

DECEMBER 2012  
FAXE KOMMUNE

# KORTLÆGNING AF OVERSVØMMELSESTRUEDE AREALER

TEKNISK RAPPORT



DECEMBER 2012  
FAXE KOMMUNE

# KORTLÆGNING AF OVERSVØMMELSESTRUEDE AREALER

TEKNISK RAPPORT

PROJEKTNR. A033004  
DOKUMENTNR. 003  
VERSION 2  
UDGIVELSESDATO 21. Dec. 2012  
UDARBEJDET JIJ, JUTT, LAFN  
KONTROLLERET GGN  
GODKENDT JIJ



# INDHOLD

1	Baggrund	7
2	Omfang af undersøgelser	8
3	Klimascenarier	10
3.1	Klimaudviklingen	10
3.2	Hændelser	12
4	Kortlægning af oversvømmelser fra regn	14
4.1	Byområder, MIKE Urban	14
4.2	Faxe	15
4.3	Faxe Ladeplads	18
4.4	Rønnede	25
4.5	Haslev	27
4.6	Dalby	29
4.7	Karise	31
4.8	Landområder	33
4.9	Simpel lavningsanalyse	34
5	Kortlægning af oversvømmelser fra vandløb	36
5.1	Screeningsmetode	36
5.2	Udvalgte vandløb	40
5.3	Data Præsentation	41
5.4	Bestemmelse af ekstremvandføringer	41
5.5	Beregning af oversvømmelsestruede arealer	43
6	Kortlægning af oversvømmelser fra hav	45
6.1	Simpel kortlægning langs hele kysten	45
6.2	Avanceret modellering ved faxe Ladeplads	46

7 Ændring i grundvandsstand

47

# 1 Baggrund

Stigende havvandstand og ændret og kraftige nedbørsmønstre har medført, at der flere og kraftigere oversvømmelser med store gener og økonomiske tab. Naturstyrelsen har derfor igangsat en national indsats for klimatilpasning og som et led i denne skal alle danske kommuner have udarbejdet en **handleplan for klimatilpasning** inden udgangen af 2013.

Faxe Kommune har besluttet at udarbejde en klimatilpasningsplan i 2012. Klimatilpasningsplanen skal baseres på det tidligere udførte materiale samt suppleres med nye kortlægninger af oversvømmelsestruede arealer, samt en værdisætning og risikokortlægning.

Nærværende rapport beskriver de udførte kortlægninger af oversvømmelsestruede arealer der indgår i klimatilpasningsarbejdet.

Rapporten beskriver forudsætningerne for kortlægningen i form af klimascenarier samt en teknisk beskrivelse af de udførte kortlægninger og resultater.

## 2 Omfang af undersøgelser

I den indledede fase er det vurderet hvad der skal fokuseres på i kortlægningen af oversvømmelser. Dette fremgår af nedenstående figur.





Tabel 2-1      *Oversigt over kortlægningerne*

Det åbne land	Baseres på Blue spot kortlægning
Kloakerede byområder (Faxe, Faxe Ladeplads, Rønnede, Haslev, Dalby og Karise)	Analyse af afløbssystem og hydraulisk modellering med MIKE FLOOD
Vandløb	Oversvømmelsesscreening af ca. 120 km kommunale vandløb samt en hydraulisk modellering af Faxe Å's udløb ved Faxe Ladeplads
Havet	Kortlægning ved brug af terrænmodel, og stormflodsmodellering ved Faxe Ladeplads
Kombinerede hændelser ved Faxe Ladeplads	Ved Faxe Ladeplads kan der opstå oversvømmelser som en kombination af vandløbsoversvømmelser og højvande. Disse scenarier undersøges ved en konkret modellering med MIKE FLOOD

## 3 Klimascenarier

### 3.1 Klimaudviklingen

#### 3.1.1 Klimascenarier

Faxe Kommune baserer al fremadrettet klimatilpasning på statens udmeldinger og anbefalinger. Se de nyeste anbefalinger mm. på [www.klimatilpasning.dk](http://www.klimatilpasning.dk).

Klimastrategien er baseret på den viden og de forudsigelser, som har været tilgængelige ultimo 2012. Strategien er dog udformet således, at nyere viden umiddelbart vil kunne anvendes i de konkrete handleplaner, som løbende vil blive udarbejdet.

Det forventede klima i Faxe Kommune indenfor de kommende hundrede år, kan kortfattet beskrives som følger:

- › *Mere regn.*  
*Vi får mere regn om vinteren og mindre om sommeren. Om sommeren får vi både tørkeperioder og kraftigere regnskyl.*
- › *Højere havvandstand.*  
*Havvandstanden forventes at stige mellem 0,3 og 1,0 m. Det anbefales endvidere at undersøge konsekvenserne af endnu højere stigninger.*
- › *Ændret vandføring i vandløb.*  
*Vandføringen i vandløb forventes at ændres, så der kommer mere vand i vinterperioden og mindre om sommeren. Der vil være større sandsynlighed for sommerudtørring samt for oversvømmelser ifm. de våde perioder (både sommer og vinter).*
- › *Ændret grundvandstand.*  
*De ændrede nedbørs og fordampningsforhold, vil påvirke grundvandstanden. Lokalt kan der ske en stigning, som kan medføre afvandrings- og dyrkningsproblemer.*

- › *Mildere vintre.*  
*Vintrene vil blive mildere og fugtigere. Det betyder, at planternes vækstsæson kan blive forlænget.*
- › *Varmere somre.*  
*Somrene bliver varmere, og der kan komme flere og længere hedeølger.*
- › *Mere vind.*  
*Vi kan forvente flere kraftige storme.*
- › *Større skydække.*  
*Vi får generelt et svagt stigende skydække og stigningen vil være størst om vinteren.*

Baseret på [www.klimatilpasning.dk](http://www.klimatilpasning.dk)

Faxe kommunes klimatilpasningsplan fokuserer på de vandrelaterede problemstillinger.

Tabel 3-1 *Forventet fremtidig klimaudvikling for Faxe Kommune.*  
[www.klimatilpasning.dk](http://www.klimatilpasning.dk)

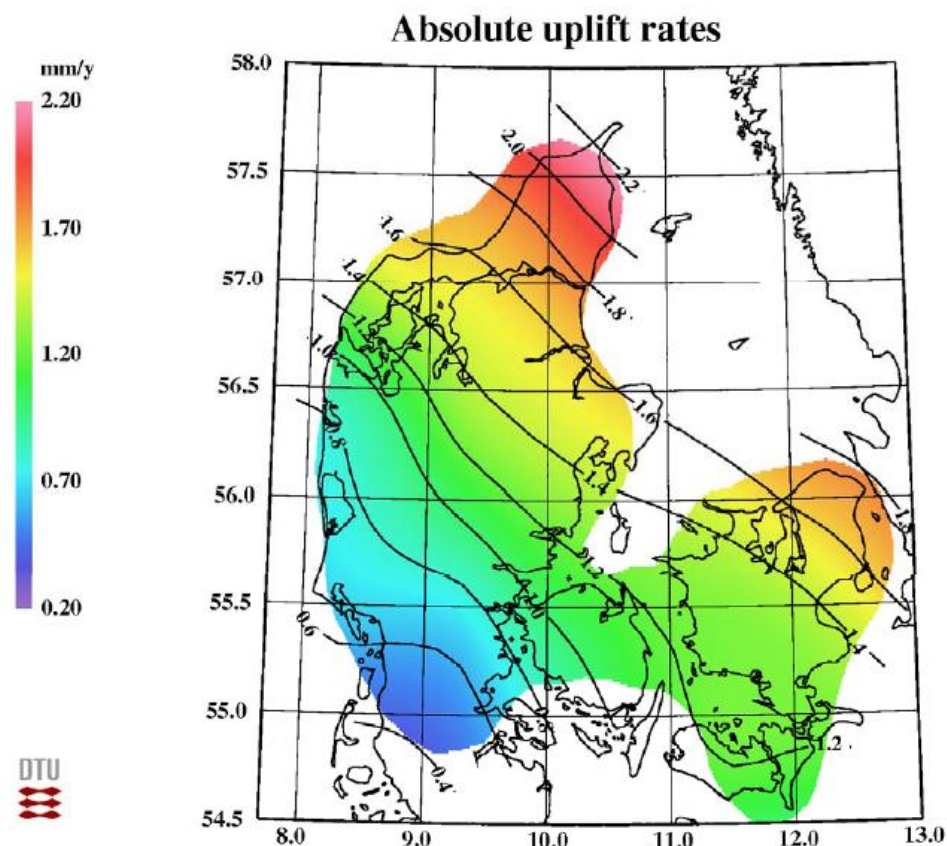
År		2010	2110
Temperatur	Grader °C	-	+2,2-+3,1
Regn intensitet, 10 års regn	Faktor	1,0	1,3
Regn intensitet, 100 års regn		1,0	1,4
Maks. vandføring i vandløb	Faktor	1,0	1,3
Havvandsstand*	Kote	0,04 m	0,91 m
Højvande, 10 års hændelse	(DVR90)	1,33 m	2,20 m
Højvande, 20 års hændelse		1,40 m	2,27 m
Højvande, 100 års hændelse		1,57 m	2,44 m
Grundvand**	Ændring	-	-1 - +2,0m

\* I vurderingen af den faktiske ændring i havvandsstanden er medtaget den forventede landhævning i Faxe Kommune.

\*\* Ændringer i terrænnært grundvand er meget afhængig af lokale forhold. Herunder jordbund og afvanding. Der kan være større lokale ændringer.

### 3.1.2 Landhævning

Vurderingen af landhævningen i Faxe kommune er baseret på den nyeste viden fra DTU-Space. På dette grundlag er landhævningen vurderet til 1,3 mm om året.



Figur 3-1 Absolut landhævning i Danmark DTU Space 2012.

## 3.2 Hændelser

For at vurdere den nuværende oversvømmelsestrussel og de fremtidige konsekvenser er udvalgt en række konkrete hændelser der regnes på med de hydrauliske modeller. Der regnes således på følgende hændelser:

Tabel 3-2 Udvalgte ekstreme nedbørshændelser til vurdering af nuværende og fremtidig oversvømmelsestrussel i byområderne. Hændelserne er konstrueret som syntetiske regn (CDS-regn) baseret på en årsnedbør på 650 mm.

Gentagelsesperiode	5 år	10 år	20 år	100 år
2010 klimafaktor	1,0	1,0	1,0	1,0
2110 klimafaktor	1,2	1,3	1,3	1,4

Tabel 3-3 Anvendte klimafaktorer og gentagelsesperioder for afstrømningshændelser i vandløb, til brug for screening af arealer truet af vandløbsoversvømmelser.

Gentagelsesperiode	10 år	100 år	1000 år
--------------------	-------	--------	---------

2010 klimafaktor	1	1	1
2110 klimafaktor	1,3	1,3	1,3

Hav baseret på Rødvig data

*Tabel 3-4 Nuværende og fremtidigt niveau for stormflodshændelser i Faxe Kommune, baseret på kystdirektoratets højvandsstatistik for Rødvig. Der er regnet med en stigning i vandstanden på 1,00 m og korrigeret for landhævning.*

Gentagelsesperiode	Middelvandstand	10 år	20 år	100 år
2010 Vandstand	0,04	1,33	1,40	1,57
2110 Vandstand	0,91	2,20	2,27	2,44

## 4 Kortlægning af oversvømmelser fra regn

### 4.1 Byområder, MIKE Urban

I de kloakerede områder kan der opstå oversvømmelser i forbindelse med skybrud, når kloakkerne overbelastes. Faxe Kommune har i forslag til Spildevandsplan 2012-15 fastlagt funktionskravene for kloaksystemer, baseret på skrift 27.

Det bedste grundlag for at vurdere konsekvenser af ekstremregn i byområder er beregninger med MIKE FLOOD. Hvilket er detaljerede modelberegninger baseret på en model for kloaksystemet koblet med en model for terrænet, hvor det beregnes, hvordan terrænoversvømmelser vil udbrede sig under hensynstagen til den aktuelle kapacitet i kloakkerne. Sådanne kortlægninger bør udføres i et nært samarbejde med forsyningen.

På grundlag af Faxe Forsynings ledningsdatabaser og eksisterende MIKE Urban modeller for Haslev, Dalby og Faxe Ladeplads opstiller vi MIKE FLOOD modeller for de 6 store byområder i kommunen: Faxe, Faxe Ladeplads, Rønnede, Haslev, Dalby og Karise.



*Figur 4-1 Nedenstående billedserie illustrerer som et eksempel hvordan en oversvømmelse fra regnvandsbassinet ved Lillevangsvej i Slagelse vil udbrede sig beregnet med en koblet oversvømmelsesmodel.*

Resultaterne af MIKE FLOOD beregninger er GIS-temaer, der viser den maksimale vandudbredelse ved regnhændelser med gentagelsesperioder på f.eks. 10, 20, 50

og 100 år for den nuværende situation (år 2010) og den fremtidige (år 2110) situation.

Derudover udarbejdes animationer i form af filmklip, der viser hvordan vandet strømmer på terræn. Disse vil kunne bruges i senere faser til vurdering af, hvilke handlemuligheder, der skal anvendes til afhjælpning af oversvømmelsesproblematikker.

Som grundlag for MIKE FLOOD beregningerne anvendes en hydraulisk tilrettet terrænmodel, hvorpå der er tilføjet huse på grundlag af oplysninger i teknisk grundkort.

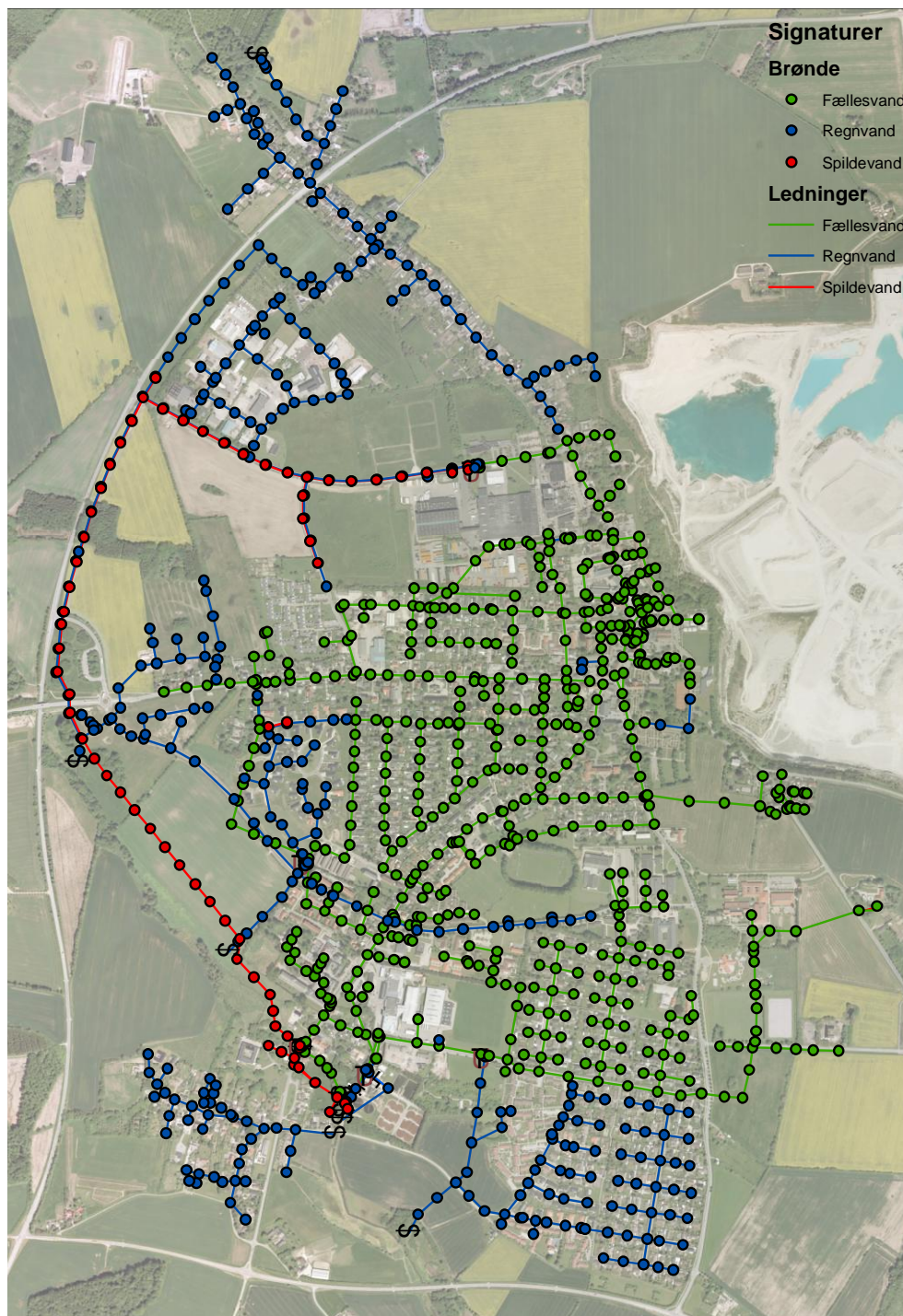
## 4.2 Faxe

### 4.2.1 Modelopsætning

Der er opstillet en hydraulisk model for Faxe Ladeplads. Modellen er baseret på:

- › Tidligere MOUSE modeller for fællessystemet i Faxe og et regnvandssystem i Faxe vest. Modellerne er importeret til MIKE Urban og konverteret fra koordinatsystem 34 Sjælland til UTM 32 EURF89. Alle koter er konverteret fra system DNN til DVR90, som er kotesystemet der bruges i forsyningens DANDAS database.
- › Knude- og ledningsoplysninger fra DANDAS database. Modellen er opdateret og regnvandssystemet er tilføjet.
- › Oplandsvurderinger, baseret på tekniske grundkort
- › Hydraulisk tilrettet terrænmodel. MIKE Urban modellen er koblet til terrænmodellen og åbne regnvandsbassiner er beskrevet i højdemodellen.

Modellen omfatter Faxe som angivet på nedenstående figur.



Figur 4-2 Oversigt over MIKE Urban model for Faxe.

