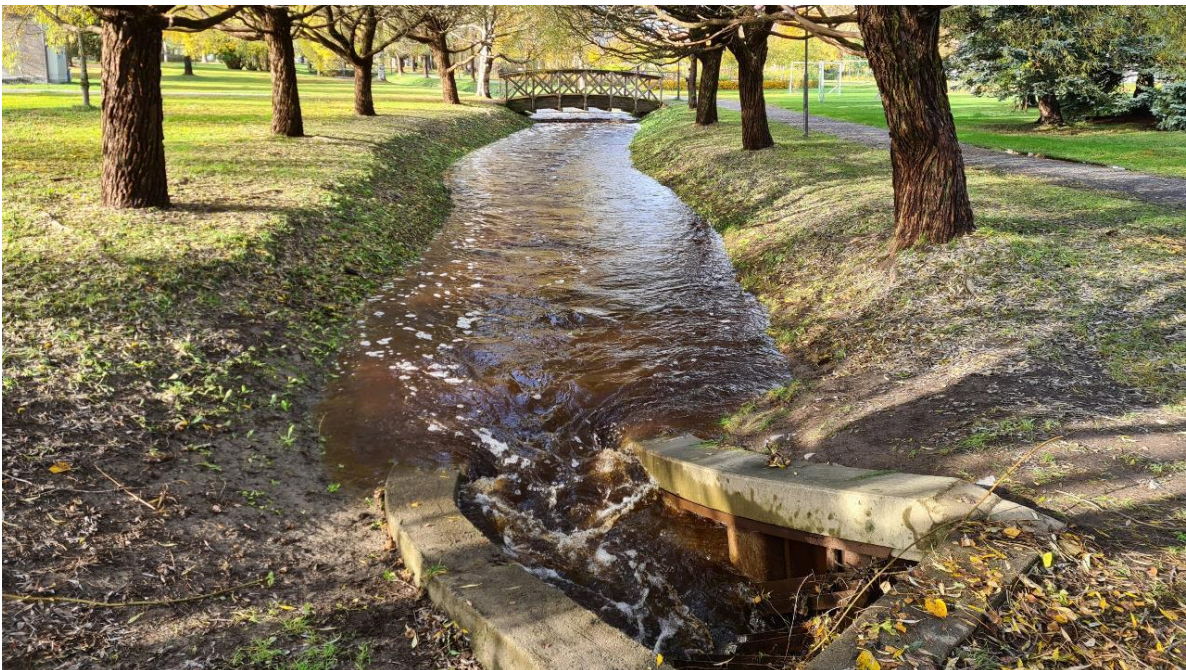


# DJUPBÄCKEN

## ÅTGÄRDSFÖRSLAG FÖR ATT MINSKA ÖVERSVÄMNINGSRISKEN

2022-05-06



# DJUPBÄCKEN

## Åtgärdsförslag för att minska översvämningensrisken

### KUND

Umeå kommun

### KONSULT

#### WSP Samhällsbyggnad

601 86 Norrköping  
Besök: Södra Grytsgatan 7  
Tel: +46 10-722 50 00  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**

### KONTAKTPERSONER

Karin Dyrestam, utredare  
[Karin.dyrestam@wsp.com](mailto:Karin.dyrestam@wsp.com)

Sara Rebbling, uppdragsledare  
[Sara.rebbling@wsp.com](mailto:Sara.rebbling@wsp.com)

Mohit Jangid, modellerare  
[Mohit.a.jangid@wsp.com](mailto:Mohit.a.jangid@wsp.com)

UPPDRAGSNAMN  
Djupbäcken hydraulisk  
utredning

UPPDRAGSNUMMER  
10318783

FÖRFATTARE  
Karin Dyrestam

DATUM  
2016-05-06

ÄNDRINGSDATUM  
2022-08-30

Granskad av  
Linda Hörnsten

Godkänd av  
Sara Rebbling

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND OCH SYFTE</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>11</b>
3.1	GEOTEKNIK/JORDARTER	12
<b>4</b>	<b>OKTOBER OCH NOVEMBER 2020</b>	<b>13</b>
4.1	NEDERBÖRD	16
<b>5</b>	<b>MODELL</b>	<b>16</b>
5.1	BEFINTLIG MODELL	16
5.2	RDI-MODELLERING	18
5.2.1	Kalibrering RDI	18
5.3	2D-MODELLENS UPPBYGGNAD	20
5.4	VALIDERING AV MODELLEN	20
<b>6</b>	<b>ÅTGÄRDSFÖRSLAG</b>	<b>21</b>
6.1	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 1	21
6.2	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 2	24
6.3	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 3	25
6.4	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 4	26
6.5	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 5	27
6.6	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 6	28
6.7	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 7	29
6.8	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 8	30
6.9	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 9	31
6.10	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 10	32
6.11	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 11	33
6.12	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 12	34
6.13	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 13	35
6.14	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 14	36
6.15	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 15	37
6.16	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 16	38
6.17	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 17	39
6.18	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 18	40
6.19	ÅTGÄRDSFÖRSLAG 19	41
<b>7</b>	<b>MODELLERING AV ÅTGÄRDSFÖRSLAG</b>	<b>42</b>
7.1	KOMBINERADE ÅTGÄRDSFÖRSLAG	42
7.1.1	Kombinationsmodell A	43
7.1.2	Kombinationsmodell B	44
7.1.3	Kombinationsmodell A+B	45

7.1.4	Kombinationsmodell C	46
7.1.5	Kombinationsmodell D	47
7.1.6	Kombinationsmodell E	48
7.1.7	Kombinationsmodell F	49
7.2	GENOMFÖRDA SIMULERINGAR	50
<b>8</b>	<b>RESULTAT</b>	<b>51</b>
8.1	KALIBRERING AV LEDNINGSNÄTSMODELLEN	51
8.2	FÖRÄNDRAD VATTENBALANS	51
8.3	SIMULERINGSRESULTAT I 2D	51
8.3.1	Kombinationsmodeller A och B	52
8.3.2	Kombinationsmodeller A+B samt C	56
8.3.3	Kombinationsmodeller E och F	58
8.4	SIMULERINGSRESULTAT I PROFIL	60
8.4.1	Vattennivåer i tre olika profiler från Kombinationsmodell A och B	61
8.4.2	Utökande kombinationsmodeller, A+B samt C	68
8.4.3	Kombinationsmodell A med en dagvattenfördröjning på kv Guldskrinet (kombinationsmodell D)	72
8.4.4	Kombinationsmodeller E och F	74
8.5	ÖVERSVÄMNINGAR MED STÖRRE VATTENDJUP	78
<b>9</b>	<b>JÄMFÖRELSEMATRIS</b>	<b>81</b>
<b>10</b>	<b>DISKUSSION OCH SLUTSATS</b>	<b>81</b>
10.1	KALIBRERING	82
10.2	VATTEN FRÅN STADSLIDEN	82
10.3	PRIORITERADE ÅTGÄRDER	82
10.3.1	Sandbackadammen	83
10.3.2	Nytt utlopp	83
10.3.3	Magasin väster om väg 503	83
10.3.4	Öppna upp Hagaparken	84
10.3.5	Sandaparken	84
10.4	EXPLOATERING I20	84
10.5	FÖRTÄTNING	85
10.6	LOD – LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN	89
10.7	BLÅ VÄGEN	89
10.8	KÄNSLIGA OMRÅDEN	90
<b>11</b>	<b>SLUTSATS</b>	<b>91</b>
11.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	92
<b>12</b>	<b>FORTSATT UTREDNING</b>	<b>93</b>
<b>BILAGA 1</b>		<b>95</b>
<b>BILAGA 2</b>		<b>100</b>
<b>BILAGA 3</b>		<b>110</b>

## BEGREPPSLISTA

Avbördning	Ett mått på hur mycket vatten som per tidsenhet passerar genom en tvärsektion av ett vattendrag.
Avrinningskoefficient	En siffra som motsvarar den del av regnet som avrinner från en yta vid ett regn. Avrinningskoefficienter har satts enligt Svenskt Vatten P110, där t.ex. tak har en avrinningskoefficient på 0,9 (90 % av regnet rinner vidare mot dagvattenssystemet) och grönytor som inte har hög marklutning har 0,1 (10 % av vattnet rinner vidare mot dagvattenssystemet).
Avrinningsområde (även dräneringsområde)	Ett avrinningsområde avgränsas ytterst av en ytvattendelare. All avrinning från området har ett gemensamt utlopp vid en given punkt i ett vattendrag. Avrinningsområdet definieras av uppströms områden till denna punkt.  Naturliga avrinningsområden sammanfaller inte alltid med tekniska avrinningsområden.
CDS-regn	CDS står för Chicago Design Storm och är en designat regnfil som är praxis att använda vid modellering i Sverige. Det är uppbyggt så att det blir rätt volym på rätt intervall så att det är en kombination av blockregnen för varje återkomsttid. För ett 10-årsregn är det olika intensitet för varaktigheterna 10 min, 20 min, 30 min o.s.v., i ett CDS-regn stämmer volymerna så att man i en och samma regnfil har ett 10-minuters, 20-minuters, 30-minuters (osv) 10-årsregn.
Tekniska avrinningsområden	Ett tekniskt avrinningsområde är ett område som är kopplat till dagvattennätet. Ett lokalt litet område där dagvattnet leds till dagvattenledningen innan det går ut i vattendraget.
Hydraulisk modell	En matematisk modell som beskriver det fysikaliska beroendet för vattennivåer utifrån en tvärsnittsarea, friktion och flöde.
Hydraulik	Vetenskapen som berör strömningsmekanik, d.v.s. för beräkningar av t.ex. flödes hastigheter, samt energi- och vattennivåer i ett vattendrag.
Hydrograf	En graf som visar hur en hydrologisk observation (ofta flöde, annars t.ex. vattennivå) varierar över tid. En flödeshydrograf som över tid inte är konstant (stationärt) är ett icke-stationärt flöde.
Hydrologi	Vetenskapen om vattnet i naturen, dess förekomst, cirkulation och fördelning. Hydrologin studerar de olika faserna och processerna i den hydrologiska cykeln.

Hydrologisk data	Jordtyp, mättnadsgrad av vatten i marken, regn, temperaturer, solinstrålning m.m.
Hydrologisk modellering	En hydrologisk modellering är en modell som genom temperatur, jordtyp, mättnadsgrad, nederbörd mm får fram en flödesserie för det specifika området.  Alla flöden från SMHI:s vattenwebb är framtagna med den hydrologiska modellen S-HYPE.
Icke-stationärt flöde	Se "hydrograf"
Ledningsnät	Nätverk av ledningar (rör) i marken. I föreliggande studie är det enbart ledningsnätet för dagvatten som studeras.
MQ	Medelvattenföring
MHQ	Medelhögwaterföring
Markmodell	En modell som beskriver markytan, som används för att avgöra hur vatten rinner på marken, från en brunn till en annan eller till en lågpunkt, i modellen.
Momentanflöde	Toppflödet under ett dygn kan vara betydligt högre än dygnsmedelföringen, detta flöde är ett momentanflöde.
Naturmarksflöde	I föreliggande studie: Ett flöde som inte är kopplat till ett specifikt regn över urbana områden utan är ett flöde som beror av hydrologiska parametrar så som jordtyp, regn, temperatur mm. Dessa flöden är framtagna genom hydrologisk modellering.
RDI-model	RDI står för Rain Dependent Infiltration och är en hydrologisk modell som har satts upp av WSP. Där man får fram en flödesserie utifrån hydrologiska indata.
Sjöprocent	Hur stor andel av ett avrinningsområde som består av sjöyta.
Skyfall	SMHI:s definition av skyfall är minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut.
Vattenwebb	<a href="https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/">https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/</a>  En hemsida med hydrologiska data som är modellerad eller uppmätt av SMHI.
Återkomsttid	Återkomsttid är ett statistiskt begrepp som används i flera sammanhang för att beskriva hur pass vanlig eller ovanlig en händelse är. Begreppet används också vid dimensionering, då en konstruktion ska anpassas för att klara av en viss nivå eller ett visst flöde. Tex 10-årsregn.

10-årsregn	<p>10-årsregn är ett regn som statistiskt uppkommer en gång vart 10:e år.</p> <p>Ett 10-årsregn består av olika mängd (mm) vatten beroende på regnets intensitet och varaktighet.</p> <p>10-årsregnet har en juridisk innebörd för VA-huvudmannen för alla områden som har anläggningsår före 2016, och för vissa (mindre bebyggda områden) som är anlagda sedan dess. För regn med mindre än 10 års återkomsttid är det VA-huvudmannens ansvar att marköversvämning inte sker.</p>
20-årsregn	<p>20-årsregn är ett regn som statistiskt uppkommer en gång vart 20:e år.</p> <p>Ett 20-årsregn består av olika mängd (mm) vatten beroende på regnets intensitet och varaktighet.</p>
30-årsregn	<p>30-årsregn är ett regn som statistiskt uppkommer en gång vart 30:e år.</p> <p>Ett 30-årsregn består av olika mängd (mm) vatten beroende på regnets intensitet och varaktighet.</p>
100-årsregn	<p>100-årsregn är ett regn som statistiskt uppkommer en gång vart 100:e år.</p> <p>Ett 100-årsregn består av olika mängd (mm) vatten beroende på regnets intensitet och varaktighet.</p>
10-årsflöde (HQ10)	<p>Samma som HQ10. 10-årsflöde är ett naturmarksflöde som statistiskt uppkommer en gång vart 10:e år</p> <p>Ett 10-årsflöde kan uppstå utifrån olika kombinationer av förutsättningar. Det är därför inte kopplat till ett specifikt regn så som ett 10-årsregn.</p> <p>Det är <u>inte</u> ett 10-årsregn som genererar ett 10-årsflöde i Djupbäcken.</p>
20-årsflöde (HQ20)	<p>Samma som HQ20. 20-årsflöde är ett naturmarksflöde som statistiskt uppkommer en gång vart 20:e år.</p> <p>Ett 20-årsflöde kan uppstå utifrån olika kombinationer av förutsättningar. Det är därför inte kopplat till ett specifikt regn så som ett 20-årsregn.</p> <p>Det är <u>inte</u> ett 20-årsregn som genererar ett 20-årsflöde i Djupbäcken.</p>
50-årsflöde (HQ50)	<p>Samma som HQ50. 50-årsflöde är ett naturmarksflöde som statistiskt uppkommer en gång vart 50:e år.</p> <p>Ett 50-årsflöde kan uppstå utifrån olika kombinationer av förutsättningar. Det är därför inte kopplat till ett specifikt regn så som ett 50-årsregn.</p>

	Det är <u>inte</u> ett 50-årsregn som genererar ett 50-årsflöde i Djupbäcken.
100-årsflöde	<p>Samma som HQ100. 100-årsflöde är ett naturmarksflöde som statistiskt uppkommer en gång vart 100:e år.</p> <p>Ett 100-årsflöde kan uppstå utifrån olika kombinationer av förutsättningar. Det är därför inte kopplat till ett specifikt regn så som ett 100-årsregn.</p> <p>Det är <u>inte</u> ett 100-årsregn som genererar ett 100-årsflöde i Djupbäcken.</p>
800-ledning	Ledning vars diameter är 800 mm.
1D-modell	Hydraulisk modell i en dimension, i detta fall endast ledningsnätet och vattendraget som är uppbyggt av noder (brunnar, magasin eller brytpunkter) och länkar (ledningar eller dikessektioner).
2D-modell	Hydraulisk modell i två dimensioner, i detta fall en yta (markmodell) kopplat till dagvattensystemet (1D-modellen). Dessa två modeller kommunicerar med varandra i brunnarna, där vatten kan rinna från den ena modellen till den andra.



# 1 SAMMANFATTNING

Dagvattensystemet i Djupbäckens avrinningsområde har beskrivits i en hydraulisk modell. I denna modell har olika åtgärdsförslag simulerats för att utreda vilka effekter dessa har på översvämningssituationen. I modellen har vattnet möjlighet att rinna i vattendrag och dagvattenledningar samt på markytan, och även mellan dessa för att efterlikna hur avrinningen sker i verkligheten.

Totalt har 19 enskilda åtgärdsförslag testats i modellen. Det framkom att inget av de utredda åtgärdsförslagen minskade översvämningarna i tillräcklig omfattning. Det finns därför ett behov att kombinera olika åtgärder för att skapa erforderlig avlastning på dagvattensystemet. Sju kombinationer av åtgärdsförslag togs fram och simulerades i modellen.

Det räcker inte att jämföra dessa sju kombinationsmodeller med varandra vid ett enstaka scenario, eftersom långa perioder av regn ger höga naturmarksflöden med utdragna flödestoppar över lång tid, medan intensiva kortvariga regn ger höga spetsiga flödestoppar som klingar av snabbt. Dagvattenbelastningen ser således helt olika ut vid dessa olika tillfällen, och därför behövs olika åtgärder som är effektiva mot de olika översvämningssriskerna.

Simuleringarna visar att inom Djupbäckens avrinningsområde blir det främst problem vid stora regnhändelser. Detta beror på att det finns stora hårdgjorda områden där dagvattennätet är dimensionerat för ett 10-årsregn. Vid regnhändelser som är större än ett 10-årsregn är ledningarnas kapacitet inte tillräcklig, och då kommer vatten rinna på ytan mot lågpunkter. Med ökad exploatering och klimatförändringar kommer dagvattennätet att nå sin maximala kapacitet oftare än vart tionde år.

Vid extrema naturmarksflöden likt november 2020 blir det även problem inom avrinningsområdet, men främst vid en samtida regnhändelse. Vid ett normalt höstscenario utan för stora samtida regn är dagvattensystemet idag tillräckligt.

WSPs slutsatser för utredningen är:

- De största översvämningarna inträffar vid intensiva regn, inte långvariga blöta perioder.
- Många olika åtgärder behövs för att minska översvämningssriskerna mer än bara lokalt.
- Olika åtgärder behövs för att skydda mot häftiga regn respektive extrem naturmarksavrinning.
- Vissa delar blir fortsatt översvämmade trots omfattande åtgärder, och dessa måste utredas för eventuell ändrad höjdsättning.
- Många av de föreslagna åtgärderna tar parkmark i anspråk för fördröjning av extrema flöden. Dessa grönytor har olika användningsområden och kvaliteter idag som bör beaktas vid förändrad höjdsättning så att nya kvaliteter skapas utöver fördröjning.
- Exploatering av I20-området kan ske utan risk för ökad översvämning om området byggs med korrekt höjdsättning och fördröjning av 100-årsregn ner till befintligt 10-årsregn.
- Förtätning inom det redan bebyggda området kan ske utan ökad risk för översvämning om åtgärderna som vidtas för att minska översvämningssrisken projekteras med förtätning i åtanke.

## 2 BAKGRUND OCH SYFTE

I Umeå stad finns det platser som löper stor risk att drabbas av översvämningar vid snösmältning, längre regnperioder och/eller kraftiga regn.

Under hösten 2020 var det en lång period av mycket regn som orsakade höga naturmarksflöden vid två tillfällen. Vid det senare tillfället skedde ett samtida regn. Dessa två händelser orsakade stora översvämningar över olika delar av Umeå, särskilt i områden med naturliga vattendrag där både det långsamma naturmarksflödet och det snabba regnflödet skedde samtidigt.

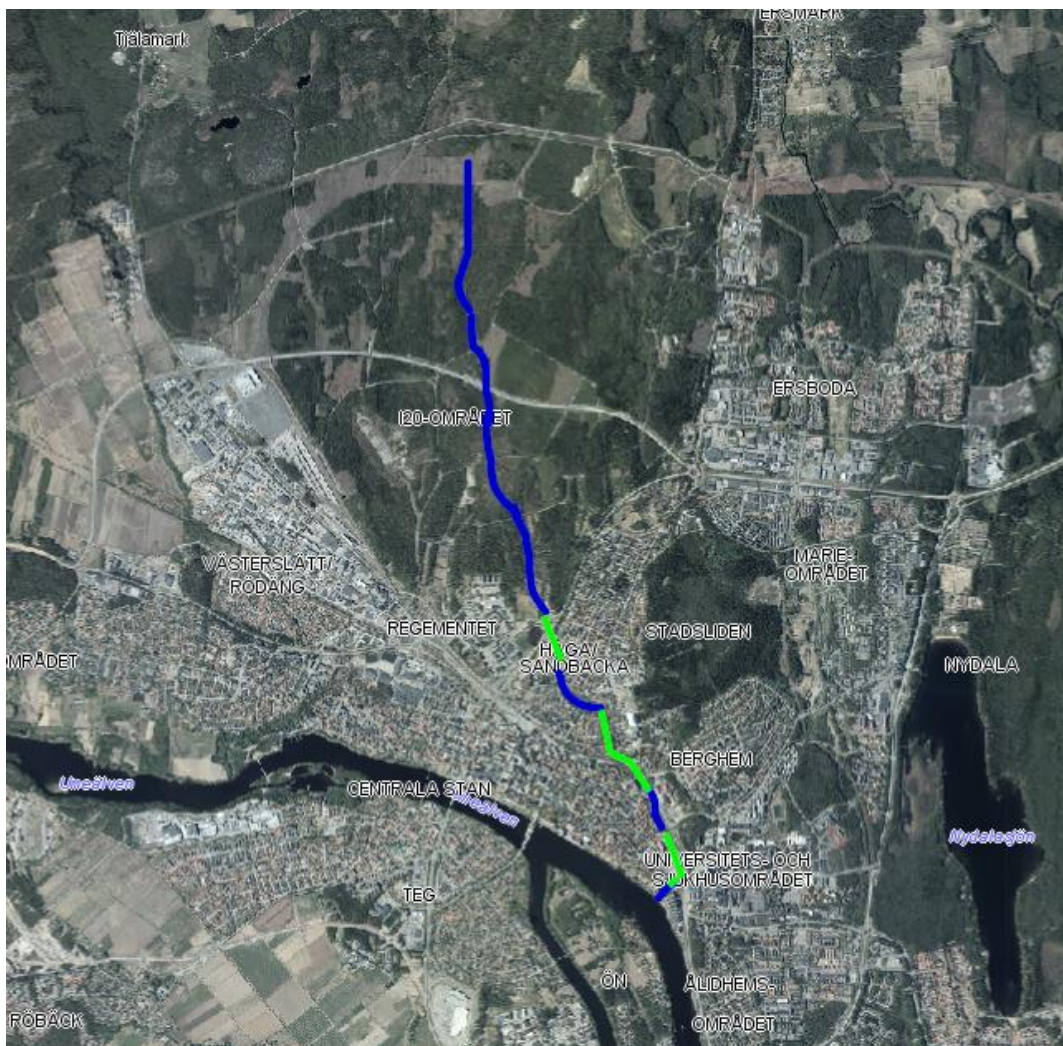
Gator och parker på Umeå kommun har fått i uppgift att påskynda arbetet med att ta fram åtgärdsförslag som på kort och lång sikt leder till minskade risker för skador orsakade av dagvatten. Tillsammans med Vakins har kommunen anlitat WSP för att med hjälp av en hydraulisk modell och en ytmodell (båda framtagna tidigare men korrigerade och sammankopplade av WSP) utreda hur översvämningensrisken kan minskas inom Djupbäckens avrinningsområde, och på så sätt minimera risken för skador på byggnader och anläggningar.

Uppdragets mål är att identifiera åtgärder som på kort och lång sikt leder till en hållbar dagvattenhantering inom Djupbäckens avrinningsområde. Åtgärderna är framtagna med fokus på hydraulisk effektivitet, exakt utformning samt genomförbarhet är inte en del av denna utredning.

### 3 OMRÅDESBESKRIVNING

Djupbäcken är ett vattendrag som i sitt avrinningsområde har stora naturmarksområden men som också passerar de centrala delarna av Umeå. Bäckens är kulverterad på långa sträckor inne i staden. Djupbäcken startar norr om Umeå vid myrarna Janmyr och Karl-Anders-fäbodmyran. Djupbäcken rinner söderut, passerar under väg Norra länken och går öster om det militära övningsfältet innan den kulverteras under Överstevägen och väg 503. Bäckens fortsätter vara kulverterad under Hagaskolan för att sedan öppnas upp i Hagaparken från Stenmarksvägen till grönområdet mellan Villavägen och Djupbäcksvägen. Där kulverteras Djupbäcken igen och är kulverterad ner till efter GC-vägen mellan Östermalmsgatan och Blå vägen. Där är den öppen på en sträcka för att sedan kulverteras igen innan den rinner ut i Umeälven vid Östra station. I Figur 1 visas Djupbäckens sträckning.

Nedströms kulverteringen av Djupbäcken vid Överstevägen kopplas dagvattennätet från områdena Haga och Sandbacka på bäcken, men även delar av Berghem, Fridhem och Öst på stan. Till Sandbacka kommer även Sandbäcken från Ersmarksberget via Norra kyrkogården. Sandbäcken kulverteras under väg 503 och leds till kyrkogårdsdammen och sedan söder ut till Djupbäcken via ledningsnätet. Även vatten från halva Stadsliden leds via dagvattennätet till Djupbäcken. Djupbäckens dagvattensystem mynnar ut i Umeälven från en kulvert vid Östra station.



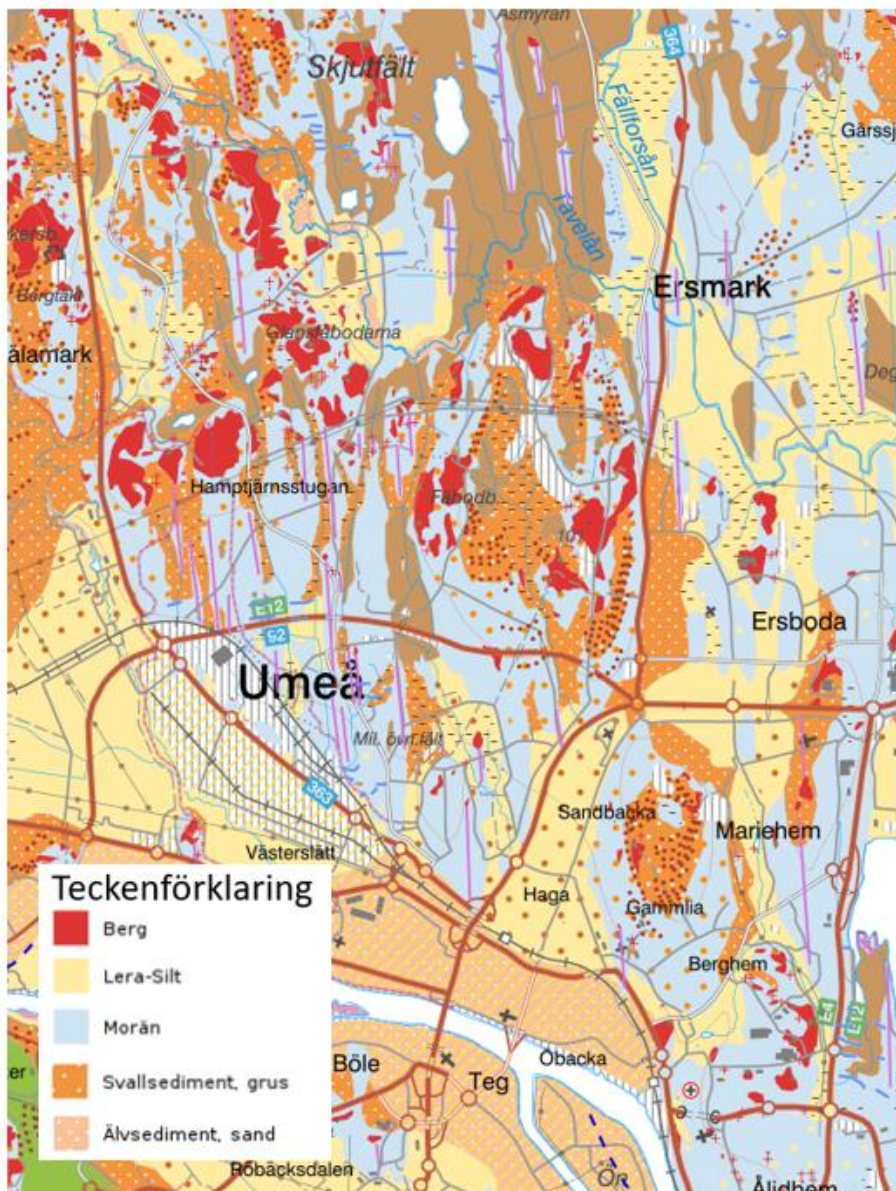
Figur 1: Djupbäckens ungefärliga sträckning genom naturmarken och staden. Det blåa är öppet vattendrag och det gröna är kulverterat. Bakgrundskartan är Umeå kommuns öppna digitala karta, Umeåkartan.

### 3.1 GEOTEKNIK/JORDARTER

Jordarter i Djupbäckens avrinningsområde är främst lera-silt men även en del morän samt inslag av små områden med berg och sand, se Figur 2. Lera-silt har låg genomsläpplighet. Jordarten silt suger snabbt upp vatten och håller kvar vattnet. Jordarten lera består ofta till större delen av vatten. Lera har en mycket stor förmåga att behålla vatten och vattenströmning genom lera går därför mycket långsamt.

Jordarten lera-silt kan hålla ganska mycket vatten och har en god vattenhållande förmåga, vilket bidrar till låg vattenströmning och därmed låg genomsläpplighet.

Morän är en vanligt förekommande jordart i Sverige. Den har en varierande genomsläpplighet beroende på typ av morän. Om det är mycket grus och stenar i moränen är den mer genomsläpplig jämfört med om det är en mer finkornig morän såsom lermorän och siltmorän.



Figur 2: Jordarter runt Umeå, bildkälla SGU jordartskarta 1:25 000-1:100 000, 2021.

## 4 OKTOBER OCH NOVEMBER 2020

Under hösten år 2020 drabbades Umeå av höga flöden i Djupbäcken vilket resulterade i en del översvämningar. Det var höga flöden både under oktober och november men de högsta flödena var under november 2020. I Figur 3-Figur 8 visas fotografier från delar av Djupbäcken från den 10 oktober 2020 och 2–3 november 2020. Fotona är tagna av Vakin och Umeå kommun.

De höga flödena i Djupbäcken berodde på att det varit ett långvarigt regnande under flera månader. Vid tillfället i oktober regnade det ganska kraftigt dygnet innan medan det vid november-händelsen regnade både innan och under översvämningssituationen. Se Figur 9.

De mest allvarliga problemområdena var:

- Sandbackadammen svämmade över, orsakade skador på bostadshusen nedströms
- Översvämningar vid Hagaparkens södra del, där Djupbäcken idag är kulverterad i området kring Villavägen och Djupbäcksvägen
- Lågpunkten på Blå vägen under järnvägen fick stora översvämningar
- Tunnlar fylldes med vatten i både västra och södra delarna av Haga



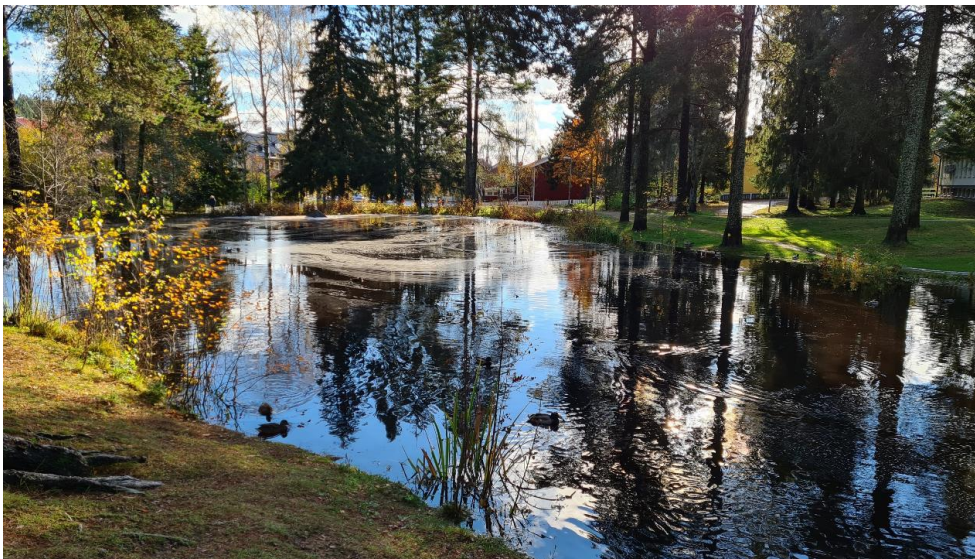
Figur 3: Djupbäcken vid Hagaparken den 10 oktober vid 13-tiden. Foto: Petter Walan, Vakin.



Figur 4: Djupbäcken vid Hagaparken den 10 oktober vid 13-tiden. Foto: Petter Walan, Vakin.



Figur 5: Djupbäcken vid kulverteringen i östra Hagaparken den 10 oktober vid 13-tiden. Foto: Petter Walan, Vakin.



Figur 6: Sandbackadammen den 10 oktober vid 13-tiden. Foto: Petter Walan, Vakin.



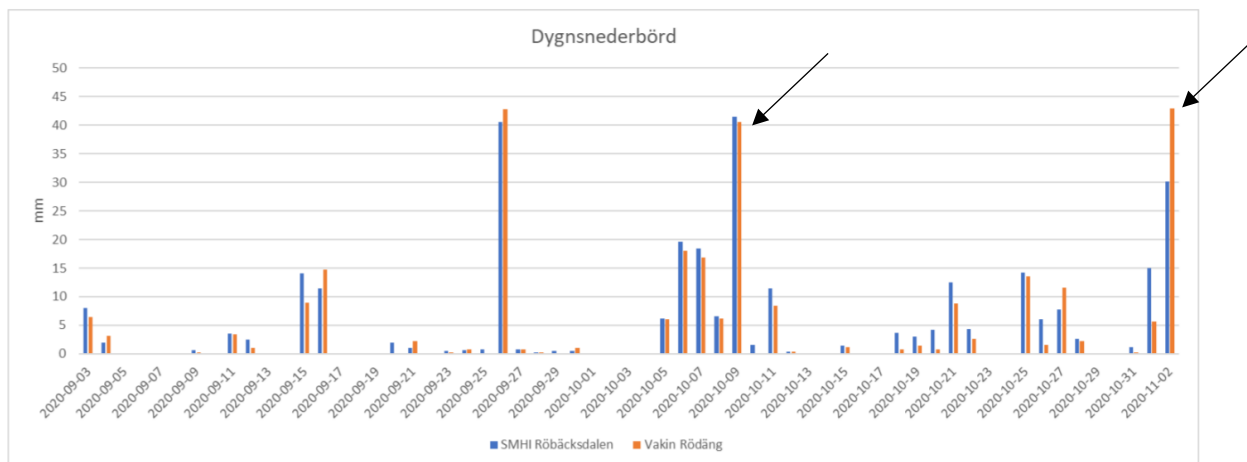
Figur 7: Djupbäcken vid Hagaparken november 2020. Exakt datum och tidpunkt okänt. Foto: Patrik Löfgren, Gator och parker på Umeå kommun



Figur 8: Vatten stående på Djupbäcksvägen, natten mellan den 2 och 3 november 2020. Tidpunkt okänd. Foto Patrik Löfgren, Gator och parker på Umeå kommun

## 4.1 NEDERBÖRD

Under hela hösten år 2020 regnade det relativt mycket. Detta resulterade i kraftiga flöden i oktober och november. Figur 9 visar nederbörden från två mätstationer under perioden 1 september till 2 november år 2020.



Figur 9: Dygnsnederbörd från SMHIs station Rödbäcksdalen och Vakin station Rödäng. (Vakin, 2021).

## 5 MODELL

För att beskriva Djupbäcken och tillhörande dagvattennät har modellerna för vattendraget, ledningsnätet och markytan kopplats ihop. Modeller har kopplats ihop i modellerings skalet MIKE+. MIKE+ är utvecklat av DHI, Danska hydrologiska institutet (DHI 2021) och är ett programskal där man har integrerat beräkningsmodellerna för vattendrag, ledningsnät och marktytor. I detta fall har modeller från Mike Urban och MIKE21 konverterats till MIKE+ och kopplats ihop.

### 5.1 BEFINTLIG MODELL

En ledningsnätsmodell har levererats av Vakin. Ledningsnätsmodellen är över dagvattennätet med tillhörande avrinningsområden.

WSP har utgått ifrån denna modell men gjort nödvändiga justeringar för att kunna modellera både befintlig situation och olika åtgärdsförslag. WSP har kopplat ihop modellen med markytan. På så sätt har en 2D-modell skapats över såväl marken som ledningsnätet.

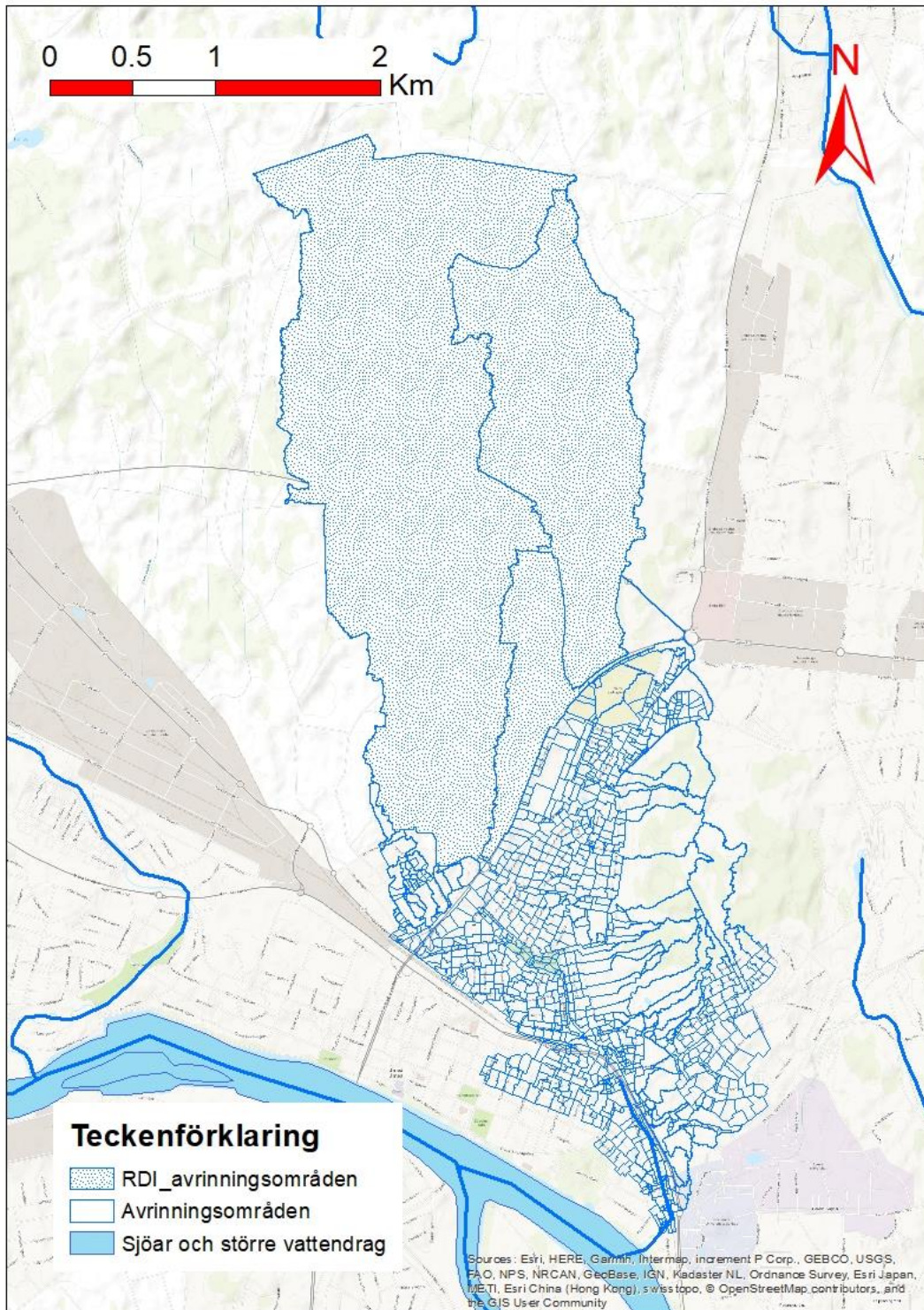
WSP har tagit fram ett PM som redogör för de förändringar som gjorts på den tillhandahållna ledningsnätsmodellen, PMet bifogas denna utredning som Bilaga 1.

Den indata som har använts för att kunna göra de nödvändiga justeringarna i modellen i syfte att kunna modellera både befintlig situation och olika åtgärdsförslag är:

- Markmodell (en terrängmodell från kommunen)
- Avrinningsområden (WSP har tagit fram avrinningsområden utifrån fastighetskartan, ledningsnätet och justerat de som fanns i modellen med att bland annat ändra kopplingar till nätet, storlek, avrinningskoefficient samt att definiera vilka som är RDI-områden, som beskrivs i nästa stycke)
- Markanvändning (fanns till stor del i modellen som tillhandahölls)
- Regn (regndata som har legat till grund för regnfiler, samt "designade" regnfiler för kommande regn av särskilda återkomsttider)
- Tvärsektioner (fanns i den hydrauliska modellen som tillhandahölls)



Ledningsnätet och brunnarna i modellen är beskrivna med dimension, längd, nivå och friktion. Det är två öppna delar av vattendraget som är beskrivna med tvärsektioner. Tvärsektionerna beskriver tvärsnittsarean, våta parametern och friktionen. **Avrinningsområdena** har tagits fram utifrån grundkarta och topografi. Alla avrinningsområden är beskrivna med area, rinntider, friktionstal och infiltration. Avrinningsområdena som kommer från området Stadsliden har fått en högre avrinningskoefficient eftersom det är kraftiga lutningar som gör att mer vatten avrinner. (Avrinningskoefficient har ökats från 0,1 till 0,4).



Figur 10: Djupbäckens olika delavrinningsområden. De tre områdena längst i norr är RDI-avrinningsområden (naturmarksflöde) medan de andra avrinningsområdena är kopplade till ledningsnätet.

## 5.2 RDI-MODELLERING

RDI-modellering (där RDI står för "Rainfall Dependent Inflow and infiltration") är ett hydrologiskt tillägg i modellen. De tre nordligaste avrinningsområdena som enbart består av naturmark har en annorlunda avrinning jämfört med de små avrinningsområdena som är direkt kopplade till dagvattennätet. Eftersom flödet från dessa områden beror mer av de regn som kommit under längre tid än av en enskilda regnhändelse måste de beskrivas annorlunda i modellen, så att modellen tar hänsyn till en längre perioders regnhändelser. De beskrivs med olika hydrologiska parametrar så som jordtyp, mätnadsgrad, temperatur med mera. RDI-modellen drivs av en uppmätt regnserie som genererar en hydrograf över flödet för samma period.

Eftersom det saknas flödesuppgifter från naturmarken, har tre olika parameteruppsättningar modellerats, som alltså har olika förutsättningar för att omhänderta regn och olika rinntid.

I det första scenariot har samma indata använts som för Klockarbäcken eftersom avrinningsområdena är i samma storleksordning (11 km<sup>2</sup> respektive 13 km<sup>2</sup>) och har samma sjöprocent, 0 %. Klockarbäckens RDI-parametrar hade redan bestämts i Tvåå-projektet och fanns därför enkelt tillgängligt för WSP.

I det andra scenariot har marken justerats för att testa ett blötare scenario. Detta scenario innebär att marken inte kan ta emot lika mycket vatten, och att Djupbäcken därför har högre avrinning än Klockarbäcken vid samma regnhändelse.

I det tredje scenariot har rinntiden förkortats samt att marken inte kan ta emot så mycket vatten. I detta scenario kommer Djupbäcken att få en tidigare och större flödestopp än vad Klockarbäcken hade fått av motsvarande regn.

Alla parametrar för de olika scenarierna är likadana förutom parametrarna som styr infiltrationen och rinntiden. Ju lägre värde på infiltrationen desto mindre vatten kan infiltrera.

RDI-scenario 1: infiltration = 300 mm och rinntid = 12 h

RDI-scenario 2: infiltration = 50 mm och rinntid = 12 h

RDI-Scenario 3: infiltration = 50 mm och rinntid = 6 h

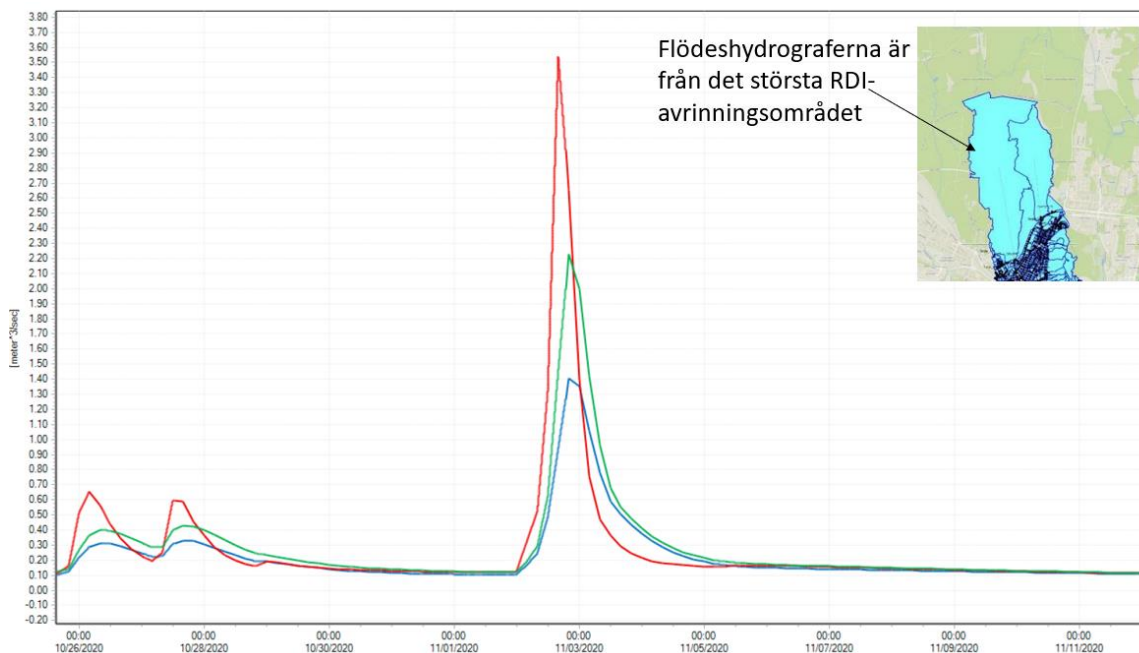
Utifrån RDI-modellens flödeshydrograf för de 10 åren som har simulerats (regndata från de senaste tio åren har alltså varit indata till modellen), har säsongsflödena tagits fram med en statistisk analys.

