

APRIL 2013
FAXE KOMMUNE

OVERSVØMMELSES- ANALYSE I DALBY

RAPPORT



COWI

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby
Danmark

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

APRIL 2013
FAXE KOMMUNE

OVERSVØMMELSES- ANALYSE I DALBY

RAPPORT

PROJEKTNR. A033004
DOKUMENTNR. 005
VERSION 3
UDGIVELSESDATO 14. apr. 2013
UDARBEJDET JIJ, JUTT, LAFN
KONTROLLERET LAFN
GODKENDT JIJ

INDHOLD

1	Baggrund	7
2	Problemstillingen	8
2.1	Oversvømmelser i 2011	8
2.2	Beskrivelse af området	9
3	Modelleringer	12
3.1	Modellering af regnbetingede udløb	13
3.2	Vandløbsmodellering	14
3.3	Resultater	15
4	Konklusion	19

1 Baggrund

Der har gennem de senere år og senest 11. og 16. august 2011 været oversvømmelser på en række ejendomme i den sydlige del af Dalby omkring Tjørnevænget. Oversvømmelserne er opstået i en periode med meget nedbør. Problemerne er muligvis blevet værre, efter en kloakledning langs åen er strømpeforet, da den tidligere har haft en drænende effekt. Efter oversvømmelserne i 2011 blev åen oprenset.

Faxe kommune har igangsat en undersøgelse der:

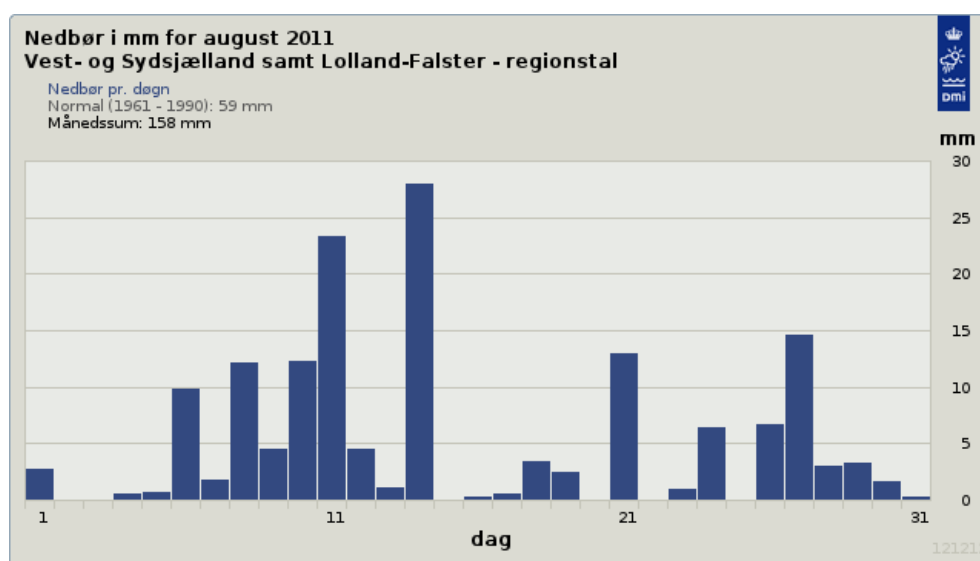
- › Fastlægger årsagen til oversvømmelserne
- › Vurderer sandsynligheden for at det sker igen, herunder under hensyntagen til klimaændringerne
- › Vurderer konsekvenserne af de foreslåede tiltag ifm. vandplanerne, med fokus på ændret vedligeholdelse.

Nærværende notat beskriver resultatet af denne undersøgelse.

2 Problemstillingen

2.1 Oversvømmelser i 2011

Oversvømmelserne i 2011 skete i forbindelse med en meget våd periode i sensommeren. Der har derfor naturligt været en del afstrømning fra oplandet, ligesom den naturlige grødevækst i vandløbet har medført en større modstand, end i de normale situationer med kraftig afstrømning, som typisk sker om vinteren eller i de tidlige forårsmåneder.



Figur 2-1 Registreret månedsnedbør for august 2011 som gennemsnit for Sydsjælland.

Den registrerede nedbør for august var som gennemsnit for regionen 158 mm, hvilket er næsten tre gange så højt som den normale månedsnedbør på 59 mm. Da der tidligere i juli var faldet 133 mm hvilket også er væsentligt over normalen, har jorden i oplandet været vandmættet og der har derfor ikke været meget kapacitet tilbage til at tilbageholde regnvandet.

