

Faxe Kommune

Klimatilpasning i Faxe Kommune

PÅVIRKNING OG TILPASNING



April 2009

Faxe Kommune

Klimatilpasning i Faxe Kommune

PÅVIRKNING OG TILPASNING

April 2009

2	Final	30.04.2009	ERI	BJP	BCB
1	Draft	16.02.2009	ERI	BJP	BCB
Udgave	Betegnelse/Revision	Dato	Udført	Kontrol	Godkendt



NIRAS A/S
Tilsluttet F.R.I

Sortemosevej 2
DK-3450 Allerød

Telefon 4810 4200
Fax 4810 4300
E-mail niras@niras.dk

1.	INDLEDNING	1
2.	BAGGRUND.....	2
3.	POTENTIELLE VANDPROBLEMER SOM FØLGE AF KLIMAÆNDRINGER.....	3
3.1	Klimaændring.....	3
3.2	Vandføring i vandløb	5
3.2.1	Effekt af klimaændring.....	5
3.2.2	Vandløb i Faxe Kommune.....	10
3.3	Grundvand.....	11
3.3.1	Effekt af klimaændring.....	11
3.3.2	Grundvand i Faxe Kommune	12
3.4	Regnvand i byer.....	15
3.4.1	Effekt af klimaændring.....	15
3.4.2	Regnvand i byerne i Faxe Kommune	16
3.5	Kyster	17
3.5.1	Effekt af klimaændring.....	17
3.5.2	Kyststrækning i Faxe Kommune generelt	19
4.	FAXE LADEPLADS	21
4.1	Nord for Faxe Ladeplads – Sibirien	22
4.2	Nordlige Faxe Ladeplads	24
4.3	Havneområdet og den centrale del af Faxe Ladeplads.....	26
4.4	Sydlig Faxe Ladeplads	27
4.5	Syd for Faxe Ladeplads – Strandlodshuse	30
4.6	Konklusion	32
5.	REFERENCER.....	34

Bilag

Bilag 1	Oversigtskort og vandløb i Faxe Kommune
Bilag 2	Digital terrænmodel af kysten ved Faxe Ladeplads

1. **INDLEDNING**

Faxe Kommune vil til udarbejdelse af kommuneplanen for 2009 inddrage den nuværende viden om klimaændringernes effekt på mennesker og natur.

Nærværende rapport beskriver på et generelt niveau de effekter af klimaændringer som fremtidig planlægning skal tage hensyn til. Populært sagt skal rapporten ”slå tonen an” for, hvordan planlægningen skal imødegå klimaændringerne.

Specielt for kystområdet ved Faxe Ladeplads vil der på basis af en digital terrænmodel blive gennemført en analyse af de potentielle risikoområder i forbindelse med havvandstandsstigninger forårsaget af klimaændringerne.

2. **BAGGRUND**

De forventede klimaændringer vil give anledning til et højere middelvandstand i havet og ændret nedbørsfordeling med mere nedbør om vinteren, mindre nedbør om sommeren og mere ekstreme nedbørshændelser om sommeren. Den ændrede nedbørsfordeling vil ligeledes give anledning til en øget grundvandsdannelse og større vintervandføring i vandløbene, hvorimod der om sommeren generelt vil være mindre vand i vandløbene.

Klimaændringer kom for alvor på den offentlige dagsorden i 2007 med udgivelsen af IPCC's seneste klimarapport og den megen nedbør og voldsomme nedbørshændelser i 2007.

I forbindelse med udarbejdelsen af Kommuneplan 2009 vil Faxe Kommune inddrage klimagenererede ændringer i vandets påvirkning af mennesker i kommuneplanen. Det vil forbedre beslutningsgrundlaget for arealudpegningen i kommuneplanen i forhold til forventede ændringer i grundvandsstand, havvandstand og maksimalvandstand i vandløb.

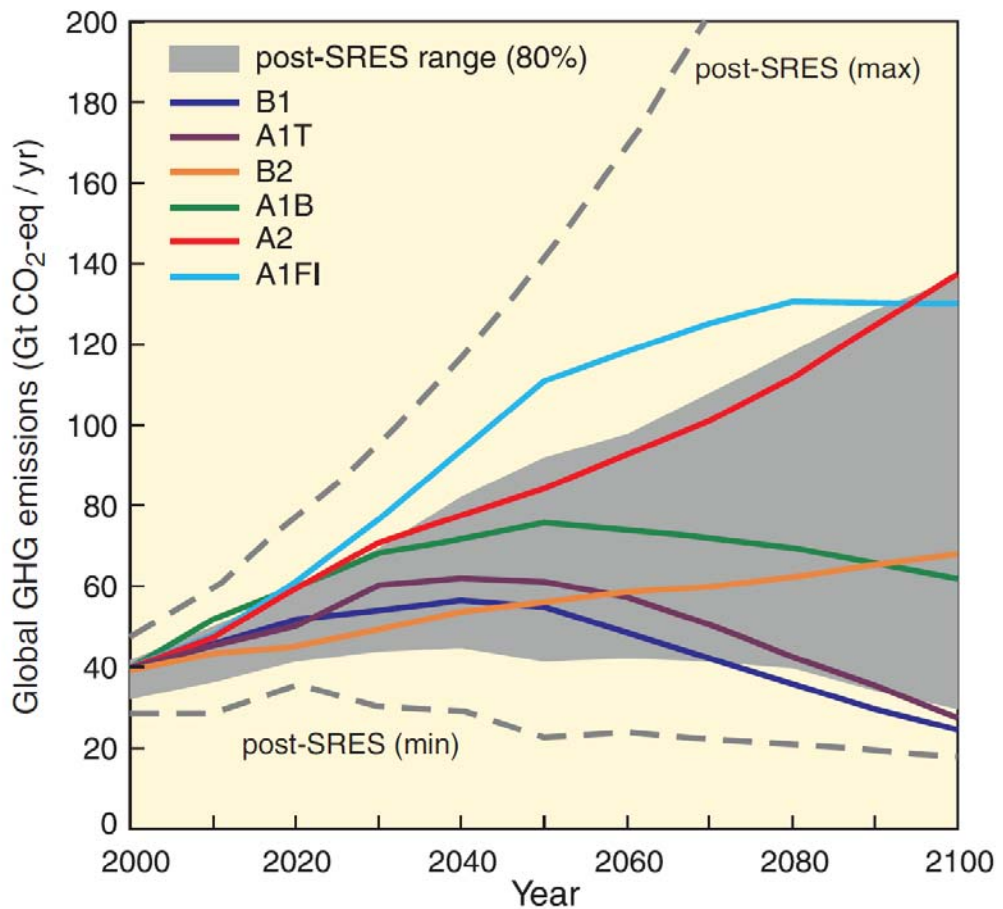
3. POTENTIELLE VANDPROBLEMER SOM FØLGE AF KLIMAÆNDRINGER

3.1 Klimaændring

Klimaændringerne over de kommende ca. 100 år er af FN's klimapanel IPCC estimeret ud fra meteorologiske modeller. Der er opstillet forskellige scenarier for emission af klimagasser frem til år 2100, hvoraf de scenarier, der ofte referes til i Danmark er A2 og B2 scenariet, der er et middelhøjt og lavt scenarium der er beskrevet i Tekstboks 3-1 (Ref. /2/). Estimerede emissioner for udvalgte scenarier er vist i Figur 3-1.