### 5.2.1 Kalibrering RDI

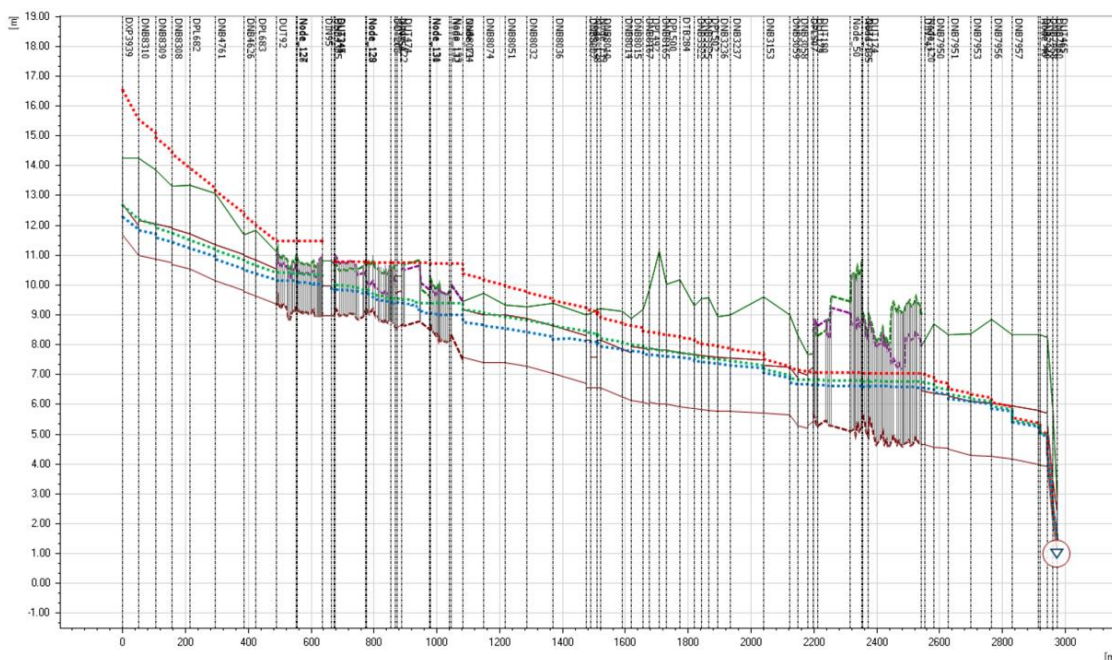
WSP gjorde en RDI-simulering för att bättre kunna uppskatta naturmarksflödet från Djupbäckens stora naturmarksområden. De tre uppsättningarna som gjordes med RDI-modellen resulterade i tre olika flödeshydrografer för simuleringsperioden, på 10 år.

För att bestämma vilken av flödeshydrograferna som är mest tillförlitlig har perioden runt den 2-3 november 2020 analyserats eftersom det är där det finns information om bl.a. översvämningar. En simulering har även gjorts med den hydrauliska modellen för att se vilken av dessa flödeshydrografer (indata) som genererar höga vattennivåer (utdata). Flödeshydrograferna som visas i blått och grönt i Figur 11 genererar inte så höga flöden och inte heller direkt höga vattennivåer. Den röda flödeshydrografen däremot genererar höga vattennivåer i Djupbäcken. Eftersom endast den röda hydrografen ger översvämningssituationer som stämmer överens med de drifterfarenheter som finns från november 2020 väljs de parametrarna som gav upphov till den röda flödeshydrografen (RDI-scenario 3, enligt kapitel 5.2) för framtagande av säsongsflöden samt det flöde som representerar naturmarksflödet vid november 2020.

Flödeshydrograferna för perioden 26 oktober- 11 november 2020 visas i Figur 11. Den hydrauliska modellen sattes upp med dessa tre parameterinställningar enligt kapitel 5.2 från RDI-avrinningsområdena vilket resulterar i vattennivåer i Djupbäcken, se Figur 12.



Figur 11: De tre flödeshydrograferna runt flödestoppen den 2 November 2020, för det största av de tre RDI-avrinningsområdena. De olika kurvorna respresenterar olika värden på parametrarna infiltration och rinnitid. I det blåa scenariot kan marken infiltrera 300 mm vatten och rinnitiden är 12 h, i det gröna scenariot är infiltrationen minskad till 50 mm medan rinnitiden är densamma som det blå (alltså 12 h) medan det röda scenariot har både mindre infiltration och kortare rinnitid (6 h). Läs mer om de olika scenarierna i kapitel 5.2.



Figur 12: Vattennivån från de tre flödeshydrograferna. Vattennivån från det röda RDI-scenariot (röd streckad linje) är den enda som visar på så pass höga nivåer att det orsakar översvämningar i den omfattning som är den som redovisats i bilder och drifterfarenheter från Vakin och Umeå kommun. De övriga två RDI-scenarierna (blå streckad linje och grön streckad linje) ger inte upphov till översvämningar. Vinröd linje visar botten på antingen bäcken där den är öppen eller ledningen där den går kulverterad. Den heldragna gröna linjen är marken där Djupbäcken går kulverterad och de lila/gröna strecken visar bäckens släntrön på vardera sida när bäcken går öppen.

Utifrån en statistisk analys från den 10-åriga flödesserien har ett sommar- och höstflöde tagits fram för de tre RDI-avrinningsområdena. Flödena har tagits fram utifrån en medelvärdesbildning av alla sommarflödena och höstflödena.

Tabell 1: Framräknade sommar- och höstflöden från de två bäckarna.

	<b>Sommarflöde</b>	<b>Höstflöde</b>	<b>Maxflöde nov 2020</b>
	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Djupbäcken</b>	0,06	0,12	4,05
<b>Sandbäcken</b>	0,02	0,05	1,43

Vilka volymer och flöden som uppkommer i vattendragen under sommar, höst, och den extremt blöta hösten 2020 samt i ledningsnätet från 10- respektive 100-årsregn för den befintliga markanvändningen finns beskriven i Bilaga 2.

För att få en bild av hur naturmarksflödena förhåller sig i proportion till avrinnigen från de hårdgjorda ytorna redovisas i Tabell 2 volymförhållandena för en 12 h simulering av naturmarksflöden och ett CDS-regn om 6 h.

Tabell 2. Volymer vatten som genereras i modellen vid de olika simulerade situationerna: sommar (sommarflöde från naturmarken med ett samtida 100-årsregn) höst (höstflöde från naturmarken med ett samtida 10-årsregn) och november 2020 (naturmarksflöde likt det som var 2 november 2020 med ett samtida 10-årsregn).

	<b>Sommarsituationen</b>	<b>Höstsituationen</b>	<b>November 2020</b>
	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Djupbäcken+Sandbäcken</b>	3 500	7 300	108 900
<b>Regnhändelsen</b>	140 000	68 800	68 800
<b>Totalt</b>	143 500	76 000	177 700

Det går att utläsa ur Tabell 2 att naturmarksflödet står för knappt 3 % av totala volymen vid sommarsituationen, för knappt 10 % av totala volymen vid en "normal" höst och hela 61 % av totala volymen vid november 2020. I Bilaga 2 blir det också tydligt hur oerhört mycket blötare det var i oktober och november 2020 jämfört med de tre tidigare åren.

### 5.3 2D-MODELLENS UPPBYGGNAD

Modellen är uppbyggd på ett sådant sätt att markytan och ledningsnätet är sammankopplat. Vattnet kan transporteras mellan markytan och ledningsnätet via brunnarna (noderna). Vattnet kan trycka upp via en brunn och rinna på marken för att ansamlas i en lågpunkt eller för att rinna ner igen i ledningssystemet. I en modell kan man "släppa" regnet på markytan och/eller på ledningsnätet. I denna modelluppsättning används ett CDS-regn och allt regn släpps direkt på ledningsnätet eftersom de största flödena till modellen kommer från taken och de hårdgjorda ytorna som leds till nätet. Det betyder att allt vatten i modellen börjar i ledningsnätet och trycks upp via brunnarna/noderna (svämmas på så sätt över brunnarna) för att rinna vidare på markytan till lägre liggande dagvattenledningar eller så ansamlas vattnet i lågpunkter på ytan.

### 5.4 VALIDERING AV MODELLEN

Både naturmarksavrinningen (RDI-modellen) och den snabba avrinningen (övriga avrinningsområden) har validerats mot bilder och drifterfarenheter från hösten 2020. Det har inte funnits några flödesmätningar eller inmätta nivåer att utgå från, utan det är översvämmade hus och vattennivåns läge jämfört med vägar med känd höjd som har legat till grund för den validering som gjorts.

Spillvattennätet på Haga har kalibrerats (genomfört av WSP – nr 10287227, slutleverans 2020-01-31) och i den kalibreringen framkom att det är förhållandevis lite tillskottsvattenproblem på Haga (mindre än 2 % hårdgjord yta kopplad till spillvattennätet). Detta innebär att det inte finns omfattande problem med felkoppling av stuprör och/eller rännstensbrunnar, alltså att dagvattnet i stort leds till dagvattennätet. Därför är det troligt att avrinningskoefficienter enligt P110 är en rimlig förenkling i detta fall, även om modellen inte har kalibrerats.

## 6 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

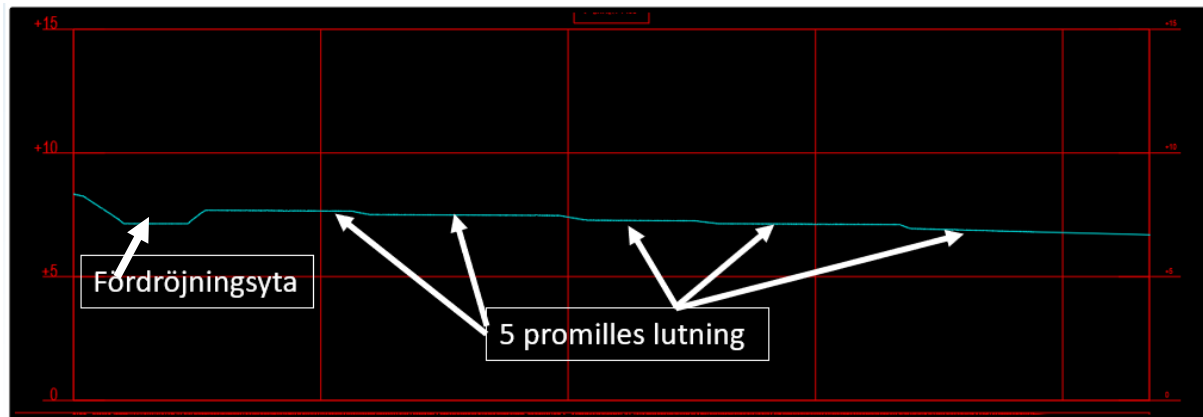
WSP har tagit fram 17 åtgärdsförslag för att försöka minska på översvämningarna längs med Djupbäcken och inom bostadsområden som är sammankopplade med Djupbäcken via dagvattennätet, d.v.s. Haga, Sandbacka, Fridhem, Berghem och Öst på stan. Ett åtgärdsförslag som sänker vattennivån i Djupbäcken behöver inte betyda att fastigheter inte kommer att översvämmas. Det krävs därför olika typer av åtgärdsförslag för att minimera risken för skador vid skyfall jämfört med att minimera risken för skador vid höga vattennivåer i bäcken. Områdena för ledningsnätet och vattendraget har analyserats för att kunna ta fram ett (eller flera) åtgärdsförslag som kan minska risken för översvämningar. Alla åtgärdsförslag har simulerats enskilt eller tillsammans i den hydrauliska modellen. Simuleringarna har antingen gjorts med en endimensionell modell (som inte möjliggör att vatten rinner på markytan) och/eller en tvådimensionell modell (där vatten kan rinna upp ur en brunn från ledningsnätet och sedan rinna på markytan för att sedan rinna ner i en annan brunn).

### 6.1 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 1

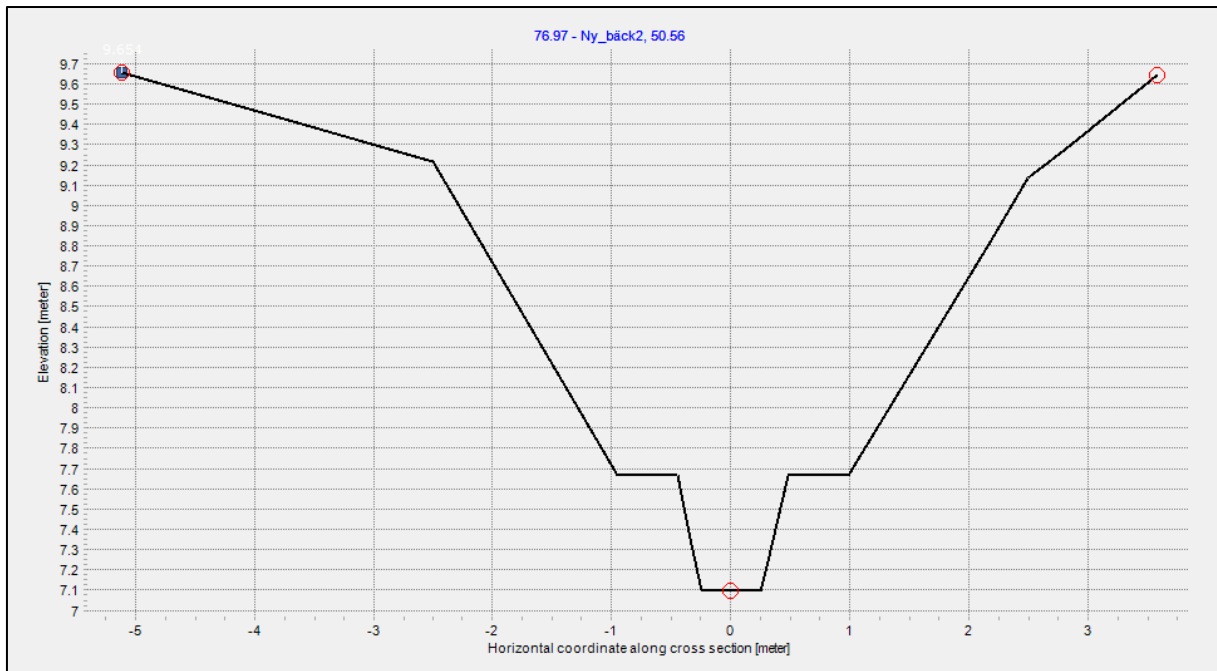
I åtgärdsförslag 1 har den nedre delen av Hagaparken öppnats upp (från kulvert till öppet dike), se Figur 13. Skisser gällande utformning och tvärsektioner, levererade av Umeå kommun, har använts som underlag. Där Hagaparken öppnas upp anläggs en fördröjningsdamm med bottenarean 33\*12 m och ett maxdjup på 2,2 m som ger en volym om 550 m<sup>3</sup> och där diket slutar skapas en översvämningssyta, se Figur 14. Från fördröjningsdammen skapas ett öppet dike med 5 promilles lutning med ett stälp på 0,15–0,2 m var 75:e meter, totalt fem stälp. Tvärsektionen har en mittfåra som är dimensionerad för medelflödet och sedan är det ett svämplan på respektive sida samt slänter upp till befintlig markyta, tvärsektionen för bäcken visas i Figur 15 och för översvämningssytan (volym 1800 m<sup>3</sup>) i Figur 16. Den effektiva fördröjningsvolymen totalt blir i detta förslag ca 2500 m<sup>3</sup> men volymen i själva "dikes-delen" av förslaget kan ökas om dämmen skapas som utnyttjar slänterna bättre. Där Djupbäcken ansluter är det en fyrkantig trumma med dimensionen 2000x2000 mm.



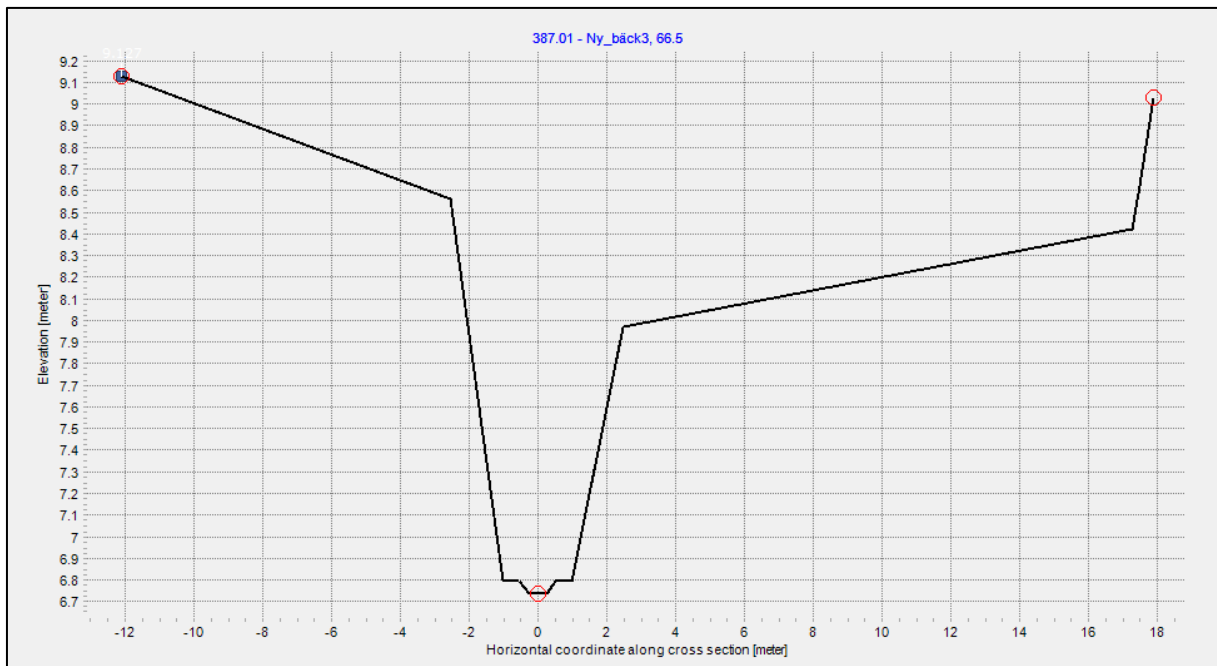
Figur 13: Den röda linjen markerar sträckan som öppnas upp i åtgärdsförslag 1.



Figur 14: Den öppnade sträckan i längdprofil. Åtgärden startar med en fördröjningsyta och det öppnade diket har fem delsträckor (avgränsade med stälp på 0,15–0,2 m) med 5 promilles lutning var.



Figur 15: En typsektion som visar tvärsektionens utformning för den öppnade sträckan. Mittfåran är anpassad för ett medelflöde. Notera att skalan på bredden och höjden är olika.



Figur 16: Översvämningytan som skapats innan Djupbäcken kulverteras igen. Notera att skalan på bredden och höjden är olika.

## 6.2 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 2

I åtgärdsförslag 2 har fördröjning skapats i flera steg för att fördröja vattnet som kommer till Sandbackadammen. Först har ett fördröjningsmagasin på parkmark norr om Sandbackavägen (Ny damm 1, bottenarea 56\*32 m med flacka slänter och ett totalt djup på 1,3 m: 2400 m<sup>3</sup>) lagts in med en flödesreglering på maxflödet 0,1 m<sup>3</sup>/s som bromsar upp vattnet som kommer från kyrkogården och från områdena uppströms. Sedan har man skapat en ny rinnväg genom att anlägga en ny ledning samt ett öppet dike längs med GC-vägen som går parallellt med Brånvägen. Den gamla anslutningen söderut i Brånvägen behålls som en bräddlösning vid höga nivåer för att inte orsaka översvämningar inne i bostadsområdet. Vattnets nya väg visas med pilar i Figur 17. Den nya fördröjningsdammen (Ny damm 2, bottenarea 131\*17 m med flacka slänter och ett totalt djup på 1,3 m: 3400 m<sup>3</sup>) som är där diket slutar har ett maxflöde ut på 0,1 m<sup>3</sup>/s.



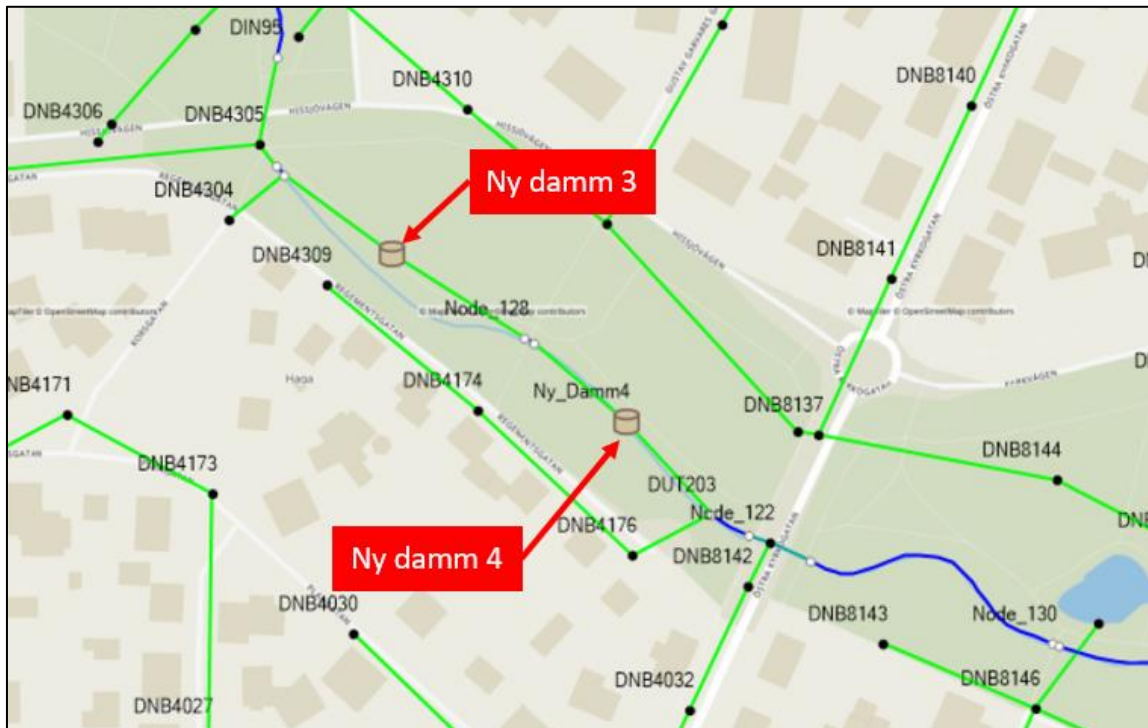
Figur 17: Åtgärdsförslag 2 som innehåller två fördröjningsmagasin med flödesreglerare samt ett öppet dike och en omledning av flödet. Förslaget består överst av en ny damm norr om Sandbackavägen (Ny damm 1) och en omledning av flödet som idag går österut i Sandbackavägen att istället gå västerut (översta röda pilen). Den nya ledningen avslutas med ett dike (blå linje, vid den andra röda pilen) som leder vattnet ner mot Brånparken där ett nytt magasin eller ny damm föreslås anläggas (Ny damm 2).





## 6.4 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 4

I åtgärdsförslag 4 har det skapats större fördröjningsvolym i Hagaparken mellan Hissjövägen och Östra Kyrkogatan. I modellen är detta inlagt som två magasin (Ny damm 3 respektive 4 i Figur 19) men i verkligheten handlar det om att bredda och gräva ur Djupbäcken i Hagaparken för att få en större fördröjningsvolym. Åtgärdsförslaget har i modellen den maximala utbredningen (och då en fördröjningsvolym på ca 11 000 m<sup>3</sup>) men med den utformningen tas stora delar av parken idag i anspråk (inklusive lekparken), se CAD-utsnitt som Figur 20.



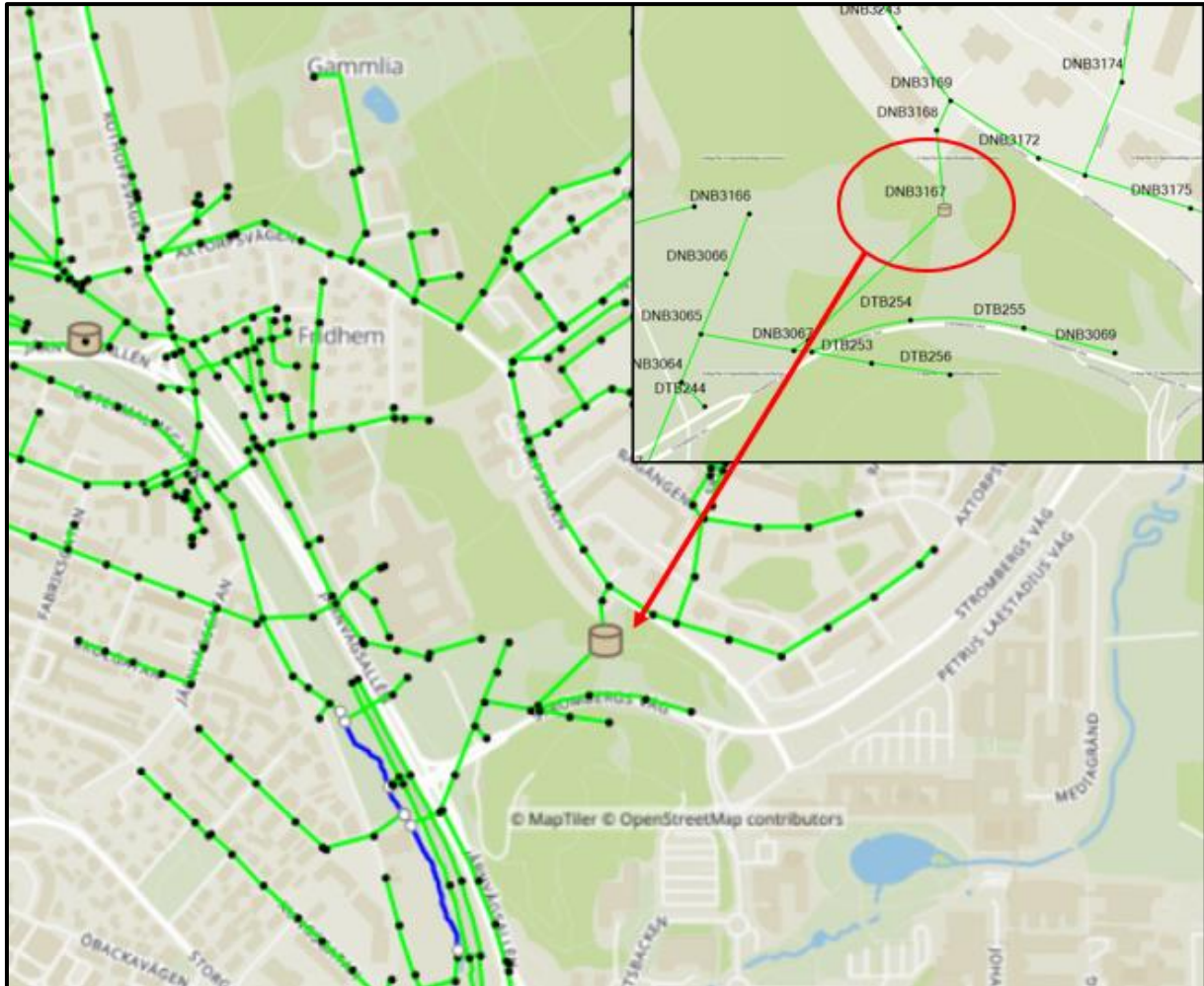
Figur 19: En större kapacitet skapas i Hagaparken.



Figur 20: En visualisering i plan av hur mycket fördröjningsvolym som maximalt skulle kunna skapas i åtgärdsförslag 4.

## 6.5 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 5

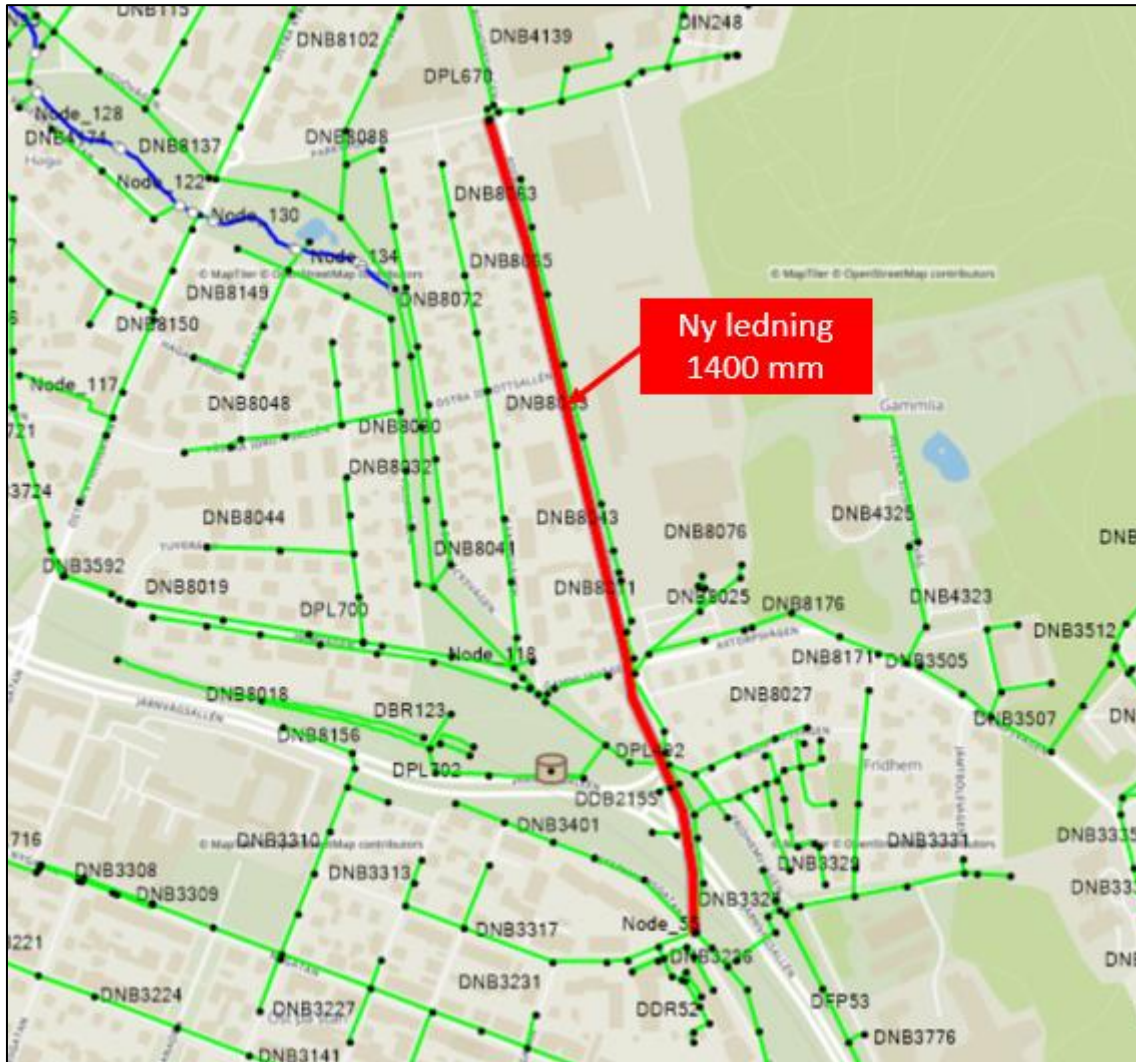
I åtgärdsförslag 5 är det inlagt ett fördröjningsmagasin med volymen 1250 m<sup>3</sup> med ett utlopp som har en flödesreglering på 0,2 m<sup>3</sup>/s. Dammen har skapats för att fördröja vattnet som kommer från området Berghem och på det sättet skapa mer kapacitet i Djupbäcken för vatten från de andra avrinningsområdena. Dammens placering är schematisk, det är funktionen som utreds i modellen.



Figur 21: Ett fördröjningsmagasin har skapats för att fördröja vattnet från Berghem.

## 6.6 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 6

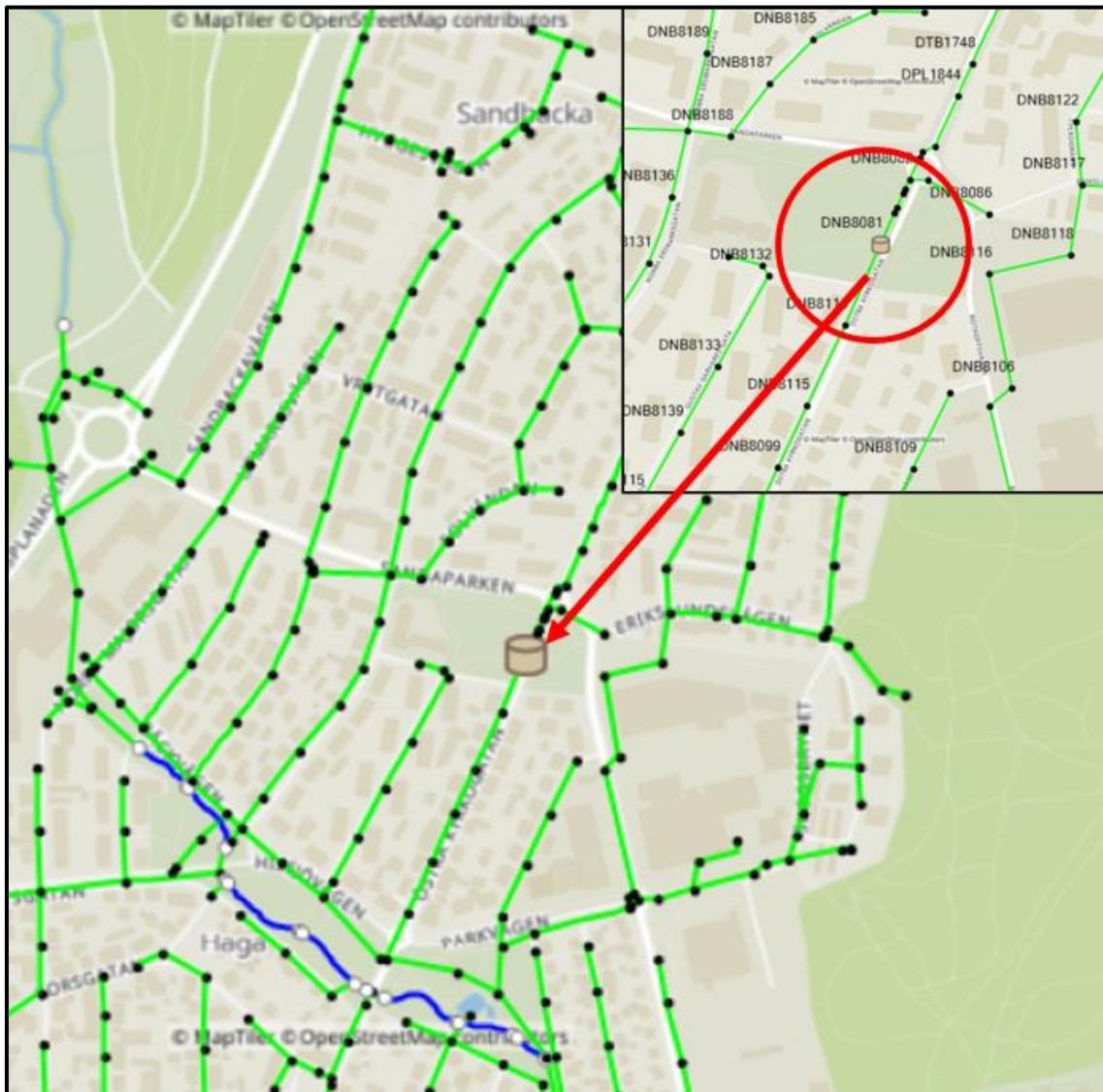
I åtgärdsförslag 6 har en ny ledning på 1400 mm i diameter planerats längs med Rothoffsvägen från Parkvägen ner till Blå vägen (en sträcka där Djupbäcken är kulverterad). Denna ledning är tänkt att avlasta ledningarna i Rothoffsvägen men även hela området kring Djupbäckens kulvertering i södra Hagaparken.



Figur 22: En ledning (röd linje) med dimensionen 1400 mm i diameter har lags i Rothoffsvägen.

## 6.7 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 7

I åtgärdsförslag 7 har ett fördröjningsmagasin skapats i Sandaparken. Av modelltekniska skäl ligger magasinet på befintlig ledning vid vägen. Vid en anläggning av fördröjningsmagasinet ska det placeras i grönytan i Sandaparken. Fördröjningsdammens volym är inlagd som 3800 m<sup>3</sup> utifrån parkens höjder idag (hela vistelseytorna i parken berörs: parken föreslås släntas med flacka slänter ner till en lågpunkt som är 50\*37 m och som kommer vara knappt 1,5 lägre än omgivande gator) och i modellen är det inlagt en flödesregulator som stryper utflödet till 0,05 m<sup>3</sup>/s.

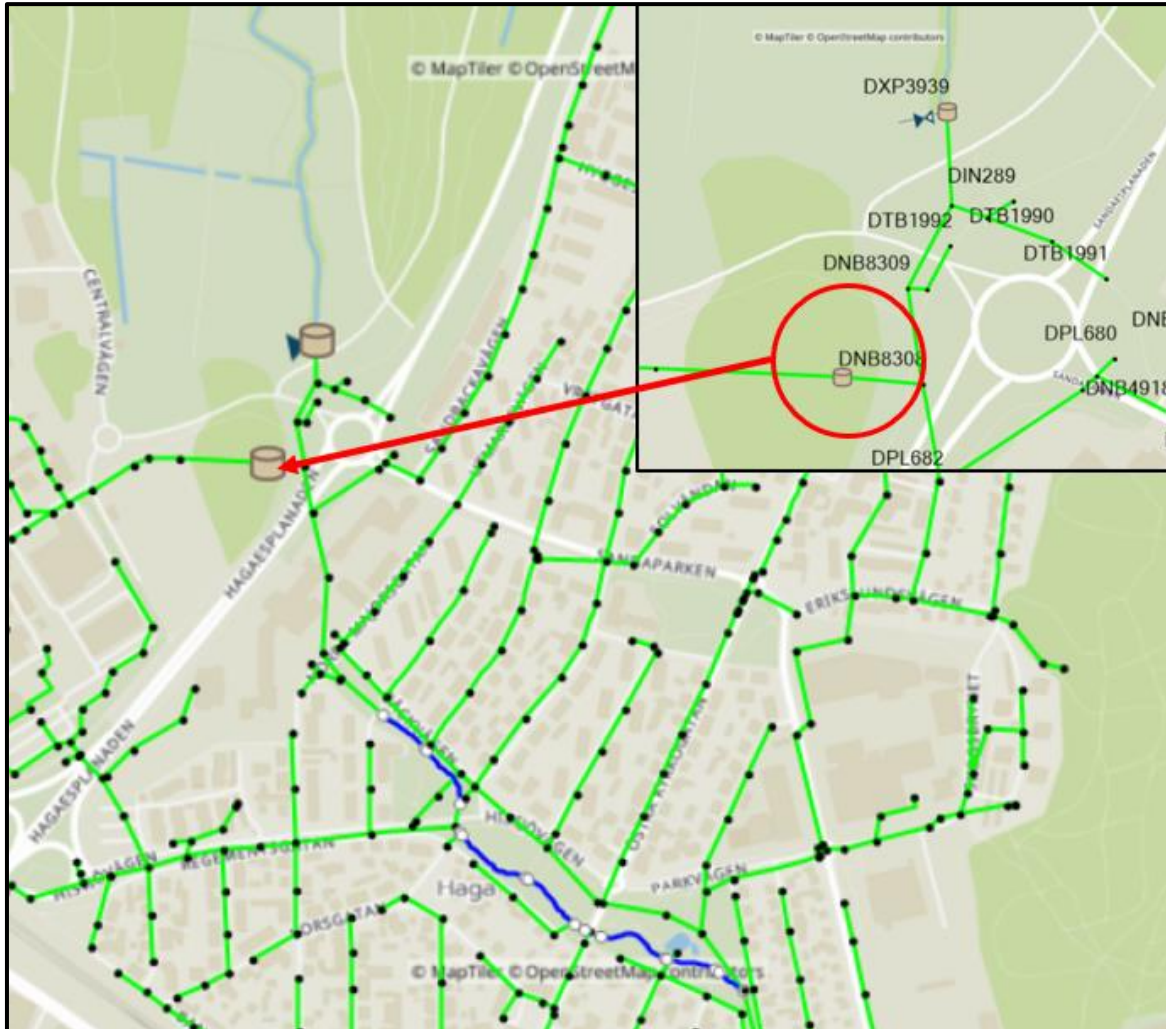


Figur 23: Fördröjningsyta i Sandaparkens grönområde med en volym på 3800 m<sup>3</sup>.



## 6.9 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 9

I åtgärdsförslag 9 har ett fördröjningsmagasin skapats med en storlek på 10 000 m<sup>3</sup> och en flödesregulator på 0,2 m<sup>3</sup>/s. Detta för att kunna fördröja flödet från Umestan uppströms Hagaparken. Placeringen i modellen är schematisk, det är troligt att detta flöde leds om och att åtgärd 9 inkorporeras i åtgärd 8 så att det blir en enda men större fördröjning.



Figur 25: Flödesmagasin med en flödesregulator på 0,2 m<sup>3</sup>/s.





## 6.11 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 11

Omkoppling av ledningsnätet för att minska trycket på ledningarna uppströms Djupbäckens öppnade del längs järnvägen. Ledningen mellan Nygatan och Östermalmsgatan har tagits bort och istället har ledningen i Nygatan kopplats till Skolgatan.



Figur 27: Den röda pilen visar vart en ledning tagits bort och den gula pilen visar vilken ledning som lagts till för att minska trycket på ledningarna uppströms Djupbäckens öppnade del.

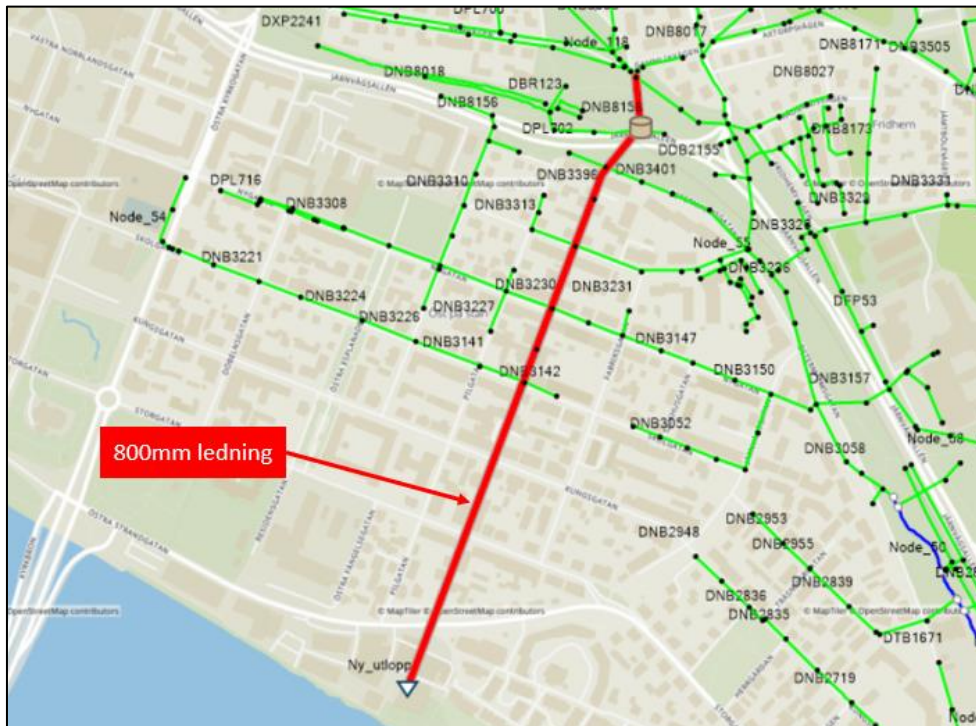




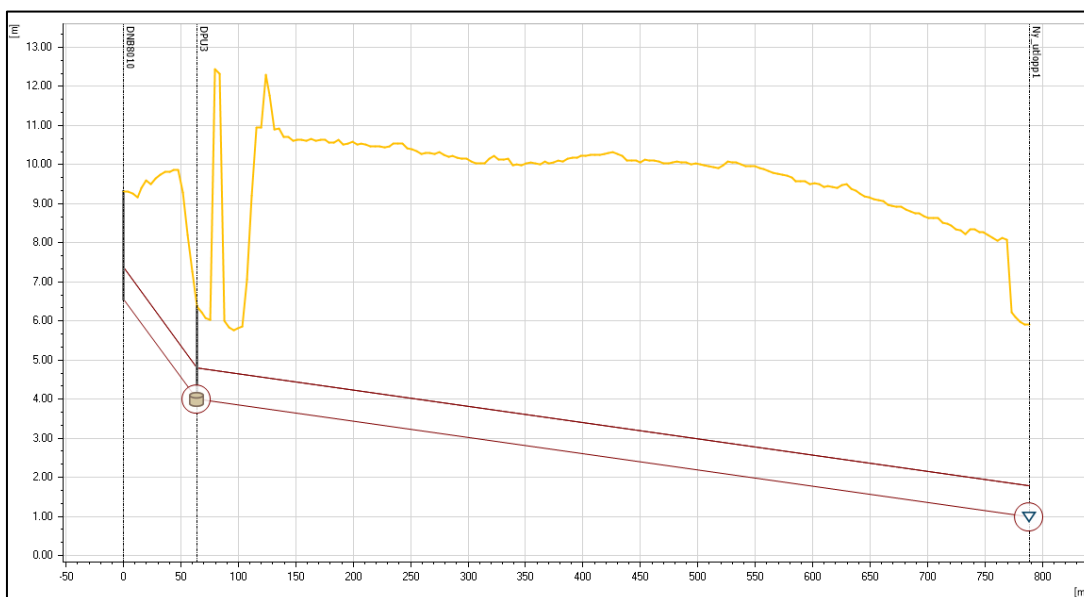
## 6.14 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 14

En ledning med dimensionen 800 mm anläggs en sträcka om ca 800 m för att leda vattnet från ledningsnätet vid Hemvägen via lågpunkten på Blå vägen och rakt ut i Umeälven. Detta för att få bort översvämningarna i lågpunkten samt att minska på trycket i dagvattennätet. Denna ledning kommer ligga djupare än övrig VA och måste förmodligen borraras.

Som lägst ligger ledningen med en vattengång på ca 8 m under markytan, d.v.s. med drygt 7 m täckning. Under Blå vägen är täckningen ca 1 m. Lutningen nedströms Blå vägen är lite drygt 4 %.



