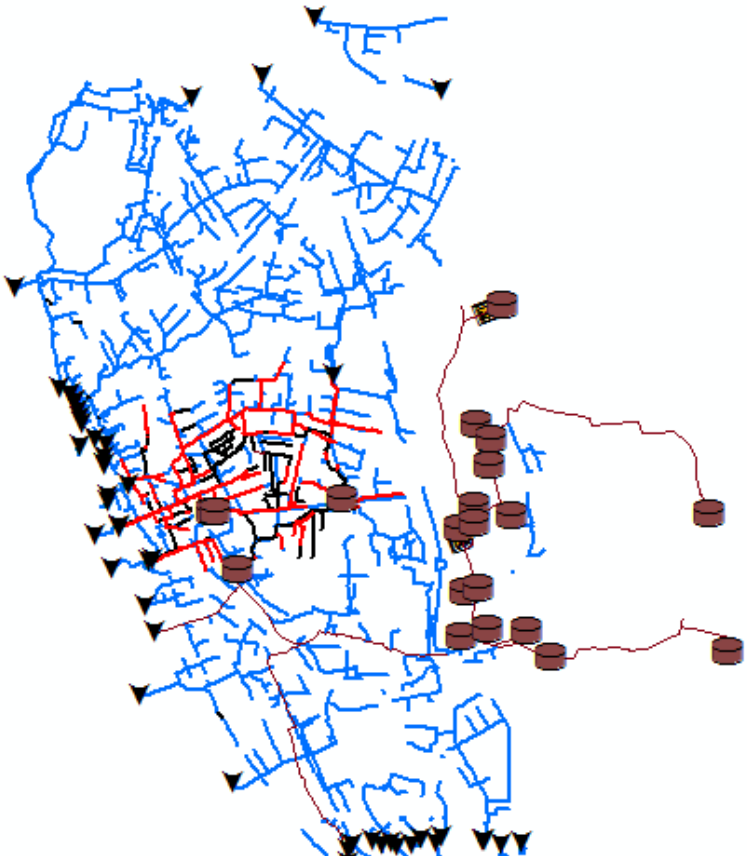
PM MODELLERING AV HELSINGBORGS DAGVATTENSYSTEM

UNDERLAG TILL KLIMATANPASSNINGSPLAN FÖR HELSINGBORGS STAD

UPPDRAGSNUMMER 1220237000



DATUM

2016-06-29

repo001.docx 2015-10-05

Sweco
Drottningtorget 14
Box 286
SE 201 22 Malmö, Sverige
Telefon +46 (0)040167000
Fax
www.sweco.se

Sweco Environment AB
Org.nr 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Patrik Härle
Civ. Ing. Väg och Vatten
Södra Regionen, Malmö VA-System
Telefon direkt +46 (0)4 016 70 72
Mobil +46 (0)734 12 31 05
patrik.harle@sweco.se

Förord

Sweco har fått i uppdrag av Helsingborgs Stad att genomföra en klimatanalys i syfte att utgöra underlag till en framtida klimatanpassning av Helsingborgs Stad. Föreliggande PM är en del av denna klimatanalys där dagvattensystemets kapacitet har modellerats i MIKE URBAN. I denna del har Emanuel Isaksson och Patrik Härle varit handläggare. Per Svensson har varit teknisk granskare.

Björn Almström
Uppdragsledare

Olof Persson
Kvalitetsansvarig

Innehållsförteckning

1	**Bakgrund**	**1**
1.1	Ledningssystemts uppbyggnad	1
1.1.1	Ledningar	3
1.1.2	Noder	3
1.1.3	Diken	6
1.1.4	Dammar	10
1.1.5	Pumpar	13
1.1.6	Bräddar	13
1.1.7	Avrinningsområde	14
1.1.8	Förenklingar av modell	16
2	**Kapacitetskontroll**	**18**
2.1	Beräkningar med statistiskt återkommande regn	18
2.1.1	Kriterier	18
2.1.2	Havsnivå	18
3	**Resultat**	**19**
3.1	Resultat 10-årsregn	19
3.1.1	Nuläge	19
3.1.2	År 2065	21
3.1.3	År 2100	22
3.2	Resultat 30-årsregn	23
3.2.1	Nuläge	23
3.2.2	År 2065	24
3.2.3	År 2100	25
3.3	Jämförelse resultat	26
3.4	Strategi för kapacitetsförbättring av dagvattensystem	29
3.5	Kommentar till resultat	31

Bilagor

Bilaga A – Resulltat

1 Bakgrund

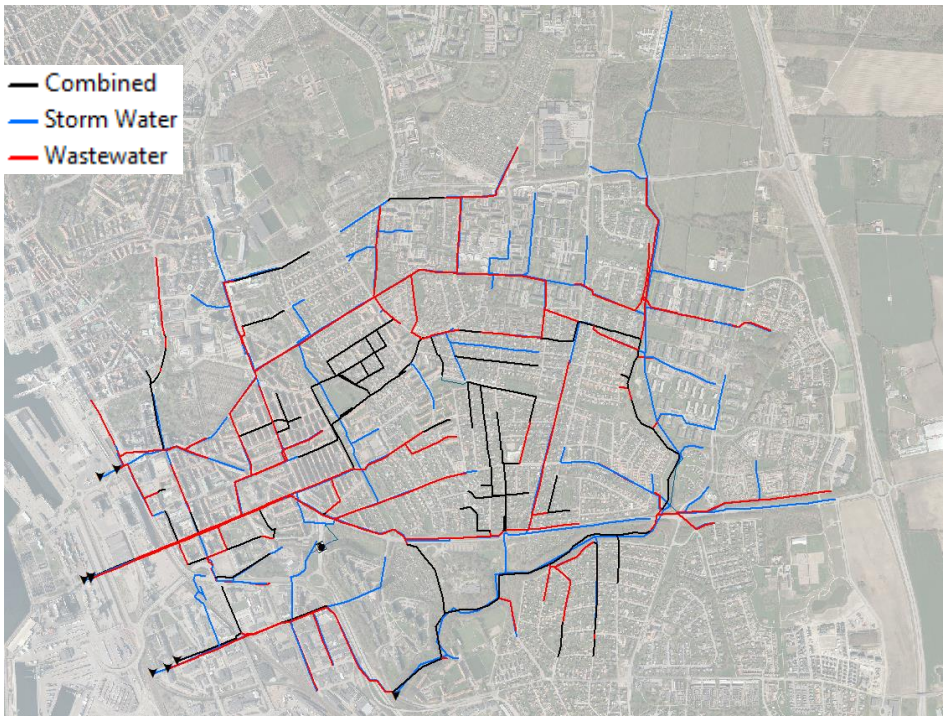
Helsingborg stad har anlitat Sweco för att etablera en dagvattenmodell över Helsingborgs stad för att kunna kartera kapacitetsbegränsningar i systemet. En modell etablerades i MIKE URBAN 2014 i referenssystem SWEREF 99 13 30 och höjdsystem RH 2000.

1.1 Ledningssystemts uppbyggnad

NSVA har sedan tidigare två modeller för dagvatten och spillvatten i Helsingborg. En modell från 2009 som beskriver dag- och spillvattennäten uppströms Södertunneln[1] och en modell från 2014 som beskriver ett område kring Rosengården och Fältabacken[2].

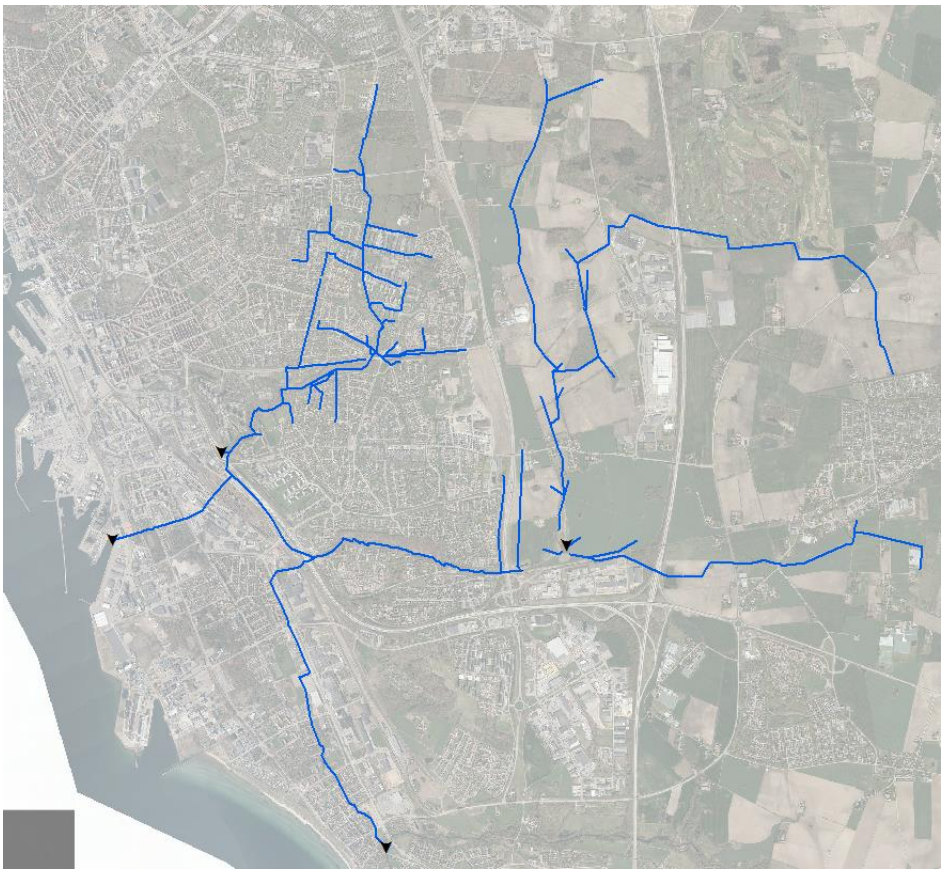
Modellen från 2009 (Figur 1.1) innehöll både spillvattenledningar och kombinerade ledningar. Modellen importerades i sin helhet förutom dess avrinningsområden. En del kombinerade ledningar togs bort där nya dagvattenledningar har etablerats. Dock har modellen inte studerats närmre utan antas innehålla de ledningar som faktiskt existerar.

Modellen från 2014 (Figur 1.2) innehöll enbart dagvattenledningar och diken. Modellen importerades i sin helhet förutom dess avrinningsområden. En del förenklingar som fanns i den befintliga modellen har ersatts med ledningssträckor och diken.



Figur 1.1 Modell från 2009.

[1] Tyrens (2009-12-16), *Södertunneln – hydraulisk modell för korsande vattendrag*
[2] Tyrens (2014-03-21), *PM – Östra Ramlösa – detaljstudie översvämningar*



Figur 1.2 Modell från 2014.

Utöver de två modellerna erhölls utdrag från dagvatten- och spillvattenledningar/brunnar. De två modellerna har kompletterats med ett utdrag av dagvattennätet som gallrats ut enligt följande:

- Alla dagvattenledningar förutom rännstens-, tryck- och dräneringsledningar.
- Ledningar över 300 mm har valts ut (vissa områden har kompletterats med mindre ledningar för att knyta ihop nätet)
- Alla nedstignings-, tillsyns och kupolbrunnar för dagvatten har valts ut.

1.1.1 Ledningar

Generellt har kombinerade ledningar inte tagits hänsyn till. Vissa kombinerade ledningar har dock lagts in i modellen i de fall där en kombinerad ledning varit en viktig länk i dagvattennätet. I något fall har dagvattenledningar tagits bort då de är kopplade till det kombinerade nätet (Figur 1.3).

Figur 1.3 Dagvattenledningar som tagits bort (röda) då de är sammankopplade med kombinerat system.

Riktningen på ledningar i underlaget har antagits vara flödesriktningen i systemet. Där höjder på ledningar ansetts vara fel har höjden justerats så att systemet har ett kontinuerligt fall (Figur 1.4).

Mannings tal, som beskriver motstånd i ledningar, är satt till 80 för alla ledningar vilket motsvarar Mannings tal i en betongledning.

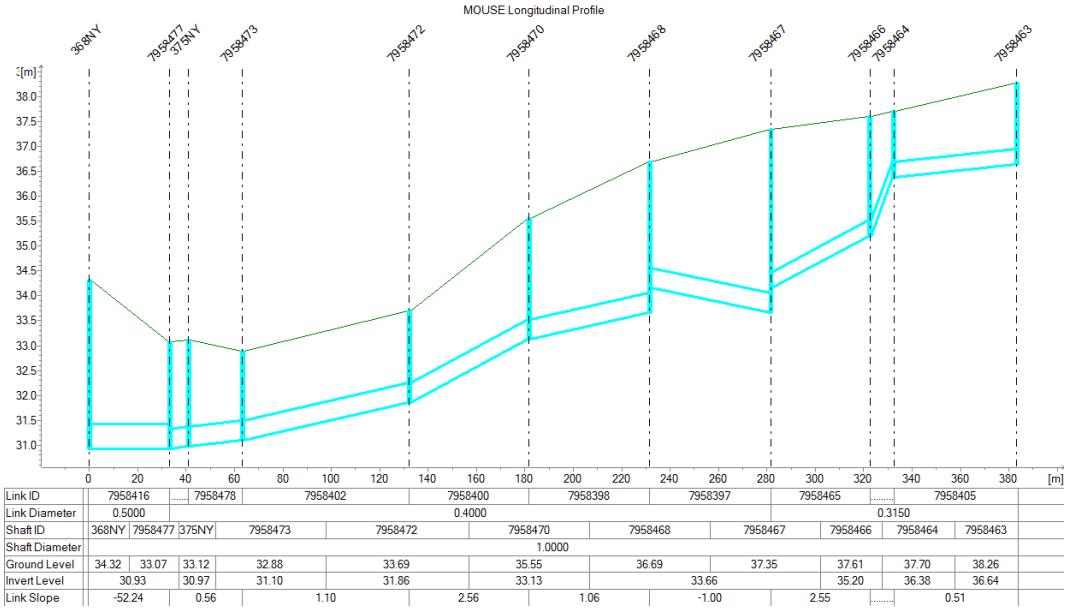
Totalt finns 5 856 ledningar i modellen med en total längd av 271 432 m.

1.1.2 Noder

I underlaget saknades höjder för majoriteten av alla noder (brunnar, utlopp etc.). Totalt finns 5 890 noder i modellen. Eftersom varje nod i MIKE URBAN behöver ha en nivå på vattengången har höjder på vattengång ansatts för varje nod där det saknades i underlaget. Detta utföres i tre steg redovisade nedan:

1. Värden på vattengång ansätts utifrån anslutna ledningar.
2. För de noder där metod 1 inte kunde appliceras, interpolerades vattengång från höjder för närliggande noder (interpolering mellan max 5 noder).

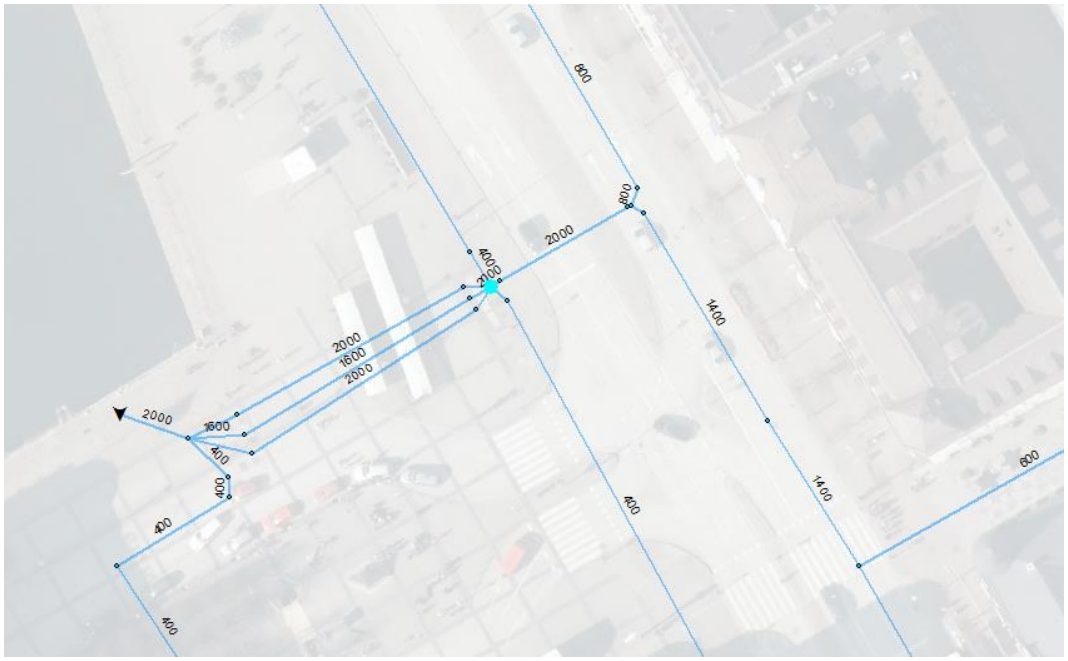
3. För de noder där metod 1 eller metod 2 inte kunde appliceras ansattes marknivån minus två meter för vattengången. När alla noder hade en ansatt vattengång gicks hela ledningsnätet igenom. För de noder där vattengången bedömdes som orimlig ansattes ett rimligt värde (ett värde som gör så att ledningsnätet har ett kontinuerligt fall). I Figur 1.4 visas ett exempel på en ledning som är riktad åt fel håll och där vattengången justerats efteråt.