#### 4.2.2 Beregningsscenarier

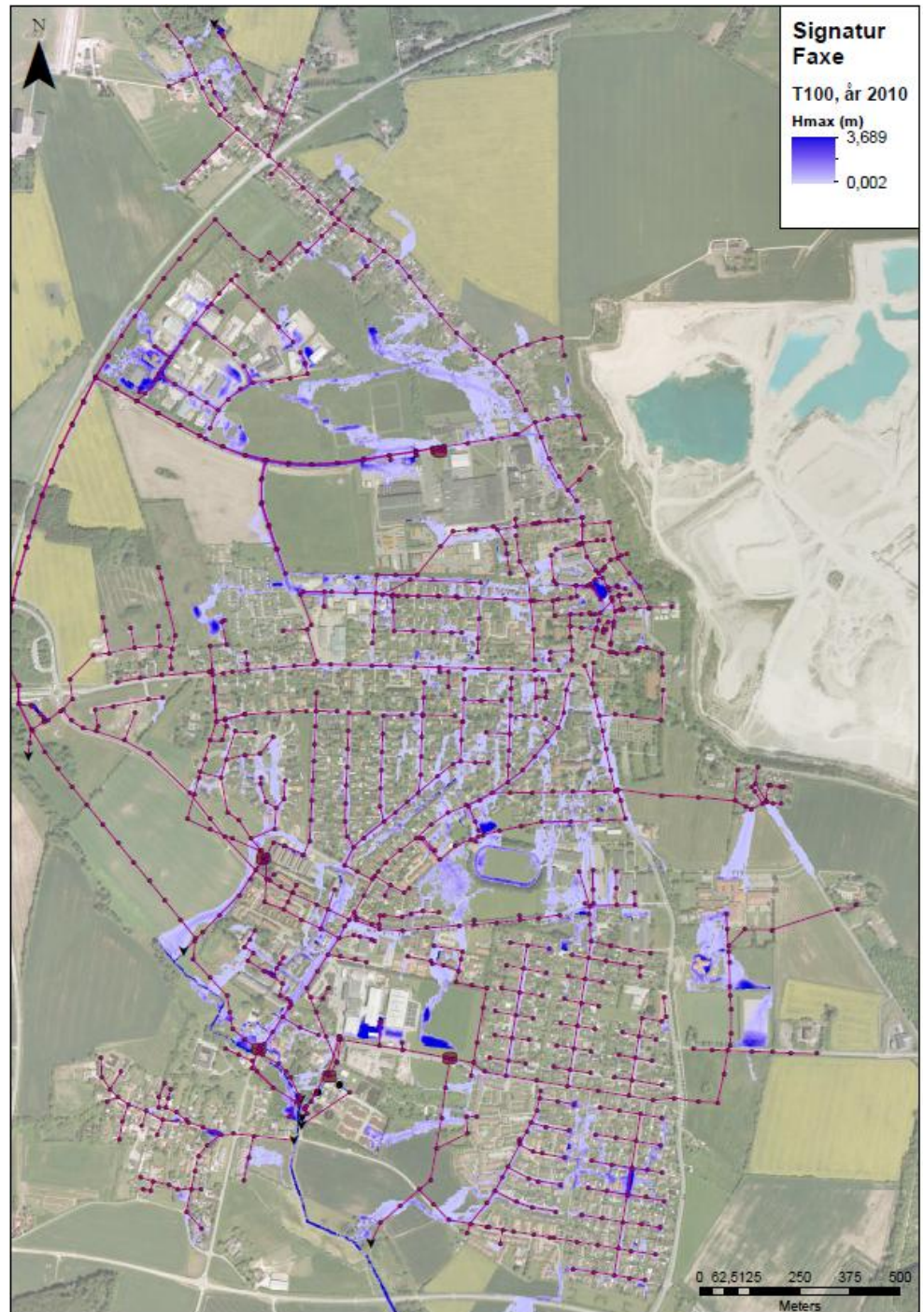
Der er regnet på følgende scenarier

- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørs hændelse for 2010
- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørshændelse for 2110

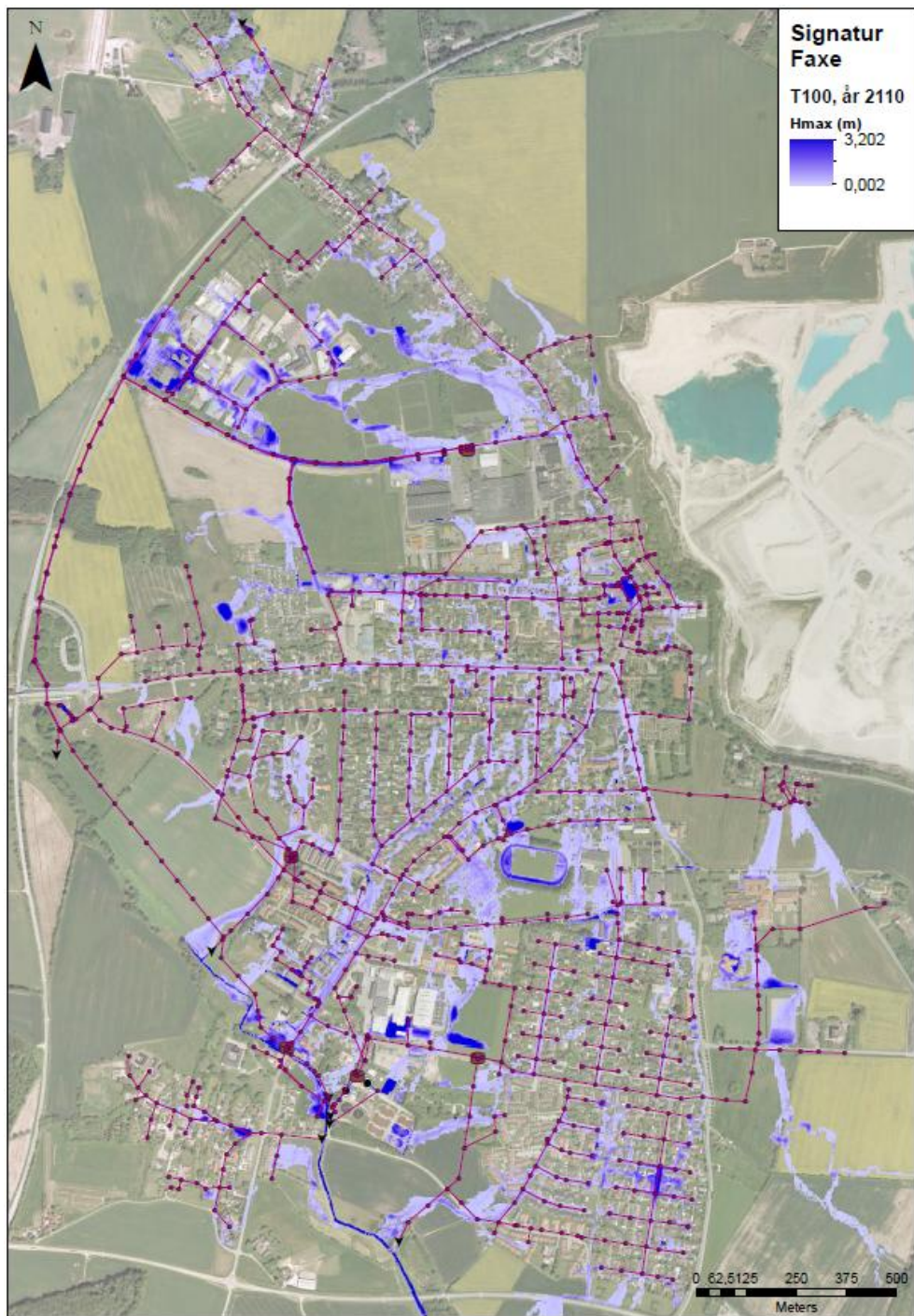


### 4.2.3 Resultater

Resultaterne for nuværende og fremtidig 100 års hændelse er gengivet herunder. De øvrige hændelser fremgår af bilag.



Figur 4-3 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års hændelse for de nuværende forhold (2010).*



Figur 4-4 Modellerede oversvømmelser for en 100 års hændelse ved de fremtidige forhold (2110)

### 4.3 Faxe Ladeplads

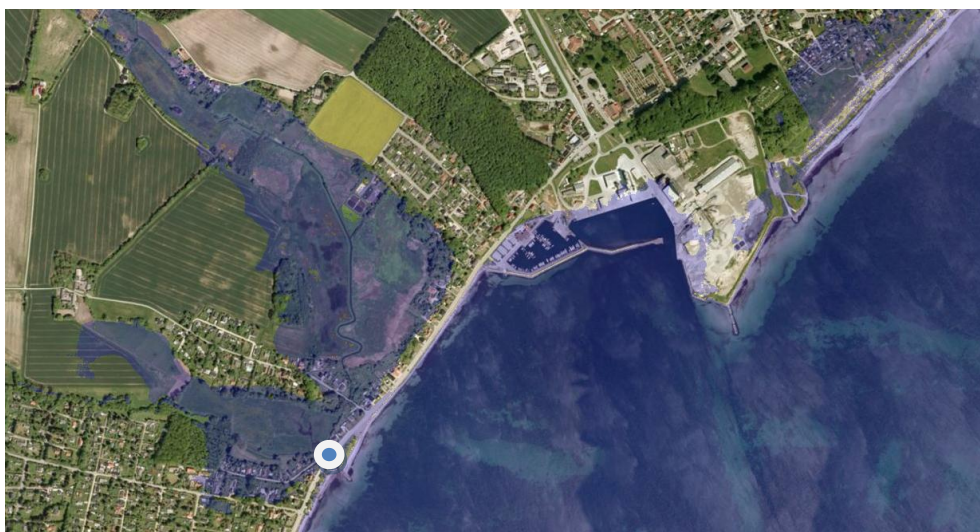
Faxe Ladeplads er truet af oversvømmelser, dels i forbindelse med skybrud, mens også ved stormflod fra havet og oversvømmelser fra baglandet via Faxe Å.

Situationen i Faxe Ladeplads, specielt omkring udløbet fra Faxe Å, er meget kompleks, da tidsfaktoren og vandets mulighed for bevægelse vil have afgørende betydning for oversvømmelsernes hyppighed og udbredelse.

Der er derfor opstillet en samlet hydraulisk model i MIKE FLOOD for Faxe Ladeplads. Modellen er baseret på terrænforhold, relevante kystforhold, vandløb og afløbssystem.



Figur 4-5 *Broen ved udløbet af Faxe Å, har en begrænsende effekt på indstrømning til det lave område ved stormflodshændelser, og vil oversvømmes ca. ved kote 2,0m.*



Figur 4-6 *Markering af arealer under kote 2,0 m ved Faxe Å og Faxe Ladeplads. Broen ved Faxe Å's udløb er markeret med en blå prik.*

Figur 4-6 viser udbredelsen af oversvømmelsen ved en havvandstand i kote 2,0 hvor Strandvejen lige akkurat oversvømmes. Store arealer og flere huse samt et renseanlæg (som skal nedlægges jf. forslag til Spildevandsplan 2012-2015) er umiddelbart truet af oversvømmelser. Broen og vejen er dog en barriere, som kan hindre vandet i at nå derind og det er usikkert hvor meget vandet stiger forårsaget af tilstrømningen fra Faxe Å.

Med den detaljerede hydrauliske modellering er den reelle sandsynlighed for oversvømmelse vurderet, ved at regne på forskellige scenarier og kombinationer af afstrømning fra baglandet, stigende vandstand og stormflodshændelser.



Figur 4-7 Lavtliggende ejendom ved Faxe Å

I den nordlige del af Faxe Ladeplads ligger et byområde lavt, umiddelbart beskyttet bag et stranddige. Modelleringen vil kunne vise ved hvilken vandstand og varighed af stormflod, disse kan blive oversvømmet.



Figur 4-8 Huse der i dag beskyttes af stranddiget.

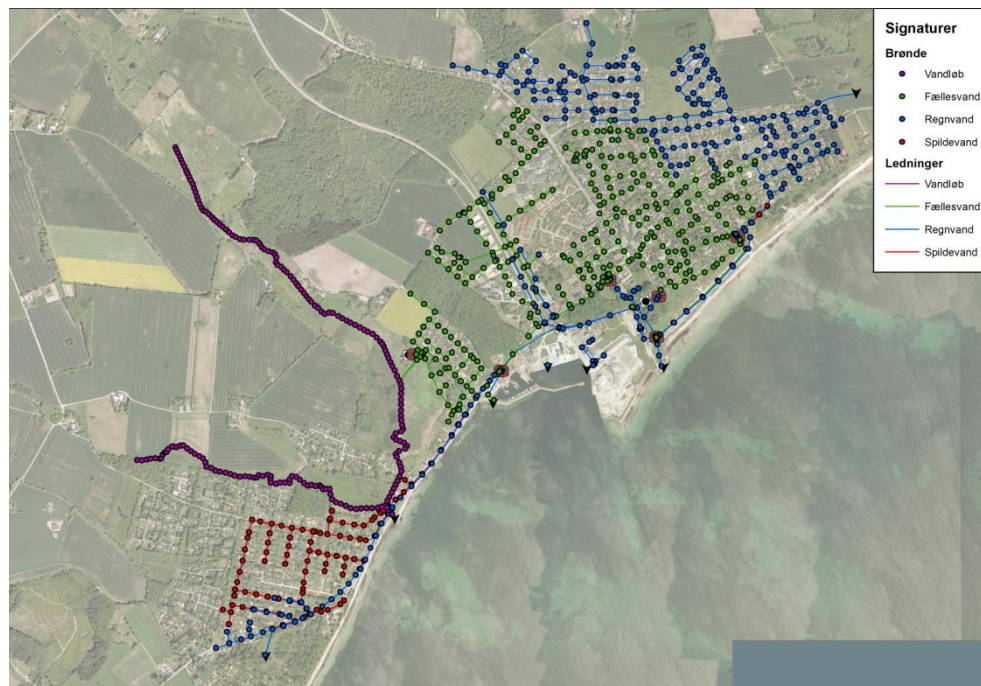
### 4.3.1 Modelopsætning

Der er opstillet en hydraulisk model for Faxe Ladeplads. Modellen er baseret på:

- › Tidligere MOUSE model for fællessystemet i Faxe Ladeplads. Modellen er importeret til MIKE Urban og konverteret fra koordinatsystem 34 Sjælland til UTM 32 EURF89. Alle koter er konverteret fra system DNN til DVR90, som er kotesystemet der bruges i forsyningens DANDAS database.
- › Ledningsoplysninger fra DANDAS database. Modellen er opdateret og regnvandssystemet er tilføjet.
- › Som-udført tegninger af overløbsbygværker samt pumpekapaciteter. Overløbsbygværker er opdateret i modellen.
- › Oplandsvurderinger, baseret på tekniske grundkort

- › Vandløbsregulativ for Faxe Å og sidetilløb
- › Hydraulisk tilrettet terrænmodel. MIKE Urban modellen er koblet til terrænmodellen.

Modellen omfatter Faxe Ladeplads som angivet på nedenstående figur.



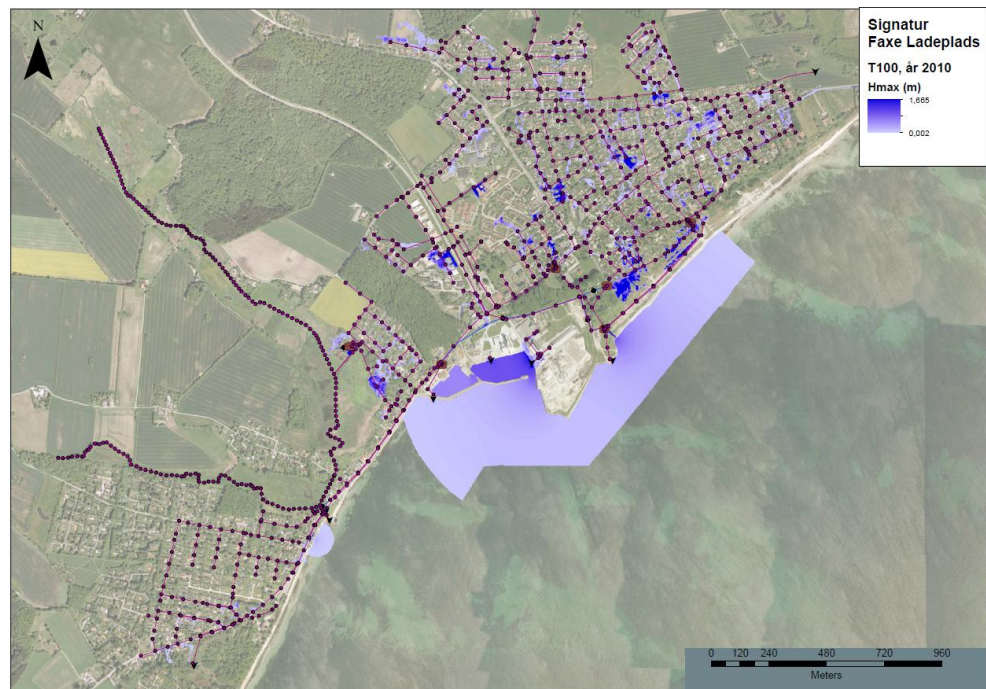
Figur 4-9 Oversigt over MIKE Urban model for Faxe Ladeplads

### 4.3.2 Beregningsscenarier

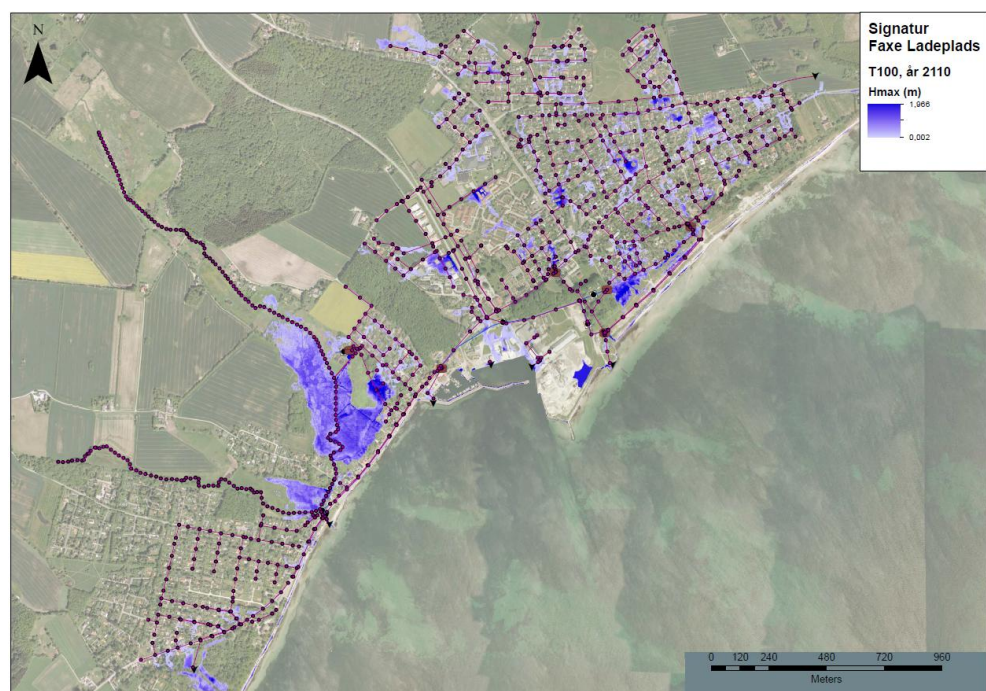
Der er regnet på følgende scenarier

- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørs hændelse for 2010
- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørshændelse for 2110
- › 100 års stormflodshændelse i kombination med middelvandføring i Faxe Å.
- › 100 års stormflodshændelse i 2110 i kombination med middelvandføring i Faxe Å
- › 100 års afstrømningshændelse for Faxe Å i 2010 vs 0,02
- › 100 års afstrømningshændelse for Faxe Å i 2110. vs 0,91