- **A1.** En fremtidig verden i meget hurtig økonomisk vækst. Verdensbefolkningen topper i midten af århundredet, og der sker en hurtig introduktion af nye mere effektive teknologier. A1-familien omfatter tre "underfamilier" hvor der fortrinsvis anvendes fossile brændsler (A1F1), ikke-fossile energikilder (A1T) eller en balanceret blanding af alle former for energikilder (A1B).
- **A2.** En mere heterogen verden med fortsat stigning i verdensbefolkningen og langsommere teknologisk udvikling.
- **B1.** En verden, der i visse henseender minder om A1, men i højere grad satser på service og informationsbaseret økonomi samt bæredygtige teknologier.
- **B2.** En verden der har fortsat befolkningsvækst, men dog mindre end i A2 samt en langsommere og mere forskelligartet teknologisk udvikling end A1 og B1.

Tekstboks 3-1 Generel beskrivelse af udvalgte scenarier for udviklingen af udledningen af klimagasser (Ref. /9/).



Figur 3-1 Global emission af Green House Gasses (GHG) i Gt CO₂ equivalenter. De farvede linjer illustrerer seks af SRES scenarier (Special Report on Emissions Scenarios) og 80 % fraktilen af de seneste publicerede scenarier (post-SRES) (gråt felt). Stiplet linie er henholdsvis de maksimale og minimale værdier af Post-SRES scenarierne. GHG inkluderer emission af CO₂, CH₄, N₂O og F-gasserne (Ref. /8/).

Med udgangspunkt i A2 scenariet vil der i Danmark frem til 2100 være en øgning af vinternedbøren med 43 % og reduktion af sommernedbøren med 15 % (Figur 3-2). Dertil kommer en øgning af de store nedbørshændelser (monsterregn) med 20 %.

Klimamodelberegninger rapporteret af IPCC for scenario A2 angiver globale vandstandsstigninger fra 1990 frem til 2100 på mellem 0,15 og 0,75 m med et centralt skøn på 0,42 m. Hertil kommer vandstandsstigninger foranlediget af ændrede vindforhold (Ref. /1/).

Der har været en væsentlig debat vedrørende IPCC's modelberegninger af midelvandstandsændringerne, der ikke inddrager afsmeltningen fra landbaserede

gletsjere, polerne og Grønland. Finske og Amerikanske universiteter mener således, at havet vil stige fra 0,8-1,5 m henholdsvis 0,8-2 m fra 1990 til 2100 (Ref. /7/).

Ændringerne for B2 scenariet udviser generelt samme trend som for A2 scenariet, blot med mindre procentuelle ændringer (Figur 3-2).

Scenarium	A2		B2		EU2C	
	2006-2035	2071-2100	2006-2035	2071-2100	2006-2035	2071-2100
Land						
Årsmiddeltemperatur	+0,6° C	+3,1° C	+0,7° C	+2,2° C	+0,7° C	+1,4° C
Vintertemperatur	+0,6° C	+3,1° C	+0,7° C	+2,1° C	+1,0° C	+2,0° C
Sommertemperatur	+0,5° C	+2,8° C	+0,6° C	+2,0° C	+0,7° C	+1,3° C
Årsnedbør	+2 %	+9 %	+2 %	+8 %	0 %	0 %
Vinternedbør	+8 %	+43 %	+6 %	+18 %	0 %	+1 %
Sommernedbør	-3 %	-15 %	-2 %	-7 %	-2 %	-3 %
Maximum døgnnedbør	+4 %	+21 %	+5 %	+20 %	+11 %	+22 %
Hav						
Middelvind	+1 %	+4 %	+1 %	+2 %	+1 %	+1 %
Max. vandstand ved Vestkysten		+0,45-1,05 m				
Såvel hav som land						
Max. stormstyrke	+2 %	+10 %	0 %	+1 %	+1 %	+1 %

Tabel 1 Beregnet dansk klimaændring udtrykt som ændring i forhold til perioden 1961-90 for de tre klimascenarier.¹ (Kilde:DMI)

¹ Usikkerheden på temperaturberegningerne er 1,5° C for A2- og B2-scenarierne og 0,7° C for EU2C. Det betyder, at temperaturstigningerne i de tre scenarier med 90 % sandsynlighed vil ligge mellem 0,7° C og 4,6° C i 2071-2100

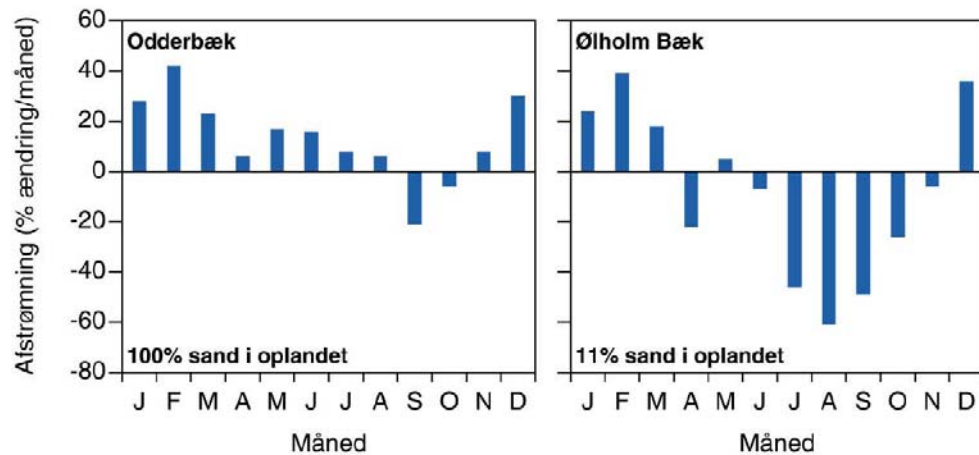
Figur 3-2 Estimerede klimaændringer Ref. /2/.

