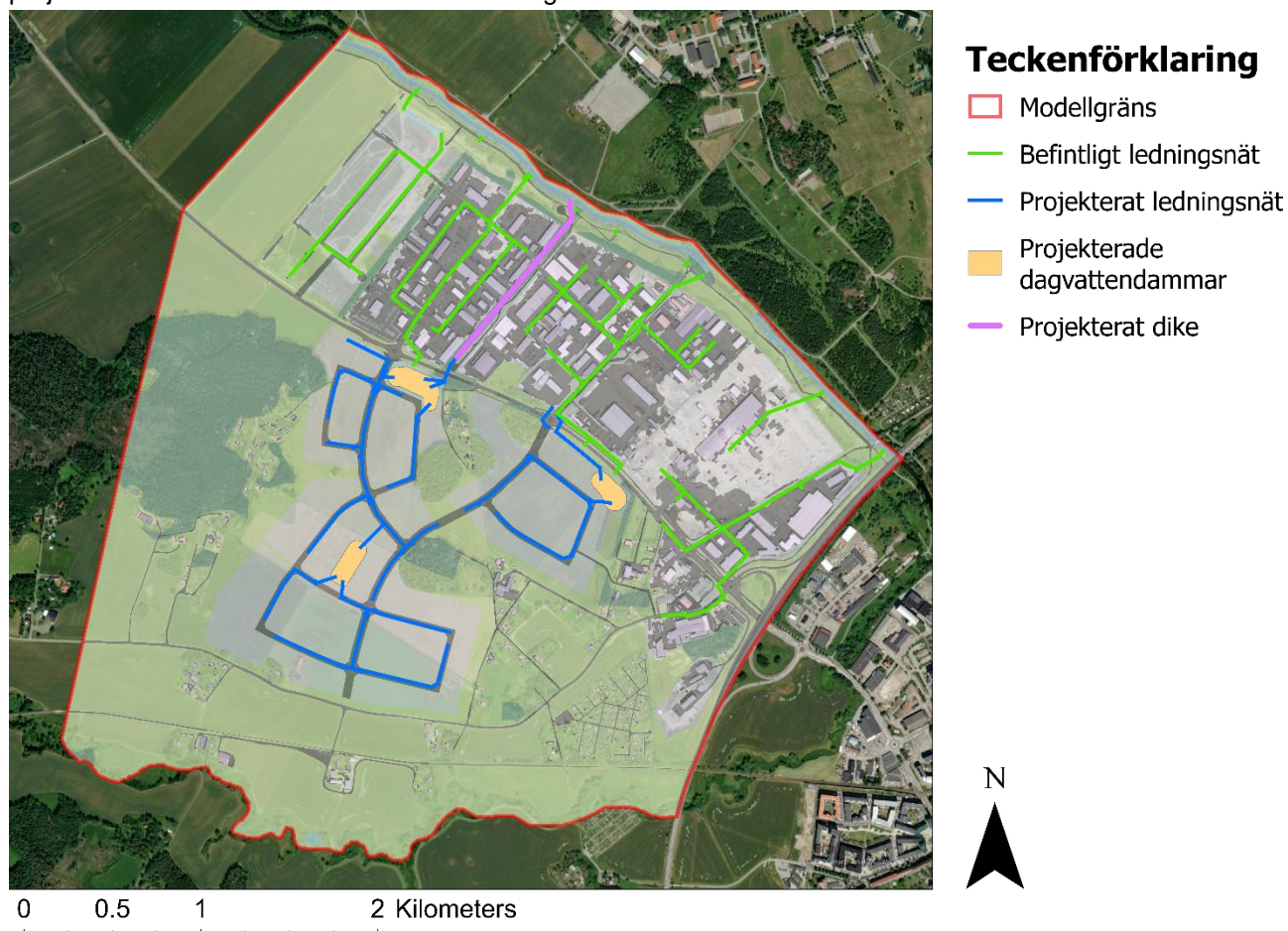


Figur 3. Klipp från mesh-modellen med högre densitet kring vägar och diken.

Verktaget 2D Infrastructure i Mike+ användes för att inkludera befintliga byggnaders höjder i terrängmodellen. Byggnadskroppar som tillkommer i planerad situation är inte inkluderade i modellen då de ej är planerade än. I modellen antas det att marken höjdsätts så att vattnet rinner runt de nya byggnaderna och att inga instängda områden skapas. Det vill säga att i framtida arbete antas en höjdsättningsprincip där byggnader höjdsätts högre än kringliggande mark, tillämpas.

## 2.3 LEDNINGSNÄTET

Det befintliga verksamhetsområdet i Librobäck betjänas idag av ett allmänt ledningsnät. I VA-utredningen för Västra Librobäck som utfördes av WSP (2022-12-22) projekterades ett utökat ledningsnät för området, se Figur 4. Utöver de ledningar, dammar och diken som projekterades i området som ska exploateras, projekterades även ett större dike i det befintliga verksamhetsområdet.



Figur 4. Existerande ledningsnät samt det projekterade dagvattensystemets utformning.