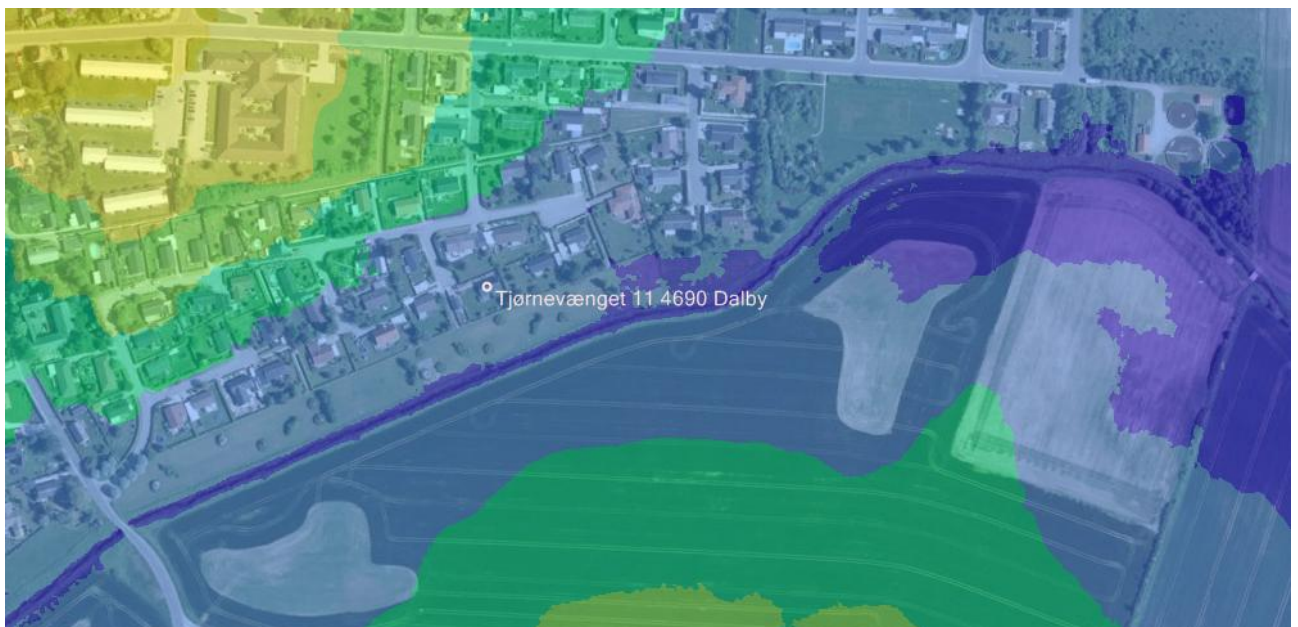
Så selvom de registrerede hændelse i august på op til 20-30 mm, normalt ikke ville give anledning til store problemer, så kan kombinationen af langvarig nedbør i oplandet og de registrerede enkelthændelser, give problemer.

2.2 Beskrivelse af området

Området som senest har været ramt af oversvømmelser, omkring Tjørnevænget 11, ligger lavt ned mod Freerslev Å.



Figur 2-2 *Oversigtskort over den sydøstlige del af Dalby langs Freerslev Å. Ejendommen Tjørnevænget 11, der gentagne gange har været ramt af oversvømmelser er gengivet på kortet.*



Figur 2-3 *Oversigtskort med overordnede koteforhold, for den sydvestlige del af Dalby. De mørkeblå områder er de lavest liggende, de gule de højeste. Koteinterval 2,5 m.*



Figur 2-4 Det lave område på nordsiden af åen (foto taget fra Vordingborgvej).

Græsarealerne mellem byen og åen er stort set helt flade i samme niveau som bygningerne og kun ca. 1 m over det normale sommervandspejl.



Figur 2-5 På strækningen langs Tjørnevænget ligger åen relativt højt i landskabet med "dagligt sommervandspejl" ca. 1 m under terræn.

Vandløbet ligger let nedskåret i terrænet, omgivet af naturlig vegetation.



Figur 2-6 Gammel rest af brofundament er ved at skride ud i vandløbet.

I den østlige del af området er der en rest af et gammelt brofundament. I forbindelse med store afstrømninger, kan den skabe øget turbulens og opstuvning. Det bør overvejes at fjerne denne.



Figur 2-7 Broen under Karisevej, nedstrøms Dalby.

Broen under Karisevej, nedstrøms Dalby, er udført som et Ø240 cm rør.