3.2 Vandføring i vandløb

3.2.1 Effekt af klimaændring

Afhængig af de geologiske forhold i oplandet til vandløbene, vil det ændrede nedbørsmønster resultere i et ændret afstrømningsmønster i vandløbene. Generelt vil sandede oplande som i Vestjylland opleve en generel stigning af vandfø-

ringen over hele året på nær i sensommeren, hvorimod de mere lerede oplande som i hovedparten af Sjælland vil opleve et fald i vandføringen om sommeren og en væsentlig stigning om vinteren (Figur 3-3)

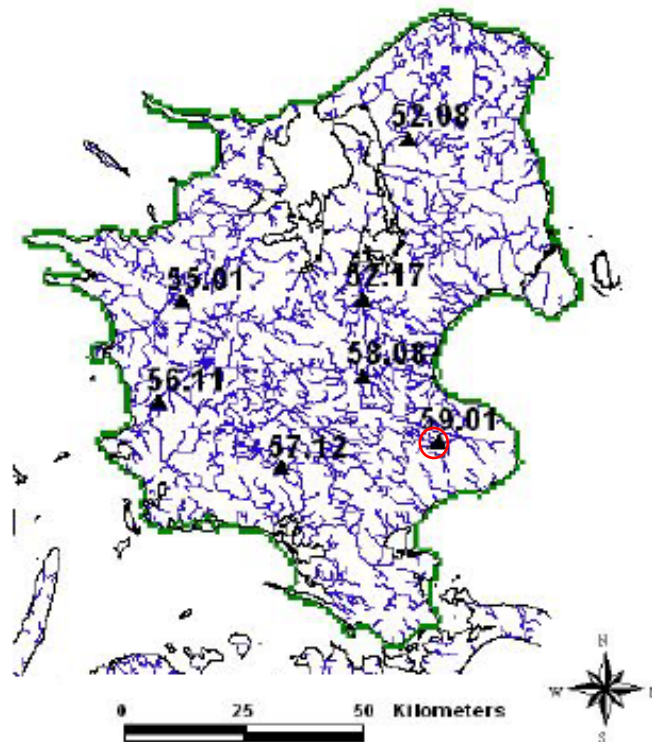


Figur 3-3 Den procentvise ændring i afstrømning pr. måned for Oddebæk og Ølholm Bæk (Ref. /10/).

GEUS har gennemført en hydrologisk modellering ved anvendelse af Danmarksmodellen for Sjælland med sammenligning af "nuværende" forhold med ændret klimatiske forhold jævnfør A2 og B2 scenariet (Ref. /3/). Ved anvendelse af modellen er det for udvalgte hydrometriske målestationer (Figur 3-4) beregnet ændringer i karakteristiske vandføringer i vandløbene.

Af de udvalgte målestationer er station 59.01 Tryggevælde Å beliggende lige på grænsen til Faxe Kommune og kan anvendes som et rimeligt estimat for ændringerne af vandføringen i Faxe Kommunes vandløb.

Station	Vandløb	Opland (km ²)	Middel afstrømning (l/s/km ²)	Med. min. (l/s/km ²)
57.12	Suså	763	7,4	0,6
55.01	Åmosen	293	6,3	0,7
56.11	Tude Å	261	7,6	0,7
59.01	Tryggevælde Å	129	6,8	0,4
52.08	Havelse Å	102	4,7	0,6
52.17	Lavringe Å	64	8,2	0,3
58.08	Slimmenge Å	56	6,1	0,0



Figur 3-4 Udvalgte hydrometriske målestation på Sjælland (Ref. /3/). Med. min. (median minimumsvandføring) er laveste vandføring, der statistisk forekommer, hvert andet år.

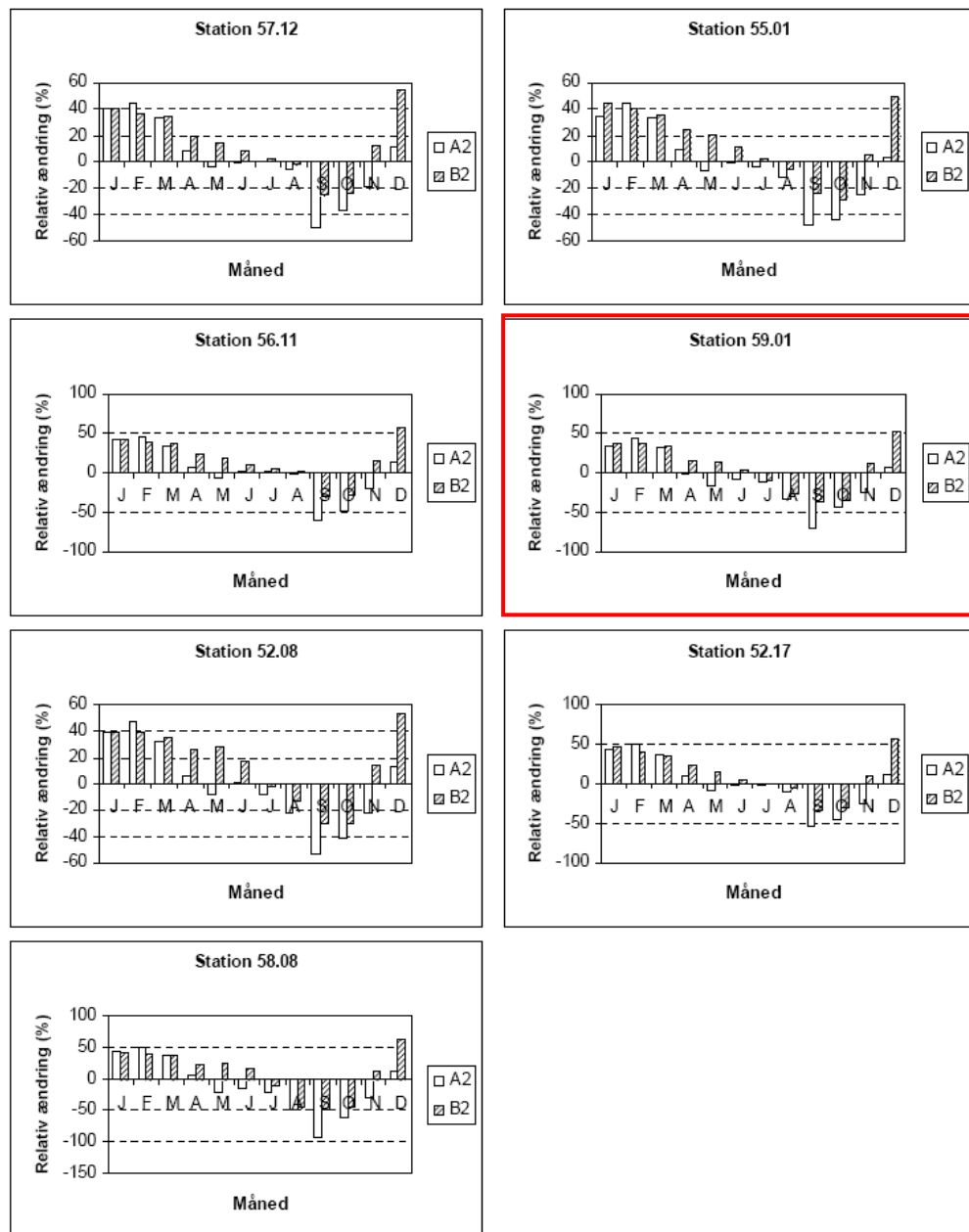
Resultatet af beregningerne viser, at middelvandføringen vil øges med typisk 12 % for A2 scenariet og 26 % for B2 scenariet (Tabel 3-1) med en øgning på 30-50 % om vinteren og en reduktion på 30-70 % om sommeren (Figur 3-5). Dvs. større arealer langs vandløbet vil blive oversvømmet eller være vandlidende om vinteren og mindre arealer vil være vandlidende om sommeren.