Samtliga ytor i det nyexploaterade området ansluts till ett helt nytt ledningsnät, som följer de huvudsakliga avrinningsstråken. Det nya ledningsnätet mynnar ut i en av de respektive dagvattendammarna varifrån vattnet fortsätter mot det nyprojekterade diket, alternativt mot ledningsnätet nedströms. Slutligen mynnar hela området ut i Fyrisån i norr. Ledningsnätets utformning och dimensioner har erhållits från Uppsala Vatten, med komplettering från VA-projekteringen gjord av WSP.

I modellen som erhöles från Uppsala Vatten för planerad situation har delar av det befintliga ledningsnätet dimensionerats upp. Figur 5 visar vilka ledningar som har dimensionerats upp, samt med vilken dimension.





Figur 5. Delar av det befintliga ledningsnätet som planeras att dimensioneras upp. Figuren visar ökningen (m) i dimension.

Eventuellt uteblir uppdimensioneringen av dagvattennätet i den vänstra delen i Figur 5. Syftet med att öka dimensionerna i det området var på grund av en alternativ avvattningslösning av Damm A till den delen av ledningsnätet. Damm A kommer avvattnas, som beskrivet, till diket som leds mot Fyrisån och därför minskar behovet av uppdimensioneringen i det vänstra området.

## 2.4 REGN

100-årsregnet har beskrivits som ett CDS-regn (Chicago Design Rain) med 6 h varaktighet med en klimatfaktor på 1,25. Ett CDS-regn består av flera blockregn med olika intensitet och varaktigheter för en viss återkomsttid och är praxis vid skyfallsmodellering i Sverige. Klimatfaktorn har valts till 1,25 för att representera ett framtida scenario med större nederbördsintensitet än i dagens klimat. Total regnvolym för ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet och en klimatfaktor på 1,25 är 106 mm enligt Dahlström (2010).

I modellen har det antagits att för hårdgjorda ytor faller 50% av regnet på ledningsnätet (1D-modellen) och 50% av regnet på markmodellen (2D-modellen), och för gröna ytor faller 100 % av regnet på markmodellen. Avrinningskoefficienter i ledningsnätsmodellen har anpassats utifrån denna fördelning av regnbelastningen. Kopplingen mellan modellerna medför dock att regnet kan förflyttas mellan 1D- och 2D-modellen. Exempelvis sker det om vattnet stiger i en nod upp till marknivå, då fortsätter avrinningen på marken.

## 2.5 INFILTRATION

Infiltrationen i marken beskrivs med hjälp av en infiltrationsmodul som beräknar infiltrationen i marken baserat på fem olika parametrar i beräkningsprogrammet MIKE+. Parametrarna baseras på GIS-skikten för området, vilka utgörs av: markanvändning och jordartstyp. Genom att använda de olika kategorierna skapas beräkningarna över tid. Infiltrationsmodulen beräknar hur stor del av nederbörden som infiltrerar i marken respektive rinner av på markytan. Detta tillåter att infiltrationsförloppet beskrivs under hela simuleringstiden i och med att infiltrationen varierar med såväl markförhållanden (markanvändning, vegetation, geologiska förhållanden) som mätnadsgrad över tid. Det är dock stora osäkerheter i de infiltrationsparametrar som

anges då dessa är baserade på schablonvärden. De fem olika parametrarna i infiltrationsmodulen i MIKE+ utgörs av: jordlagrets porositet [-], jordlagrets infiltrationskapacitet [mm/h], jordlagrets mäktighet (infiltrationszonens djup) [m], initialt vatteninnehåll [%], jordlagrets vertikala läckagehastighets ner till underliggande jordart [mm/h].

Infiltrationsmodulen har i skyfallsmodellen kopplats till alla genomsläppliga/permeabla ytor, d.v.s. de ytor som kategoriserats som grönytor. I modulen beskrivs följande parametrar (Tabell 1).

Tabell 1. Parametervärden ansatta i infiltrationsmodulen för respektive markanvändning.

Yta/jordart	Infiltrationshastighet (mm/h)	Porositet (%)	Mäktighet (m)	Läckagehastighet (mm/h)	Initialt vatteninnehåll, solig dag (%)
Hårdgjorda ytor	0	0	0	0	0
Fyllning	180	40	0.3	36	20
Lera/silt	3.6	40	0.3	0.36	45
Svallsed./torv	36	40	0.3	1.8	40
Vatten	0	0	0	0	0
Urberg*	36	40	0.3	0	30

\*Mäktigheten syftar till jordtäcket ovan berget och värdet är hämtat från skyfallsmodelleringen över Stockholms stad (WSP, 2018). Andelen exponerat berg i modellområdet är förhållandevis liten.

## 2.6 MARKANVÄNDNING & MARKENS RÅHET

Modellområdets markanvändning har baserats på underlag från olika öppna datakällor (se avsnitt 1.1) samt kartering som utförts i VA-utredningen. Markanvändningen har delats in i kategorier enligt Tabell 2 och ligger till grund för beskrivningen av infiltrationshastigheten på grönytor samt beskrivningen av markens råhet.