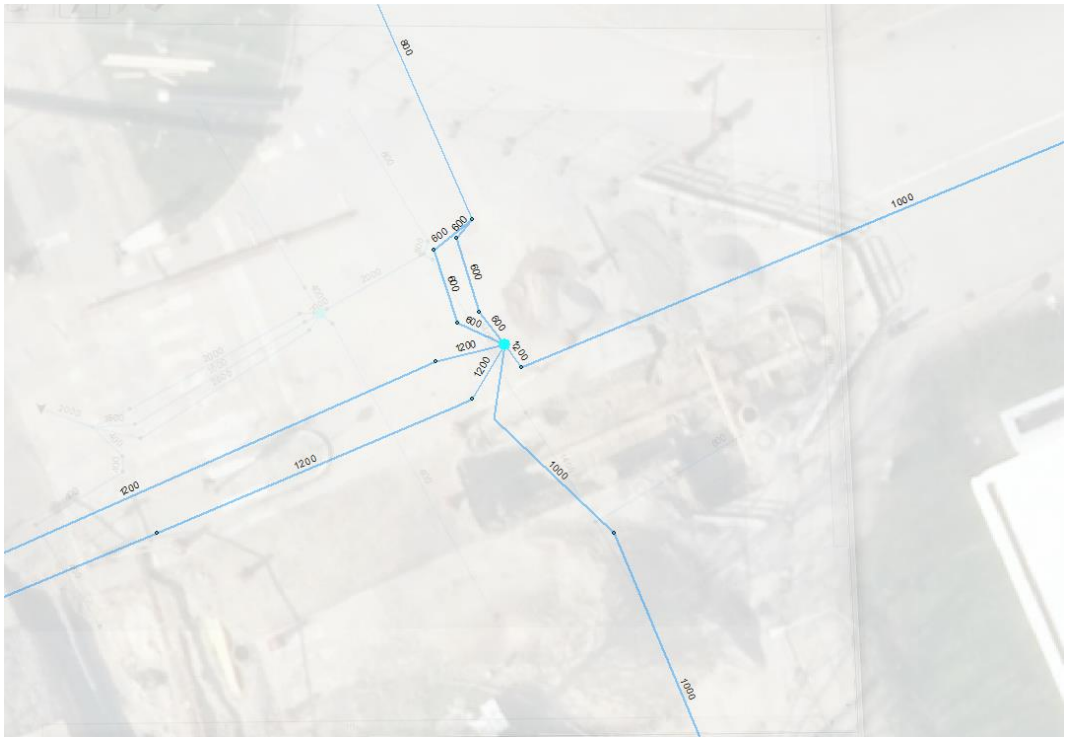
Figur 1.4 Exempel på fel nivå i underlaget

Noder i anslutning till diken har fått en diameter mellan 5 och 10 m.

Tvåkammarbrunnar är inlagda i modellen efter diskussion med NSVA. Dessa har fått dimension 2 m och sammankopplar flera stora ledningar långt ner i systemet, se Figur 1.5 och Figur 1.6.



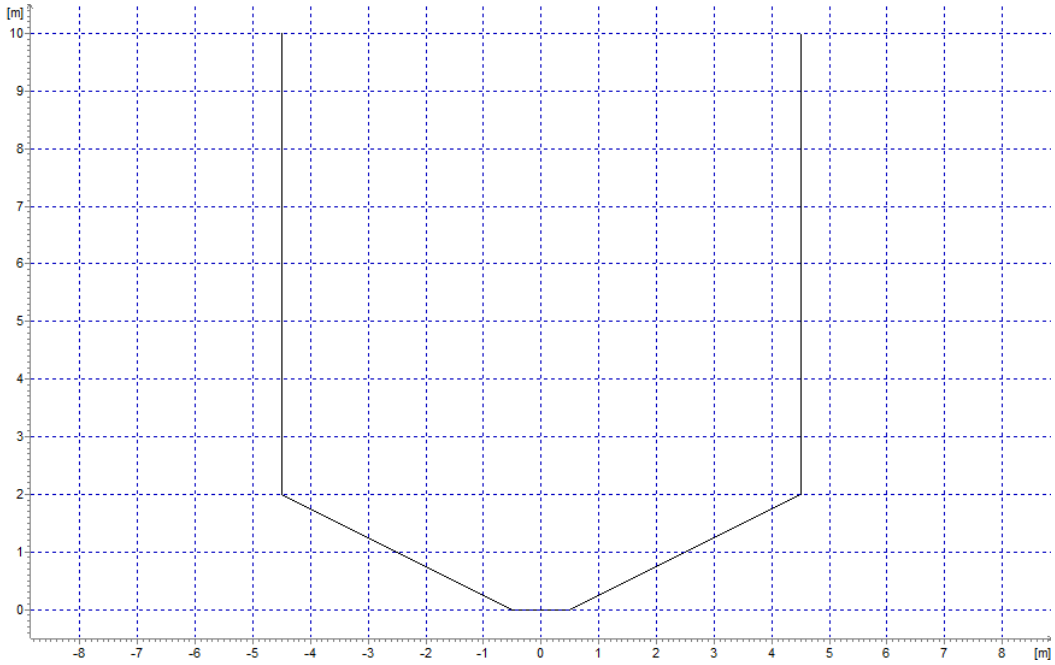
Figur 1.5 Kammarbrunnar



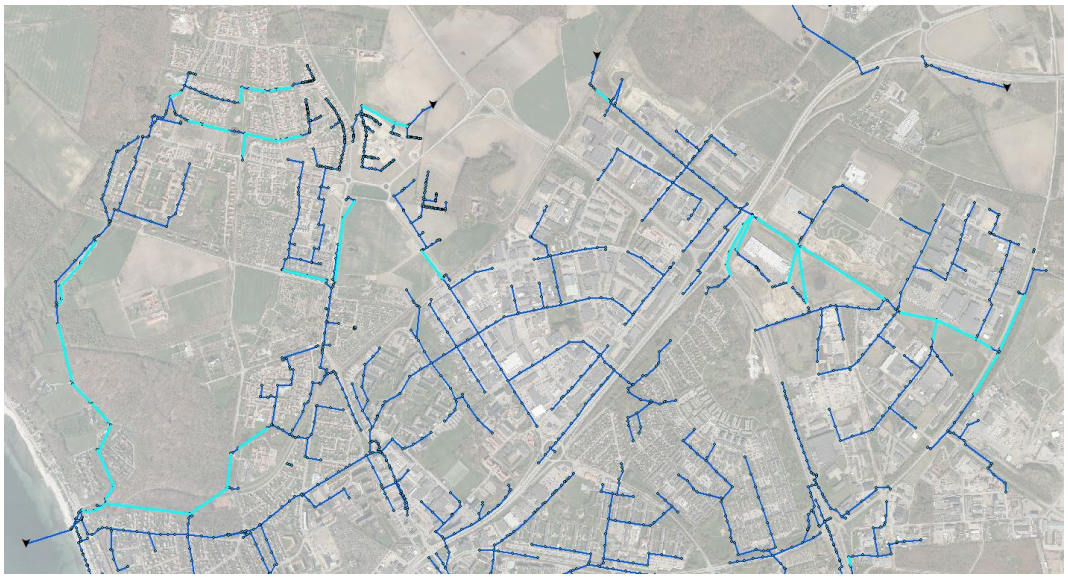
Figur 1.6 Kammarbrunnar

1.1.3 **Diken**

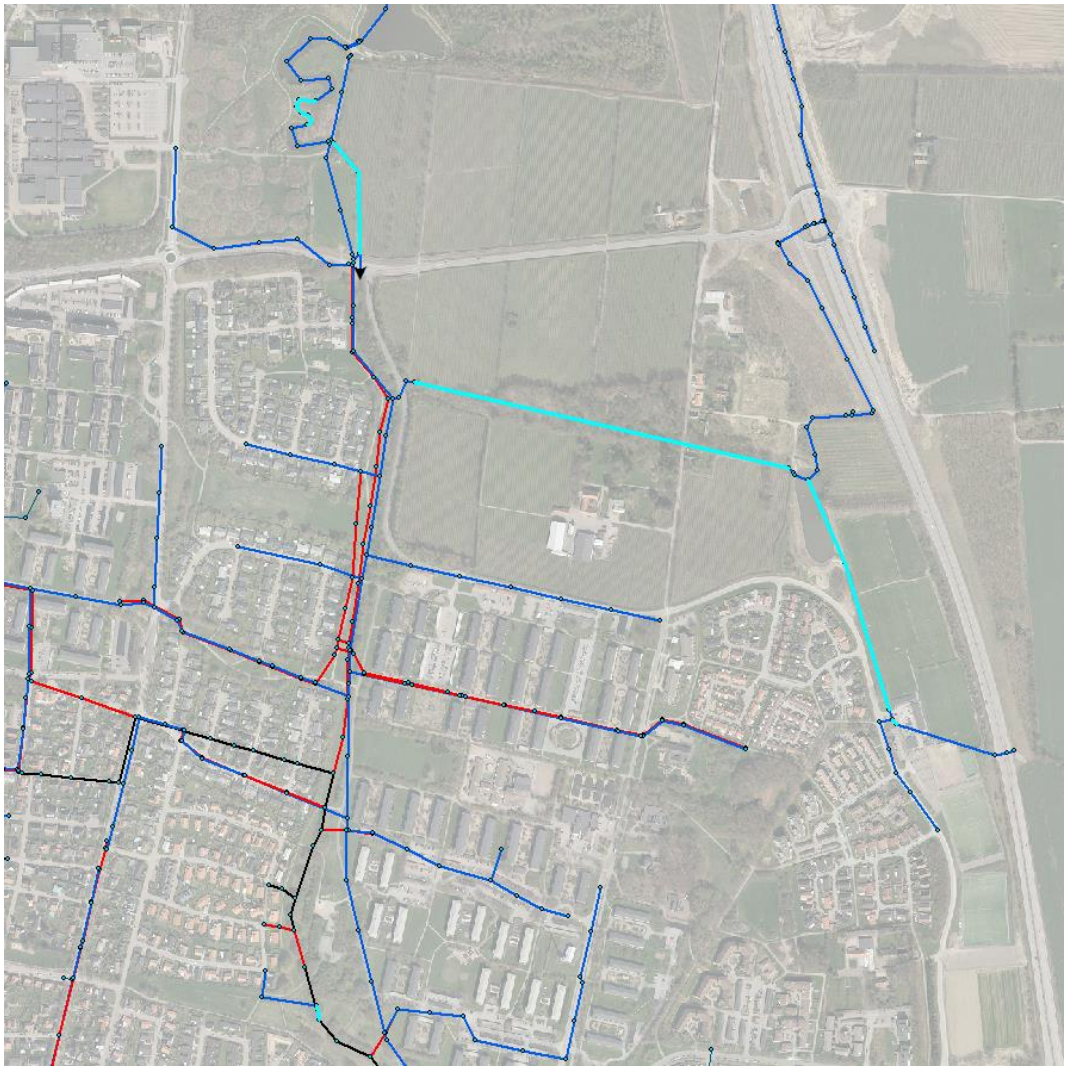
Diken har lagts in i modellen för att knyta ihop dagvattennätet som det sker i verkligheten. Ett generiskt dike med höjden 2 m, släntlutning 1:2 och bottenbredd 0,5 m (Figur 1.7) lades in på de flesta dikessträckor (Figur 1.8, Figur 1.9 och Figur 1.10). Mannings tal för diken är satt till 20 vilket antas motsvara flödesmotståndet i dikena.



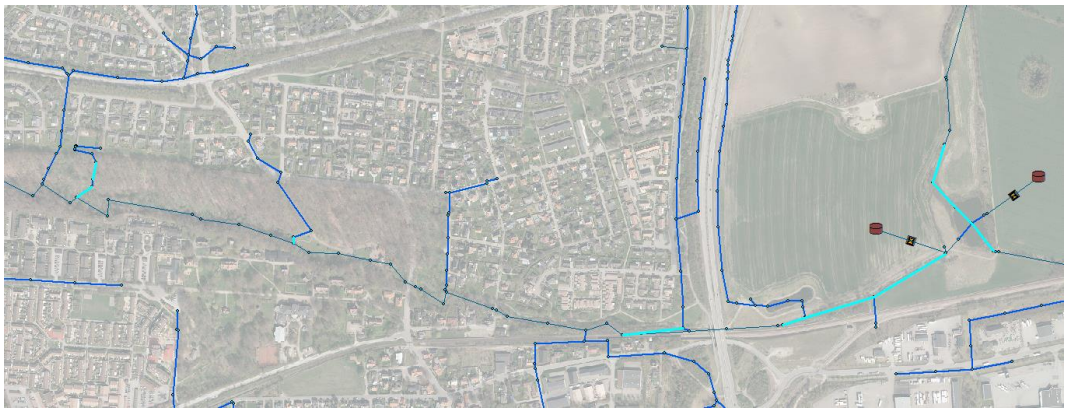
Figur 1.7 Principiell dikessektion.



Figur 1.8 Diken i norra Helsingborg med principiell dikessektion.

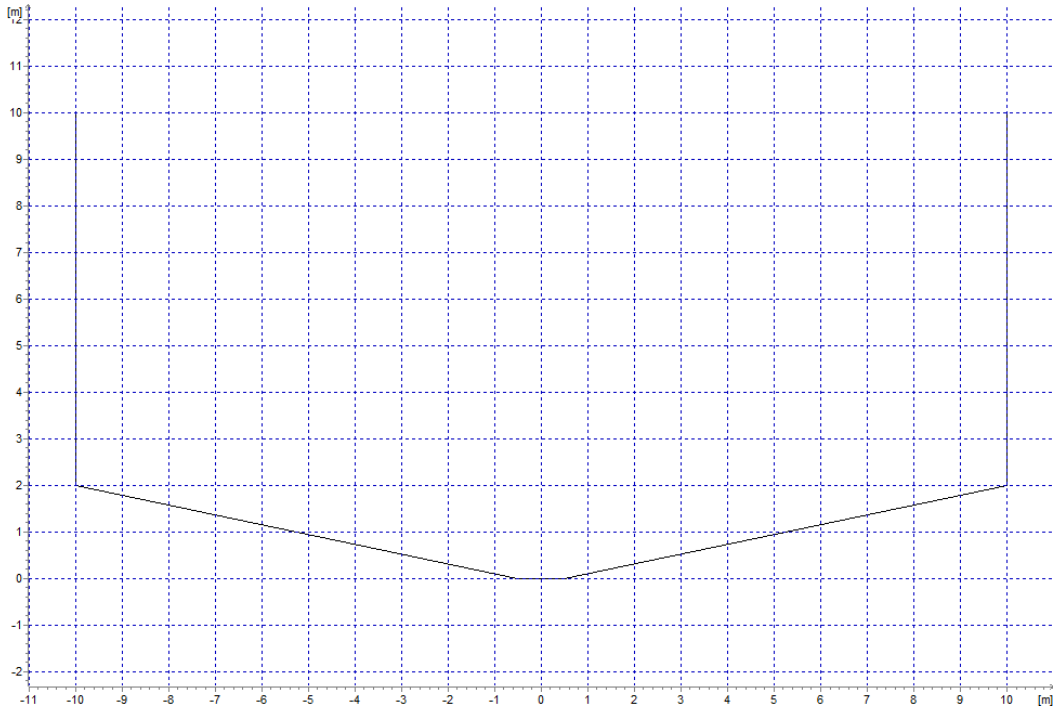


Figur 1.9 Diken i nordöstra Helsingborg med principiell dikessektion.



Figur 1.10 Diken längs Lussebäcken med principiell dikessektion.

Ett större dike som med höjd 2 m, 4:1 släntlutning och 0,5 m bottenbredd (Figur 1.11) lades in på en dikessträcka (Figur 1.12).



Figur 1.11 Större dikessektion.

Figur 1.12 Diken med större dikessektion.

1.1.4 **Dammar**

I de fall där dammar är anslutna till dagvattensystemet har noder lagts in med en diameter motsvarande den ytan som kunde mätas ur ortofoto (Figur 1.13 och Figur 1.14 samt Tabell 1.1). Bottennivån hämtades från utgående ledning och marknivån tas från höjdmodellen någon meter utanför anläggningen för att representera höjden vid maximal dämning.

Figur 1.13 Dammar i modell, norra Helsingborg.

Figur 1.14 Dammar i modellen, södra Helsingborg.

Dammar som inte är numrerade fanns med i befintliga modeller.

Tabell 1.1 Dammar i modellen.