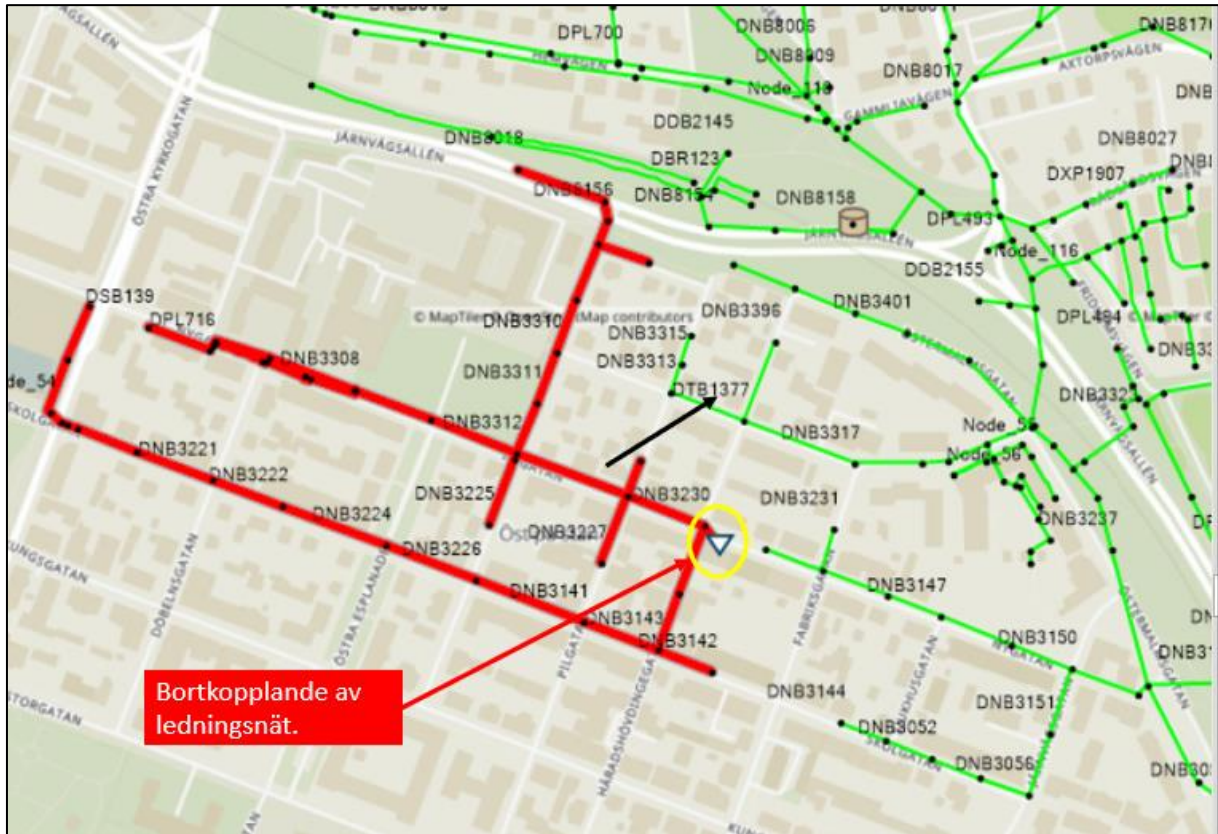
Figur 30: Ledning med dimension 800 mm, avleder vatten rakt ut i Umeälven från underfarten vid Blå vägen.



Figur 31. Profil över hur ledningen ansluter vid Hemvägen, går via svackan under Blå vägen och vidare ner till Umeälven. Den gula linjen representerar marknivån, och den lokala högpunkten mitt i svackan är järnvägsspåret som passerar över vägen.

## 6.15 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 15

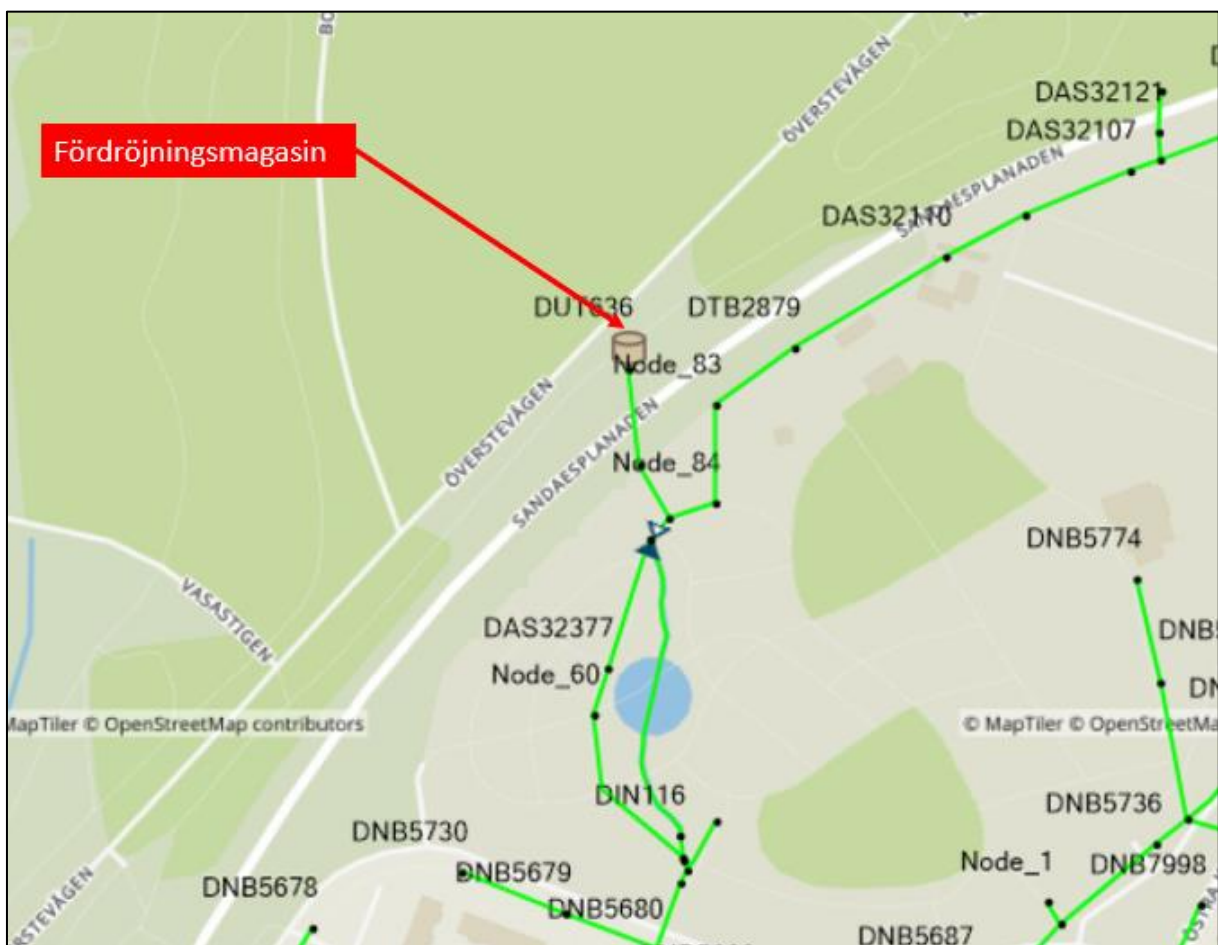
En del av ledningsnätet har kopplats bort enligt förslag från Vakin då VA-ledningarna i Häradshövdingegatan eventuellt ska läggas om. Då kan en del av Öst på stan anslutas till ett annat ledningsnät som inte belastar Djupbäckens system. Det krävs en utredning på hur dessa ökade flöden påverkar det nya mottagande nätet.



Figur 32: Bortkoppling av en del av ledningsnätet. Ledningsnätet som är bortkopplat är markerat med rött. Den gula cirkeln visar vart bortkopplingen görs.

## 6.16 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 16

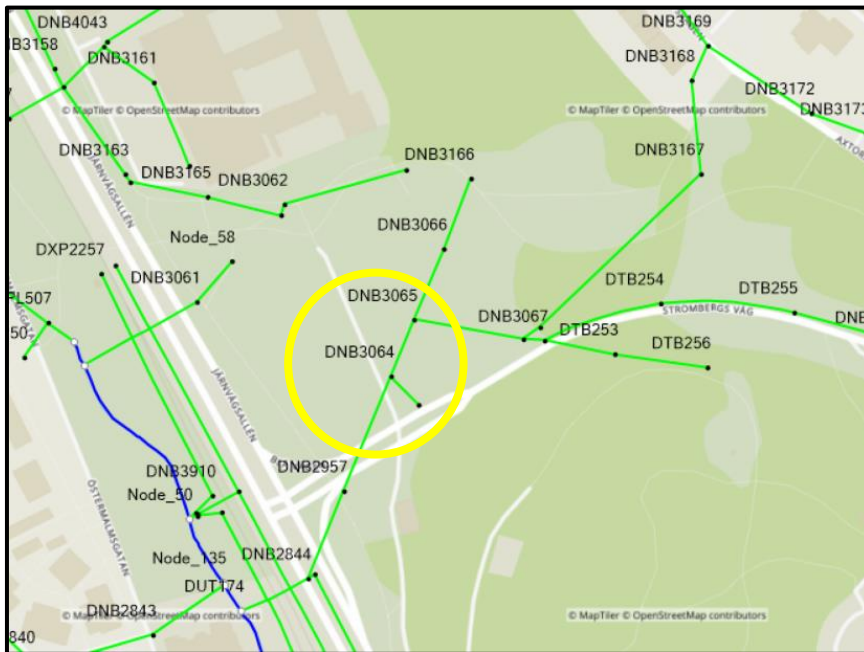
Ett fördröjningsmagasin anläggs i naturmarken norr om väg 503 uppströms Norra kyrkogården med en flödesregulator med begränsningen  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Denna åtgärd ska minska trycket från Sandbäcken på i första hand kyrkogårdsdammen och i andra hand Sandbackadammen. I modellen är ett magasin inlagt med volymen  $62\,700 \text{ m}^3$ . Den här volymen har tagits fram genom att titta på markhöjderna och skapa en damm med stor utbredning (10 ha ytutbredning överkant) för att fördröja dessa naturmarksflöden. Vid ett scenario likt november 2020 behövdes inte hela denna volym, endast ca  $5\,100 \text{ m}^3$ , och om begränsningen  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  sätts istället krävs ca  $22\,500 \text{ m}^3$ . Så ytan som finns tillgänglig i naturmarken är gott och väl stor nog för denna fördröjning, men alla  $62\,700 \text{ m}^3$  som är inlagda i modellen kommer inte att behövas. För att avlasta nätet nedströms rekommenderas en strypning till ett lägre flöde än vad som är modellerat, kanske  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , och med ett lägre flöde kan eventuellt volymerna i åtgärd 2 minskas.



Figur 33: Fördröjningsmagasin för att fördröja flödet från Sandbäcken innan den ansluter till dammen i kyrkogården.

## 6.17 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 17

En flödesregulator som stryper flödet till 1 m<sup>3</sup>/s har skapats på ledningsnätet för att dagvattnet ska kunna brädda ut och samlas på parkeringsytan vid kraftiga flöden från området Berghem. Detta åtgärdsförslag är en utveckling av åtgärdsförslag 5, att istället för att anlägga en damm skapa en kontrollerad översvämning av parkeringsytan vid Maja Beskow-skolan. Detta förslag skapar en översvämning i en yta som tål det, för att skapa plats i nätet för det vatten som inte kan översvämmas på ett säkert sätt någon annanstans. Bilaga 2 redovisar vilka försröjningsvolymmer olika strypningar ger.



Figur 34: En flödesregulator på 1 m<sup>3</sup>/s har skapats nedströms DNB3065 (markerats med gul cirkel).



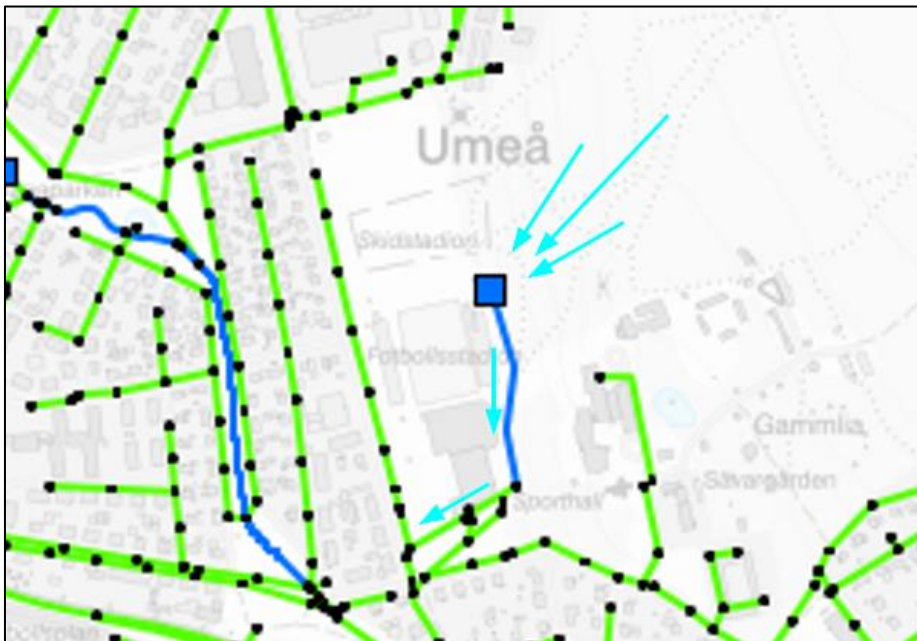
Figur 35: Samma ledningsnät som i Figur 34 men där parkeringsplatsen vid Maja Beskowskolan (korsningen Strombergs väg/Blå vägen) syns i bakgrunden, inramad med gult.





## 6.19 ÅTGÄRDSFÖRSLAG 19

Magasin med volym 5 000 m<sup>3</sup> i kvarteret Guldskrinet med flödesbegränsningen 0,1 m<sup>3</sup>/s skapades för att fördröja Stadslidens vatten innan det leds till Rothoffsvägen.



Figur 38. Fördröjningsdamm på 5 000 m<sup>3</sup> vid kv Guldskrinet som tar vattnet från delar av Stadsliden. Efter dammen leds vattnet via dike och ledning till Rothoffsvägen enligt turkosa pilar.

## 7 MODELLERING AV ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Åtgärdsförslag 1–17 har simulerats separat med den hydrauliska endimensionella modellen för att se om de ger en sänkning av vattennivån i Djupbäcken och ledningsnätet.

Modellerna har simulerats med följande kombinationer av flöden och nederbörd.

- Sommarflöde i bäcken + 100-årsregn
- Höstflöde i bäcken + 10-årsregn
- Nov2020-flöde i bäcken + 10-årsregn

Anledningen till denna uppdelning är för att simulera " trovärdiga " 100-årssituationer. De riktigt stora regnen infaller på sommarmånaderna, när naturmarksavrinningen är relativt låg. Under höst- och vårmånaderna är naturmarksavrinningen hög, men då är det inte sannolikt att ett 100-årsregn infaller. Dock kan ett 10-årsregn vid höga naturmarksflöden orsaka större skador än ett 100-årsregn vid låga naturmarksflöden, varför båda scenarierna är intressanta att studera. Utöver dessa två valdes även att simulera det naturmarksflöde som var i november 2020, då det hade varit en ovanligt blöt höst, med ett 10-årsregn.

I samband med att de enskilda resultaten har analyserats hade WSP ett möte med Umeå kommun och Vakin där de olika åtgärdsförslagen gicks igenom för att analysera vilka som var intressanta att gå vidare med. Vissa hade lokal påverkan och vissa gav en mer generell nivåskillnad. Efter mötet påbörjades en iterativ process där olika åtgärdsförslag har kombinerats till nya modeller.

### 7.1 KOMBINERADE ÅTGÄRDSFÖRSLAG

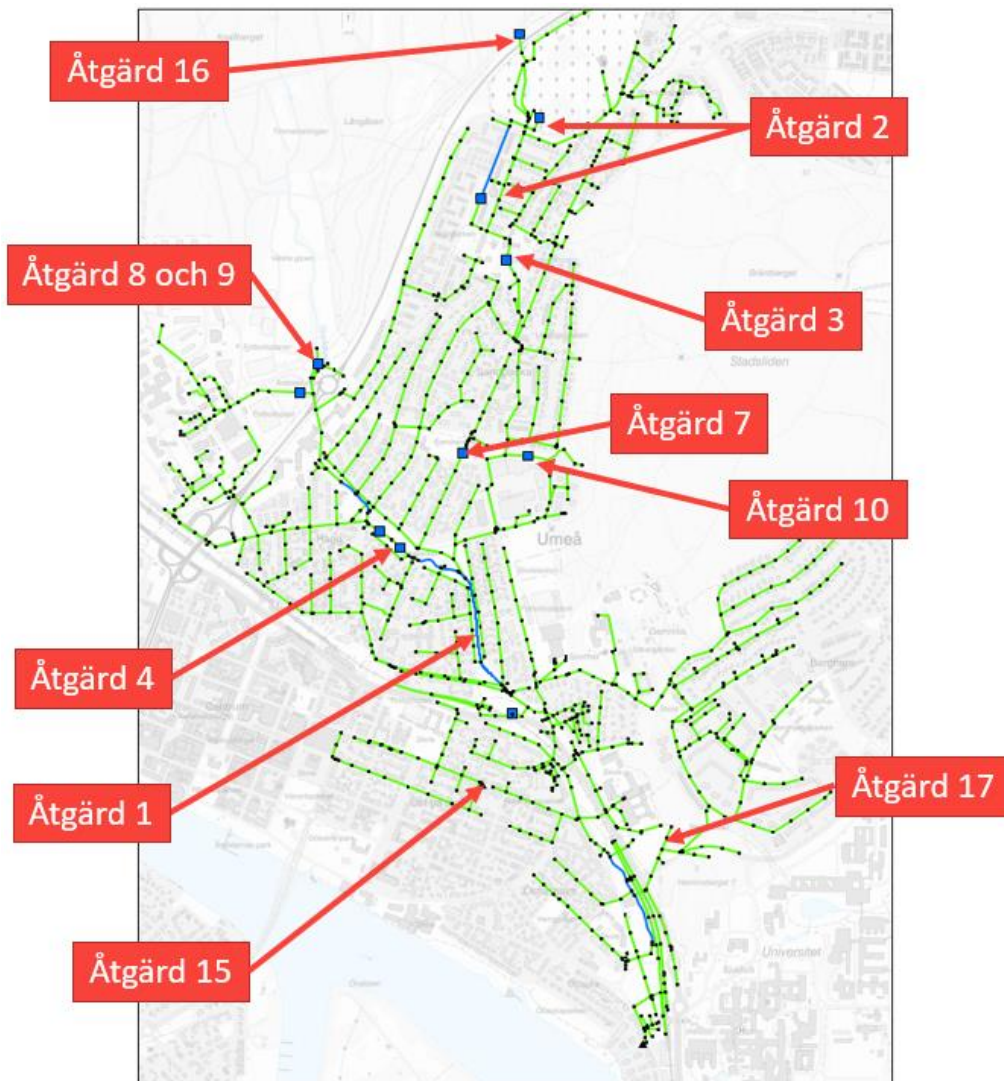
För att se effekterna av att en del åtgärdsförslag utvecklas och kombineras skapades ett antal kombinerade åtgärdsförslag. Dessa simulerades i en tvådimensionell modell för att få en så bra bild som möjligt av vattennivåer och översvämningar. I den tvådimensionella modellen finns Djupbäcken, dagvattenledningarna och markytan beskriven, på så sätt kan vatten från en överbelastad dagvattenledning översvämma en gata via rännstensbrunnarna och sedan rinna längs marken till en annan del av systemet. Detta innebär också att vatten kan fastna i lågpunkter, och skapa översvämningar.

### 7.1.1 Kombinationsmodell A

I modelluppsättningen kombinationsmodell A har åtta åtgärdsförslag lagts in i samma modell för att se om man kan få en större effekt.

Åtgärdsförslag kombinerad modell A:

- Åtgärdsförslag 1 – Öppna kulvert i del av Hagaparken
- Åtgärdsförslag 2 – Magasin (norr om Sandbackavägen och väster om Brånvägen)
- Åtgärdsförslag 3 – Sandbackadammen, öka fördröjningsvolymen
- Åtgärdsförslag 4 – Magasin (västra delen av Hagaparken)
- Åtgärdsförslag 7 – Magasin (Sandaparken)
- Åtgärdsförslag 8 och 9 – Magasin (Djupbäckens avrinningsområde)
- Åtgärdsförslag 10 – Magasin (söder om Erikslundsvägen)
- Åtgärdsförslag 15 – Omkoppling av dagvattenledning i Nygatan till annat nät
- Åtgärdsförslag 16 – Magasin (Sandbäckens avrinningsområde)
- Åtgärdsförslag 17 – Flödesreglering i DNB3065

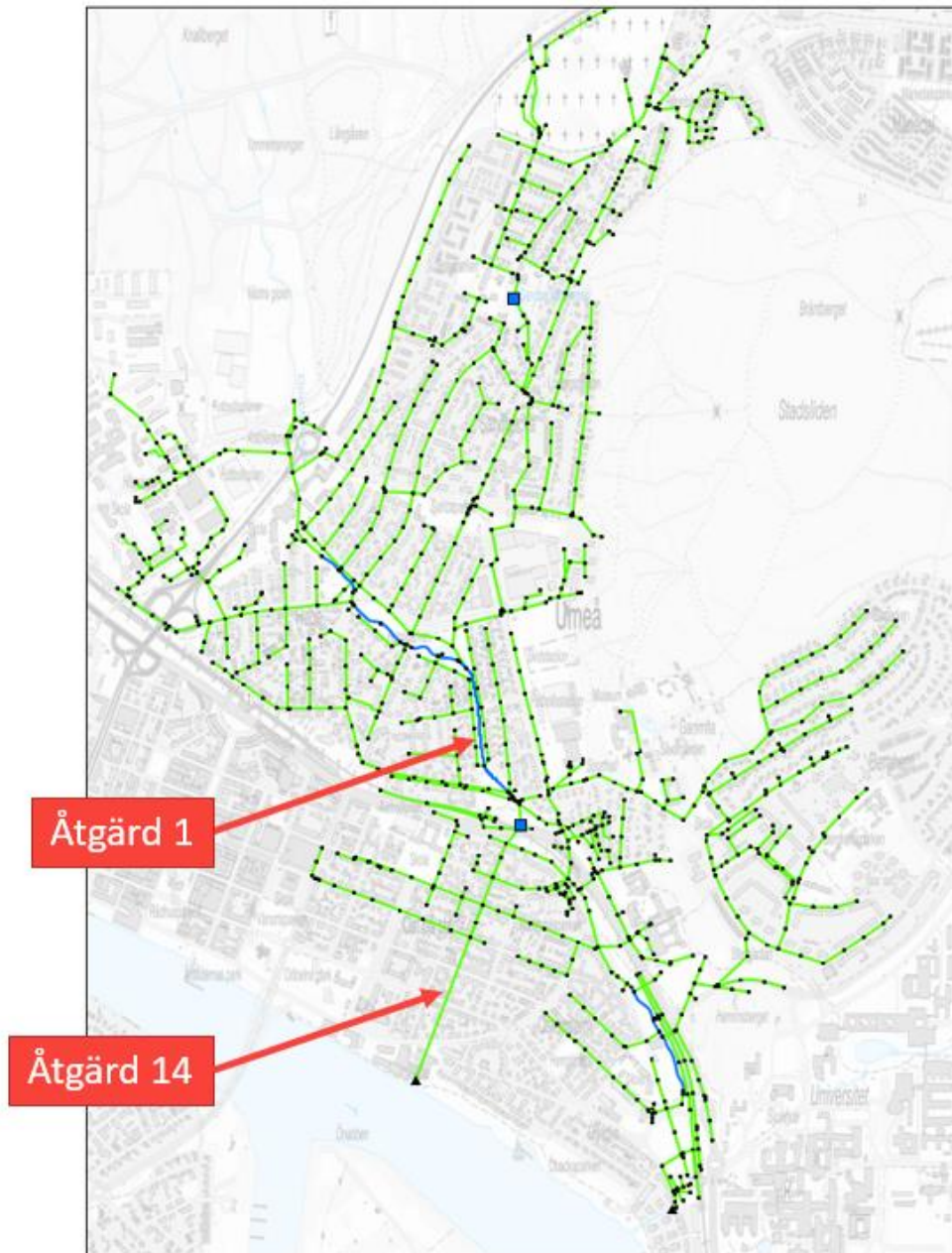


Figur 39: En figur som visar var de åtgärdsförslagen i modell A är i plan.

### 7.1.2 Kombinationsmodell B

De två åtgärdsförslagen 1 och 14 har slagits ihop för att se om dessa tillsammans ger större effekt.

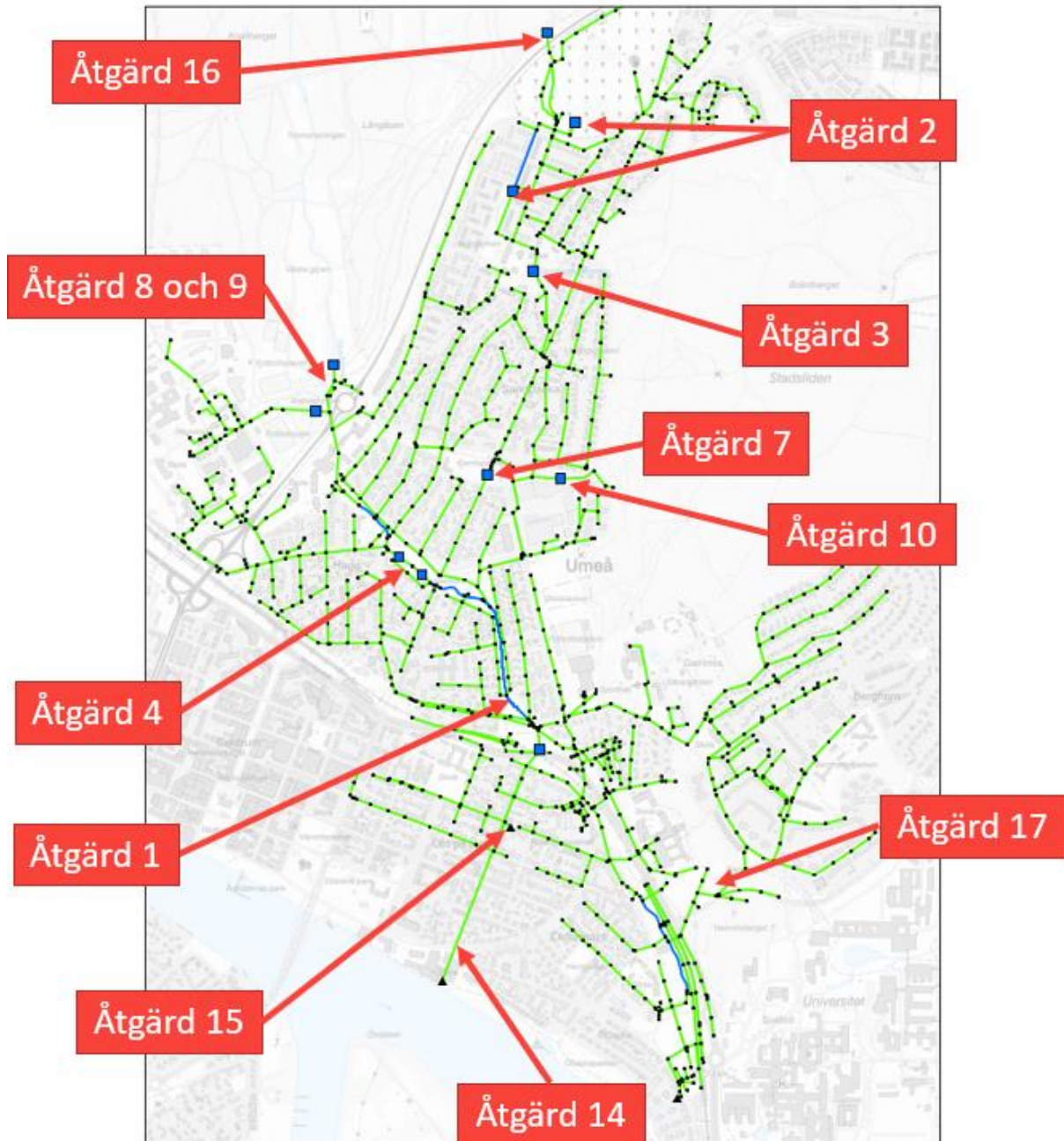
- Åtgärdsförslag 1 – Öppna kulvert i del av Hagaparken
- Åtgärdsförslag 14 – 800-ledning från ny kulvertering söder om Hagaparken, via svackan i Blå vägen till Umeälven.



Figur 40: En figur som visar vart de åtgärdsförslagen i modell B är i plan.

### 7.1.3 Kombinationsmodell A+B

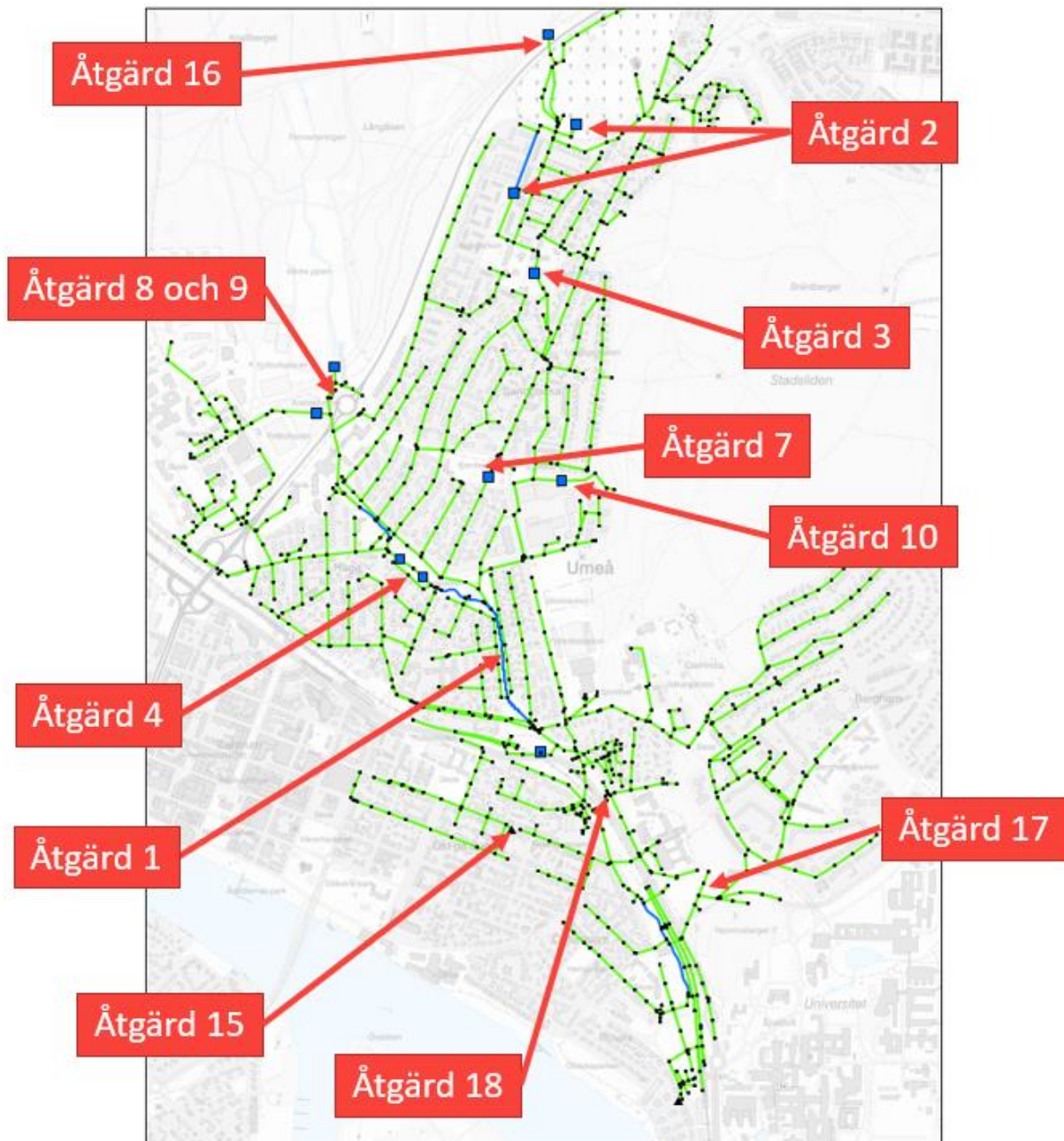
Det studerades även vad effekterna skulle bli om åtgärd 14 lades till kombinationsmodell A, vilket alltså är en summering av de åtgärder som finns i kombinationsmodell A och B, och har därför benämnts som Kombinationsmodell A+B. Det är alltså Kombinationsmodell A med åtgärd 14 (ny ledning 800 mm mellan Blå vägen och Umeälven) tillagd.



Figur 41. En figur som visar var de åtgärdsförslagen i modell A+B är i plan.

### 7.1.4 Kombinationsmodell C

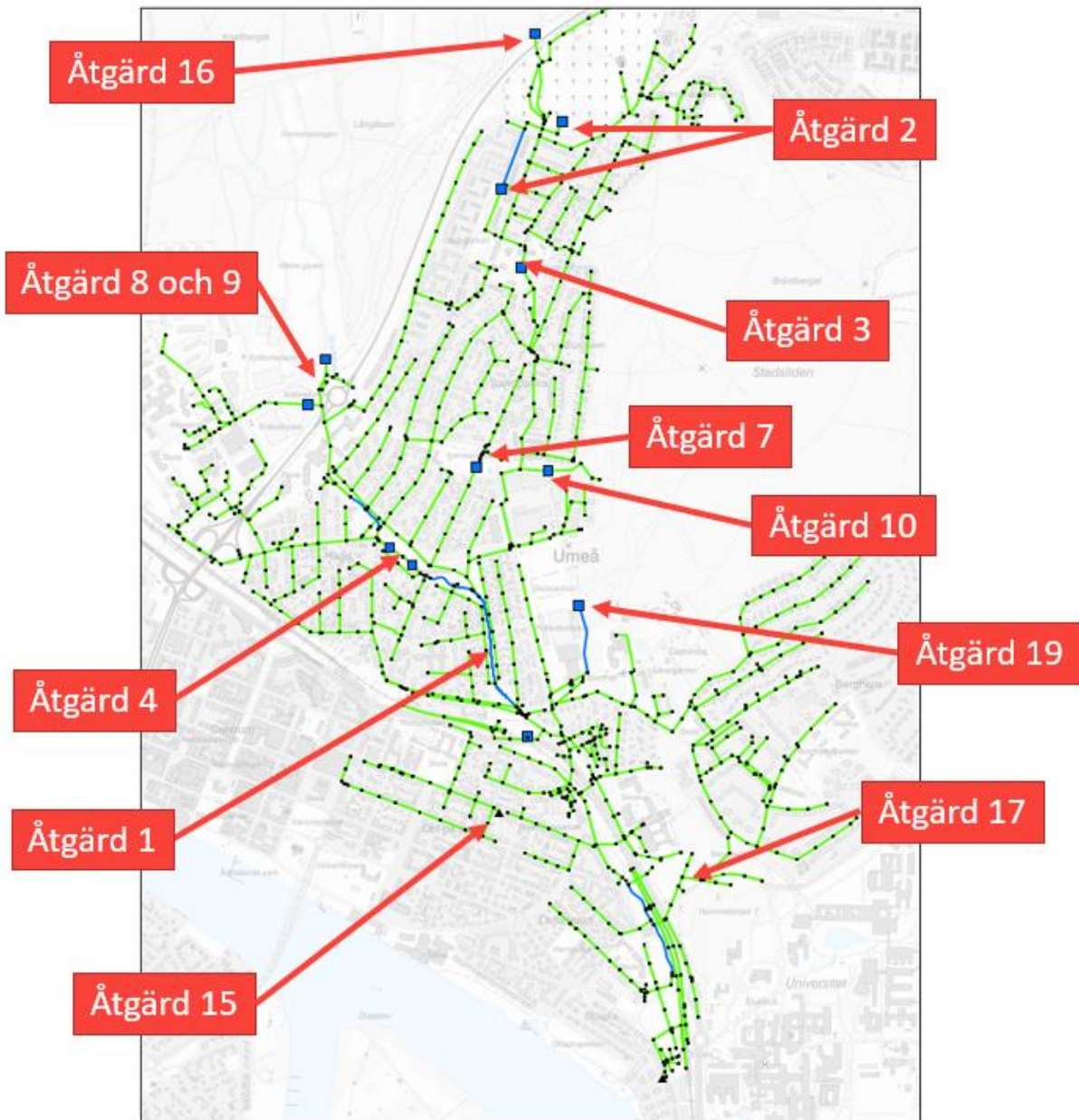
Kombinationsmodell C är kombinationsmodell A tillsammans med en större ledning från Hagaparken ner till Djupbäckens södra öppna del (längs Blå vägen) lagts till, benämnd åtgärd 18. Denna tillkommande åtgärd, att uppdimensionera hela Djupbäckens kulvert från Hemvägen till nästa öppna sträcka, tillkom eftersom området vid Hemvägen/Blå vägen/Rothoffsvägen har höga trycknivåer i alla simuleringar. Detta innebär att det finns en flaskhals där som uppdimensionerade ledningar skulle kunna avhjälpa.



Figur 42. En figur som visar var de åtgärdsförslagen i modell C är i plan.

### 7.1.5 Kombinationsmodell D

Kombinationsmodell D är kombinationsmodell A tillsammans med ett magasin i kv Guldskrinet för fördröjning av framförallt Stadslidens vatten, benämnd åtgärd 19.



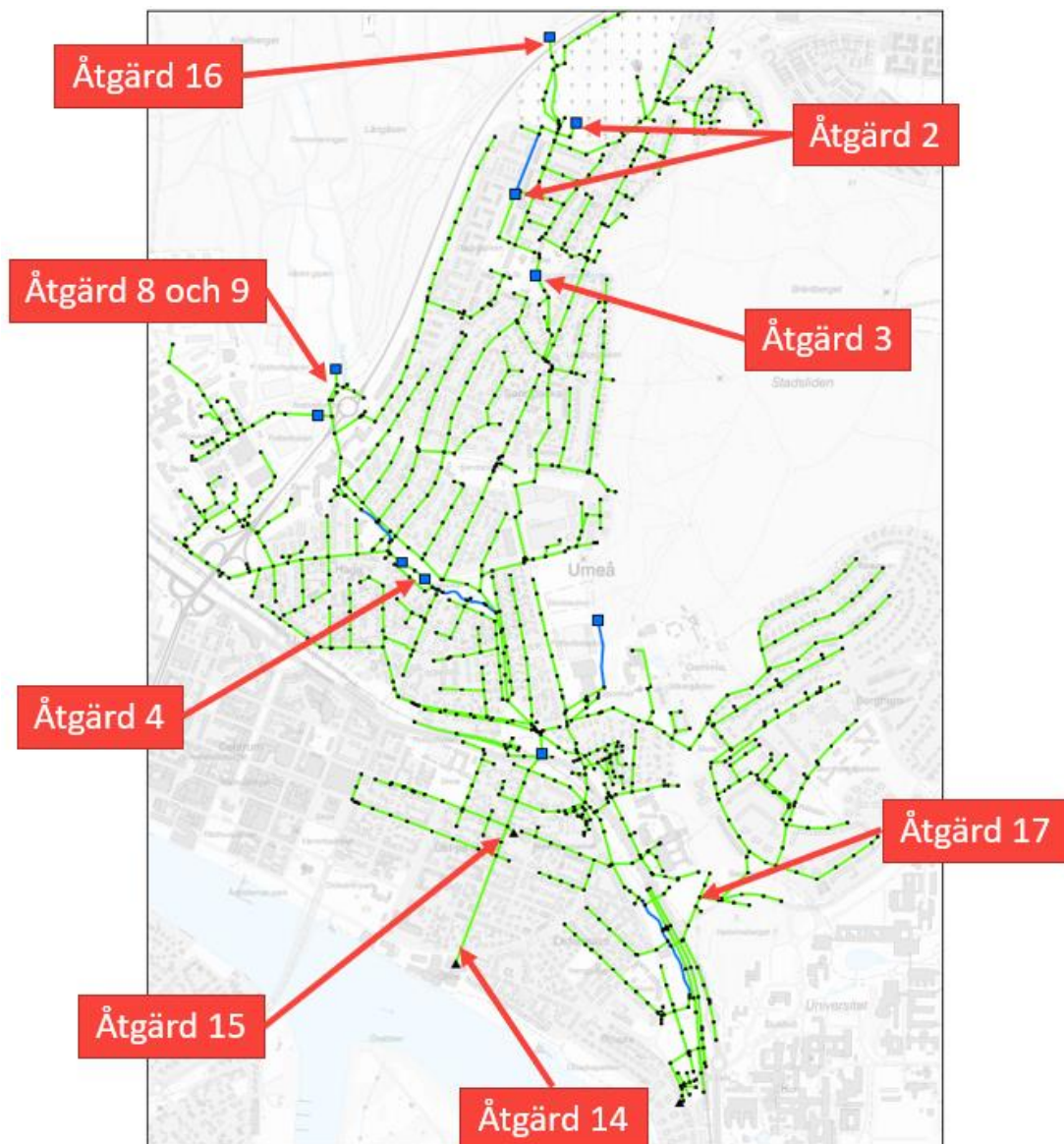
Figur 43. En figur som visar var de åtgärdsförslagen i modell D är i plan.

### 7.1.6 Kombinationsmodell E

I modelluppsättningen kombinationsmodell E har ett urval gjorts av de tidigare åtgärdsförslagen lagts in i samma modell för att se hur översvämningssituationen ändras.

Åtgärdsförslag kombinerad modell E:

- Åtgärdsförslag 2 – Magasin (norr om Sandbackavägen och väster om Brånvägen)
- Åtgärdsförslag 3 – Sandbackadammen, öka fördröjningsvolymen
- Åtgärdsförslag 4 – Magasin (västra delen av Hagaparken)
- Åtgärdsförslag 8 och 9 – Magasin (Djupbäckens avrinningsområde)
- Åtgärdsförslag 14 – 800-ledning från ny kulvertering söder om Hagaparken, via svackan i Blå vägen till Umeälven.
- Åtgärdsförslag 15 – Avslutning av dagvattenledning i Nygatan
- Åtgärdsförslag 16 – Magasin (Sandbäckens avrinningsområde)
- Åtgärdsförslag 17 – Flödesreglering i DNB3065



Figur 44. En figur som visar var de åtgärdsförslagen i modell E är i plan.





## 7.2 GENOMFÖRDA SIMULERINGAR

De olika modellkombinationerna har simulerats i en eller två dimensioner samt med olika flöden. I Tabell 3 har alla de olika scenarierna sammanställts. Vilka scenarion som har simulerats har optimerats, varför inte höstscenariot är simulerat för andra modeller än A och B. Mer information om detta i avsnitt 8.4.2.

Tabell 3: En tabell som visar alla scenarier som har simulerats med de olika kombinationsmodellerna. Simuleringarnas nummer (1, 2, 3) anger vilket scenario som simulerats (höst+10-årsregn, sommar+100-årsregn eller nov 2020+10-årsregn) och bokstaven (A-F) anger vilken kombinerad modell som kördes. De tre körningarna utan bokstav är nulägesmodeller. Alla modeller har körts i 2D, alltså med möjlighet för vatten att rinna både i nätet och på ytan.

Nummer	Naturmarksflöde och regn	1D/2D	Modell
Scenario 1	Höstflöde + 10års regn, 6 Tim CDS(KF 1,3)	2D	Nulägesmodell
Scenario 1A	Höstflöde + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell A
Scenario 1B	Höstflöde + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell B
Scenario 2	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Nulägesmodell
Scenario 2A	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell A
Scenario 2B	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell B
Scenario 2A+B	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell A+B
Scenario 2C	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell C
Scenario 2D	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell D
Scenario 2E	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell E
Scenario 2F	Sommarflöde + 100års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell F
Scenario 3	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Nulägesmodell
Scenario 3A	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell A
Scenario 3B	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell B
Scenario 3A+B	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell A+B
Scenario 3C	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell C
Scenario 3D	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell D
Scenario 3E	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell E
Scenario 3F	Nov 2020 + 10års regn, 6 Tim CDS (KF 1,3)	2D	Kombinerad modell F

## 8 RESULTAT

### 8.1 KALIBRERING AV LEDNINGSNÄTSMODELLEN

Modellen är inte kalibrerad. Det finns dock en spillvattenmodell över Haga som är kalibrerad (WSP – projektnummer 10287227), och den visade inte på någon större tillskottsvattenproblematik över Haga eller Sandbacka (mindre än 2 % hårdjord yta är kopplad till spillvattennätet). Eftersom dagvatten inte tar sig in i spillvattennätet i hög utsträckning, så utgår WSP ifrån att dagvattennätet är ganska intakt. Därför har värden för avrinningskoefficienter och rinntider approximerats enligt Svenskt Vattens publikation P110 utan att vare sig skalas upp eller skalas ner.

### 8.2 FÖRÄNDRAD VATTENBALANS

Vissa åtgärdsförslag påverkar vilka volymer och flöden som uppkommer i vattendragen under sommar, höst och den extremt blöta hösten 2020 samt i nätet från 10- respektive 100-årsregn för den befintliga markanvändningen. Dessa förändringar finns redovisade som ett avsnitt i Bilaga 2.

Denna bilaga har tagits fram för att kunna visualisera vilka proportioner som finns mellan de volymer och flöden som kommer från naturmarken jämfört med den direkta avrinningen som kommer från de hårdgjorda ytorna.

Gällande de hårdgjorda ytorna, som är beskrivna som reducerad area, så kommer volymerna relativt fort och för att inte orsaka översvämningar måste dagvattensystemet på Haga kunna ta hand om de flöden och volymer som är redovisade i bilagan, dels i nätet dels i anläggningar som dammar och översvämningssytor. Naturmarken å andra sidan ger väldigt stora totala volymer, men över längre tid, så även om Bilaga 2 visar att t.ex. Sandbäckens avrinningsområde genererar drygt 65 000 m<sup>3</sup> vatten vid november 2020-scenariet så kommer det inte behövas en fördröjningsanläggning för hela denna volym. Detta eftersom flödet kommer under lång tid och anläggningen skulle hinna tömmas delvis medan den fylls. För det snabbare förloppet vid intensiva regn mäktar inte nätet nedströms med samma procentuella tömning vilket innebär att en mycket större del av volymen måste fördröjas.

### 8.3 SIMULERINGSRESULTAT I 2D

Med den hydrauliska modellen (som bygger på den erhållna modellen) har alla 19 åtgärdsförslagen lagts in och simulerats separat. Att endast genomföra en åtgärd åt gången visade sig inte vara effektivt, därför gick WSP vidare med att simulera kombinationer av flera åtgärdsförslag. Av den anledningen finns inte resultaten av de individuella simuleringarna redovisade i detta kapitel, de går dock att finna i jämförelsematrisen i Bilaga 3.

Ett av de enskilda åtgärdsförslagen (åtgärdsförslag 1) är att öppna upp Hagaparkens södra del. Detta åtgärdsförslag gav en relativt stor skillnad i Hagaparken. Översvämningarna minskade på gatorna som är i närheten av den nya öppnade delen av Hagaparken. Dock kan det observeras att vattennivån nedströms blir högre än tidigare eftersom vattnet nu kommer fortare nedströms, vilket delvis kan motverkas med dämmen men vattnet kommer fortfarande transporteras snabbare öppen än i dagens kulvert. Detta åtgärdsförslag måste därför kombineras med flera andra åtgärdsförslag.