Markens råhet (friktion) beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvämningsförloppet. Generellt kan det sägas att hårdgjorda ytor har ett högt Mannings tal eftersom vattnet rinner snabbt på ytan. Råare ytor, exempelvis grönytor, har ett lägre Mannings tal vilket betyder att vattnet där rinner långsammare. I skyfallsmodellen har Mannings tal för markens råhet differentierats efter markanvändningen (Tabell 2).

Tabell 2: Mannings tal (Mannings M) för olika kategorier av markanvändning.

Markanvändning	Mannings tal
Asfalt/betongbeläggning	70
Industri- och handelsbebyggelse	50
Öppen mark	20
Vattendrag	15
Byggnader	10*
Barr- och blandskog	5

\* För att minska risken för instabilitet i modellen har taken på byggnader i modellen givits ett lågt värde, Mannings tal 10. Att korrigera Mannings tal för tak på detta sätt är vedertaget vid skyfallsmodellering och bedöms inte påverka översvämningsförloppet nämnvärt då vattnet oavsett kommer rinna av taken samt rinna långs ytor med kraftig lutning.

## 2.7 KALIBRERING

Skyfallsmodellen har inte kalibrerats eftersom underlag för en sådan kalibrering inte finns. Extrema väderhändelser som skyfall uppträder mycket sällan och därmed saknas observationer och mätningar från de regnevent som faktiskt har förekommit. Det regnet som har simulerats bör ses som en dimensionerande nederbördssituation och inte tolkas som ett sannolikt verkligt regn, där såväl intensitet och varaktighet kan påvisa stor variabilitet i tiden såväl som i rummet.

Med detta följer att modellens trovärdighet baseras på att de processer som styr avrinningsförloppet på markytan vid ett skyfall är inkluderade i modellen. Den största osäkerheten i skyfallsmodelleringen är den antagna infiltrationskapaciteten i marken.

## 3 RESULTAT

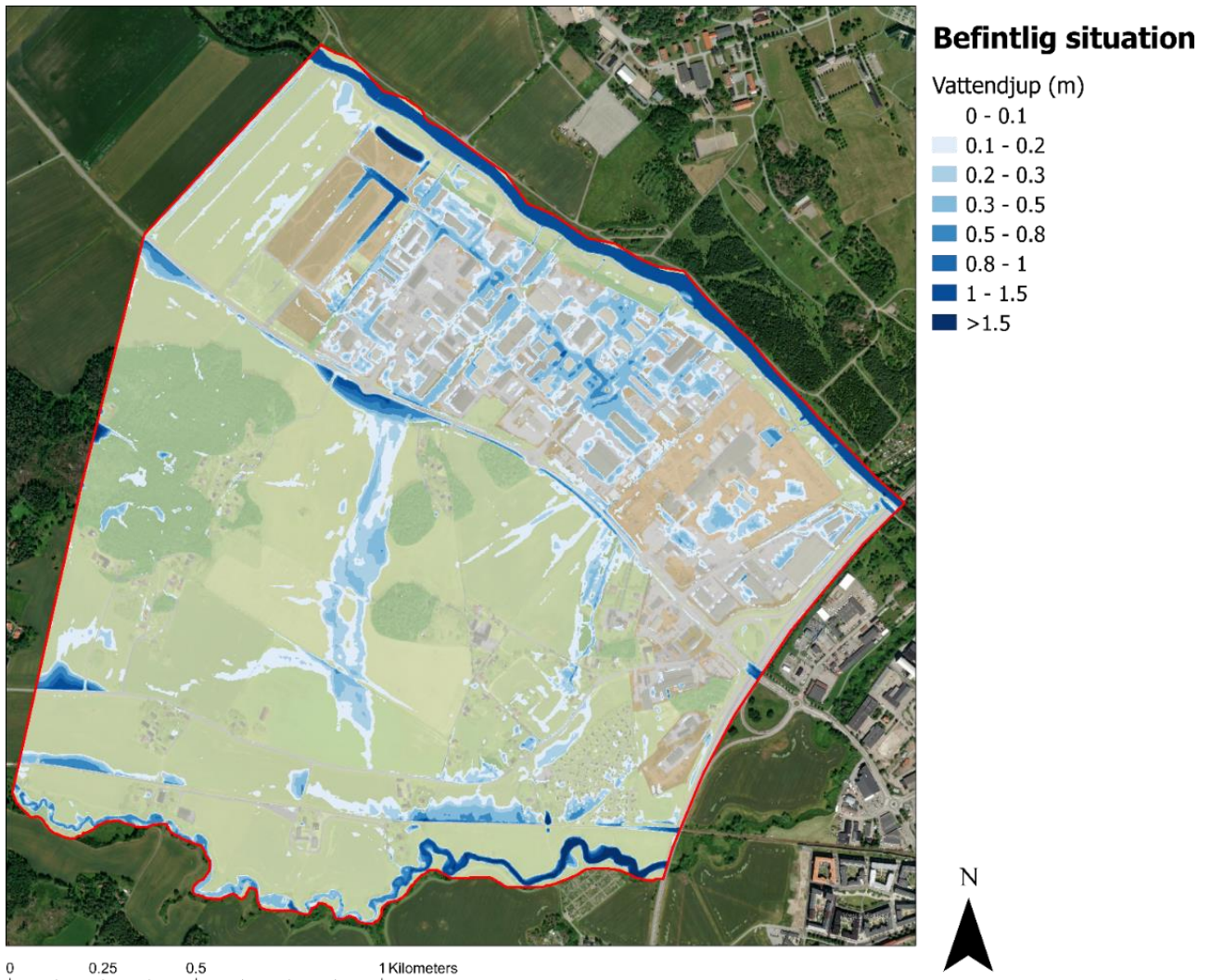
Resultaten från skyfallsberäkningarna redovisas i form av beräknade maximala vattendjup och flödesvägar. Med maximalt vattendjup menas maximalt vattendjup för varje beräkningsruta över hela beräkningen, det finns alltså ingen tid kopplad till värdet (maximalt värde i angränsande rutor i dessa kartor är alltså inte nödvändigtvis vid samma tidpunkt).