Namn	**Bottennivå** (*m rel. RH2000*)	**Markhöjd** (*m rel. RH2000*)	**Diameter** (*m rel. RH2000*)	**Ungefärlig volym** (*m^3*)
Damm_1	+41.9	+44.6	70	171 560
Damm_2	+42.4	+43.5	25	21 311
Damm_3	+42.9	+45.0	40	56 506
Damm_4	+43.4	+45.0	50	88 314
Damm_5	+44.1	+45.0	30	31 765
Damm_6	+37.3	+40.0	100	314 122
Damm_7	+38.4	+40.7	15	7 154
Damm_8	+35.5	+37.0	60	104 580
Damm_9	+39.5	+40.9	24	18 463
Damm_10	+36.7	+39.0	35	37 486
Damm_11	+4.9	+6.0	35	5 768
Damm_12	+42.6	+45.0	65	149 281
Damm_13	+37.6	+38.8	180	986 388
Damm_14	+42.1	+44.0	90	279 874
Damm_15	+39.5	+42.5	100	333 624
Damm_16	+40.9	+43.0	40	53 994
Damm_17	+38.8	+40.6	75	179 327
Damm_18	+24.5	+27.0	70	103 884
Damm_19	+24.6	+25.5	50	50 045
Damm_20	+16.3	+18.7	65	61 903
Damm_21	+19.6	+22.4	20	7 018
Damm_22	+2.9	+4.6	75	20 113
Damm_23	+6.9	+9.0	25	4 411
Damm_24	+15.5	+17.0	25	8 329
Lergraven	+4.5	+18.6	*	180 000
GDAMM_Gasebacken	+13.0	+15.0	*	58 000
Regnbagen	+34.0	+38.0	*	34 000
LUSSE_Långeberga	+42.7	+43.7	*	17 500
LUSSE_Välluvsmagasinet	+32.9	+34.2	*	40 000

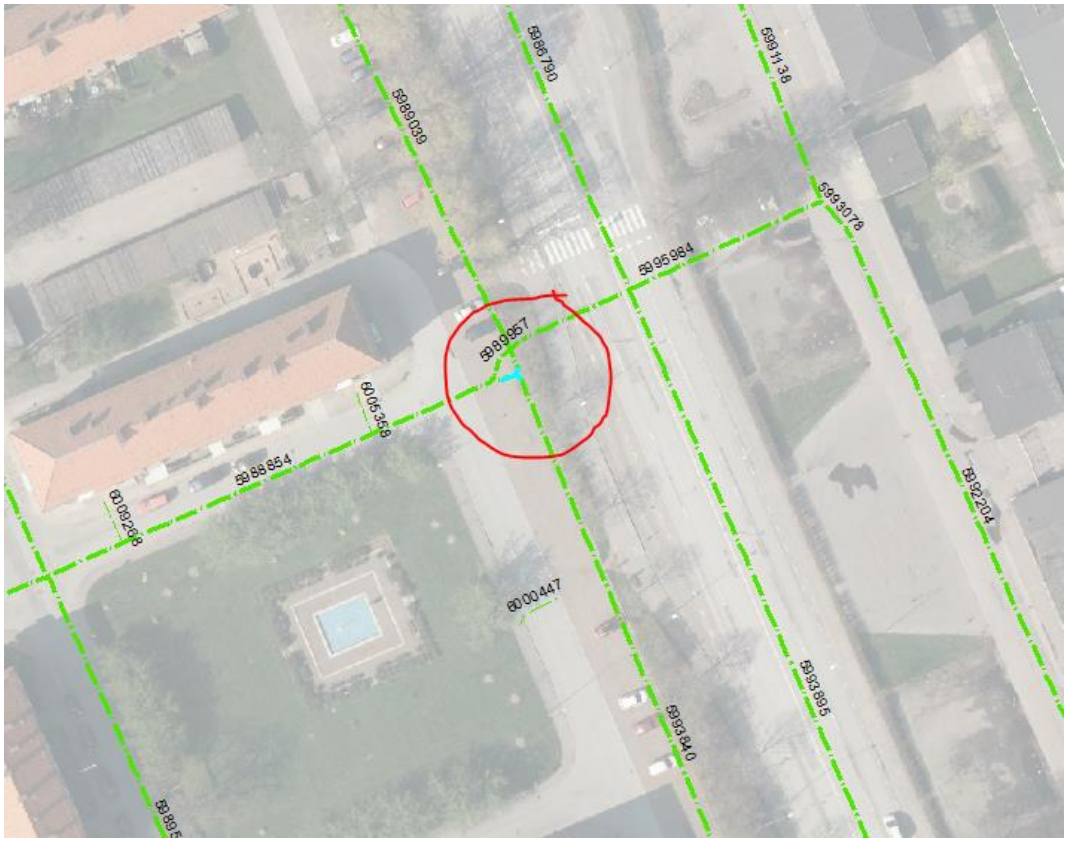
**Volym beskriven med ett förhållande mellan nivå och volym.*

1.1.5 **Pumpar**

10 pumpar har lagts in i modellen. Samtliga pumpar har en konstant kapacitet att klara antingen 100 eller 50 l/s och har en startnivå 0,5 m ovanför bottennivå i nod och stoppnivå på 1 m ovan bottennivå.

1.1.6 **Bräddar**

Ett bräddavlopp har lagts in i modellen vid Lussebäckens förskola som tillåter vatten att brädda västerut (i ledning 5988841) eller söderut (ledning 5993840) vid höga flöden (Figur 1.15).



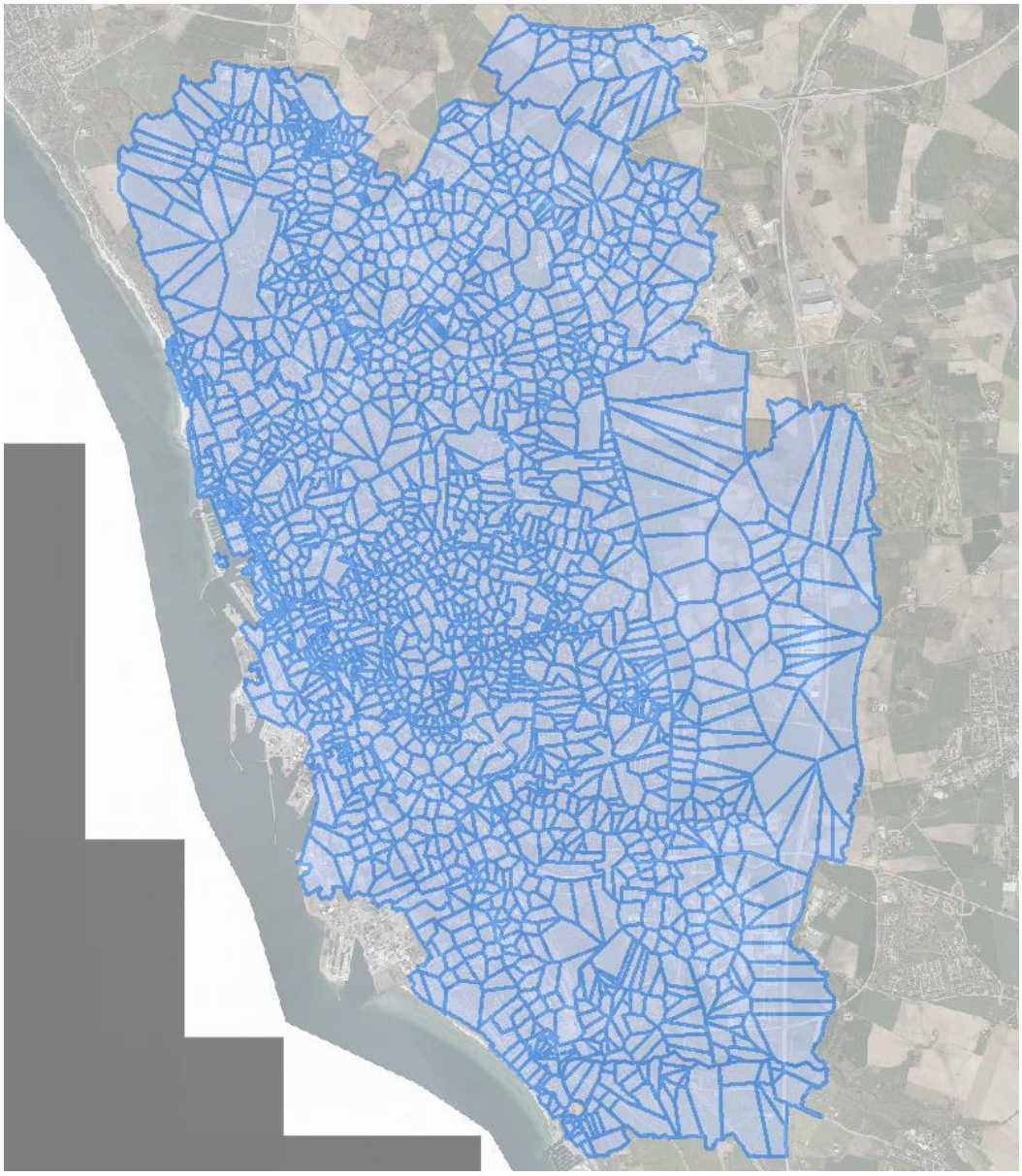
Figur 1.15 Brädd vid Lussebäckens förskola.

1.1.7 Avrinningsområde

Inga ytor från de befintliga modellerna har använts i den nya modellen. Istället har nya avrinningsområden tagits fram över modellområdet. Först genererades stora avrinningsområden i ArcGIS med hjälp av höjddatamodellen. Dessa har sedan delats upp automatiskt i MIKE URBAN och knutits till dagvattenbrunnar (Figur 1.16). Efter den automatiska uppdelningen har vissa avrinningsområden justerats och delats upp för att stämma överens med ledningsnätets verkliga flödesvägar.

Varje avrinningsområde har tilldelats en koncentrationstid beroende på dess form och varje avrinningsområde har givits en procentuell andel belastande yta baserat på underlagt av hårdgjorda ytor och övrig mark i Shape-format tillhandahållet av kommunen. Avrinningskoefficienter för hårdgjorda ytor sattes till 0,85 och övrig mark till 0,1. Enligt Svenskt vattens P90 skall tak ha en avrinningskoefficient på 0,9 och asfalterade ytor en avrinningskoefficient på 0,8. Grovt uppskattat utgörs de hårdgjorda ytorna av vägar och hustak därför har en total avrinningskoefficient på 0,85 använts. Enligt P90 skall gräsytor ha en avrinningskoefficient mellan 0 – 0,1 och 0,1 har valts. Gröna ytor och järnväg räknas till övrig mark.

Totalt uppgår avrinningsområdet till 5 685 ha och den belastande ytan till 1 877 ha i modellen. Den totala avrinningskoefficienten ligger på 0,33.



Figur 1.16 Avrinningsområden i modellen.

1.1.8 Förenklingar av modell

På grund instabilitet i MIKE URBAN var modellen tvungen att justeras vid de höga havsnivåerna i framtidsscenariot. För att sänka hastigheten har en del ledningar (Figur 1.17) fått ett högre Mannings tal, vilket medför en större friktion och ett antal ledningar (Figur 1.18) har justerats så att fallet jämnats ut något. Mannings tal har minskats från 80 till 65 som lägst vilket representerar en grov betongledning. Dessa åtgärder minskar hastigheten i ledningarna och gör modellen stabil.

Figur 1.17 Ledningar i rött har fått förhöjt Mannings tal för att göra modellen körbar.

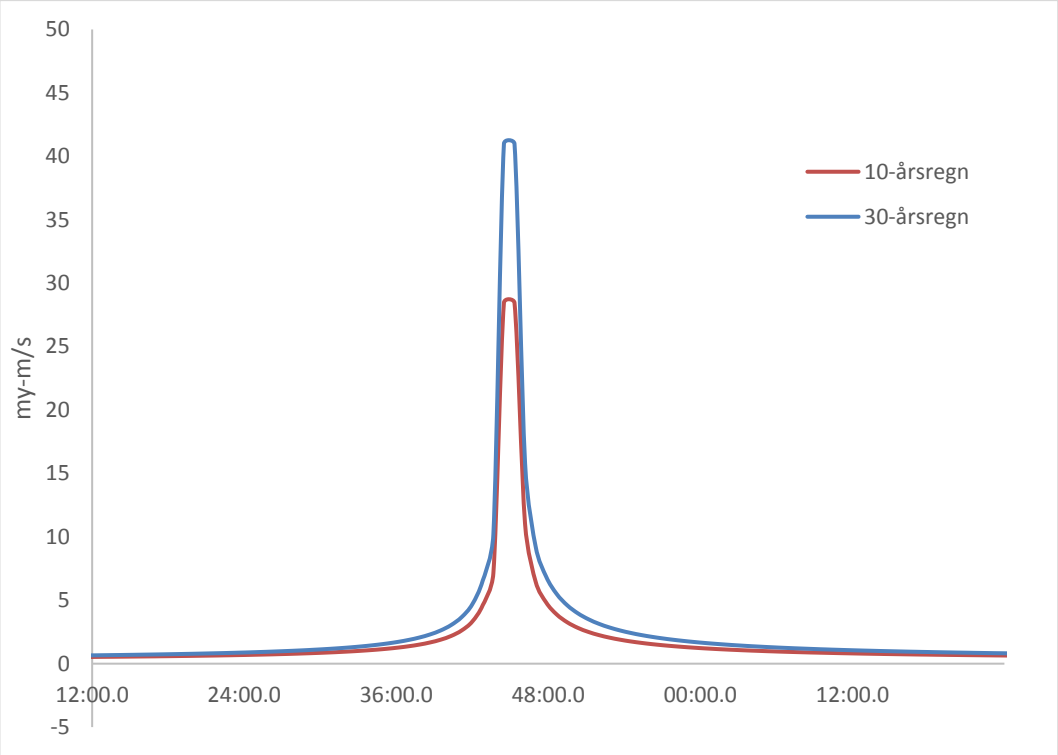
Figur 1.18 Ledningar i rött har fått en justerad lutning för att göra modellen körbar.

2 Kapacitetskontroll

2.1 Beräkningar med statistiskt återkommande regn

2.1.1 Kriterier

För centrum- och affärsområden skall, enligt Svenskt vattens skrift P110, ett nytt dagvattensystem klara ett regn med 10 års återkomsttid innan ledningar går fulla. Dessutom ska ett nytt system inom ett centrum- och affärsområden klara ett regn med 30 års återkomsttid innan trycklinjen når marknivån. För att studera ledningskapaciteten har modellen därför belastats med ett 12 timmars CDS-regn med 10 respektive 30 års återkomsttid (Figur 2.1).



Figur 2.1 Intensitet för 12 timmars 10-, och 30-års CDS-regn.

2.1.2 Havsnivå

För att studera konsekvensen av en stigande havsnivå har tre olika simuleringar gjorts:

1. Nuläge – havsnivå +0 m
2. År 2065 – havsnivå +0,5 m
3. År 2100 – havsnivå +1 m

Nivån är satt i alla utlopp vid havet samt alla utlopp i Råån.

3 Resultat

För resultaten av 10-årsregn redovisas procentuell dämningsnivå och absolut nivå över hjässa för alla dagvattenledningar. Procentuell dämningsnivå betyder dämning i förhållande till ledningens diameter. Till exempel, om en ledning är fylld till en nivå som är dubbla diametern är dämningsnivån 200 %.

För 30-årsregnet redovisas vilka ledningar som översvämmas vid maximal belastning.

Några resultat har plockats ut och redovisas i detta kapitel. De kompletta resultaten återfinns i bilaga A.

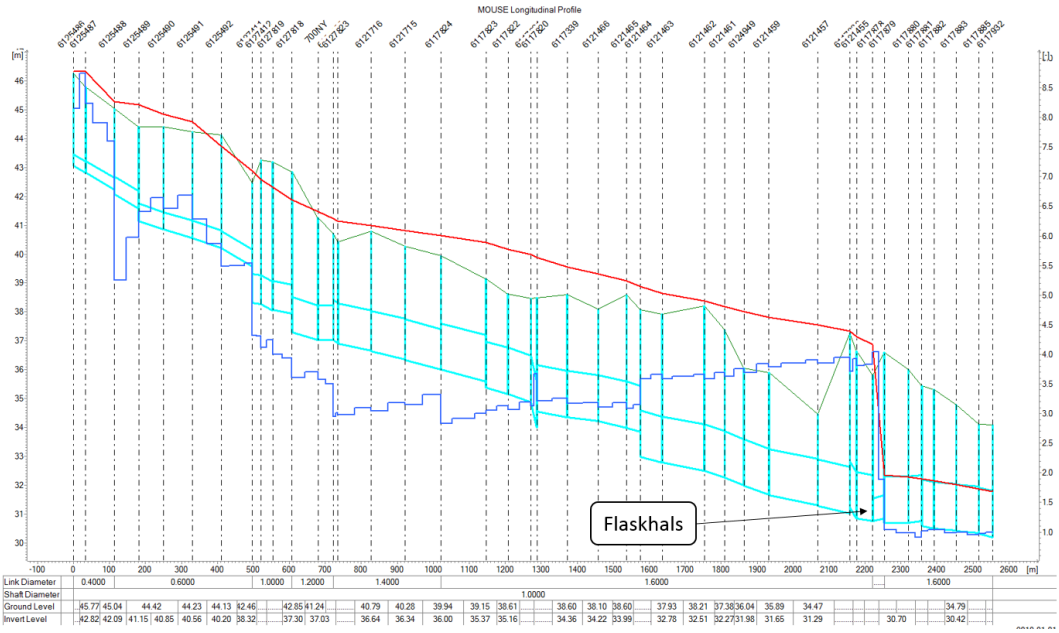
3.1 Resultat 10-årsregn

3.1.1 Nuläge

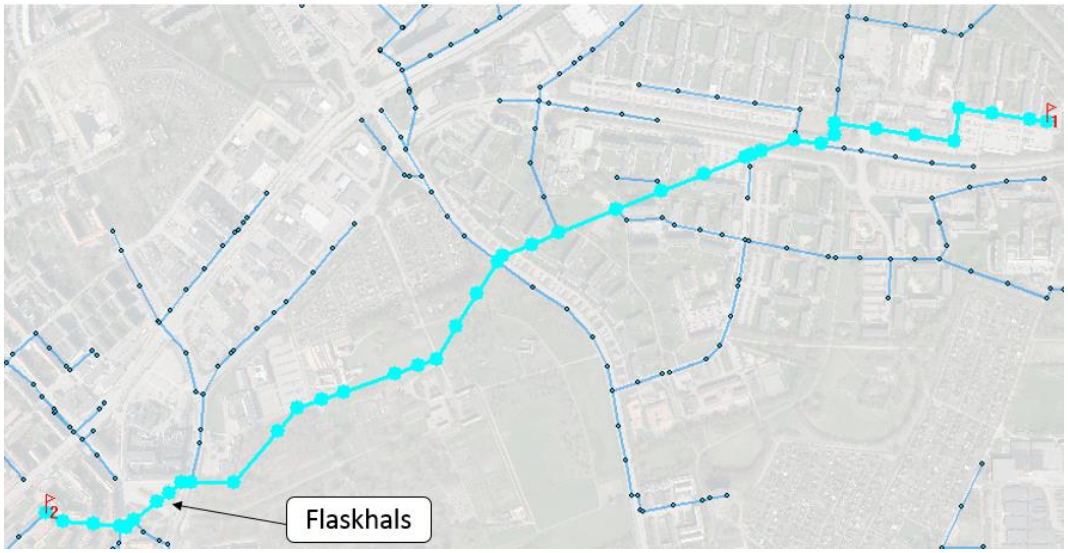
Figur 3.1 visar dämningsnivå (% av ledningsdiemater) i utloppsledning vid hamnen.

Figur 3.2 och Figur 3.3 visar maximal dämningsnivå och procentuell dämning i profil från Blåkullegatan till Mellersta Stenbocksgatan. Dämningsnivåerna blir höga på sträckan beroende på en flaskhals långt nedströms på sträckan.

Figur 3.1 Ledningsfyllnad (%), 10-årsregn, scenario nuläge.