### **8.3.1 Kombinationsmodeller A och B**

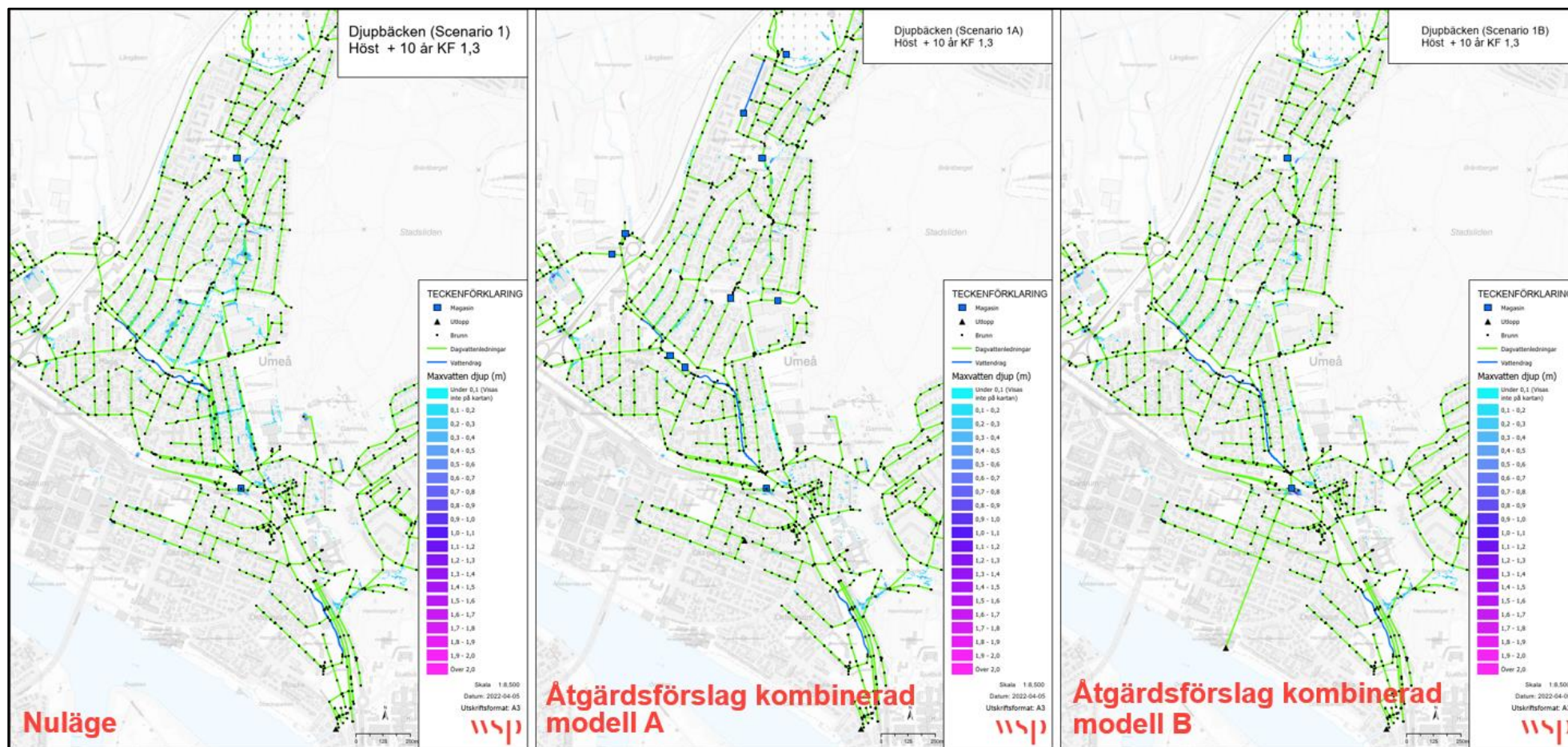
Resultaten för de individuella åtgärdsförslagen, där ingen enskild hade tillräcklig stor effekt för att skydda Haga från framtida översvämningar vid en 100-årssituation, diskuterades vid ett möte med Umeå kommun och Vakin. De olika åtgärdsförslagen gick igenom för att analysera vilka som var intressanta att gå vidare med. Vissa hade lokal påverkan och vissa gav en mer generell nivåskillnad. Fem åtgärdsförslag uteslöts (5, 6, 11, 12 och 13) för att de antingen hade för liten (eller motsatt) effekt. De resterande tolv åtgärdsförslagen togs vidare till en iterativ process där olika åtgärdsförslag har kombinerats till nya modeller.

WSP skapade med dessa åtgärdsförslag två kombinationsmodeller. Den första, A, är av "många bäckar små"-karaktär, och innefattar öppningen av bäcken i den södra delen av Hagaparken (åtgärdsförslag 1) nio fördröjningar i form av dammar eller kontrollerad översvämning (åtgärd 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 16, 17) samt en ändring av dagvattennätet Öst på stan (åtgärd 15). Den andra kombinationsmodellen, B, består av öppningen av bäcken i den södra delen av Hagaparken (åtgärdsförslag 1), som sänker nivåerna i den övre delen av systemet men inte den nedre, och den nya utloppsledningen i Häradshövdingegatan (åtgärdsförslag 14) som sänker nivåerna just i den nedre delen av systemet.

De kombinerade modellerna A och B har simulerats med den tvådimensionella modellen som visar på hur översvämningarna förändras. Simuleringarna har gjorts med tre olika flödes-scenarier, ett höst-scenario, sommar-scenario och november2020-scenario.

## Höstflöde med 10-årsregn

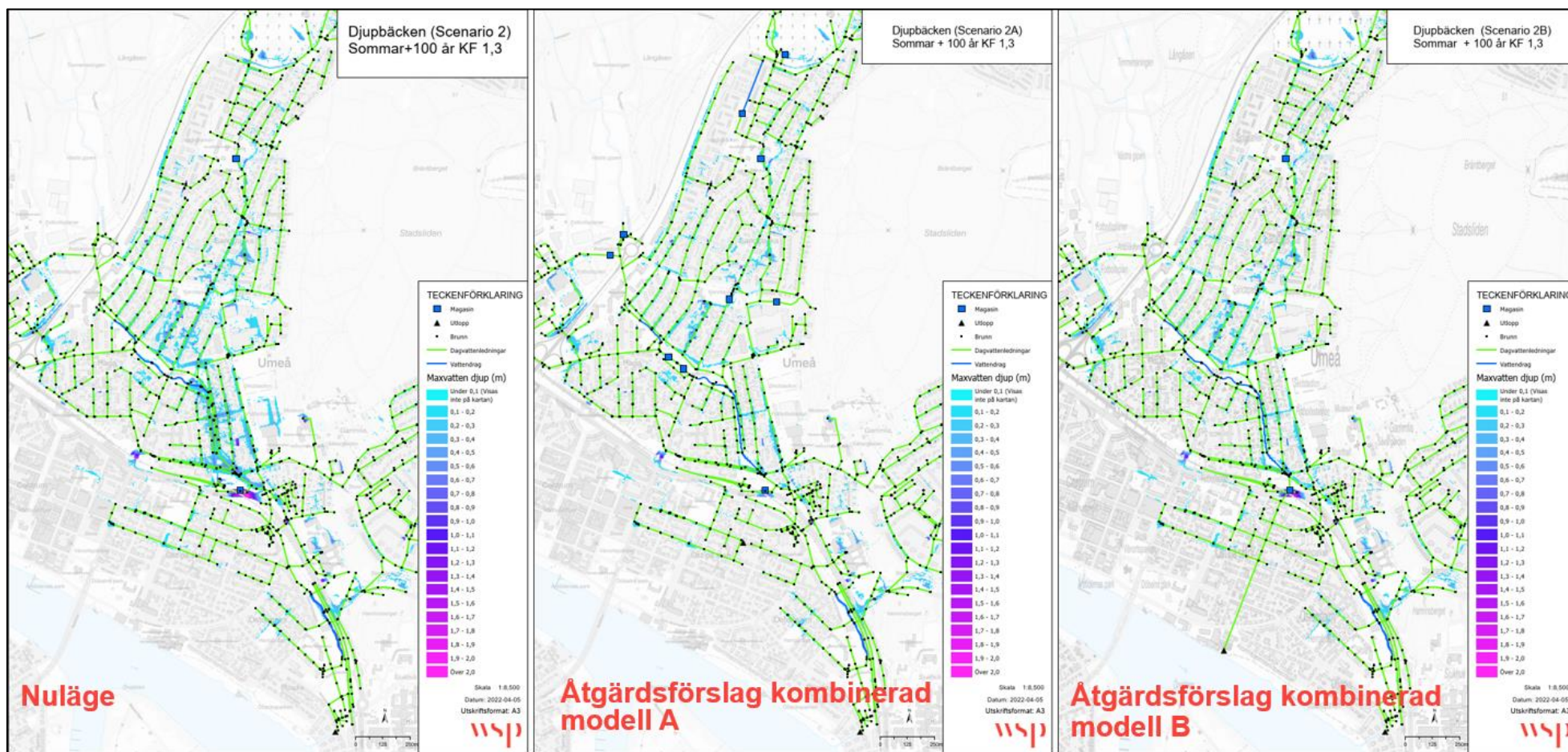
- Scenario 1: Modell utan åtgärdsförslag - höstflöde+10-års-regn+Kf 1,3
- Scenario 1A: Åtgärdsförslag kombinerad modell A – höstflöde +10-års-regn+Kf 1,3
- Scenario 1B: Åtgärdsförslag kombinerad modell B – höstflöde +10-års-regn+Kf 1,3



Figur 46: Vattendjup och vattenutbredning. Höst-scenariot. 2D-simulering.

## Sommarflöde med 100-årsregn

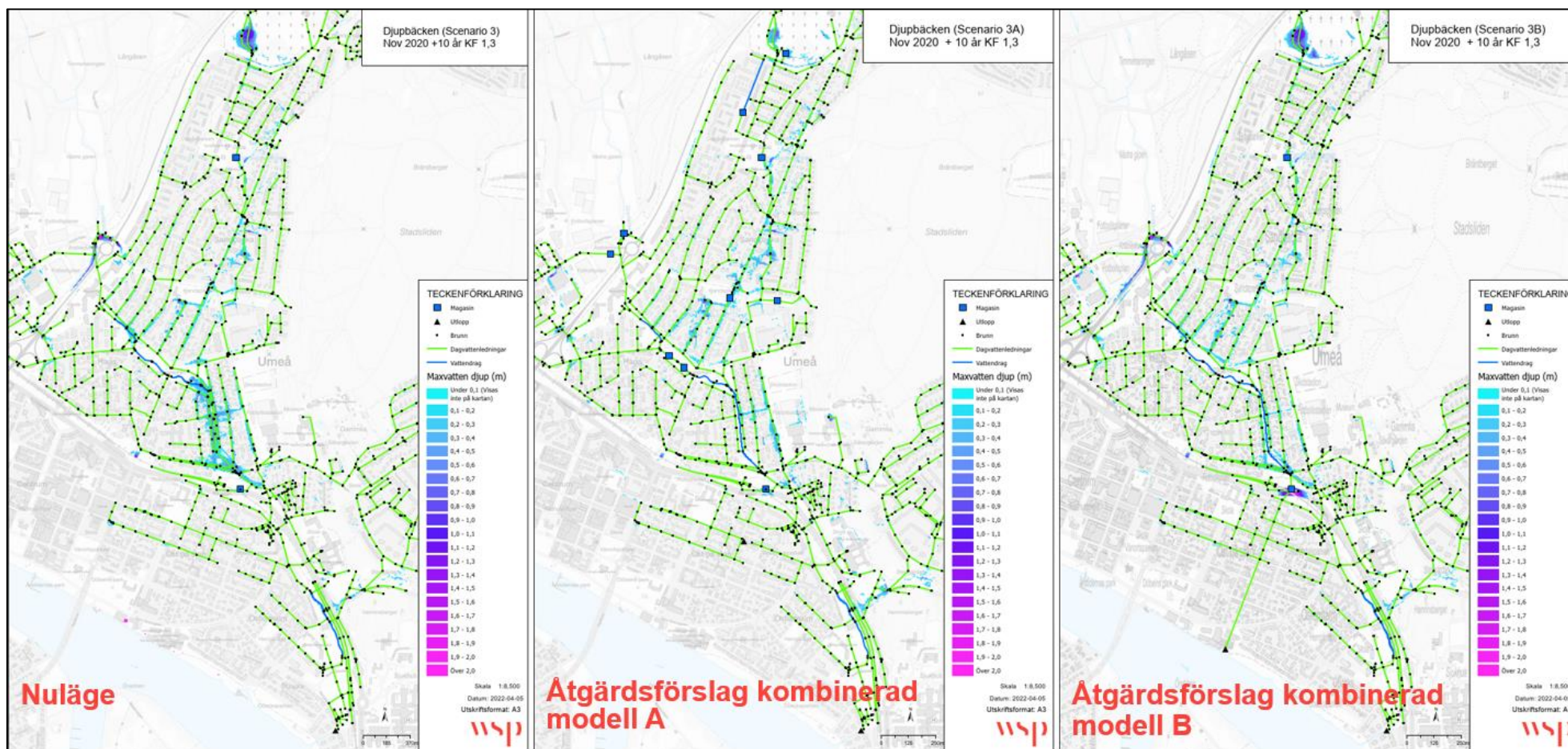
- Scenario 2: Modell utan åtgärdsförslag - sommarflöde+100-års-regn+Kf 1,3
- Scenario 2A: Åtgärdsförslag kombinerad modell A – sommarflöde+100-års-regn+Kf 1,3
- Scenario 2B: Åtgärdsförslag kombinerad modell B – sommarflöde+100-års-regn+Kf 1,3



Figur 47: Vattendjup och vattenutbredning. Sommar-scenariot. 2D-simulering.

## Flödet vid 2-3 november 2020 med 10-årsregn

- Scenario 3: Modell utan åtgärdsförslag - Novemberflöde+10-års-regn
- Scenario 3A: Åtgärdsförslag kombinerad modell A – Novemberflöde +10-års-regn
- Scenario 3B: Åtgärdsförslag kombinerad modell B - Novemberflöde +10-års-regn

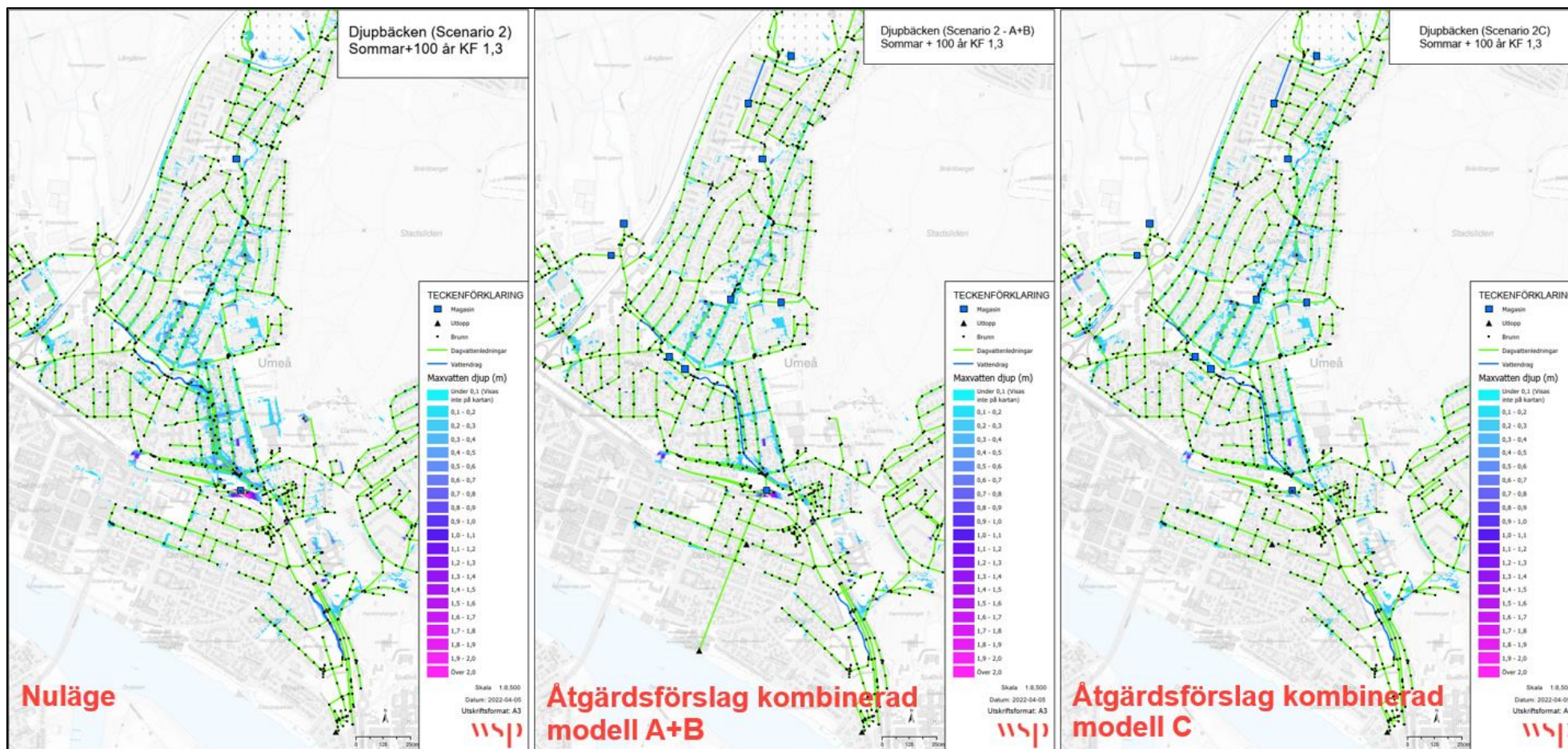


Figur 48: Vattendjup och vattenutbredning. November-scenariot. 2D-simulering.

### 8.3.2 Kombinationsmodeller A+B samt C

Jämförelse i plan mellan nuläge samt kombinerade åtgärdsförslag A+B samt C. Detta för att avgöra effekten av att dels slå ihop modell A och B, dels med att komplettera A med större ledningar för att öka kapaciteten.

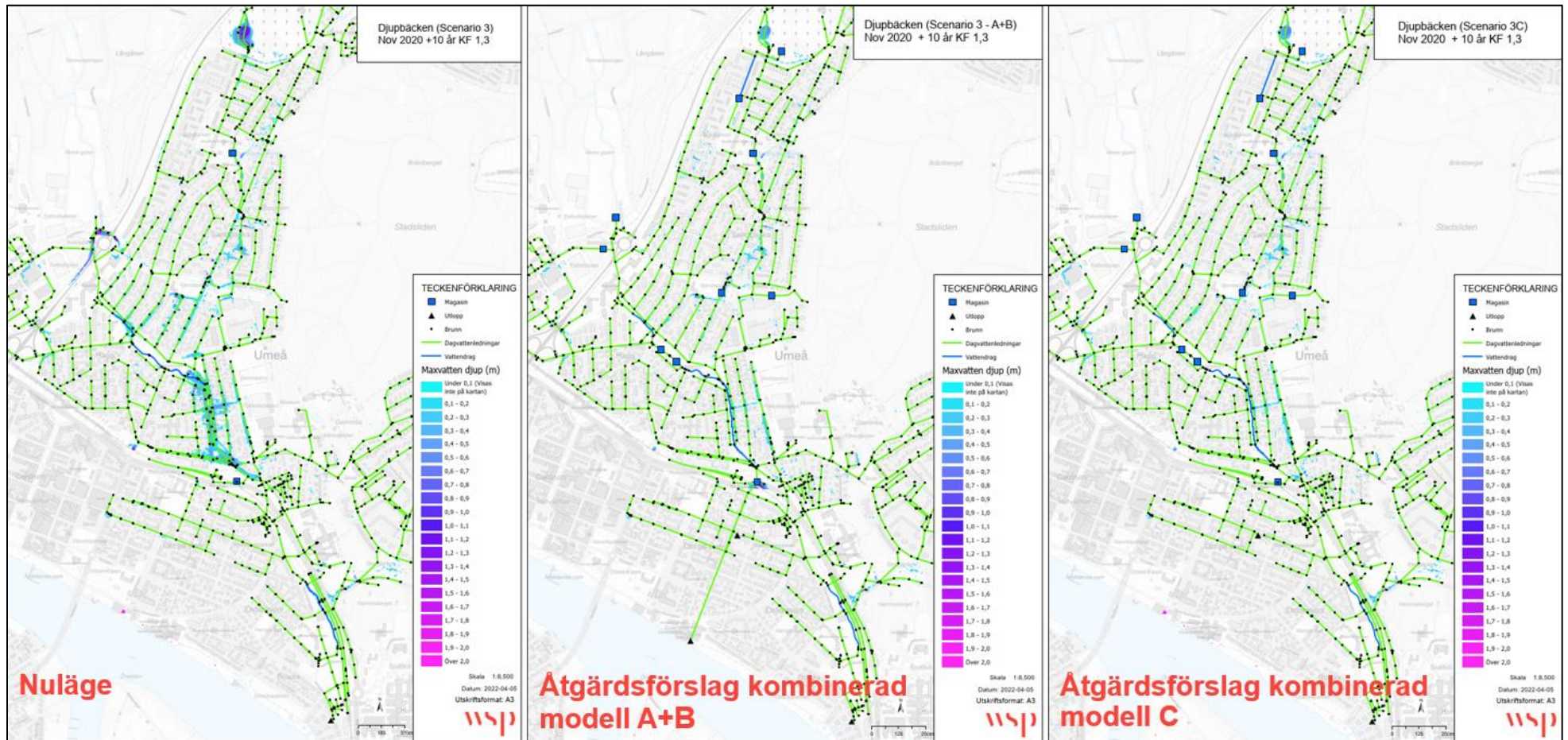
#### Sommarflöde med 100-årsregn



Figur 49. Vattendjup och vattenutbredning. Sommar-scenariot. 2D-simulering.



## Flödet vid 2-3 november 2020 med 10-årsregn

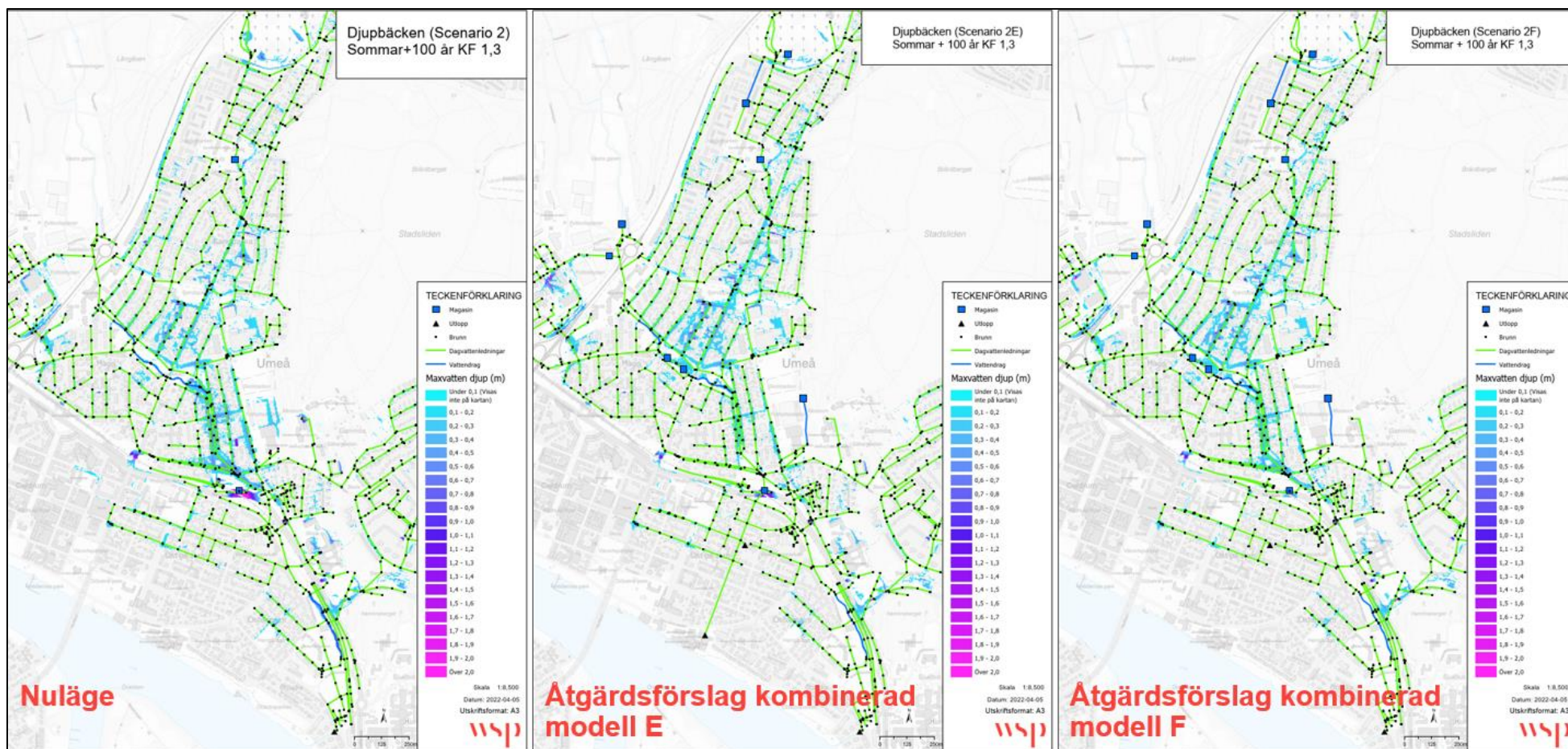


Figur 50. Vattendjup och vattenutbredning. November-scenariot. 2D-simulering.

### 8.3.3 Kombinationsmodeller E och F

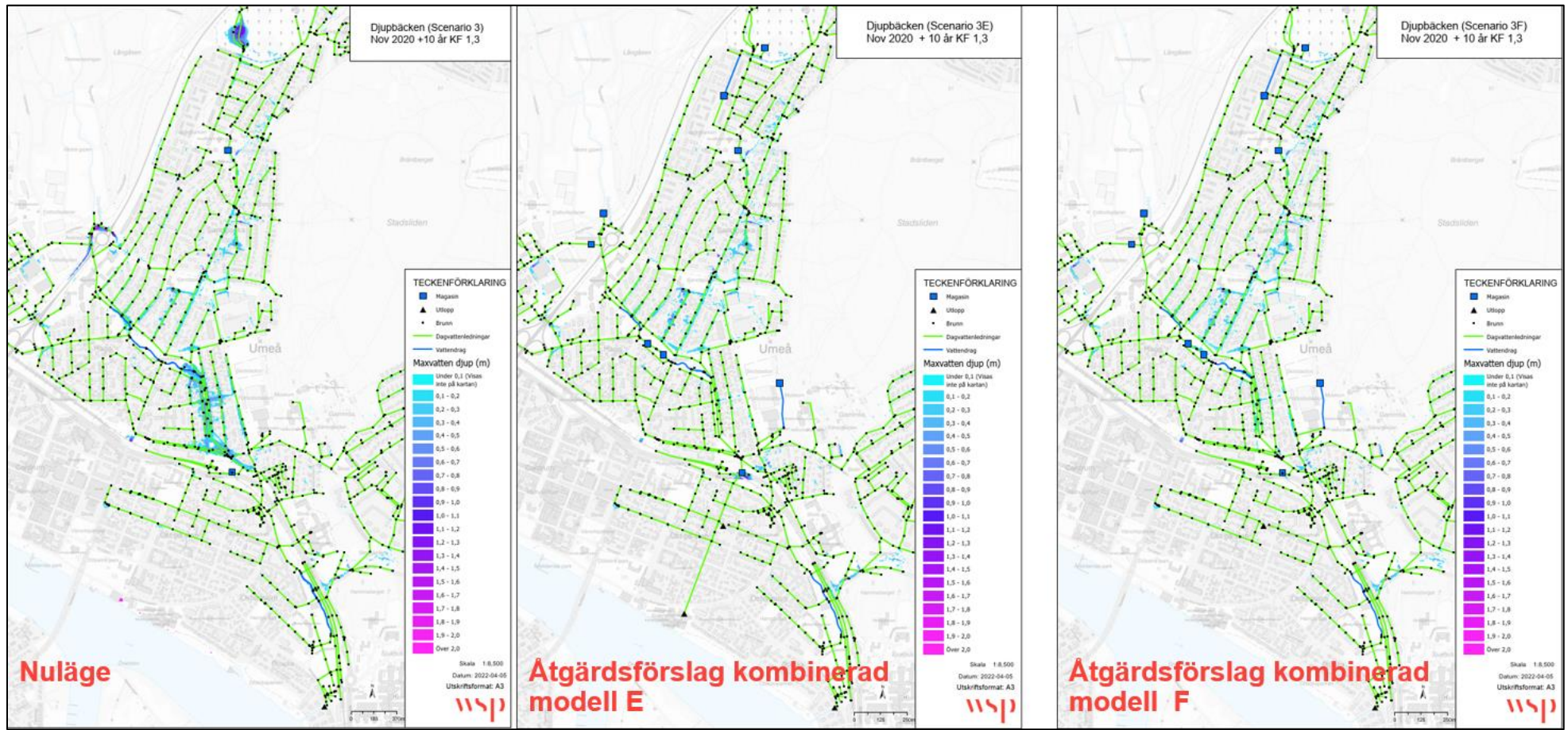
Jämförelse i plan mellan nuläge samt kombinerade åtgärdsförslag E och F. Detta för att undersöka vad som händer i en kombinerad 2D-modell om åtgärd 1 (öppna kulverten i Hagaparken) inte genomförs samt hur viktig den nya 800-ledningen (åtgärd 14) är då.

#### Sommarflöde med 100-årsregn



Figur 51. Vattendjup och vattenutbredning. Sommar-scenariot. 2D-simulering.

**Flödet vid 2-3 november 2020 med 10-årsregn**



Figur 52. Vattendjup och vattenutbredning. November-scenariot. 2D-simulering

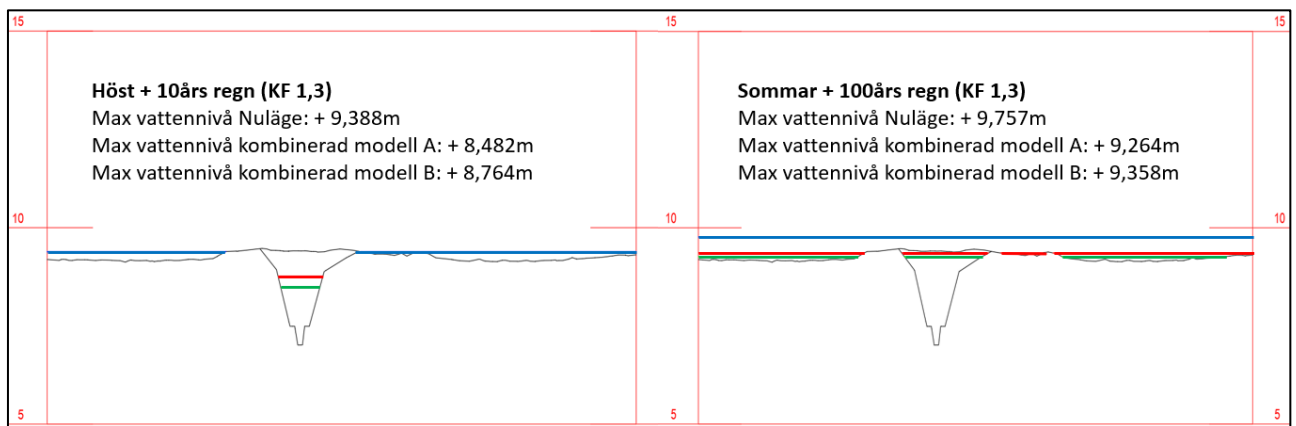
## 8.4 SIMULERINGRESULTAT I PROFIL

I Figur 46-Figur 48 visas vattendjupet och vattenutbredningen på markytan. Dock syns inte vattennivåerna i öppet vattendrag och i ledningsnätet i MIKE+, och därför inte heller i figurerna.

Eftersom Hagaparken har beskrivits som ett öppet vattendrag med sektioner tycker inte modelleringsverktyget MKE+ att vattendraget i sig kan vara översvämmat, och då visas inte vattenytan. Det som visas är enbart det vatten som svämmar över på markytan vid sidan av vattendraget. För att man ska få en förståelse för vilka vattennivåer kombinationsmodellerna A och B har genererat i den öppnade delen av Hagaparken har dessa nivåer beskrivits i en tvärsnitt. I Figur 53 visas tvärsnittens placering och i Figur 54 visas vattennivåerna.



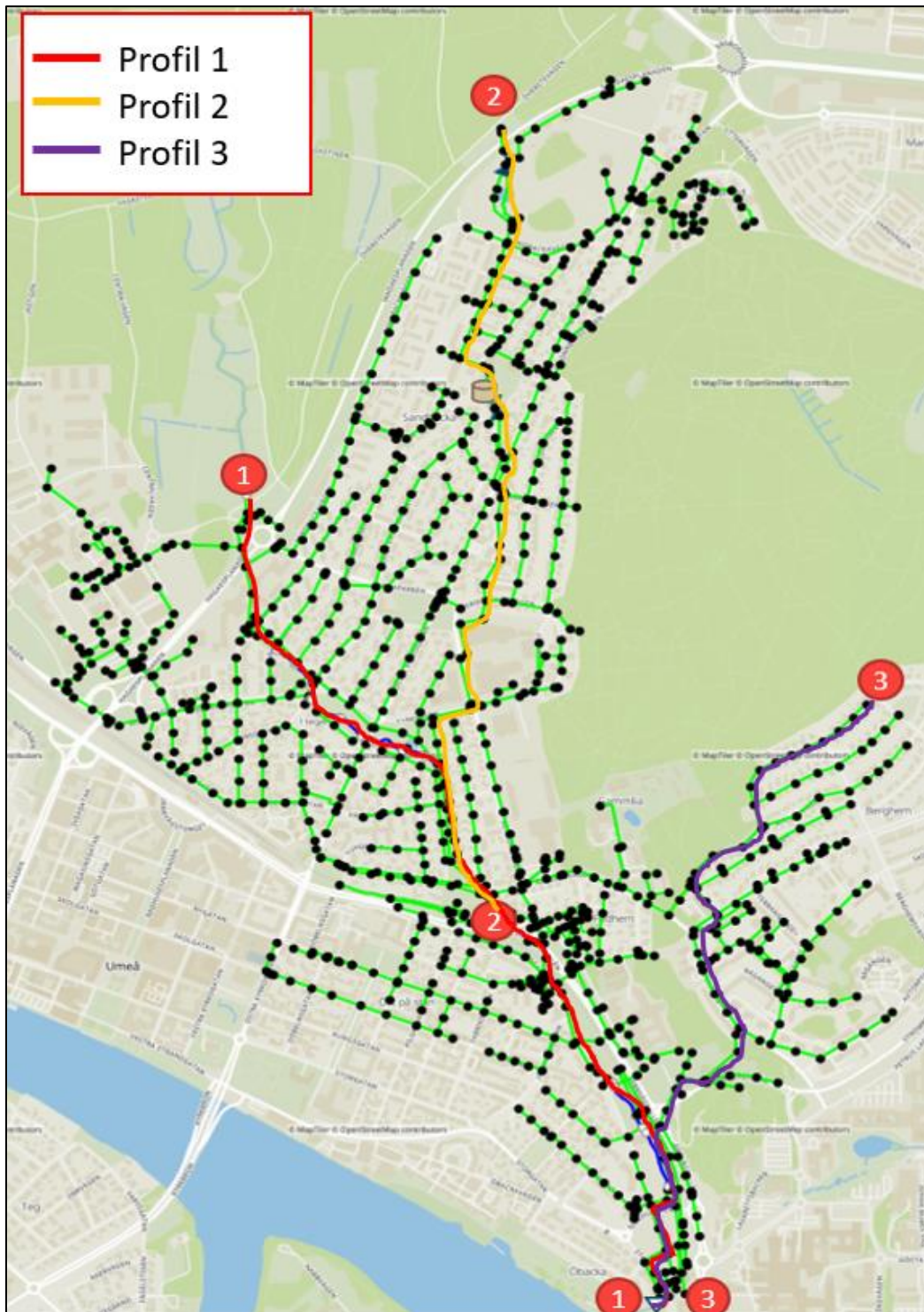
Figur 53: Placeringen av tvärsnittet som visar på vattennivåerna i Figur 54.



Figur 54: Vattennivåerna i sektion A (Figur 53) från höstflödet (till vänster) och från sommarflödet (till höger) med de tre flödesmodellerna (nuläget blått, kombinationsmodell A grönt och kombinationsmodell B rött).

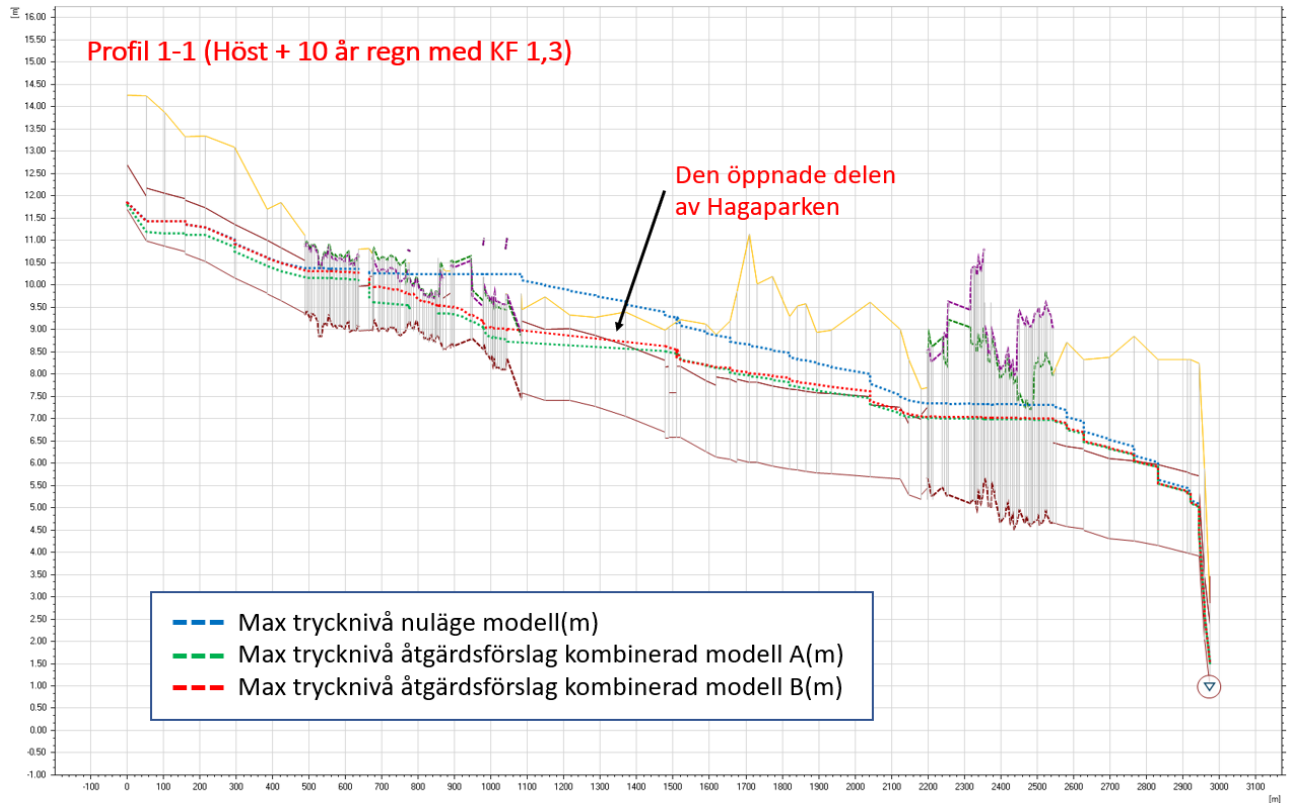
### 8.4.1 Vattennivåer i tre olika profiler från Kombinationsmodell A och B

Vattennivåerna från de olika scenarierna har plockats ut från tre längsgående profiler för att få en förståelse för hur vattennivåerna ändras på en längre sträcka och på olika sträckor. I Figur 55 visas de tre profil-sträckorna. Siffrorna visar på var profilen startar och var den slutar.

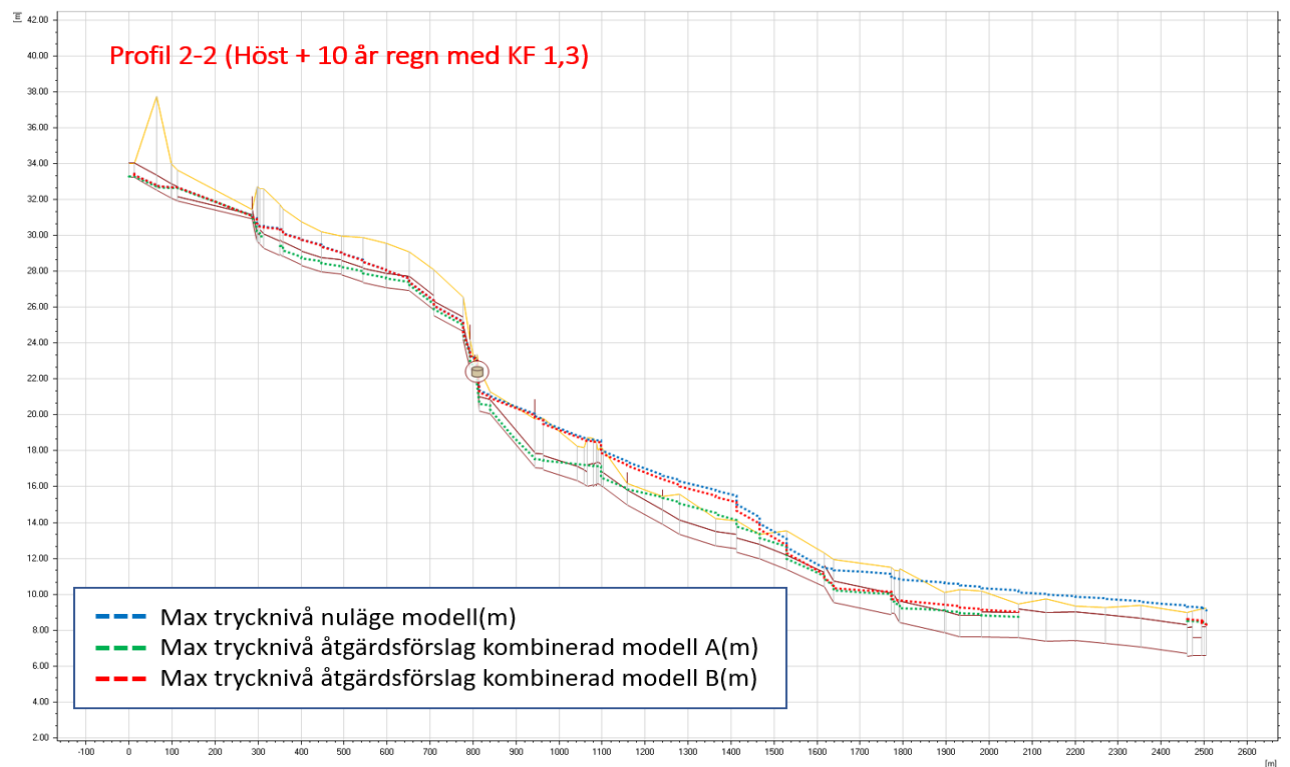


Figur 55: I figuren visas de tre olika profil-sträckorna. Profilsträcka 1 går från Djupbäckens kulvertering väster om väg 503 hela vägen till utloppet i Umeälven, profilsträcka 2 går från Sandbäckens kulvertering uppströms Norra Kyrkogården ner till Blå vägen och profilsträcka 3 går från Berghem till Umeälven.

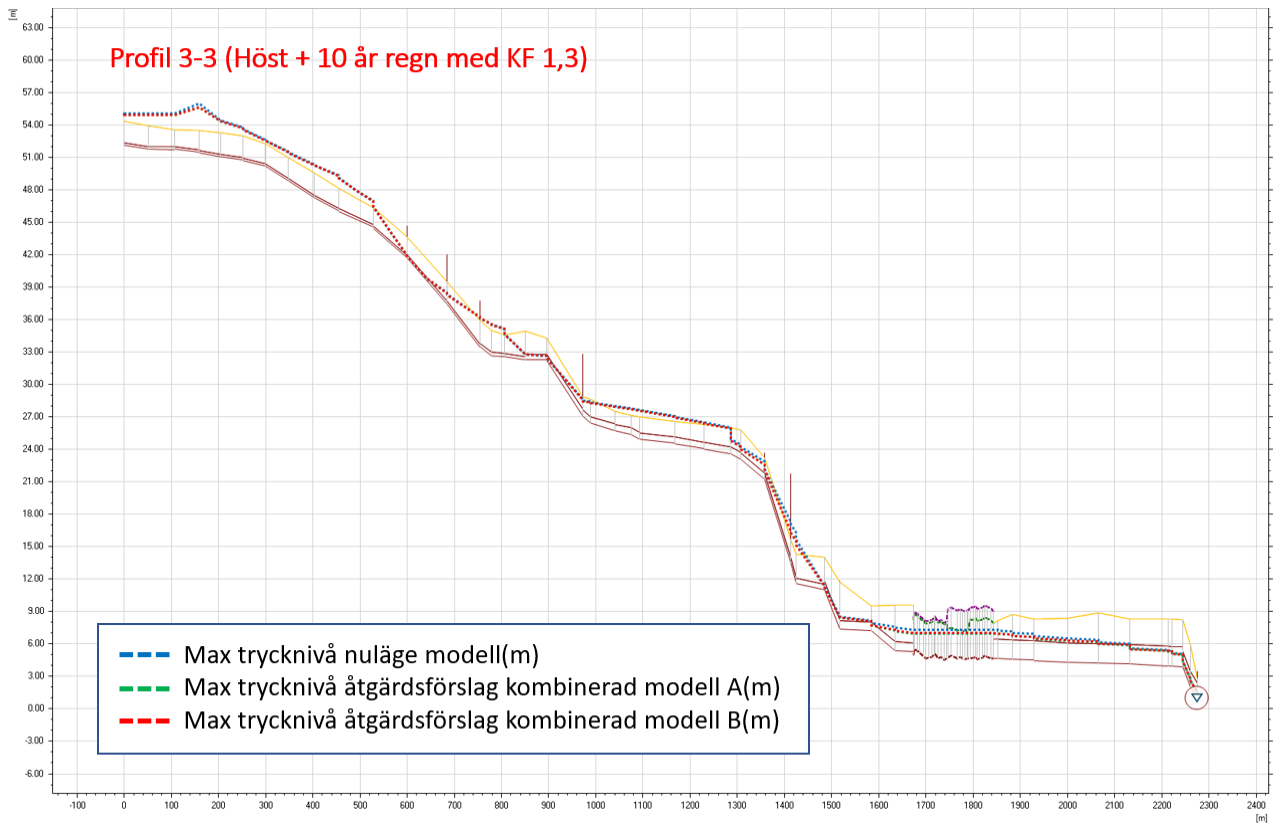
I Figur 56-Figur 58 visas vattennivåerna från kombinationsmodell A och B för höstflödet för respektive profilsträcka 1, 2 och 3.