Analysen är gjord med en flexibel mesh-storlek och även om denna har justerats för att hålla en förhållandevis hög upplösning vid viktiga punkter kan det finnas trottoarkanter och passager i terrängen som inte kommit med i terrängmodellen. Dessa eventuella hinder och passager kan påverka översvämningens utbredning. Det är också viktigt att poängtera att resultaten från skyfallsmodelleringen bara redovisar marköversvämningar till följd av skyfall och inte de översvämningar som exempelvis skulle kunna uppstå i källare och liknande utrymmen till följd av överbelastade ledningssystem.

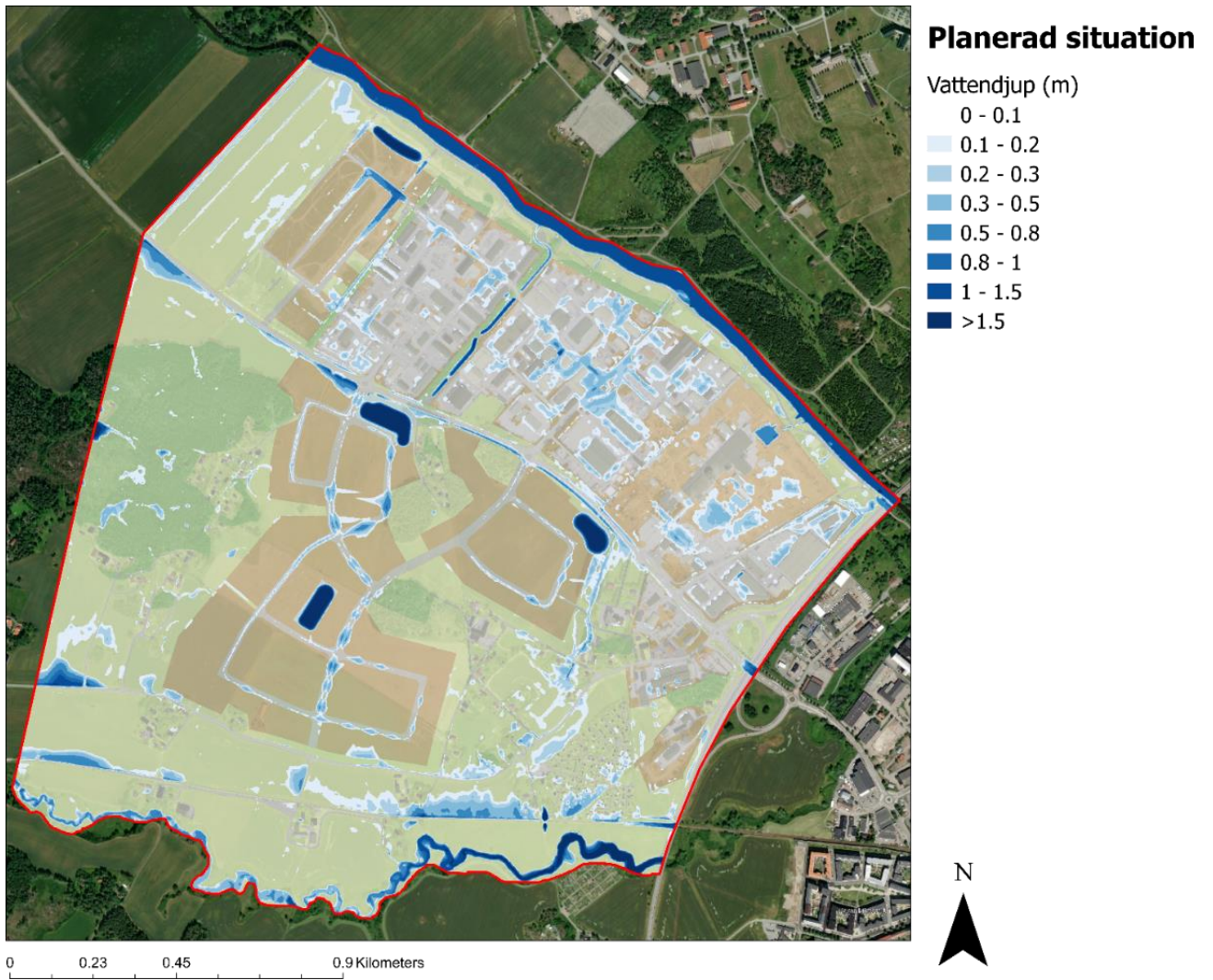
