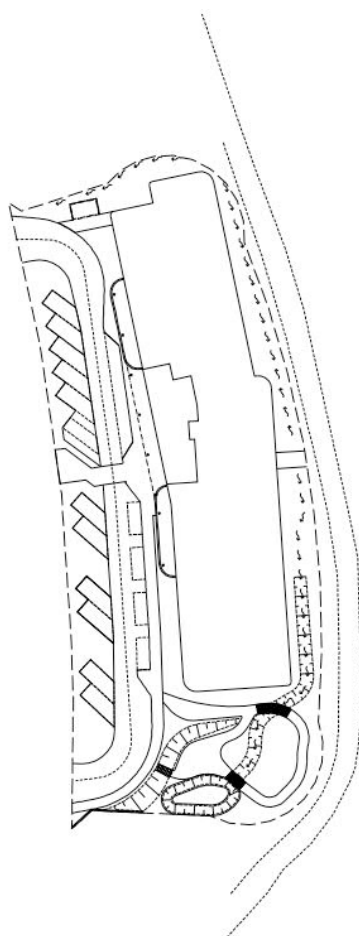


# FÖRDJUPAD SKYFALLSMODELLERING HEMSAMARITEN

2023-08-30



# FÖRDJUPAD SKYFALLSMODELLERING

Hemsamariten

## KUND

Åke Sundvall Byggnads AB

## KONSULT

WSP Sverige AB

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

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

## KONTAKTPERSONER

Sofia Westergren, Uppdragsledare

010-722 73 48

[sofia.westergren@wsp.com](mailto:sofia.westergren@wsp.com)

UPPDRAGSNAMN  
Fördjupad skyfallsmodellering  
Hemsamariten

UPPDRAGSNUMMER  
10334919

FÖRFATTARE  
Alfred Fransson, Mohit Jangid,  
Anzar Sajid, Faysal Abdi

DATUM  
2023-08-30

ÄNDRINGSDATUM  
-

Granskad av  
Kevin Daly, 2022/06  
Frida Blomér, 2023/08

Godkänd av  
Sofia Westergren

# MEDLEMMAR I UPPDRAGET

I uppdraget har följande personer deltagit:

- Sofia Westergren, uppdragsledare
- Faysal Abdi, modellering
- Frida Blomér, granskare
  
- Sabah Al-Shididi, uppdragsledare (2022/02-2022/06)
- Mohit Jangid, modellering (2022/02-2022/06)
- Anzar Sajid, modellering (2022/02-2022/06)
- Alfred Fransson, modellering (2022/02-2022/06)
- Kevin Daly, granskare (2022/02-2022/06)

# SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag av Åke Sundvall Byggnads AB att genomföra en fördjupad skyfallsutredning med en dynamisk hydraulisk modell som inkluderar detaljplanen för Hemsamariten 1 i stadsdelen Räcksta, Dp 2020–12922, i nordvästra Stockholm. Simuleringar har gjorts för 10-, 30-, 100- och 200-årsregn i en MIKE+-modell med en sammankopplad ledningsnätsmodell och markavrinningsmodell.

För samtliga simuleringsscenarier i MIKE+, där endast befintlig höjdsättning studerats, observerades enbart obetydliga skillnader i resultaten avseende trycknivå, flöde, djup och utbredning av ytvatten mellan nuläge och framtiden. Detta innebär att planområdet enbart har en marginell påverkan på ytvattnets utbredning och djup samt påverkan på kapaciteten i ledningsnätet. Anledningen till att endast befintlig höjdsättning studerades i MIKE+ är att denna utfördes i ett tidigt skede, då framtida höjdsättning inte tagits fram. Framtida höjdsättning togs fram med MIKE+-resultatet som underlag.

Simuleringar av ledningsnätet i MIKE+ visar på att dess trycklinje ligger i, eller strax över, marknivån vid planområdet.

Simuleringarna i MIKE+ visar också att påverkan från det norra avrinningsområdet (Område A) är betydande på planområdet. Omfattningen av påverkan, i form av trycklinje och flöde, har kunnat definieras vid koppling och frånkoppling av område A. Känslighetsanalysen visar på att trycklinjen stiger högt i anslutningspunkterna i planområdet redan vid ett 10-årsregn, vilket innebär att det finns en risk för uppdämning vid större regn.

När en framtida höjdsättning hade tagits fram utfördes en skyfallsanalys i SCALGO med denna som underlag. Scalgo-analysen visade att översvämningen på västra sidan om Räckstavägen blir bredare och djupare; vattendjupet ökar med ca 10 cm i största delen. Även om översvämningens utbredning ökar, innebär det inte någon ökad risk för befintlig bebyggelse. Det ligger en fotbollsplan där vattnet ställer sig, vilket kan bedömas som acceptabelt i händelse av skyfall.

Sydöst om planområdet sker i första hand en viss förbättring av skyfallssituationen kopplad till den nya höjdsättningen. Där minskar utbredningen av översvämning med vattendjup >50 cm något.

Framtida situation visar att flödet leds norr om planområdet istället för genom planområdet. Mindre vatten ställer sig inom planområdet med föreslagen höjdsättning och därmed förbättras framkomligheten till framtida byggnad. I händelse av skyfall når Räddningstjänsten fastigheten via dess södra infart. Under framtida förhållanden, liksom under befintliga förhållanden, är vattendjupet vid den norra utfarten inte farbart i händelse av skyfall.

Länsstyrelsens rekommendationer i samband med exploatering efterlevs enligt följande:

- Den nya bebyggelsen är planerad så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risker för översvämning från ett 100-årsregn har bedömts med hjälp av modellering i MIKE+ och Scalgo. LandArk har tagit fram eventuella skyddsåtgärder.
- Framtida nyttjande av fastigheten klassificeras inte som samhällsviktig verksamhet.

Framkomligheten till och från planområdet har bedömts. Bedömningen visar att den södra utfarten kan nyttjas även som infart i samband med skyfall.

## INNEHÅLL

MEDLEMMAR I UPPDRAGET	3
SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	6
FÖRUTSÄTTNINGAR	6
Definition av skyfall	6
UNDERLAG	6
LEVERERAT MATERIAL	6
ORIENTERING	7
METOD	7
MODELLERING I MIKE+	7
Modell över dagvattenledningsnät	8
Terrängmodell	8
Regn	9
Koncentrationstid	11
Markanvändning	11
Infiltration	12
Markens råhet	13
Kalibrering	14
Koppling av 1D-modell och 2D-modell	14
Förenklingar och generaliseringar i modellen	14
SKYFALLSANALYS I SCALGO LIVE	15
RESULTAT	16
RESULTAT FRÅN MIKE+	16
Befintliga förhållanden	19
Framtida förhållanden	20
Tolkning av beräkningsresultat	21
Användning av resultat	21
FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA UTFORMNING	21
SCALGO-ANALYS	21
SLUTSATSER	25
FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	26
REFERENSER	26
BILAGA 1-8	27

## INLEDNING

WSP har fått i uppdrag av Åke Sundvall Byggnads AB att genomföra en fördjupad skyfallsutredning med en dynamisk hydraulisk modell som inkluderar detaljplanen för Hemsamariten 1 i stadsdelen Räcksta, Dp 2020–12922.

## FÖRUTSÄTTNINGAR

Koordinatsystemet som använts i beräkningarna och vid framtagande av terrängmodell är SWEREF 991800 och höjdsystemet är RH 2000.

Följande rekommendationer från Länsstyrelsen ska i samband med exploatering uppfyllas:

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.

### **Definition av skyfall**

SMHI:s definition av *skyfall* är när det regnar minst 50 mm på en timme eller 1 mm/minut. Skyfall inträffar i regel sommartid när luftlagren värmts upp och då en större andel fukt ansamlas i de höga luftlagren innan den slutligen tvärt faller till marken. Detta sker oftast efter en varm och torr period och i samband med att en kallfront passerar.

## UNDERLAG

Följande underlag har använts vid framtagandet av skyfallsmodellen för tätorterna:

- Ledningsdata från SVOA i Shape-format
- Höjddata från Scalgo som TIFF-format
- Markanvändning från Scalgo som TIFF-format
- Markanvändning för planområdet från Dagvattenutredningen uppdragsnummer 10331837
- Situationsplan som CAD-fil
- 3D-modell landskap (LandArk)

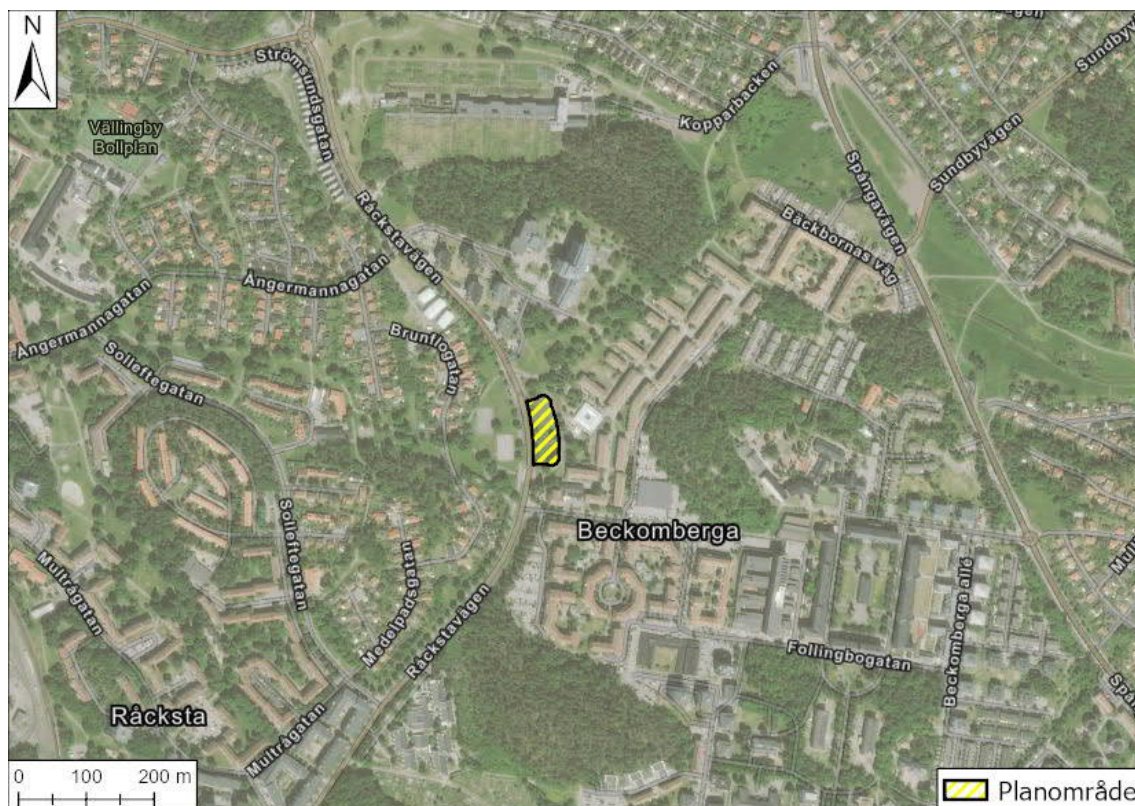
## LEVERERAT MATERIAL

Följande har levererats utöver denna rapport:

- GIS-skikt med beräknade maximala vattendjup (TIFF-format).
- Modellresultat i dfs-2 format och 1D-modellresultaten.
- Hydrodynamiska modeller i MIKE+-format.