### 4.3.3 Resultater



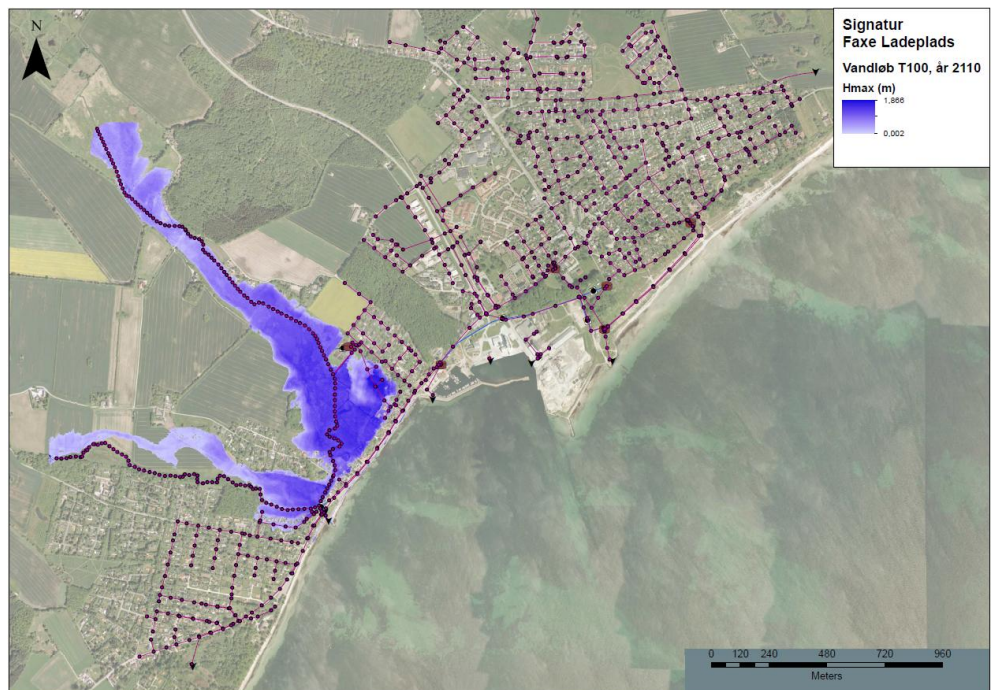
Figur 4-10 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de eksisterende forhold (2010).*



Figur 4-11 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de fremtidige forhold (2110)*



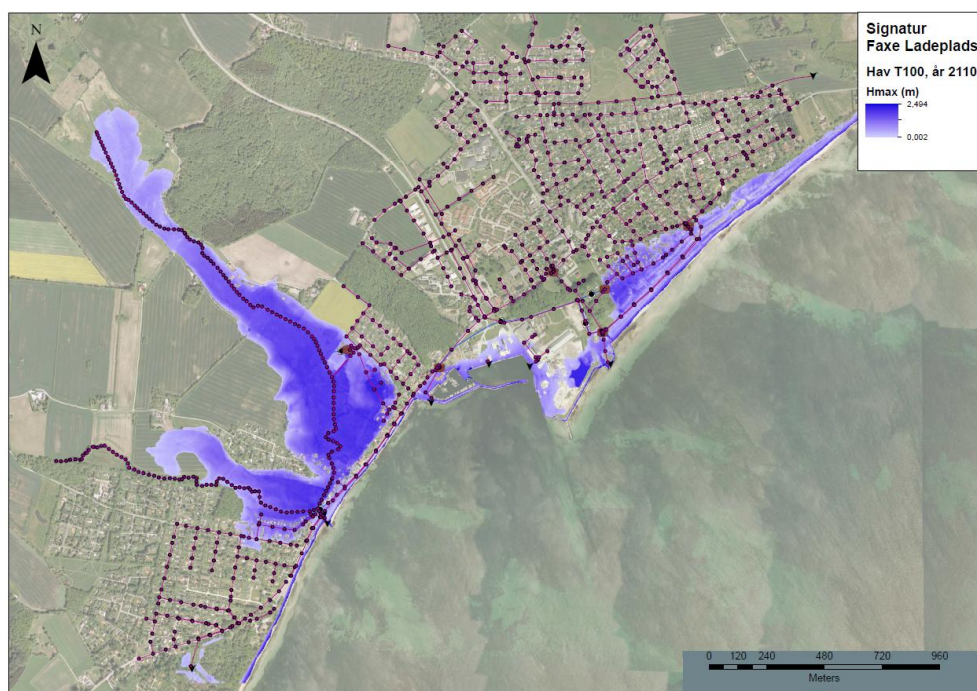
Figur 4-12 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års vandløbsafstrømning for de eksisterende forhold (2010)*



Figur 4-13 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års vandløbsafstrømning for de fremtidige forhold (2110)*



Figur 4-14 *Modellerede oversvømmelser ved en 100 års stormflod for de eksisterende forhold (2010)*



Figur 4-15 *Modellerede oversvømmelser ved en 100 års stormflod for de fremtidige forhold (2110)*



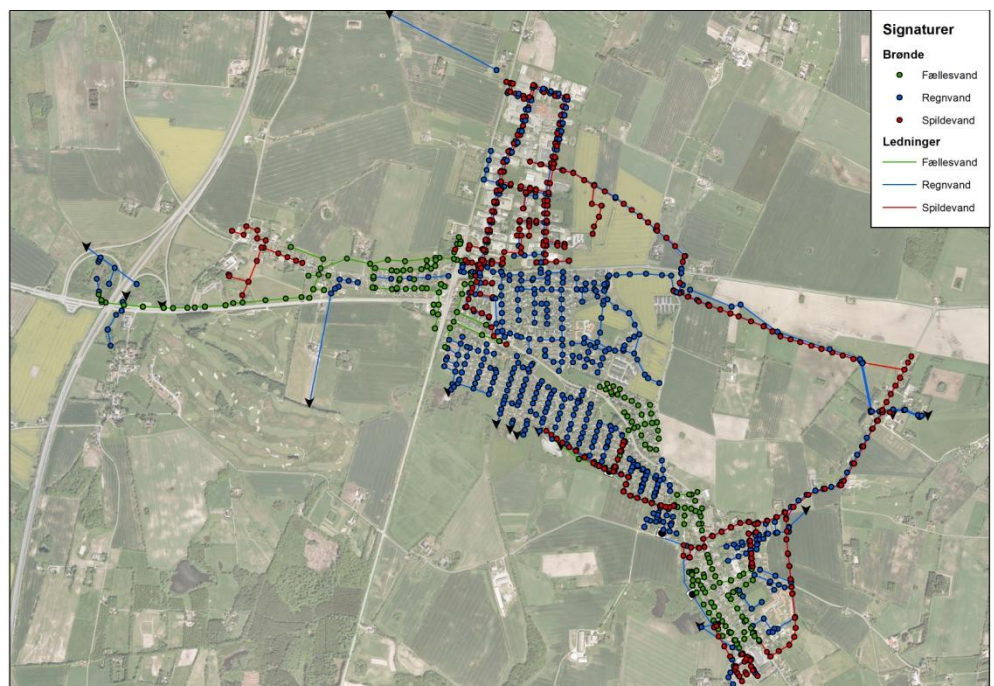
## 4.4 Rønnede

### 4.4.1 Modelopsætning

Der er opstillet en hydraulisk model for Rønnede. Modellen er baseret på:

- › Ledningsoplysninger fra DANDAS database. Regnvands- og fællessystem er importeret til MIKE Urban. Spildevandssystemet er importeret i de områder, hvor der er forbindelse til regnvands- eller fællessystemet.
- › Oplysninger fra Faxe Forsyning om systemsammenhænge omkring regnvandsbassiner samt pumpekapaciteter.
- › Oplandsvurderinger, baseret på tekniske grundkort
- › Hydraulisk tilrettet terrænmodel. MIKE Urban modellen er koblet til terrænmodellen og åbne regnvandsbassiner er beskrevet i højdemodellen.

Modellen omfatter Rønnede som angivet på nedenstående figur.



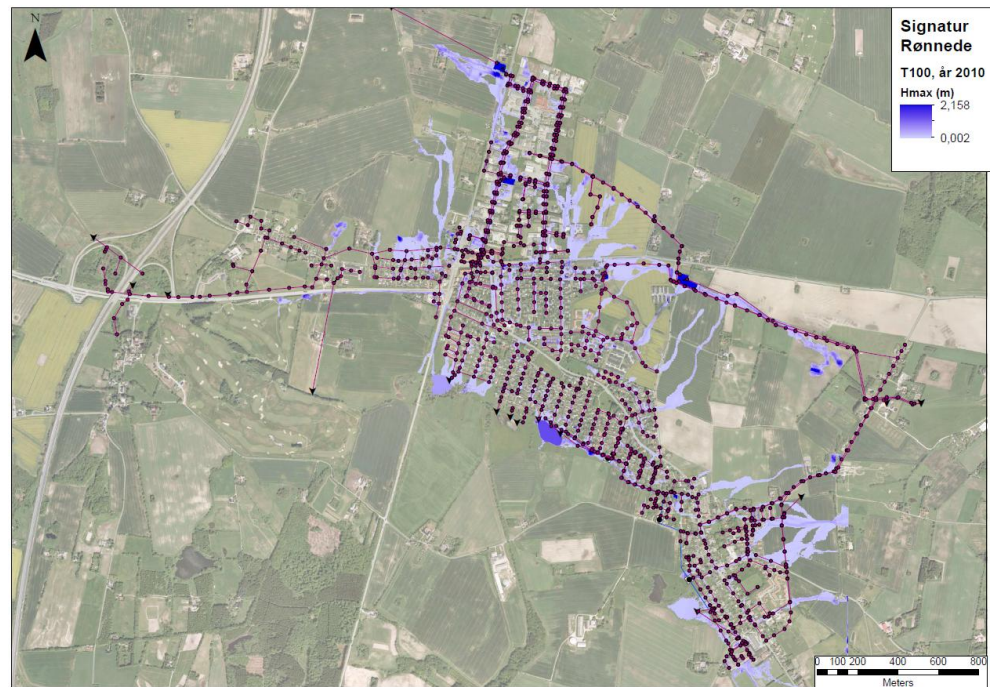
Figur 4-16 Mike Urban model for Rønnede

### 4.4.2 Beregningsscenarier

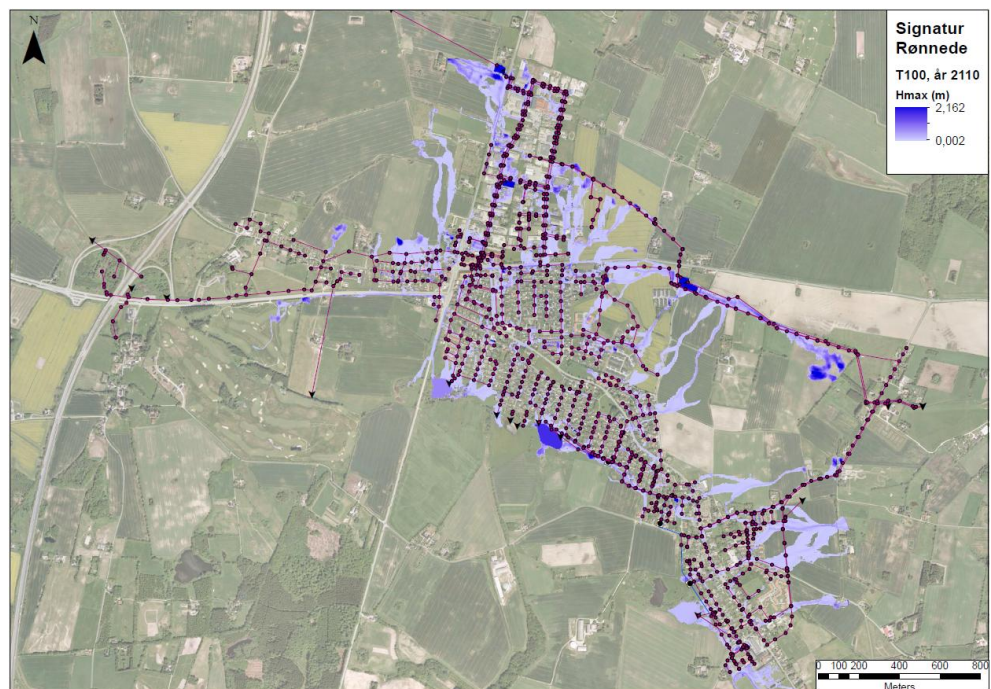
Der er regnet på følgende scenarier

- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørs hændelse for 2010
- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørshændelse for 2110

### 4.4.3 Resultater



Figur 4-17 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de eksisterende forhold (2010)*



Figur 4-18 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de fremtidige forhold (2110)*

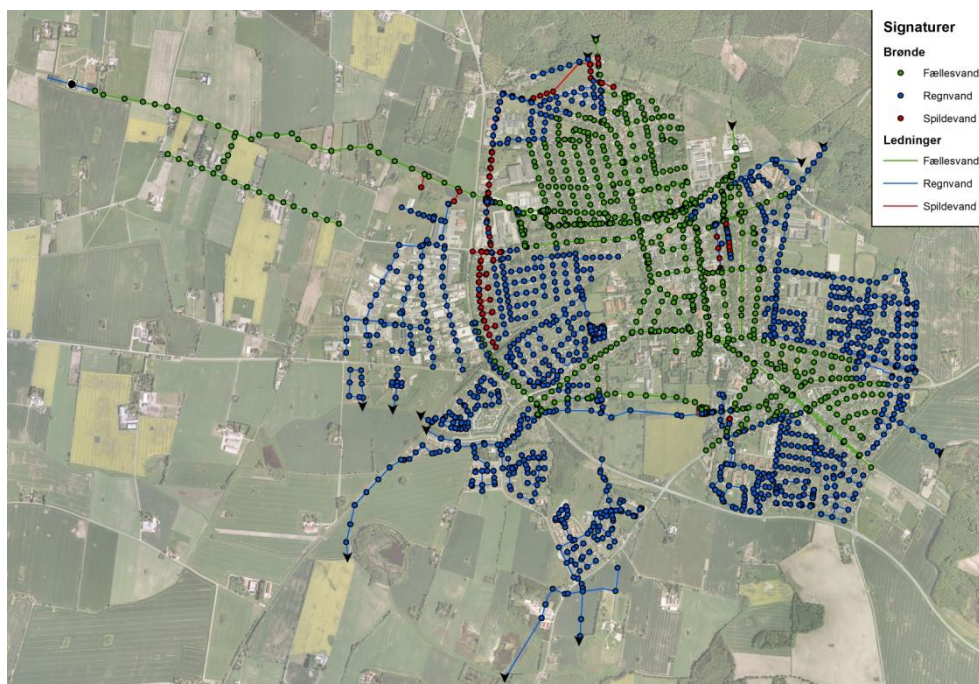
## 4.5 Haslev

### 4.5.1 Modelopsætning

Der er opstillet en hydraulisk model for Haslev. Modellen er baseret på:

- › Ledningsoplysninger fra DANDAS database. Regnvands- og fællessystem er importeret til MIKE Urban. Spildevandssystemet er importeret i de områder, hvor der er forbindelse til regnvands- eller fællessystemet.
- › Som-udført tegninger af bygværker. Oplysninger fra Faxe Forsyning om systemsammenhænge omkring resterende bygværker, samt pumpekapaciteter.
- › Oplandsvurderinger, baseret på tekniske grundkort
- › Hydraulisk tilrettet terrænmodel. MIKE Urban modellen er koblet til terrænmodellen og åbne regnvandsbassiner er beskrevet i højdemodellen.

Modellen omfatter Haslev som angivet på nedenstående figur.



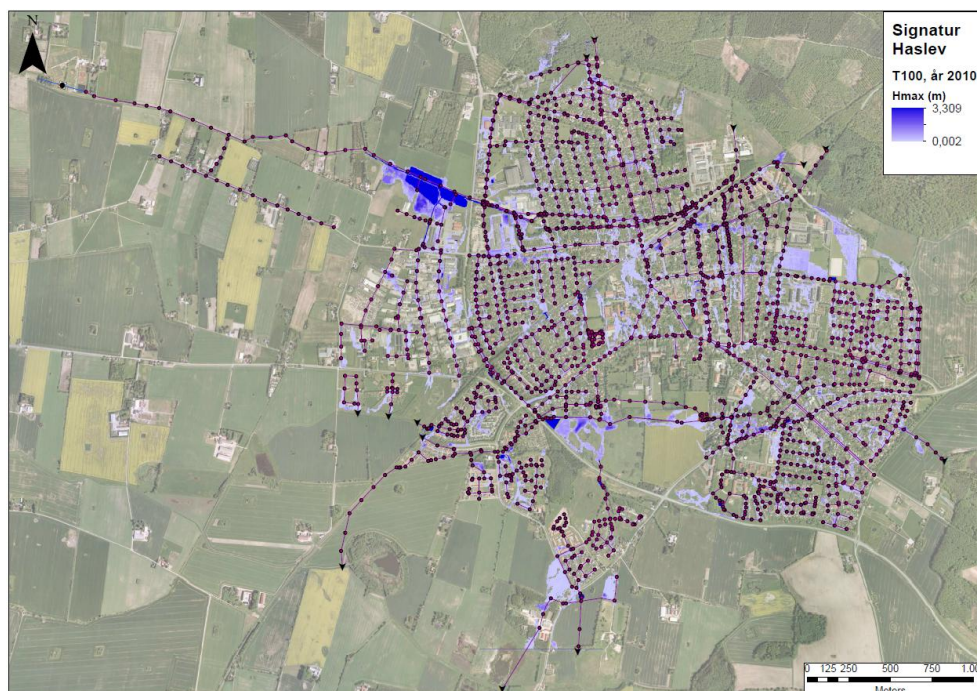
Figur 4-19 Mike Urban model for Haslev

### 4.5.2 Beregningsscenarier

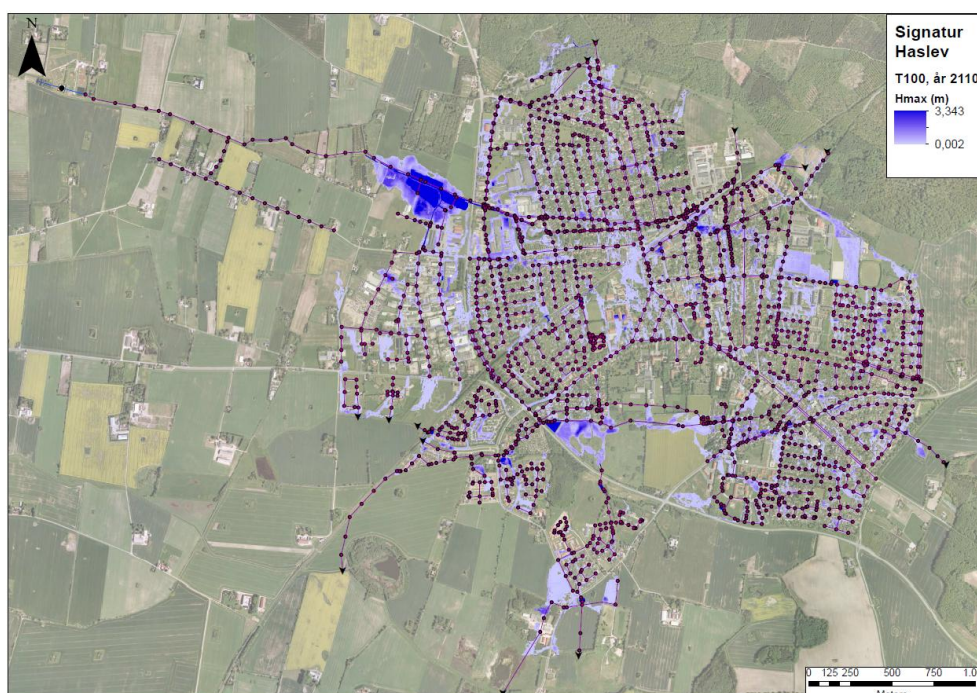
Der er regnet på følgende scenarier

- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørs hændelse for 2010
- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørshændelse for 2110