### 3.1 VATTENDJUP OCH FLÖDESVÄGAR

I Figur 6 och Figur 7 nedan redovisas beräknade maximala vattendjup vid befintlig respektive planerad situation och i Figur 8 visas skillnaden mellan maximala vattendjup mellan de två scenarierna. Värden och skillnader som är mindre än 5 cm ligger inom beräkningarnas felmarginal och redovisas inte. Eftersom områdets topografi förändras i och med planerade förändringar försvinner vissa mindre lågpunkter, medan andra uppstår.



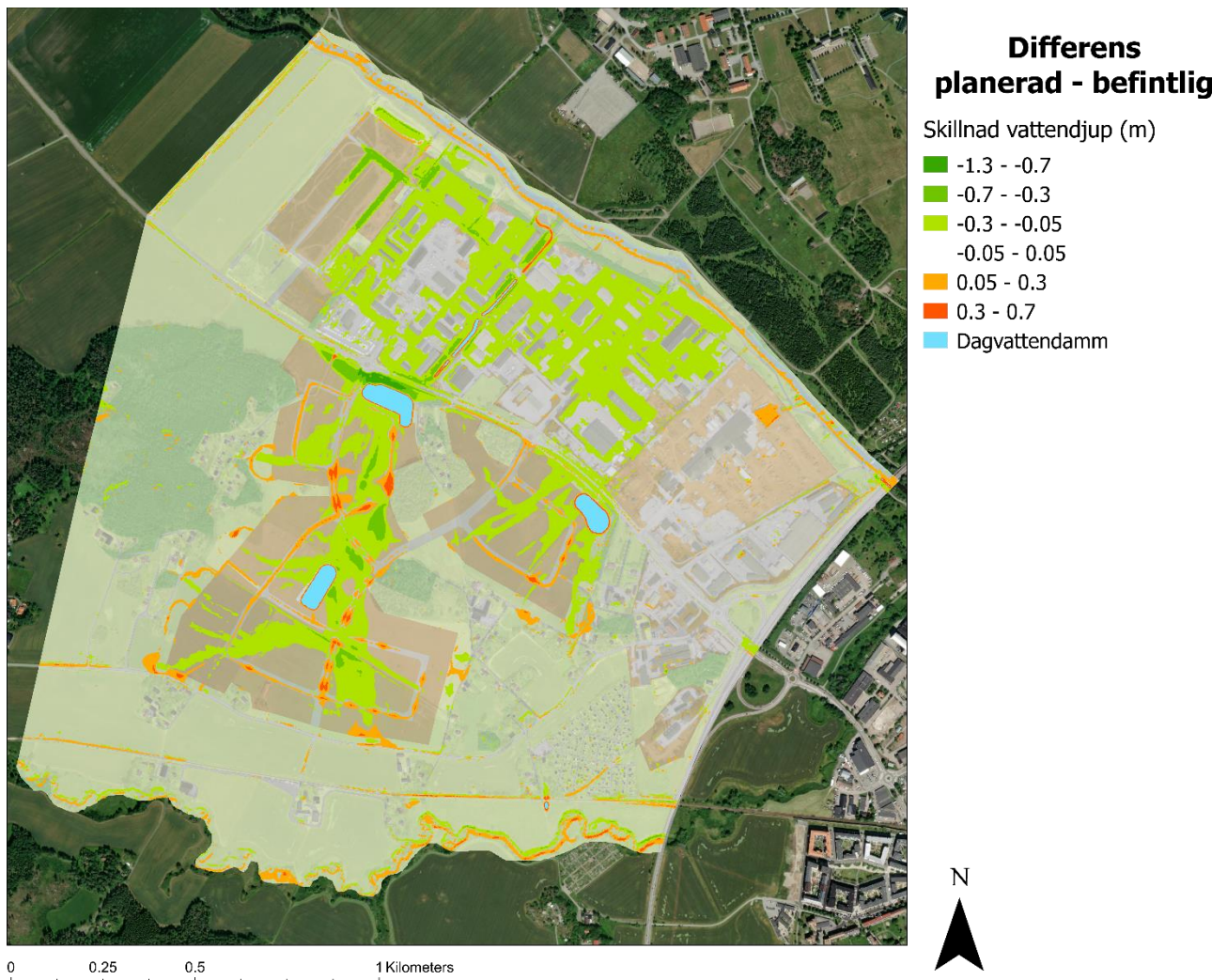


Figur 6. Simulerat maximalt vattendjup (m) vid befintlig situation.



Figur 7. Simulerat maximalt vattendjup (m) vid planerad situation.