# ORIENTERING

Hemsamariten 1 ligger på östra sidan av Räckstavägen i Hässelby-Vällingby i nordvästra Stockholm (Figur 1).



Figur 1. Lokalisering av Hemsamariten 1 (Bakgrundskarta: Imagery i ArcGIS).

## METOD

### MODELLERING I MIKE+

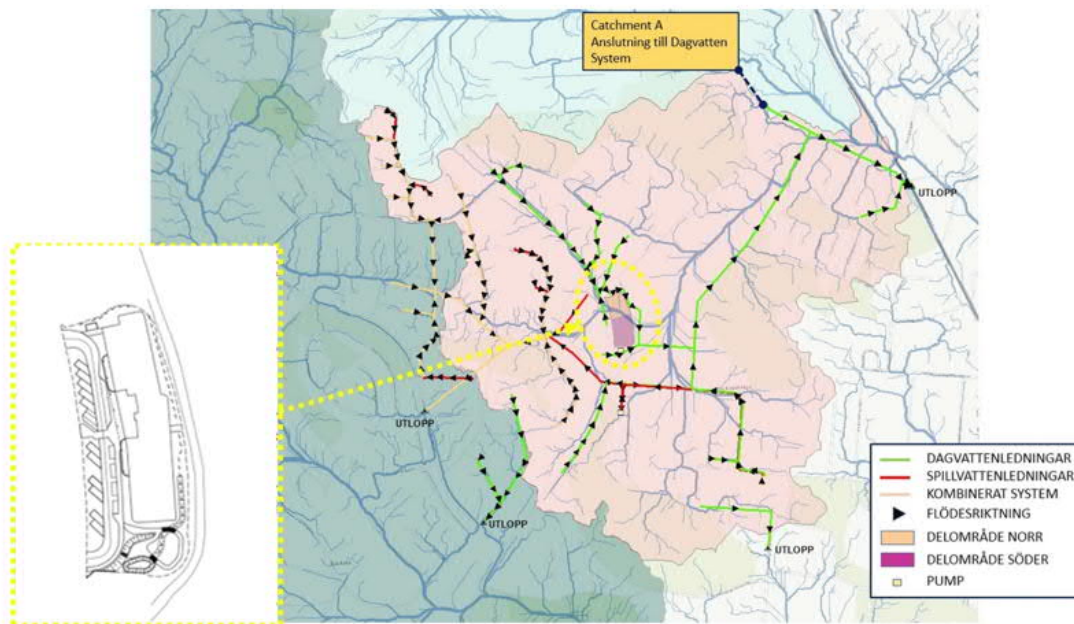
För att utreda konsekvenserna av 10-, 30-, 100- och 200-årsregn har en MIKE+-modell satts upp. Modellen består av en markavrinningsmodell och en ledningsnätmodell, som har sammankopplats så att vatten från marken kan rinna ner i ledningsnätet och tvärtom vatten från ledningsnätet rinna upp på marken. Modellen beräknar vattennivå- och flödesförhållanden till följd av angiven nederbörd.

Metoden för markavrinning som tillämpats följer *Vägledning för Skyfallskartering* (MSB 2017). Med metodiken görs förenklingar bland annat avseende på hur vattnet transporteras i diken genom att de beskrivs i höjdmodellen hämtad från Scalgo.

Markavrinningsmodellen har byggts upp av en terrängmodell, nederbördsbelastning, infiltration i marken samt beskrivning av markytans avrinningshastighet med hänsyn till markens råhet. Markavrinningsmodellen har sedan kopplats till ledningsnätmodellen som inkluderar ledningar, brunnar, inlopp och utlopp.

## Modell över dagvattenledningsnät

Ledningsmodellen är uppbyggd av ett underlag som tillhandahållits av SVOA med information om dimensioner, material och nivåer hos befintliga ledningar, brunnar och utlopp. Ledningsmodellen beskriver bara huvudledningar och enheter som pumpar, brunnar, etc. på huvudledningar. Serviser, privata ledningar, rännstensbrunnar beskrivs ej. Detta utgör en endimensionell ledningsmodell (1D-modell; Figur 2).



Figur 2. Ledningsnätmodellen (1D-modell) samt rinnvägar och avrinningsområden.

Avrinningsområden enligt fastighetsgränskartan har kopplats direkt till ledningsmodellen för att beräkna dagvattenflöden under 10- och 30-årsregn. För skyfallsberäkningar under 100- och 200-årsregnet belastas ytvattenmodellen med regnet med avdrag av 30-årsregn samtidigt som ledningsmodellen belastas med ett 30-årsregn genom direktkopplade avrinningsområden till ledningsmodellen. Ytvattenmodellen och ledningsmodellen är sammankopplade i brunnarna. Under simulering förs data för det dagvatten som rinner till brunnarnas position i markavrinningsmodellen över till brunnarna och sedan till ledningarna i ledningsmodellen.

## Terrängmodell

Som underlag till skyfallsmodellen (MIKE+) har en höjdmodell tagits fram utifrån data från Scalgo Live. Höjdmodellen som har använts utgörs av ett rutnät med en storlek på 1×1 m. Höjdmodellen från Scalgo har bearbetats genom att höja upp byggnader 2 m för att beskriva de verkliga vattentransportförhållandena. Generellt har höjdmodellen inte korrigerats för kulvertar/trummor. Ingen ändring i höjdsättning har gjorts i planområdet än att höja byggnader 2 m. Detta utgör grunden för den tvådimensionella modellen (2D-modell). Utöver höjddata ingår markanvändning, infiltration och markens råhet i detta. 2D-modellen använder ett så kallat 'rektangulärt flexible mesh'.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Flexible mesh: En sorts indelning av 2D-modellen till flexibla rektangulära celler för snabbare simulering jämfört med klassiska rektangulära grid-celler.



## Regn

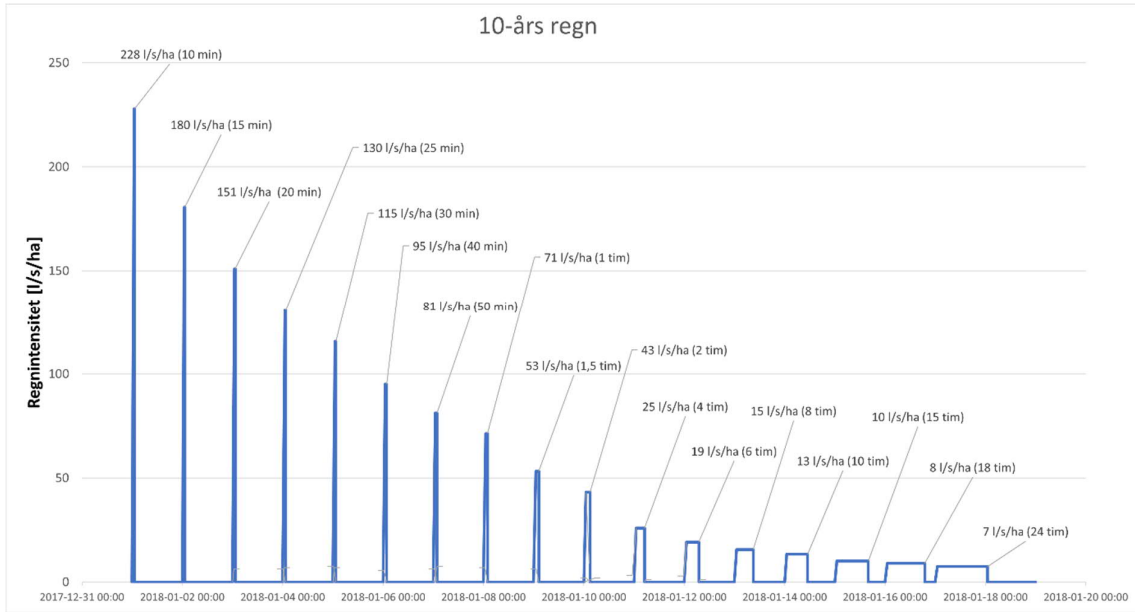
Blockregn enligt Svenskt Vattens publikationer P104/P110 för 10- och 30-årsregn i centrum/affärsområden har använts för ledningsnätsanalysen. För skyfallsberäkningar har CDS-regn med återkomsttider på 100 år och 200 år med en varaktighet på 6 timmar använts. CDS-regn består av flera blockregn med varierande intensiteter- och varaktigheter. Fördelen med att använda CDS-regn för skyfallsberäkningar är att det tar hänsyn till olika avrinningstider för alla delområden under en regnhändelse. Regnhändelserna presenteras i Figur 3, Figur 4 och Figur 5.

7-årsregnet appliceras på det norra avrinningsområdet (Område A) för att få med bidraget från det området. 7-årsregnet med en timmes varaktighet har använts för att ledningen från det norra avrinningsområdet ska gå full. Att detta sker vid ett 7-årsregn är baserat på beräkningar utifrån maximal antagen kapacitet och reducerad area på avrinningsområdet (de första två 1D-simuleringarna beskrivs i Tabell 1). Intensiteten för 7-årsregnet är ca 64 l/s/ha. En klimatfaktor på 1,25 har applicerats på alla regn inne i modellen för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar.

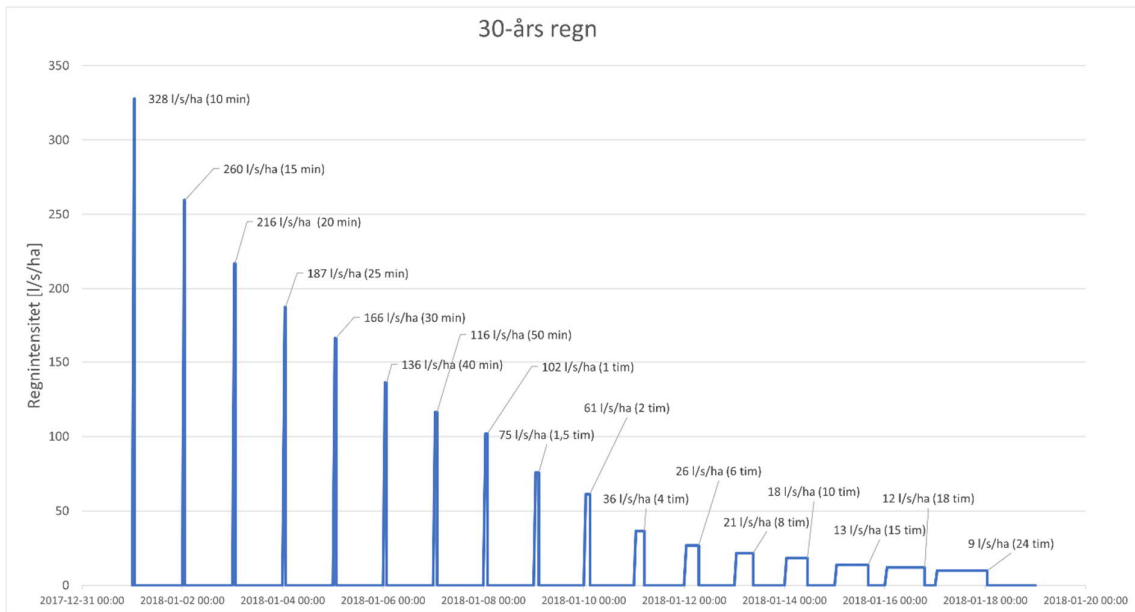
Tabell 1. Regn som har använts i simuleringar.