Disse beregninger tager ikke hensyn til, at der jævnfør IPCC vil ske en øgning af de intensive nedbørshændelser med ca. 20 %. Disse kraftige nedbørshændelser vil kunne give kortvarige oversvømmelser langs vandløbene. Det må formodes

at den reducerede vandføring i vandløbene om sommeren vil resultere i at flere vandløb vil udtørre. Det vil således ikke være muligt at opnå god økologisk tilstand jævnfør lov om miljømål med mindre målsætningen for disse vandløb ændres.

	Vandføringsstation [m ³ /s]						
Scenarium	57.12	55.01	56.11	59.01	52.08	52.17	58.08
Nu	6.11	2.08	1.82	0.93	0.57	0.44	0.38
A2	7.09	2.41	2.15	1.04	0.65	0.52	0.45
B2	7.78	2.71	2.38	1.17	0.73	0.57	0.51
Procentuel ændring							
A2	16%	16%	18%	12%	14%	18%	18%
B2	27%	30%	31%	26%	28%	30%	34%

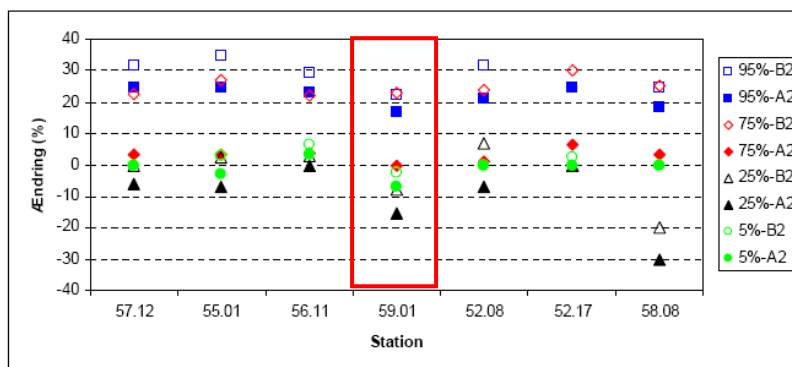
Tabel 3-1 Beregnede middelfløjninger (m³/s) for udvalgte vandføringsstationer uden vandindvinding (Ref. /3/).



Figur 3-5 Månedlig ændring af vandføringen (Ref. /3/).

For ekstremvandføringerne er det typisk 10 og 20 års hændelser (90 % og 95 % fraktilen), der med hensyn til oversvømmelse, er af interesse. Her viser beregningerne at 20 års hændelsen øges med lidt mere end 20 % i A2 scenariet og lidt mindre end 20 % i B2 scenariet (Figur 3-6, Ref. /3/).

Station	Fraktil-værdi			
	5%	25%	75%	95%
57.12	1,5	1,7	8,4	20,1
55.01	0,34	0,44	2,95	7,2
56.11	0,30	0,36	2,7	6,5
59.01	0,085	0,13	1,3	3,6
52.08	0,11	0,14	0,79	1,9
52.17	0,079	0,09	0,63	1,6
58.08	0,005	0,01	0,59	1,6



Figur 3-6 Øverst: er det beregnede fraktilværdier (m³/s) for nutids-scenariet for vandføringsstationer på Sjælland (ingen grundvandsindvinding).

Nederst: Relativ ændring i fraktil-værdier for vandføringsstationer på Sjælland (Ref. /3/).

3.2.2 Vandløb i Faxe Kommune

Faxe Kommune er karakteriseret ved et højdedrag syd for Haslev, hvorfra hovedparten vandløbssystemerne strømmer ud fra. Det er vandløbssystemet Suså der strømmer mod syd og vest, Tryggevælde å der strømmer mod nord og nord-vest, og mod vest er det mindre vandløbssystemer som Orup Bæk, Lille Å, Faxe Å, Vivede Mølleå og Kilde Å (bilag 1).

Byområder der er beliggende i umiddelbar nærhed af et større vandløb, hvor der kan være risiko for problemer i forbindelse med klimaændringerne er primært den nordlige del af Haslev, Dalby, Karise, Faxe og Faxe Ladeplads. For disse byområder vil det være af væsentlig betydning, at byudviklingen ikke sker i umiddelbar nærhed af vandløbene. Det anbefales at udarbejde såkaldte klimahåndteringsområder, der definerer de arealer, der i fremtiden vil blive påvirket af vand og som ikke er egnet for ny bebyggelse. De steder, hvor klimahåndteringsområderne lapper over med eksisterende bebyggelse skal der enten ske byomdannelse integreret med håndtering af vand, eller der kan forekomme eksisterende bebyggelse, der vil blive påvirket af øget vand og som på lang sigt bør opgives. Hedensted Kommune (Plan 09 projekt) definerer klimahåndteringsområderne med udgangspunkt i oversvømmelsesrisikoen ved et A1 scenarium, hvortil der er lagt en meter. Oversvømmelsesrisikoen er beregnet ved anvendelse af en model for vandløbene.

Det kan ligeledes være hensigtsmæssigt at friholde de ånære arealer for byudvikling, så det i fremtiden vil være muligt at ændre vandløbsvedligeholdelsen til en mere ekstensiv vedligeholdelse, så der oftere kommer oversvømmelse af de ånære arealer. Dette vil bidrage til at opnå god økologisk tilstand i vandløb, søer og kystområder jævnt før lov om miljømål.