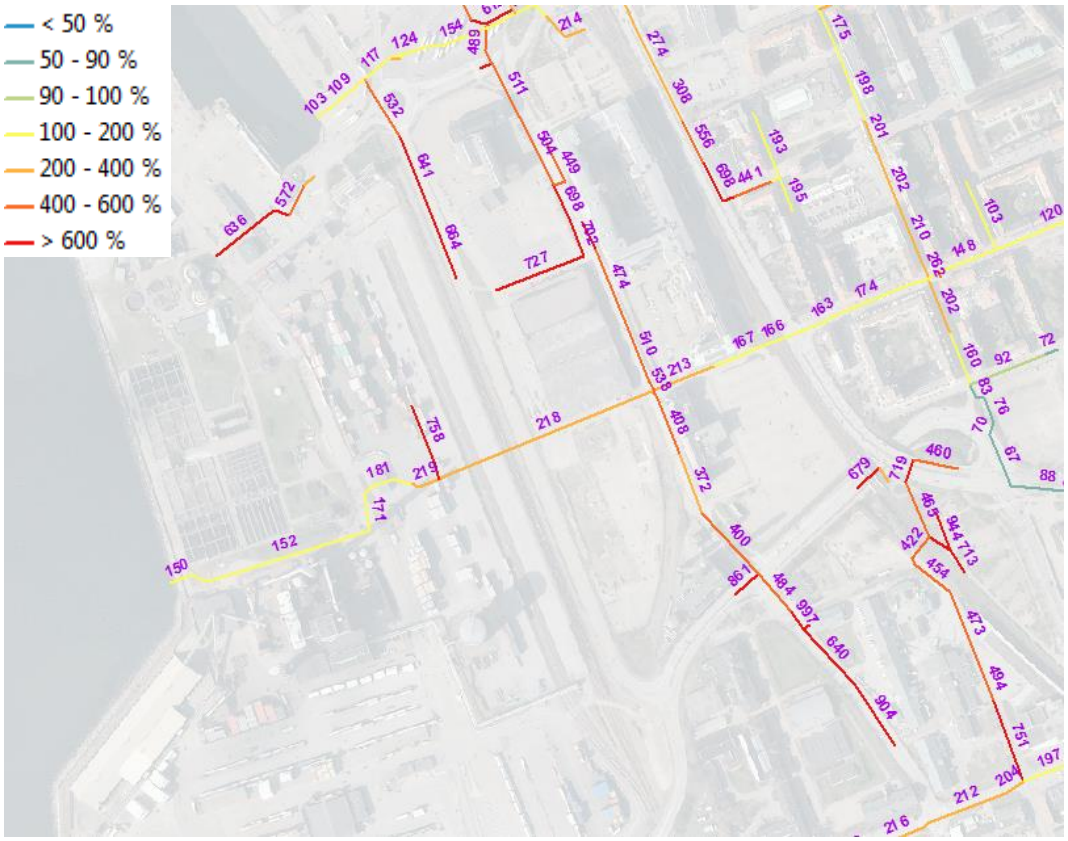
Figur 3.2 Profil från Blåkullagatan till Mellersta Stenbocksgatan. Röd linje visar maximal dämning (m), blå linje visa procentuell dämning. Nivåerna blir höga tack vare en flaskhals långt ner i systemet.



Figur 3.3 Profil från Blåkullagatan till Mellersta Stenbocksgatan i plan.

3.1.2 **År 2065**

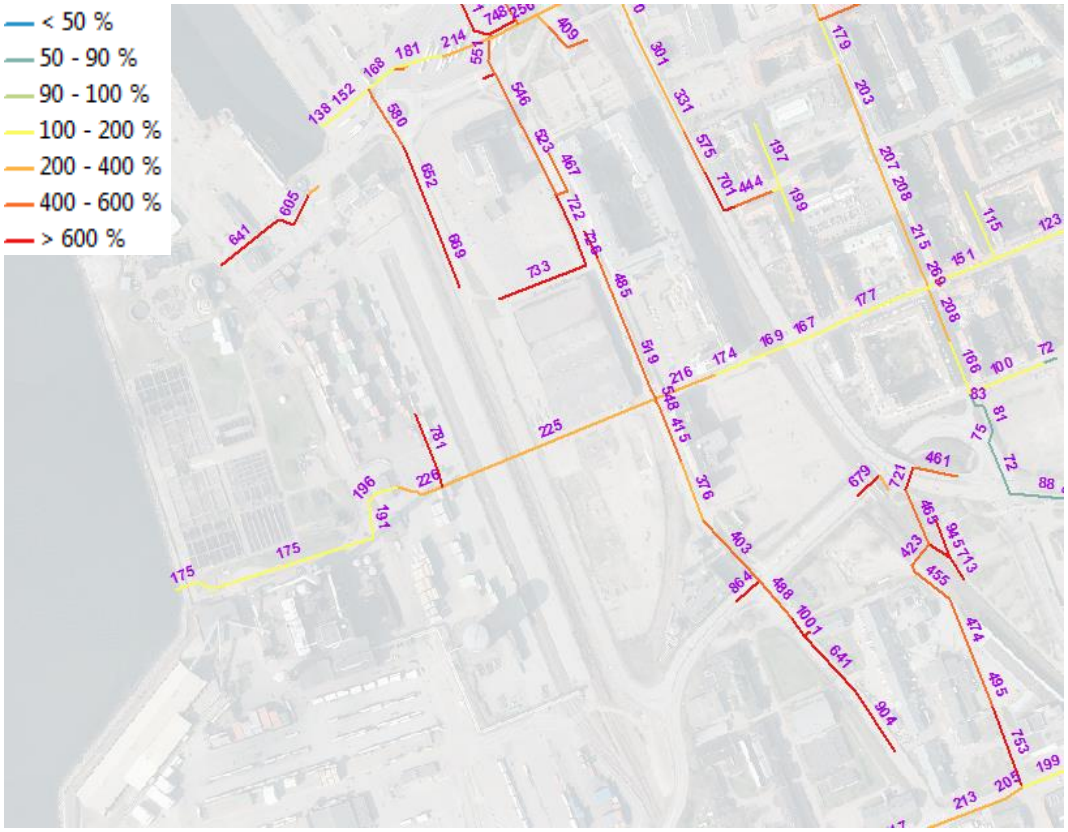
Figur 3.4 visar dämningsnivå (% av ledningsdiemater) i utloppsledning vid hamnen.



Figur 3.4 Ledningsfyllnad (%), 10-årsregn, scenario år 2065.

3.1.3 **År 2100**

Figur 3.5 visar dämningsnivå (% av ledningsdiemater) i utloppsledning vid hamnen.

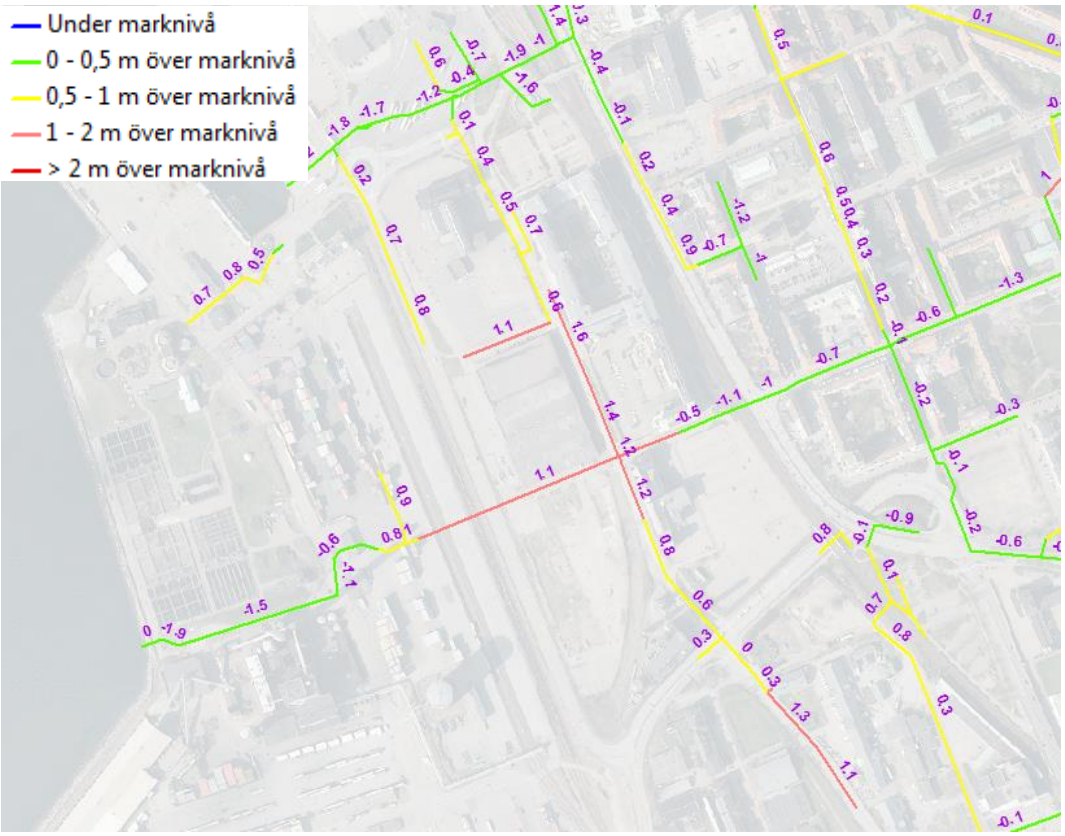


Figur 3.5 Ledningsfyllnad (%), 10-årsregn, scenario år 2100.

3.2 Resultat 30-årsregn

3.2.1 Nuläge

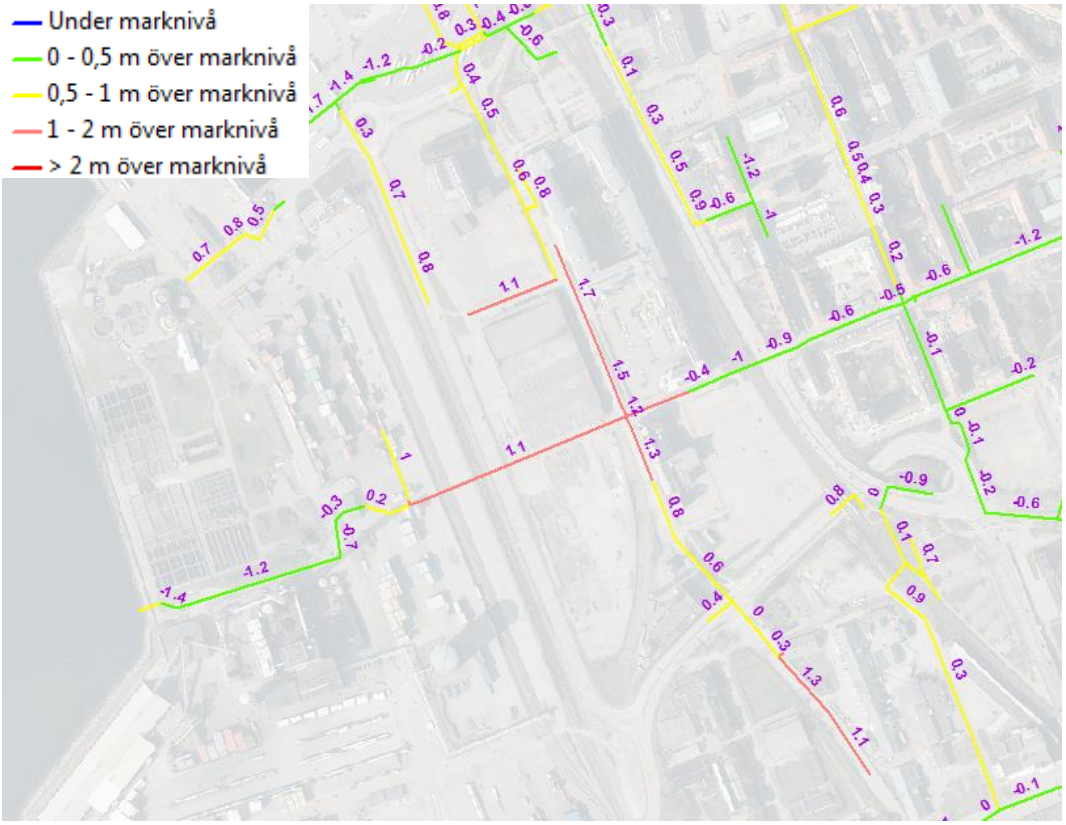
Figur 3.6 visar nivå över mark (m) i utloppsledning vid hamnen, 30-årsregn.



Figur 3.6 Nivå över mark (m), 30-årsregn, scenario nuläge.

3.2.2 **År 2065**

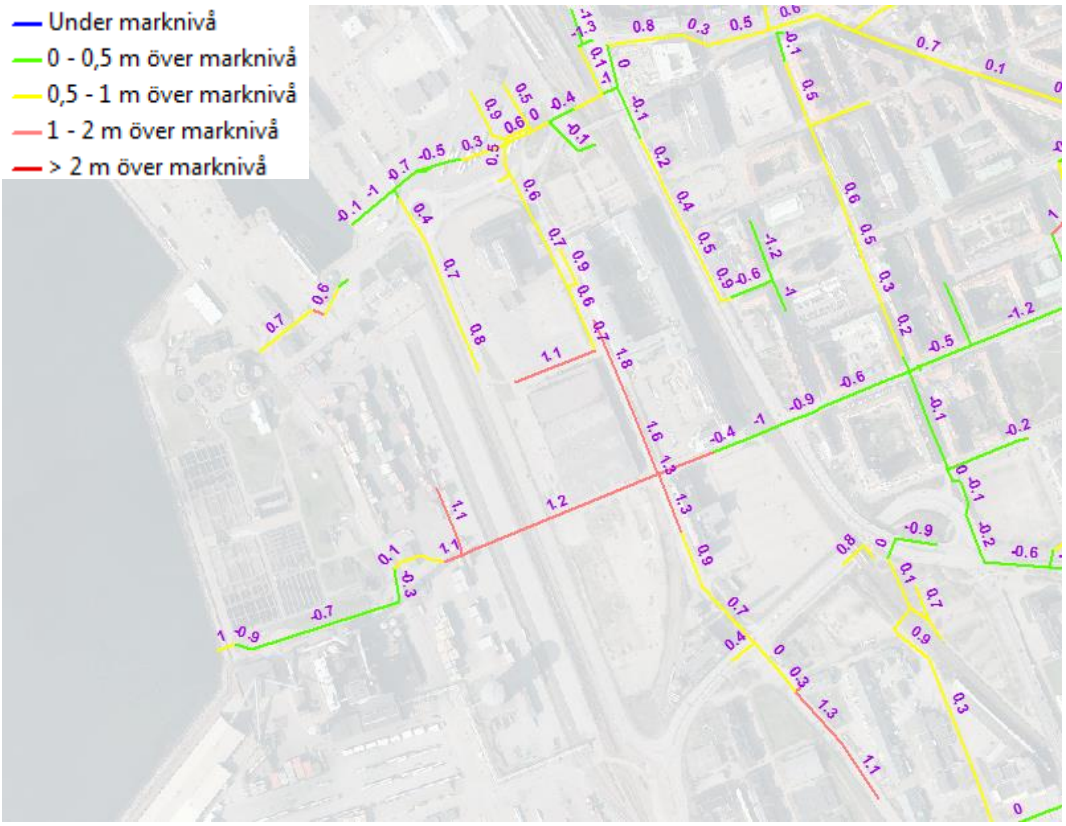
Figur 3.7 visar nivå över mark (m) i utloppsledning vid hamnen, 30-årsregn.



Figur 3.7 Nivå över mark (m), 30-årsregn, scenario år 2065.

3.2.3 **År 2100**

Figur 3.8 visar nivå över markyta (m) i utloppsledning vid hamnen, 30-årsregn.



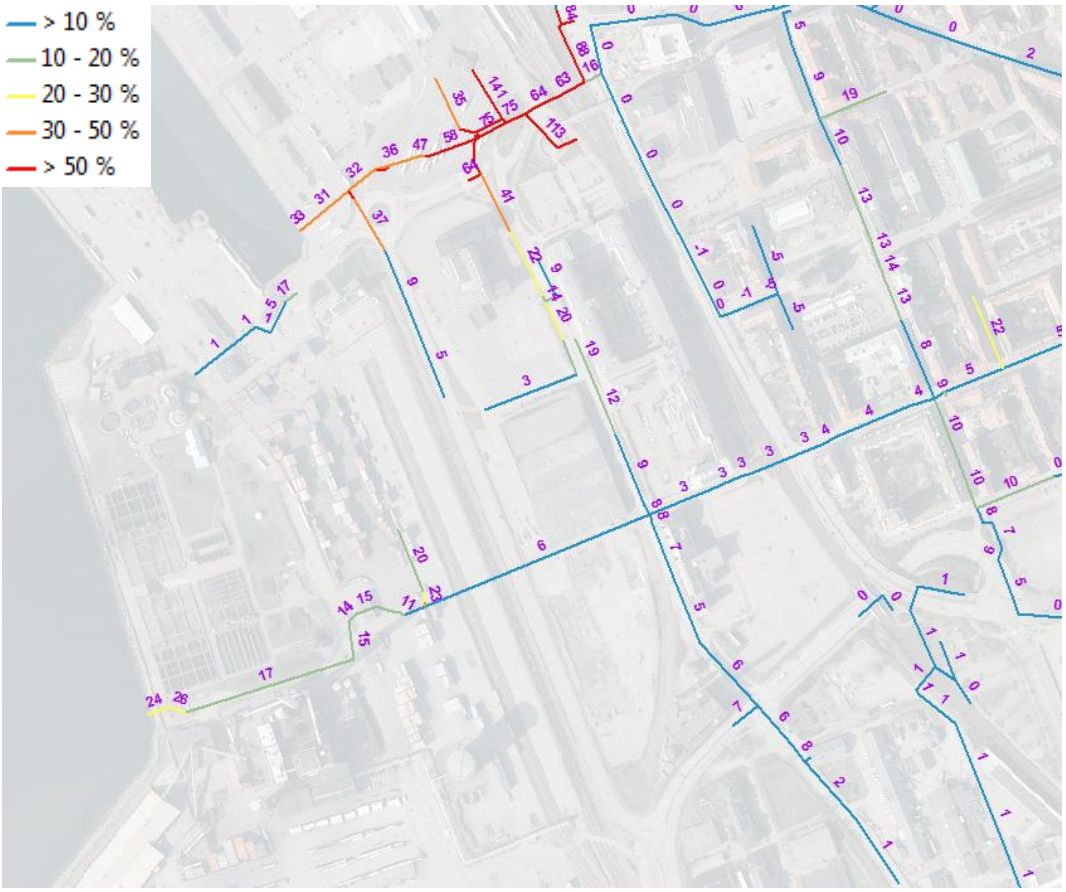
Figur 3.8 Nivå över mark (m), 30-årsregn, scenario år 2100.