Regntyp	Återkomsttid	Regnvaraktighet	Klimatfaktor	Scenario	Kommentar
Block	10	17 regnhändelser från 10 min till 1 dag	1,25	Känslighetsanalysen 1D	Analysen har körts p.g.a. osäkerheten kring avrinningsområdet A (Område A)
Block	30	17 regnhändelser från 10 min till 1 dag	1,25	Känslighetsanalysen 1D	Analysen har körts p.g.a. osäkerheten kring avrinningsområdet A (Område A)
Block	7	1 timme	1,25	Känslighetsanalysen 1D	1 timmes varaktighet har bestämts enligt koncentrationstiden <sup>2</sup> för modellområdet
CDS	100	6 timmar	1,25	Kopplad modellen 1D+2D	2D-modellen belastas med 100-årsregn med avdrag av 30-årsregn. 1D-modellen belastas med ett 30-årsregn.
CDS	200	6 timmar	1,25	Kopplad modellen 1D+2D	2D-modellen belastas med 200-årsregn med avdrag av 30-årsregn. 1D-modellen belastas med ett 30-årsregn.

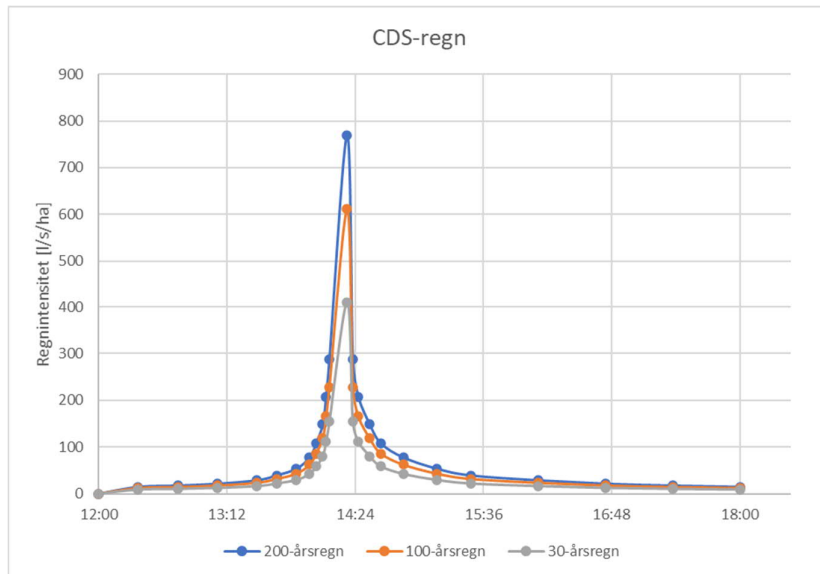
<sup>2</sup> Koncentrationstiden är rinntiden från punkten längst bort uppströms i avrinningsområdet till utloppet i avrinningsområdet. För område A (Catchment A) är koncentrationstiden 50 minuter.



Figur 3. De 17 olika 10-årsregn, från 10 minuters till 24 timmars varaktighet, som använts i känslighetsanalysen.



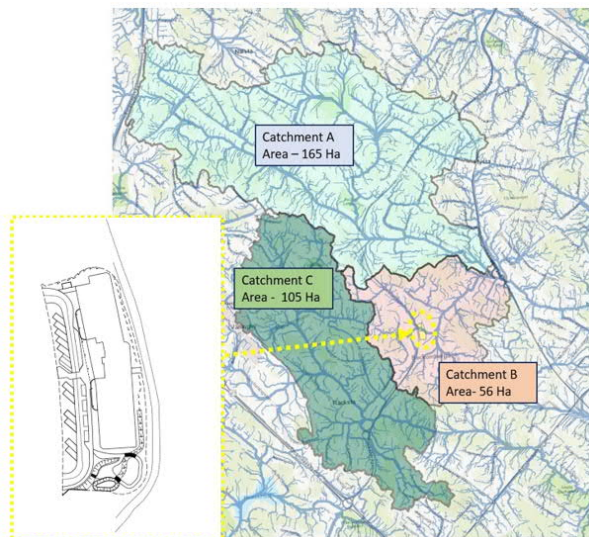
Figur 4. De 17 olika 30-årsregn, från 10 minuters till 24 timmars varaktighet, som använts i känslighetsanalysen.



Figur 5. CDS-regn med klimatfaktor och 6-timmars varaktighet som används i den kopplade modellen.

### Koncentrationstid

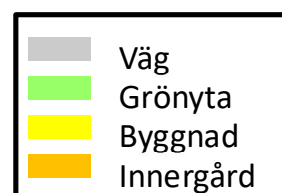
Koncentrationstiden är rinntiden från punkten längst bort uppströms i avrinningsområdet till utloppet i samma avrinningsområde. Modellen omfattar tre avrinningsområden: område A (catchment A), område B (catchment B) och område C (catchment C). Planområdet ligger inom område B (Figur 6). För område A (det norra avrinningsområdet) är koncentrationstiden ca 50 minuter; för område B är koncentrationstiden ca 20 minuter och för område C är koncentrationstiden ca 40 min.



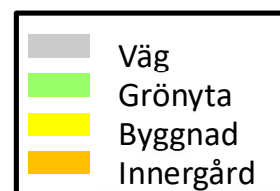
Figur 6. Modellen omfattar tre avrinningsområden: catchment A, catchment B och catchment C. Planområdet ligger inom catchment B.

### Markanvändning

För uppdelning av markanvändningen har markanvändning hämtad från Scalgo Live implementerats i modellen. Markanvändningen har delats upp i fyra kategorier: väg, grönyta, byggnad och innergård (Figur 7 och Figur 8). Markanvändningen ligger till grund för uppdelning i avrinningskoefficienter för beskrivning av markens infiltrationsförmåga samt beskrivningen av markens råhet.



Figur 7. Markanvändning som har använts i modellen vid befintlig situation.



Figur 8. Markanvändning som har använts i modellen vid framtida situation.

### **Infiltration**

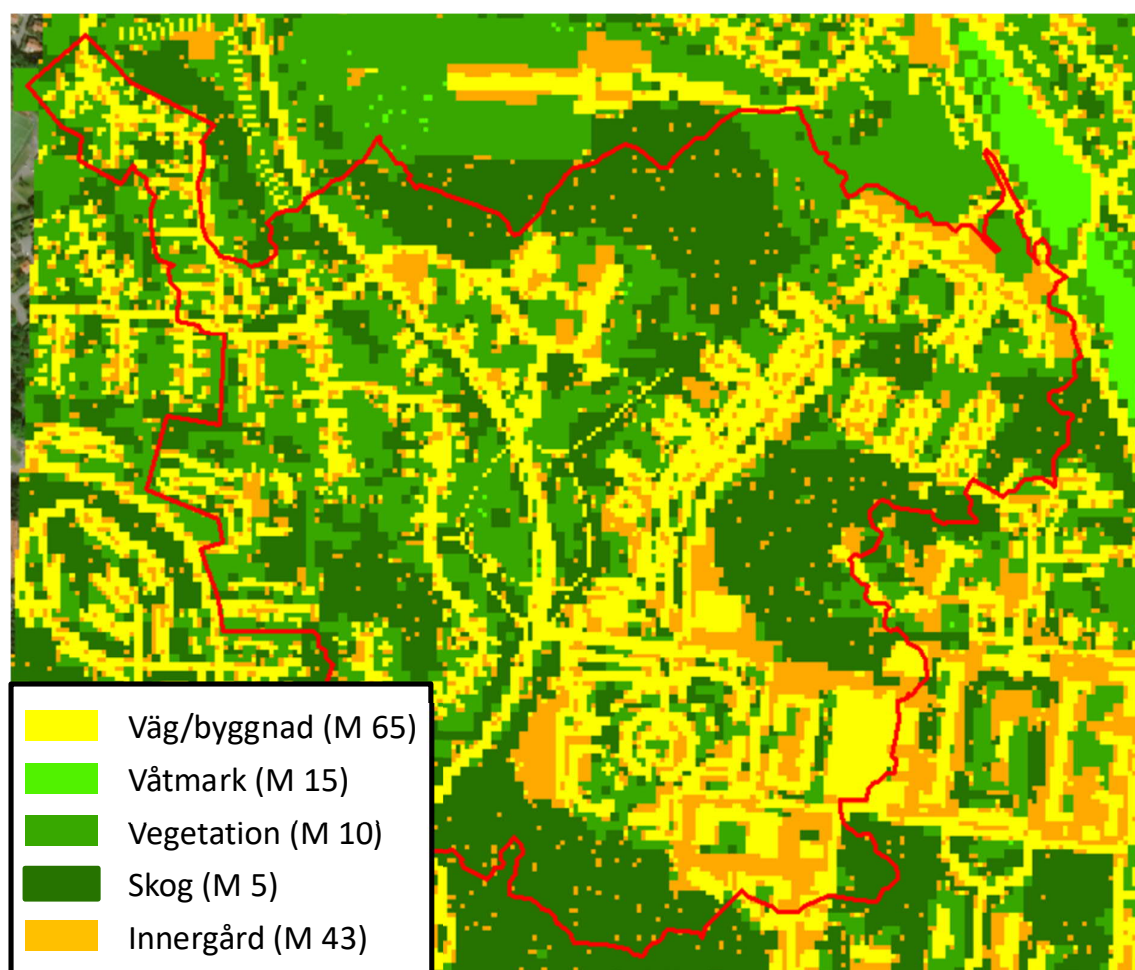
I den kombinerade skyfallsmodellen har markens infiltrationskapacitet beskrivits som ett schablonavdrag på nederbördsbelastningen som har delats upp utifrån typ av markanvändning och getts olika avrinningskoefficienter. För 10-, 30-, 100- och 200-årsregnet har avrinningskoefficienter valts med utgångspunkt från P110 Tabell 4.8. De avrinningskoefficienter som har använts redovisas i Tabell 2.

Tabell 2 Avrinningskoefficienter för 10-årsregnet uppdelat på markanvändning.