Således peger finansministeriets rapport "Fagligt udredningsarbejde om Virkemidler i forhold til implementering af Vandrammedirektivet", som er udkommet i juni 2007 (Ref. /6/) på, at en forbedring af de fysiske forhold gennem ophør med vandløbsvedligeholdelse vil være et nødvendigt virkemiddel til at sikre målopfyldelse. Dette vil påvirke afvandingen af de nærliggende arealer, da vandstanden i vandløbet vil stige, og arealerne langs vandløbet vil på sigt være oversvømmede i visse perioder. Tiltaget vil medføre forbedrede fysiske forhold i en form, som bidrager væsentligt til at opnå god økologisk tilstand i vandløbene.

Udover ophør eller væsentlig reduktion af vandløbsvedligeholdelsen vurderes det, at der yderligere med henblik på at sikre målopfyldelse vil være behov for en egentlig restaurering i mange af vandløbene, hvor der genskabes mere varierede fysiske forhold ved udlægning af sten og grus eller udgravning af nye slyngede vandløbsprofiler og hævnning af vandløbsbunden i dybt nedgravede vandløb. En sådan restaurering vil yderligere lede til en vandstandsstigning i vandløbene.

Begge tiltag vil således påvirke beboelse tæt på vandløbene og landbrugsdriften på de ånære lavbundsarealer. Her peger Finansministeriets rapport på, at den nødvendige ekstensivering af landbrugsdriften i ådale og lavbundsområder langs vandløb har væsentlige synergieffekter, idet udledningen af kvælstof og fosfor reduceres både ved en reduceret udvaskning og ved tilbageholdelse af næringsstoffer, når næringsrigt åvand periodisk oversvømmer arealerne. Det vil medvirke til at sikre målopfyldelsen i søer og havområder. Samlet vurderes ekstensivering af landbrugsarealer langs vandløb derfor at være et relativt billigt virkemiddel, der samtidig kan bidrage til at forbedre miljøtilstanden i alle tre typer vandområder – vandløb, søer og havområder.

3.3 Grundvand

3.3.1 Effekt af klimaændring

Der vil som hovedregel være en øget grundvandsdannelse, fordi den årlige nettonedbør stiger. For de lerede jorde vil det forøge den terrænnære afstrømning mod vandløbet og kun en mindre del af den øgede grundvandsdannelse vil give anledning til at grundvandsstanden hæves. For de sandede jorde vil den øgede grundvandsdannelse forplante sig ned til det dybere liggende grundvandsmagasin og dermed give en øgning af grundvandsstanden.

Betragtes resultatet af GEUS beregninger for Sjælland (Ref. /3/), er der et meget varieret billede af ændringen af grundvandsstanden. Der er områder hvor grundvandsstanden stiger og områder, hvor den falder (Figur 3-7 og Figur 3-8).

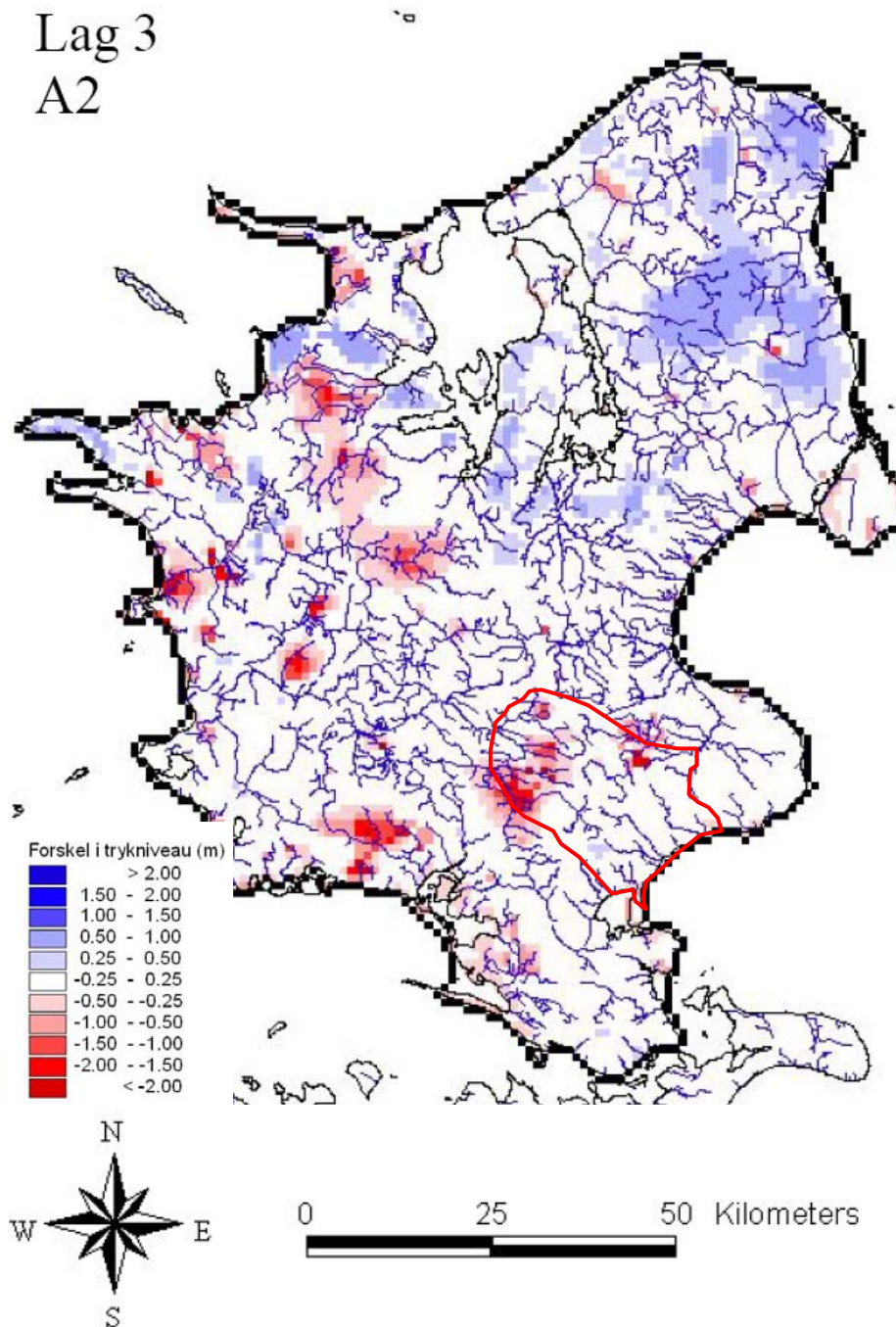
I følge forfatteren til rapporten Torben Sonnenborg fra GEUS er den primære grund til de lokale variationer i responsen på klimaændringer mægtigheden af lerlaget over grundvandsmagasinet.