3.3 Jämförelse resultat

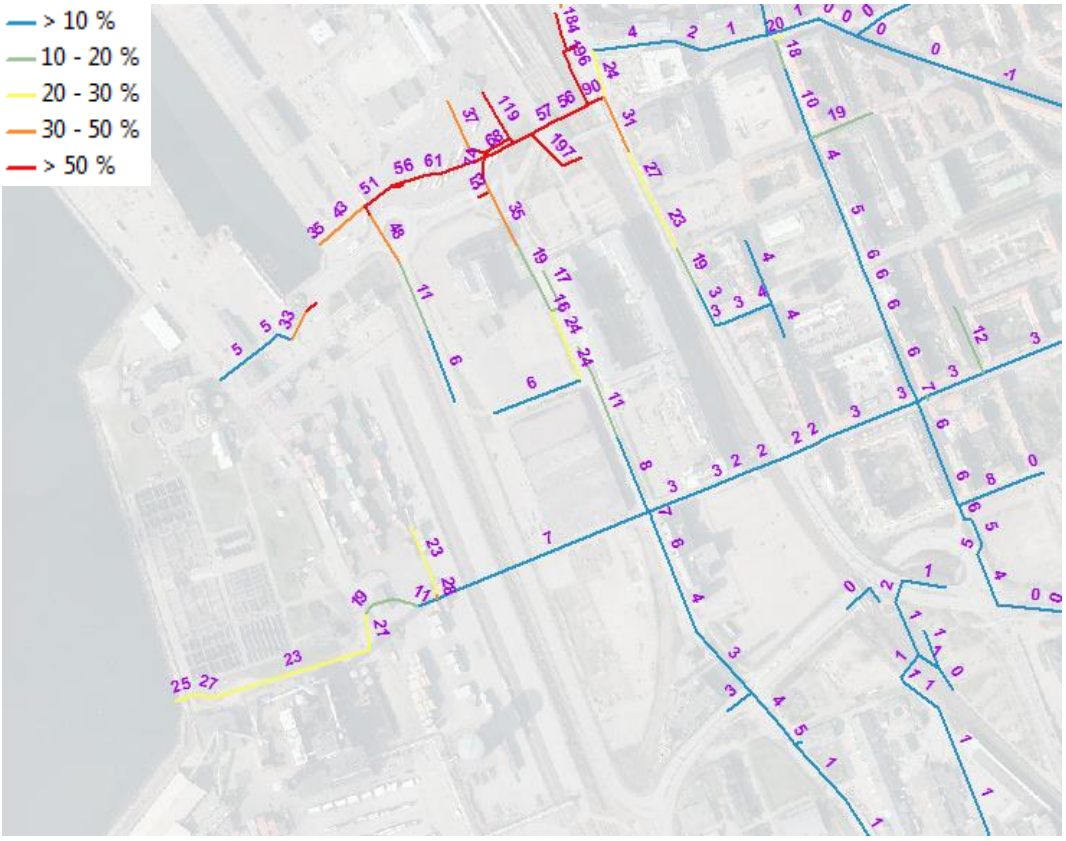
Figur 3.9 visar procentuell ökning av fyllnadsgrad mellan nuläge med havsnivå på +0 m relativt RH 2000 och scenario 2065 med en havsnivå på +0,5 m relativt RH 2000.

Figur 3.10 visar procentuell ökning av fyllnadsgrad mellan scenario 2065 med en havsnivå på +0,5 m relativt RH 2000. och scenario 2100 med en havsnivå på +1 m relativt RH 2000.

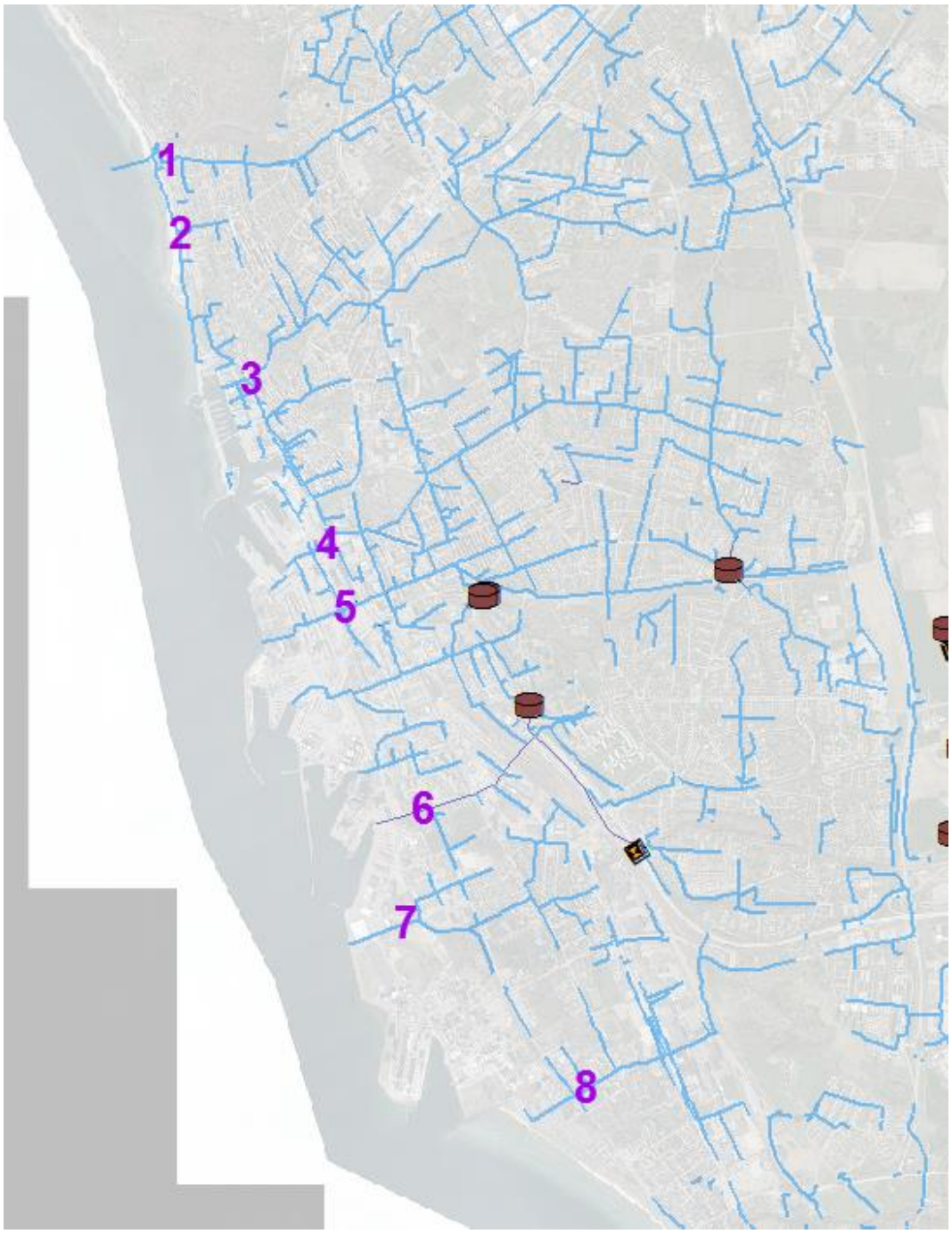
Figur 3.11 och Tabell 3.1 visar referenspunkter och maximal dämningsnivå vid olika regn och olika havsnivåer.



Figur 3.9 Procentuell ökning av fyllnadsgrad mellan scenario nuläge och scenario 2065.



Figur 3.10 Procentuell ökning av fyllnadsgrad mellan scenario 2065 och scenario 2100.



Figur 3.11 Referenspunkter för jämförelse av resultat.

Tabell 3.1 Jämförelse av resultat (m över marknivå) för scenario nuläge, år 2065 och år 2100.

Ref. punkt	Ledning	Nivå i ledning 30-årsregn, nuläge	Nivå i ledning 30-årsregn, år 2065	Nivå i ledning 30-årsregn, år 2100
1	5986213	0,64	0,69	0,75
2	7006260	-1,87	-1,36	-0,05
3	5995068	-0,51	0,66	1,46
4	DPL87DPL89	-0,96	0,13	0,54
5	DKB337DKB338	1,07	1,13	1,2
6	RAND_HAV_Link_15	-1,66	-1,66	-1,66
7	5987024	1,55	1,55	1,55
8	5985491	-2,35	-2,35	-2,18

3.4 Strategi för kapacitetsförbättring av dagvattensystem

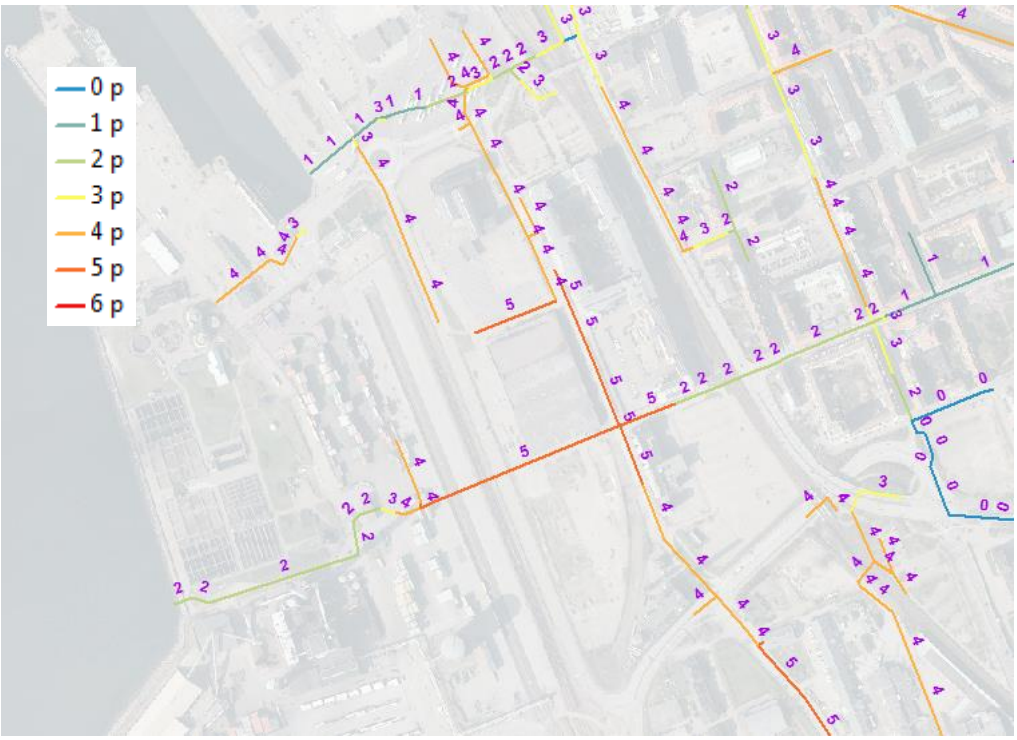
En klassificering av ledningar som bör prioriteras har tagits fram utifrån en sammanlagd poäng uträknad ifrån en framtagen poängindelning (Tabell 3.2 och Tabell 3.3). Poängen är räknade med resultat från scenario 2065. Figur 3.12 visar totalpoäng för ledningssträcka vid hamnen.

Tabell 3.2 *Poängindelning av dämningsnivå vid 10-årsregn, scenario 2065.*

Dämningsgrad	Poäng
< 100 %	0
100 – 150 %	1
150 – 200 %	2
> 200 %	3

Tabell 3.3 *Poängindelning av dämningsnivå vid 30-årsregn, nuläge.*

Nivå över markyta	Poäng
0 m	0
0 – 1 m	1
1 – 2 m	2
> 2 m	3

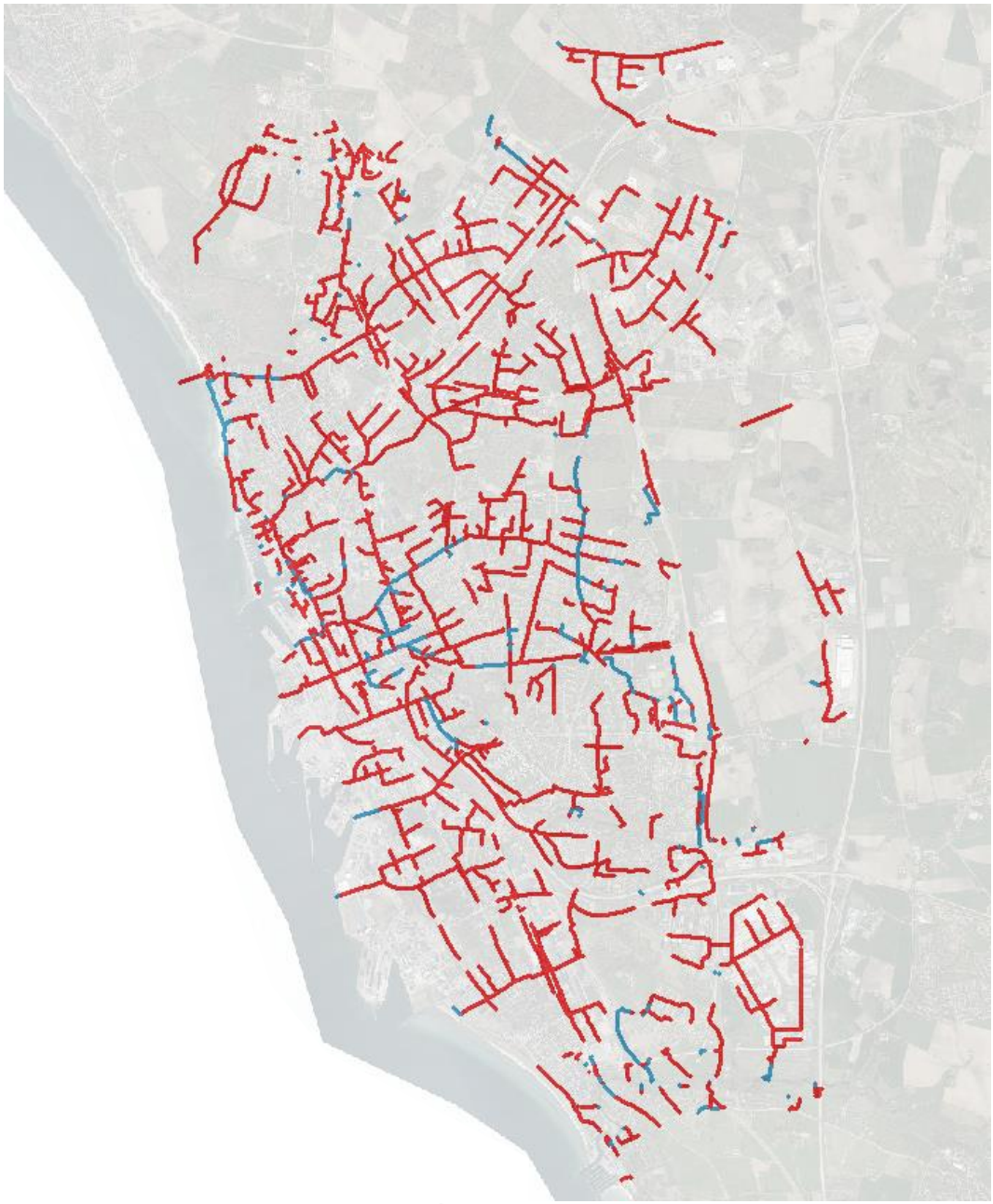


Figur 3.12 Total poäng utifrån scenario 2065.

Klassificeringen av ledningar ger en överblicksbild på ledningar som bör prioriteras. Utöver klassificeringen bör det göras en filtrering på ledningar vars skillnad i nedströms och uppströms trycknivå är mycket stor. Fler ledningar kan ligga med stora övertryck som skapas nedströms av annan trång ledning (se Figur 3.2). Det är då inte meningsfullt att i första hand justera uppströms dimensioner. Istället ska man börja nedströms i varje problemsträcka och se vilka sträckor som framför allt orsakar övertrycket och gå på dem.

3.5 Kommentar till resultat

Enligt P110 (SVV) har VA-huvudmannen ansvar för att nya dagvattensystem i centrum- och affärsområden endast fylls till ledningshjässan vid ett 10-årsregn. Resultaten visar att Helsingborgs ledningsnät i stora områden däms upp till hjässa vid ett 10-årsregn med klimatfaktor på 1,25 för nulägens scenario (röda ledningar i Figur 13) och alltså inte klarar de nya kraven enligt P110.



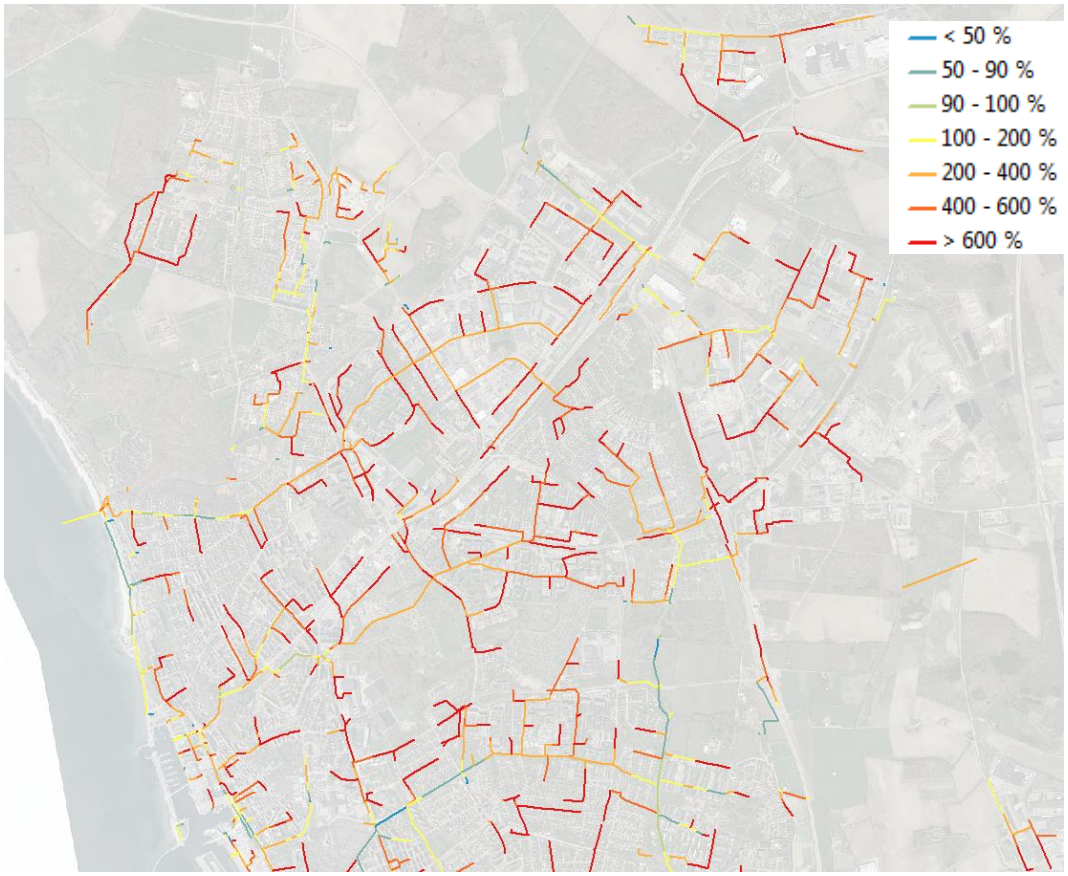
Figur 13 Dämda ledningar (röda) vid ett 10-årsregn med klimatfaktor och nuläges havsscenario.