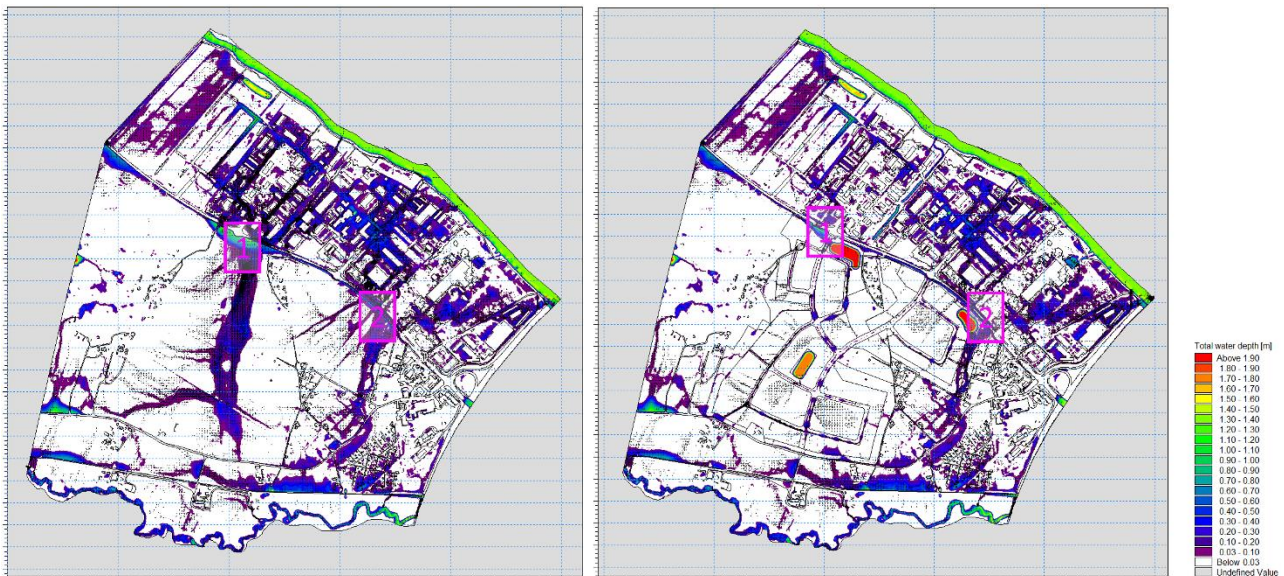




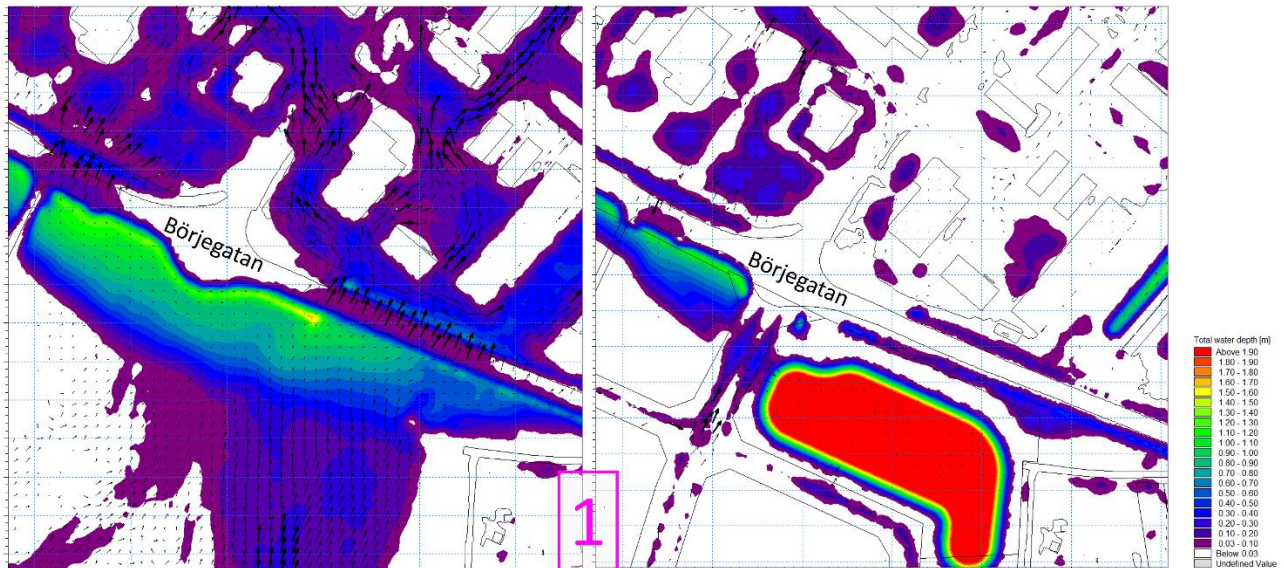
Figur 8. Skillnad mellan maximal vattennivå vid befintlig och planerad situation. Grön färg indikerar mindre vatten och rödorange indikerar mer, efter exploatering.