3.3.2 *Grundvand i Faxe Kommune*

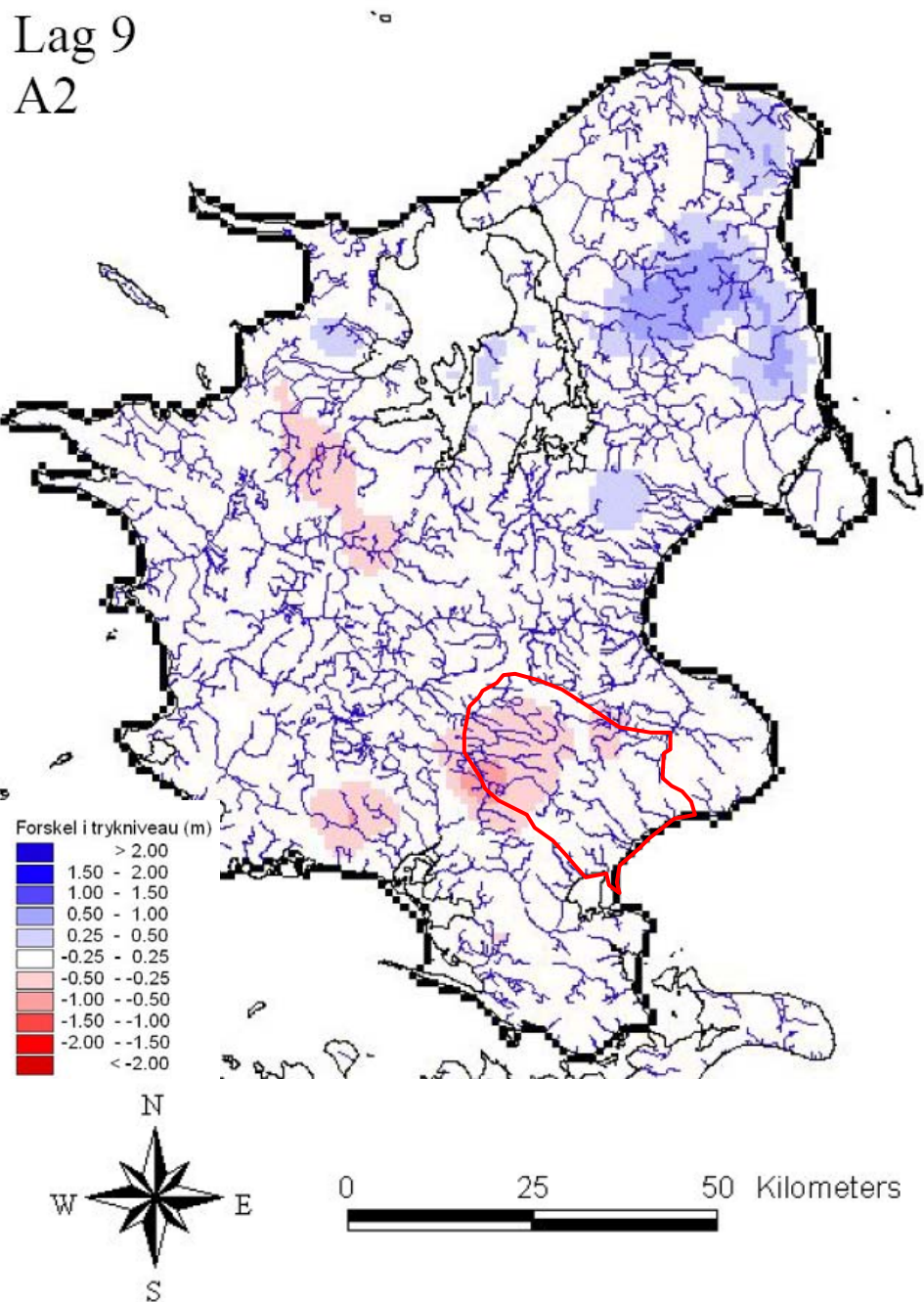
I Faxe Kommune vil der generelt være et fald i grundvandsstanden. Der er beregnet et fald i grundvandsstanden på op til 2 m i det terrænnære grundvandsmagasin (sekundære magasin) i den vestlige og nord-vestlige del af kommunen (Figur 3-7). I de samme områder vil det dybere liggende grundvandsmagasin (primære magasin) falde med op til 1 m (Figur 3-8). Ændringerne skyldes i følge GEUS (Ref. /3/) et fald i nettonedbør (nedbør minus fordampning) i netop denne del af Sjælland (Figur 3-9). Ændringerne i grundvandsstanden vurderes umiddelbart ikke at have væsentlig konsekvens for arealplanlægningen, men kan muligvis have en mindre konsekvens for drikkevandsindvindingen.

De af GEUS beregnede ændringer repræsenterer den overordnede ændring i grundvandsstanden. Derudover vil der med en øget vinternedbør være områder i kommunen, der i fremtiden vil have øget risiko for at være vandlidende. Risiko-områderne vil typisk være der, hvor jorden er meget leret og grundvandsstanden er tæt på terræn.