### 4.5.3 Resultater



Figur 4-20 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de eksisterende forhold (2010)*



Figur 4-21 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de fremtidige forhold (2110)*

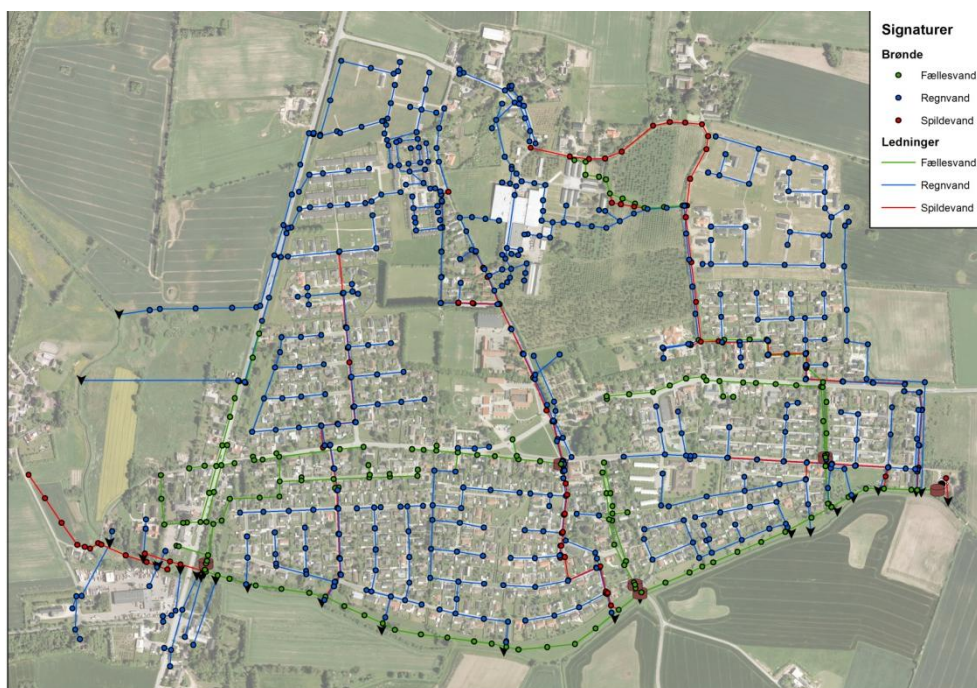
## 4.6 Dalby

### 4.6.1 Modelopsætning

Der er opstillet en hydraulisk model for Dalby. Modellen er baseret på:

- › Tidligere MOUSE model for fællessystemet og en del af regnvandssystemet i Dalby. Modellen er importeret til MIKE Urban.
- › Ledningsoplysninger fra DANDAS database. Modellen er opdateret og regnvandssystemet er tilføjet.
- › Som-udført tegning af Heering Huse, samt opmålte koter ved Højtoften.
- › Oplandsvurderinger, baseret på tekniske grundkort
- › Hydraulisk tilrettet terrænmodel. MIKE Urban modellen er koblet til terrænmodellen og åbne regnvandsbassiner er beskrevet i højdemodellen.

Modellen omfatter Dalby som angivet på nedenstående figur.



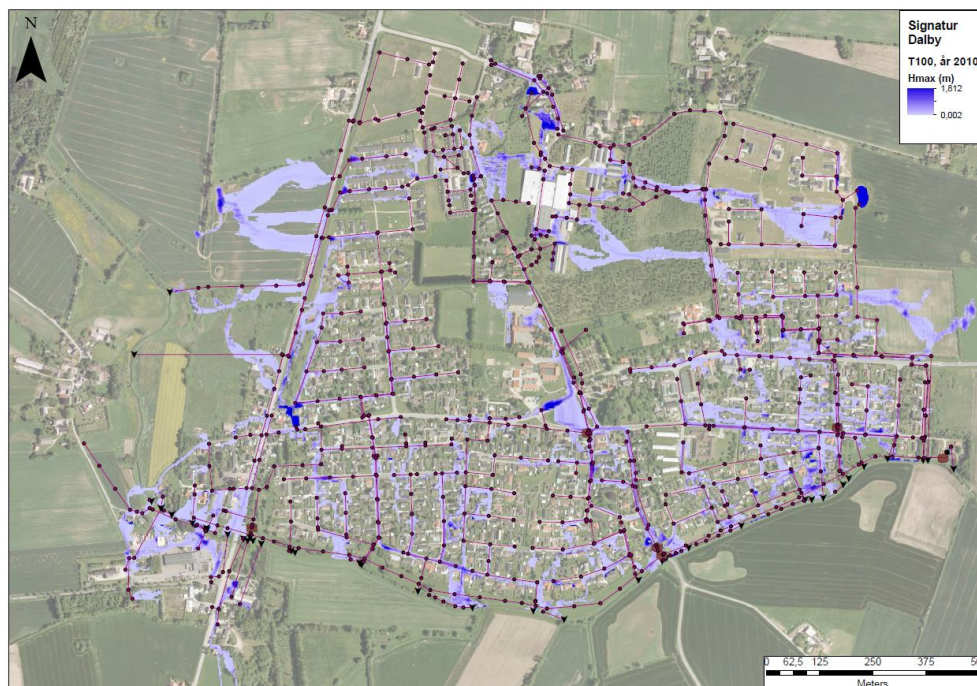
Figur 4-22 Mike Urban model fra Dalby

### 4.6.2 Beregningsscenarier

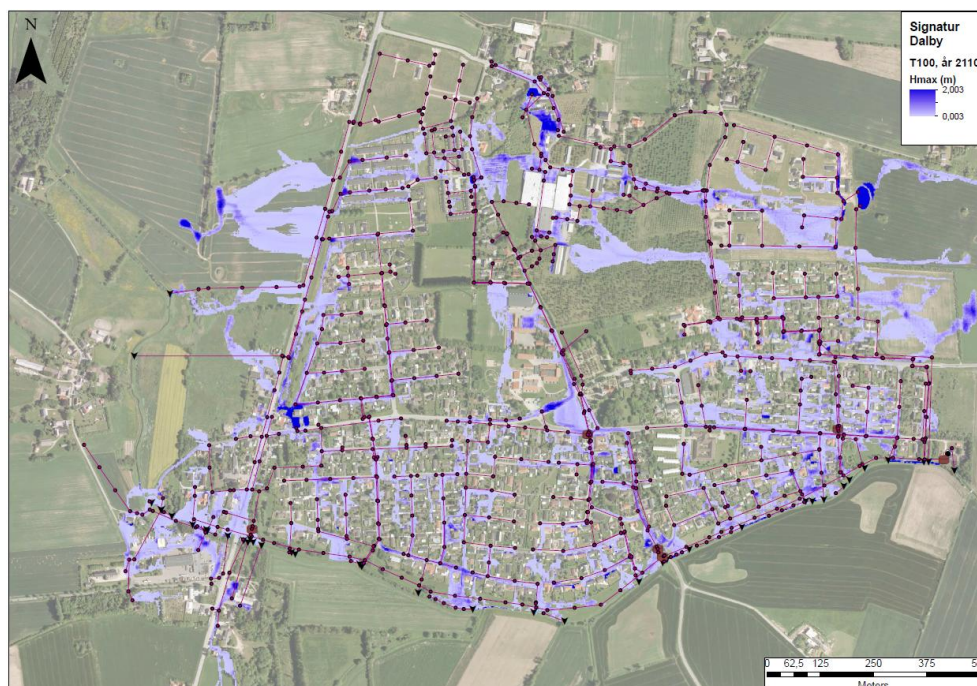
Der er regnet på følgende scenarier

- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørs hændelse for 2010
- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørshændelse for 2110

### 4.6.3 Resultater



Figur 4-23 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de eksisterende forhold (2010)*



Figur 4-24 *Modellerede oversvømmelser for en 100 års nedbørshændelse for de fremtidige forhold (2110)*

## 4.7 Karise

### 4.7.1 Modelopsætning

Der er opstillet en hydraulisk model for Karise. Modellen er baseret på:

- › Tidligere MIKE Urban model for fællessystemet i Karise. Modellen er importeret til MIKE Urban og konverteret fra koordinatsystem 34 Sjælland til UTM 32 EURF89. Alle koter er konverteret fra system DNN til DVR90, som er kotesystemet der bruges i forsyningens DANDAS database.
- › Ledningsoplysninger fra DANDAS database. Modellen er opdateret og regnvandssystemet er tilføjet.
- › Oplandsvurderinger, baseret på tekniske grundkort
- › Hydraulisk tilrettet terrænmodel. MIKE Urban modellen er koblet til terrænmodellen og åbne regnvandsbassiner er beskrevet i højdemodellen.

Modellen omfatter Karise som angivet på nedenstående figur.



Figur 4-25 Mike Urban model for Karise

### 4.7.2 Beregningsscenarier

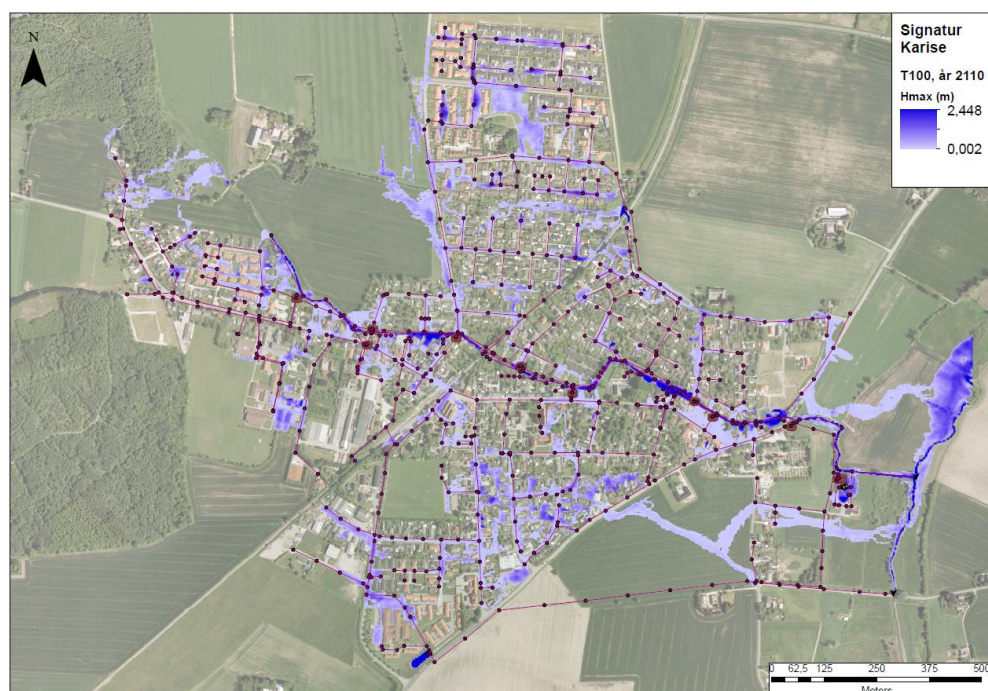
Der er regnet på følgende scenarier

- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørs hændelse for 2010
- › 5, 10, 20 og 100 års nedbørshændelse for 2110

### 4.7.3 Resultater



Figur 4-26 *Modellerede oversvømmelser ved en 100 års nedbørshændelse for de eksisterende forhold (2010)*



Figur 4-27 *Modellerede oversvømmelser ved en 100 års nedbørshændelse for de fremtidige forhold (2110)*



## 4.8 Landområder

### 4.8.1 Lavninger

Til brug for kortlægning af lavninger uden for byområderne er udført en simpel blue spot kortlægning som kortlægger lavninger i terrænet. Kortlægningen er en bruttokortlægning, da der også vil medtages arealer der reelt ikke er oversvømmelsestruede. Dette vil være store lavninger med et lille opland, hvor den mulige oversvømmelse kun vil ske i den nederste del af lavningen.

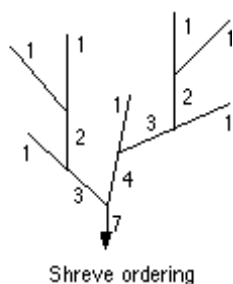
Ud fra den kombinerede overflademodel (Digital Elevation Model) er arealer med lavninger (sinks) beregnet i ArcGIS. Dette er gjort ved først at lave en såkaldt lavningsfri DEM, hvor alle afløbsfrie depressioner i DEM'en er fyldt op. Derefter er den oprindelige DEM trukket fra den "fyldte" DEM, hvor ved et tema med alle lavninger er fremkommet.

Metoden resulterer i en beregning af samtlige lavninger i den digitale terrænmodel, hvoraf mange er meget små. Der er derfor fastlagt en bagatelgrænse for dels, hvor store selve lavningerne skal være og dels hvor stort opland, der skal være til den enkelte lavning for at komme i betragtning.

Her er anvendt et udvælgelseskriterium, hvor arealet af selve lavningen skal være større end  $500 \text{ m}^2$ . Dybden skal være større end 0,5 m.

### 4.8.2 Strømningsveje

Ud fra den digitale terrænmodel (DEM) er der også fremstillet et kort over strømningsveje. Dette er ligeledes udført i ArcGis ud fra en metode der sammenholder de enkelte cellers værdier med nabocellerne for derved at kunne forudsige i hvilken retning vandet vil strømme på overfladen af DEM. Disse informationer er endvidere kategoriseret efter Shreve ordering (Se nedenstående figur).

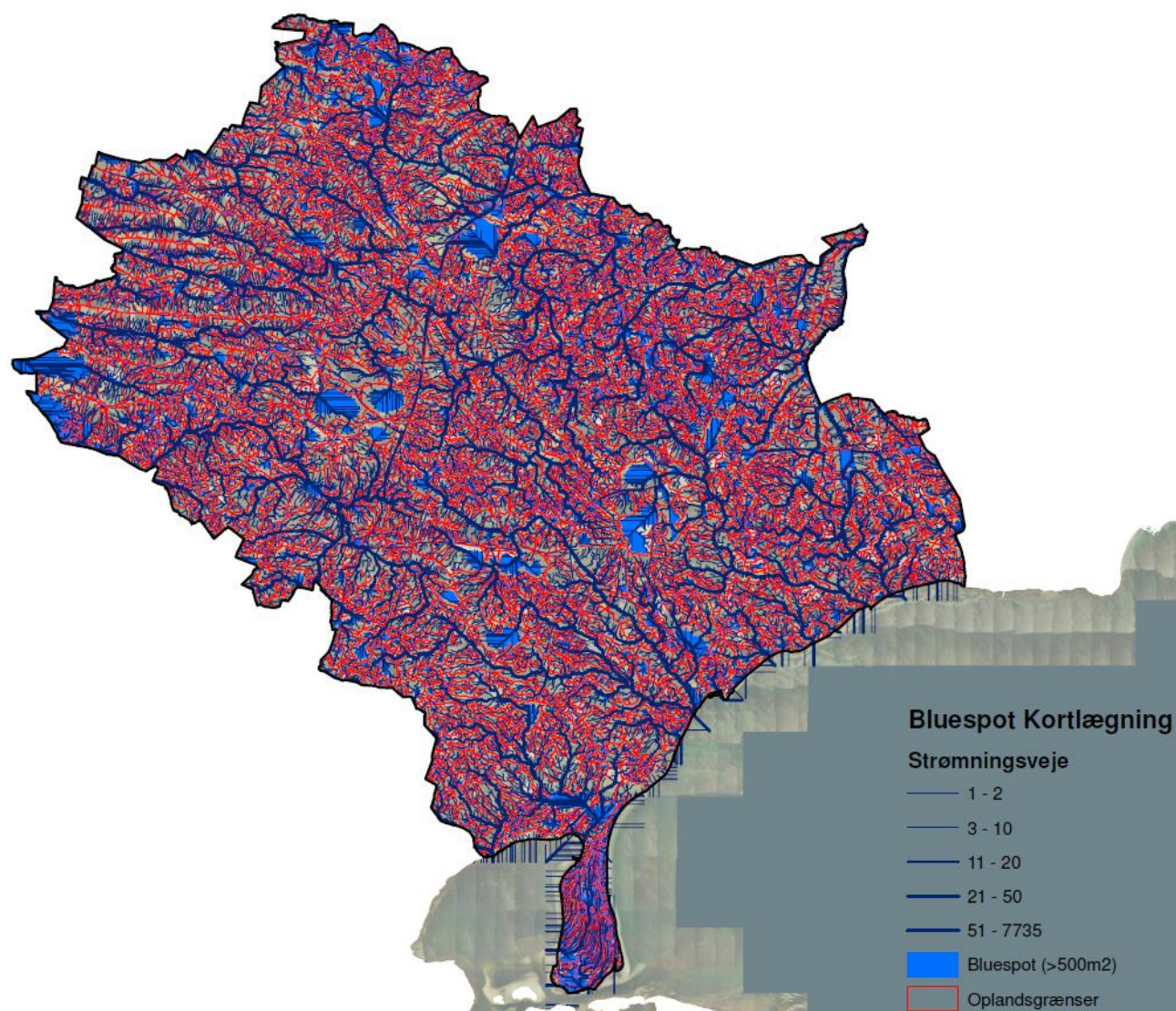


En strømnings forgrening der mødes af en yderligere strømning stiger i kategori ( $1+1 = 2$ ). På kortet kan dette ses ved at stregtykkelsen bliver forøget og de "fede" linjer altså definerer de primære strømningsveje.

### 4.8.3 Oplande til lavninger

På grundlag af de udpegede lavninger over  $1000 \text{ m}^2$ , er der udført endnu en analyse af terrænmodellen, hvor oplandene til de enkelte lavninger er fastlagt.

Der er derudover beregnet volumen af de enkelte lavninger, såfremt de fyldes til kanten, samt middeldybde og maksimumsdybde.



Figur 4-28 Resultat af den simple lavningsanalyse. Lavninger er angivet med blåt, strømningsveje med mørkeblå, stigende stregtykkelse efter opland, oplandsgrænser til de enkelte lavninger er angivet med rød.

## 4.9 Simpel lavningsanalyse

Resultatet af analysen består af en GIS leverance, bestående af følgende temaer:

Lavninger større end 500 m<sup>2</sup>

Temaet viser alle lavninger større end 500 m<sup>2</sup>, kortlagt i Faxe Kommune. En lavning er defineret som et lavpunkt i terrænet hvor der ikke umiddelbart er et naturligt afløb.

Til kortlægningen er anvendt den hydraulisk tilrettede terrænmodel udleveret af Faxe Kommune.

For hver lavning er endvidere beregnet: oplandsareal, volumen, udbredelsesareal, samt middel og maksimumsdybde. Dette fremgår som attributter i GIS tabellen.

### Oplandsafgrænsninger

Til de enkelte lavninger er oplandet beregnet og kortlagt.

### Strømningsveje

Strømningsvejene angiver vandets primære strømning når der sker strømning på terræn. Begyndelsepunktet for de enkelte linjer er fastsat til 5000 m<sup>2</sup>.

Strømningsvejene angiver vandets bevægelse indenfor oplandet indtil det ledes til den tilhørende lavning.