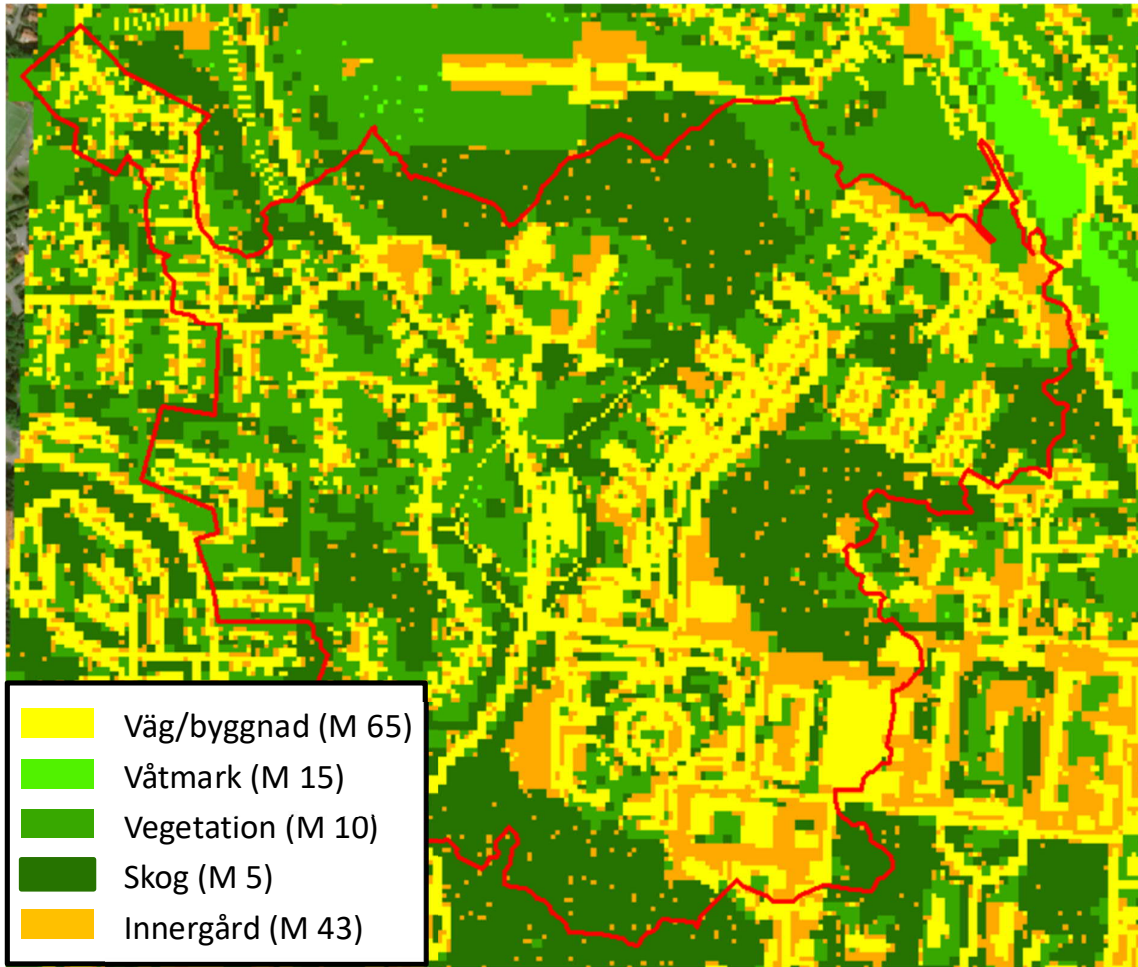
Markanvändning	Avrinningskoefficient 10-årsregn
Grönyta	0,10
Väg	0,80
Innergård (60 % väg, 40 % grönyta)	0,52
Byggnad	0,90

### Markens råhet

Markens råhet eller skrovlighet beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal, M. 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. Mer genomsläppliga och skrovliga material så som grönytor och skog, har ett lägre Mannings tal, vilket betyder att vattnet rinner långsammare. I Figur 9 och Figur 10 redovisas de värden (P110) som används vid modelleringen för befintlig och framtida situation.



Figur 9. Manningstal som har använts vid befintlig situation.



Figur 10. Manningstal som har använts vid framtida situation.

### **Kalibrering**

Markavrinningsmodellen har inte kalibrerats eftersom kalibreringsdata saknas. Med detta följer att modellens trovärdighet baseras på att de processer som styr avrinningsförloppet på markytan vid ett skyfall är inkluderade i modellen.

Ledningsnätmodellen har inte kalibrerats, utan är endast baserad på data från VA-huvudmannen SVOA samt interpolering av kända värden då värden saknats.

### **Koppling av 1D-modell och 2D-modell**

1D-modellen (ledningsnätmodellen) och 2D-modellen (markavrinningsmodellen) kopplas samman vid brunnarna så att vatten kan röra sig från ytan till ledningsnätet och tvärtom. Koppling har enbart gjorts i de delar av ledningsnätet som tillhör dagvattennät och det kombinerade nätet – inte till spillvattennätet.

### **Förenklningar och generaliseringar i modellen**

Följande antaganden har gjorts för skyfallsmodellen:

- Terrängmodellens storlek – gridstorleken i terrängmodellen är satt till 1×1 m, som har gjorts till rektangulär 'flexibel mesh' för kortare simuleringstid. Upplösningen är för grov för att fånga mindre detaljer såsom trottoarkanter, refuger och mindre höjdryggar som kan tänkas påverka avrinningen.

- Terrängmodellen representeras av en sammanhängande yta – höjdmodellen kan bara beskrivas på en nivå som en sammanhängande yta. Med det följer att avrinningen på broar och ner i tunnlar och andra underjordiska utrymmen inte kan beskrivas på ett verkligt sätt.
- Markens infiltrationskapacitet – det finns stora osäkerheter i markens infiltrationskapacitet vid skyfall. Eftersom infiltrationskapaciteten beskrivs som ett schablonavdrag på nederbördsvolymen sker ingen infiltration i marken under simuleringen.
- Dagvattenledningsnätsmodellen:
  - Det saknades vattengång på en del ledningar i underlaget från SVOAs ledningsdatabas. Ledningarnas vattengångshöjder har då interpolerats utifrån resterande nät och i vissa fall även markens höjd för att kunna bygga upp en modell över hela ledningsnätet.
  - Diameter och vattengång på trummor som lagts in i ledningsmodellen är uppskattade efter höjdmodellen och ortofoto alternativt utifrån erhållna data.
  - För ledningar utan uppgift om material har material antagits enligt närliggande ledning.
  - Alla dagvattenledningar är inkluderade i modellen utom serviserna.
  - Brunnar utan uppgift om diameter ansattes utifrån ledningsdiameter.
  - Lockhöjder ansatta utifrån höjdmodellen om det inte finns i underlag för ledningsnät från SVOA.
  - Ledningarna antas vara fria från sediment och andra nedsättningar (t.ex. rörbrott).
  - Inga sandfång har antagits finnas i brunnarna.
- Pump
  - Pumpkapaciteten har beräknats enligt maximal kapacitet för tryckledningarna med en maximal hastighet på 0,6 m/s. Pumpningen är kontinuerlig och utan avbrott (constant flow pumps), d.v.s. ingen start-stop har beskrivits i modellen för pumpstationerna. Detta kan bidra till en överskattning av pumpflödet.
- Område A
  - Flödet från område A har uppskattats baserat på maximal kapacitet i befintlig ledning, storlek på avrinningsområdet och avrinningskoefficient.

Antaganden sparar tid vid upprättandet av modellen och är praxis vid uppbyggnad av modeller. Gjorda antaganden bedöms inte ha betydande påverkan på skyfallsmodellens kvalitet.

## SKYFALLSANALYS I SCALGO LIVE

Efter att en framtida höjdsättning tagits fram utfördes en kompletterande skyfallsanalys i SCALGO Live.

SCALGO Live är ett GIS-baserat beräkningsverktyg som bygger på analys av terrängdata. Modellen beräknar hur vatten inställer sig i lågpunkter i terrängen när terrängen belastas med en viss volym vatten. Om tillräckligt mycket vatten rinner till en lågpunkt för att den ska fyllas upp kommer vatten att kunna rinna vidare till nästa lågpunkt. Om den vattenvolym som belastar terrängen inte är tillräcklig för att fylla upp lågpunkten kommer inget vatten att rinna vidare från lågpunkten. SCALGO Live är ett statiskt (tidsberoende) beräkningsverktyg. När modellen belastas med en viss volym vatten kommer denna volym omedelbart inställa sig i terrängens lågpunkter. Modellen tar inte hänsyn till det hydrodynamiska förloppet från att regnet faller på marken tills dess att vattnet når en lågpunkt. Detta innebär att modellen inte kan identifiera effekter av tröghet i systemet. Med SCALGO Live kan man visualisera de rinnvägar som är aktiva vid en given volym nettoregn. Nettoregnet avser den volym vatten som finns kvar på ytan när avdrag har gjorts för ledningsnät, infiltration och liknande. I takt med att nettoregnet ökar kan nya rinnvägar uppstå när områden fylls upp och svämmar över. Om en tillräckligt stor volym studeras visas rinnvägar från avrinningsområdets högsta punkt till dess lägsta (recipienten). Då metoden saknar dynamisk aspekt kan utbredning och vattendjup inte beräknas i rinnvägarna. Det är dock möjligt att visa

hur stort område som bidrar till en given rinnväg, vilket kan användas för att kvalitativt jämföra rinnvägarna mot varandra och identifiera de rinnvägar som sannolikt transporterar störst mängd vatten.

Avrinningsmodellen är uppbyggd utifrån höjddata från Lantmäteriet med upplösningen 1x1 meter.

I SCALGO-analysen har 56 mm regn använts, vilket motsvarar ett 100-årsregn med en varaktighet på 30 minuter och en klimatfaktor på 1,25. Infiltrationsverket har varit aktiverat vid genomförda analyser.