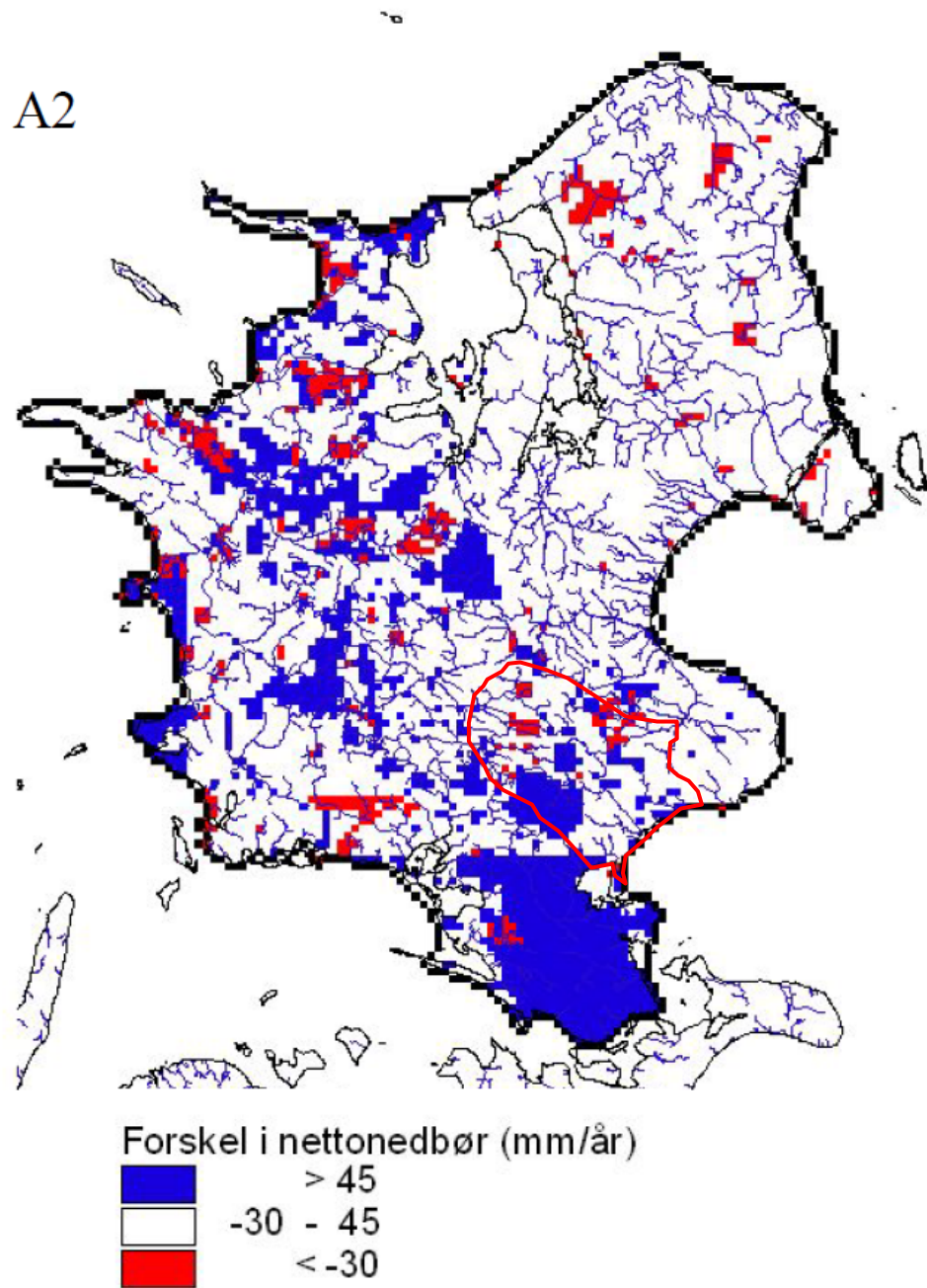
For landområderne kan det betyde, at der er områder, der vil kræve en udbygning af dræningen for at sikre at jorden kan holdes i omdrift. Alternativt kan jorden tages ud af omdrift og vil således henlægges som vinter våde områder med et stort naturmæssigt potentiale. For byområder placeret i fremtidigt vandlidende områder vil det kunne betyde, at der skal etableres omfangsdræn ved husene og ændret terrænavfanging for de bymæssige lavninger. Det kan endvidere betyde, at nedsivning med f.eks. faskiner er en u hensigtsmæssig metode til afledning af regnvand.



Figur 3-7 Forskel i middeltrykniveau mellem A2- og nutidssceneriet (A2-Nu) for lag 3 – det sekundære (terrænnære) grundvandsmagasin i Sjællandsmodellen (ingen grundvandsindvinding).



Figur 3-8 Forskel i middeltrykniveau mellem A2- og nutidsscenariet (A2-Nu) for lag 9 – det primære (dybe) grundvandsmagasin - i Sjællandsmodellen (ingen grundvandsindvindning).



Figur 3-9 Forskel mellem nutidsscenariets og fremtidsscenariets middelnedbør på Sjælland (Ref. /3/).

3.4 Regnvand i byer

3.4.1 Effekt af klimaændring

De dimensionsgivende nedbørshændelser vil stige med 30 % frem mod 2100, hvilket betyder, at de områder, der i dag oplever oversvømmelsesproblemer, vil

opleve øget hyppighed af oversvømmelser og der vil fremkomme nye områder med oversvømmelsesproblemer.

3.4.2 *Regnvand i byerne i Faxe Kommune*

For at leve op til det juridiske ansvar, som kommunen har over for borgerne, skal kommunen følge den ny fælles danske praksis for hvorledes afløbssystemer skal fungere, der er formuleret i Skrift 27 (Ref. /4/) og forklaret neden for:

Den nye fælles praksis er bygget op omkring følgende 3 elementer:

- Formulering af funktionskrav
- Anbefaling af beregninger som benyttes ved nydimensionering og analyse af systemer.
- Brug af sikkerhedstillæg på såvel beregninger som på fremtidsscenerier, herunder konsekvenser af klimaforandringer og byfortætning.

Kravene er formuleret ud fra en veldefineret kote og en gentagelsesperiode for opstuvning til dette niveau. Minimumskravene er præsenteret i nedenstående (Tabel 3-2).

Arealanvendelse	Minimums funktionskrav. Gentagelsesperiode (år) for opstuvning til kritisk kote. Terræn
Fælleskloakerede bolig- og erhvervsområder	10. år
Separatkloakerede bolig- og erhvervsområder	5. år

Tabel 3-2 Minimumsfunktionskrav angivet som tilladelig gentagelsesperiode, samt anbefalet værdi for fuld udnyttelse af rørkapacitet ved dimensionering med beregningsniveau 1. Beregningsniveau 1 er defineret som den rationelle metode. En dimensioneringsmetode der anvendes for mindre afløbssystemer.

Denne praksis er indarbejdet i den gældende spildevandsplan, idet der ved udskiftning af ledninger anvendes skrift 27 (Ref. /12/).

Det er hensigtsmæssigt at der for eksisterende anlæg vedtages en funktionsstandard. Herefter skal anlæggets faktiske kapacitet vurderes mod den vedtagne standard. Ved fastlæggelse af standarden må der tages højde for den forøgede belastning på grund af klimaændring og mulighederne for fortættelse. Fortættel-

se udtrykker en bymæssig udvikling, hvor der kommer en større andel af be-fæstigelse.