Figur 56: Vattennivåerna längs profil 1 för nuläget samt kombinationsmodell A och B vid höstflödet. Den bruna linjen är bottenlinje på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

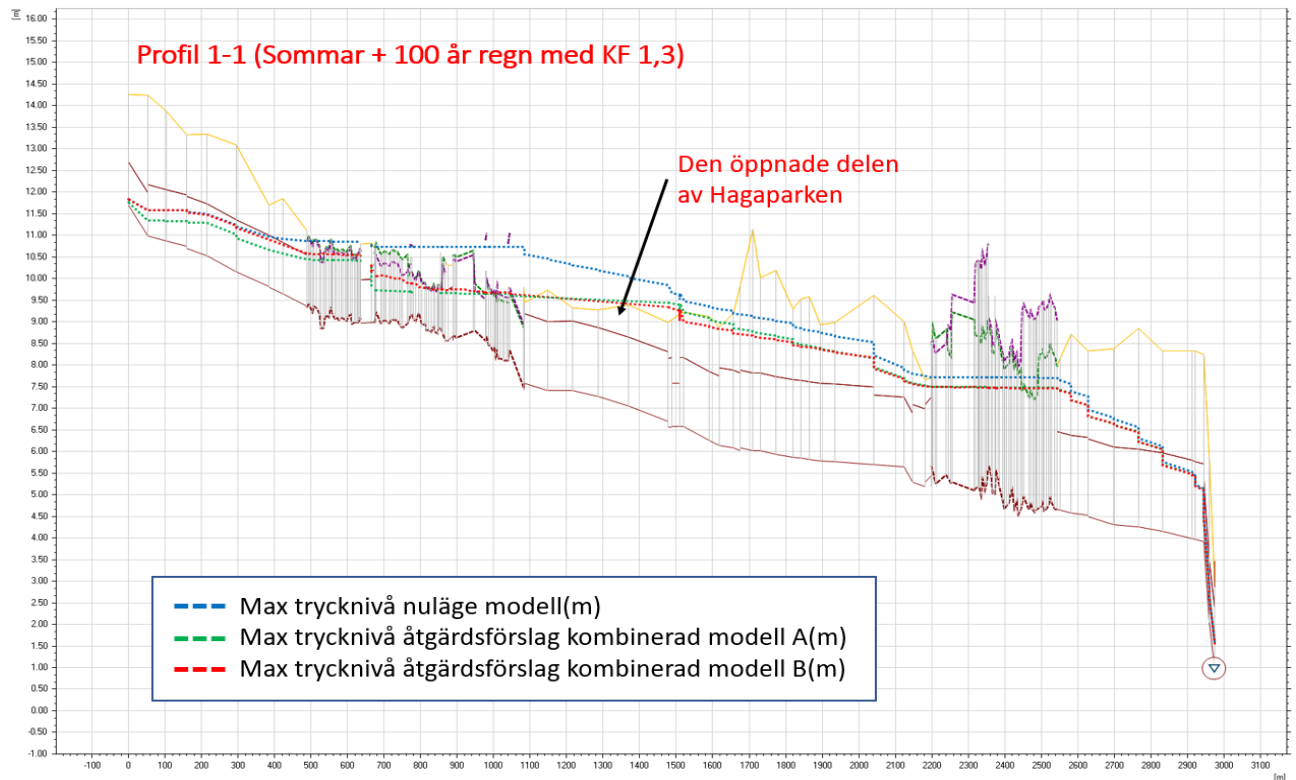


Figur 57: Vattennivåerna längs profil 2 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för höstflödet. Den bruna linjen är bottenlinje på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån.

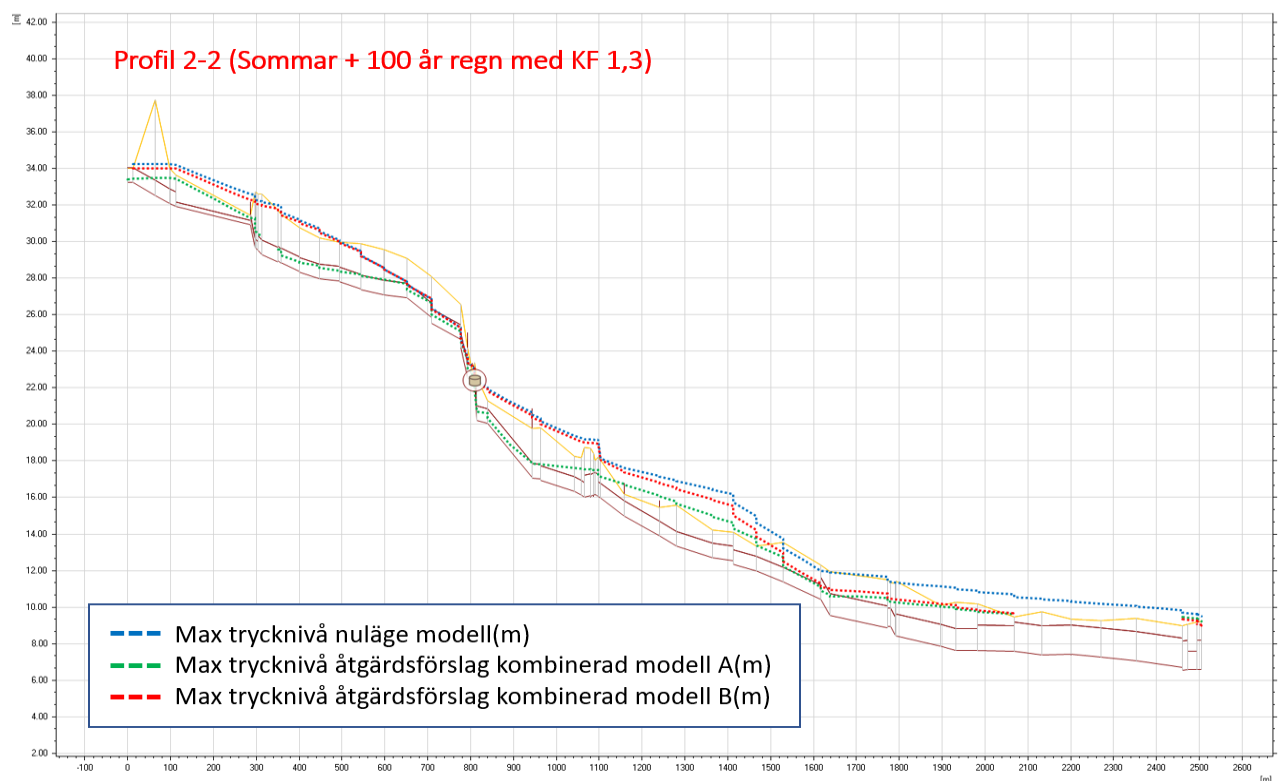


Figur 58: Vattennivåerna längs profil 3 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för höstflödet. Den bruna linjen är bottennivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

I Figur 59-Figur 61 visas vattennivåerna från kombinationsmodell A och B för sommarflödet i profilerna 1, 2 och 3.

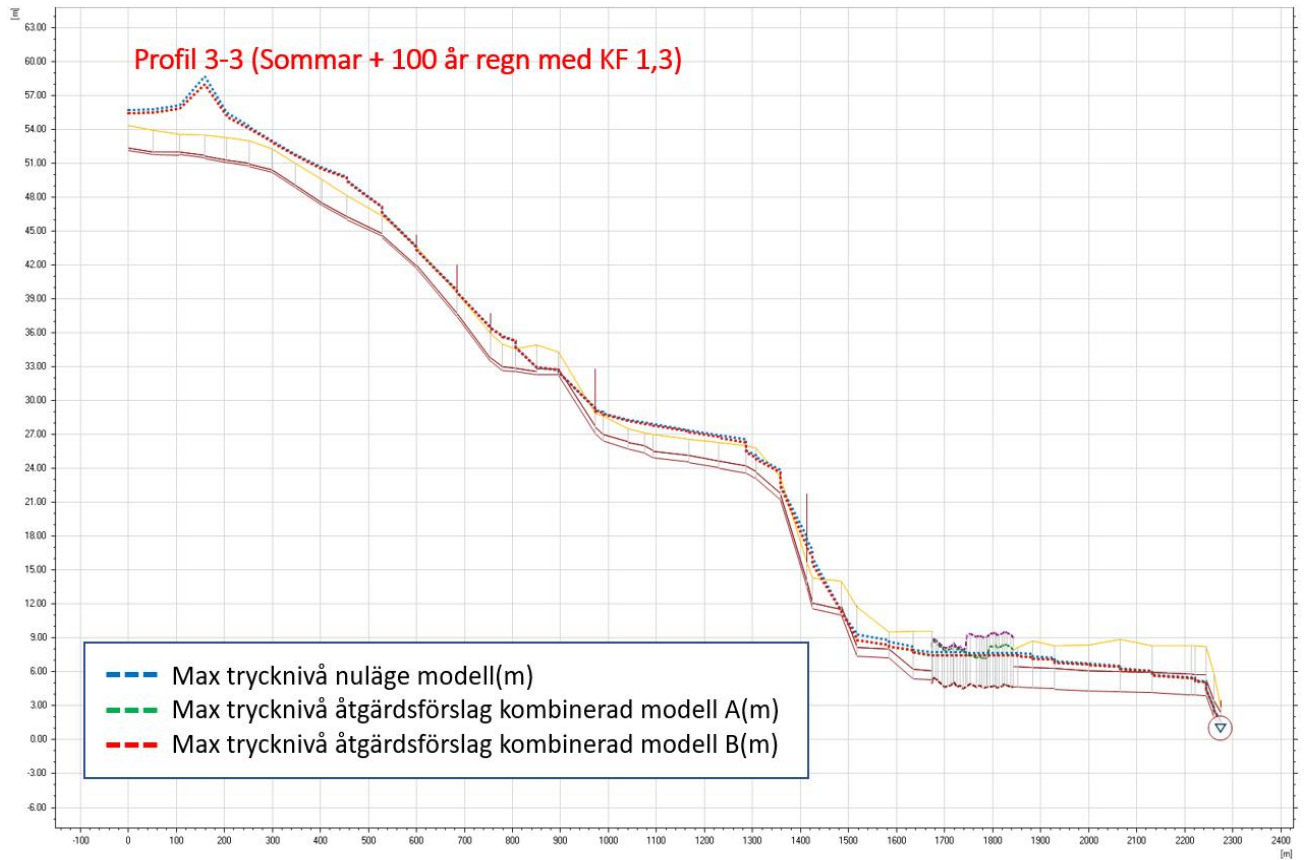


Figur 59: Vattennivåerna längs profil 1 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för sommarflödet. Den bruna linjen är bottenlinjen på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntröner på vardera sida om bäcken där den går öppen.



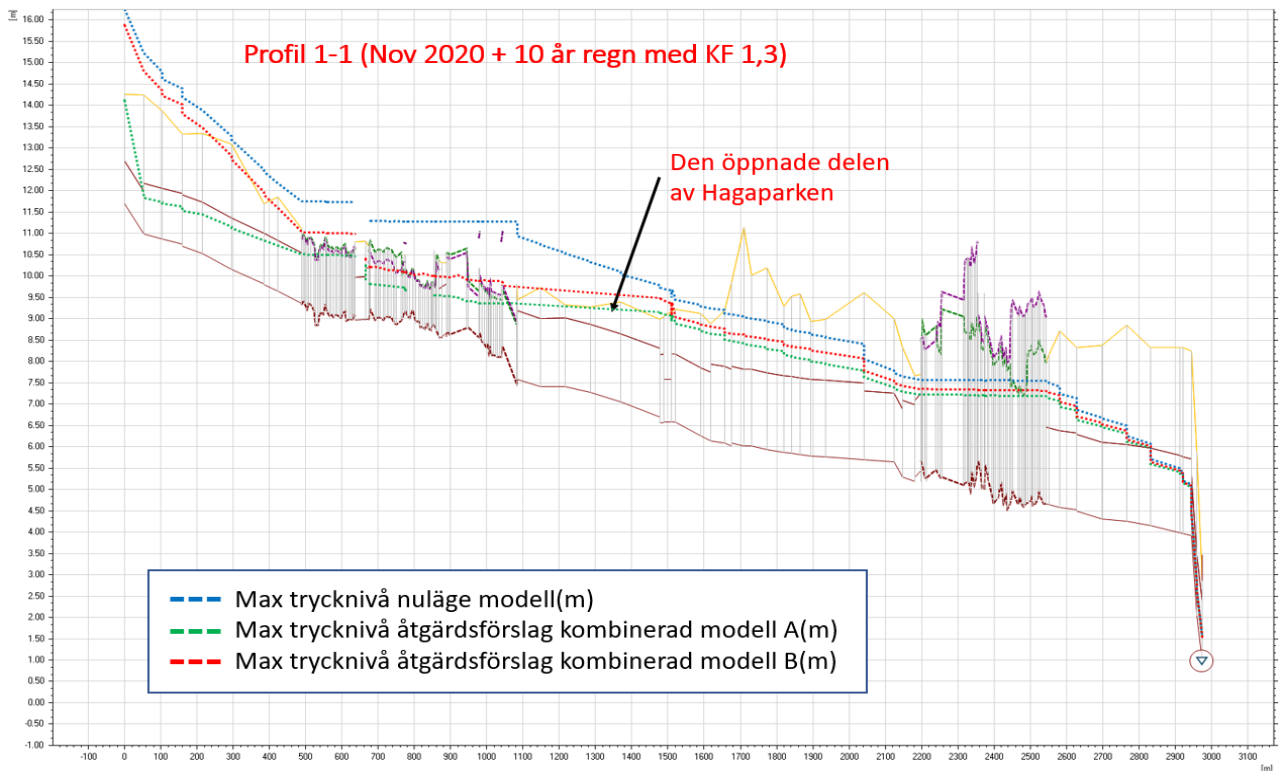
Figur 60: Vattennivåerna längs profil 2 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för sommarflödet. Den bruna linjen är bottenlinjen på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån.



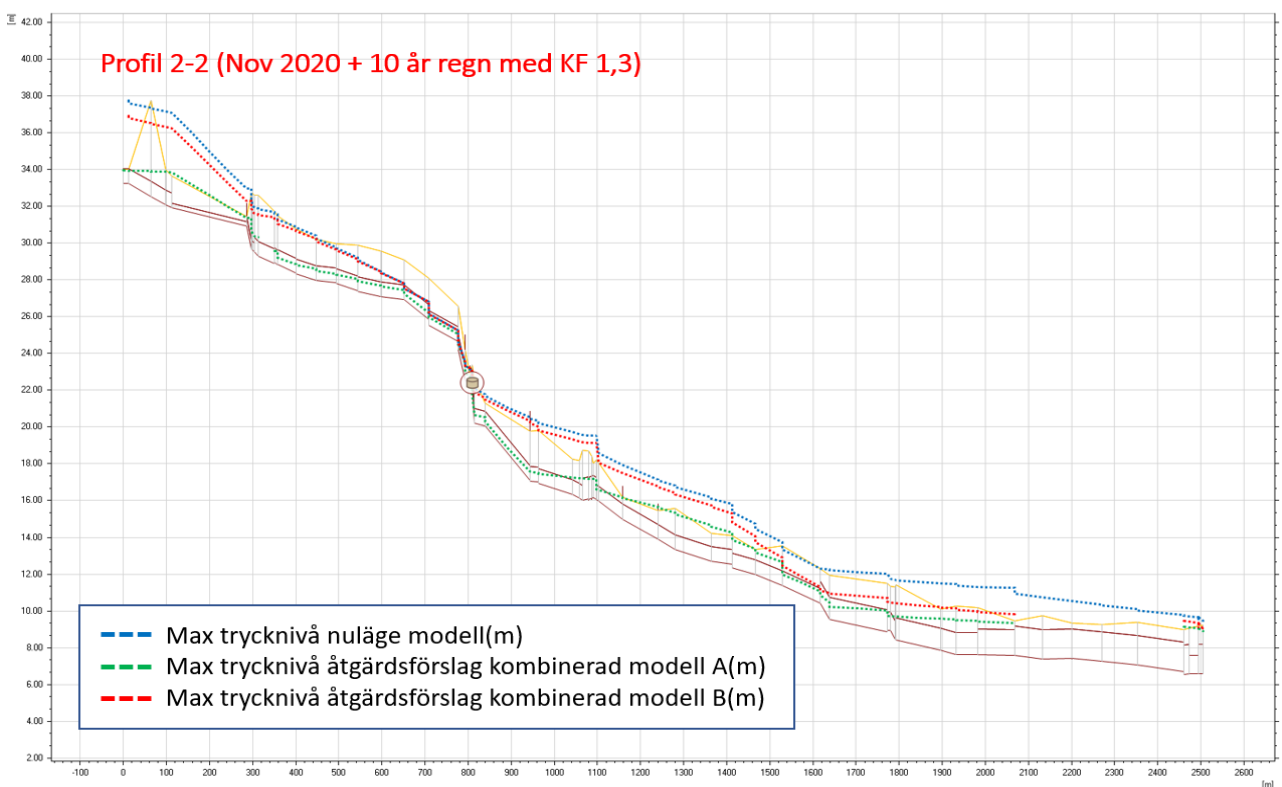


Figur 61: Vattennivåerna längs profil 3 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för sommarflödet. Den bruna linjen är bottenivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

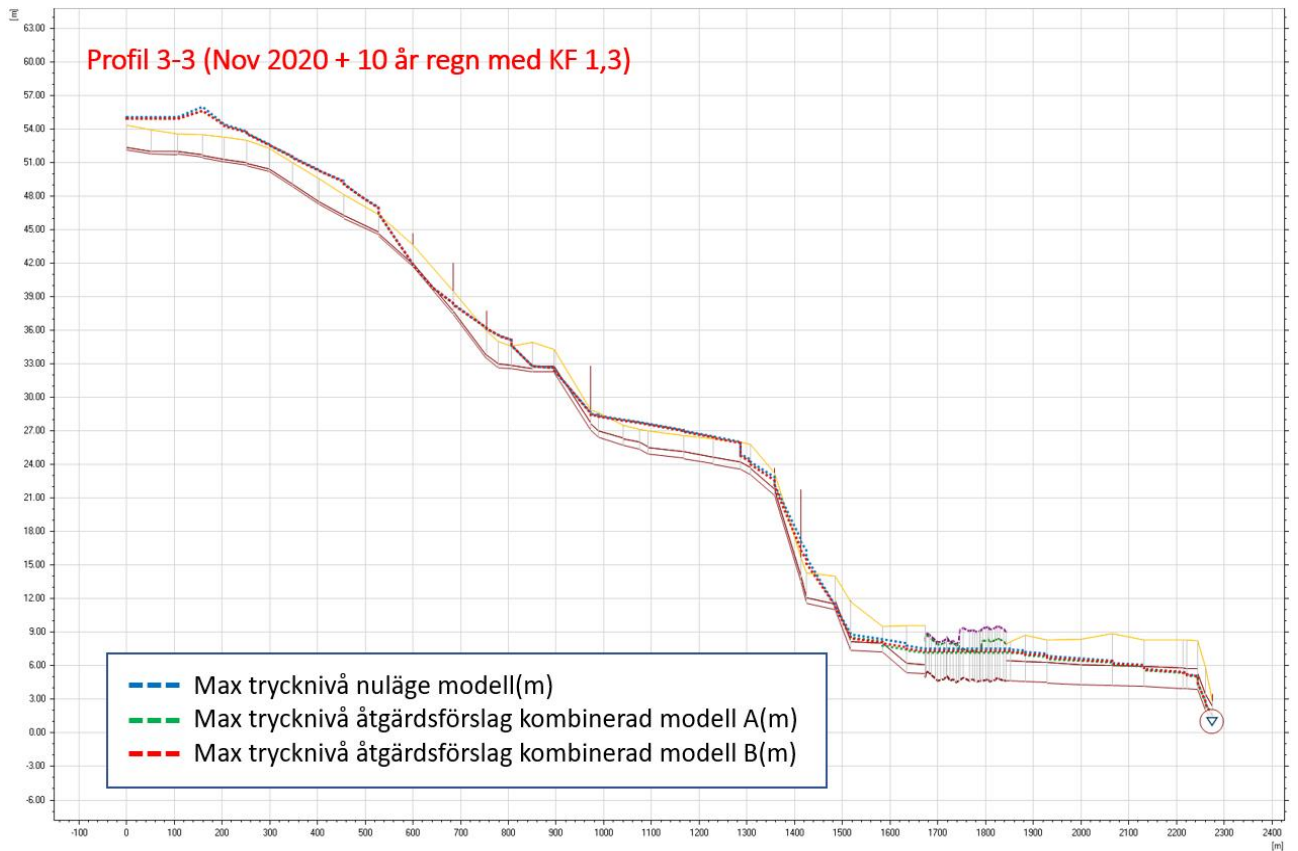
I Figur 62-Figur 64 visas vattennivåerna från kombinationsmodell A och B för november2020-flödet i profilerna 1, 2 och 3.



Figur 62: Vattennivåerna längs profil 1 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för november2020-flödet. Den bruna linjen är bottennivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.



Figur 63: Vattennivåerna längs profil 2 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för november2020-flödet. Den bruna linjen är bottennivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån.



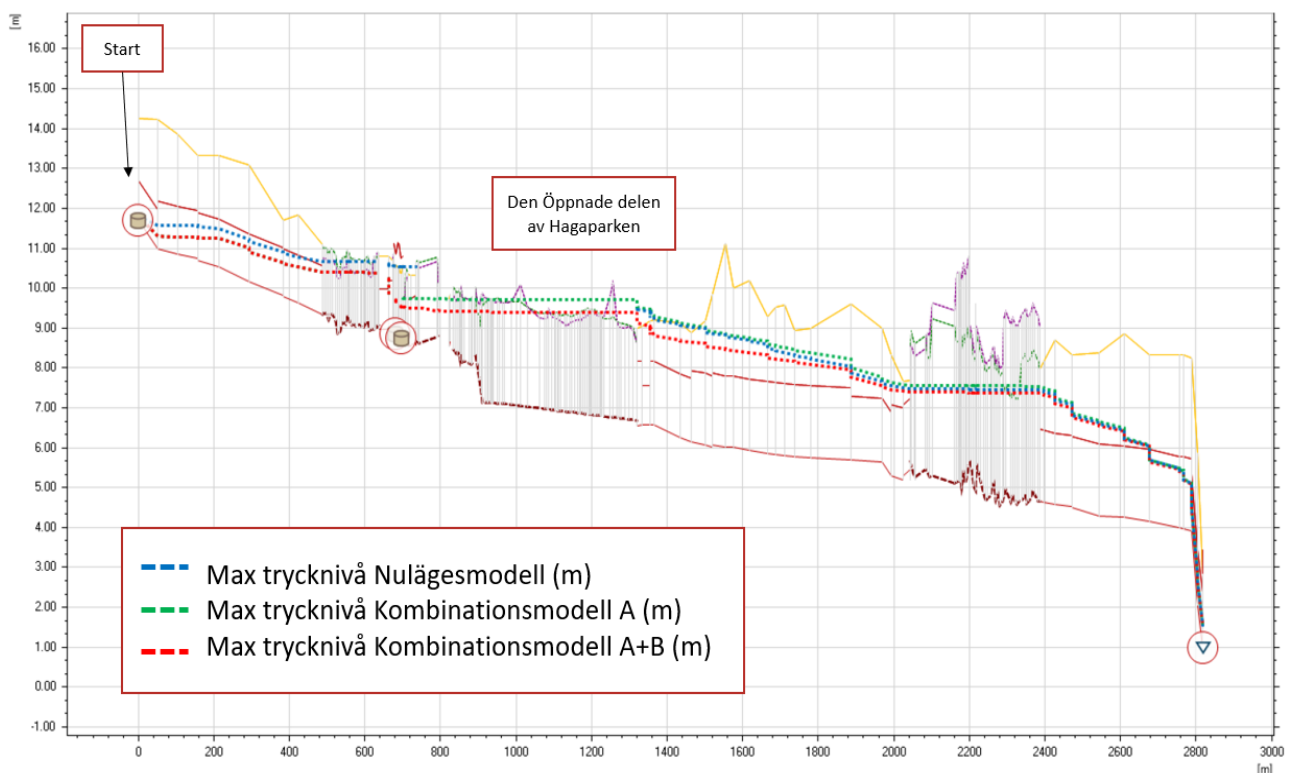
Figur 64: Vattennivåerna längs profil 3 för nuläget samt kombinationsmodell A och B för november2020-flödet. Den bruna linjen är bottennivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

### 8.4.2 Utökande kombinationsmodeller, A+B samt C

Ytterligare kombinationsmodeller har tagits fram för att se om man kan få ännu större sänkning av vattennivån och minska översvämningarna. En kombination av kombinationsmodellerna A och B (kombinationsmodell A+B) har simulerats samt kombinationsmodell A med ytterligare ett åtgärdsförslag i form av att uppdimensionera de ledningar på den kulverterade sträckan mellan de öppna delarna i Hagaparken och de i Blå vägen till 2 m i diameter (kombinationsmodell C).

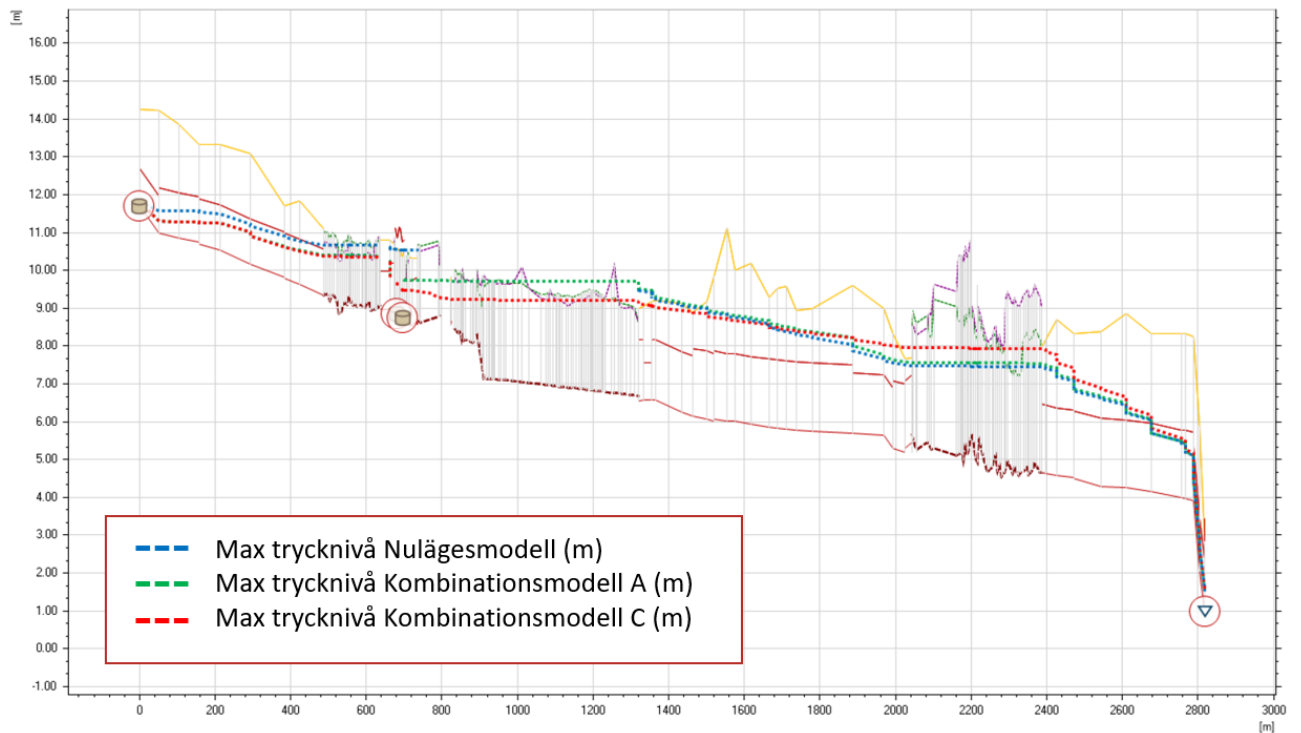
Eftersom det i simuleringarna för kombinationsmodell A respektive B blev tydligt att det är störst översvämningar vid sommarscenariot och november2020-scenariot simulerades endast dessa två. Eftersom november2020-scenariot har samma problem som höstscenariot så är alla åtgärder som är effektiva på novemberflödet från 2020 även effektiva en "vanlig" höst (då naturmarksflödena inte är lika stora). Dessa fyra simuleringar (kombinationsmodell A+B respektive C för sommar- respektive november2020-scenariot) återfinns på Figur 65-Figur 68.

#### Resultat kombinationsmodell A+B (sommarscenario)



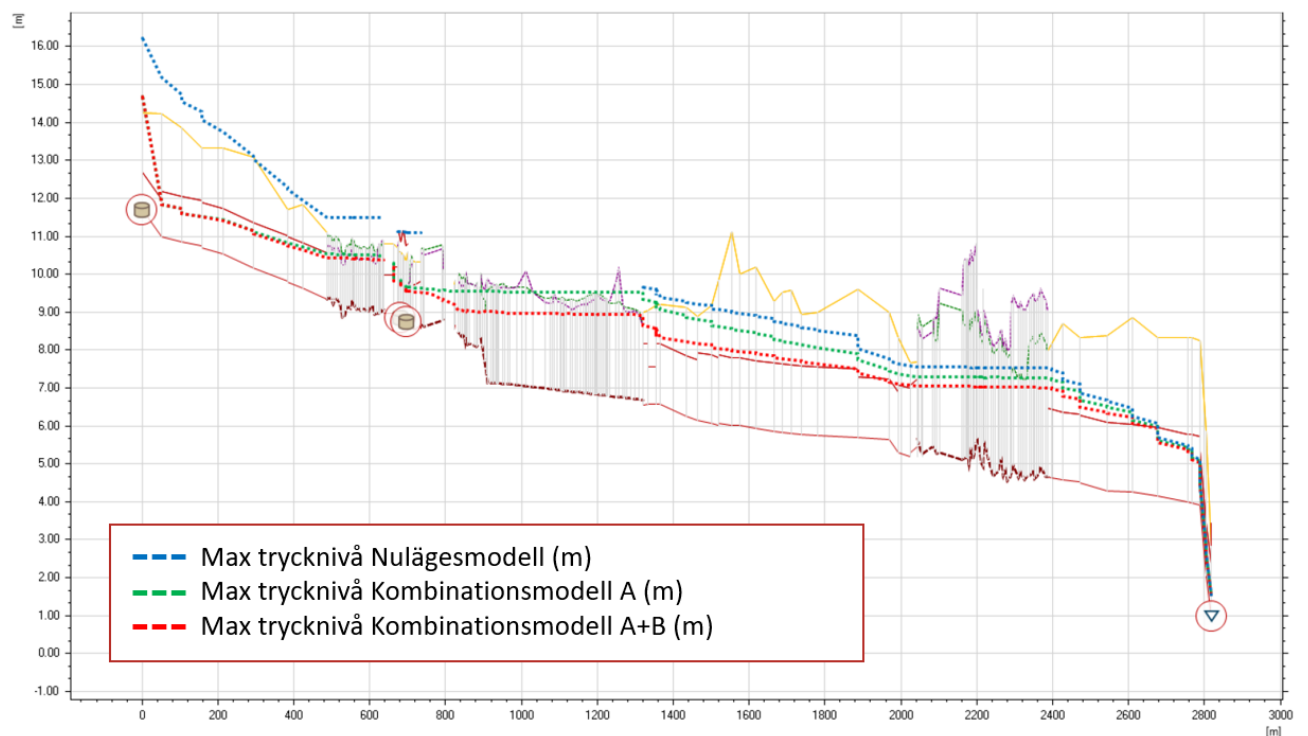
Figur 65: Vattennivåer från kombinationsmodell A och A+B för sommarflödet. Den bruna linjen är bottennivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

## Resultat kombinationsmodell C (sommarscenario)



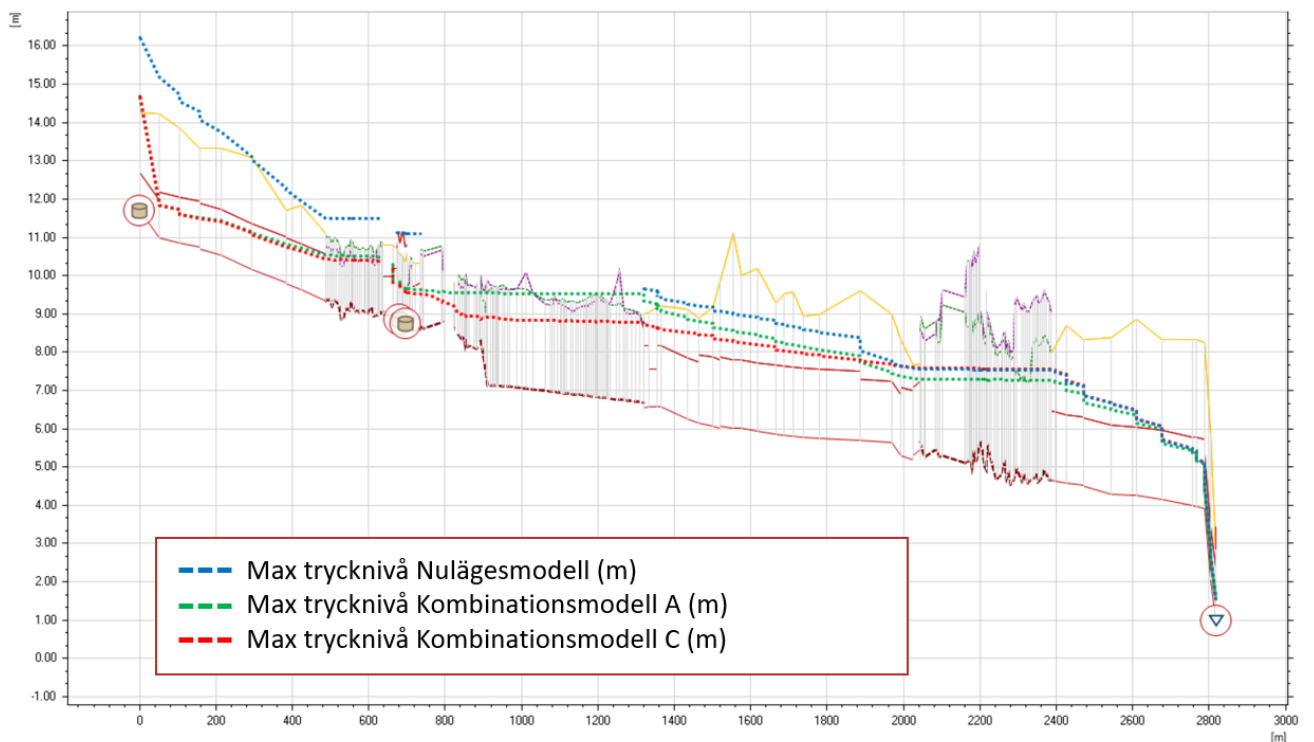
Figur 66: Vattennivåer från kombinationsmodell A och C för sommarflödet. Den bruna linjen är bottenivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens slänkrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

## Resultat kombinationsmodell A+B (november2020-scenario)



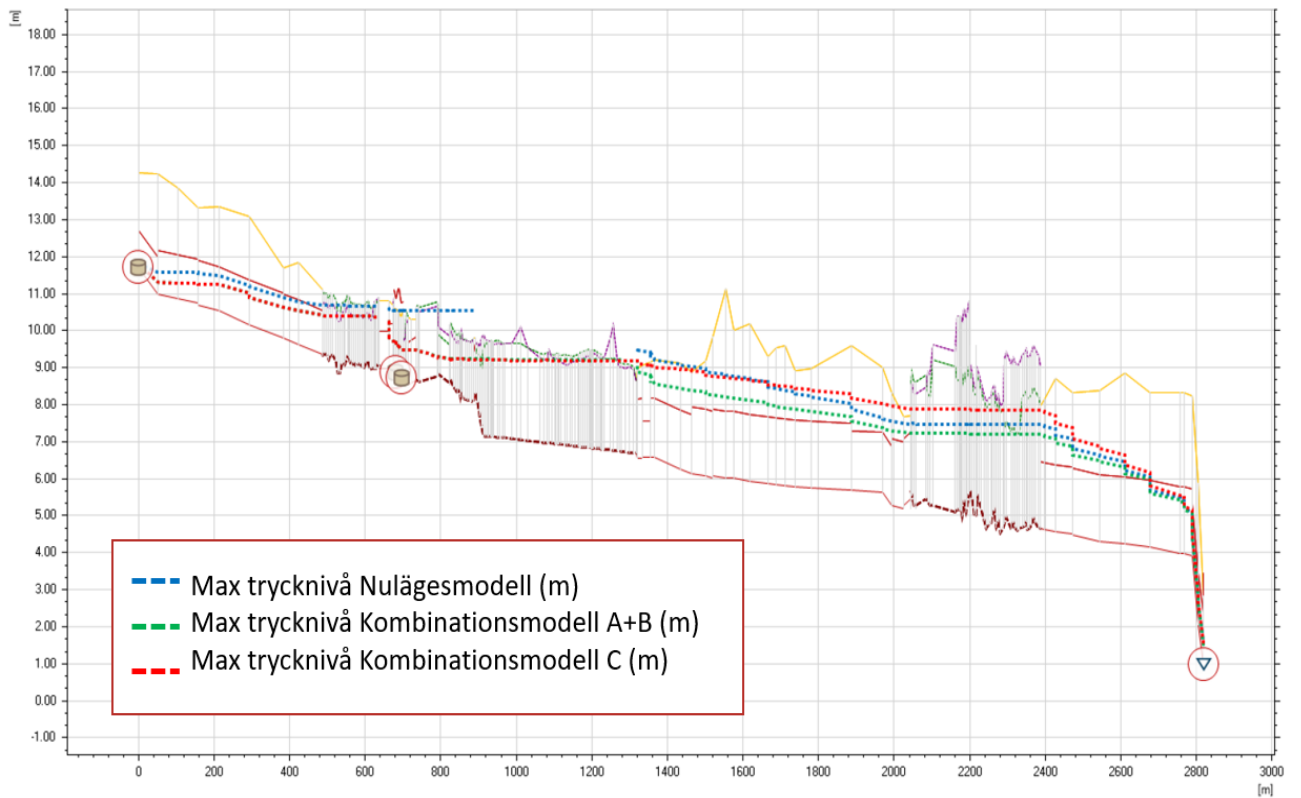
Figur 67: Vattennivåer från kombinationsmodell A och A+B för november2020-flödet. Den bruna linjen är bottenivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens slänkrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

## Resultat kombinationsmodell C (november 2020-scenario)

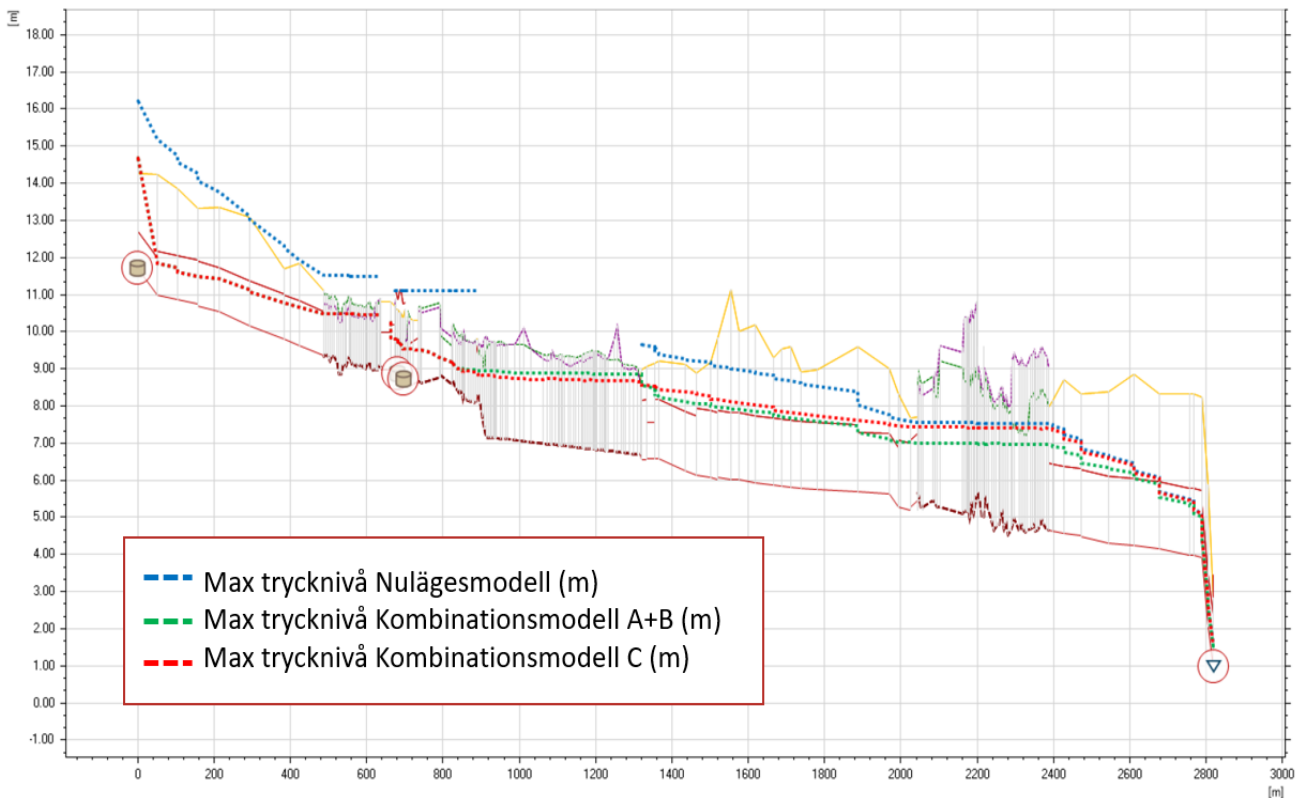


Figur 68: Vattennivåer från kombinationsmodell A och C för november 2020-flödet. Den bruna linjen är bottennivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

I Figur 69 visas vattennivåerna från de två kombinationsmodellerna A+B och C vid sommarscenariot (alltså sommarflöde från naturmarken med samtida 100-årsregn). I Figur 70 visas vattennivåerna från de två Kombinationsmodellerna A+B och C vid november 2020-scenariot (alltså naturmarksflödet vid 2-3 november 2020 med ett samtida 10-årsregn). Vid jämförelse mellan kombinationsmodell A+B och kombinationsmodell C har kombination C en större effekt vid problemområdena runt södra Hagaparken medan A+B har en större effekt längre ner i systemet. Eftersom översvämningssproblematiken är störst vid Hagaparken anses kombination C vara bäst för att minska översvämningssriskerna runt Djupbäcken. Dock ökar trycknivåerna vid den öppna delen av bäcken (längs järnvägen) i detta alternativ och skapar nya problem nedströms. En fördjupande utredning om detta måste därför genomföras om alternativ C (och därmed åtgärd 18) är aktuell för vidare utredning.



Figur 69 Vattennivåer från kombinationsmodell A+B och C för sommarflödet.



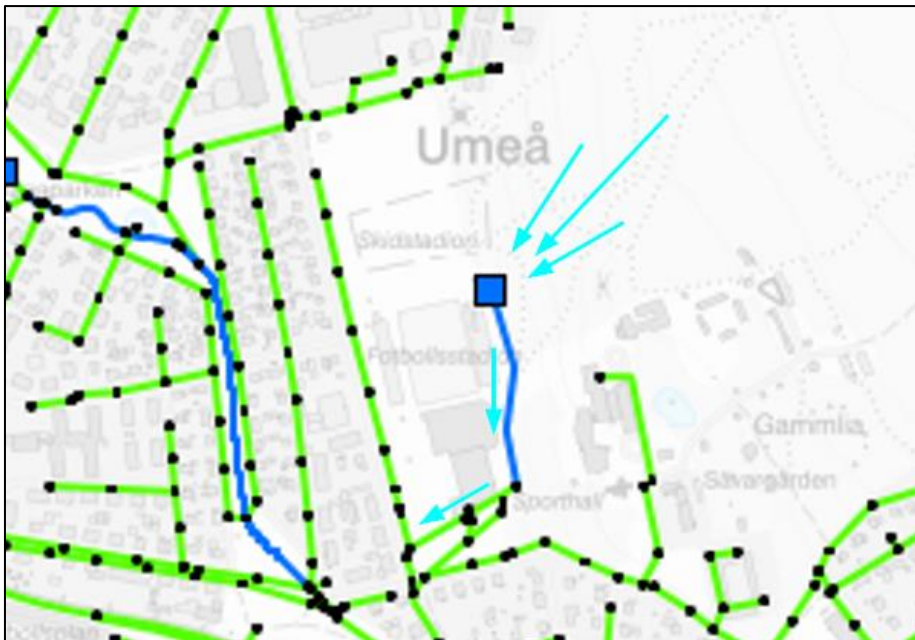
Figur 70: Vattennivåer från kombinationsmodell A+B och C för november2020-flödet.

### 8.4.3 Kombinationsmodell A med en dagvattenfördröjning på kv Guldskrinet (kombinationsmodell D)

I ett försök att avgöra om marköversvämningarna vid Rothoffsvägen skulle kunna minska har en modell satts upp där ett magasin på 5 000 m<sup>3</sup> adderats till kombinationsmodell A. Områdena från Stadsliden som är påkopplade på Rothoffsvägen kopplas i stället direkt till fördröjningsdammen vid kv Guldskrinet. Utflödet från dammen är reglerat till 0,01 m<sup>3</sup>/s. Se Figur 71.

Om det anläggs en damm på 5 000 m<sup>3</sup> vid kv Guldskrinet kommer inte översvämningarna på Rothoffsvägen att försvinna, men de kommer att minska. Att det fortfarande blir översvämningar beror på att systemet nedströms har för liten kapacitet, och därför stiger vattnet upp i lågpunkten på Rothoffsvägen. Flödeshydrografen för ledningen på Rothoffsvägen visar på att flödet stiger på samma sätt med som utan damm men med damm så minskar flödet snabbare.

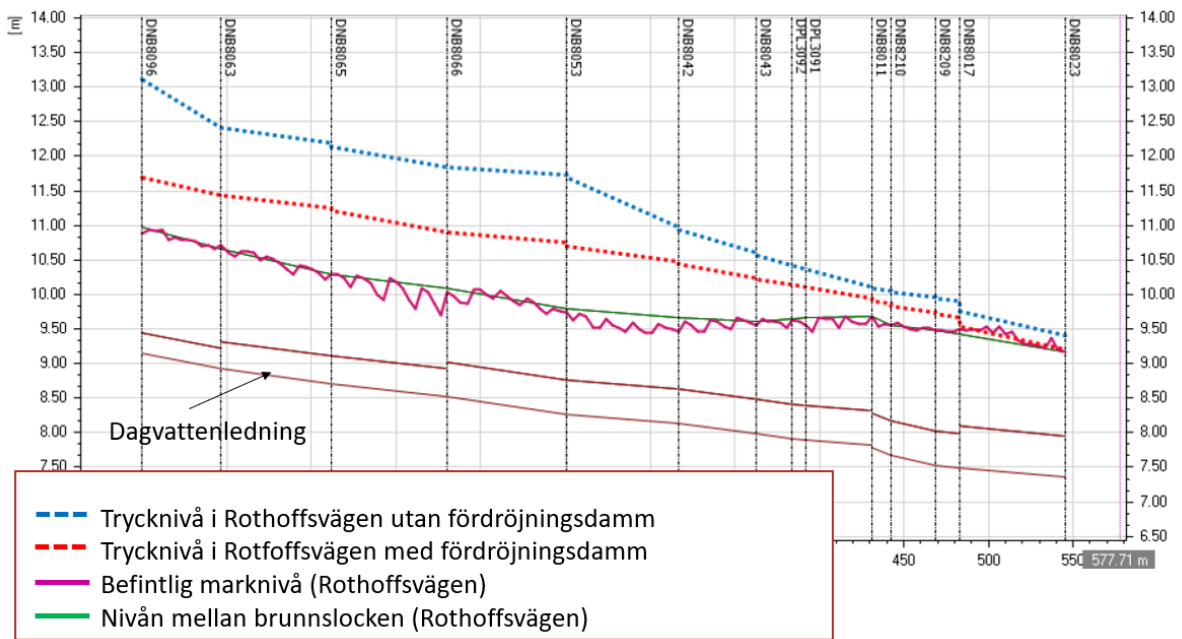
Situationen blir alltså bättre med ett fördröjningsmagasin. Dock spelar inte storleken på dammen en jättestor roll, det viktiga är att flödestoppen från Stadsliden utjämnas så att inte det snabba flödet från berget når Rothoffsvägen samtidigt som det snabba flödet från den närliggande bebyggelsen. Anläggs en damm kan flödestoppen från Stadsliden fördörjas lite.