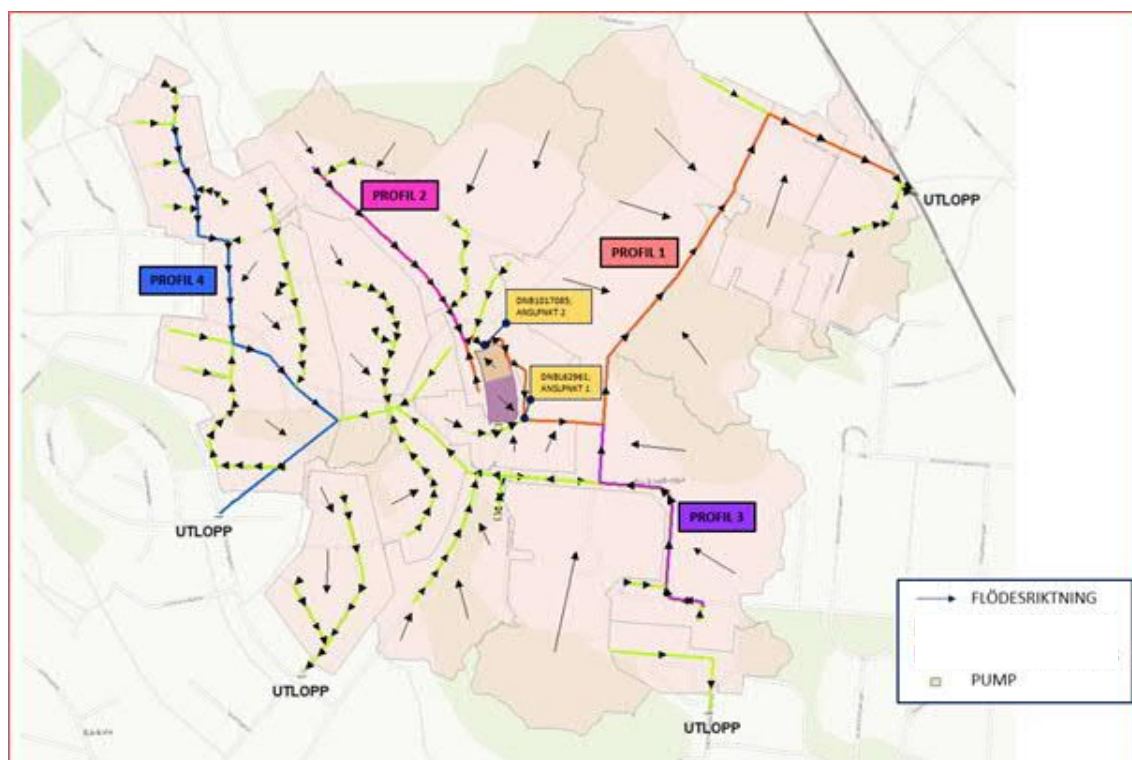
## RESULTAT

### RESULTAT FRÅN MIKE+

Resultaten från skyfallsmodellen redovisas som GIS-skikt (Bilaga 1-7) där maximalt vattendjup presenteras. Med maximalt vattendjup avses maximalt vattendjup för varje beräkningsruta över hela regnevenetet. Det är alltså inte en stillbild från en specifik tidpunkt under regnevenetet, utan maximalt vattendjup i varje beräkningsruta, vilket i verkligheten kan uppkomma vid olika tidpunkter för olika rutor.

Eftersom det är en översiktlig kartering, som inte bör detaljstuderas, rekommenderas att resultaten presenteras med en legend med fyra intervall för beräknade vattendjup (se legender i figurerna i Bilaga 1-7). Beräknade vattendjup under 0,1 m bedöms inte vara översvämmade och ger därmed inte upphov till skador. Intervall för beräknade vattendjup över 1 m bedöms inte vara relevanta att redovisa, eftersom begränsad framkomlighet och materiell skada oftast uppkommer redan vid vattendjup under 1 m.

Profiler och hydrografer (vattentrycklinje och flöde i ledningssystemet) presenteras i Bilaga 8. En överblick över ledningssystemets längdprofiler för resultaten presenteras i Figur 11.

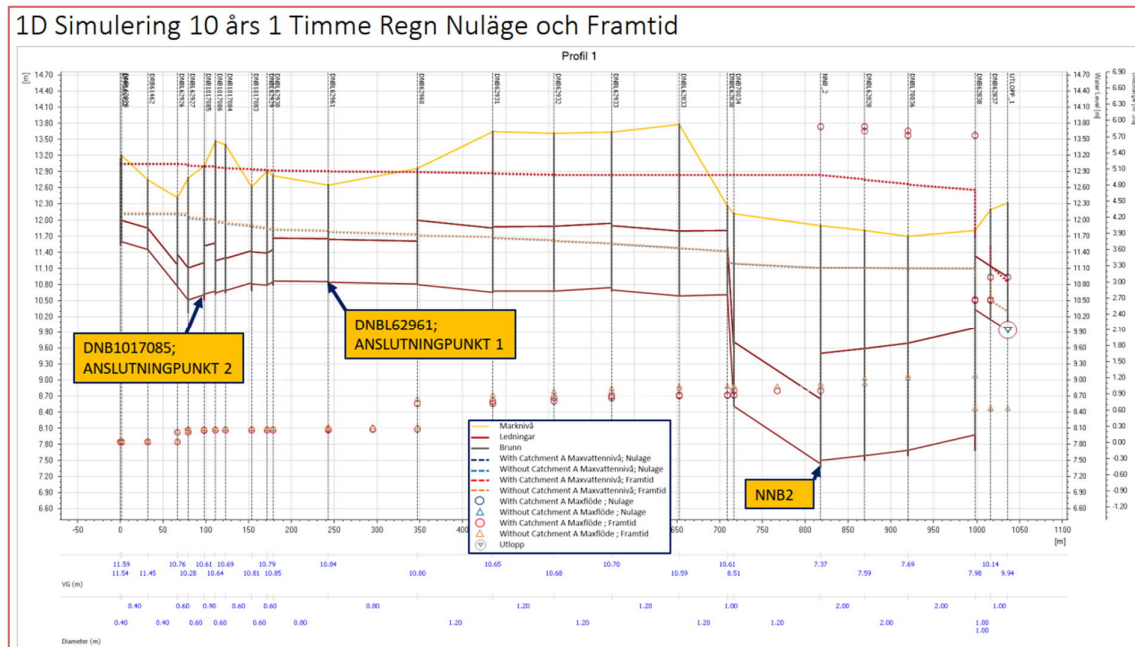


Figur 11. Överblick över ledningssystemets längdprofiler för resultaten.

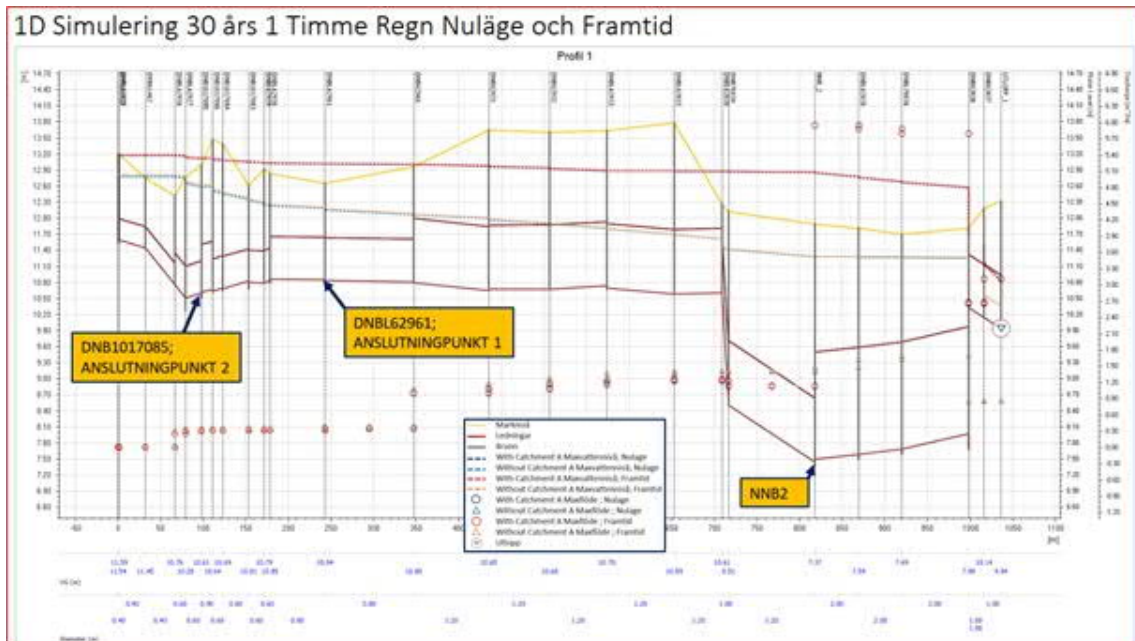
Eftersom profil 1 är den mesta betydelsefulla profilen för planområdet fokuseras presentationen av resultaten på den.



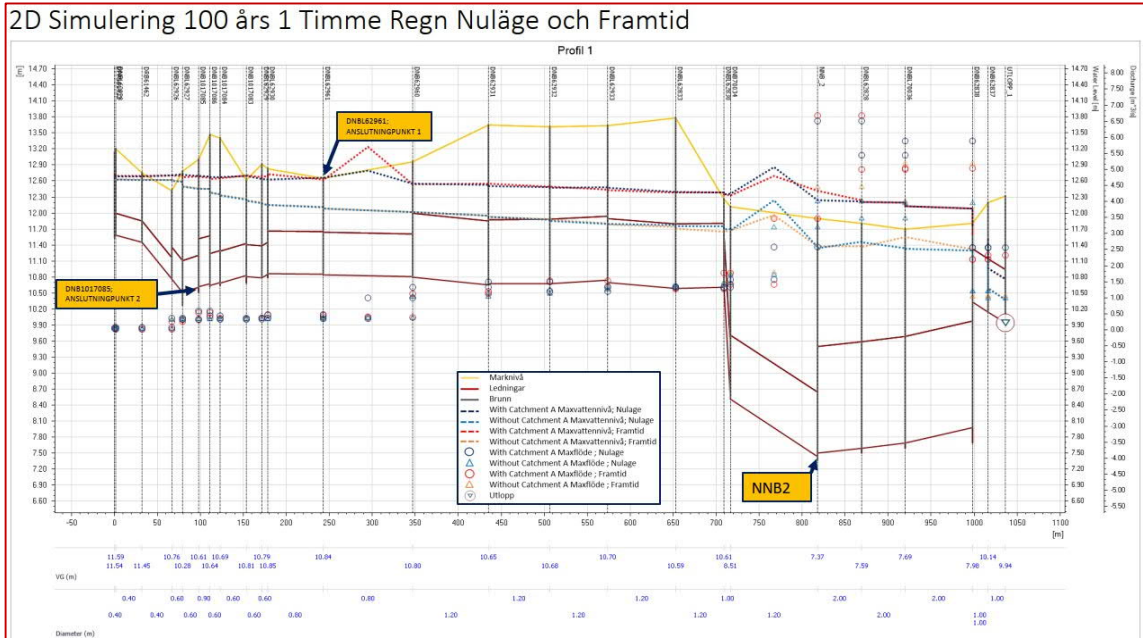
Det finns en stor osäkerhet kring vattenflöde, hastighet och trycklinje genom ledningssystemet och ytan från område A till NNB2 i profil 1. Därför har det körts två simuleringar (med och utan koppling av område A till NNB2), vilka visar en markant skillnad i trycknivå. Detta gäller för 10-, 30- och 100-årsregnen (Figur 12, Figur 13, Figur 14 samt Bilaga 1-8). Detta visar på att det kan finnas kapacitetsbrist i ledningssystemet vid planområdet under 10-årsregnet vid koppling av område A till NNB2. Se Bilaga 1-8 för mer detaljer.