Överlag minskar både utbredning och maximalt vattendjup i det studerade området. För de redan bebyggda ytorna är en anledning att delar av det befintliga ledningsnätet i planerad situation dimensioneras upp med större ledningar. En andra orsak är att det nya ledningsnätet med dagvattendammarna, fördröjer skyfall uppströms. I Figur 10 och Figur 11 visas det exempelvis hur dammarna reducerar flöden som i befintlig situation översvämmar Börjegatan vid ett skyfall. För de ytor som ska bebyggas medför den förändrade höjdsättningen att flödesstråk koncentreras till och utmed gatorna. Att marknivåer runt byggnaderna som placeras på kvartersmarken inte skapar instängda områden vid skyfall bör säkerställas i vidare planeringskede.

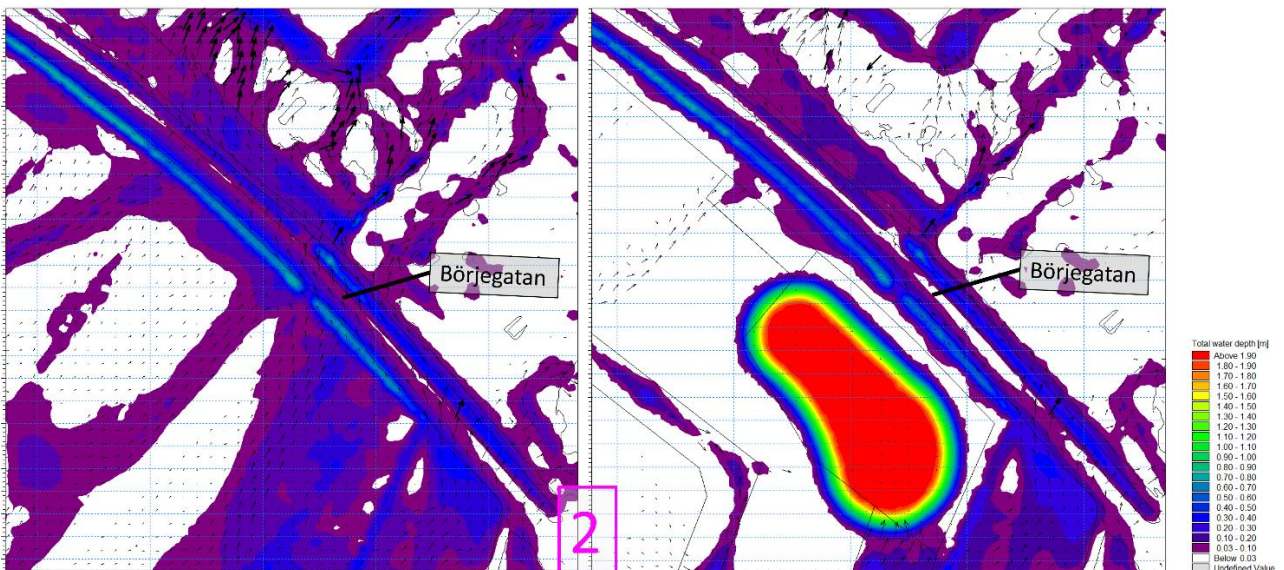




Figur 9. Översikt över vattenflöden och vattendjup i befintlig situation (t.v.) och i planerad situation (t.h.).



Figur 10. Vattenflöden kring Damm A, befintlig situation till vänster i bild och planerad situation till höger. Svarta pilar visar flödesriktning och tjockare pil indikerar en större mängd flöde.



Figur 11. Vattenflöden kring Damm B, befintlig situation till vänster i bild och planerad situation till höger. Svarta pilar visar flödesriktning och tjockare pil indikerar en större mängd flöde.