Såfremt en lavning i ekstremssituationer fyldes med vand, angiver strømningsvejene hvorledes vandet ledes videre gennem det næste opland til næste nedstrøms lavning.

Indenfor lavningernes afgrænsning viser strømningsvejene den korteste vej fra indløb til udløb af lavningen. I opfyldningssituationen vil vandet selvfølgelig bevæge sig mod de dybeste punkter i lavningen som er dem der oftest vil være udsat for oversvømmelse.

### Vurdering af sandsynlighed for oversvømmelse i områder uden kloak

Der kan samle sig vand i lavningen i særligt våde perioder i foråret, i forbindelse med snesmeltning eller ved ekstremregn.

Sandsynligheden for at det sker, afhænger af en række lokale forhold såsom jordtype, terrænhældning i oplandet, mulige dræn mm. I forhold til ekstremregn betyder det også noget hvor vandmættet jorden er fra de regn, der er kommet i ugerne op til hændelsen. Det vil ofte kræve en meget detaljeret modellering for herefter at få vurderet sandsynligheden ordentligt.

Til brug for risikoanalysen er anvendt følgende overslagsmæssige vurdering baseret på forholdet mellem oplandsareal og volumen i lavningen.

## 5 Kortlægning af oversvømmelser fra vandløb

Denne kortlægning laves for afstrømningshændelser med gentagelseshyppigheder på 10, 100 og 1000 år, både med og uden fremtidige klimaeffekter. Til brug for kortlægningen anvendes en digital terrænmodel, tilgængelige vandløbsdata fra årenes målestationer, samt en screeningsmetode til forudsigelse af oversvømmelser udviklet af COWI for Naturstyrelsen<sup>1</sup>.

### 5.1 Screeningsmetode

I Faxe kommune er der ca. 235 km offentlige vandløb. De største systemer udgøres af Tryggeælde Å med tilløb, Faxe Å med tilløb samt Suså med tilhørende sidetiløb. Herudover er der mange km private vandløb og grøfter.

Udgangspunktet er, at der er tale om betydelige vandløbsstrækninger de valgte vandløbssystemer, i alt ca. 120 km kommunevandløb. Alle disse vandløbsstrækninger vil ikke være lige udsatte for oversvømmelser. Det er derfor at det er vigtigt, at der etableres et forholdsvist sikkert overblik på screeningsniveau af de udvalgte vandløbsstrækninger.

#### 5.1.1 Teknisk beskrivelse af metodik

For at vurdere hvilke arealer der er oversvømmelsestruede af de udvalgte vandløb i Faxe kommune, anvendes en metode, der er specielt udviklet af COWI til formålet i forbindelse med et udviklingsprojekt for By- og Landskabsstyrelsen.

Overblik på screeningsniveau

Metoden anvender afstrømnings- og vandstandsdata, data for bygværker samt topografi data i det omfang de er til rådighed i de tre å-systemer. Metoden kan afhængigt af omfanget af data anvendes på forskellige niveauer. Hvis der er mange og detaljerede data til rådighed, bliver forudsigelsen mere nøjagtig end, hvis der

---

<sup>1</sup> Rapport om metoden er offentliggjort på Naturstyrelsens hjemmeside:  
[http://www.naturstyrelsen.dk/NR/rdonlyres/A8520229-DA4C-4422-904C-8FBDB64E6BBC/139301/COWIEffektivMetodiktilOversvømmelsesscreening\\_AA28.pdf](http://www.naturstyrelsen.dk/NR/rdonlyres/A8520229-DA4C-4422-904C-8FBDB64E6BBC/139301/COWIEffektivMetodiktilOversvømmelsesscreening_AA28.pdf)

kun er få data til rådighed. Metoden vil kunne forudsige udbredelsen af oversvømmelsestruede arealer på screenings niveau, og hermed bruges til at udpege områder, der eventuelt kan analyseres mere detaljeret for vha. en mere avanceret vandløbsmodellering.

### Detaljeret beskrivelse

Metoden, der anvendes, indeholder et antal trin, der skal gennemføres for at oversvømmelsesudbredelsen kan forudsiges. Disse trin er:

- › Forudgående GIS og dataanalyse
- › Bestemmelse af vandføring
- › Bestemmelse af vandstand og dennes variation langs vandløbene
- › Interpolation af vandstand i digital højdemodel og tilvejebringelse af oversvømmelseskort

### Forudgående GIS og data analyse

Vandløbstemaet fra Faxe kommune, vandløbsregulativerne og COWIs ortofoto danner grundlag for en digitalisering af vandløbenes form og forløb, samt for udpegning af tværsnitsindsnævrende bygværker såsom broer, rørunderføringer og styrt. Som en del af det forudgående GIS arbejde, udpeges de punkter langs vandløbene, hvor vandførings- og vandstandsinformation ønskes tilvejebragt.

Den digitale højdemodel etableres i GIS sammen med de digitaliserede vandløb og tilhørende oplande.

Følgende data for betydende tværsnitsindsnævrende bygværker indhentes og registreres:

- › Broer: bundkote, bredde, højde, længde, areal og form
- › Styrt: flodemål eller kote samt bredde
- › Rørlagte vandløbsstrækninger: diameter og længde.

### Bestemmelse af vandføring

De til rådighed værende afstrømningsdata analyseres, og den specifikke afstrømning med gentagelseshyppigheder på 10, 100 og 1000 år estimeres for vandløbene. Der anvendes tilgængelige data fra de etablerede målestationer i vandløbene, samt information i DMU's fag rapport no.340 (Afstrømning i danske vandløb).

Den specifikke afstrømning for de forskellige gentagelseshyppigheder bestemmes på grundlag af ekstremværdianalyser af de foreliggende vandføringstidsserier. De fundne specifikke afstrømninger (enhed l/s/km<sup>2</sup>) antages gældende for hele vandløbet, hvorfor den absolutte vandføring nemt kan beregnes i ethvert punkt langs vandløbet ved kendskab til det opstrøms afstrømningsareal.

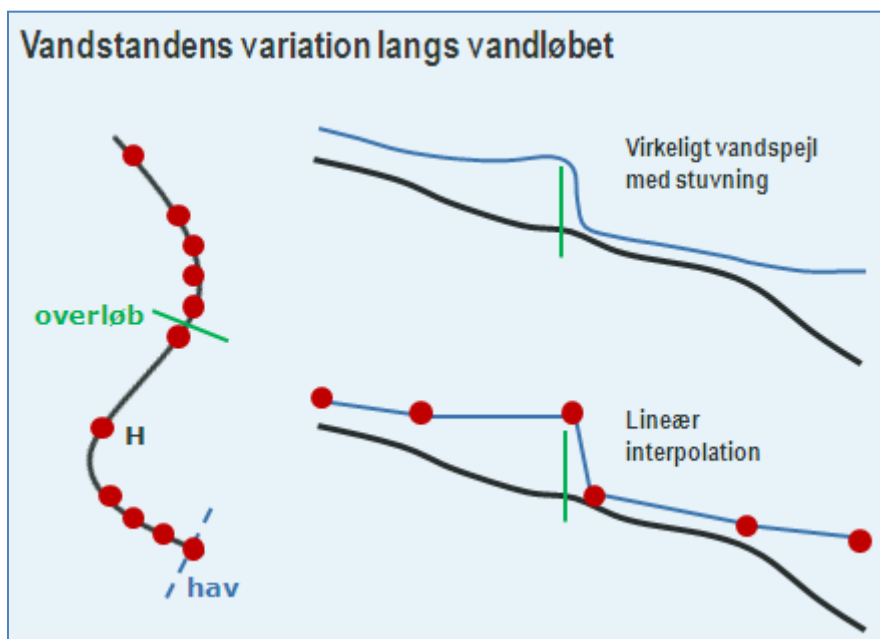
### Bestemmelse af vandstand og dennes variation langs vandløbet

Vandstanden i de udpegede punkter langs vandløbet bestemmes ud fra de fundne vandføringer, antagelse om vandløbets og ådalens hydrauliske ruhed, hældning på

vandspejlet og ådalens tværsnitsprofil. Afhængigt af tværsnitsvariationen i de enkelte punkter i ådalen er antaget et generelt skråningsanlæg for vandløbsstrækningen.

Vandstandspunkterne i vandløbene udpeges således, at en efterfølgende lineær interpolation mellem vandstanden i disse er uproblematisk. Der tages hensyn til vandstanden ved udløbet til bugten.

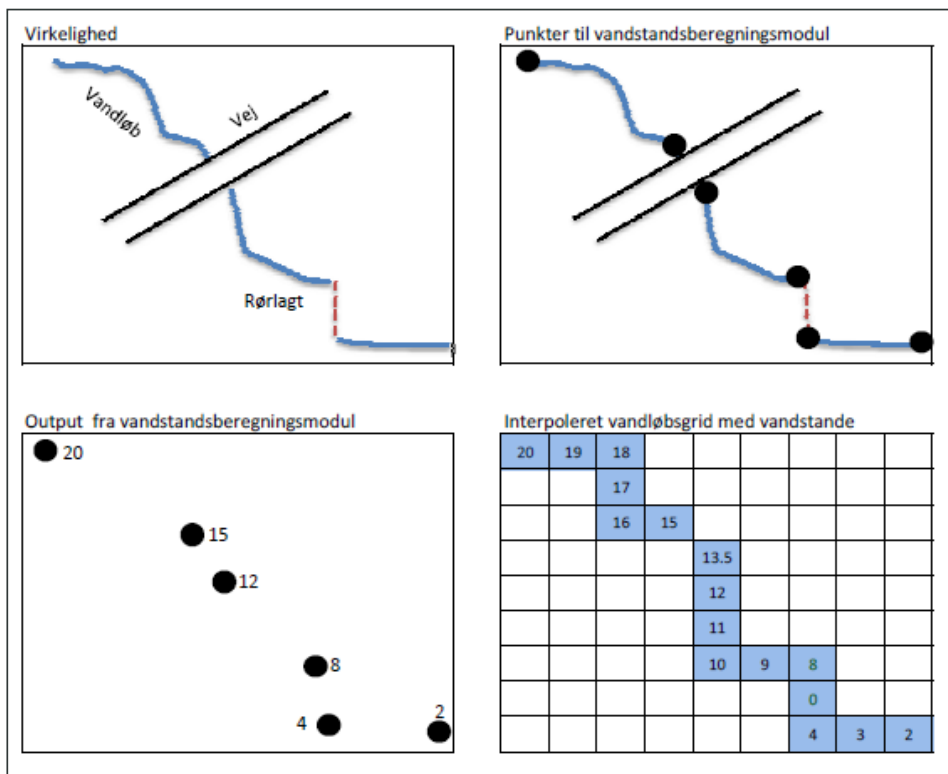
Figuren herunder illustrerer, hvorledes en lineær interpolation kan antages mellem foruddefinerede vandstandspunkter.



Interpolation af vandstand i digital højdemodel og tilvejebringelse af oversvømmelseskort

De fundne vandstande langs vandløbene overføres til den digitaliserede vandløbsinformation i GIS. Herefter interpoleres vandstanden på langs af vandløbet i et grid, der har samme opløsning som den digitale højdemodel. Efterfølgende overlejres dette grid på den digitale højde model. Ved ekstrapolation på tværs af vandløbet bestemmes det herefter, hvorvidt gridceller i ådalen er over eller under vandstanden i åen. Der antages samme vandstand i ådalen som i vandløbet i tværsnit vinkelret på dette.

Figuren herunder illustrerer forløbet i overførslen af vandstandsinformation til GIS.



Oversvømmelseskort etableres på baggrund af de på langs og på tværs interpolerede vandstande i GIS. Kortene vil fremtræde med den digitale højdemodel eller med ortofoto som baggrund med oversvømmelsesudbredelsen lagt ovenpå.

Opstuvning fra vandløb er baseret på niveau 1, med antagelse om generelt fuldtløbende vandløb ved medianmaksimumvandføringen. Dog undtaget de stejleste partier samt ved gennemløb af tydelige højderygge mm. Her er der udført en vurdering af vandløbets brinkkote i bagvedliggende opland, således at kriteriet her er opfyldt. Vandstandshøjden er beregnet på grundlag af en vurdering af det generelle skråningsanlæg i terrænet langs vandløbet. Dette varierer typisk mellem 20 og 50. Der er generelt anvendt skråningsanlæg, der sikrer en konservativ<sup>2</sup> udpegningsareal af oversvømmelsestruede arealer, hvilket netop er formålet med en screeningstilgang til problematikken.

Vandstanden er herefter beregnet på grundlag af ekstremvandføringen i forhold til medianmaksimumvandføringen.

For broer, bygværker og rør er opstuvningseffekten baseret på regulativernes anvendelse af dimensioner, vurdering af slughøjder fra højdemodel og bundkoter, der er taget hensyn til energitab i form af indløbs- og udløbstab samt friktionstab under broen.

<sup>2</sup> Med konservativ menes i denne sammenhæng, en kortlægning der er på den sikre side og mindst udpeger alle de arealer der er truet ved den valgte hændelse.

Udbredelsen er herefter beregnet ved den beskrevne visualisering af maksimale vandstande og deres udbredelse i højdemodellen.

Med metodikken kortlægges både arealer der er direkte oversvømmelsestruede dvs. står i forbindelse med vandløbet, samt arealer der er indirekte truede, dvs. lavninger der ligger langs vandløbene. Disse indirekte truede arealer er kun medtaget i de færdige GIS filer, såfremt de ligger mindre end 50 m fra et areal der er direkte truet. Dvs. de kan være adskilt af en vej eller tilsvarende hvor der evt. kan være en rørforbindelse under. Lavninger, der ligger længere væk, vurderes ikke at være truet som følge af vandløbsafstrømningen direkte. Disse lavninger vil dog være kortlagt som potentielt oversvømmelsestruede arealer

## 5.2 Udvalgte vandløb

Der laves en kortlægning af de oversvømmelsestruede arealer langs de udvalgte vandløb i Faxe Kommune. Denne kortlægning laves for afstrømningshændelser med gentagelseshyppigheder på 10, 100 og 1000 år, både med og uden fremtidige klimaeffekter. Til brug for kortlægningen anvendes en digital højde model i fuld opløsning, tilgængelige vandløbsdata fra årnes målestationer, samt en screeningsmetode til forudsigelse af oversvømmelser udviklet af COWI.

### Valg af klimafaktor

Der er generelt anvendt en klimafaktor på 1,3 ved fremskrivning af de forventede maksimale vandføringer til situationen i år 2110.

For at vurdere, hvad klimaændringerne betyder for afstrømningen, bør det konkret for det enkelte vandløb vurderes, hvad der er den primære årsag til maksimalafstrømningen i systemet. Følgende forhold kan resultere i stor afstrømning:

- 1 Naturlig høj afstrømning i forårmånederne forårsaget af forårsnedbør, ringe fordampning, langsom snesmeltning, høj grundvandsstand mm.
- 2 Hurtig snesmeltning på frosset jord, pludseligt tøbrud, evt. forårsaget af regn
- 3 Ekstremregn i sensommeren, evt. i kombination med en meget våd sommer som medfører, at jorden i forvejen er vandmættet.

De igangværende klimaforandringer vil påvirke ovenstående forhold på forskellig vis og afhængigt af, hvilket forhold, der har størst betydning i det aktuelle vandløbssystem, så kan effekten af klimaforandringerne blive forskellig.

Ad 1) klimaforandringerne vil medføre en større vinternedbør med en forøgelse på op mod 40%, hvilket vil øge denne type afstrømning

Ad 2) klimaforandringerne vil medføre stigende vintertemperaturer, hvilket vil reducere antallet af døgn med snedække. Sandsynligheden for den type hændelser kan muligvis reduceres.



Ad 3) klimaforandringerne medfører større variation i vores somre. Selvom det generelt bliver varmere og tørrere, så vil sandsynligheden for en våd sommer som i 2007 og august 2010 øges. Dette kombineret med, at der forventes en øgning i intensiteten af ekstremregn med op til 30% for en 10 års hændelse, vil medføre en øget sandsynlighed for den type af store afstrømninger i vandløb.

Der er udført en række forskellige undersøgelser med det formål at kortlægge klimaforandringernes betydning for de maksimale afstrømninger i vandløb. Betragtes almindelige maksimumhændelser f.eks. i intervallet 1-10 års hændelser, er det generelle billede, at der kan forventes en stigning i afstrømningen i størrelsesordenen 20-30 %. Disse hændelser er typisk af type 1. Omfanget af ændringer er dog lidt mere usikkert for sjældnere hændelser f.eks. 100 års hændelser, da der er flere forskellige forhold og typer af hændelser, der kan have betydning. F.eks. var den største oversvømmelse i Storåen ved Holstebro fra 1970 en type 2 oversvømmelse (hurtig snesmeltning). Hvis sandsynligheden for dette reduceres, er det således ikke givet, at fremtidige 100 års hændelser bliver værre. Men såfremt type 1 og type 3 hændelser tilsvarende øges i omfang, så kan det være, at 100 års afstrømningen fra disse hændelser vil være større end for type 2, hvorved der alligevel vil ske en stigning.

Det kræver således omfattende undersøgelser at belyse problematikken til bunds. Overordnet anbefales det dog at forvente en stigning i de maksimale afstrømninger fra medianmaksimum og op på 10-30 %.

## 5.3 Data Præsentation

Analysernes geografiske præsentation sker via GIS temaer:

Forudsætningerne for beregning af oversvømmelseskortene er interpolation mellem foruddefinerede vandstandspunkter. Disse vandstandspunkter og deres karakteristika er inkluderet i følgende GIS temaer:

For hvert af de 5 scenarier (10, 20, 50 og 100 år) er skabt 2 temaer:

Eksempelvis 10 års scenariet:

1. **10aars\_nuv\_direkt.tab**
2. **10aars\_nuv\_indirekt1.tab**

10aars\_nuv\_direkt viser de arealer, der er truede af direkte oversvømmelse ved en 10 års hændelse ved de nuværende forhold, tilsvarende viser 10aars\_nuv\_indirekt1 de arealer, der indirekte er truede af oversvømmelse. Disse kan dog være beskyttede af terrænhævninger eller andet. Der er kun vist indirekte arealer, der ligger mindre end 50 m fra et areal, der er direkte truet af oversvømmelse. Et areal, der indirekte er truet, vil samtidigt være en del af en lavning udpeget ved lavningsanalysen.