Figur 12. 1D-simulering för 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 och 1 timmes varaktighet för nuläge och framtid för profil 1. Se Bilaga 8

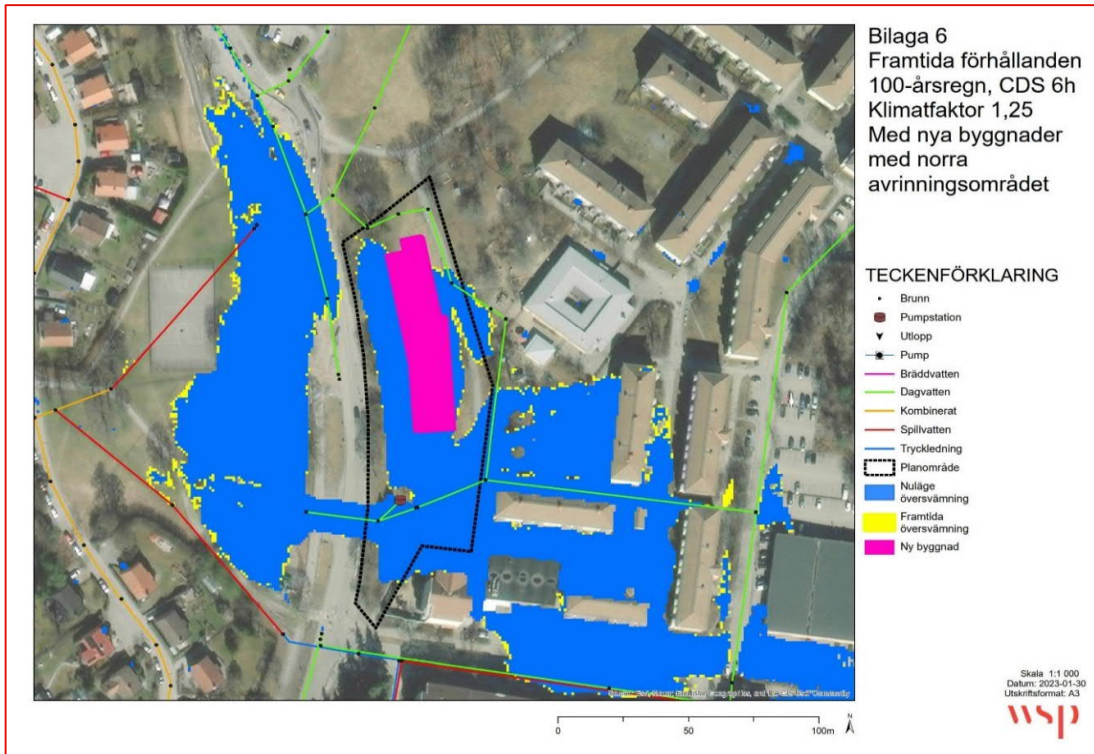


Figur 13. 1D-simulering för 30-årsregn med klimatfaktor 1,25 och 1 timmes varaktighet för nuläge och framtid för profil 1. Se Bilaga 8.



Figur 14. 2D-simulering för 100-årsregn med klimatafaktor 1,25 och 1 timmes varaktighet för nuläge och framtid för profil 1. Se Bilaga 8.

MIKE+-modelleringen utfördes innan förslag på framtida höjdsättning tagits fram. 'Framtida förhållanden' innebär här att man använt befintlig höjdsättning, men placerat ut framtida byggnad. Figur 15 presenterar framtida förhållanden vid ett 100-årsregn med 6-timmars varaktighet och klimatafaktor 1,25 (se även Bilaga 1-7). Viss extra utbredning av översvämningen kan noteras (gult).



Figur 15. Framtida förhållanden vid ett 100-årsregn med 6-timmars varaktighet och klimatafaktor 1,25 samt med nya byggnader och påkoppling av norra avrinningsområdet (Område A). Se Bilaga 1-7. Extra utbredning av översvämning vid framtida förhållanden illustreras i gult.

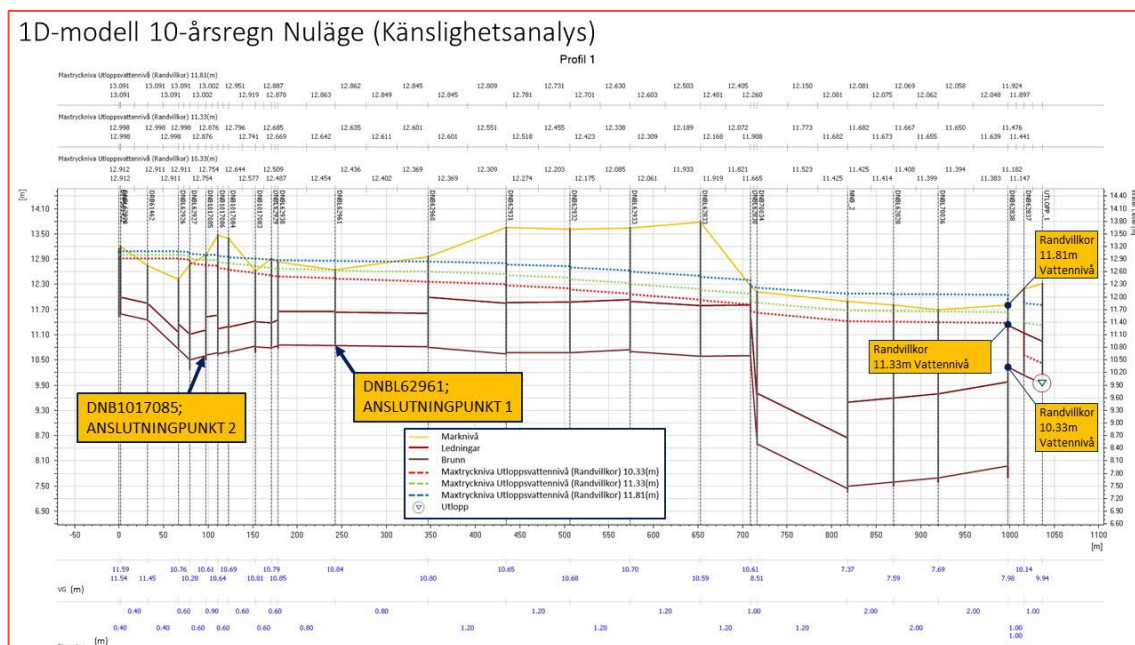
I befintligt läge finns det en lågpunkt inom planområdet, där dagvatten och skyfall samlas. Flödet leds från Räckstavägen och vidare till södra delen av planområdet där markhöjderna är en meter lägre än höjden vid gatan. Av detta framgår att lokal höjdsättning behöver göras för att eliminera ackumulering av ytvatten vid byggnaden.

### Befintliga förhållanden

Simuleringen av ett 100-årsregn med 2D-modellen visar en påtaglig skillnad i resultatet beroende på om det norra avrinningsområdet (Område A) tas med i modellen (Bilaga 1 och 2) eller ej. När det norra avrinningsområdet (Område A) tas med visar resultaten på att det kan uppstå stora översvämningar i planområdet och vid byggnaderna söder om planområdet. Dessutom finns det en stor översvämning där ledningen från det norra avrinningsområdet ansluter till ledningsmodellen. Område A är kopplad direkt till ledningen (NNB2) vilket orsakar den stora översvämningen, i verkligheten skulle en del av översvämningen ske uppströms inom det norra området och detta är inte med i modellen.

Detta får till följd att trycknivån stiger i ledningsnätet och uppdämningen sker, vilket försvårar transporten av vatten bort från planområdet, vilket i sin tur kan orsaka översvämning. Med anledning av trycknivån gjordes en känslighetsanalys i 1D-modellen med tre olika randvillkor för vattennivån i utloppet. Randvillkoren motsvarar ett scenario där vattennivån i utloppet motsvarar helt tom ledning, helt fylld ledning och en vattennivå i markytan. En helt tom ledning motsvarar en situation utan någon påverkan från norra avrinningsområdet. De två övriga scenarierna skulle kunna motsvara en påverkan från det norra avrinningsområdet (område A).

Känslighetsanalysen visar att trycknivån hamnar över hjässan redan vid ett 10-årsregn och tom ledning (Figur 16). Vid anslutningspunkt 1 stiger trycknivån till markytan om utloppsvattennivån sätts till 11,33 m (fylld ledning); och till 30 cm över markytan om utloppsvattennivån sätts till 11,81 m (vattennivå i markyta). Även vid anslutningspunkt 2 närmar sig trycknivån markytan. Därför har påverkan av det norra avrinningsområdet (område A) utretts ytterligare.



Figur 16. Känslighetsanalys av maximala trycknivåer i 1D-modellen vid 10-årsregn och befintliga förhållanden. Se Bilaga 8.

2D-modellen (Bilaga 2) visar en översvämning i anslutningspunkt 1 vid 100-årsregnet när det norra avrinningsområdet är anslutet. Känslighetsanalysen ger ett liknande resultat i randvillkoret som motsvarar en vattennivå i markytan vid ett 10- och 30-årsregn.

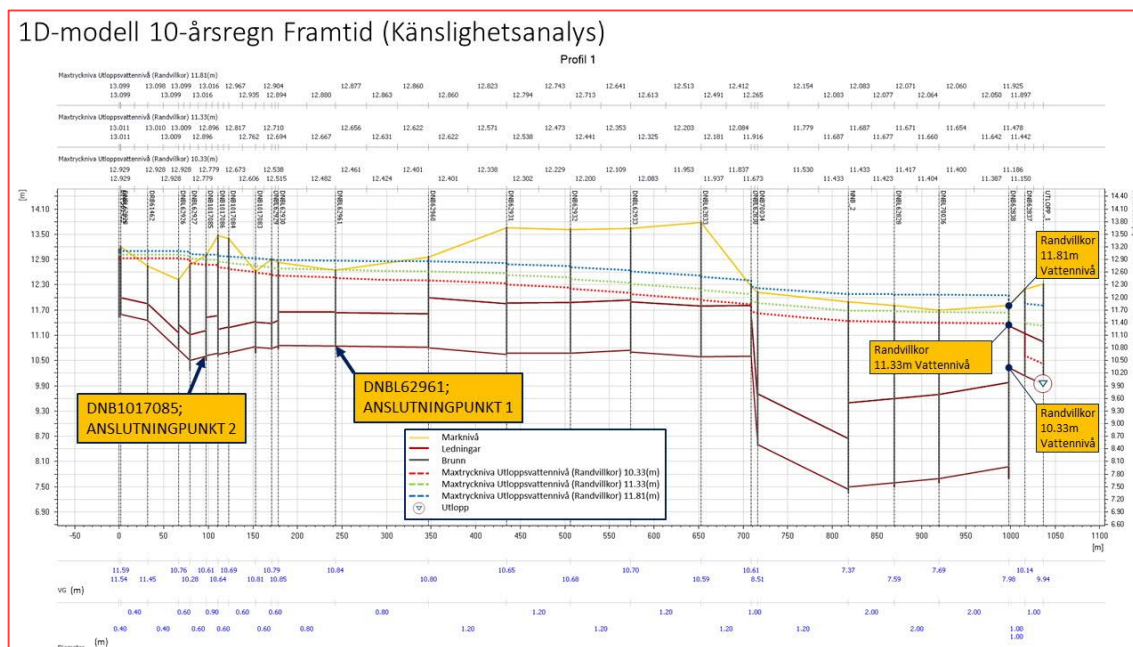
Oavsett påverkan från det norra avrinningsområdet samlas det vatten i cykelunderfarten under Räckstavägen sydväst om planområdet. Det ställer sig även vatten på grönytorna på den västra sidan om Räckstavägen. Detta utgör inte ett problem i sig, men det är vatten som så småningom letar sig ner i ledningsnätet och behöver hanteras av pumpstationen. Eftersom kapaciteten i pumpstationen utgör en osäkerhet i modellen skulle vattensamlingen i cykelunderfarten i verkligheten kunna vara större än vad resultatet från 2D-modellen visar.