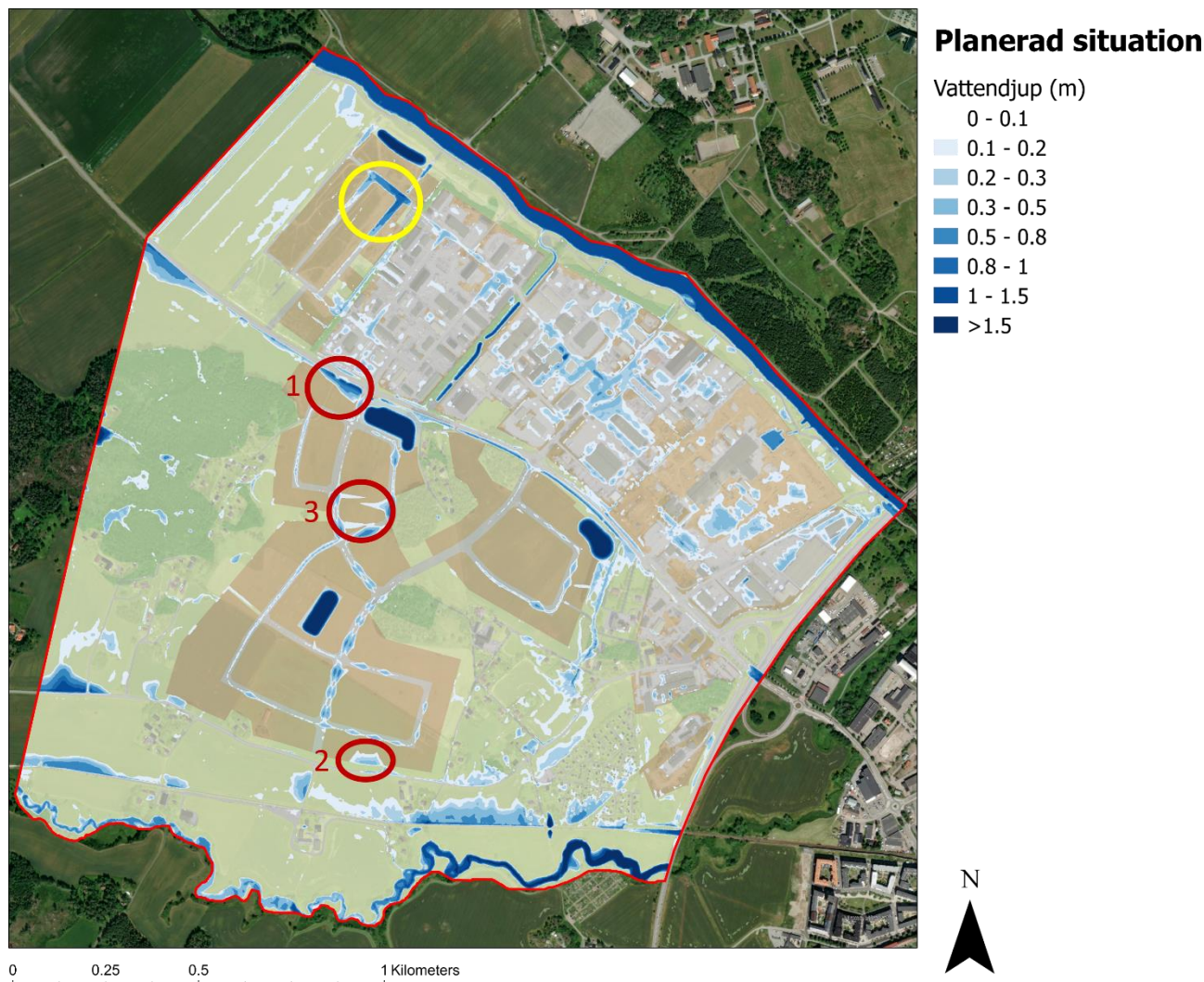


Tre områden på kvartersmark identifieras som riskområden vid skyfall, se Figur 12. Område 1 ligger på kvartersmark intill Börjegatan och kvartersmarken sluttar mot vägdiket intill gatan, där vatten blir stående och bräddar upp på kvartersmarken. Marknivåerna i detta område bör höjas så att yttlig avrinning kan ske mot lokalgatan i öster och Damm A. Om uppdimensioneringen av ledningsnätet i den västra delen av det befintliga verksamhetsområdet uteblir, är förbättringen som visas i Figur 10 troligtvis överskattad. Däremot bromsar Damm A, och i viss utsträckning leder om, skyfallet över Börjegatan vilket förbättrar skyfallssituationen jämfört med dagens situation.

I område 2 skapas en lågpunkt på kvartersmarken, dit skyfall rinner och blir stående med ett maxdjup på cirka 30 cm. I vidare planeringsarbete bör marknivåerna i området höjas så att skyfallet leds till en av de närliggande gatorna. Alternativt placeras en dagvattenbrunn i lågpunkten, från vilken vattnet successivt kan ledas bort.

I det tredje området skapas kilar av stående vatten på ca 15 cm. Dessa har sannolikt uppstått på grund av "veck" i höjdmodellen för det nyexploaterade området och yttlig vatten kommer istället, sannolikt ledas till dikena längs gatorna, likt resterande kvartersmark i området.

Det gula området visar ett område i Librobäck som vid tillfället av laserskanningen som använts i höjdmodellen, höll på att utvecklas. I både befintlig och planerad situation samlas skyfall på gator i området och den skillnad i maximalt vattendjup som visas i Figur 8 beror på att en mindre mängd vatten når området till följd av fördröjningsåtgärder uppströms.



Figur 12. Riskområden vid skyfall i det nyexploaterade området markerat med rött. Gul markering visar ett område som, vid tillfället av datainsamlingen för höjdmodellen, var under byggnation.

## 4 SLUTSATSER

Resultaten av skyfallsmodelleringen visar att flöden och maximala vattendjup generellt minskar i planerad situation, jämfört med befintlig. Det projekterade dagvatten- och skyfallssystemet fördröjer och leder om det flöde som idag rinner mot Librobäck, från uppströms liggande områden. Resultaten förutsätter att de förändringar i dimensioner på ledningar som erhållits för planerad situation i den befintliga bebyggelsen verkställs. Riskområdena 1 och 2 i Figur 12 bör beaktas i framtida arbete med höjdsättning av kvartermarken.



## VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

**wsp.com**

### WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**