## 5.4 Bestemmelse af ekstremvandføringer

Der er udført en ekstremværdianalyse af vandføringerne ved følgende målestationer:

57.05 Suså ved Pindsobro

59.09 Tryggevælde Å v. Østerbro

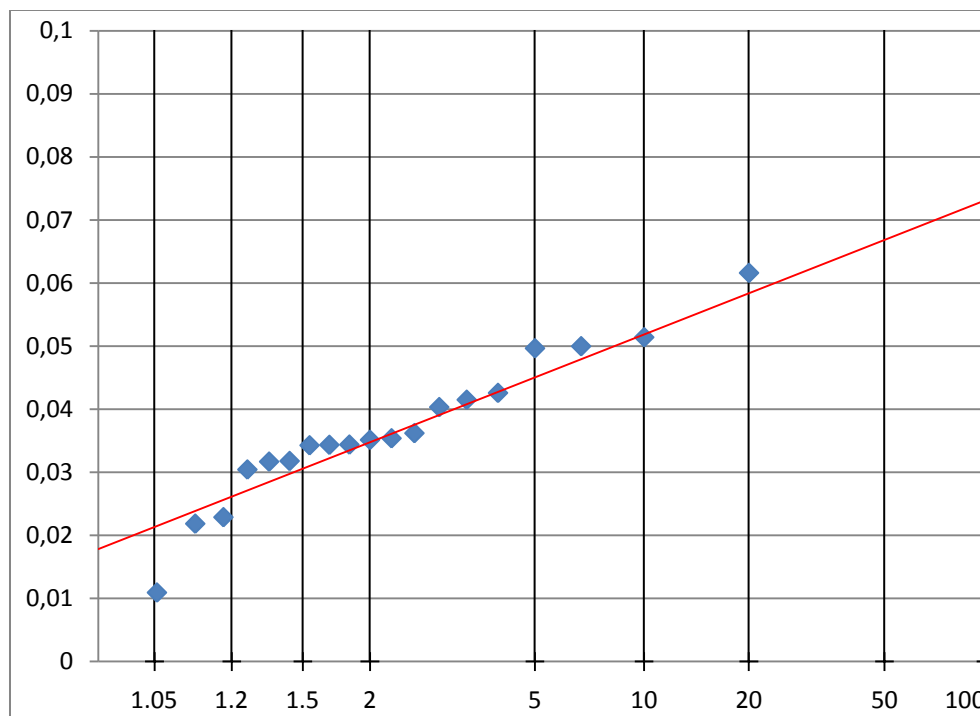
59.11 Stevns Å, s for Løghus

60.05 Vivede Mølleå, Ridebro

60.06 Fakse Å, Borreshoved

60.13 Lille å, Tranegård

Bestemmelse af ekstremvandføringer er baseret på plot af de årlige maksimalvandføringer på Gumbel graf og heraf estimering af de relevante ekstremværdier.



Figur 5-1 Eksempel på Gumbel beregning for 59.11 Stevns Å, syd for Løghus. De relevante estimater for Q10, 100 og 1000 er bestemt analytisk på grundlag af regressionslinien.

I bilag B fremgår de beregnede ekstremvandføringer for de enkelte stationer.

Da der er stor variation mellem de forskellige måleserier, forårsaget af f.eks. forsinkelse i søer samt udjævning i oplandet og oplandsstørrelsen, faldforhold mm, er der anvendt forskellige estimater for ekstremvandføringer på de forskellige delstrækninger i vandløbet. I tabellen er anført for hvilke delstrækninger, de relevante måleserier er anvendt samt estimat for ekstremvandføringer. Generelt må det forventes at jo mindre opland, jo højere arealspecifik afstrømning. Dette fremgår endvidere også af analyserne.

## 5.5 Beregning af oversvømmelsestruede arealer

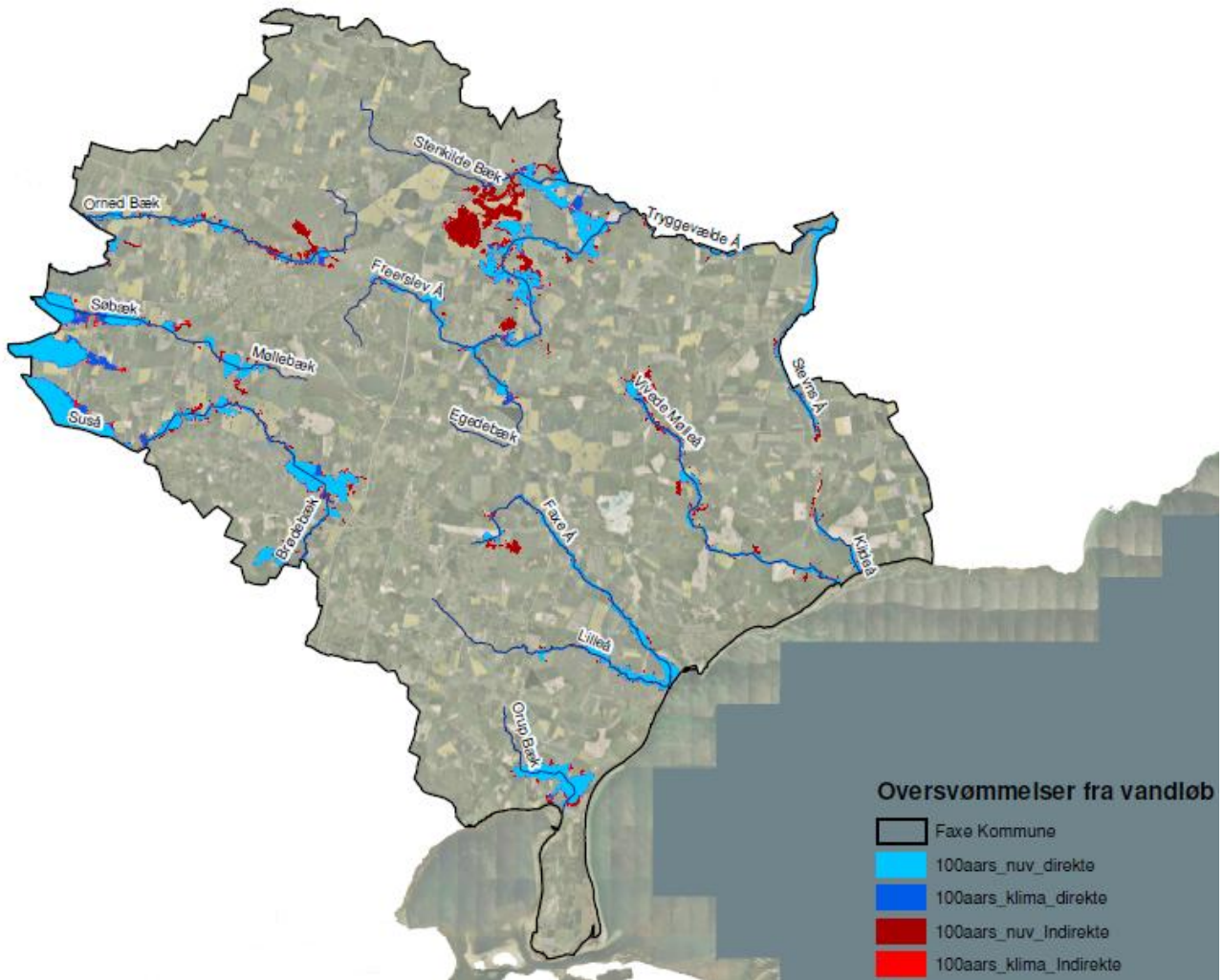
På grundlag af den beregnede ekstremvandføringer, samt den beskrevne metode er der kortlagt oversvømmelsestruede arealer langs i alt 16 vandløbsstrækninger.

5-1 *Oversigt over delstrækninger*

Vandløbssystem	Længde af screenet vandløbsstrækning
Orup bæk	3035 m
Faxe Å	10685 m
- Lille Å	7274 m
Vivede Mølleå	12264 m
Kildeå	2326 m
Tryggevælde Å	16426 m
- Stevns Å	7706 m
- Stenkildebæk	5306 m
- Freerslev Å	7016 m
- Egedebæk	2150 m
Suså	29205 m
- Orned Bæk	9284 m
- Søbæk	7100 m
- Møllebæk	975 m
- Brødebæk	4204 m

Samlet er der screenet 124 km vandløb i Faxe Kommune. Der er for hver af disse delstrækninger beregnet 6 vandføringssituationer dvs. i alt 90 specifikke vandløbsberegninger.

Herunder er angivet et par eksempler på resultatet af beregningerne:

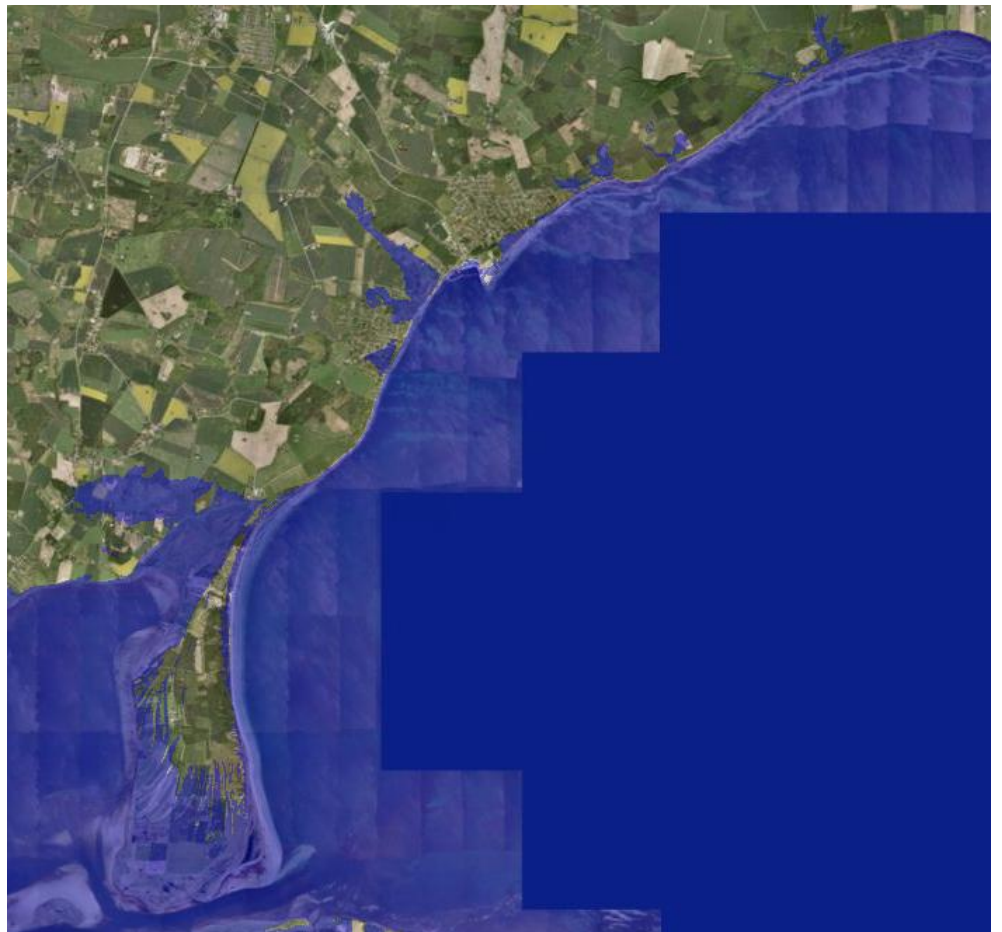


Figur 5-2 Udbredelse af oversvømmelse ved In nuværende og fremtidig 100 års afstrømningshændelse. De blå, er arealer der er i direkte kontakt med vandløbet og forventes oversvømmede. De røde er lavliggende arealer der oversvømmes såfremt der skabes forbindelse fra vandløbet, eller der er stor tilstrømning fra baglandet.

## 6 Kortlægning af oversvømmelser fra hav

### 6.1 Simple kortlægning langs hele kysten

Til brug for risikokortlægningen er udført en simpel kortlægning af oversvømmelsestruede arealer langs kysten.

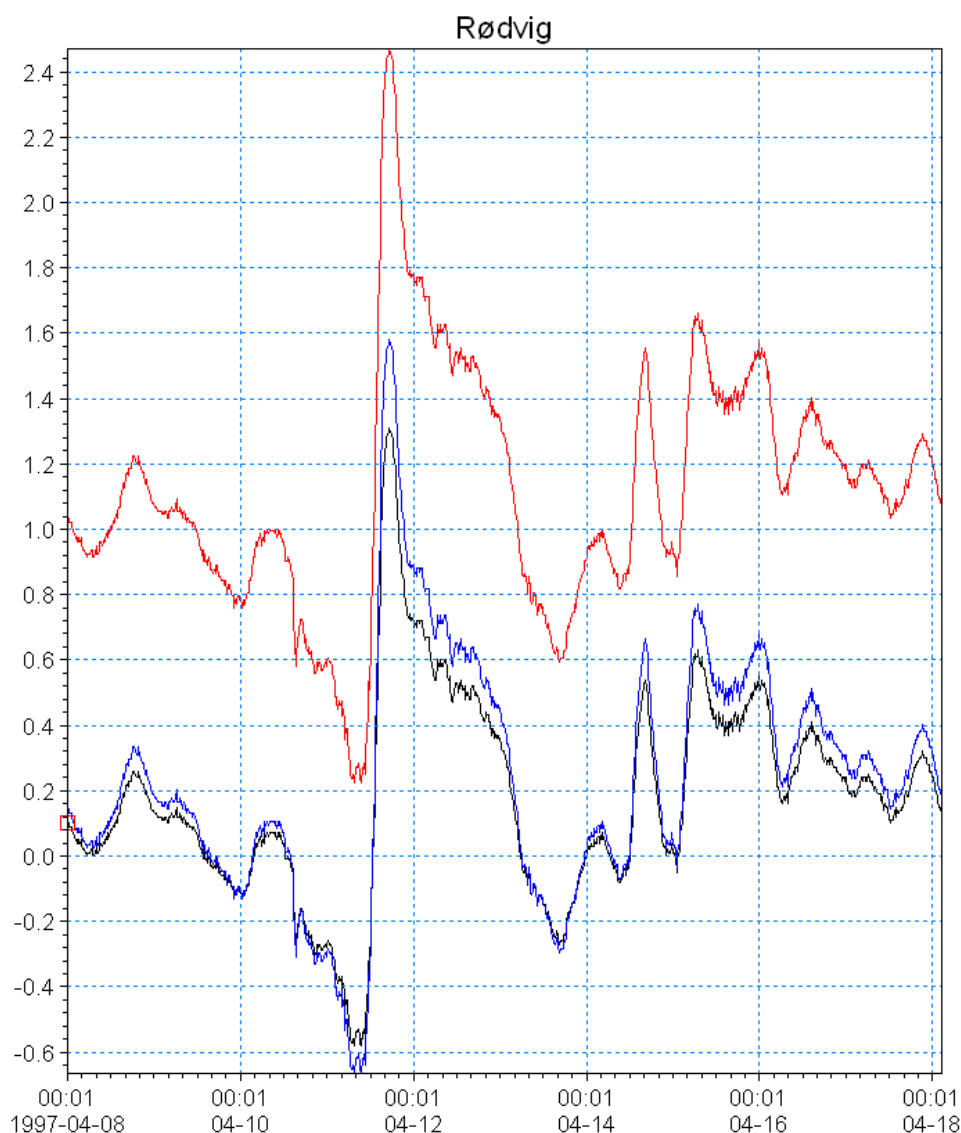


*Figur 6-1 Arealer truet af oversvømmelse fra havvand, ved en fremtidig 100 års højvandsændelse i kote 2,44 m DVR90.*

## 6.2 Avanceret modellering ved faxe Ladeplads

Ved Faxe Ladeplads er der som tidligere nævnt (se afsnit "Kortlægning af oversvømmelser fra regn") regnet på konkrete højvandshændelser i forskellige kombinationer.

Der er udført en gennemgang af de historiske højvandshændelser registreret i Rødvig i perioden 1991-2007. På dette grundlag er hændelsen d. 11-4-1997 med en peak på 1,31 m valgt ud som en karakteristisk højvandshændelse. Hændelsen er herefter skaleret til kote 1,57 m som svarer til den nuværende 100 års hændelse og herefter parallelforskudt til peak i kote 2,44 m, med den stigende havvandstand til en fremtidig 100 års hændelse.



Figur 6-2 Målt tidsserie for højvandshændelse 11-4-1997 (sort). Nuværende 100 års hændelse (blå) og fremtidige 100 års hændelse (rød)

Resultaterne af de udførte beregninger fremgår af bilag A.

## 7 Ændring i grundvandsstand

Grundvandsforholdene giver normalt ikke pludselige oversvømmelser, som det opleves ved f.eks. skybrud og stormflod, eller ved vandløbsoversvømmelser ifm. våde perioder. Ændrede grundvandsforhold kan dog få stor betydning for hvor vandlidende arealerne er og dermed have betydning for landbrugsdriften. I byerne kan det ligeledes have betydning for bygninger og behov for omfangsdræn mm. Mange infrastrukturanlæg veje, jernbaner mm er ligeledes dimensioneret på grundlag af et givent niveau for grundvandspejlet. Såfremt dette ændres, kan det have stor betydning. Det skal dog bemærkes, at i mange områder er grundvandsstanden betydeligt påvirket af de aktuelle indvindingsforhold. Såfremt der ændres i disse, kan det have væsentligt større påvirkning end den ændring klimaændringerne vil medføre.

Ændrede grundvandsforhold vil således primært have betydning over længere tidsperioder og det må forventes, at det er muligt gradvist at tilpasse sig disse ændringer, f.eks. ved dræning. De ændrede grundvandsforhold er således ikke medtaget i risikovurderingen.

De nuværende og fremtidige grundvandsforhold er kortlagt af GEUS og offentliggjort på [www.klimatilpasning.dk](http://www.klimatilpasning.dk). Herunder følger en beskrivelse af model og forudsætninger fra [www.klimatilpasning.dk](http://www.klimatilpasning.dk):

Det fremtidige klimas indflydelse på ændringer i grundvandstanden er beregnet med "Den nationale vandressource model", kaldet DK-modellen. Modellen er en detaljeret landsdækkende integreret grundvands-overfladevandsmodel, der beskriver samtlige komponenter i ferskvandskredsløbet. Det betyder, at faktorer som nedbørs- og fordampnings-indvirkning på overfladisk afstrømning og nedsivning til rodzonen, dræn- og overfaldenær afstrømning og videre nedsivning til grundvandet, er inkluderet.

Modellen har en opbygning med et 500x500 meter net med omkring 10 beregningslag for Danmark og inkluderer data om geologi, jordart, jordtype, topografi, klima og hydrologi. Modellen er opbygget i MIKE SHE/MIKE 11 koden, se mere på [www.vandmodel.dk](http://www.vandmodel.dk).

Der er anvendt GEUS-videreudviklede og kalibrerede 2011 version af DK-modellen. Denne version indeholder blandt andet en opdatering af rodzone-modellen ("two-layer") med de nye anbefalinger fra vandbalanceprojektet gennemført i 2011, en invers modellering der har sikret en troværdig vandbalance, dynamik i simulering af trykniveau, vandløbsafstrømning og realistiske modelparametre samt et robust setup hvor øverste beregningslag er ført et par meter under øvre grundvandsspejl.