3 Modelleringer

Der er opstillet en MIKE 11 model for Freerslev Å og dele af Tryggevejle Å. Modellen omfatter hele Freerslev Å, st. 0-5988 og Tryggevejle Å st. 0-7465 (Børstedvej). I alt ca. 13,5 km vandløb. Der er ikke inkluderet sidetilløb. Den opstrøms strækning er medtaget for senere, at kunne vurdere evt. tiltag i oplandet. Den nedstrøms strækning er medtaget dels for at kunne modellere oversvømmelserne på markerne ved Nyskov og Kæderup og dels for at sikre, at beskrivelsen af den nedstrøms randbetingelse ikke påvirker resultaterne. Modellen er baseret på de regulativmæssige forhold. Der er indarbejdet tværsnit for terrænmodellen for de strækninger, der oversvømmes.

Der findes ingen anvendelige opmålinger af vandløbstværsnittende på strækningen. De regulativmæssige forhold beskriver de vandføringsmæssige forhold, som vandløbet minimum skal have. Såfremt de faktiske tværsnit var mindre ved oversvømmelserne i 2011, vil de beregnede vandstande være lavere. En nyopmåling vil dog ikke kunne anvendes til modellering af situationen i 2011, da der efter oversvømmelserne skete en oprensning på strækningen for at minimere sandsynligheden for gentagelser.

Der er indhentet vandføringsdata fra Naturstyrelsen for vandføringsmålestationen i St. Linde til og med 2011, samt nedbørsdata for en relevant målestation i oplandet.

I forbindelse med udarbejdelse af klimatilpasningsplanen for Faxe kommune i 2012, er der opstillet en model for afløbssystemet. Denne er tilpasset vandløbsmodellen og de regnbetingede udledninger påført som randbetingelser. På grundlag af forsyningens afløbsmodel for Dalby beregnes de regnbetingede udledninger til vandløbet.

Formålet med modelleringerne er dels at undersøge årsagssammenhængen ift. oversvømmelseshændelsen i august 2011 og dels at estimere sandsynligheden for at det sker igen.

Der er derfor udført en beregning for august 2011 for en situation med moderat grødevækst i vandløbet. Beregningen er baseret på de målte afstrømninger ved nedstrøms målestation. Modellen er herefter påført regnbetingede udledninger fra

Dalbys afløbssystem dels i form af de direkte udløb og dels i form af afstrømning på overfladen.

Denne beregning viser hvor stor betydning de regnbetingede udledninger har for vandstanden i området.

Der er endvidere udført en række beregninger med forskellige kombinationer af afstrømning i vandløbet, grødevækst og nedbørshændelser. På dette grundlag vurderes det om det er den naturlige afstrømning i vandløbet, eller de regnbetingede udledninger, der har størst indflydelse på oversvømmelsessituationen ved Tjørnevænget.

En oversigt over de udførte beregninger fremgår af nedenstående tabel, hvor de forskellige scenarier er nummereret.

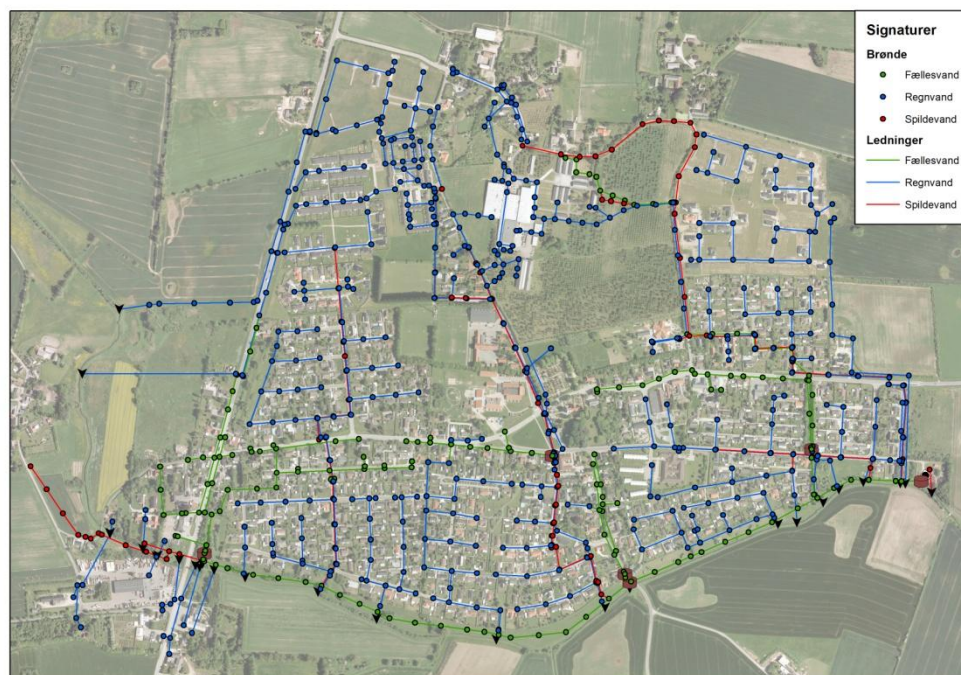
Tabel 3-1 Kombinationer af nedbør og afstrømning, der analyseres med modellering. De enkelte beregningsscenarier er angivet med nr.