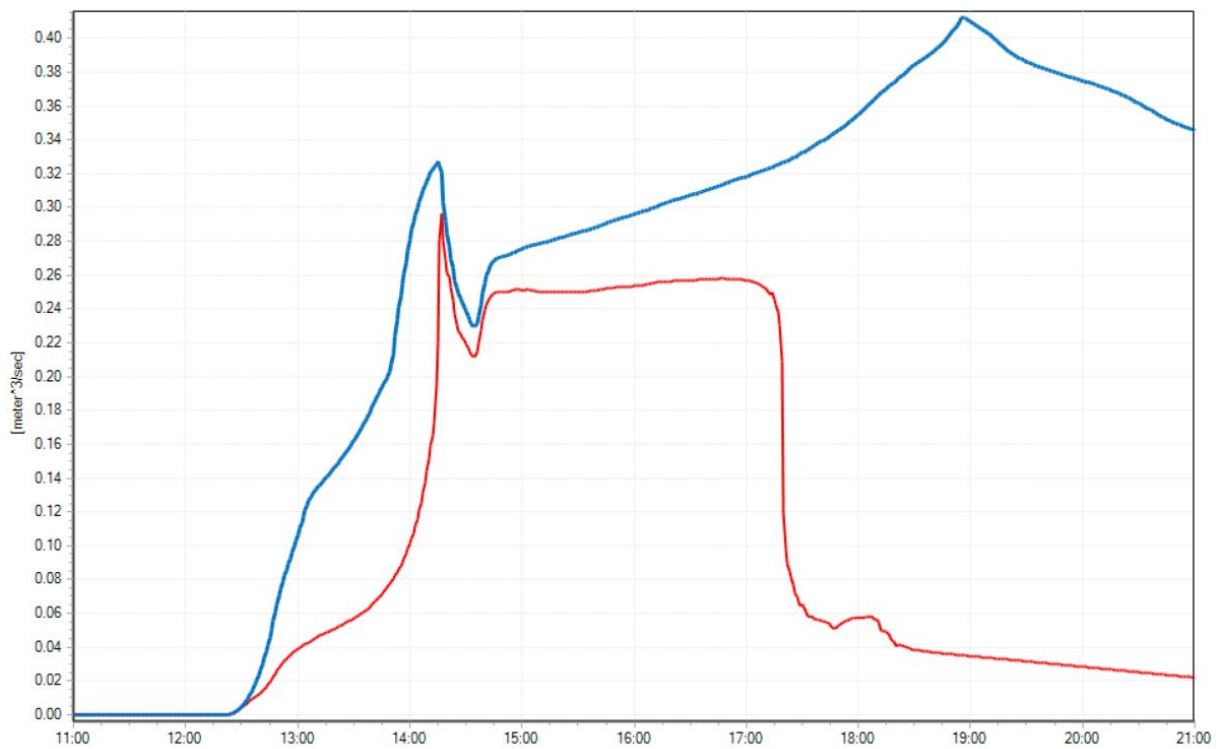
Figur 71: Fördröjningsdamm på 5 000 m<sup>3</sup> vid kv Guldskrinet som tar vattnet från delar av Stadsliden. Efter dammen leds vattnet via dike och ledning till Rothoffsvägen enligt turkosa pilar.



Trycknivån i ledningen i Rothoffsvägen sänks men det blir fortfarande översvämningar, se Figur 72



Figur 72: Trycknivån i dagvattenledningen i Rothoffsvägen med och utan fördröjningsdamm i kv Guldskrinet. Den blåa linjen representerar kombinationsmodell A och den röda är D, den enda skillnaden mellan dessa två är magasinet i kv Guldskrinet.



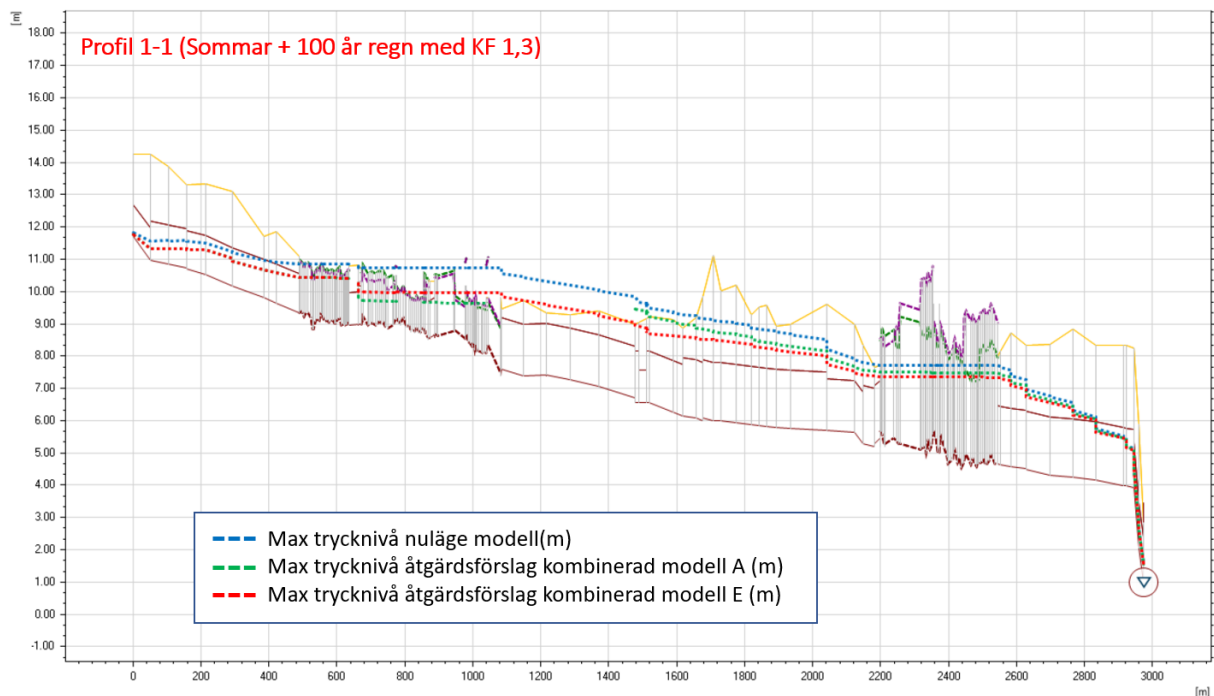
Figur 73: Flödeshydrograf från ledningen i Rothoffsvägen utan (blå linje) och med (röd linje) fördröjningsdamm i kv Guldskrinet.

#### 8.4.4 Kombinationsmodeller E och F

Ytterligare kombinationsmodeller har tagits fram för att fördjupa förståelsen för de olika åtgärdsförslagens bidrag till minskade översvämningar om Hagaparken inte öppnas upp (åtgärd 1). Eftersom samtliga 2D-modeller tidigare har haft denna åtgärd med fanns en vilja att ha två kombinationsmodeller utan öppningen av bäcken. En kombination E med ett urval av åtgärdsförslagen i modell A+B har simulerats, och även en kombinationsmodell F som är samma som E men utan den nya 800-ledningen (åtgärd 14) har simulerats.

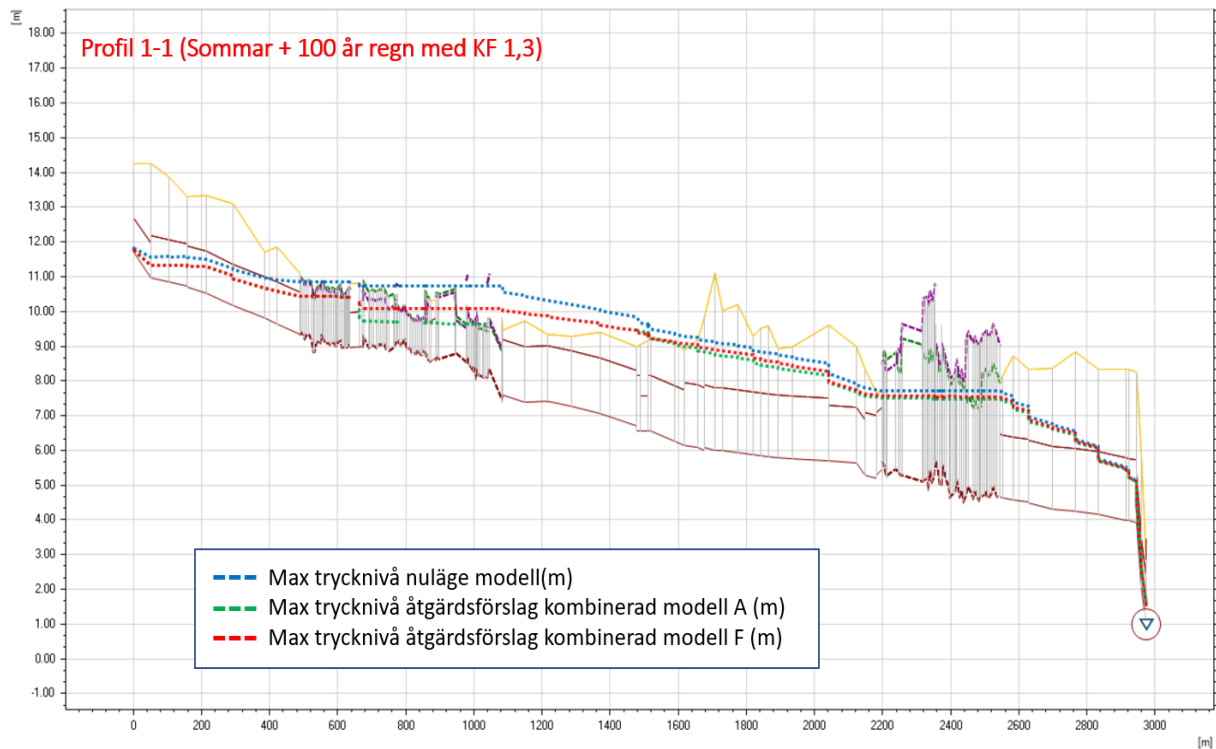
Eftersom det i simuleringarna för kombinationsmodell A respektive B blev tydligt att det är störst översvämningar vid sommarscenariot och november2020-scenariot simulerades endast dessa två. November2020-scenariot har samma problem som höstscenariot så därför är alla åtgärder som är effektiva på novemberflödet från 2020 även effektiva en "vanlig" höst (då naturmarksflödena inte är lika stora). Dessa fyra simuleringar (kombinationsmodell A+B respektive C för sommar- respektive november2020-scenariot) återfinns på Figur 74-Figur 77.

#### Resultat kombinationsmodell E (sommarscenario)



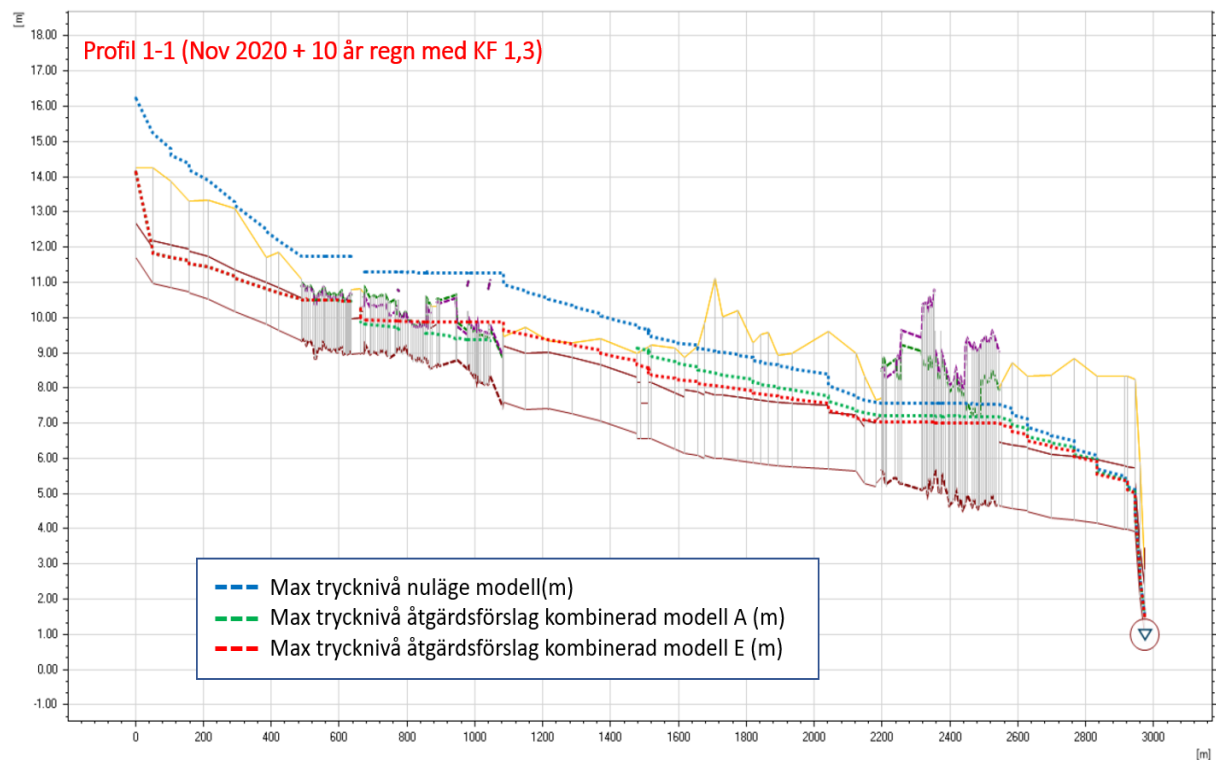
Figur 74: Vattennivåer från kombinationsmodell A och E. Den bruna linjen är bottennivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

## Resultat kombinationsmodell F (sommarscenario)



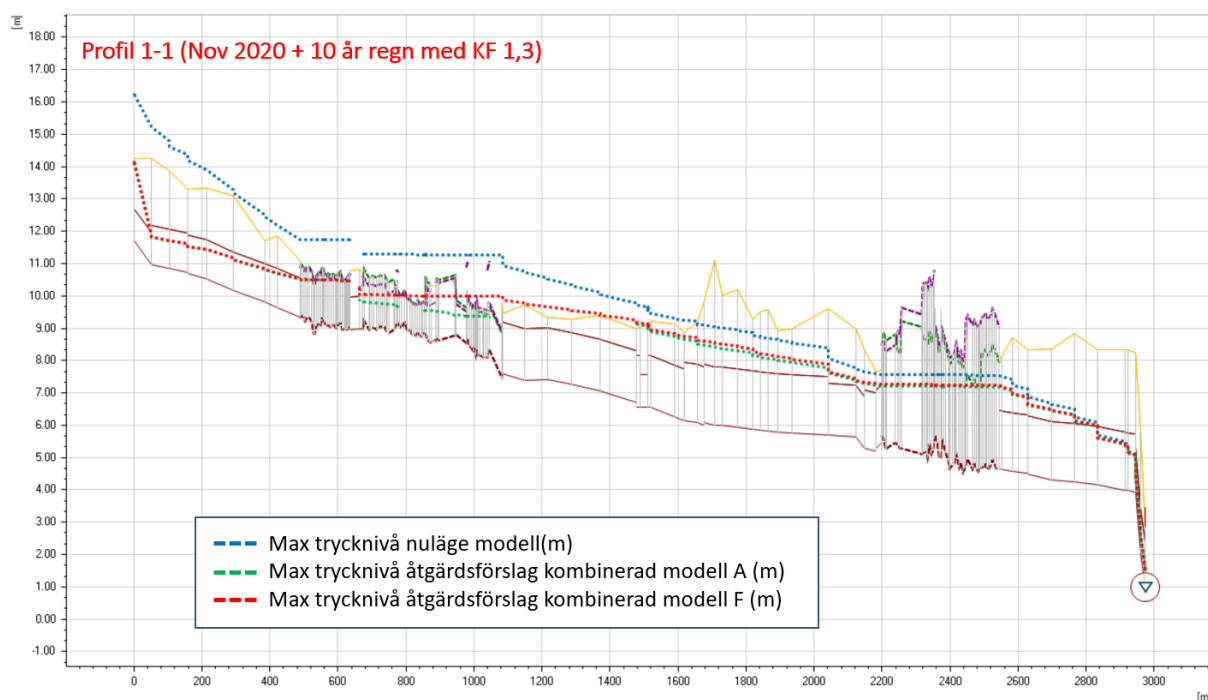
Figur 75. Vattennivåer från kombinationsmodell A och F. Den bruna linjen är bottenivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

## Resultat kombinationsmodell E (november2020-scenario)



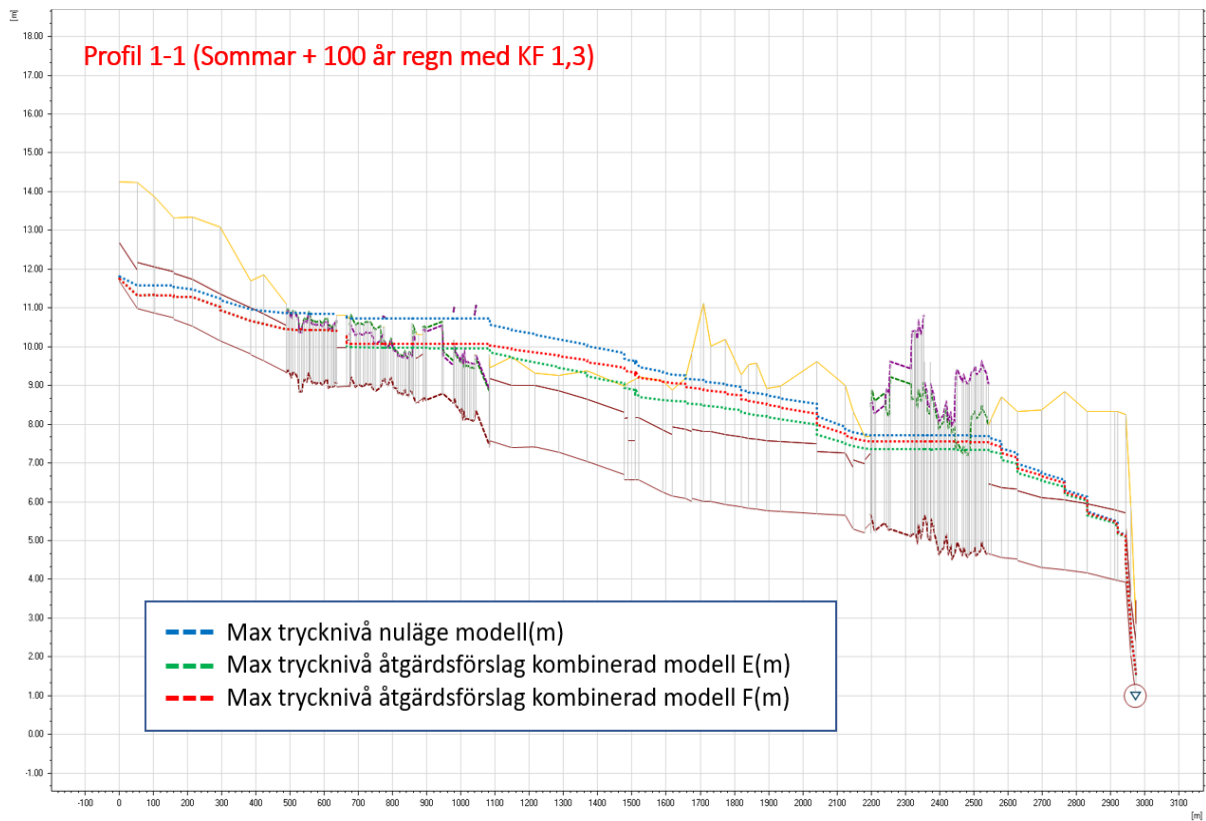
Figur 76 Vattennivåer från kombinationsmodell A och E för november-flödet. Den bruna linjen är bottenivå på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntrön på vardera sida om bäcken där den går öppen.

## Resultat kombinationsmodell F (november2020-scenario)

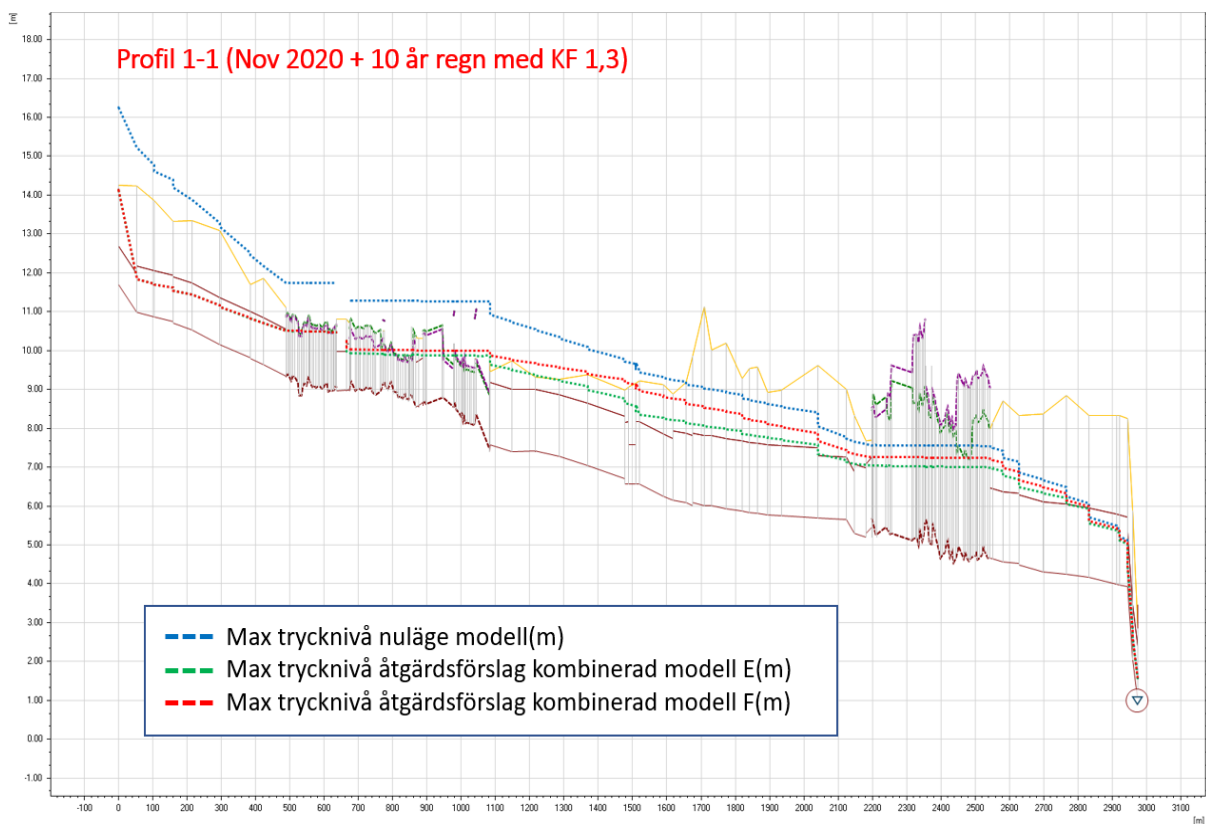


Figur 77. Vattennivåer från kombinationsmodell A och F för november-flödet. Den bruna linjen är bottenlinje på bäcken eller ledning, gula linjen är marknivån där bäcken går i ledning (är kulverterad) och lila/gröna heldragna linjer är Djupbäckens släntröner på vardera sida om bäcken där den går öppen.

I Figur 78 visas vattennivåerna från de två kombinationsmodellerna E och F vid sommarscenariot (alltså sommarflöde från naturmarken med samtida 100-årsregn). I Figur 79 visas vattennivåerna från de två kombinationsmodellerna E och F vid november2020-scenariot (alltså naturmarksflödet vid 2-3 november 2020 med ett samtida 10-årsregn). Vid jämförelse mellan Kombinationsmodell E och Kombinationsmodell F syns att 800-ledningen (åtgärd 14, den enda skillnaden mellan de två olika modellerna) har en effekt framförallt i svackan på Blå vägen, men även delvis i området runt södra Hagaparken. Det är dock tydligt att effekten av nya utloppsledningarna i områdena runt parken är mycket mindre om inte kulverteringen i Hagaparken öppnas. Om åtgärd 1 och 14 görs i kombination (och dimensioneras korrekt) kan de tillsammans minska risken för översvämningar i ett ganska stort område i södra Haga samt på Blå vägen. Genomförs endast åtgärd 14 utan åtgärd 1 har det stor effekt på Blå vägen, men inte lika stor på Haga.



Figur 78. Vattennivåer från kombinationsmodell E och F för sommarflödet.



Figur 79: Vattennivåer från kombinationsmodell E och F för november2020-flödet.

## 8.5 ÖVERSVÄMNINGAR MED STÖRRE VATTENDJUP

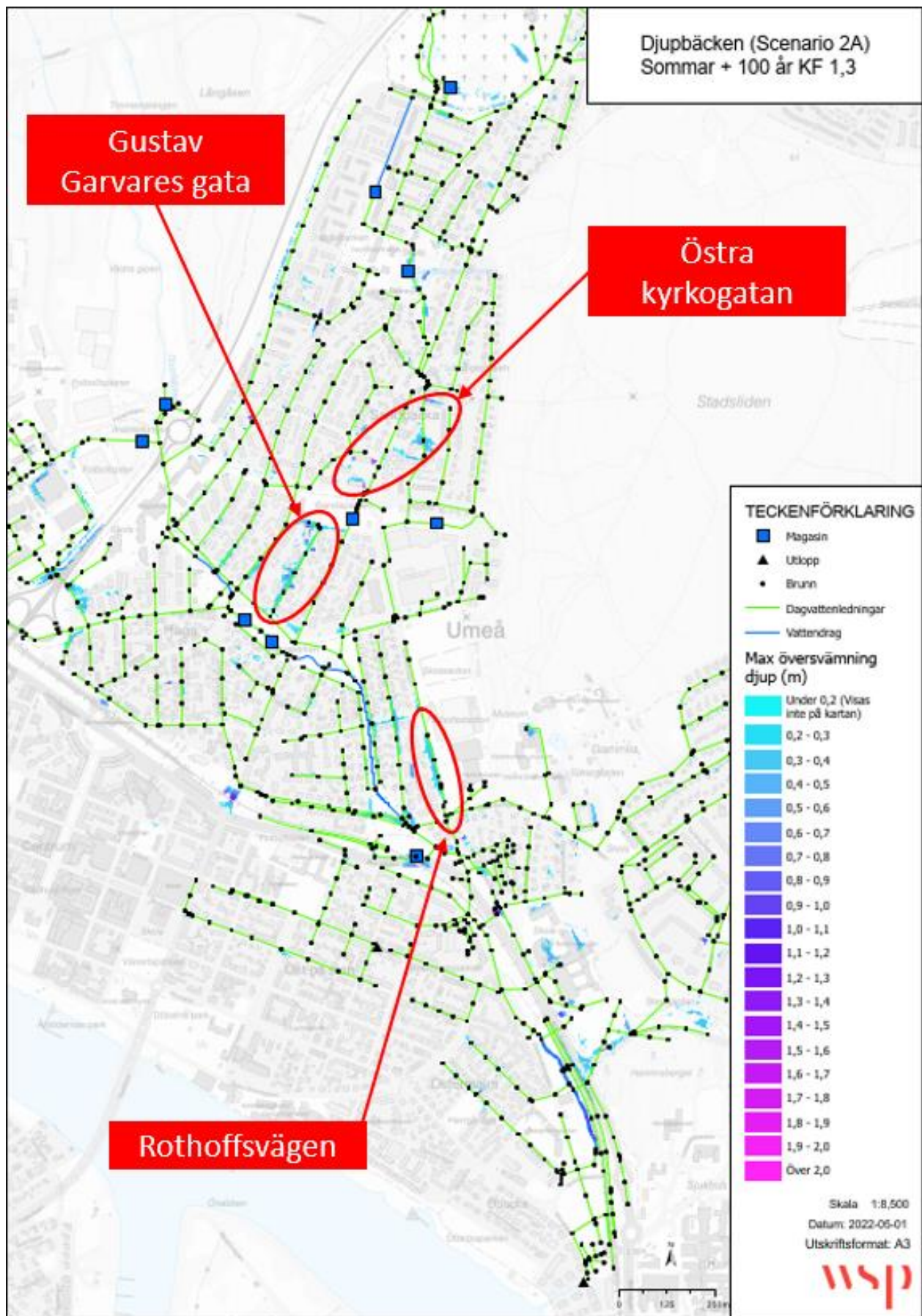
WSP har analyserat de olika vattendjupen på markytan vid de olika simuleringarna. Det har analyserats vilka områden som fortfarande översvämmas med vattendjup över 20 cm då det anses vara låg sannolikhet att det blir någon skada om vattennivån är under 10-20 cm. Det finns naturligtvis områden där fastigheter skadas redan vid 5 cm översvämning, medan andra områden kan hantera större översvämningar än 20 cm utan skador.

I utredningen kring den samhällsekonomiska kostnaden av ett skyfall som WSP genomfört åt Umeå kommun (uppdragsnummer 10275468, 2018-12-21) görs följande skaderis kartläggning:

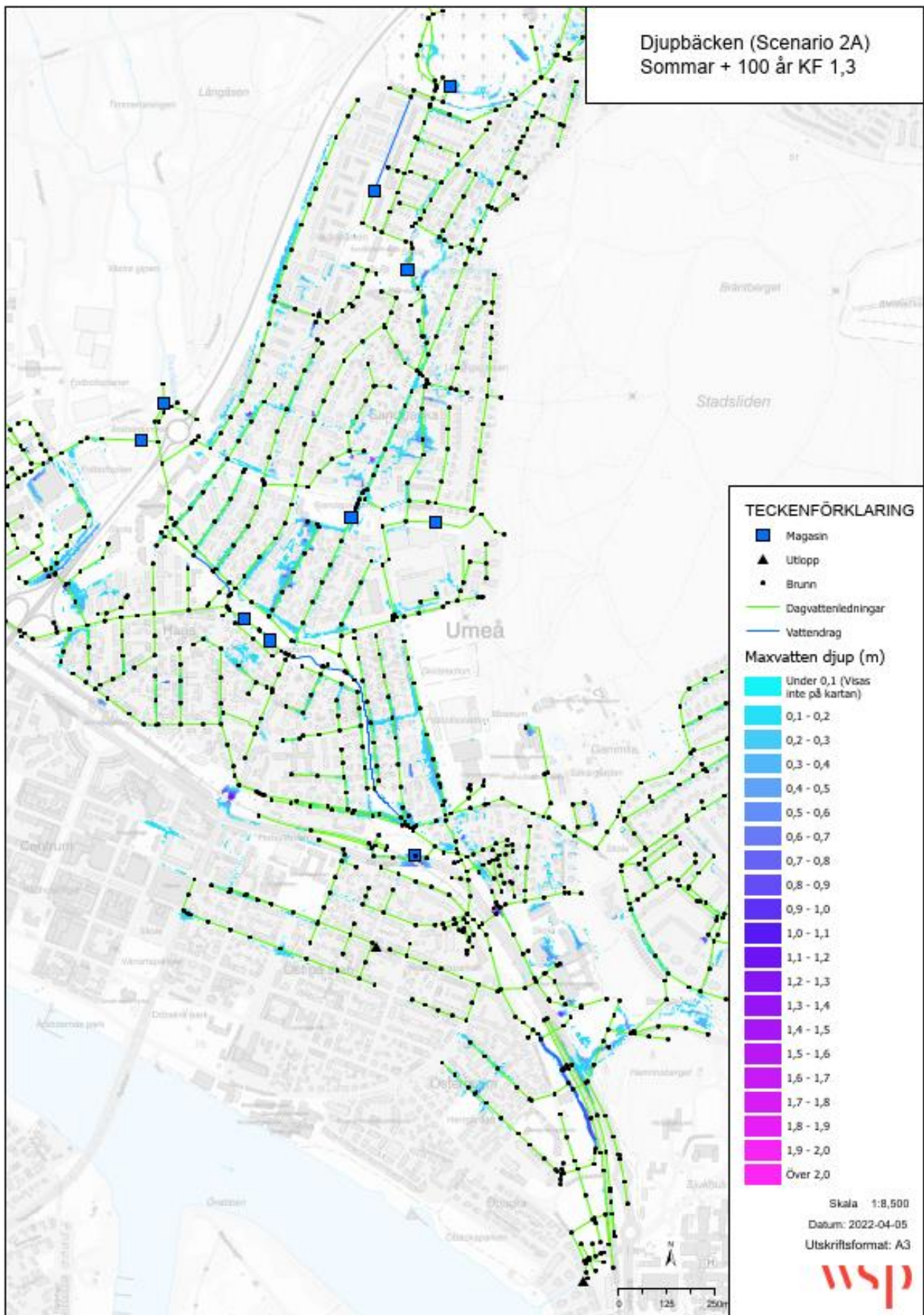
- Byggnader och objekt är översvämmade om det står vatten 0,2 m vid byggnaden
- Vägar är översvämmade om 0,3 m vatten står på vägen, då detta vattendjup är gränsen för när en väg är farbar.

I Figur 80 visas vattenutbredningen och de vattendjup som är högre än 20 cm och i Figur 81 visas vattenutbredningen och vattendjupen över 10 cm. Man kan se att även om många översvämningar är mellan 10 och 20 cm det blir översvämningar med djup över 20 cm på många olika platser, t.ex. lokala lågpunkter och instängda områden samt viadukter. De flesta översvämningarna är på platser som inte orsakar några skador. Dock kan man se att det är främst tre områden där det samlas vatten som kan orsaka skador på framför allt fastigheter. Dessa platser är Rothoffsvägen, Gustav Garvares gata och Östra kyrkogatan (vid Solvändan och Lövtigen). Se översvämningssmarkeringarna i Figur 80.

Gustav Garvares gata har blivit sänkt nyligen för att minska risken för skador på grund av översvämningar. Därför är översvämningssrisken för fastigheterna liten trots att vatten fortfarande står på gatan vid stora regn.



Figur 80: Kombinationsmodell A: Vattendjupet (där vattendjup mindre än 20 cm har tagits bort) och vattenutbredningen för sommarflödet.



Figur 81: Kombinationsmodell A: Vattendjupet (där vattendjup mindre än 10 cm har tagits bort) och vattenutbredningen för sommarflödet.



## 9 JÄMFÖRELSEMATRIS

För att belysa att varje åtgärdsförslag har fler aspekter och konsekvenser än bara den hydrauliska nivåskillnaden har en jämförelsematrix tagits fram. Den belyser inte alla konsekvenser som finns med olika åtgärder, men tanken är att den ska ge en lite mer nyanserad bild av vilka effekter åtgärderna skulle få, dels på översvämningssituationen, dels i övrigt för kommunen och dess invånare. Olika konsekvenser som belyses är kostnad, tid, miljö, miljöjuridisk process, arbetsmiljö, grundvattennivå och parkkvaliteter.

Denna matrix levereras som bilaga 3. Matrisen är en värdering som är gjord översiktligt av WSP med medarbetare som har kompetenser inom miljö eller mark/anläggning. Jämförelsematrisen som den ser ut vid leveransen av denna rapport är en första ansats.

De 19 åtgärdsförslag och sju kombinationsmodeller som tagits fram har värderats först utifrån huruvida de är effektiva i att förhindra skador vid kommande skyfall och/eller högnivå i Djupbäcken. Denna bedömning har lagt dem i någon av de två flikarna: Åtgärder med effekt eller Åtgärder med låg effekt. Åtgärderna med låg effekt har inte utvärderats på något annat sätt. De 11 åtgärder som bedöms ha tillräcklig effekt har gått igenom för att påbörja värderingen av de övriga aspekterna. Kombinationsåtgärderna har endast värderats på sammanvägd anläggningskostnad och anläggningstid.

Jämförelsematrisen är inte i sig ett underlag för beslut, utan snarare ett underlag till vilka åtgärdsförslag som kan utredas vidare i en eller flera förstudier, och vilka risker man bör bevaka för dessa åtgärder i det fortsatta arbetet.

## 10 DISKUSSION OCH SLUTSATS

De åtgärdsförslag som redovisas har tagits fram teoretiskt för att se om det ens ger en effekt på nivån och/eller översvämningssituationen med en åtgärd av det slaget på den platsen. Det är viktigt att varje åtgärdsförslag som tas vidare till förstudie noga utreds och värderas mot andra parametrar, som genomförbarhet och förlust av övriga kvaliteter/användningar.

Utifrån de simuleringarna som har gjorts kan WSP konstatera att det krävs flera olika åtgärder på flera olika platser för att kunna hantera en 100-årssituation i Djupbäckens avrinningsområde. Kombinationsmodell A+B och C ser ut att ge de största minskningarna på vattennivåerna i områdena med störst problem. Men trots detta så finns det några platser kvar där fastigheter riskerar att översvämmas.

Sommarsituationen och november2020-situationen är de som ger högst vattennivåer och störst översvämningar. Detta tyder på att det ofta är de kraftiga regnen som ger problem med översvämningar, men att det finns situationer när det höga naturmarksflödet också är en del av problemet. Men då ofta i kombination av regn. Både extrema naturmarksflöden och extrema regnflöden skapar problem, och de påverkar varandra. Vid ett högt naturmarkflöde krävs mindre regn innan översvämning sker än om naturmarksflödet är lågt. De största problemen orsakas direkt eller indirekt av regn, men om nivån i Djupbäcken är hög är det "vanligare" regn som orsakar problem.

Nedströms väg 503 är Djupbäcken inte bara ett öppet vattendrag dit man leder dagvatten utan Djupbäcken är kulverterad och i och med det är bäcken en del av dagvattenledningsnätet. Det innebär att det finns ett antal flaskhalsar i Djupbäcken som har med ledningsnätet att göra. Det faktum att Djupbäcken är kulverterad på långa sträckor gör att kapaciteten är begränsad på flera platser.

Trots att WSP har simulerat 19 åtgärdsförslag dels var för sig och dels i 7 olika kombinerade modelluppsättningar blir det ändå en del översvämningar kvar på några platser. WSP har valt att analysera de översvämningar som har ett större vattendjup än 10 respektive 20 cm. De platser som fortsatt blir översvämmade med risk för skador på fastigheter och anläggningar som följd är Rothoffsvägen, Gustav Garvares gata och Östra Kyrkogatan.

## 10.1 KALIBRERING

Modellen är inte kalibrerad mot flödesmätningar. En modell av den här storleken kan kalibreras men den skulle behöva många mätpunkter, och om RDI-flödet ska kalibreras krävs mätningar under flera år. En kalibreringsinsats skulle därför både ta tid och kosta en hel del pengar, och därför har WSP i samråd med beställarna i denna utredning valt att istället validera modellen mot drifterfarenheter. Dessutom kommer stora delar av naturmarken inom I20 och marken kring väg 503 att exploateras vilket innebär att en kalibrering nu skulle vara inaktuell om några år.

Gällande RDI-inställningarna för rinntid och infiltration var det endast scenario 3 som gav översvämningar i paritet med de som observerades i november 2020, varför den parameterinställningen valdes för vidare modellering. Det har dock inte varit möjligt att ansätta en mer exakt siffra på infiltrationen och rinntiden eftersom erforderlig upplösning inte har funnits för drifterfarenheterna.

## 10.2 VATTEN FRÅN STADSLIDEN

Vattnet från Stadsliden avrinner relativt snabbt för att vara en grönyta eftersom marken lutar brant. Vid kraftiga regn kommer det stora mängder vatten från Stadsliden med hög hastighet. Höjdskillnaderna är ca 30–50 m på en sträcka om 600–1000 m.

Översvämningen på Rothoffsvägen beror på att vattnet trycker upp ur ledning och upp på marken/vägen. Vattnet kan dock inte rinna tillbaka igen då det är fullt i ledningen. Vattnet blir stående på vägens lågpunkt fram tills att det finns plats i ledningen igen.

Vattnet som översvämmas i Rothoffsvägens lågpunkt kommer av att vatten trycks upp på grund av trycknivåerna i ledningarna vid korsningen Rothoffsvägen/Blå vägen. För att bli av med översvämningarna på Rothoffsvägen behöver dagvattenledningsnätet runt och nedströms denna korsning uppdimensioneras. Man kan även minska på trycket på ledningsnätet i Rothoffsvägen genom att anlägga en fördröjningsdamm vid kv Guldskrinet, med en flödesbegränsning. Detta är simulerat i kombinationsmodell D. Vidare utredning krävs för att se vilken effekt olika storlekar på dammen och flödesbegränsningar har. Dock löser inget magasin i kv Guldskrinet hela översvämningen vid Rothoffsvägen, men utbredningen på översvämningen kan minska.

## 10.3 PRIORITERADE ÅTGÄRDER

WSP har simulerat många olika scenarion/åtgärdsförslag i ett antal olika konstellationer. Djupbäcken är ett vattendrag som har byggts ihop med dagvattennätet. Detta gör att det idag inte längre är ett vattendrag som tar emot dagvatten utan Djupbäcken är en inbyggd del av dagvattensystemet.

Av alla simuleringar kan man konstatera att det inte finns en ensam åtgärd som löser alla översvämningssområden. Det gäller att skapa mer kapacitet i systemet genom att öppna upp kulvertar, öka kapaciteten på ledningar m.m. tillsammans med att skapa fördröjning där det är möjligt. Alltså flera olika typer av åtgärder på många olika platser i systemet, många bäckar små. Det finns alltså inte några lågt hängande frukter att plocka för att lösa problemen. För att lösa översvämningss Problemen behöver man göra många olika åtgärder, i detta kapitel har de mest effektiva åtgärderna beskrivits.

### **10.3.1 Sandbackadammen**

Sandbackadammen har redan idag en funktion och utformning som gör att åtgärderna för att öka fördröjningskapaciteten i den (åtgärd 3) är en åtgärd som ganska snabbt kan genomföras för att göra en stor skillnad. Sandbackadammen svämmade över hösten 2020 och orsakade skador, så även om effekten av åtgärden är relativt lokal bedöms den ändå som effektiv i att minska översvämningsriskerna i det området.

Att öka fördröjningsmöjligheterna i Sandbackadammen har effekt både vid höga naturmarksflöden och vid häftiga regn, dock främst vid häftiga regn.

### **10.3.2 Nytt utlopp**

Den mest effektiva åtgärden som sänker nivån signifikant i alla scenarion är att skapa ett ytterligare utlopp ut från systemet genom att anlägga en ny ledning i Häradsbävdingegatan (åtgärd 14). I modellen är ledningen inlagd med diameter 800 mm. Det sänker nivån i de södra delarna av parken med 0,2–0,5 m vid alla tre scenarion (höst, sommar, november 2020) samt ca 0,4 m vid svackan på Blå vägen. Detta kan dock inte betecknas som en enkel åtgärd att genomföra eftersom det är en av de omständligare och dyrare åtgärderna att vidta.

Som åtgärden är inlagd nu, med en 800 mm ledning, förvärrar den situationen vid Blå vägen. Vatten som fastnade vid Hagaparken utan åtgärden får en möjlighet att rinna vidare ner till Blå vägen, men en 800 mm ledning klarar inte av att avleda allt vatten som rinner till denna lågpunkt – dimensionen är för liten.

WSP har gjort simuleringar med ledningsdimensionen 1200 mm, denna skapar inga ökade nivåer vid Blå vägen och är således förmodligen tillräckligt stor. Mer utredningar kring exakt dimension och förläggningsmetod måste genomföras inför en eventuell projektering.

Att skapa ett nytt utlopp genom en ny stor ledning på detta sätt har effekt både vid höga naturmarksflöden och vid häftiga regn.

### **10.3.3 Magasin väster om väg 503**

Fördröjning väster om väg 503 (åtgärd 8, 9 och 16) har en stor påverkan, men endast vid extremt höga naturmarksflöden. Vid intensiva regn, då problematiken är som störst för stora delar av den bebyggda delen av avrinningsområdet, hjälper inte denna åtgärd nämnvärt.

Om flödesregleringen fördröjningen av Djupbäcken (åtgärd 8) sätts till 1 m<sup>3</sup>/s så kommer området vid strypningen inte översvämmas varje höst, utan bara någon gång ibland. Om kommunen vill ta höjd för en situation som är likadan som den som simuleras som November 2020 + 10-årsregn, scenariot är dock ovanligare än en 100-årssituation, så bör höjdsättningen göras så att ca 90 000 m<sup>3</sup> kunna fördröjas. Tyvärr finns ingen flödesdata (uppmätt eller på SMHIs vattenweb) tillgänglig för att avgöra vilket flöde det var hösten 2020 men de uppskattningar som WSP har gjort utifrån de noterade översvämningsarna har simulerats och gett fördröjningsbehovet 87 800 m<sup>3</sup> i detta läge för detta scenario med ett samtidigt 10-årsregn.

Om I20-området exploateras och i och med det får ett annat avrinningsmönster blir det väldigt viktigt att fördröjning skapas för de snabba regnen. Översvämningsytor/våtmarker/dammar i lägena för åtgärd 8/9 och 16 kan skapas för att före exploateringen av I20 skydda mot höga naturmarksflöden inom Sandbacka och Haga och efter exploateringen skydda mot extrema naturmarksflöden (lika de november 2020). Mer om I20s påverkan på dagvattenssystemet i avsnitt 10.4.

### 10.3.4 Öppna upp Hagaparken

Att öppna upp den södra delen av Hagaparken är en åtgärd med många fördelar, synligt vatten kan bli ett positivt inslag om det görs på rätt sätt. Slänterna som bildas riskerar att bli svårskötta och tar plats från aktivitetsytor. Denna öppning av bäcken skapar möjlighet för vatten att lättare transportera sig till det nya läget för kulvertering, där Hemvägen möter Djupbäcksvägen. Om dämmen byggs kan flödet stoppas upp något. För både sommarscenariot och november 2020-scenariot ger denna åtgärd högre nivåer vid Hemvägen och Blå vägen än dagens nivåer, därför bör denna åtgärd inte utföras ensam utan i kombination med andra åtgärder för att öka kapaciteten nedströms (t.ex. den nya utloppsledningen nämnd ovan). Att bara genomföra denna åtgärd skulle alltså förvärra situationen vid Hemvägen, Rothoffsvägen och Blå vägen.

Att öppna upp Hagaparken har effekt både vid höga naturmarksflöden och vid häftiga regn, dock måste kapaciteten nedströms öka för att inte endast förflytta översvämningen.