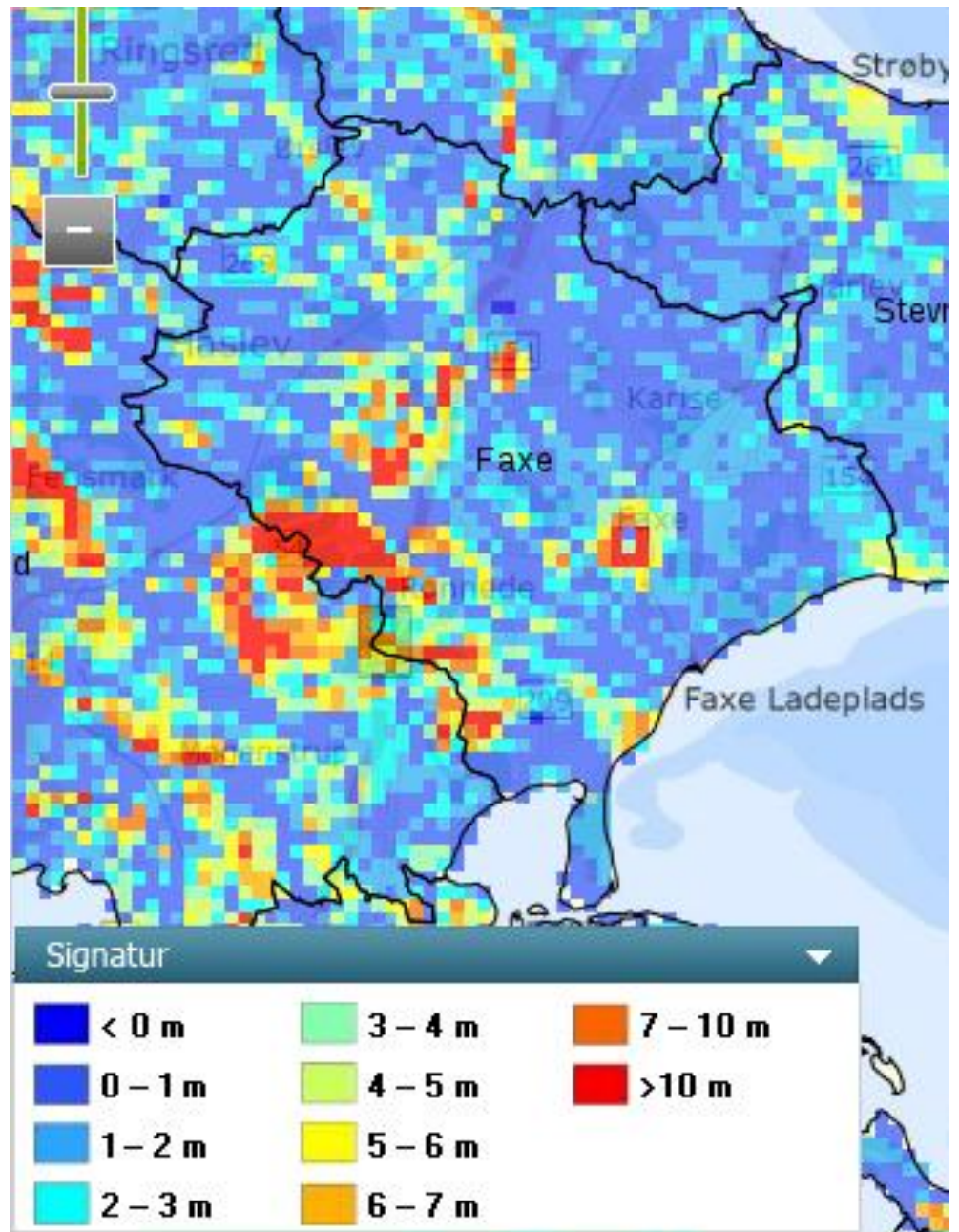
Usikkerheder på klimamodel-input er håndteret ved de tre nævnte scenarier (våd, median og tør fremskrivning), mens usikkerheden på den hydrologiske model og parameterverdier er vurderet ved hjælp af en følsomhedsanalyse. På den baggrund er det valgt at vise resultater med 1-meter intervaller for grundvandsstanden, og 20 millimeter intervaller for grundvandsdannelsen, svarende til den parameterusikkerhed der er vurderet på den hydrologiske model.

Til at beregne effekten af fremtidens klima på grundvandet er resultaterne fra det såkaldte ENSEMBLES-projekt blevet anvendt. Projektet består af kørsler med regionale klimamodeller for A1B-scenariet, hvorfra tre versioner af A1B-scenariet er vist i grundvandskortene.

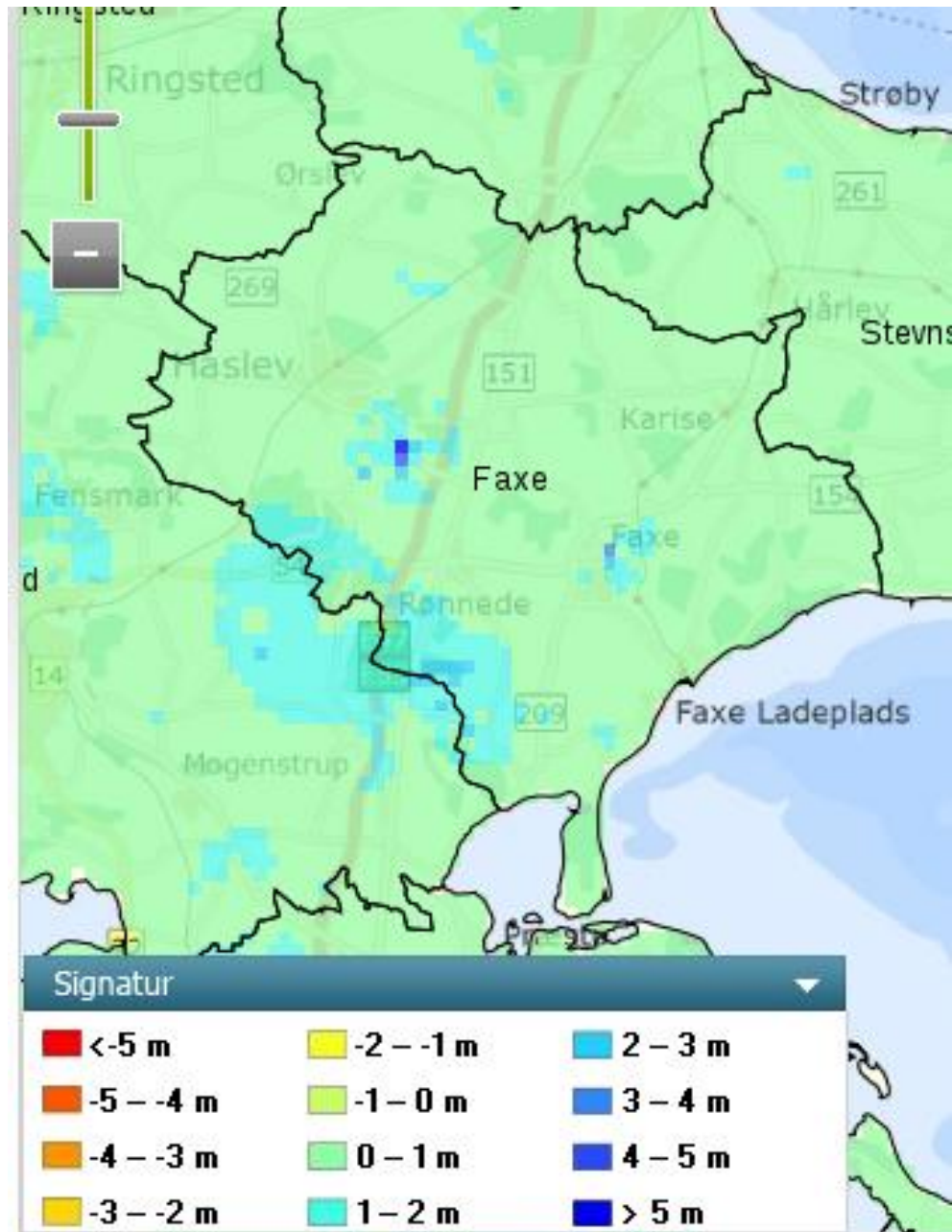
På nedenstående figurer er gengivet de udførte kortlægninger.

- Middel grundvandsstand for det øverste frie grundvandsspejl i det nuværende regime (1991-2010) og ændring heraf for A1B-scenariet for perioden 2021-2050 i forhold til referenceperioden 1961-1990.
- En karakteristisk værdi for høj grundvandsstand (højeste 5-døgns grundvandsstand, der overskrides i gennemsnit en gang hvert 10. år) i det øverste frie grundvandsspejl i det nuværende regime (1991-2010) og ændring heraf for A1B for perioden 2021-2050 i forhold til referenceperioden 1961-1990.



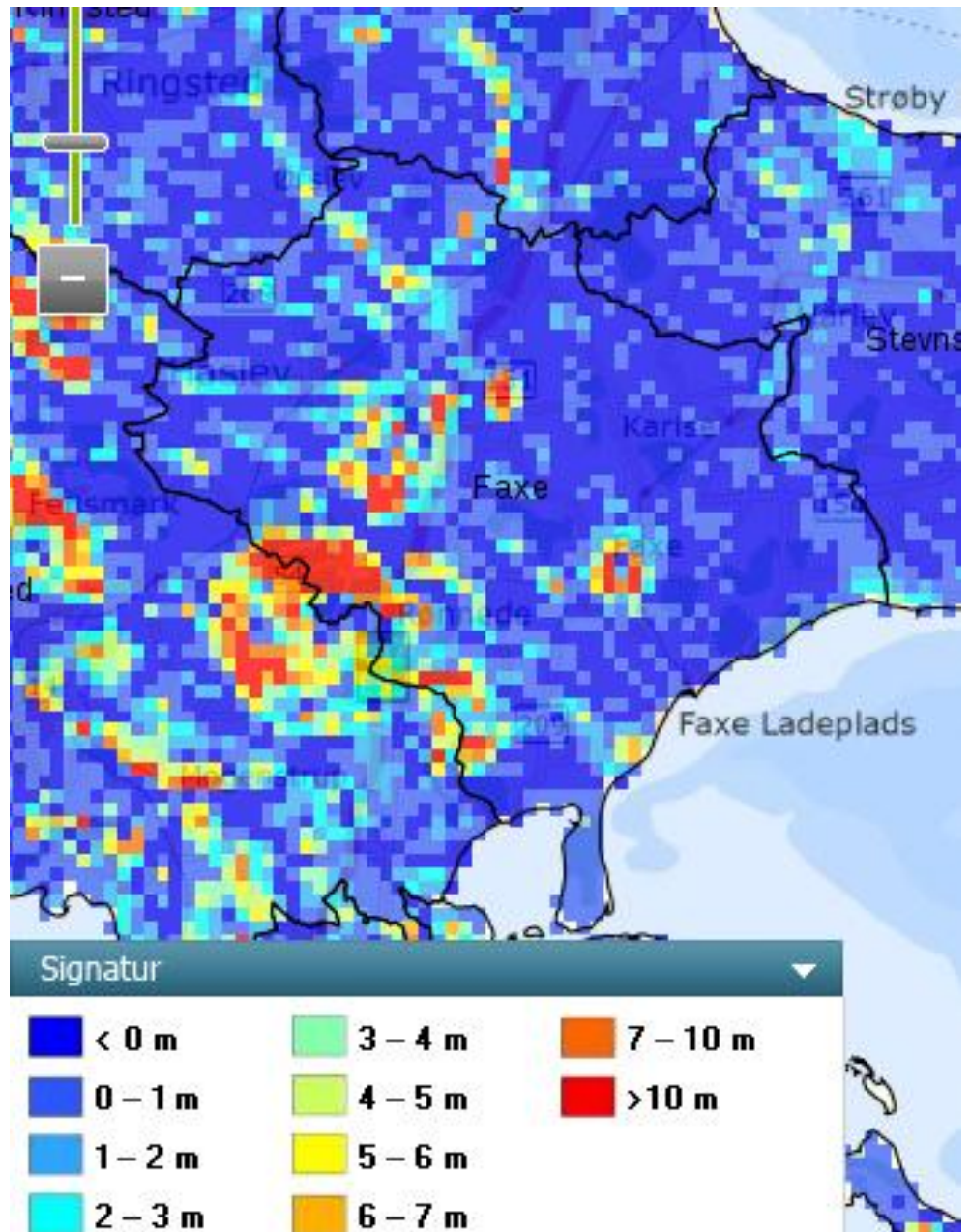


Figur 7-1 Middel grundvandsstand for det øverste frie grundvandsspejl i det nuværende regime (1991-2010)

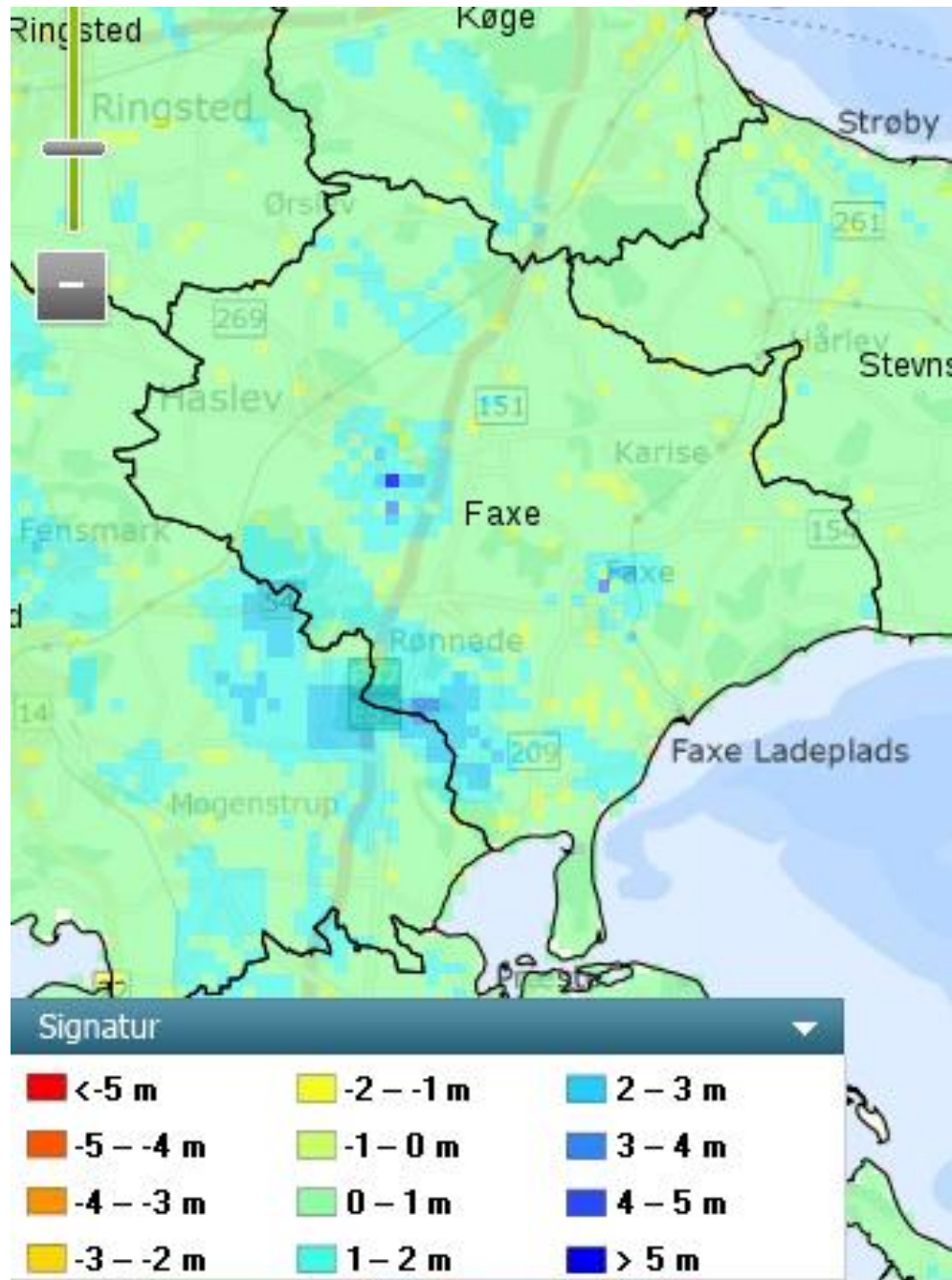


Figur 7-2 Ændring af middel grundvandsstand for det øverste frie grundvandspejl for A1B-scenariet for perioden 2021-2050 i forhold til referenceperioden 1961-1990

Det fremgår, at der generelt er tale om et stigende grundvandspejl med stigninger på op mod 2 m. Stigningerne vil være størst i de områder, der i forvejen har den højeste grundvandsstand.



Figur 7-3 En karakteristisk værdi for høj grundvandsstand (højeste 5-døgns grundvandsstand, der overskrides i gennemsnit en gang hvert 10. år) i det øverste frie grundvandsspejl i det nuværende regime (1991-2010).



Figur 7-4 Ændring af en karakteristisk værdi for høj grundvandsstand (højeste 5-døgns grundvandsstand, der overskrides i gennemsnit en gang hvert 10. år) i det øverste frie grundvandsspejl for A1B for perioden 2021-2050 i forhold til referenceperioden 1961-1990.

Ændringerne i det maksimale grundvandsspejl, ved en høj grundvandstand, vil tilsvarende den gennemsnitlige ændring være på op mod 2 meters stigning. Primært i de områder der i forvejen har den højeste grundvandstand. Der vil dog også være mindre arealer hvor der ikke vil forekomme en forhøjelse af den maksimale grundvandstand, men hvor den falder med op til 2 meter.

## Bilag A Kort over beregnede oversvømmelser i byområder

Der er for hver af de 6 byområder udarbejdet kort der viser udbredelsen af oversvømmelser ved de beregnede scenarier. For alle byområder er der regnet på følgende situationer:

- › År 2010: 5, 10, 50 og 100 års regn
- › År 2110: 5, 10, 50 og 100 års regn

Filerne er navngivet således: Bynavn\_TX\_ÅÅÅÅ.pdf

Eksempel: Faxe\_T5\_2010, Faxe By, 5 års hændelse for år 2010.