Vandløb:	Au gus t 20 11	Som- mer- middel	Sommer- median- maks (maj-sep)	Sommer- median- maks (maj-sep) Ændret vedlige- hold	Me- dian- maks.	10 års af- strøm ning	100 års af- strøm ning	100 års afstrøm- ning, klima- frem- skrevet
Kloak:								
Ingen nedbør	1	2	3	4	5	6	7	8
August 2011	1.1							
10 års regn		2.2			5.2			
100 års regn		2.3						
100 års regn, klima- frem- skrevet		2.4						

3.1 Modellering af regnbetingede udløb

I forbindelse med udarbejdelse af klimaplanen for hele Faxe Kommune i efteråret 2012, er der opstillet MIKE FLOOD model for afløbssystemet i Dalby. Modellen er anvendt til at lave konkrete beregninger af hvorledes kloaksystemet og afstrømmende regnvand ledes til Freerslev Å.

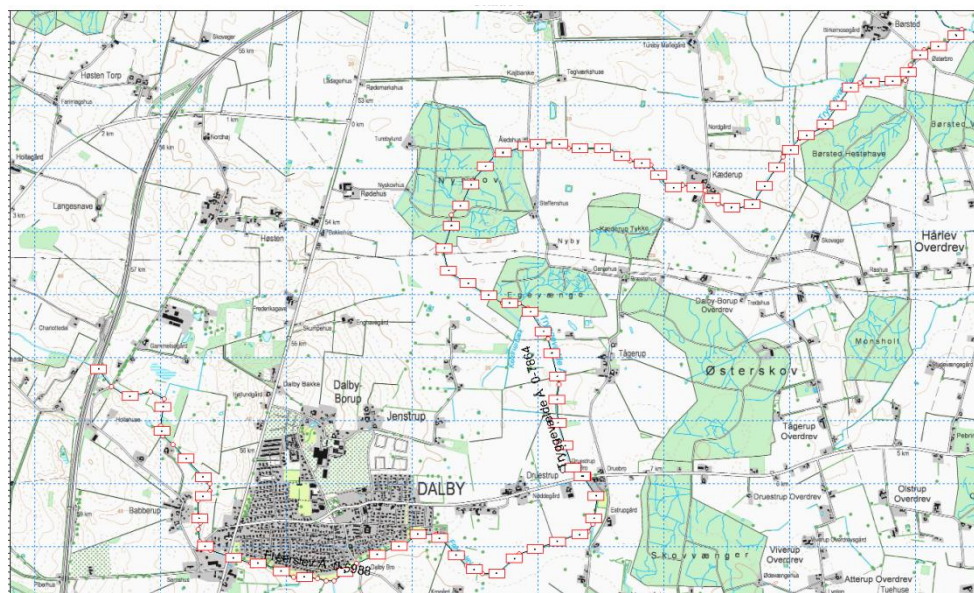
Omfanget af modellen er vist på nedenstående figur.



Figur 3-1 Oversigtskort over MIKE FLOOD model for kloaksystemet i Dalby.