Modellen är inte kalibrerad och bör endast betraktas som en teoretisk modell. Resultaten kan komma att se annorlunda ut efter att hårdhetsgraden på modellens avrinningsområden kalibrerats mot mätdata.

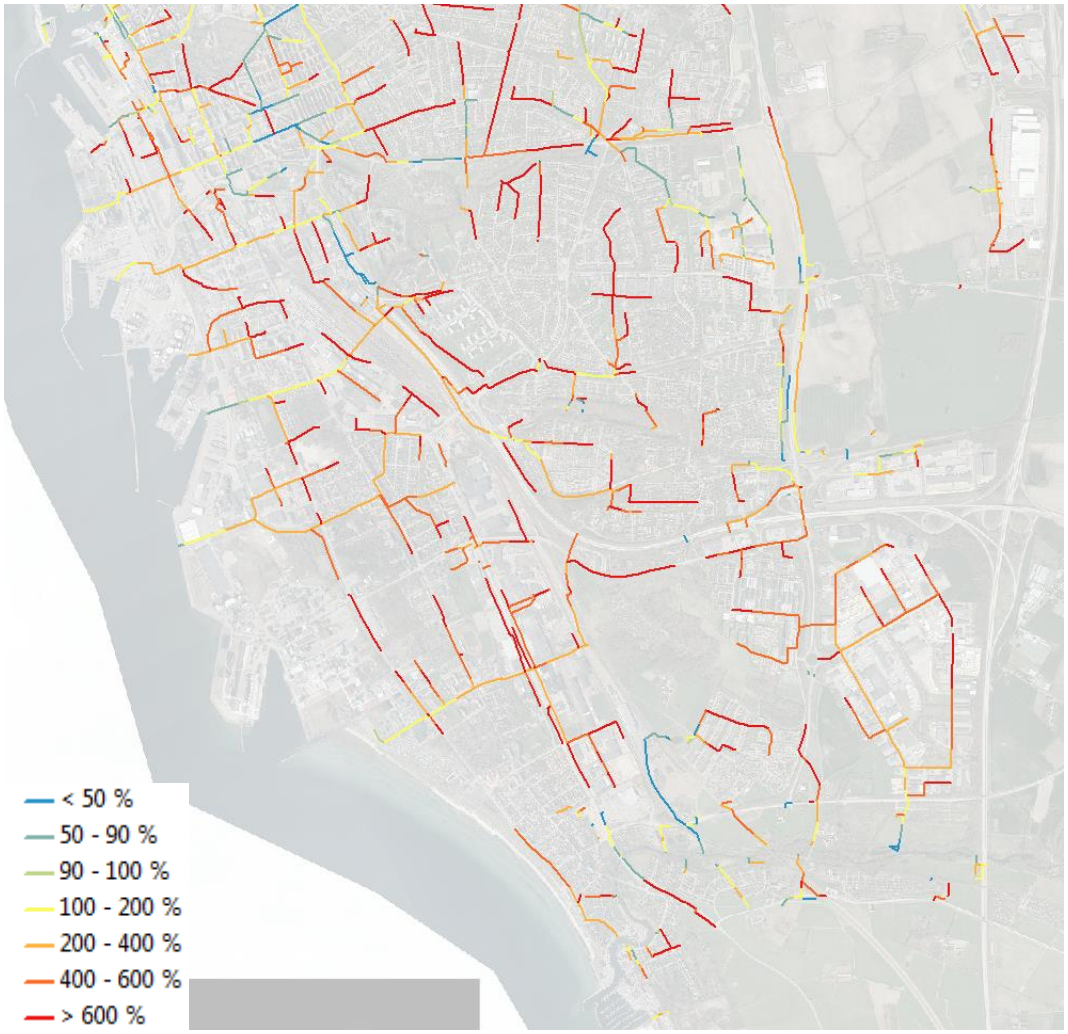
Sweco rekommenderar att en mätning av dagvattensystemen i Helsingborg görs och att resultaten uppdateras efter att modellen kalibrerats.

Bilaga A

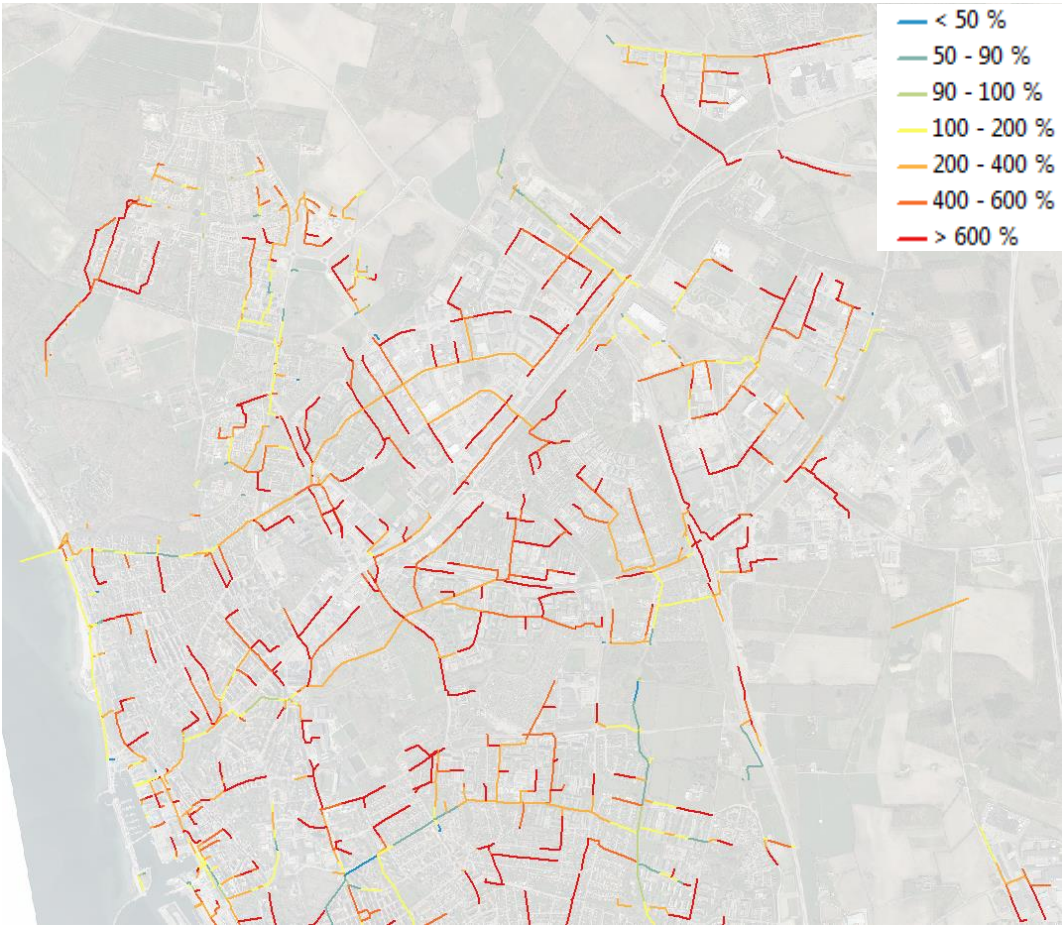
Dämningsnivå i procent. 10-årsregn, Nuläge



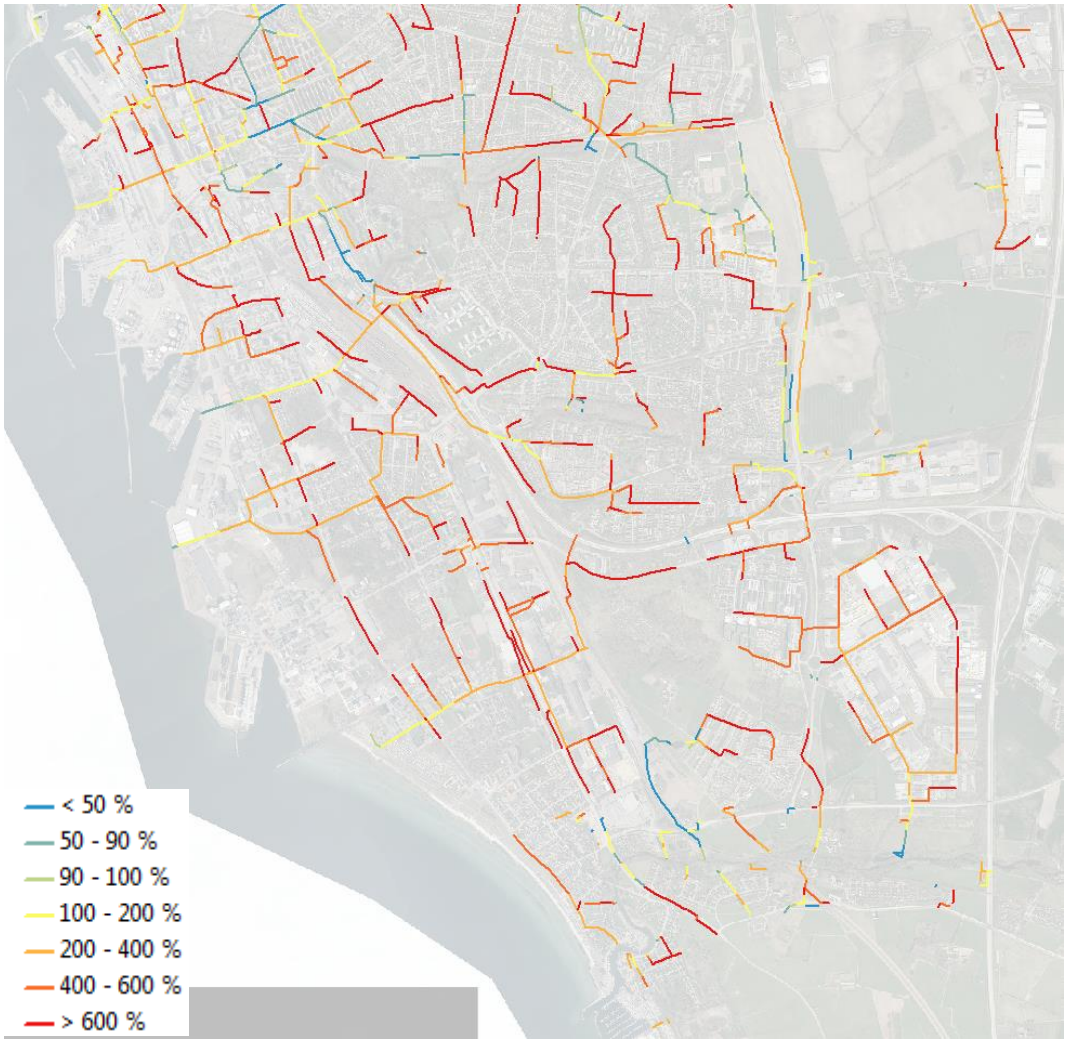
Dämningsnivå i procent. 10-årsregn, Nuläge



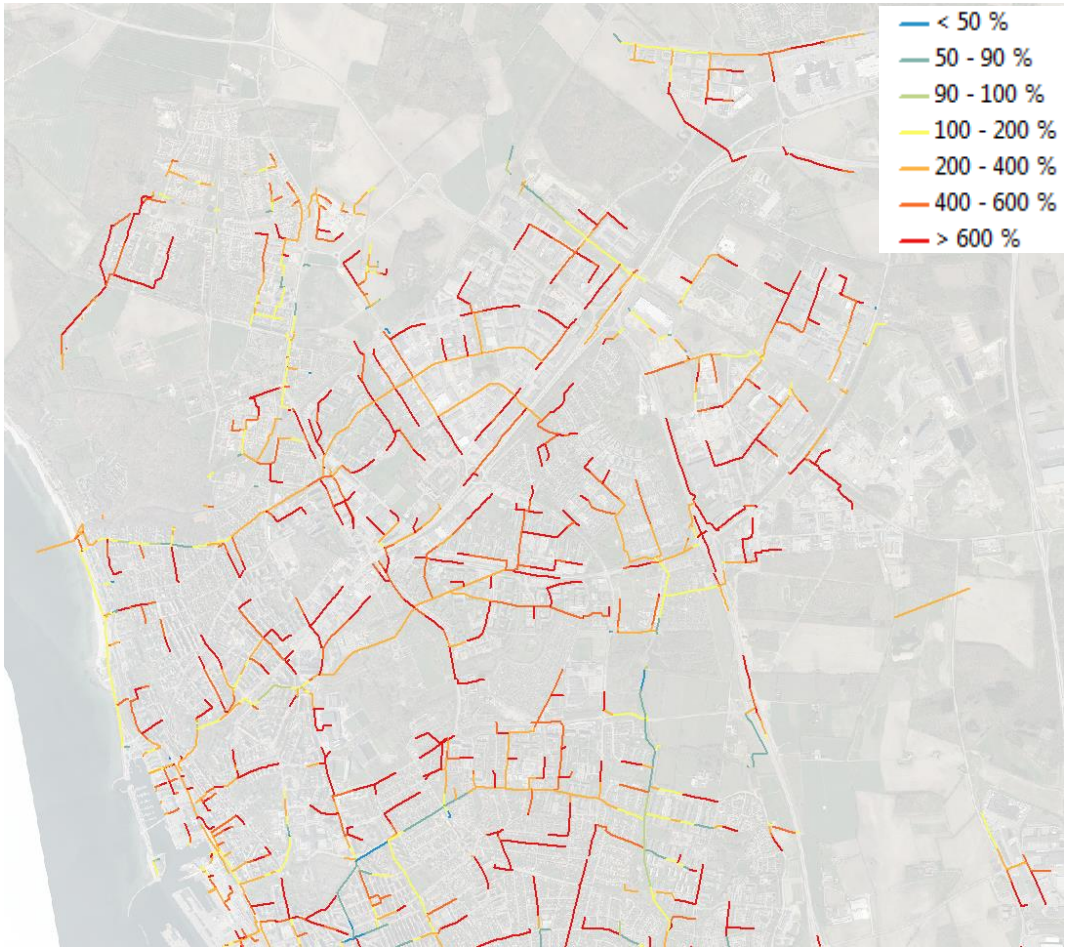
Dämningsnivå i procent, 10-årsregn, scenario år 2065



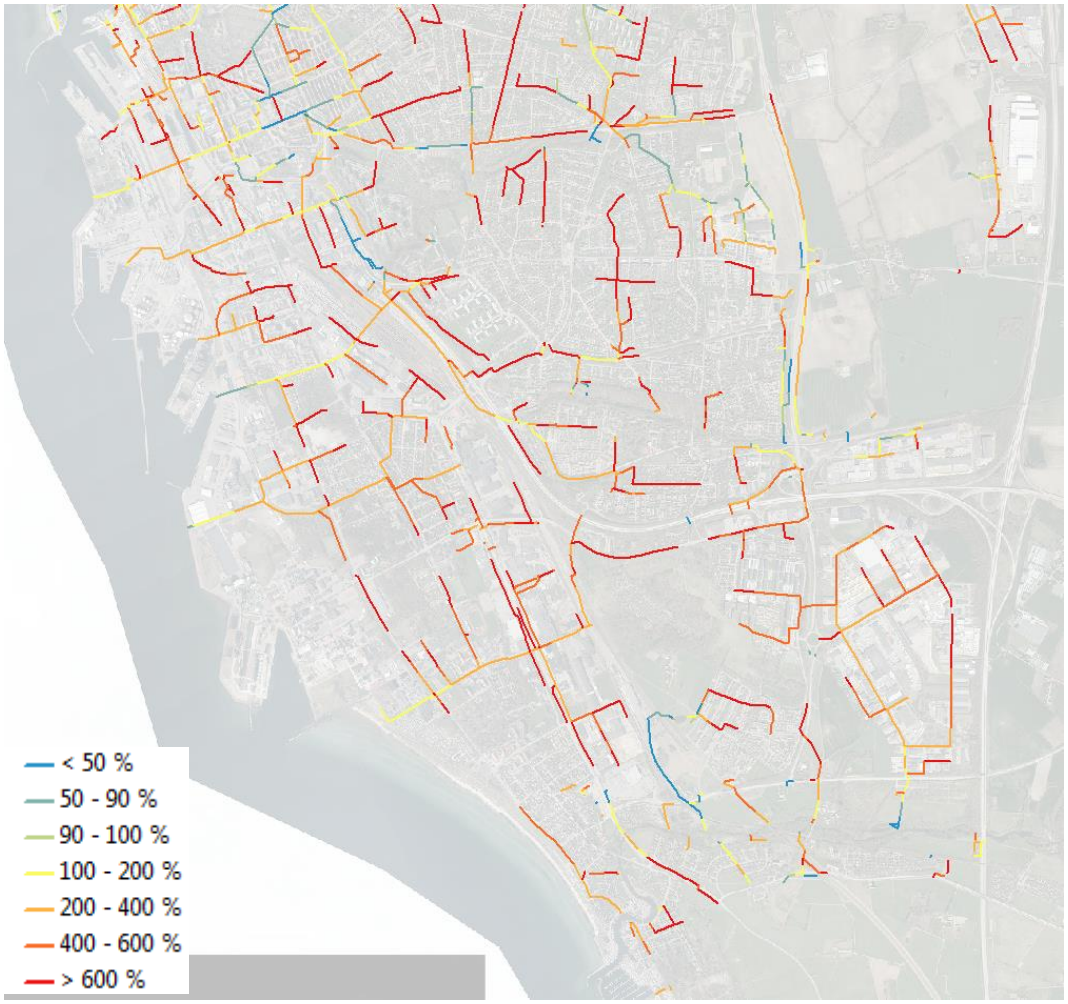
Dämningsnivå i procent, 10-årsregn, scenario 2065