### Framtida förhållanden

MIKE+-modelleringen utfördes innan förslag på framtida höjdsättning tagits fram. 'Framtida förhållanden' innebär här att man använt befintlig höjdsättning, men placerat ut framtida byggnad.

2D-modellen för framtida förhållanden visar på liknande skillnad i resultat beroende på om det norra avrinningsområdet (område A) tas med eller inte (Bilaga 3 och 4). Vidare så visar resultatet att det ställer sig upp till 30 cm vatten mot den nya byggnaden om norra området inte är kopplat till område B (planområdet). När det norra området tas med ställer det sig mer än 50 cm vatten vid byggnaden. Att det ställer sig vatten mot byggnaden beror dock på att höjdmodellen enbart justerats genom att höja upp byggnaden. När en sådan höjdsättning tas fram är det viktigt att marken lutar bort från byggnaden så att vatten inte blir stående mot byggnaden.

Känslighetsanalysen i 1D-modellen ger också liknande resultat som vid befintliga förhållanden (Figur 17). Det behövs alltså en djupare analys av påverkan från det norra avrinningsområdet (område A) för att säkerställa att det inte ger någon uppdamning som orsakar problem för planområdet.



Figur 17. Känslighetsanalys av maximala trycknivåer i 1D-modellen vid 10-årsregn och framtida förhållanden (ej justerad höjdsättning). Se Bilaga 8.

Då utbredningen av översvämningen i 2D-modellen jämförs mellan befintliga förhållanden och framtida förhållanden (Bilaga 5 och 6) framgår det att utbredningen blir mer eller mindre densamma bortsett från vattnet som ställer sig mot den nya byggnaden. Djupet blir något större i modelleringen av framtida förhållanden.

### **Tolkning av beräkningsresultat**

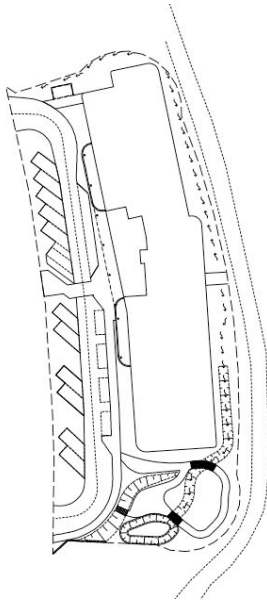
Materialet som har tagits fram är avsett för att användas som planeringsunderlag och bör inte användas för att i detalj studera beräknade vattennivåer och dra för långtgående slutsatser. Tolkningen av resultaten bör göras mot de förenklingar och generaliseringar som ligger till grund för resultaten.

### **Användning av resultat**

Resultaten av modelleringen kan användas som underlag för åtgärder på dagvattennätet eller på ytan i tätorterna. De kan även användas för prioritering av områden för mer detaljerade studier där konsekvenserna bedöms vara stora och det finns behov för framtagande av åtgärdsförslag i form av lämpliga modifieringar i terrängen eller på ledningsnätet.

## **FÖRSLAG PÅ FRAMTIDA UTFORMNING**

Förslag på framtida utformning, Figur 18, och en preliminär 3D-höjdmodell för framtida höjdsättning av planområdet har tagits fram av LandArk. Den nya höjdmodellen innebär övergripande en central höjdrygg som sträcker sig i nord-sydlig riktning och, i söder, en nedsänkt yta för dagvatten- och skyfallshantering. Befintlig lägsta punkt kommer således att flyttas söderut.



Figur 18. Förslag på framtida utformning (LandArk).

## **SCALGO-ANALYS**

Efter att förslag på framtida marknivåer tagits fram har en kompletterande skyfallsanalys utförts i det GIS-baserade beräkningsverktyget SCALGO Live, som bygger på analys av terrängdata. I SCALGO-analysen har 56 mm regn använts, vilket motsvarar ett 100-årsregn med en varaktighet på 30 minuter och en klimatfaktor på 1,25.

Befintliga terrängmodellen (Figur 19) och den framtida terrängmodellen (Figur 20) ses nedan. Den framtida terrängmodellen inkluderar även dagvattenåtgärder som har tagits fram av WSP med placering av svackdike i öster och torrdamm i södra delen av planområdet.



Figur 19. Topografisk nulägesituation; röd linje visar planområdesgränsen (källa: Scalgo Live).



Figur 20. Topografi vid planerad exploatering; röd linje visar planområdesgränsen (källa: Scalgo Live).

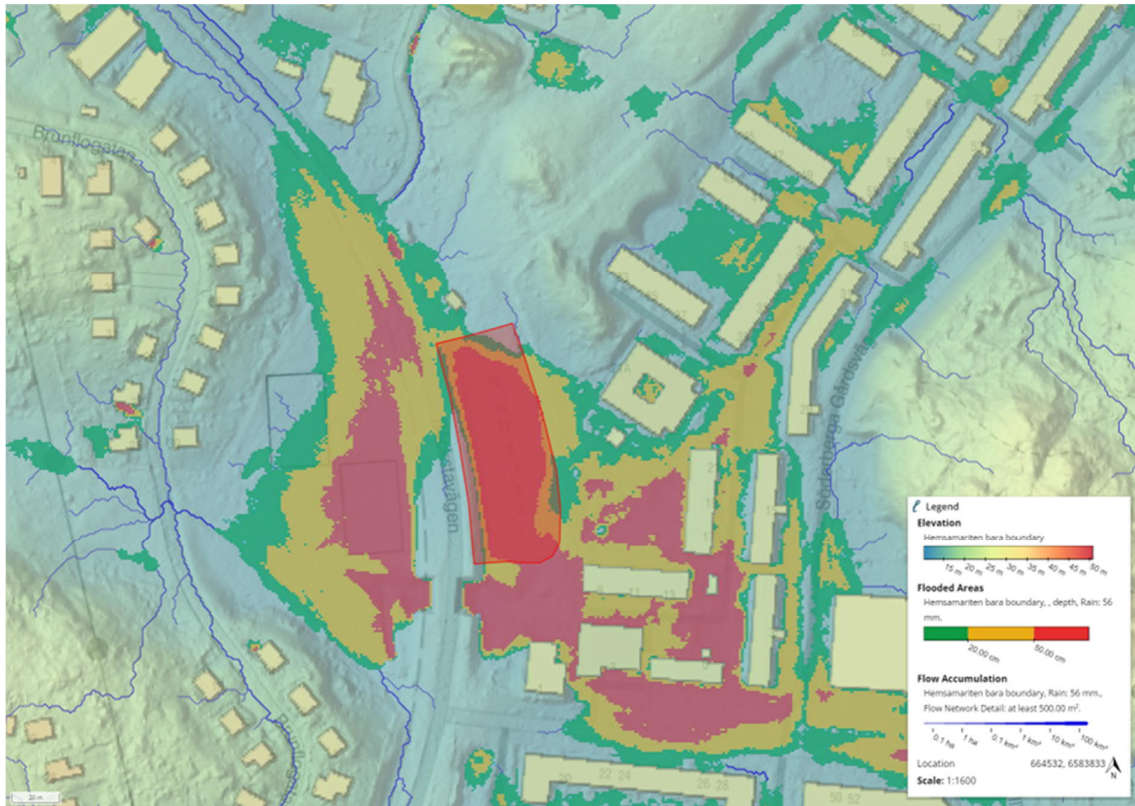
Föreslagen höjdsättning innebär en generell höjning av planområdet, men också skapandet av sänkor för fördröjning av ca 170 m<sup>3</sup> regn. Scalgo-analysen för framtida situation, Figur 22 och Figur 24, visar att översvämningen på grönyrtorna på västra sidan av Räckstavägen påverkas mest av den nya höjdsättningen i jämförelse med befintlig situation, Figur 21 och Figur 23.

Översvämningen på västra sidan om Räckstavägen blir bredare och djupare; vattendjupet ökar med ca 10 cm i största delen. Även om översvämningens utbredning ökar något, innebär det inte någon ökad risk för befintlig bebyggelse.

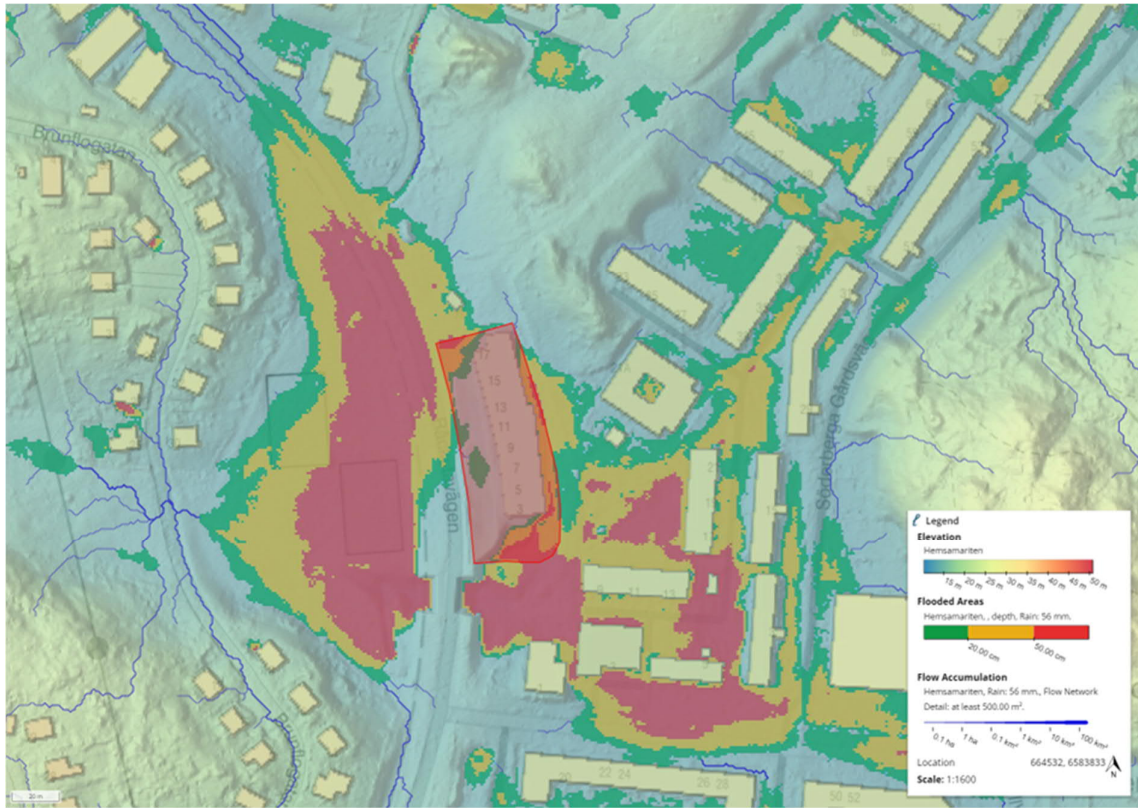
Sydöst om planområdet sker i första hand en viss förbättring av skyfallssituationen kopplad till den nya höjdsättningen. Där minskar utbredningen av översvämning med vattendjup >50 cm något.