Oversigt over bilag:

Faxe\_T5\_2010.pdf  
Faxe\_T5\_2110.pdf  
Faxe\_T10\_2010.pdf  
Faxe\_T10\_2110.pdf  
Faxe\_T20\_2010.pdf  
Faxe\_T20\_2110.pdf  
Faxe\_T100\_2010.pdf  
Faxe\_T100\_2110.pdf

Karise\_T5\_2010.pdf  
Karise\_T5\_2110.pdf  
Karise\_T10\_2010.pdf  
Karise\_T10\_2110.pdf  
Karise\_T20\_2010.pdf  
Karise\_T20\_2110.pdf  
Karise\_T100\_2010.pdf  
Karise\_T100\_2110.pdf

Dalby\_T5\_2010.pdf  
Dalby\_T5\_2110.pdf  
Dalby\_T10\_2010.pdf  
Dalby\_T10\_2110.pdf  
Dalby\_T20\_2010.pdf  
Dalby\_T20\_2110.pdf  
Dalby\_T100\_2010.pdf  
Dalby\_T100\_2110.pdf

Rønnede\_T5\_2010.pdf  
Rønnede\_T5\_2110.pdf  
Rønnede\_T10\_2010.pdf  
Rønnede\_T10\_2110.pdf  
Rønnede\_T20\_2010.pdf  
Rønnede\_T20\_2110.pdf  
Rønnede\_T100\_2010.pdf  
Rønnede\_T100\_2110.pdf

Haslev\_T5\_2010.pdf  
Haslev\_T5\_2110.pdf  
Haslev\_T10\_2010.pdf  
Haslev\_T10\_2110.pdf  
Haslev\_T20\_2010.pdf  
Haslev\_T20\_2110.pdf  
Haslev\_T100\_2010.pdf  
Haslev\_T100\_2110.pdf

Fakse LP\_T5\_2010.pdf  
Fakse LP\_T5\_2110.pdf  
Fakse LP\_T10\_2010.pdf  
Fakse LP\_T10\_2110.pdf  
Fakse LP\_T20\_2010.pdf  
Fakse LP\_T20\_2110.pdf  
Fakse LP\_T100\_2010.pdf  
Fakse LP\_T100\_2110.pdf

Fakse LP\_Vandløb\_T100\_2010.pdf  
Fakse LP\_Vandløb\_T100\_2110.pdf

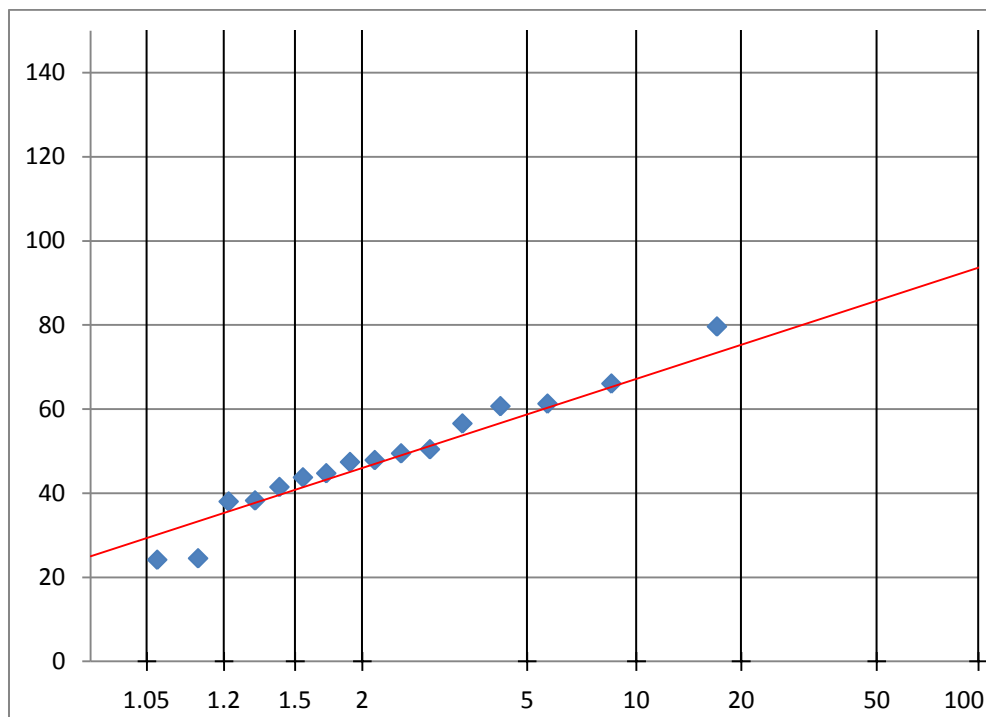
Fakse LP\_Hav\_T100\_2010.pdf  
Fakse LP\_Hav\_T100\_2110.pdf

## Bilag B Gumbel beregninger af ekstremvandføringer i vandløb

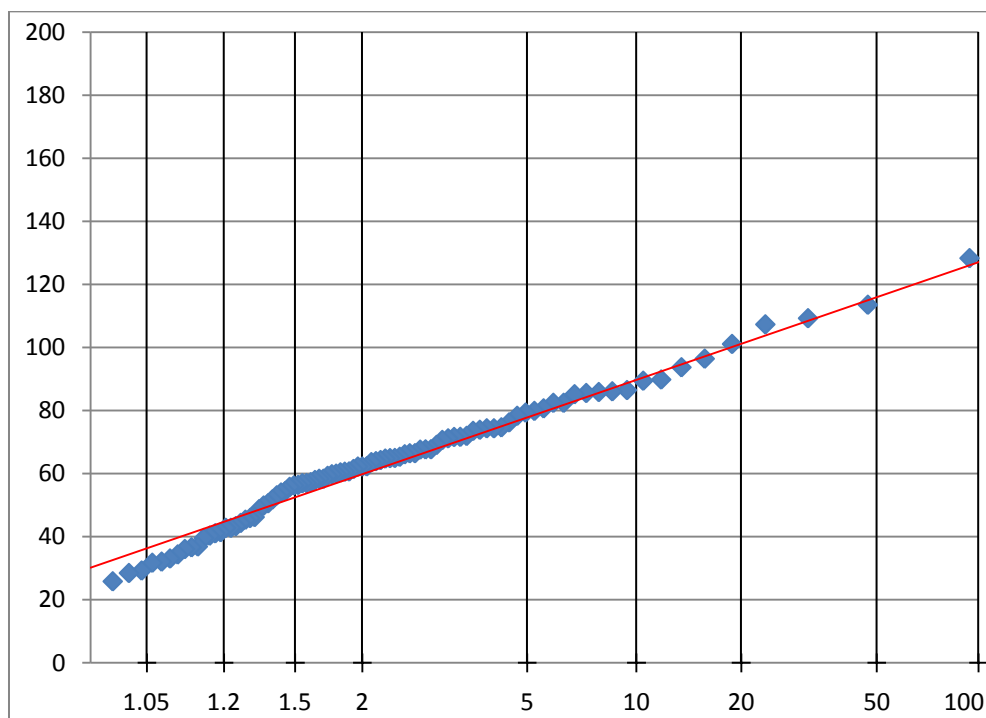
Ekstremvandføringerne i de udvalgte vandløb er estimeret på grundlag af en Gumbel model for fordelingen af de målte maksimale vandføringer. På dette grundlag er estimeret 10, 100 og 1000 års afstrømningshændelser for år 2010. Disse er klimafremskrevet med en faktor 1,3 svarende til den forventede ændring i 2110.

*Tabel 7-1 Estimerede ekstrmevandføringer for vandløbsmålestationer i Faxe Kommune, l/s/km<sup>2</sup>.*

Målest.	57.05	59.01	59.09	59.11	60.05	60.06	60.13
	Suså ved Pindsobro	Tryggevæld Å, Ll. Linde	Tryggevælde Å, Østerbro	Stevns Å, syd for Løgghus	Vivede Mølleå, rødebro	Faxe Å, Borreshoved	Lilleå, Tranegård
Opland (km <sup>2</sup> )	53	128.62	57	37	27	19	18
2010, T							
2	46.0	59.8	63.2	34.8	75.6	114.5	102.4
<b>10</b>	<b>67.2</b>	<b>89.8</b>	<b>95.4</b>	<b>51.8</b>	<b>136.4</b>	<b>219.6</b>	<b>176.5</b>
<b>100</b>	<b>93.7</b>	<b>127.1</b>	<b>135.7</b>	<b>73.2</b>	<b>212.1</b>	<b>350.7</b>	<b>268.9</b>
<b>1000</b>	<b>119.6</b>	<b>163.7</b>	<b>175.1</b>	<b>94.1</b>	<b>286.5</b>	<b>479.5</b>	<b>359.7</b>
2110, T							
2	59.8	77.8	82.1	45.2	98.3	148.9	133.1
<b>10</b>	<b>87.4</b>	<b>116.7</b>	<b>124.1</b>	<b>67.4</b>	<b>177.3</b>	<b>285.5</b>	<b>229.4</b>
<b>100</b>	<b>121.8</b>	<b>165.2</b>	<b>176.3</b>	<b>95.1</b>	<b>275.8</b>	<b>456.0</b>	<b>349.6</b>
<b>1000</b>	<b>155.5</b>	<b>212.9</b>	<b>227.7</b>	<b>122.3</b>	<b>372.5</b>	<b>623.3</b>	<b>467.6</b>

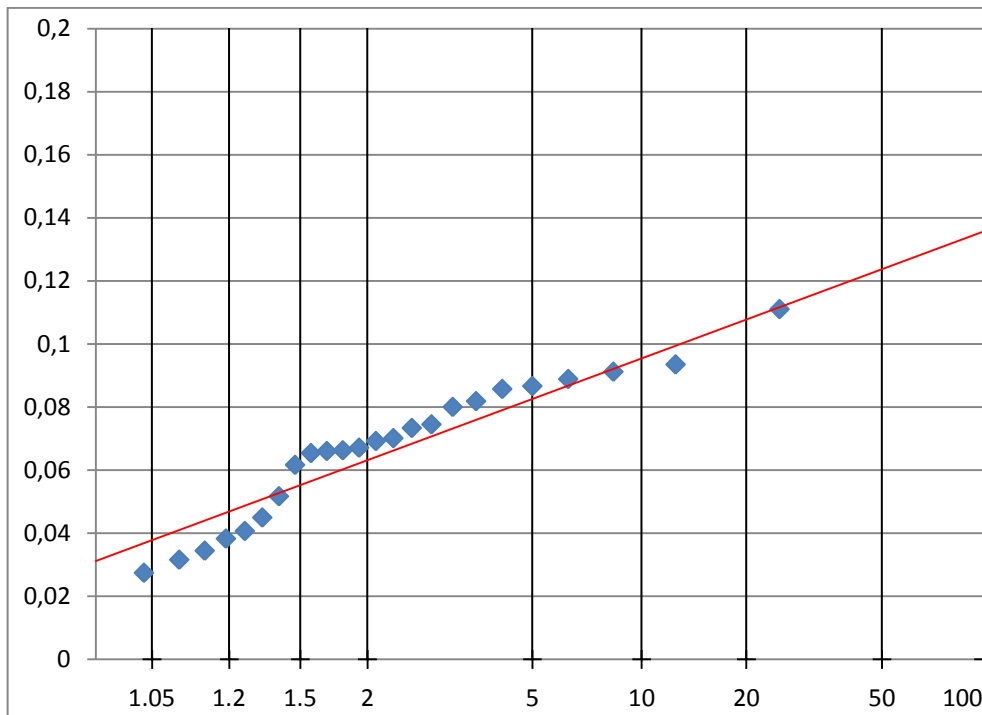


Figur 7-5 Gumbel beregning for st. 57.05 Sus ved Pindsobro

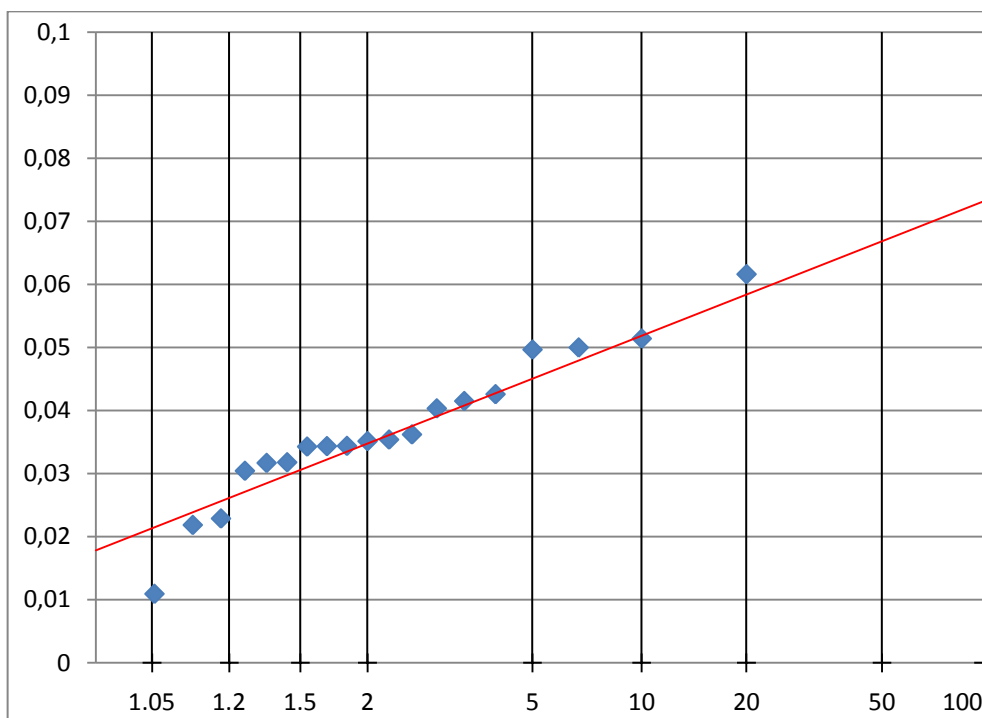


Figur 7-6 Gumbel beregning for st. 59.01

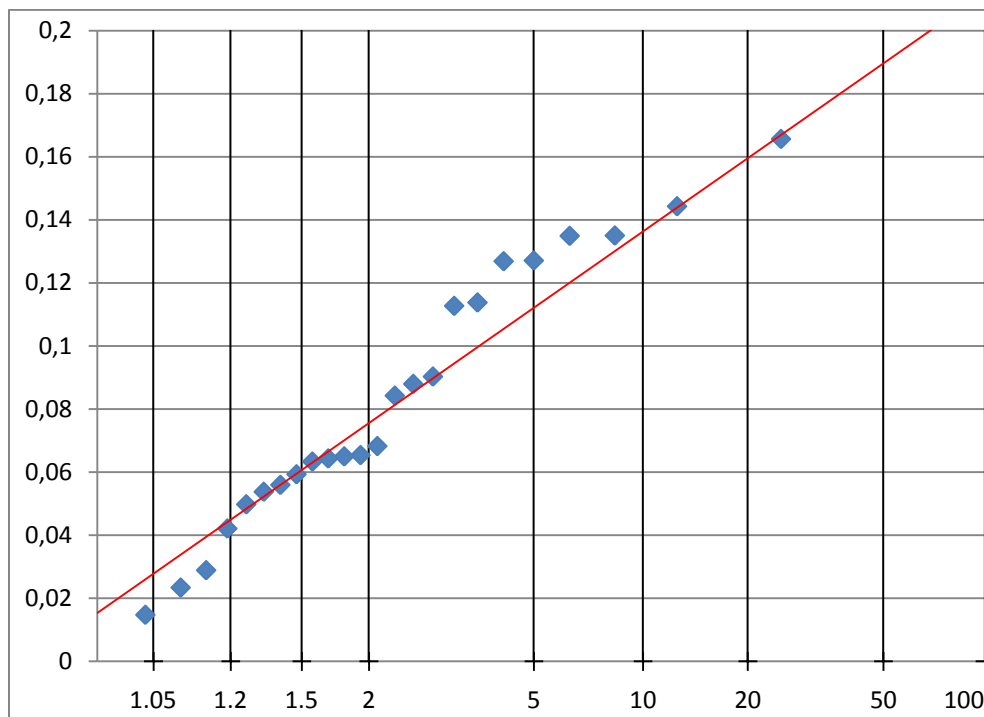




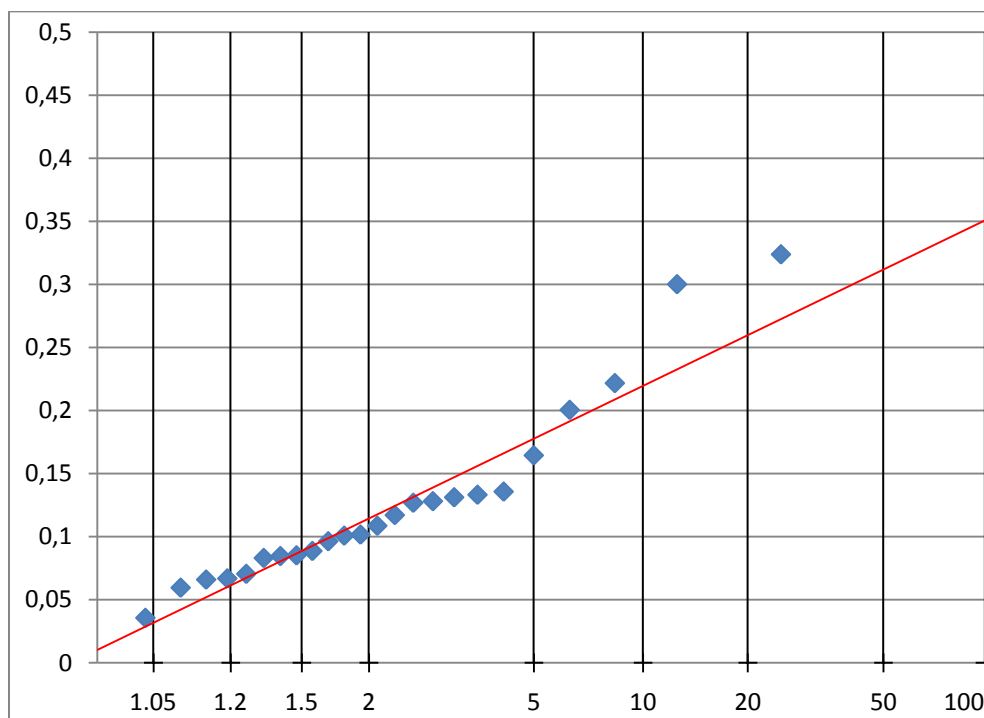
Figur 7-7 Gumbel beregning for st. 59.09



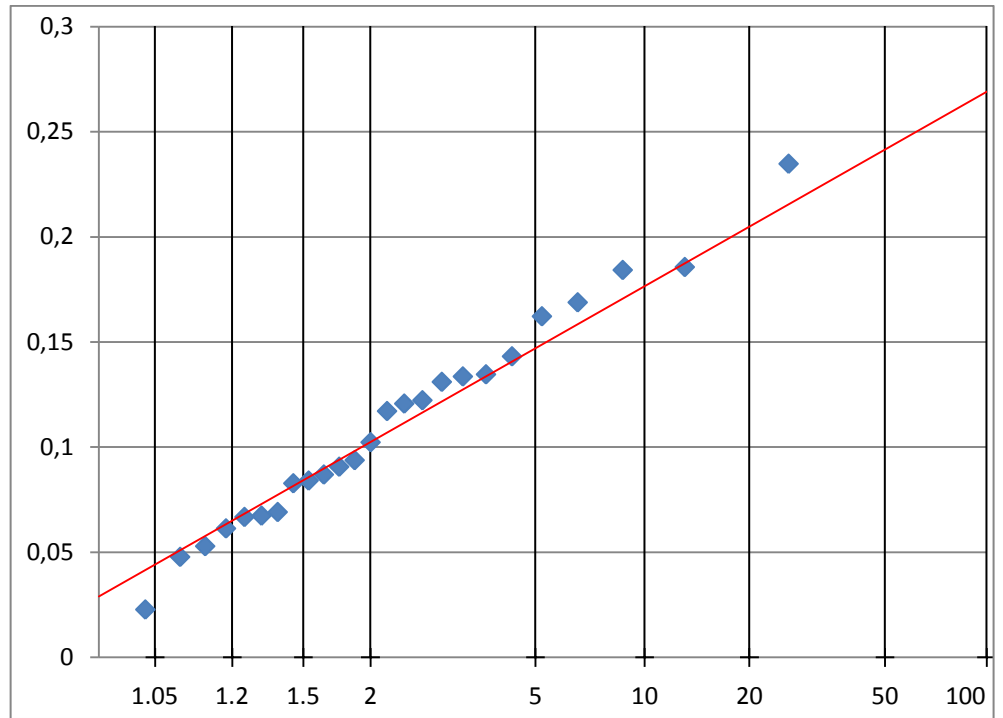
Figur 7-8 Gumbel beregning for st. 59.11



Figur 7-9 Gumbel beregning for st. 60.05



Figur 7-10 Gumbel beregning for st. 60.06



Figur 7-11 Gumbel beregning for st. 60.13