3.2 Vandløbsmodellering

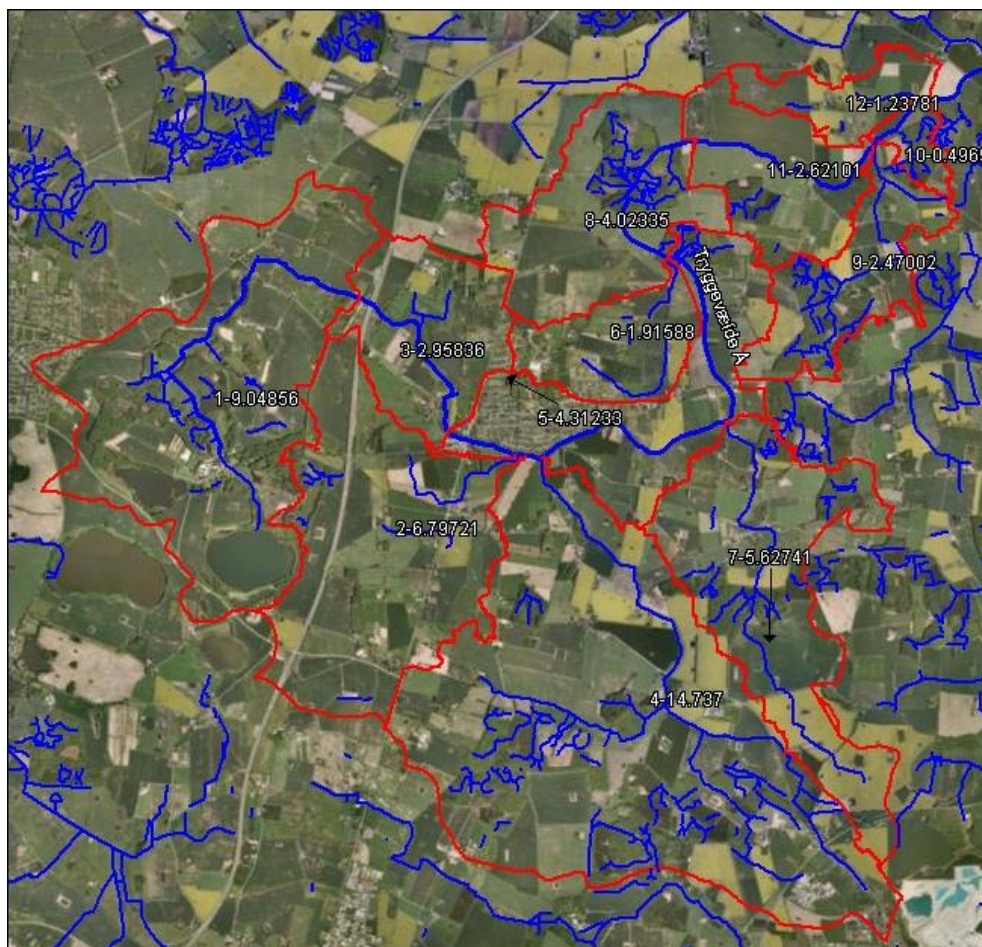
MIKE 11 modellen omfatter som tidligere nævnt, Freerslev Å og de øverste 7 km af Tryggvælde Å.



Figur 3-2 Oversigtskort over MIKE 11 model for Freerslev Å og Tryggvælde Å.

Oplandene for den naturlige afstrømning til vandløbet, til de enkelte vandløbsstrækninger er fastlagt på grundlag af overordnet oplandskort fra AIS (Arealinformationssystemet) og er herefter underopdelt, på grundlag af de udførte oversvøm-

melseskortlægninger, som er lavet ifm. Klimatilpasningsplanen for Faxe Kommune.



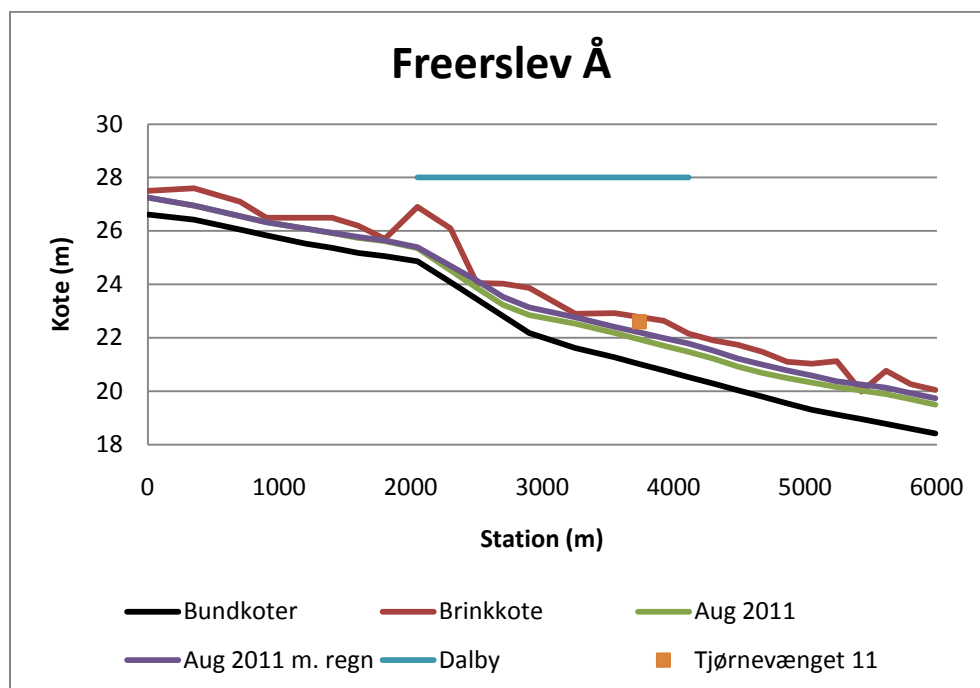
Figur 3-3 Oversigtskort over de naturlige vandløbsoplande til Freerslev Å og Tryggevejle Å.