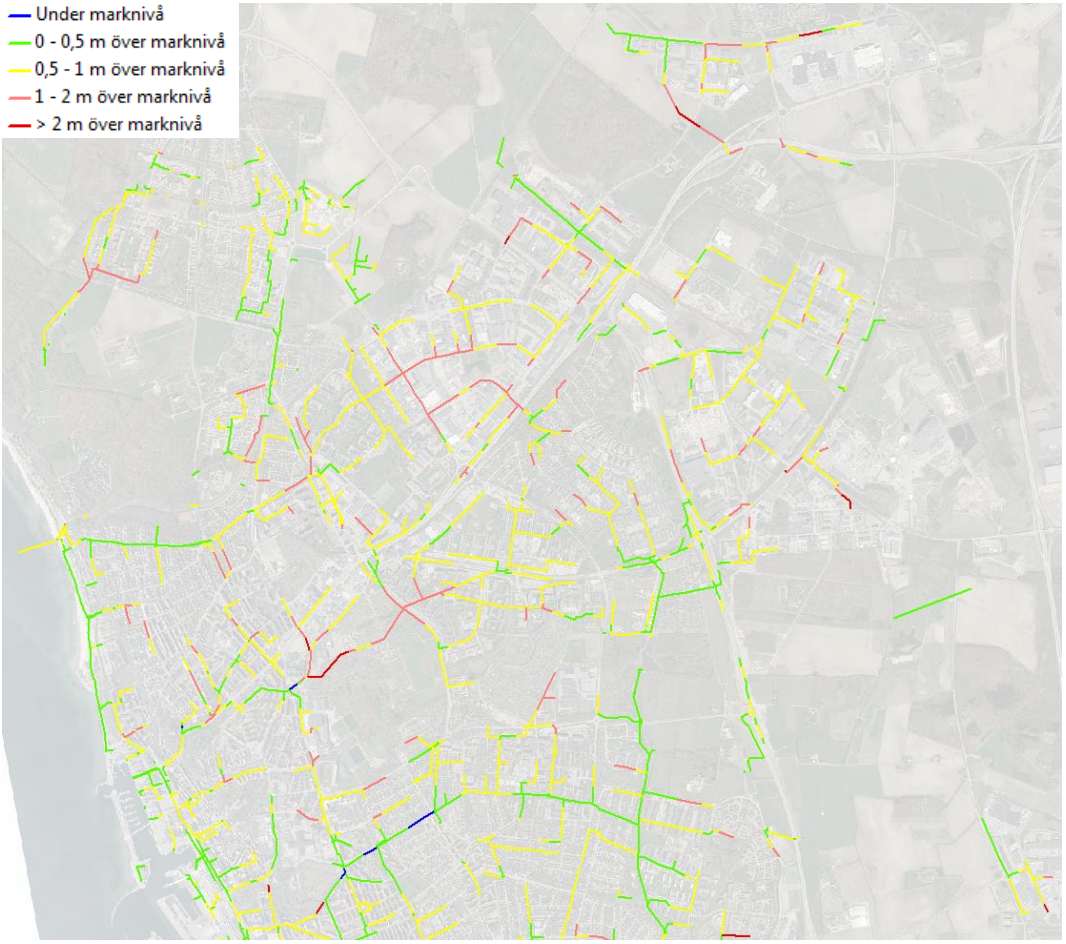
Dämningsnivå i procent, 10-årsregn, scenario 2100.



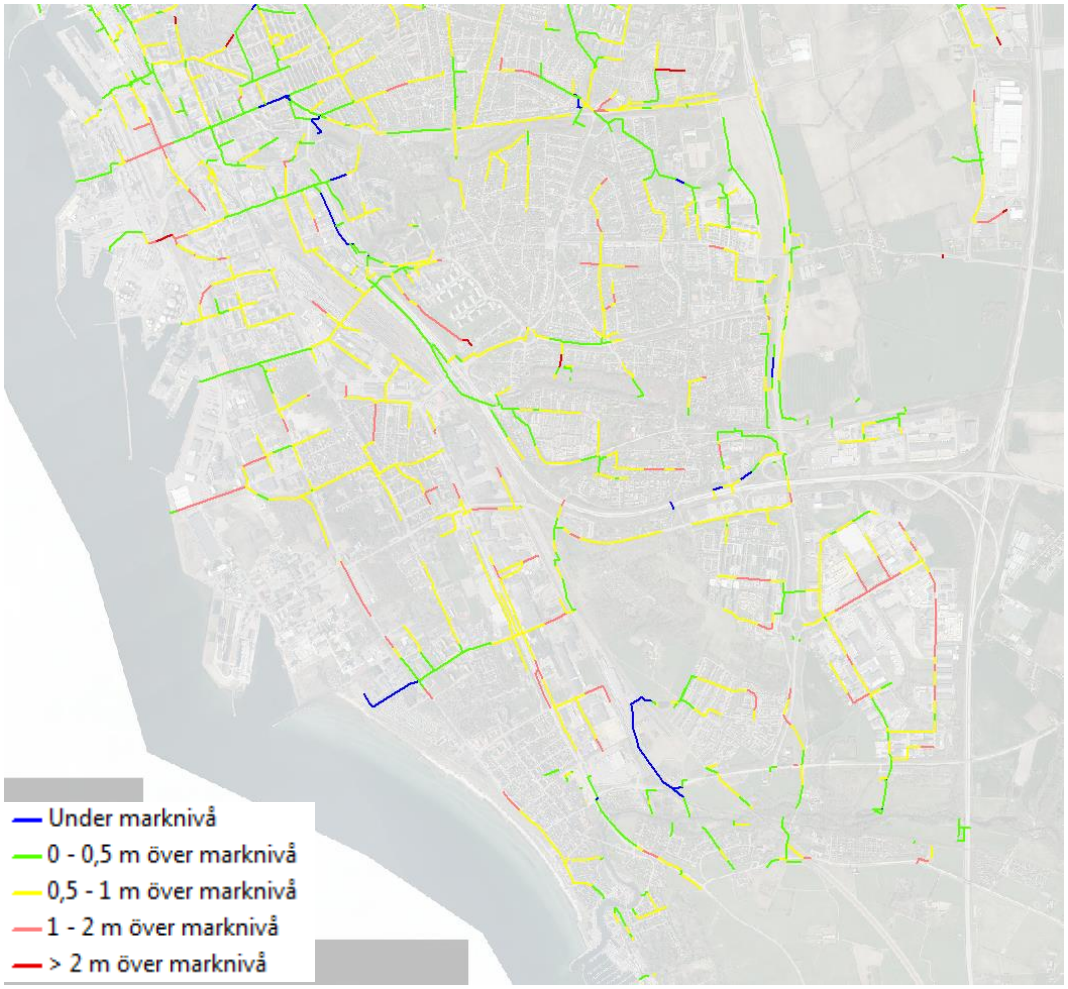
Dämningsnivå i procent, 10-årsregn, scenario 2100.



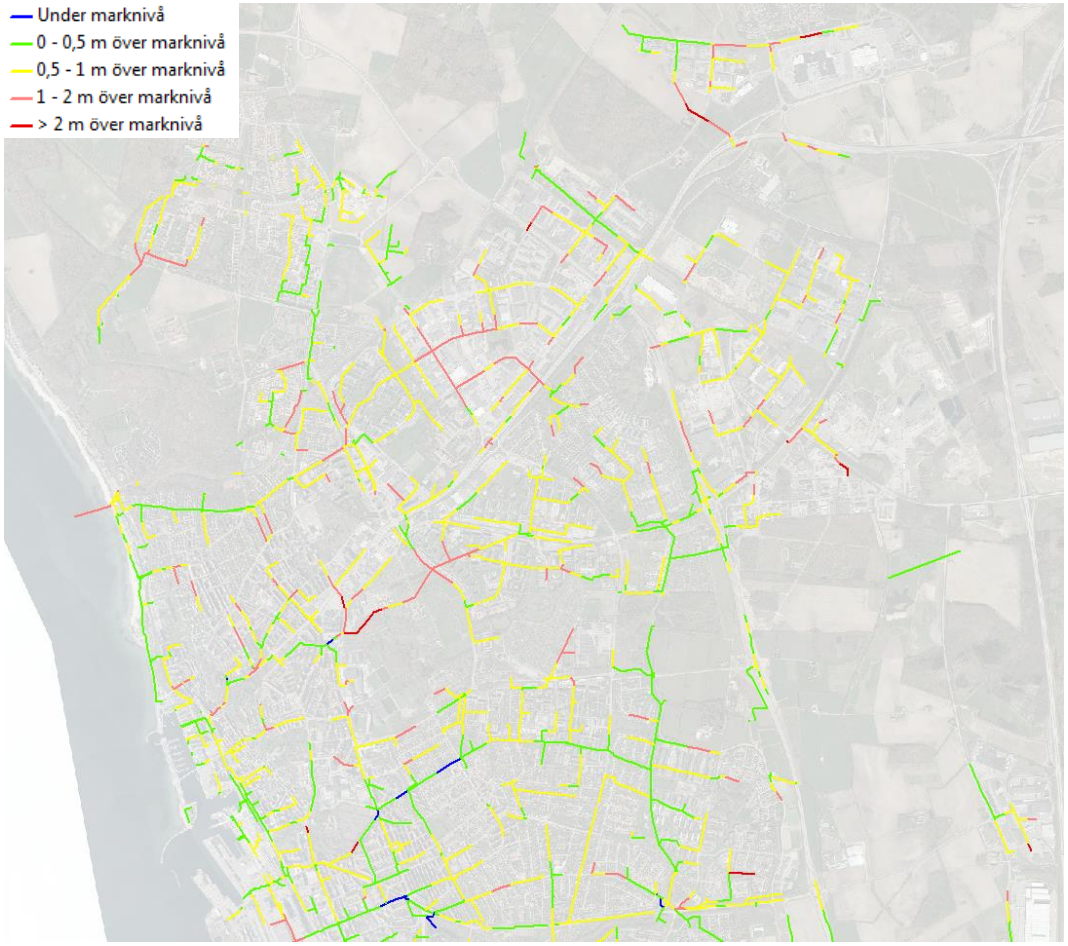
Maximal nivå över mark, 30-årsregn, nuläge.



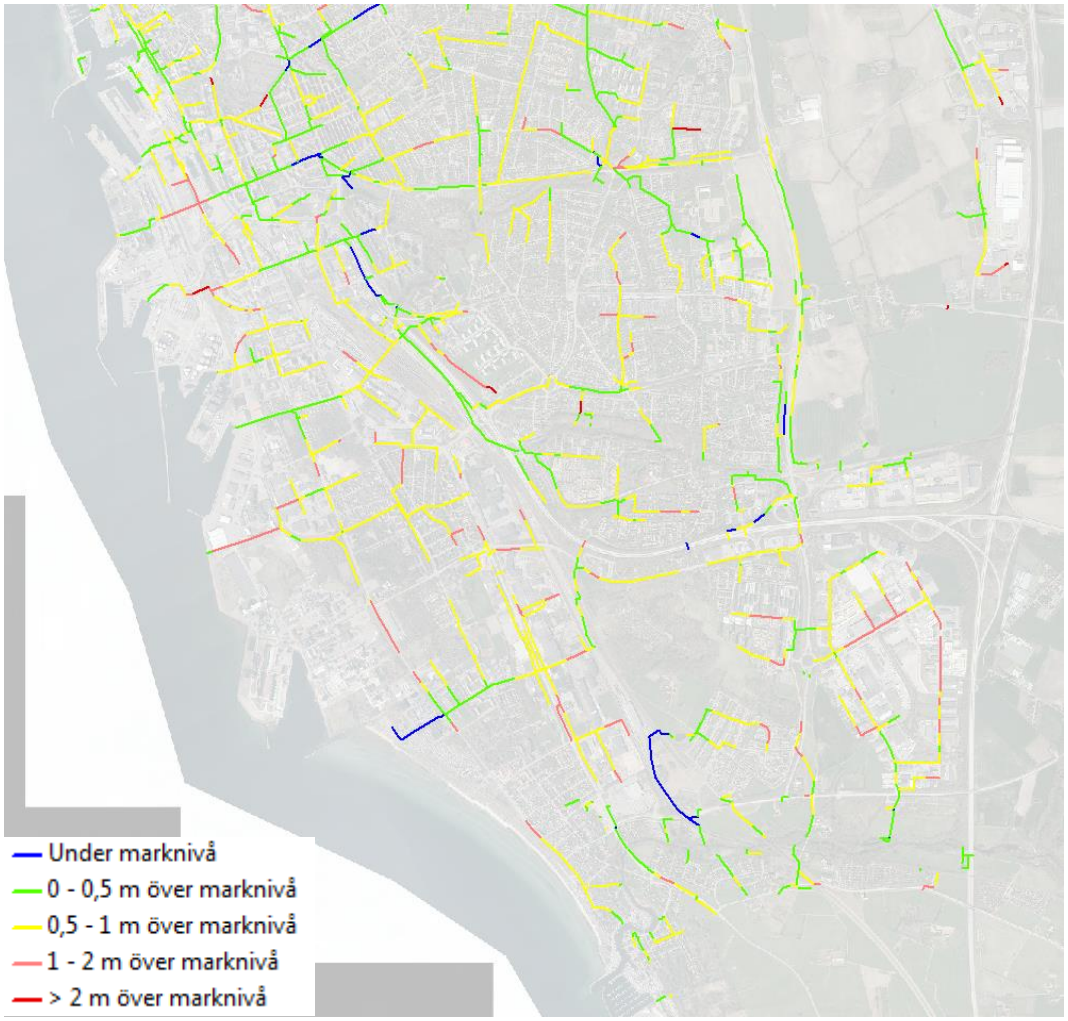
Maximal nivå över mark, 30-årsregn, nuläge.



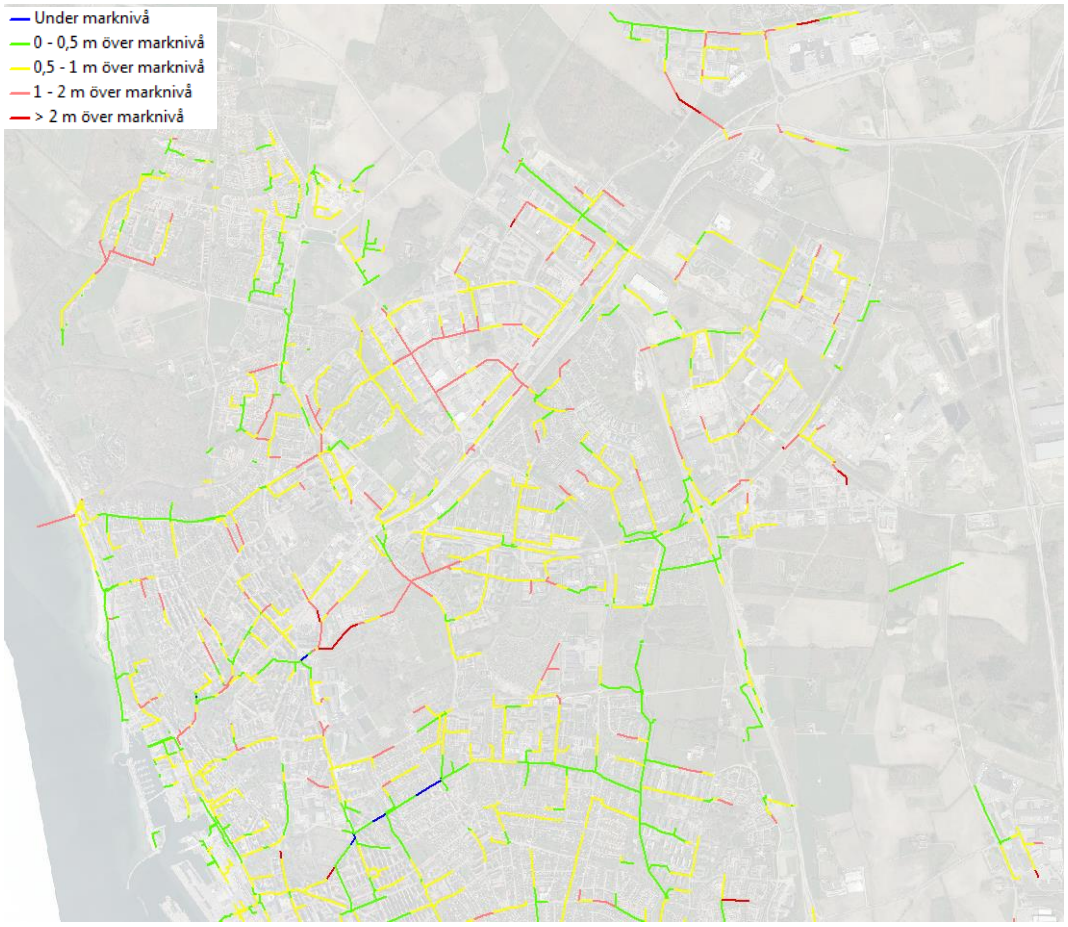
Maximal nivå över mark, 30-årsregn, scenario 2065.