Framtida situationen visar att flödet leds norr om planområdet istället för genom planområdet. Mindre vatten ställer sig inom planområdet med föreslagen höjdsättning och därmed förbättras framkomligheten

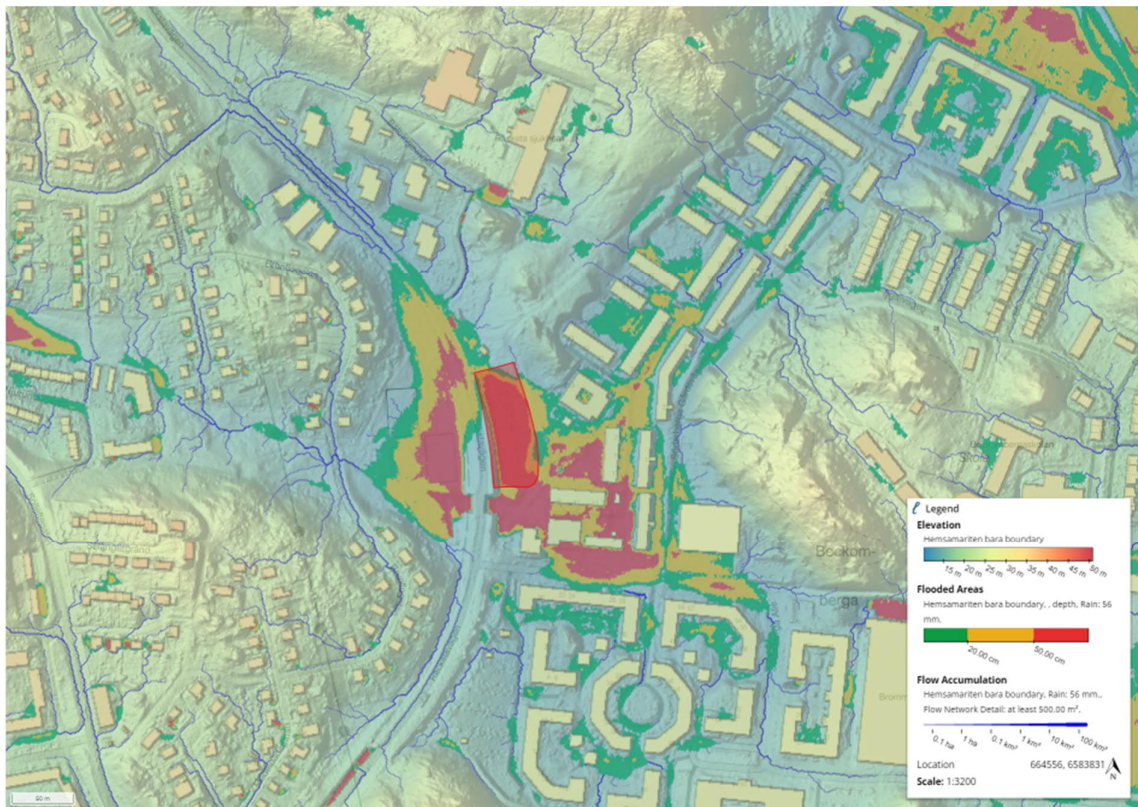
till framtida byggnad. I händelse av skyfall når Räddningstjänsten fastigheten via dess södra infart. Under framtida förhållanden, liksom under befintliga förhållanden, är vattendjupet vid den norra utfarten inte farbart i händelse av skyfall.



Figur 21. Befintliga förhållanden vid 56 mm regn - grönt <20 cm djup; gult 20-50 cm djup; rött >50 cm djup (källa: Scalgo Live). Inkl infiltration.

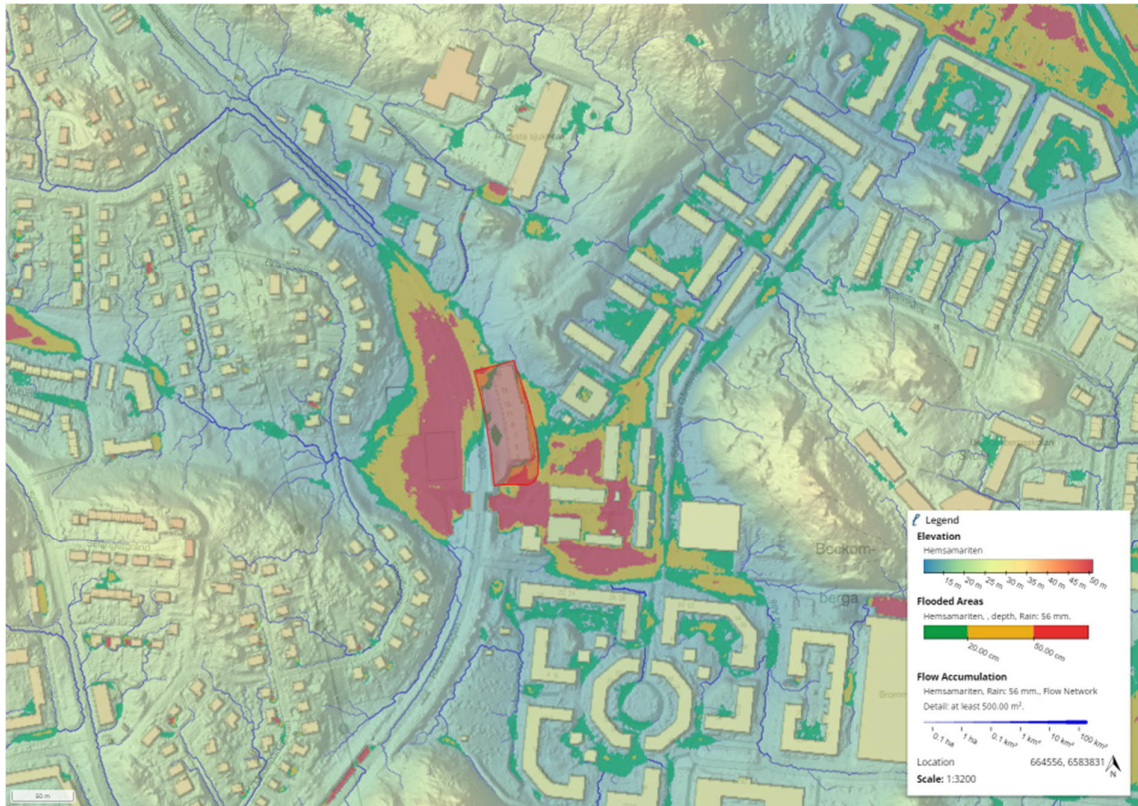


Figur 22. Framtida förhållanden vid 56 mm regn - grönt <20 cm djup; gult 20-50 cm djup; rött >50 cm djup (källa: Scalgo Live). Inkl infiltration.



Figur 23. Befintliga förhållanden – utvidgat område. 56 mm regn; grönt <20 cm djup; gult 20-50 cm djup; rött >50 cm djup (källa: Scalgo Live). Inkl infiltration.





Figur 24. Framtida förhållanden – utvidgat område. 56 mm regn; grönt <20 cm djup; gult 20-50 cm djup; rött >50 cm djup (källa: Scalgo Live). Inkl infiltration.

## SLUTSATSER

Det samlade resultatet för skyfallsanalysen är att man genom förslagen höjdsättning av planområdet kan avhjälpa översvämningsproblematiken inom planområdet utan att förvärra situationen vid byggnader nedströms.

För samtliga simuleringsscenarier i MIKE+, där endast befintlig höjdsättning studerats, observerades enbart obetydliga skillnader i resultaten avseende trycknivå, flöde, djup och utbredning av ytvatten mellan nuläge och framtiden. Detta innebär att planområdet enbart har en marginell påverkan på ytvattnets utbredning och djup samt påverkan på kapaciteten i ledningsnätet. Anledningen till att endast befintlig höjdsättning studerades i MIKE+ är att denna utfördes i ett tidigt skede, då framtida höjdsättning inte tagits fram. Framtida höjdsättning togs fram av LandArk med MIKE+-resultatet som underlag.

Simuleringar av ledningsnätet i MIKE+ visar på att dess trycklinje ligger i, eller strax över, marknivån vid planområdet.

Simuleringarna i MIKE+ visar också att påverkan från det norra avrinningsområdet (Område A) är betydande på planområdet. Omfattningen av påverkan, i form av trycklinje och flöde, har kunnat definieras vid koppling och frånkoppling av område A. Känslighetsanalysen visar på att trycklinjen stiger högt i anslutningspunkterna i planområdet redan vid ett 10-årsregn, vilket innebär att det finns en risk för uppdamning vid större regn.

Scalgo-analysen, som tar hänsyn till framtida höjdsättning, visar att översvämningen på västra sidan om Räckstavägen blir bredare och djupare. Även om översvämningens utbredning ökar, innebär det

inte någon ökad risk för befintlig bebyggelse. Det ligger en fotbollsplan där vattnet ställer sig, vilket kan bedömas som acceptabelt i händelse av skyfall.

Sydöst om planområdet sker i första hand en viss förbättring av skyfallssituationen kopplad till den nya höjdsättningen. Där minskar utbredningen av översvämning med vattendjup >50 cm något.

Framtida situationen visar att flödet leds norr om planområdet istället för genom planområdet. Mindre vatten ställer sig inom planområdet med föreslagen höjdsättning och därmed förbättras framkomligheten till framtida byggnad. I händelse av skyfall når Räddningstjänsten fastigheten via dess södra infart. Under framtida förhållanden, liksom under befintliga förhållanden, är vattendjupet vid den norra utfarten inte farbart i händelse av skyfall.

Länsstyrelsens rekommendationer i samband med exploatering efterlevs enligt följande:

- Den nya bebyggelsen är planerad så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risker för översvämning från ett 100-årsregn har bedömts med hjälp av modellering i MIKE+ och Scalgo. LandArk har tagit fram eventuella skyddsåtgärder.
- Framtida nyttjande av fastigheten klassificeras inte som samhällsviktig verksamhet.
- Framkomligheten till och från planområdet har bedömts. Den södra utfarten kan nyttjas även som infart i samband med skyfall.

## FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE

Kapaciteten i pumpstationen strax söder om planområdet bör utredas vidare av SVOA för att kunna verifiera dess förmåga att få undan vattnet från cykelunderfarten. Pumpstationens kapacitet bör inte påverka planområdet, men kan påverka rinnvägarna nedströms och därmed även översvämningsmönstret.

## REFERENSER

MSB, 2017 – Vägledning för skyfallskartering, tips för genomförande och exempel på användning,

MSB1121 – augusti 2017, ISBN: 978-91-7383-764-4

SVU-rapport 2016-15 - "Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem".

Svenskt vatten P110

Svenskt vatten P104

## BILAGA 1-8

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