### 10.3.5 Sandaparken

Simuleringarna E och F visade att den åtgärd som volymmässigt är minst av alla de föreslagna åtgärderna (åtgärd 7, skåla Sandaparken till att bli en översvämningsyta vid höga nivåer i dagvattennätet) faktiskt har en betydelse för att minska översvämningsrisken på omkringliggande gator.

Att skapa en översvämningsyta i Sandaparken har effekt främst vid häftiga regn.

## 10.4 EXPLOATERING I20

När I20 exploateras finns stora möjligheter att låta exploateringen minska översvämningsrisken på Haga. När naturmarkområden exploateras till bostadsområden ändrar avrinningsmönstret från att generera långsamma naturmarksflöden till att ge snabba flödestoppar vid regn. Eftersom det är just den snabba avrinningen som redan idag är det stora problemet för dagvattennätet inom Haga och Sandbacka är det därför viktigt att de häftiga regnen beaktas vid exploatering.

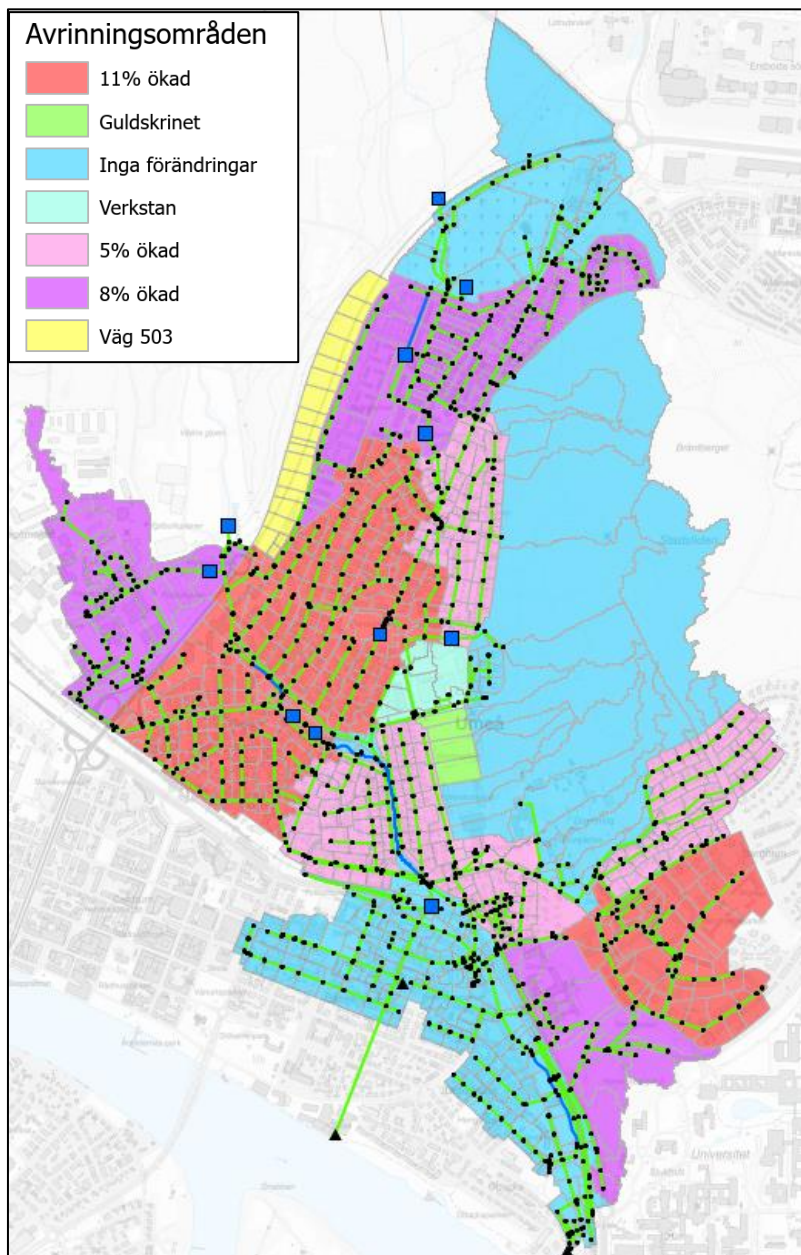
Ca halva Djupbäckens avrinningsområde väster om Haga planeras att exploateras, för Sandbäckens avrinningsområde är det i dagsläget ca en femtedel av naturmarken som planeras att bebyggas.

Exploateringen bör ta hand om sitt 100-årsflöde, och fördröjas så att utflödet är samma som naturmarken ger idag vid 10-årsregn. I dagvattenhanteringen finns stora möjligheter att göra en bra sammantagen lösning för både I20-området och dagvattennätet nedströms, men också en risk att förvärra en redan ansträngd situation om inte 100-årsregnet fördröjs. Det är den snabba avrinningen vid intensiva regn som orsakar störst problem, och en ny stadsdel skulle kunna skapa stora problem i de områden som idag är riskområden. Därför måste den snabba avrinningen tas omhand nära källan, medan naturmarksavrinningen tillåts att tillfälligt översvämma en yta som en höjdsatt därefter.

Om dagvattenanläggningar skapas så att 100-årsregnet fördröjs och endast släpper ut de flöden som motsvarar naturmarkens avrinning idag förvärras inte situationen på Haga/Sandbacka, och det finns dessutom en möjlighet att höstsituationen förbättras vid blöta höstar som den 2020. Eftersom mark som brukade ge ett naturmarksflöde ändrar karaktär skulle en regnserie likt den som var september-november 2020 ge mindre trög naturmarksavrinning och mer snabb avrinning. Den snabba avrinningen skulle fördröjas inom I20-området och den tröga avrinningen till Djupbäcken/Sandbäcken skulle bli lägre, och därför kanske åtgärd 8 och 16 inte behöver ha samma storlek om I20-området byggs ut och naturmarksavrinningen därmed minskar.

## 10.5 FÖRTÄTNING

WSP har i dialog med Umeå kommun tagit fram ett förtätningsförslag med två scenarion. Förtätningen innebär en förändrad markanvändning (mer tak) som ger upphov till större avrinning. Detta ökade dagvattenflöde representeras i modellen av en ökad avrinningskoefficient. Områdena syns i Figur 82.



Figur 82. Olika områden i modellen som fått förändrade avrinningskoefficienter för att skapa ett framtidsscenario för Haga.

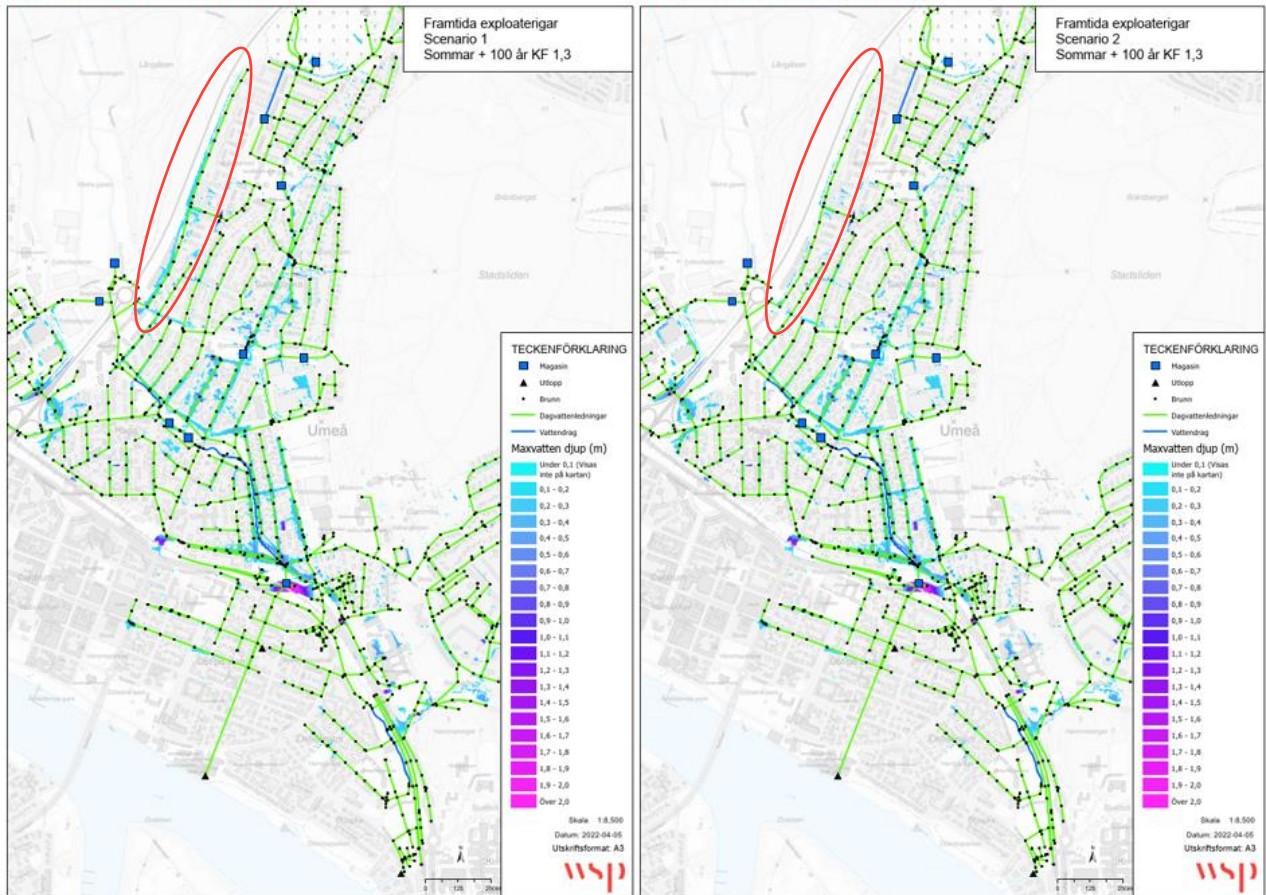
Väg 503, Guldkrinet och Verkstan har alla en planerad ny markanvändning som WSP har modellerat, medan för de övriga områdena har en uppdelning gjorts i:

- småhusbebyggelse som efter överslagsberäkningar antas kunna exploateras så att avrinningskoefficienten ökar 5 %, vilket motsvarar ett nytt Attefallshus per vartannat existerande småhus
- Flerbostadshusbebyggelse som antas kunna exploateras så att avrinningskoefficienten ökar 11 %, vilket motsvarar ett nytt hus med 100 m<sup>2</sup> takyta per vartannat existerande bostadshus
- Övrig bebyggelse som lär förtätas men inte kan beräknas har fått ett medelvärde, 8 %
- Områden som inte beräknas förtätas har inte fått något påslag (utöver klimatfaktorn på 1,3)

Två scenarier har simulerats, scenario 1 där väg 503s ökade avrinning leder dagvattnet in mot befintligt nät på Haga/Sandbacka och scenario 2 där väg 503s vatten leds mot I20-området där det fördröjs (och därför inte belastar nätet på Haga/Sandbacka alls). Skillnaden mellan de olika scenarierna är främst öster om väg 503, där det närmsta bostadsområdet får en mer omfattande marköversvämning i scenario 1, se Figur 83.

### Framtida exploateringar Scenario 1 med kombinerad modell A+B

### Framtida exploateringar Scenario 2 med kombinerad modell A+B



Figur 83, skillnader mellan scenario 1 och scenario 2 när det gäller marköversvämning. Skillnaden är lokaliserad just öster om det berörda området, markerat med röd ellips.

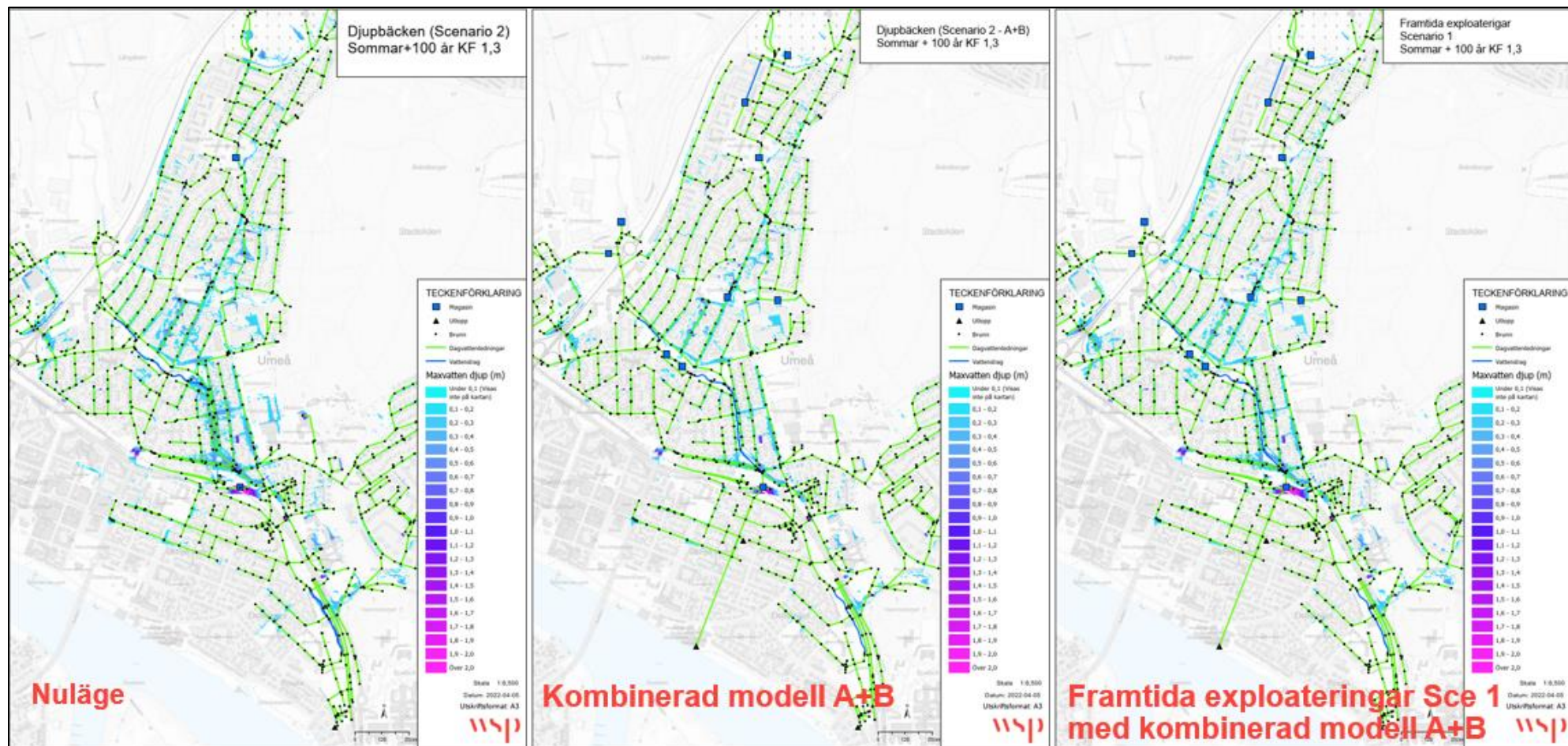
Simuleringen gjordes med kombinerade modellen A+B som grund eftersom Umeå kommun bedömde att denna var den kombination som på det hela taget minskade översvämningsrisken mest av de olika kombinationsmodellerna.

Simuleringen gjordes endast för sommarsituationen eftersom översvämningsituationen då är omfattande i stora delar av utredningsområdet.

Simuleringsresultaten jämfört med nuläget och kombinationsmodell A+B utan förtätning redovisas i Figur 84 respektive Figur 85.

## Sommarflöde med 100-årsregn

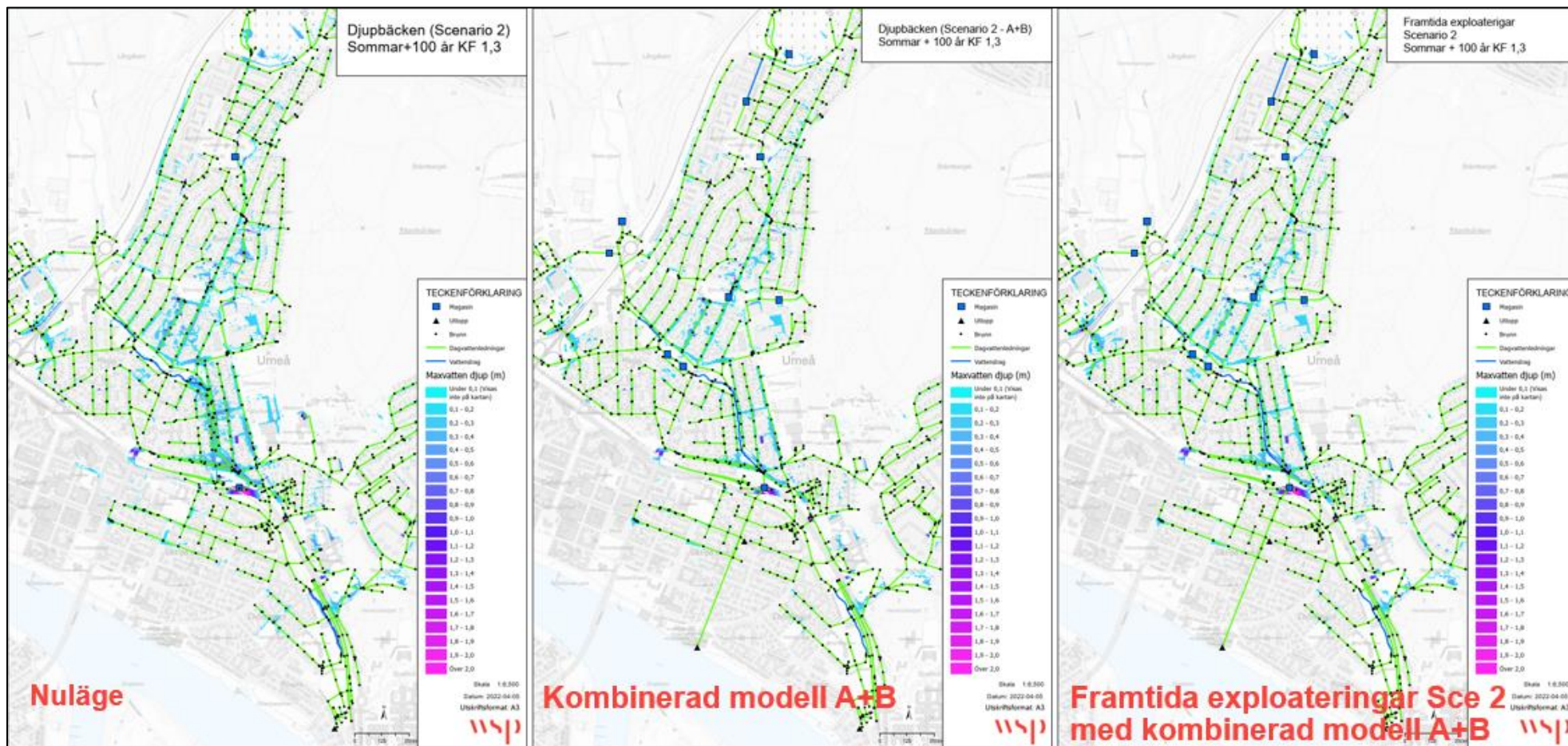
Scenario 1: Väg 503s ökade dagvatten leds till dagvattennätet på Haga.



Figur 84. Vattendjup och vattenutbredning. Sommarsituation vid scenario 1 på kommande förtätning. 2D-simulering

## Sommarflöde med 100-årsregn

Scenario 2: Väg 503s ökade dagvatten leds till I20-området där det fördröjs, och belastar således inte dagvattennätet på Haga.



Figur 85. Vattendjup och vattenutbredning. Sommarsituation vid scenario 1 på kommande förtätning. 2D-simulering.



Slutsatserna från exploaterings-simuleringarna är:

- De ökade dagvattenmängderna sprids inte ut till en liten ökad översvämning över hela området utan ackumuleras för att orsaka än större översvämningar framförallt i svackan på Blå vägen men också till viss del i området runt södra Hagaparken och i området mellan denna och Blå vägen.
- De simulerade översvämningarna vid exploatering i modell A+B blir ändå för de allra största delarna av utredningsområdet mindre än nulägessimuleringen. Detta innebär att om åtgärder vidtas enligt modell A+B kommer **inte** en ökad exploatering att återskapa de problem som byggts bort.
- Eftersom de ökade marköversvämningarna är koncentrerade till ett geografiskt område som berör två olika åtgärdsförslag, 1 och 14, kan dessa med fördel dimensioneras för den ökade exploateringen. Det finns därför stora möjligheter att i projekteringen ta höjd för en ökad avrinning, vilket skulle innebära att exploatering kan ske utan ökade översvämningrisker.

Dock har ett antal förenklingar gjorts i denna utredning som det bör tas hänsyn till:

1. Den ökade avrinningen är schematiskt uträknad genom att ta ett representativt område och beräkna vad den ökade takarean skulle innebära för avrinningskoefficienten. Det är inte baserat på faktisk förtätning och endast tak är medräknat, ej ökade parkeringsytor och/eller övrig hårdgöring av fastigheterna som att förändra från grusparkering till asfalt eller dylikt.
2. Lokalt kan det finnas stora skillnader vid förtätning om markytans lutning eller ledningarnas storlek är ofördelaktig, vid varje större förtätning bör en bedömning göras av vilka dagvattenåtgärder som ska vidtas.
3. Simuleringarnas resultat visas i spann om 1 dm i höjd och i ett raster om 4\*4 m i plan. En översvämning på 20 och 29 cm har samma färg i kartorna men kan innebära stor skillnad för en fastighet. På samma sätt kan det genomsnittliga djupet på en 4\*4 m ruta vara annorlunda från ett punktdjup i den rutan, som i sig är mycket högre och kan orsaka skada.

Med dessa förenklingar och slutsatser rekommenderar WSP att om nya byggnader anläggs så bör krav ställas på att varje ny fastighet ska ta hand om sitt vatten. WSP föreslår kravet att fastigheten inte får släppa ut mer vatten än de gjort tidigare. Helst ska man minska vattenmängden från fastigheten jämfört med idag, inte bara med fördröjning utan även med t.ex. markanvändning - kan parkeringar bli mindre eller ändras till grus? Viktigt också att beakta att om fördröjningsåtgärder anläggs för att minska avrinningen vid 10-årsregn kommer de inte vara stora nog för att fördröja ett 100-årsregn.

## 10.6 LOD – LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN

I projektet har LOD-lösningar likt VA-syds "regntunnekampanj" tagits upp. VA-syd lyckades koppla bort snabbt dagvatten i denna kampanj, men eftersom det dels är oklart hur långsiktiga dessa effekter är och det dessutom är så att varken Vakin eller kommunen har rådighet kring dessa frågor beslutades att LOD inte skulle beaktas i denna utredning.

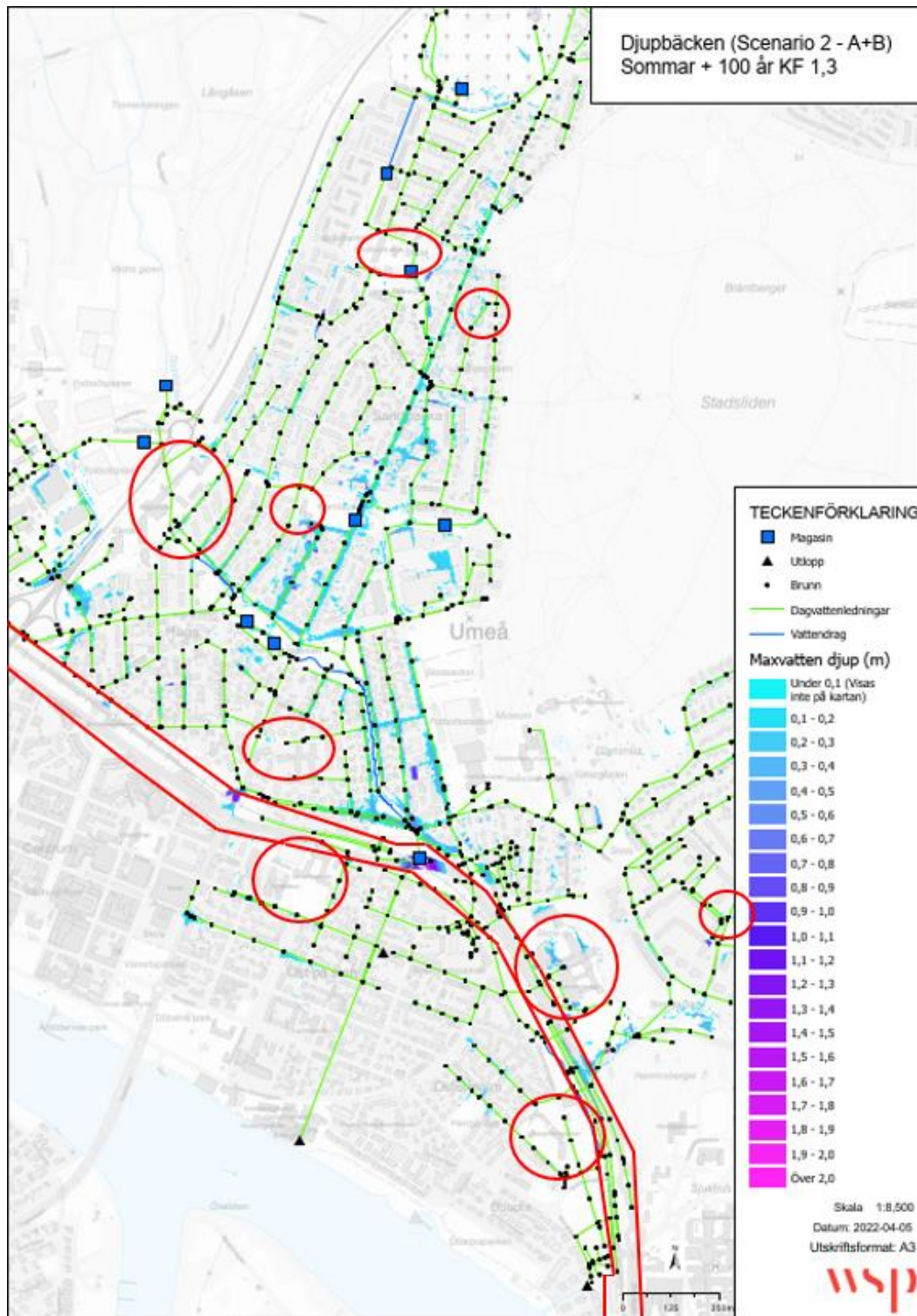
Det skadar inte att inom de hårdgjorda områdena arbeta med LOD och grönytefaktorer men eftersom effekten över tid är osäker är det inget som kan tas med i dimensionering av dagvattenåtgärder.

## 10.7 BLÅ VÄGEN

Blå vägen är en viktig väg för biltrafik och utryckningsfordon till inlandet, så när Blå vägen har framkomlighetsproblem kan det få stora konsekvenser. Det finns en dagvattenpumpstation i lågpunkten men de drifterfarenheter som finns är att både under hösten 2020 och vid stora regn i övrigt så klarar inte pumpstationen av att avvattna lågpunkten. Troligtvis beror detta på att vatten strömmar till området via dagvattennätet från ett mycket större område än vad pumpstationen dimensionerats för.

## 10.8 KÄNSLIGA OMRÅDEN

Det finns vissa områden som är extra känsliga för översvämningar: järnvägar, utryckningsvägar och fastigheter/anläggningar som har samhällsviktiga funktioner. Hur läget på dessa förhåller sig till översvämningssområden idag har utretts i utredningen kring den samhällsekonomiska kostnaden av ett skyfall som WSP genomfört åt Umeå kommun (uppdragsnummer 10275468, 2018-12-21). Hur dessa områden står sig om åtgärder utförs enligt kombinerad modell A+B syns i Figur 86.



Figur 86. I bilden visar områden som är särskilt känsliga för översvämningar samhällsekonomiskt: järnväg och järnvägsstationer, viktiga vägar för utryckningsfordon, vårdboenden, gruppboenden, förskolor och skolor.

## 11 SLUTSATS

WSP har kommit fram till följande slutsatser i samråd med Umeå kommun och Vakin:

- För att minska risken för översvämningar är det inte enbart ett åtgärdsförslag som är lösningen, det krävs flera olika åtgärder på flera olika platser.
- Man behöver anlägga flera olika åtgärder samtidigt för att klara de allra flesta översvämningarna. Dock försvinner inte alla översvämningar. Trots alla de åtgärdsförslag som har simulerats har WSP inte nått hela vägen fram med att lösa alla översvämningsproblem. Fler fördjupande utredningar behöver göras för att utreda hur översvämningarna som är kvar påverkar befintlig bebyggelse och vägar, samt vilka åtgärder som behöver vidtas för att leda dessa vattenmängder "rätt" så att översvämningen kan ske utan att orsaka skada.
- De områden som fortsatt blir översvämmade är bland andra Rothoffsvägen, Gustav Garvares gata och Östra Kyrkogatan (vid Solvändan och Lövstigen), se karta i Figur 80. Eftersom Gustav Garvares gata har byggts om för att minska översvämningssproblematiken är det inte troligt att den marköversvämning som sker där leder till skador på fastigheterna. De övriga två områdena, Rothoffsvägen och Östra Kyrkogatan (vid Solvändan och Lövstigen), bör studeras vidare för att se hur dagvattenhanteringen kan förbättras med t.ex. sekundära rinnvägar.
- De största översvämningarna orsakas av de kraftiga regnen på hårdgjorda ytor. Höga flöden från Djupbäcken har betydelse men det är inte dessa som orsakar de största översvämningarna.
- Många av åtgärderna innebär att skapa fördröjning inom befintliga grönområden. Det är viktigt i projekteringen att beakta att dessa ytor har många olika användningsområden och kvaliteter, och även om fördröjning måste skapas måste även andra parkkvaliteter tillgodoseas. Det är i många fall välbesökta områden.
- Exploatering kommer ske inom området, och om åtgärderna i anslutning till södra Hagaparken och Blå vägen dimensioneras för ökad avrinning behöver inte ökad exploatering inom hårdgjort område innebära ökad översvämningssrisk. Dock kommer en ökad exploatering att generera mer vatten, och innan åtgärder är genomförda orsakar allt tillkommande vatten ökade problem. Därför bör beslut om att vidta åtgärder fattas så fort som möjligt samt att kommunen bör vara restriktiv till ökad exploatering fram tills åtgärderna genomförts.

## 11.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Baserat på modelleringsresultaten och i dialog med Umeå kommun och Vaklin har WSP delat in de olika åtgärderna i en av fyra kategorier: Väldigt effektiva åtgärder, åtgärder med effekt, åtgärder med viss effekt och åtgärder som kan uteslutas.

Väldigt effektiva åtgärder:

- Ny utloppsledning till älven från Hemvägen ner längs Häradsövdingegatan (åtgärd 14)
- Öka fördröjningsvolymen i Sandbackadammen (åtgärd 3)
- Skapa översvämningssyta i Sandparken (åtgärd 7)
- Öppna upp Hagaparken (åtgärd 1, men för att få korrekt effekt måste kapaciteten ökas nedströms (åtgärd 14 eller 18))
- Skapa stora fördröjningsytor uppströms väg 503 (åtgärd 8, 9 och 16), storleken måste utredas vidare baserat på planerad markanvändning i området och vilket naturmarksflöde som ska fördröjas
- Ny fördröjning mellan Norra Kyrkogården och Sandbackadammen (åtgärd 2)

Åtgärder med effekt:

- Skapa magasin på kv Guldskrinet (åtgärd 19)
- Flödesreglering vid Maja Beskowskolan (åtgärd 17)

Åtgärder med viss effekt:

- Magasin vid Erikslundsvägen för att fördröja delar av Stadslidens vatten (åtgärd 10)
- Avslutning av dagvattenledning i Nygatan (åtgärd 15)

Åtgärder som kan uteslutas:

- Magasin i västra Hagaparken (åtgärd 4) – har effekt men tar i princip hela parken i anspråk, parken är väldigt välbesökt i dagsläget.
- Öka ledningsdimensioner mellan Hagaparken och öppna delen av bäcken vid Blå vägen (åtgärd 18) – har effekt men behöver inte undersökas mer om åtgärd 14 genomförs. Väldigt svår och kostsam åtgärd.
- Ny damm från Berghem (åtgärd 5) – har viss effekt men ersätts av åtgärd 17 som är mindre kostsam.
- Ny 1400-ledning i Rothoffsvägen (åtgärd 6) – har väldigt liten effekt.
- Omkopplingar Öst på stan (åtgärd 11 och 12) – har väldigt liten effekt.
- Ny utloppsledning Öst på stan (åtgärd 13) – har väldigt liten effekt.

WSP rekommenderar att alla de väldigt effektiva åtgärderna utreds vidare, projekteras och anläggs som ett första steg. De två som bedöms ta kortast tid att projektera och genomföra är åtgärd 3 och åtgärd 7. Minst kostnad har förmodligen åtgärd 7. Åtgärd 1 ger i sig endast en förändrad översvämningssituation, inte otvetydigt förbättrad, så den föreslås anläggas efter eller i nära anslutning till att åtgärd 14 anläggs. När åtgärd 14 anläggs (och är stor nog) är åtgärd 1 mycket effektiv.

När de väldigt effektiva åtgärderna är projekterade kan med fördel en ny simulering göras med mer exakta volymer, för att avgöra om kommunen måste öka på med nästa nivå, åtgärder med effekt, för att uppnå en tillräckligt minskad översvämningssituation. Samma metodik kan vid behov upprepas med åtgärderna med viss effekt.

## 12 FORTSATT UTREDNING

Denna rapport redovisar de åtgärdsförslag som är utredda, de är inte optimerade eller avvägda mot andra intressen som t.ex. kostnadseffektivitet eller parkkvaliteter. I de fortsatta utredningarna kan man jobba vidare med att göra avvägningar, optimera, göra fortsatta kombinationsmodeller i nya konstellationer och/eller förändra volymer eller flödesregleringar.

Den hydrauliska modellen kan med fördel fortsätta användas för att undersöka behov av och storlek på en damm/flödesreglering vid Guldskrinet samt en eventuell placering. Även vid exploatering av andra kvarter och fastigheter kan modellen användas i ett detaljplaneskede för att simulera effekter av nya åtgärder på eller vid dessa fastigheter.

Inför exploateringen av I20-området bör modellen användas. När projekteringen påbörjats rekommenderas att en simulering körs där RDI-området idag byggs om till att få dessa hårdgjorda ytor och planerade lokala fördröjningsåtgärder inom I20-området. Det nya avrinningsmönstret kan observeras för att säkerställa att flödena in till Haga inte blir större än de är idag.

De översvämningar som kvarstår behöver fördjupande utredningar, hur kan markhöjderna korrigeras, vart kan vattnet ledas, behöver mer fördröjning skapas? Även placering av fördröjningsdammar behöver kontrolleras.

I detta uppdrag har WSP inte satt en prislapp på de olika åtgärdsförslagen som tagits fram. Detta för att i ett så tidigt skede är osäkerheterna för en kalkyl för stora. Alla åtgärdsförslag är framtagna översiktligt. För att kunna få fram ett kostnadsförslag behöver man utreda varje åtgärdsförslag med en större detaljeringsgrad efter genomförda geotekniska och hydrogeologiska utredningar. Eftersom gestaltning kan bli en stor del av kalkylen är det också önskvärt att det finns en tanke kring detta när en kostnadsbedömning tas fram.

Den hydrauliska modellen kan förfinas genom att ha flödesmätning i Djupbäcken.

Något som inte alls berörts i denna rapport är möjligheterna att fördela vatten från detta avrinningsområde till ett helt annat, t.ex. genom att skapa avskärande diken som leder delar av Stadslidens vatten åt t.ex. Mariehemsängarna. Dessa sorters förslag kan endast utredas om det har säkerställts att det finns kapacitet över i ett annat avrinningsområde, eller att det finns lämpliga översvämningssytor där. Om de omringande dagvattennäten och skyfallssituationerna analyseras så kan denna sorters förslag också börja utredas.

En plan med akuta åtgärder skulle kunna skapas om ett större regn än vad dagvattennätet har kapacitet för skulle falla kan tas fram. Denna plan skulle beskriva var proppning, vallning och pumpning skulle kunna ske, med läge för och storlek på pumpar.

Statliga bidrag till lokala naturvårdsprojekt är medfinansierat för genomförandet av detta projekt.



## VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 48 700 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. Så tar vi ansvar för framtiden.

**wsp.com**

### WSP Sverige AB

601 86 Norrköping  
Besök: Södra Grytsgatan 7

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



## GENOMFÖRDA FÖRÄNDRINGAR PÅ LEDNINGSMODELLEN

### Sammanfattning

WSP har inför den hydrauliska utredningen fått en dagvattenmodell från VAKIN. Denna modell levererades i 1D och har kopplats med en markmodell för att skapa en 2D-modell över Haga, Sandbacka, Fridhem samt delar av Öst på stan och Berghem. WSP har gjort ett antal korrigeringar i modellen i arbetat med detta uppdrag, och föreliggande PM redovisar dessa förändringar.

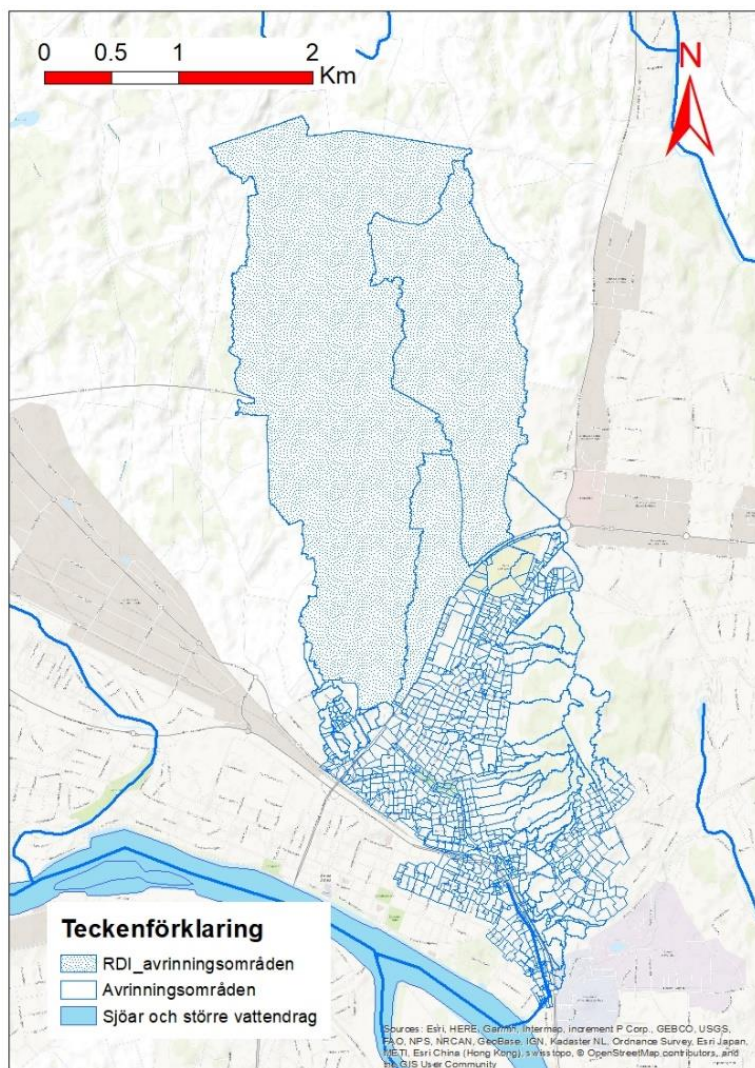
### Modellförändringar

#### Uppdatering till MIKE+

Dagvattenmodell har uppdaterats till Mike+ 2021 från Mike urban 2020.

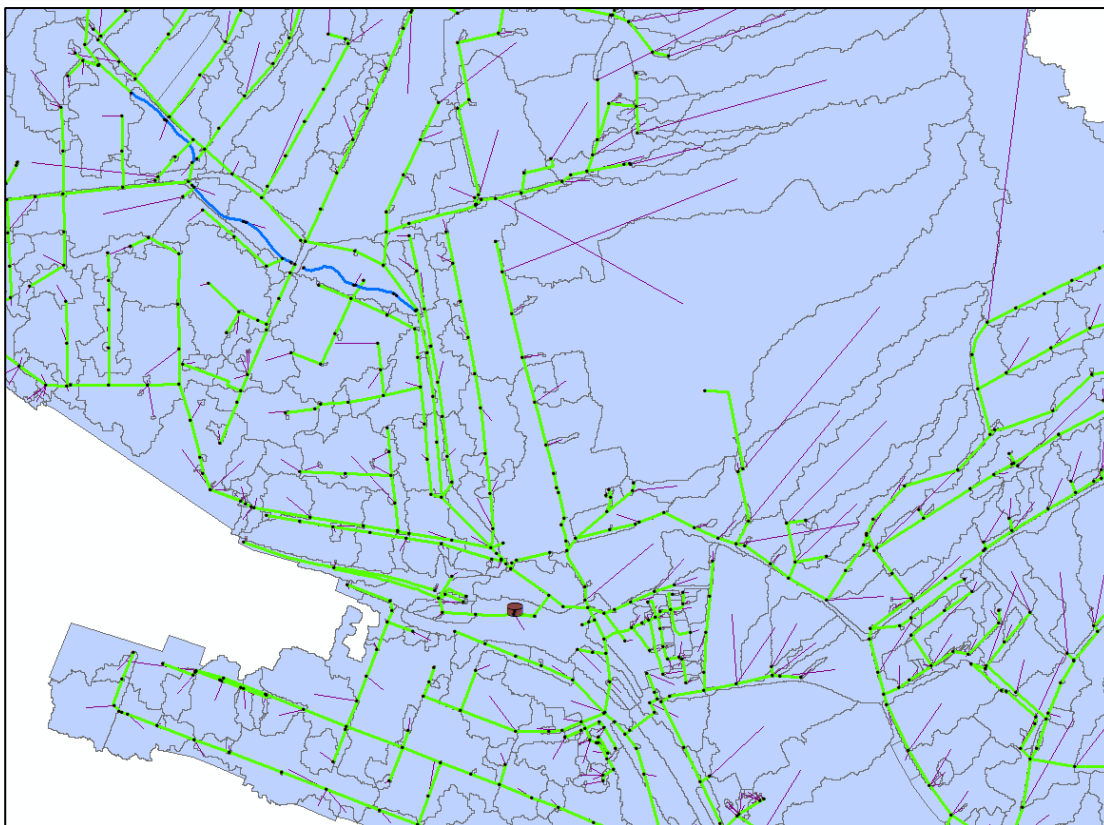
#### Uppdatering av avrinningsområden

I den levererade modellen var avrinningsområdena för Djupbäcken och Sandbäcken "vanliga" avrinningsområden med Time Area avrinning, d.v.s. endast direkt på verkan vid regn. Eftersom det handlar om stora naturmarksområden som genererar naturmarksflöden under långa tidsperioder har de uppdaterats och ligger nu som RDI-avrinningsområden i ny modellen, se Figur 1.

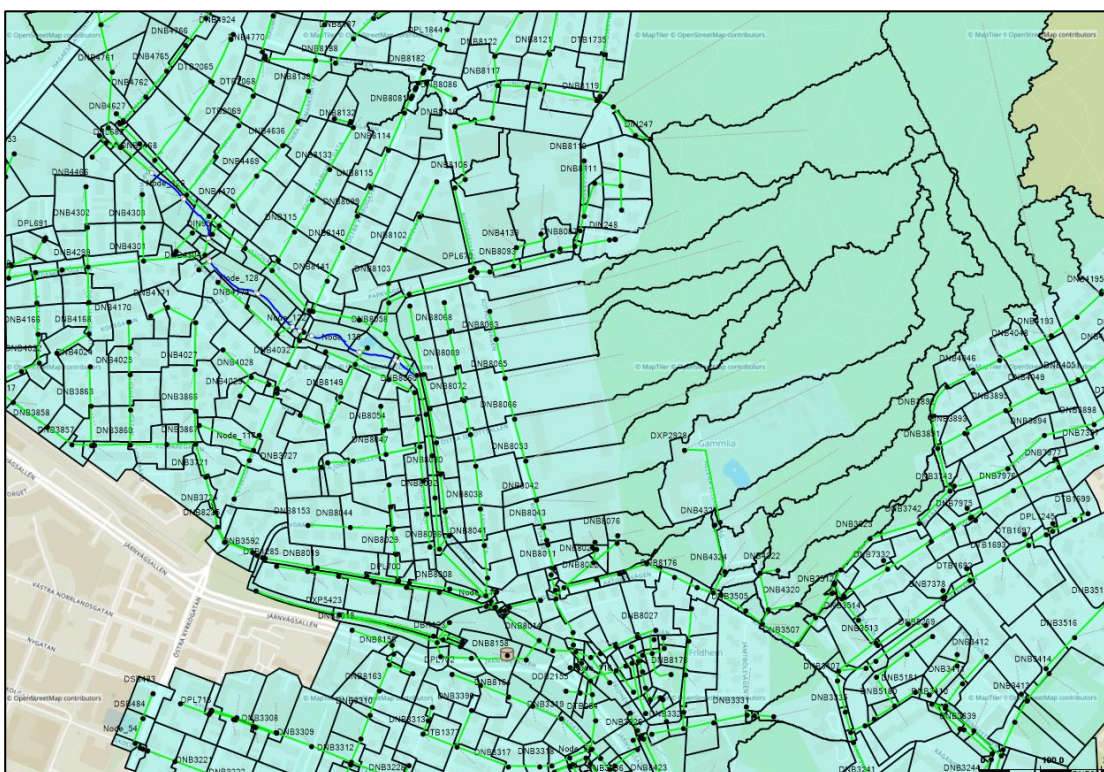


Figur 1: Djupbäckens olika delavrinningsområden. De tre områdena längst i norr är RDI-avrinningsområden (naturmarksflöde) medan de andra avrinningsområdena är kopplade till ledningsnätet.

Avrinningsområdena i modellen har uppdaterats enligt fastighetsgränser och ytavrinningsstråk för att beskriva dem bättre. I Figur 2 syns hur gränserna såg ut först och i Figur 3 syns de nya.



Figur 2: Gamla avrinningsområdena i modellen



Figur 3: Nya avrinningsområdena i modellen



## Uppdatering av sektionerna för Djupbäcken

I den tidigare modellen har en artificiell vägg som är 70m hög lagts till i sektionen för bäcken genom Haga, ett exempel visas i Figur 4.