3.3 Resultater

3.3.1 August 2011

Situationen i August 2011 er modelleret med og uden regnafstrømning fra afløbssystemet og vandføring fra nedstrøms målestation. Der er anvendt et manningtal på 15 svarende til en moderat grødevækst (omtrent som den situation der fremgår af figur 2-4 - 2-6).

Nedenstående figur viser de maksimale vandstande med og uden regnafstrømning fra selve Dalby.



Figur 3-4 Modellerede vandstandsforhold i Freerslev Å, langs Dalby. Bundkoten er gengivet med sort, terræn med rød, udstrækningen af byen med lyseblå og terrænkoten ved Tjørnevænget 11 med orange markering.

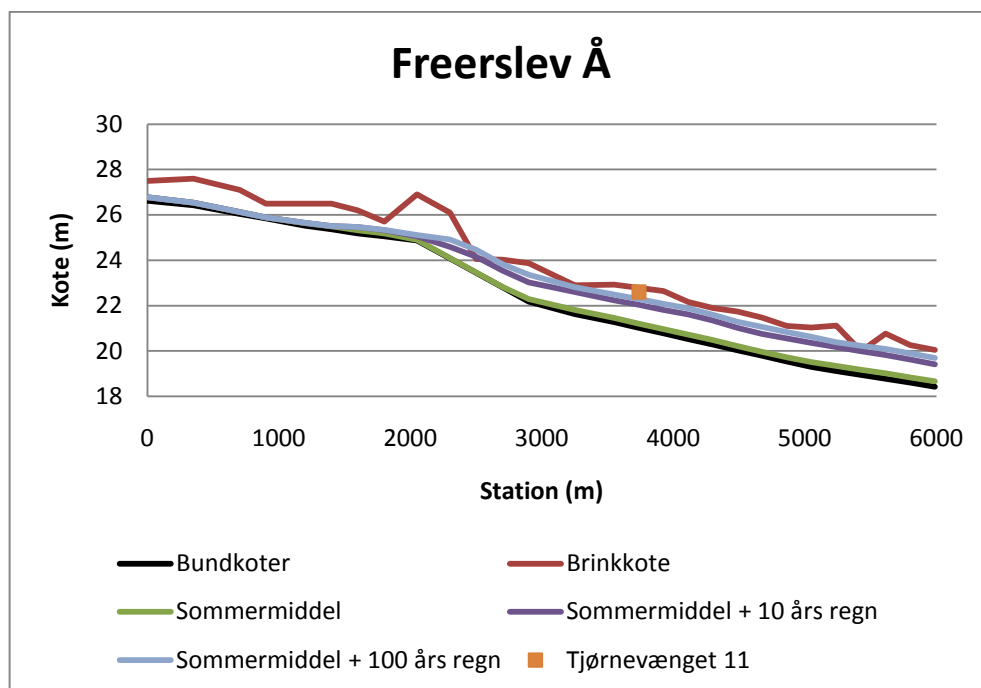
Det fremgår af resultaterne, at der beregningsmæssigt ikke opnås helt samme vandstand som der optrådte ved hændelsen i 2011. Dette skyldes formegentligt unøjagtigheder i tværsnitsbeskrivelsen, dvs. regulativ ift. opmåling. De maksimale vandstande er beregnet til 21,95 uden nedbør og 20,20 med nedbør. Den kritiske kote er ca. 22,60 m.

Den væsentligste konklusion, der kan drages er at bidraget fra de regnbetingede udledninger, har medført en vandspejlsstigning på 25 cm udfor Tjørnevænget. Grundlaget for de regnbetingede udledninger vurderes rimeligt sikkert. Så i situationen med et højt vandspejl i åen nær terræn, har påvirkningen fra de nedbørshændelser der var i August 2011, alene hævet vandstanden med yderligere ca. 25 cm, i forhold til den vandstand som den naturlige afstrømning, som også var påvirket af nedbør i oplandet i dagene før, har medført.

Det fremgår endvidere af resultaterne, at der ikke modelleres stuvning på strækningen, da vandspejlet generelt har samme fald som vandløbsbunden. Det bemærkes at vandstanden stiger betydeligt ved Dalby, hvilket skyldes tilløbet fra syd.