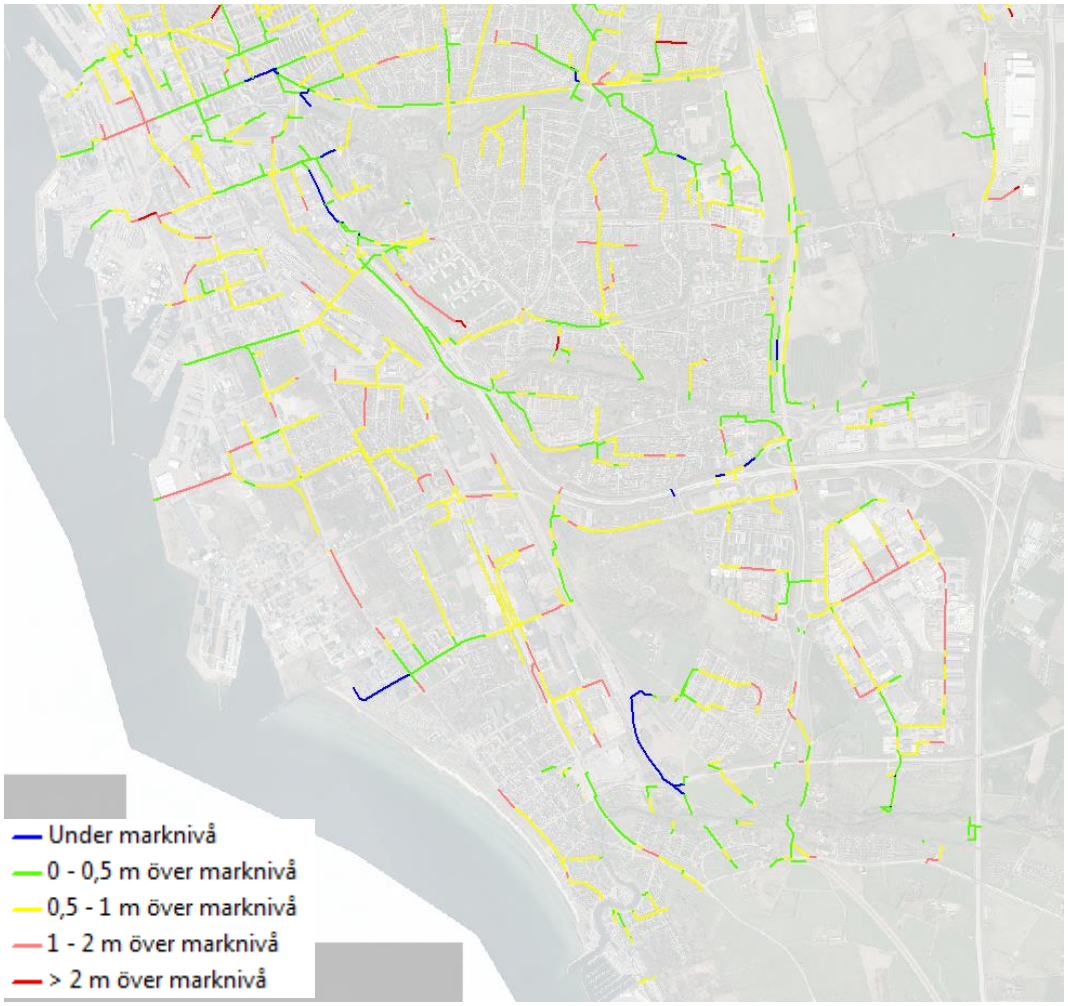
Maximal nivå över mark, 30-årsregn, scenario 2065.



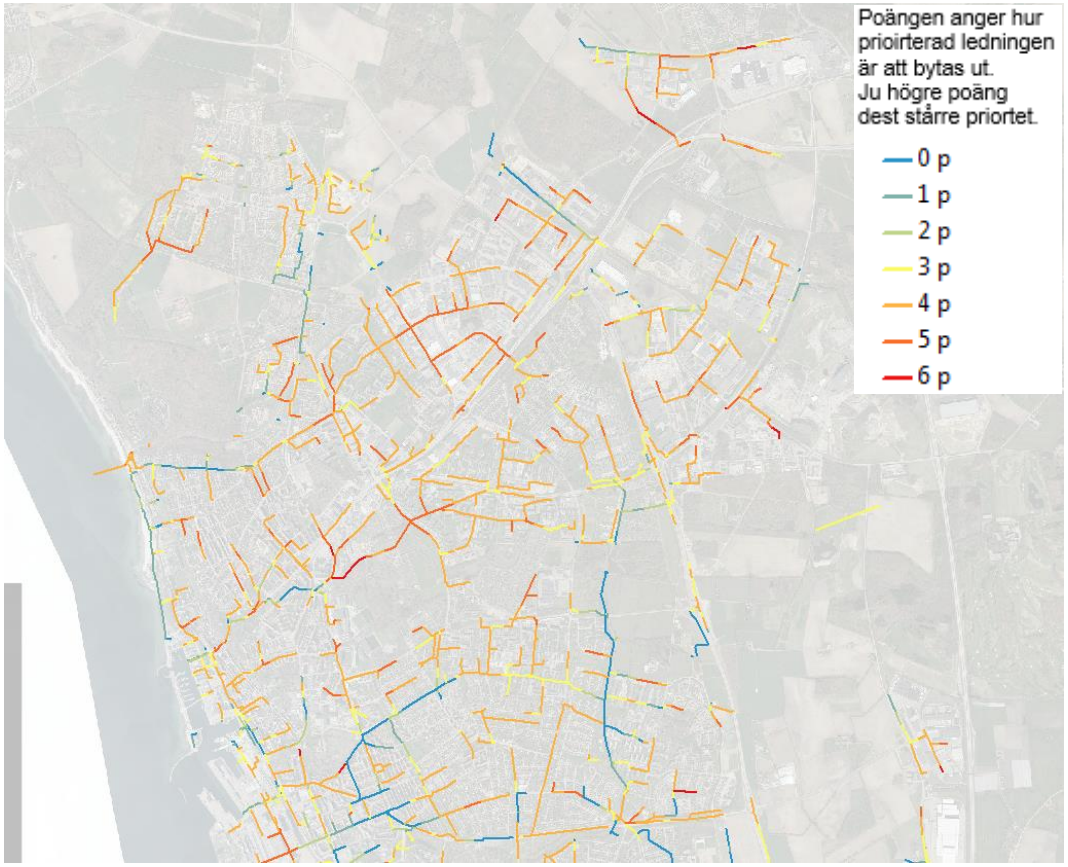
Maximal nivå över mark, 30-årsregn, scenario 2100.



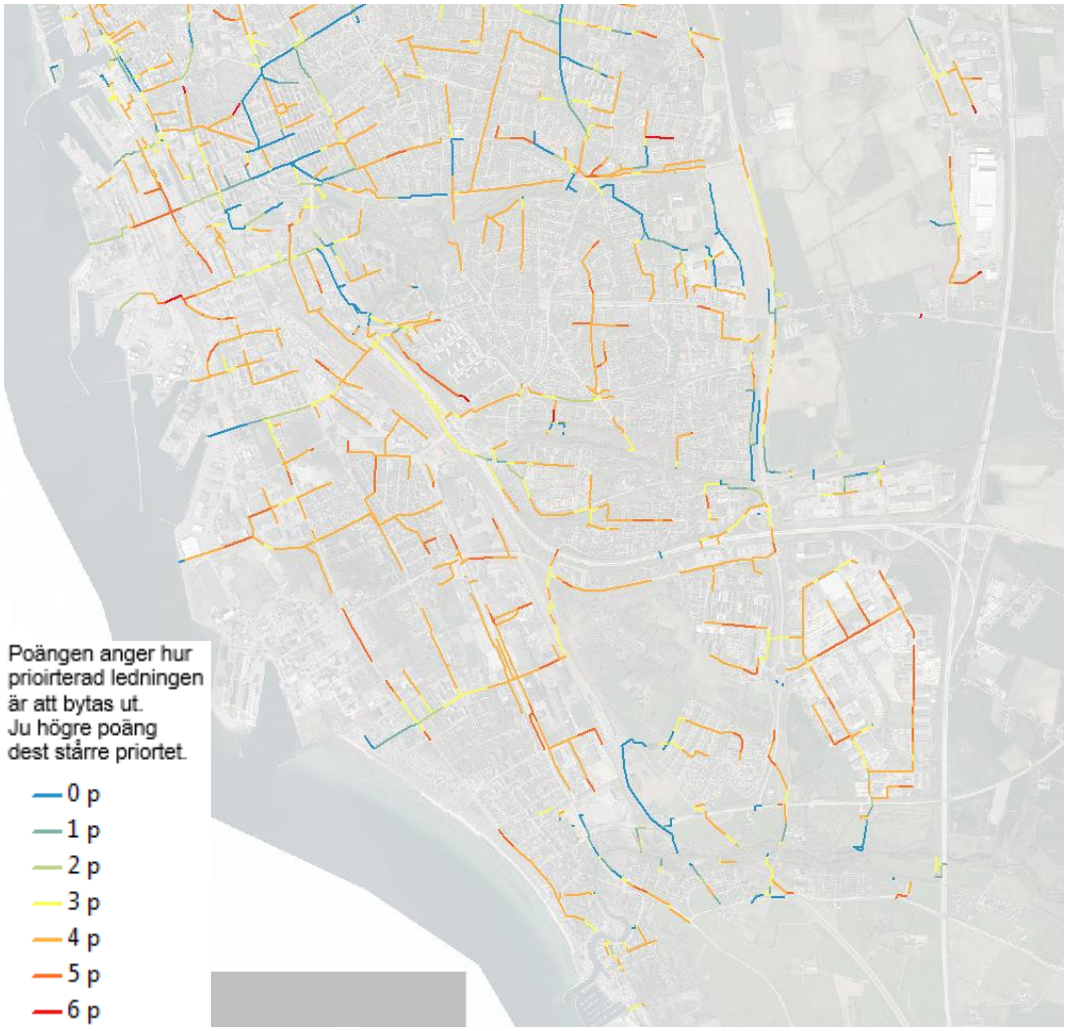
Maximal nivå över mark, 30-årsregn, scenario 2100.



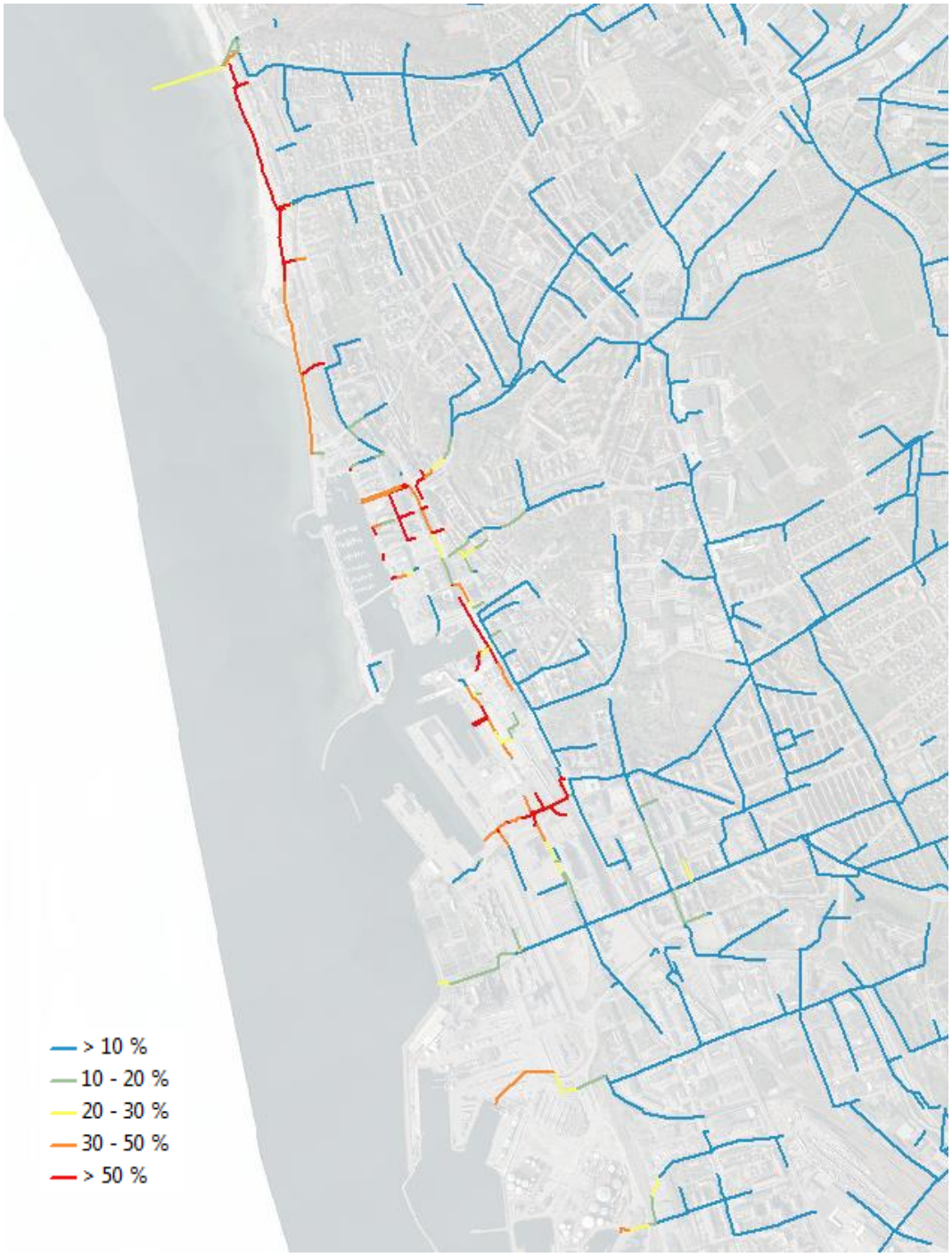
Poäng för alla dagvattenledningar.



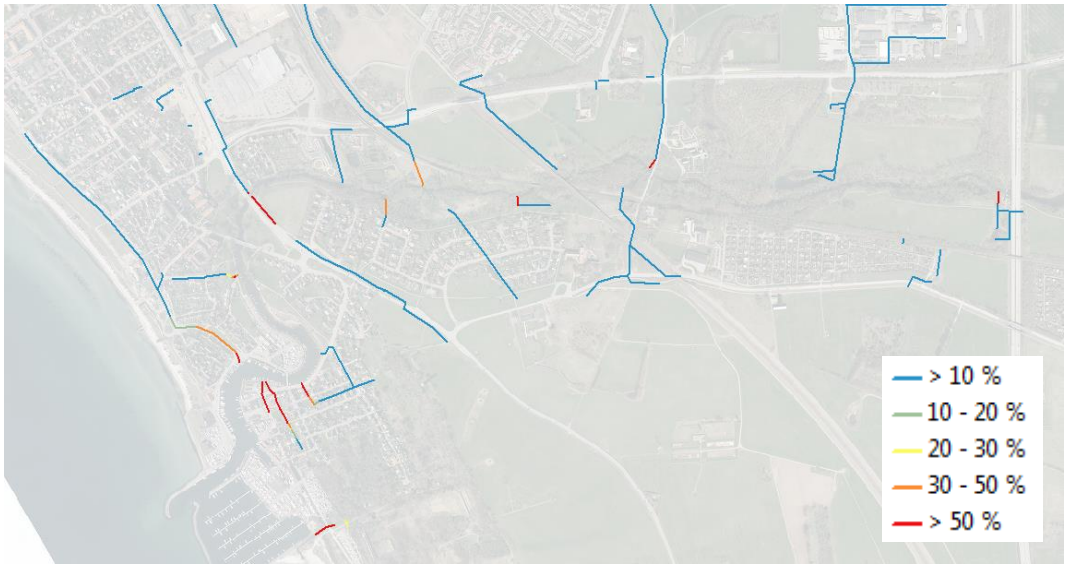
Poäng för alla dagvattenledningar.

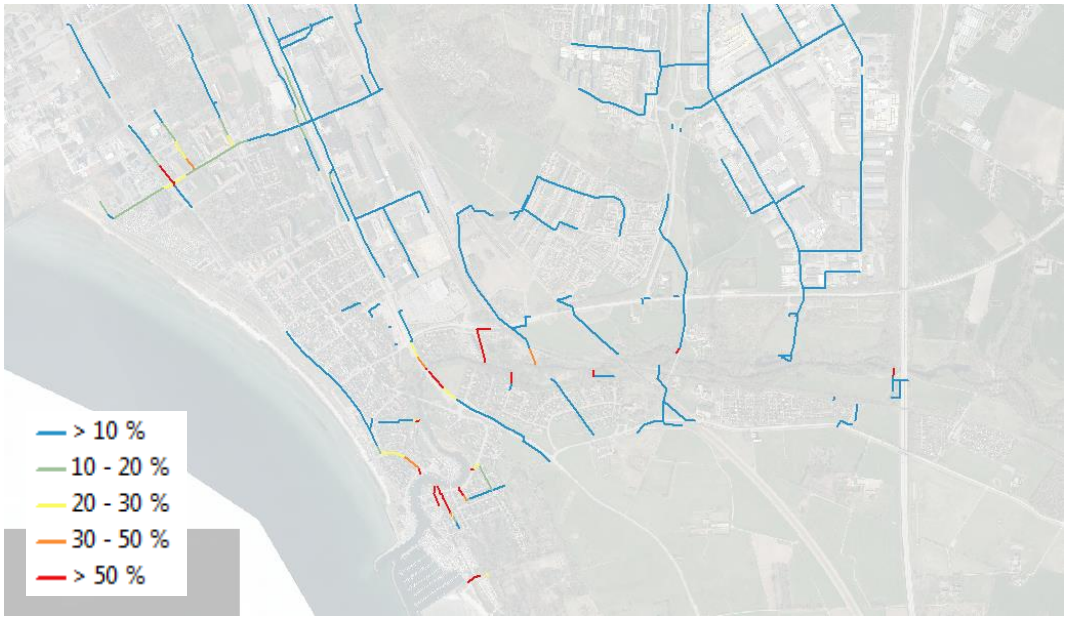


Jämförelse resultat, nuläge och scenario år 2065.



Jämförelse resultat, nuläge och scenario år 2065.



Jämförelse resultat scenario år 2065 och scenario år 2100.

Jämförelse resultat scenario år 2065 och scenario år 2100.