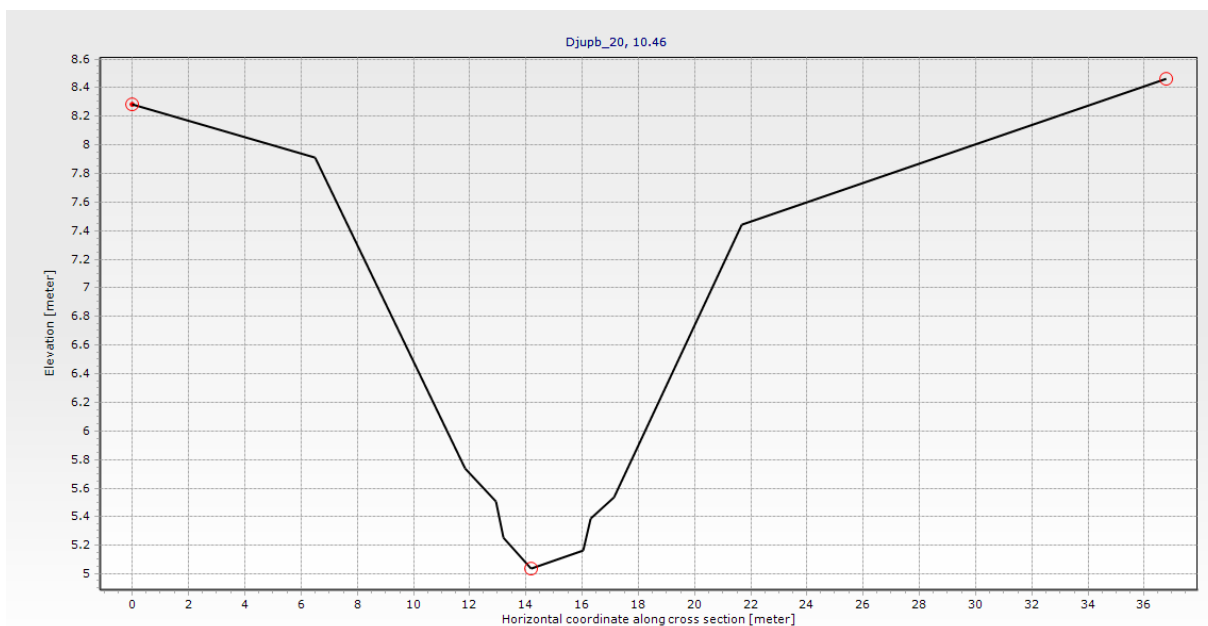


Figur 4: Sektion i den levererade modellen (med lodräta väggar)

Väggarna i de nya sektionerna i modell har tagits bort och sektionernas kanter har följande parametrar.

- Sektionerna i 1D-modellen ges en extrapoleringsparameter för att beräkna vattennivån över vallhöjden.
- Sektionerna i 2D-modellen är kopplade till markens höjd (som finns med i modellen)

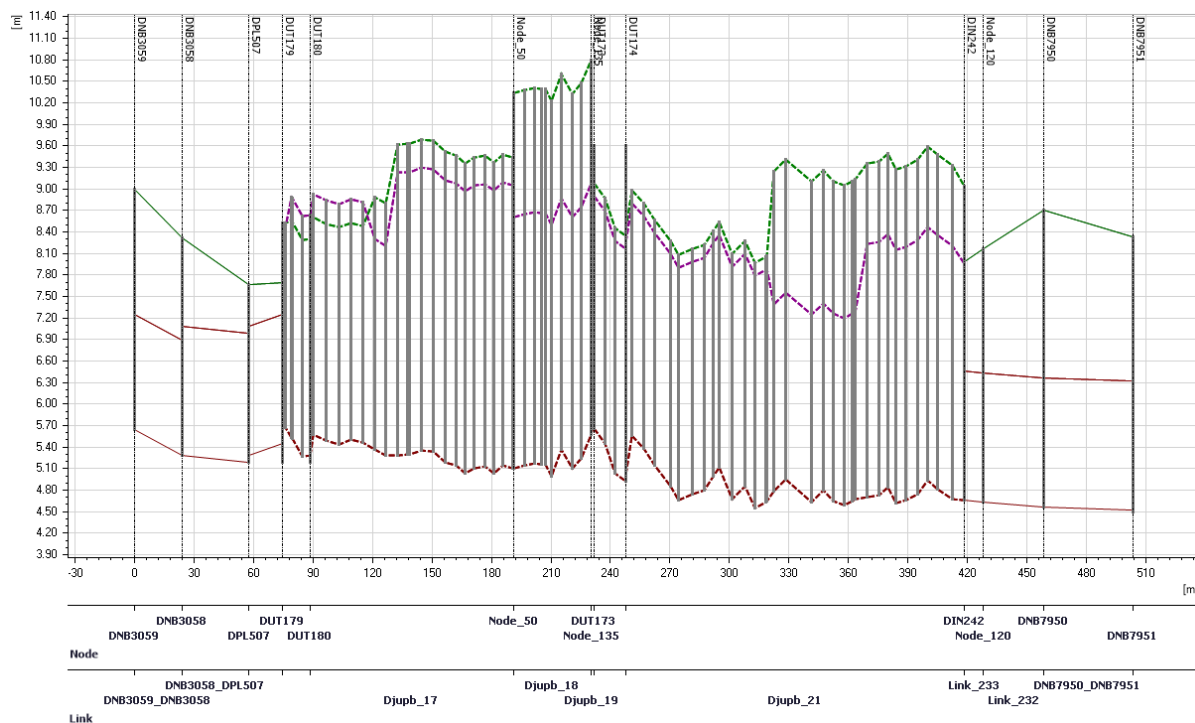
Exempel på en ny sektion syns i Figur 5.



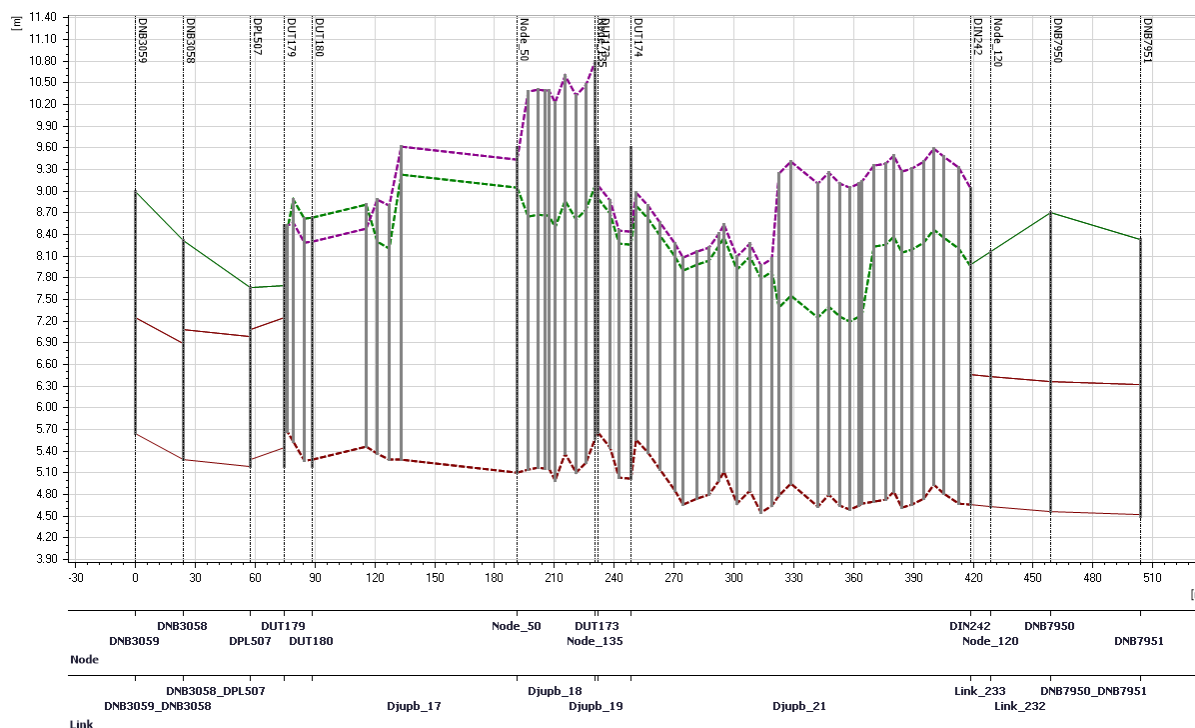
Figur 5: Sektion i ny modell (där de röda punkterna antingen extrapoleras eller kopplas till markhöjden)

## Borttagning sektioner som skapar instabilitet i modellen

I modellen fanns "onödigt många" inmätta sektioner i modellen, vilket skapade instabilitet. De överflödiga sektionerna (som skapade instabiliteten i modellen) togs bort för att öka kalkylstabiliteten utan att vattendragets hydrauliska egenskaper ändras. De sektioner som är kvar valdes med omsorg för att korrekt beskriva bäcken och hydrauliken i den. I Figur 6 visas de tidigare sektionerna och i Figur 7 de slutgiltiga.



Figur 6: Sektionerna där Djupbäcken går genom Hagaparken i den tidigare modellen



Figur 7: Sektionerna där Djupbäcken går genom Hagaparken i den nya modellen

## Uppdatering Sandbackadammen

I den tidigare modellen var Sandbackadammen beskriven med sektioner längs en CRS, denna lösning har ersatts med bassäng och bräddavlopp i modellen utifrån de höjder som finns. Detta innebär att istället för att hela dammen antas finns tillgänglig vid ett regn så är endast reglervolymen (alltså den volym som finns mellan permanenta utloppet och när dammen bräddar över kanten) tillgänglig, resten står ju vattenfylld för jämnan och kan inte fördröja dagvatten.

Malmö 2022-05-04

WSP Sverige AB

Mohit Jangid

## BILAGA 2 - DJUPBÄCKEN VATTENBALANS

### Sammanfattning

WSP har inför den hydrauliska utredningen fått en dagvattenmodell från VAKIN. Denna modell levererades i 1D och har kopplats med en markmodell för att skapa en 2D-modell över Haga, Sandbacka, Fridhem samt delar av Öst på stan och Berghem. Detta PM fokuserar på vattenbalans från detta översvämninganalys.

### Simulerande scenarion (naturmarksavrinning och regnhändelse)

1. Höstflöde i Djupbäcken och Sandbäcken med 10 års 6tim CDS regn med KF 1,3
2. Sommarflöde i Djupbäcken och Sandbäcken med 100 års 6tim CDS regn med KF 1,3
3. Nov 2020-flöde i Djupbäcken och Sandbäcken med 10 års 6tim CDS regn med KF 1,3

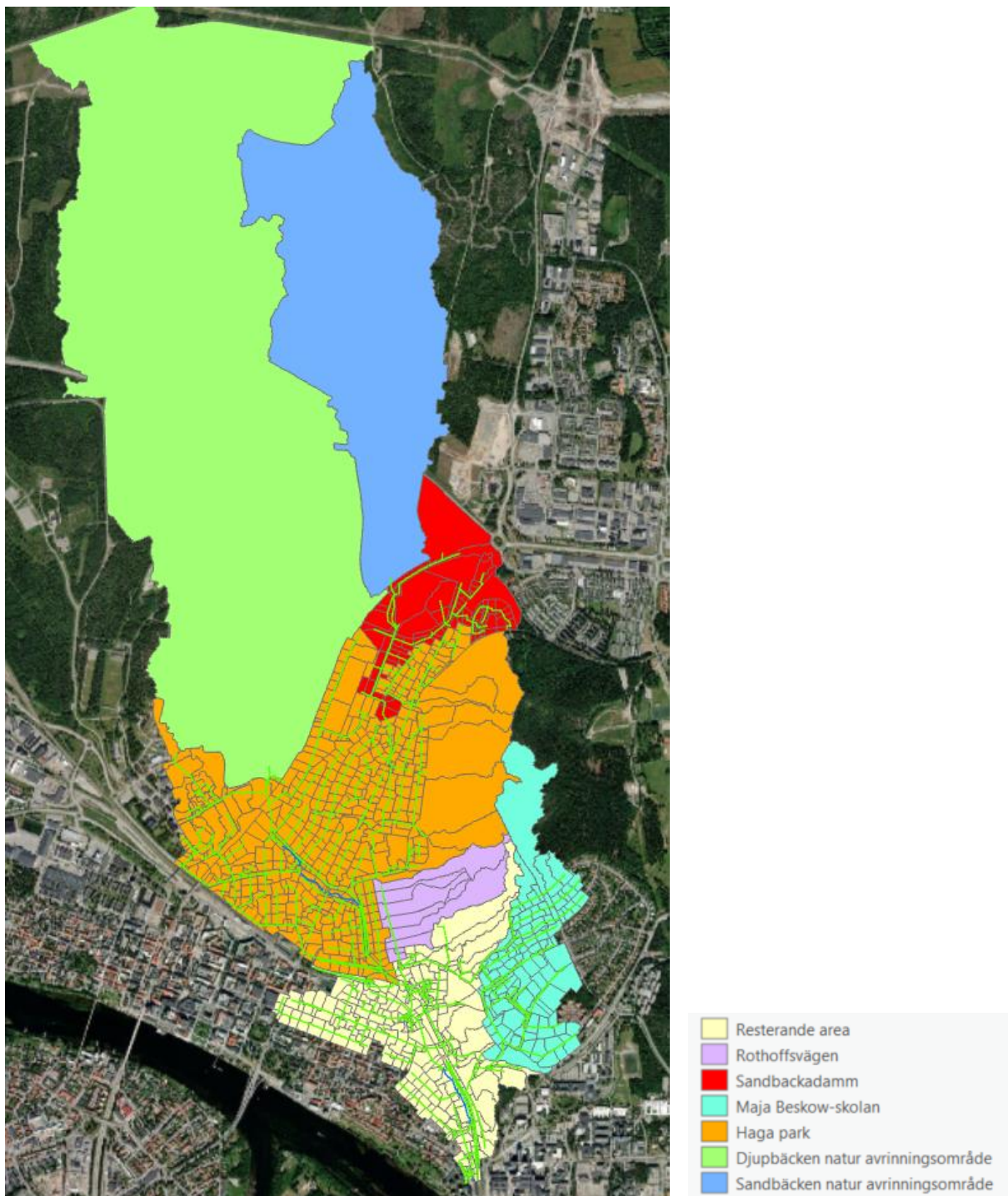
Dessa beräkningar visas i Tabell 1.

Tabell 1 : Regnhändelse och flöde

Regnhändelse	
10 års 6 tim CDS regn	41,55 mm
100 års 6 tim CDS regn	84,53 mm
10 års 6 tim CDS regn med KF 1,3	54,02 mm
100 års 6 tim CDS regn med KF 1,3	109,89 mm
Djupbäckens och Sandbäckens flöden	
Sommar Djupbäcken	0,060 m <sup>3</sup> /s
Sommar Sandbäcken	0,022 m <sup>3</sup> /s
Höst Djupbäcken	0,123 m <sup>3</sup> /s
Höst Sandbäcken	0,045 m <sup>3</sup> /s

## Delområden

För att beskriva hur stora volymer och flöden som genereras i olika delar av avrinningsområdet har modellen delats upp i sju delområden enligt Figur 1.



Figur 1. Delområden för beräkning av reducerad area som visas i Tabell 2.

Tabell 2 : Modell delområden och reducerad area

Delområde	Typ	Nuläge reducerat area (ha)
Sandbäcken naturmark	RDII avrinningsområde	
Djupbäcken naturmark	RDII avrinningsområde	
Sandbackadammen	Time area avrinningsområde	10,27
Hagaparken	Time area avrinningsområde	64,78
Rothoffsvägen	Time area avrinningsområde	9,13
Maja Beskowskolan	Time area avrinningsområde	18,65
Resterande area mellan Haga park och Umeälvens utlopp	Time area avrinningsområde	24,50
<b>Total reducerad area</b>		<b>127,33</b>

## Delområde 1 - Djupbäckens naturavrinningsområde

 Tabell 3 : Volym från Djupbäckens naturmarkavrinningsområde RDII modell (m<sup>3</sup>)

Månad	Volym (m <sup>3</sup> )				
	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	225 580	45 249	73 264	242 253	229 659
Februari	102 742	21 231	123 634	638 266	161 538
Mars	311 260	13 033	256 630	419 269	306 763
April	201 491	505 051	379 482	180 079	620 974
Maj	100 087	448 953	137 251	95 156	125 364
Juni	51 502	129 010	70 245	70 765	
Juli	20 879	76 435	34 881	68 596	
Augusti	14 068	49 326	79 326	29 883	
September	140 380	119 010	162 477	152 449	
Oktober	332 205	177 694	267 037	646 975	
November	253 597	216 061	235 069	782 594	
December	220 166	291 169	414 671	726 175	

 Tabell 4 : Maxflöde från Djupbäckens naturmarkavrinningsområde RDII modell (m<sup>3</sup>/s)

Månad	Maxflöde (m <sup>3</sup> /s)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	0,416	0,026	0,047	0,227	0,157
Februari	0,099	0,011	0,300	2,060	0,510
Mars	0,530	0,007	0,364	1,100	0,362
April	0,238	0,601	0,536	0,178	0,705
Maj	0,520	0,676	0,197	0,116	0,104
Juni	0,082	0,144	0,165	0,293	
Juli	0,010	0,081	0,033	0,087	
Augusti	0,011	0,033	0,516	0,034	
September	0,565	0,237	0,664	0,634	
Oktober	0,507	0,306	0,655	1,965	
November	0,281	0,358	0,308	4,049	
December	0,367	0,466	0,481	1,682	

## Delområde 2 - Sandbäckens naturmarkavrinningsområde

 Tabell 5 : Volym från Sandbäckens naturmarkavrinningsområde RDII modell (m<sup>3</sup>)

Månad	Volym (m <sup>3</sup> )				
	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	82 207	16 488	26 693	88 307	83 710
Februari	37 435	7 735	44 953	232 522	58 632
Mars	113 363	4 748	93 501	152 742	111 764
April	73 434	183 786	138 331	65 638	226 408
Maj	36 485	163 770	49 969	34 667	45 705
Juni	18 763	47 000	25 620	25 780	
Juli	7 606	27 834	12 713	24 991	
Augusti	5 125	17 982	28 898	10 885	
September	51 142	43 340	59 194	55 510	
Oktober	120 985	64 642	97 248	235 685	
November	92 390	78 804	85 631	285 119	
December	80 245	106 094	151 039	264 548	

 Tabell 6 : Maxflöde från Sandbäckens naturmarkavrinningsområde RDII modell (m<sup>3</sup>/s)

Månad	Maxflöde (m <sup>3</sup> /s)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	0,144	0,010	0,017	0,081	0,057
Februari	0,036	0,004	0,109	0,757	0,179
Mars	0,188	0,002	0,132	0,404	0,131
April	0,083	0,217	0,193	0,063	0,249
Maj	0,179	0,246	0,071	0,042	0,038
Juni	0,029	0,050	0,059	0,106	
Juli	0,004	0,029	0,012	0,030	
Augusti	0,004	0,012	0,180	0,012	
September	0,198	0,082	0,242	0,228	
Oktober	0,177	0,110	0,235	0,740	
November	0,100	0,129	0,112	1,432	
December	0,134	0,169	0,174	0,618	

### Delområde 3 - Sandbackadammen

Tabell 7 : Vattenbalans för Sandbackadammens delområde

<b>Nuläge</b>	
Nuläge reducerad area	10,27 ha
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	5 548 m <sup>3</sup>
Sommarflöde + 100-årsregn	11 286 m <sup>3</sup>
Sandbäckens naturmarksavrinningsområde höst volym i modell	1 944 m <sup>3</sup>
Sandbäckens naturmarksavrinningsområde sommar volym i modell	950 m <sup>3</sup>
Sandbäckens naturmarksavrinningsområde Nov 2020 volym i modell	65 476 m <sup>3</sup>
Total fördröjningsvolym (Åtgärd 2 och 3)	10 700 m <sup>3</sup>

### Delområde 4 - Hagaparken

Tabell 8 : Vattenbalans för Hagaparkens delområde

<b>Nuläge</b>	
Nuläge reducerad area	64,78 ha
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	34 994 m <sup>3</sup>
Sommarflöde + 100-årsregn	71 187 m <sup>3</sup>
Sandbäckens naturmarksavrinningsområde höst volym i modell	1 944 m <sup>3</sup>
Sandbäckens naturmarksavrinningsområde sommar volym i modell	950 m <sup>3</sup>
Sandbäckens naturmarksavrinningsområde nov 2020 volym i modell	65 476 m <sup>3</sup>
Djupbäckens naturmarksavrinningsområde höst volym i modell	5 314 m <sup>3</sup>
Djupbäckens naturmarksavrinningsområde sommar volym i modell	2 592 m <sup>3</sup>
Djupbäckens naturmarksavrinningsområde nov 2020 volym i modell	180 190 m <sup>3</sup>
Total fördröjningsvolym (Åtgärd 1, 4 och 7)	15 311 m <sup>3</sup>



## Delområde 5 - Rothoffsvägen

Tabell 9 : Vattenbalans för Rothoffsvägens delområde

<b>Nuläge</b>	
Nuläge reducerad area	9,13 ha (Guldskrinet och bostäder: 2,87 ha, Stadsliden: 6,26 ha)
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	4 930 m <sup>3</sup> (Guldskrinet och bostäder: 1 549 m <sup>3</sup> , Stadsliden: 3 381 m <sup>3</sup> )
Sommarflöde + 100-årsregn	10 029 m <sup>3</sup> (Guldskrinet och bostäder: 3 151 m <sup>3</sup> , Stadsliden: 6 878 m <sup>3</sup> )
<b>Framtid</b>	
Ny reducerad area	9,86 ha (Guldskrinet och bostäder: 3,60 ha, Stadsliden: 6,26 ha)
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	5 324 m <sup>3</sup> (Guldskrinet och bostäder: 1 943 m <sup>3</sup> , Stadsliden: 3 381 m <sup>3</sup> )
Sommarflöde + 100-årsregn	10 831 m <sup>3</sup> (Guldskrinet och bostäder: 3 952 m <sup>3</sup> , Stadsliden: 6 878 m <sup>3</sup> )
<b>Volym i nulägesmodell</b>	
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	5 382 m <sup>3</sup>
Sommarflöde + 100-årsregn	8 621 m <sup>3</sup>
<b>Volym i nuläges modell med fördröjning</b>	
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	2 127 m <sup>3</sup>
Sommarflöde + 100-årsregn	4 009 m <sup>3</sup>
Total fördröjningsvolym (Åtgärd 19)	5 000 m <sup>3</sup>

## Delområde 6 - Maja Beskowskolan

Tabell 10 : Vattenbalans för Maja Beskowskolans delområde

<b>Nuläge</b>	
Nuläge reducerad area	18,65 ha
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	10 076 m <sup>3</sup>
Sommarflöde + 100-årsregn	20 498 m <sup>3</sup>

Tabell 11 : Bräddvolym vid flödesstrykning i DNB3064

Brädd volym (m <sup>3</sup> ) med flödesstrykning	0.5 m <sup>3</sup> /s	0.75 m <sup>3</sup> /s	1 m <sup>3</sup> /s
Höstflöde + 10-årsregn (samma som nov 2020 +10-årsregn)	1 856	779	0
Sommarflöde + 100-årsregn	5 637	2 765	215

## Åtgärder vattenbalans

Vissa åtgärdsförslag minskar eller ändrar flödet och/eller volymen av dagvatten i olika delar av nätet. Detta avsnitt går igenom dessa åtgärder.

Åtgärd 1, 2, 3, 4, 7, 17 och 19 är "högt upp" i systemet och berör endast ett delavrinningsområde. Fördröjningsvolymen dessa åtgärder bidrar med finns beskrivna i det tidigare kapitlet för att underlätta läsningen och jämförelsen.

### Åtgärd 13 - 800mm ledning från södra delen av Djupbäcken till Umeälven

Tabell 12 : Vattenbalans för Åtgärd 13. Tabellen visar överst vilket flöde/vilken volym som leds i den nya 800-ledningen och underst vilket flöde/vilken volym som fortfarande går i det befintliga nätet när den nya ledningen är i drift. Det totala flödet och volymen som leds till Umeälven är summan av dessa två ledningar. Knappt en tredjedel av sommarvolymen och nästan hälften av höstvolymen går alltså genom den nya ledningen.

	Volym (m <sup>3</sup> )	Max Flöde (m <sup>3</sup> /s)
<b>Ny 800mm ledning från södra delen av Djupbäcken</b>		
Sommarflöde + 100-årsregn	44 813	3,485
Höstflöde + 10-årsregn	31 735	1,688
Nov 2020-flöde +10-årsregn	143 851	1,719
<b>Bef 1800mm ledning from södra delen av Djupbäcken</b>		
Sommarflöde + 100-årsregn	92 607	5,286
Höstflöde + 10-årsregn	43 534	4,6
Nov 2020-flöde +10-årsregn	205 857	4,910

### Åtgärd 14 - 800mm ledning från Hagaparken till Umeälven

Tabell 13 : Vattenbalans för Åtgärd 14. Tabellen visar överst vilket flöde/vilken volym som leds i den nya 800-ledningen och underst vilket flöde/vilken volym som fortfarande går i det befintliga nätet när den nya ledningen är i drift. Det totala flödet och volymen som leds till Umeälven är summan av dessa två ledningar. Ungefär en tredjedel av volymen i samtliga scenarion går alltså genom den nya ledningen.

	Volym (m <sup>3</sup> )	Max Flöde (m <sup>3</sup> /s)
<b>800mm ledning</b>		
Sommarflöde + 100-årsregn	26 750	1,571
Höstflöde + 10-årsregn	18 129	1,505
Nov 2020-flöde +10-årsregn	94 686	1,415
<b>Bef 1600mm ledning under Blå vägen</b>		
Sommarflöde + 100-årsregn	55 725	3,255
Höstflöde + 10-årsregn	29 958	3,111
Nov 2020-flöde +10-årsregn	198 024	3,799

## Åtgärd15 – avslutar en del av nätet och ledes ut i annat utlopp

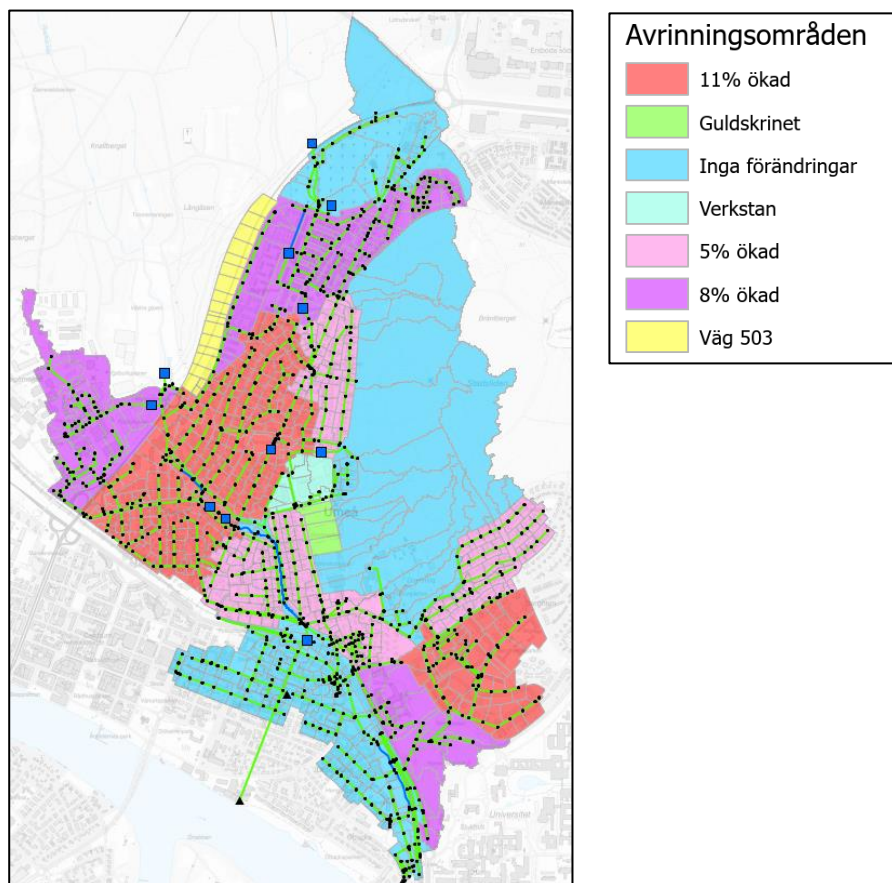
Tabell 14 : Vattenbalans för Åtgärd 15

Avslutat nät		
Nuläge reducerad area		3,94 ha
	<b>Volym (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Max Flöde (m<sup>3</sup>/s)</b>
Sommar flöde + 100års regn	4 332	0,679
Höst flöde + 10års (samma som nov 2020 +10-årsregn)	2 130	0,517

## Framtida exploatering

För att simulera hur en ökad exploatering och förtätning påverkar dagvattennätet har två framtidsscenarioer körts.

Förtätningen innebär en förändrad markanvändning (mer tak) som ger upphov till större avrinning. Detta ökade dagvattenflöde representeras i modellen av en ökad avrinningskoefficient. Områdena syns i Figur 2.



Figur 2. Olika områden i modellen som fått förändrade avrinningskoefficienter för att skapa ett framtidsscenario för Haga.

Väg 503, Guldkrinet och Verkstan har alla en planerad ny markanvändning som WSP har modellerat, medan för de övriga områdena har en uppdelning gjorts i:

- småhusbebyggelse som efter överslagsberäkningar antas kunna exploateras så att avrinningskoefficienten ökar 5 %, vilket motsvarar ett nytt Attefallshus per vartannat existerande småhus
- Flerbostadshusbebyggelse som antas kunna exploateras så att avrinningskoefficienten ökar 11 %, vilket motsvarar ett nytt hus med 100 m<sup>2</sup> takyta per vartannat existerande bostadshus
- Övrig bebyggelse som lär förtätas men inte kan beräknas har fått ett medelvärde, 8 %
- Områden som inte beräknas förtätas har inte fått något påslag (utöver klimatfaktorn på 1,3)

Tabell 15 : Framtida reducerat area för områden med förändrade avrinningskoefficienter

Område enligt Figur 2	Framtida Reducerat area (ha)
5% ökad	19,00
8% ökad	28,34
11% ökad	35,97
Guldkrinet	2,13
Inga förändringar	57,86
Väg 503	4,18
Verkstan	3,49
<b>Total reducerat area</b>	<b>150,98</b>

Tabell 16 : Framtida reducerat area

Delområde enligt Figur 1	Nuläge reducerat area (ha)	Framtida red. Area (ha) – scenario 1	Framtida red. Area (ha) – scenario 2
Sandbackadammen	10,27	11,37	11,37
Hagaparken	64,78	81,35	77,17
Rothoffsvägen	9,13	9,86	9,86
Maja Beskowskolan	18,65	22,08	22,08
Resterande area mellan Hagaparken och Umeälvens utlopp	24,50	26,33	26,33
<b>Total reducerad area</b>	<b>127,33</b>	<b>150,98</b>	<b>146,8</b>

Tabell 17 : Vattenbalans för nuläge och framtida förhållanden vid höstflöde+10års regn

Delområde enligt Figur 1	Nuläge volym (m <sup>3</sup> )	Framtida volym (m <sup>3</sup> ) – scenario 1	Framtida volym (m <sup>3</sup> ) – scenario 2
Sandbackadammen	5 548	6 142	6 142
Hagaparken	34 994	43 945	41 687
Rothoffsvägen	4 930	5 326	5 326
Maja Beskowskolan	10 076	11 928	11 928
Resterande area mellan Hagaparken och Umeälvens utlopp	13 235	14 223	14 223
<b>Total Volym (m<sup>3</sup>)</b>	<b>68 783</b>	<b>81 559</b>	<b>79 301</b>

Tabell 18 : Vattenbalans för nuläge och framtida förhållanden vid sommarflöde+100års regn

Delområde enligt Figur 1	Nuläge volym (m <sup>3</sup> )	Framtida volym (m <sup>3</sup> ) – scenario 1	Framtida volym (m <sup>3</sup> ) – scenario 2
Sandbackadammen	11 286	12 494	12 494
Hagaparken	71 187	89 396	84 802
Rothoffsvägen	10 029	10 835	10 835
Maja Beskowskolan	20 498	24 264	24 264
Resterande area mellan Hagaparken och Umeälvens utlopp	26 923	28 934	28 934
<b>Total Volym (m<sup>3</sup>)</b>	<b>139 923</b>	<b>165 912</b>	<b>161 319</b>

Malmö 2022-06-20, Mohit Jangid WSP Sverige AB

# Bilaga 3 - jämförelsematris åtgärdsförslag Djupbäcken

Djupbäcken, 10318783. Datum: 220505. Författare: Sara Rebling m. fl.

Åtgärdsförslag	Vilken flik redovisas det i	Med i kombination A	Med i kombination B	Med i kombination C	Med i kombination D	Med i kombination E	Med i kombination F
Åtgärd 1 - Öppna kulvert del av Hagaparken	Åtgärder med effekt	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej
Åtgärd 2 - Nytt magasin mellan Norra Kyrkogården och Sandbackadammen	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Åtgärd 3 - Öka volymen i Sandbackadammen	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Åtgärd 4 - Magasin i Hagaparken	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Åtgärd 5 - Ny damm som fördröjer dagvattnet från Berghem	Åtgärder med låg effekt	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Åtgärd 6 - Ny ledning 1400 mm i Rothoffsvägen	Åtgärder med låg effekt	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Åtgärd 7 - Magasin i Sandaparken	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej
Åtgärd 8 och 9 - Magasin väster om väg 503 för Djupbäcken, två lägen	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Åtgärd 10 - Magasin vid Erikslundsvägen för att fördröja delar av Stadslidens vatten	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej
Åtgärd 11 - Ta bort koppling mellan Nygatan och Östermalmsgatan och istället koppla Nygatan i skolgatan Öst på stan	Åtgärder med låg effekt	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Åtgärd 12 - Omkopplingar för att försöka minska trycknivåerna genom att leda de stora flödena mer hydrauliskt effektivt på Östermalmsgatan i höjd med Nygatan/skolgatan	Åtgärder med låg effekt	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Åtgärd 13 - Skapa en till utloppsledning från den sista öppna delen av Djupbäcken under Öst på stan	Åtgärder med låg effekt	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Åtgärd 14 - Ny 800-ledning som leder vatten från lågpunkten på Blå vägen ner längs Häradsbäddvägen ut till älven	Åtgärder med effekt	Nej	Ja	Nej	Nej	Ja	Nej
Åtgärd 15 - Avslutning av dagvattenledning i Nygatan	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Åtgärd 16 - Magasin väster om väg 503 uppströms dammen vid Norra Kyrkogården (Sandbäcken)	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Åtgärd 17 - Flödesreglering (strykning, som skapar en översvämning på ett område som "tål" det eller i en damm) vid Maja Beskowskolans parkering	Åtgärder med effekt	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Åtgärd 18 - öka dimensionen på kulvert mellan Hagaparkens södra del och där Djupbäcken öppnas upp längs Blå vägen	Åtgärder med effekt	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej
Åtgärd 19 - skapa fördröjning inom kvarteret Guldskrinet för att fördröja Stadslidens vatten	Åtgärder med effekt	Nej	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej



## Åtgärder med effekt

Respektive åtgärds simulerade trycknivåskillnad i en 1D-modell (markytan ej kopplad till ledningsnätet), höjdskillnad gäller den flödessituation som var nov 2020

	Effekt på nivån vid Hagaparken vid väg 503	Effekt på nivån vid tidigare kulvertering i Hagaparken	Effekt vid Hemvägen/Djupbäcksvägen	Effekt vid svackan där Blå vägen går under järnvägen	Kostnad 1-5	Tid 1-5	Kommentarer kostand och tid	Risker miljö 1-5	Miljöjuridisk process	Grundvattennivå	Risk parkkvaliteter	Åtgärder för att minska risker	Längtidskolumn
Åtgärd 1 - Öppna kulvert del av Hagaparken	-0,73 m	-0,77 m	+0,37 m	-0,06 m	2	1	Kan bli problem med att få ut massorna, men att gräva detta ses inte som något större problem, bör kunna ta någon månad att genomföra.		Eftersom flödet mest troligt är under 1 m3/s räcker det med anmälan om vattenverksamhet		Ökad "lugn och ro" men minskad aktivitetssyta		Behöver rensas för att upprätthålla funktion över tid
Åtgärd 2 - Nytt magasin mellan Norra Kyrkogården och Sandbackadammen*	-0,08 m	-0,06 m	-0,04 m	-0,03 m	2	1	Rekativt lik åtgärd 1, lite bökigare och trängre i anläggningsskedet. Lättare med tillträdesvägar		Ev. anmälan om miljöfarlig verksamhet för dagvattenanläggningen		Utfromning på dike och damm måste göras med parkkvaliteterna i åtanke		Dammarna behöver rensas för att upprätthålla funktion över tid
Åtgärd 3 - Öka volymen i Sandbackadammen*	-0,01 m	-0,01 m	-0,01 m	+/- 0 m	2-4	1	Beror på utformning av ny vall, om det är granitmur likt det vi diskuterade vid platsbesök är den kostnadsdrivande, om det görs en "gräsvall" är det väsentligt billigare.		Anlägga utloppsledningen är antingen tillstånd eller undantagsbestämmelsen i 11:12 MB (uppenbart att inga intressen skadas). Beroende på hur stor yta som berörs vid anläggandet av vallen styr om det är anmälan (<500 m2) eller tillstånd (>500 m2). Detta är förutsatt att dammen ses som en del av vattendraget och att vallen uppförs för att öka kapaciteten. Uppförs vallen för att skydda mot översvämning är det markavvattning.		Fördröjningsytan kommer ta upp större delen av parken. Kräver omfattande omgestaltning för att bevara parkens kvaliteter		Utloppet måste bevakas och öppnas inför risktillfällen och stängas efter.
Åtgärd 4 - Magasin i Hagaparken	-0,49 m	-0,54 m	-0,17 m	-0,07 m	2-4	1	Bef GC-banan kan användas vid anläggning men måste åtgärdas efteråt och troligen flyttas i läge, främst kvaliteterna för parken som har störst risker. Gestaltning kommer ha stor påverkan på priset		Vattenverksamhet, om mindre än 500 m2 berörd bottenyta räcker troligtvis anmälan. Dessutom krävs troligtvis anmälan om miljöfarlig verksamhet för dagvattenanläggningen.		Stor påverkan, både träd och GC-banasom helt eller delvis påverkas av åtgärden. Krävs planering för att uppnå de hydrauliska effekterna och bevara de parkkvaliteter som finns idag	Dagvattenåtgärden måste utformas så det rimmer med övriga parken, med den GC-bana, lekpark etc som finns där	
Åtgärd 7 - Magasin i Sandparken*	-0,03 m	-0,02 m	+/- 0 m	+/- 0 m	1	1	Ej "traditionell" damm med inlopp och utlopp utan mer en skålad yta som möjliggör kontrollerad översvämning		Ev. anmälan om miljöfarlig verksamhet för dagvattenanläggningen		Fördröjningsytan kommer ta upp större delen av parken. Kräver omfattande omgestaltning för att bevara parkens kvaliteter		
Åtgärd 8 och 9 - Magasin väster om väg 503 för Djupbäcken, två lägen	-1,11 m	-0,61 m	-0,27 m	-0,24 m	3	1-2	Stora osäkerheter kring utförandet. Om de träd som finns mellan Paradsvägen och väg 503 är bevarandevärde kanske magasinet från Umestan bör förläggas antingen högre upp i systemet eller att dagvattnet leds om till GC-banor och vägar och fördrojning anläggs där. Det är också troligt att dammen vid Djupbäcken måste anläggas med hänsyn till naturlivet i bäcken.		Vattenverksamhet, om mindre än 500 m2 berörd bottenyta räcker troligtvis anmälan, annars tillstånd. Dessutom krävs troligtvis anmälan om miljöfarlig verksamhet för dagvattenanläggningen.		Där åtgärd 9 är schematiskt inlagd i plan finns ett naturområde med träd som troligtvis vill bevaras, därför bör läget på fördrojningen övervägas noga och förmodligen läggas någon annanstans är inritat. Åtgärd 8 skulle kanske kunna bidra med lite mer variation än vad som finns i det området idag. Man skulle också kunna skapa fördrojningen under en längre sträcka och låta bäcken ta plats i plan?		Dammarna behöver rensas för att upprätthålla funktion över tid
Åtgärd 10 - Magasin vid Erikslundsvägen för att fördröja delar av Stadslidens vatten**	-0,02 m	-0,02 m	-0,01 m	-0,01 m	1-2	1	Förutsättningarna kan variera stort, svårt att veta vad som kommer "rimma" med kommande exploatering.		Beror på vald utformning och dess placering. Om römagasin ingen process, om öppen damm ev anmälan om miljöfarlig verksamhet.				
Åtgärd 14 - Ny 800-ledning som leder vatten från lågpunkten på Blå vägen ner längs Häradsövrigegatan ut till älven	-0,16 m	-0,27 m	-0,44 m	-0,41 m	3-4	2	Trångt och djupt, stor sannolikhet att det kommer krävas spontkassetter/schaktlåda. Finns samordningsmöjligheter med omläggning av övrig VA och gata (om det behovet finns). Den lägre siffran gäller samförläggning. Kommer ta två säsonger troligtvis		Eftersom mindre än 500 m2 grävning i vattenområde som antas krävas så räcker anmälan	Grundvattennivå måste både undersökas och beaktas vid projektering och anläggning		En noggrann projektering måste göras för att anläggningen ska ha så få störningsmoment som möjligt, det är trångt och djupt!	
Åtgärd 15 - Avslutning av dagvattenledning i Nygatan	-0,01 m	-0,02 m	-0,04 m	-0,09 m	-	-	Osäkert omfattning, hur mycket nät som måste "byta håll", samt hur djupt det blir, vad som passeras i marken (S, V, FV etc)						
Åtgärd 16 - Magasin väster om väg 503 uppströms dammen vid Norra Kyrkogården (Sandbäcken)*	-0,12 m	-0,08 m	-0,05 m	-0,05 m	2	1	Relativt ostört och det finns vägar, dock är det många m3 massor som ska flyttas.		Vattenverksamhet, om mindre än 500 m2 berörd bottenyta räcker troligtvis anmälan, annars tillstånd. Dessutom krävs troligtvis anmälan om miljöfarlig verksamhet för dagvattenanläggningen.		Magasinet behöver: -anpassas till naturen -blir en kvalitet för området -fungera med planerna för området		Behöver rensas för att upprätthålla funktion över tid
Åtgärd 17 - Flödesreglering (strykning, som skapar en översvämning på ett område som "tål" det eller i en damm) vid Maja Beskowkolans parkering*	+/- 0 m	-0,01 m	-0,01 m	-0,01 m	1	1	Relativt litet ingrepp, vid torrveder installera en regulator och sen återställning i relativt "billig" yta						
Åtgärd 18 - öka dimensionen på kulvert mellan Hagaparkens södra del och där Djupbäcken öppnas upp längs Blå vägen	-0,19 m	-0,30 m	-0,50 m	-0,23 m	4-5	3	Svårt och kostsamt att genomföra, troligt att andra ledningar måste flyttas, kan bli problem med täckning, stora viktiga vägar som ska passeras. Tillfälliga lösningar för att hantera dels VA, FV, el etc. men också trafik kommer bli omfattande.					Måste planeras och detaljprojekteras mycket noga, kommer ställa krav på förstudier, kompletterande utredningar etc	
Åtgärd 19 - skapa fördrojning inom kvarteret Guldskrinet för att fördröja Stadslidens vatten*	-0,01 m	-0,01 m	-0,01 m	-0,01 m	1-2	1	Kostnaden påverkas av omfattningen. Blir det en öppen damm är det en relativt liten entreprenad, men om det blir underjordiska magasin blir det mer omfattande.		Ev. anmälan om miljöfarlig verksamhet för dagvattenanläggningen				Behöver rensas för att upprätthålla funktion över tid

\* Åtgärden har stor lokal effekt i ett område som haft problem, syns ej i de fyra jämförelsepunkterna som valts ut

\*\*Åtgärden kan optimeras vid exploatering av ny fastighet

Effekt:

Mycket stor förbättring
Tydlig förbättring
Liten förbättring
Liten försämring
Stor försämring

Risk:

Mycket liten risk
Liten risk
Medel risk
Stor risk
Mycket stor risk

## Åtgärder med låg effekt

Respektive åtgärds simulerade trycknivåskillnad i en 1D-modell (markytan ej kopplad till ledningsnätet), höjdskillnad gäller den flödessituation som var nov 2020

	Effekt på nivån vid Hagaparken vid väg 503	Effekt på nivån vid tidigare kulvertering i Hagaparken	Effekt vid Hemvägen/Djupbäcksvägen	Effekt vid svackan där Blå vägen går under järnvägen	Kostnad 1-5	Tid 1-5	Risker miljö 1-5	Beskrivning risker miljö	Risker intressen	Miljöjuridisk process	Arbetsmiljö	Grundvattennivå	Risk parkkvaliteter	Åtgärder för att minska risker	Långtidskolumn
Åtgärd 5 - Ny damm som fördröjer dagvattnet från Berghem	-0,01 m	-0,01 m	-0,02 m	-0,04 m											
Åtgärd 6 - Ny ledning 1400 mm i Rothoffsvägen	-0,35 m	-0,31 m	+0,16 m	+0,45 m											
Åtgärd 11 - Ta bort koppling mellan Nygatan och Östermalmsgatan och istället koppla Nygatan i skolgatan Öst på stan	+/- 0 m	-0,02 m	- 0,05 m	-0,16 m											
Åtgärd 12 - Omkopplingar för att försöka minska trycknivåerna genom att leda de stora flödena mer hydrauliskt effektivt på Östermalmsgatan i höjd med Nygatan/skolgatan	+/- 0 m	-0,01 m	- 0,01 m	-0,07 m											
Åtgärd 13 - Skapa en till utloppsledning från den sista öppna delen av Djupbäcken under Öst på stan	+0,01 m	-0,04 m	- 0,12 m	-0,23 m											

Ej utrett p.g.a. låg eller fel effekt

Effekt:

Mycket stor förbättring

Tydlig förbättring

Liten förbättring

Liten försämring

Stor försämring



## Åtgärdskombinationer

Respektive kombinations simulerade trycknivåskillnad i en 2D-modell (där vatten kan flöda mellan marknivån och ledningsnätet, samt rinna på marken mellan olika ledningar och brunnar), höjdskillnad gäller den flödessituation som var nov 2020

	Effekt på nivå vid Hagaparken vid väg 503	Effekt på nivå vid tidigare kulvertering i Hagaparken	Effekt vid Hemvägen/Djupbäcksvägen	Effekt vid svackan där Blå vägen går under järnvägen	Kostnad 1-5	Tid 1-5
<b>Kombination A:</b> Åtgärd 1+2+3+4+7+8+9+10+15+16+17	-1,25 m	-1,59 m	-0,46 m	-0,62 m	5	4
<b>Kombination B:</b> Åtgärd 1+14	-0,73 m	-1,07 m	+0,03 m	-0,43 m	5	3
<b>Kombination A+B</b>	-1,25 m	-1,96 m	-0,89 m	-1,09 m	5	5
<b>Kombination A + uppdimensionerad ledning nedströms (C)</b>	-1,25 m	-2,08 m	-1,05 m	-0,81 m	5	4
<b>Kombination A med damm (5000 m3) vid Guldskrinet (D)</b>	-1,25 m	-1,59 m	-0,46 m	-0,64 m	5	4
<b>Kombination E:</b> Åtgärd 2+3+4+8+9+14+15+16+17	-1,25 m	-1,28 m	- 1,01 m	-0,97 m	5	4
<b>Kombination F:</b> Åtgärd 2+3+4+8+9+15+16+17	-1,25 m	-1,06 m	-0,53 m	-0,5 m	4	4

Effekt:	Risk:
Mycket stor förbättring	Mycket liten risk
Tydlig förbättring	Liten risk
Liten förbättring	Medel risk
Liten försämring	Stor risk
Stor försämring	Mycket stor risk