3.3.2 Vandstandsændring under ekstremregn

Vandstandsændringen i Freerslev Å langs Dalby er undersøgt for en række situationer med ekstremregn i byområdet. Da disse regn typisk optræder i sensommeren er der valgt en situation med en sommermiddelfastrømning i vandløbet.



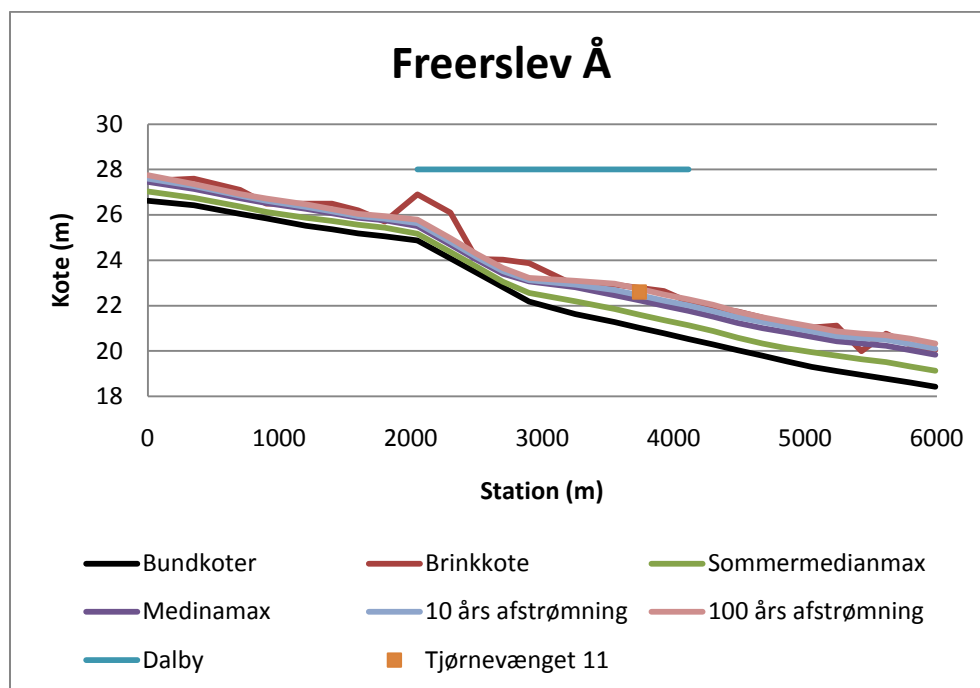
Figur 3-5 Vandstandsforhold ved sommermiddel afstrømning i kombination med ekstreme regnhændelser.

Beregningerne viser at vandstanden i Freerslev Å stiger betydeligt i forbindelse med ekstreme nedbørshændelser. Ved en middelsommervandføring stiger vandstanden med 82 cm ved en 10 års skybrudshændelse og med 1,08 m ved en 100 års skybrudshændelse. De maksimale vandstande er beregnet til 21,21 uden nedbør og hhv. 22,03 og 22,29 ved 10 og 100 års hændelsen.

Der er ligeledes udført en vurdering af effekten af ekstremnedbør samtidig med en høj afstrømning i vandløbet. Der er valgt en situation med medianmaksimumafstrømning, som er den vandføring der i gennemsnit overskrides mindst et døgn hvert andet år. Ved en så høj vandløbsafstrømning har afstrømningen fra de kloakerede områder mindre betydning og en 10 års hændelse hæver vandstanden med 25 cm. Det er ikke relevant at regne på kombinationen af medianmaksimumafstrømning og endnu sjældnere skybrudshændelser, da sandsynligheden for sammenfald er minimal.

3.3.3 Vandstandsændringer under ekstreme afstrømninger fra oplandet

Vandstandsændringen ved ekstreme afstrømninger fra oplandet er undersøgt for en række tilfælde. Til forskel fra nedbørshændelser har de ekstreme afstrømninger typisk en længere varighed og optræder i forbindelse med forårsafstrømning og længerevarende våde perioder som f.eks. sommeren 2007 og 2011.



Figur 3-6 Vandstandsforhold ved ekstreme naturlige afstrømninger.

Vandstanden ved medianmax, beregnes til 22,23 m og 22,46 hhv. 22,74 ved en 10 års og 100 års afstrømning. Beregningerne er udført med moderat grødevækst svarende til en sommersituation. Optræder vandføringerne i vinterhalvåret (hvad de oftest vil gøre) vil vandstanden være lavere.

3.3.4 Betydning af grødeskæring

Der er udført beregning med forskellig ruhed i vandløbet, svarende til en normalsituation (manningtall 15) og en situation med hyppig grødeskæring (manningtall 20). Her er der fundet en forskel i de beregnede vandstande på 9 cm ved en sommermedianmaksimumvandføring.

3.3.5 Betydning af klimaændringer

For at vurdere hvordan forholdene vil ændre sig i fremtiden, er der udført beregninger af de værste hændelser, både med hensyn til nedbør og afstrømning fra oplandet, i en klimafremskrevet situation.

En fremtidig 100 års nedbørshændelse forventes at blive 40 % kraftigere end i dag. Sker dette samtidig med en middelsommerafstrømning vil vandstanden øges med yderligere 19 cm i forhold til påvirkningen fra en 100 års hændelse i dag.

Øges 100 års afstrømningen med 30 % vil den maksimale vandstand øges med 14 cm fra kote 22,74 m til kote 22,88 m.

4 Konklusion

Der er udført beregninger for hændelsen i 2011, samt for flere kombinationer af høj afstrømning og nedbør. Endvidere er betydning af en mere hårdhændet grødeskæring belyst og betydningen af de forventede klimaændringer. Nedenstående tabel opsummerer de undersøgte scenarier. Af tabellen fremgår de modellerede vandstande langs den kritiske strækning i Dalby.

Tabel 4-1 Beregnet maksimal vandstand ved de forskellige scenarier i Freerslev Å st.3740 ud for Tjørnevænget 11, kritisk kote = 22,60.

Vandløb:	Au- gust 2011	Som- mer- middel	Som- merme- dian- maks. (maj- sep)	Sommer- median- maks (maj-sep) Ændret vedlige- hold	Me- dian maks	10 års af- strøm- ning	100 års af- strøm- ning	100 års afstrøm- ning, klima- frem- skrevet
Kloak:								
Ingen nedbør	21,95	21,21	21,60	21,51	22,23	22,46	22,74	22,88
August 2011	22,20							
10 års regn		22,03			22,48			
100 års regn		22,29						
100 års regn, klima- frem- skrevet		22,48						

Generelt ligger de modellerede vandstande under den kritiske kote ved Tjørnevænget, som ud fra terrænmodellen er fastsat til kote 22,60. Dog undtaget for de mest ekstreme naturlige vandløbsafstrømninger.

På grundlag af de udførte beregninger kan der konkluderes følgende:

- › I sommersituationer kan skybrudshændelser medføre betydelig forværrede vandstande i vandløbet, med vandstandsstigninger på op til 1 m ved 100 års hændelser.
- › Sker skybrudshændelserne samtidigt med høj afstrømning i vandløbet er stigningen mere moderat på ca. 20-30 cm. Dette skyldes det bredere profil som vandet kan brede sig ud i.
- › Ændret grødeskæring vil kun have begrænset effekt, af størrelsesordenen 10 cm, på de maksimale afstrømninger.
- › Det er betydelig forskel i vandstanden beregnet for en sommermiddelsituation og en vintermedianmaksimum.

Der er umiddelbart tre muligheder for at begrænse de oversvømmelser der konstateres ved Tjørnevænget. Disse kan kategoriseres som følger:

- › Begrænsning af vandmængden
- › Forøgelse af kapaciteten og
- › Afværgetiltag, der begrænser skaderne

På grundlag af de udførte beregninger, uden at der er udført yderligere analyser af mulige tiltag vurderes det, at løsninger til begrænsning af oversvømmelserne skal søges i:

- › Begrænsning af de uforsinkede regnbetingede udløb til vandløbet fra selve Dalby.
- › Evt. forsinkelse af vand i oplandet opstrøms, herunder evt. muligheder for at tilbageholde vand og skabe oversvømmelser på mindre sårbare arealer.
- › Forbedret nedstrøms afvandingsevne.

I forhold til afværgetiltag af mere teknisk karakter, der vil have en mere målrettet effekt på at begrænse skaderne ved oversvømmelser, kan følgende være relevante:

- › Etablering af terrænhævning/dige langs vandløbet. Dette vil dog kun sikre mod den vandmængde der breder sig ind mod det lavtliggende område og oversvømmer ifm. store afstrømninger. Det skal sikres at diget ikke skaber en barriere ved store regnbetingede afstrømninger. Dette kan f.eks. ske ved samtidig etablering af en pumpestation der kan pumpe regnvandet ud mod et højere vandspejl.

Det kræver yderligere undersøgelser at vurdere hvilke af ovenstående mulige tiltag der vil være mest kost-effektive, samt for at vurdere evt. synergieffekter ift. f.eks. vandplaner.