Som udgangspunkt vurderes det, at det er urealistisk at udskifte alle kloakker med rør i større dimensioner for at imødegå klimaændringerne. Det må derfor vurderes, hvorledes belastningen på afløbssystemet under ekstremregn kan re-duceres. Der er forskellige tiltag, som kan bruges:

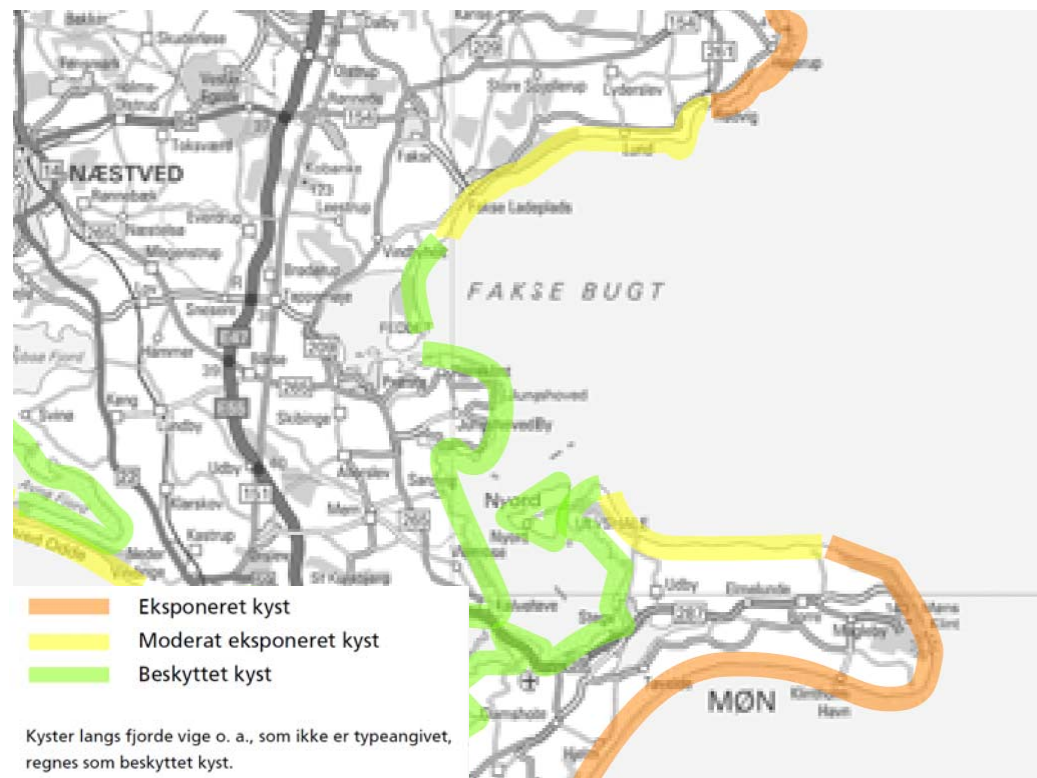
- Lokal forøgelse af ledningskapaciteten eller sparebassiner
- Påbud af nedsivning, også i eksisterende byområder, hvor jordbunden er egnet og der er minimum 3-5 m til grundvandstanden. Det skal dog be-mærkes at der med den gældende lovgivning ikke er muligt at gennemfø-re dette med det påbud.
- Afskæring af en del af belastningen.
- Helt eller delvis separere delområder der er fælleskloakerede. Derved vil belastningen af det eksisterende system blive reduceret hvorved der er ”plads” til den forøgede belastning på grund af klimaændringerne.
- Tilbageholdelse af vand på arealer, f.eks. marker, sportspladser, viaduk-ter, hvor det ikke medfører væsentlige skader, at vandet står nogle timer.

3.5 **Kyster**

3.5.1 *Effekt af klimaændring*

Kyststrækningen fra Rødvig til syd for Faxe Ladeplads er i følge Kystinspekto-ratet moderat eksponeret (Figur 3-10) og vil frem til 2050 kunne opleve en til-bagerykning grundet klimaændringer på 2-3 m og frem til 2100 en tilbageryk-ning på ca. 9 m i forhold til i kyststrækningen i 2005 (Ref. /1/).

Den sydlige del af Faxe Kommunes kyststrækning er jævnfør Kystinspektoratet moderat beskyttet kyst (Figur 3-10) og vil frem til 2050 kunne opleve en tilbage-rykning grundet klimaændringer på 1-2 m og frem til 2100 en tilbagerykning på ca. 5 m i forhold til i kyststrækningen i 2005 (Ref. /1/).



Figur 3-10 Klimaændringers effekt på kysten (Ref. /1/).

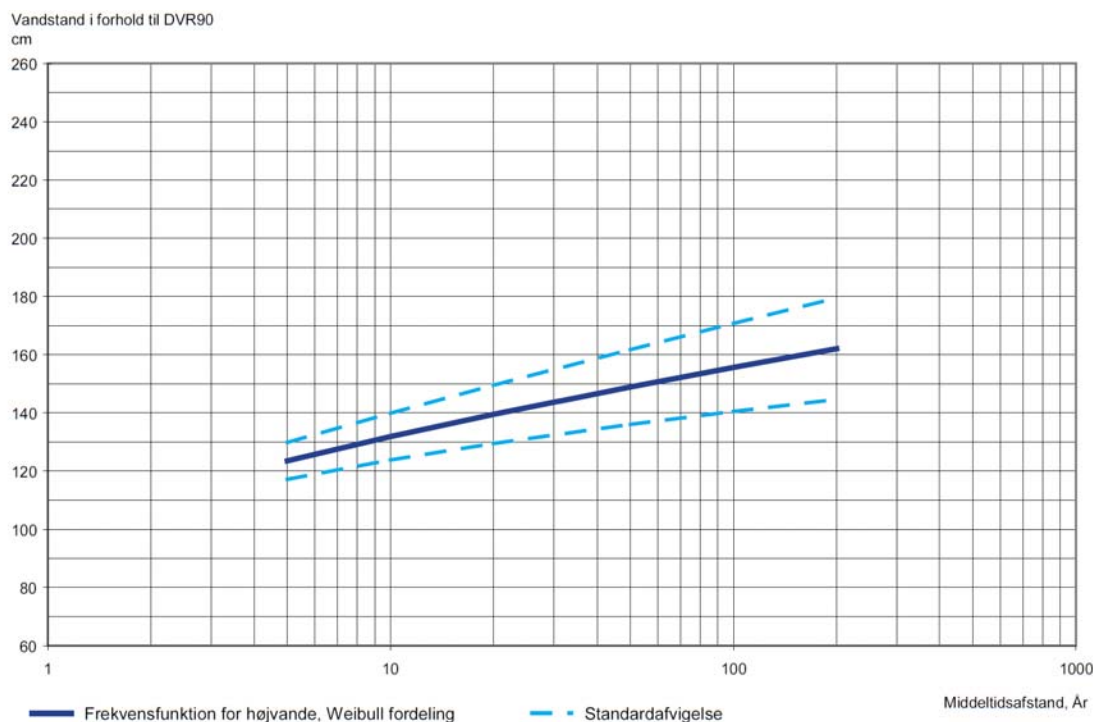
Konsekvenserne af tilbagerykningerne vil for samme grad af kystbeskyttelse og dige sikkerhed betyde at:

- Høfder skal forlænges
- Bølgebrydere, kystværn og diger skal forhøjes

i takt med vandstandsstigningen/kysttilbagerykningen.

På visse kyststrækninger vil strandbredden blive væsentligt reduceret eller helt forsvinde.

Jævnfør højvandsstatistikken er den nuværende 100 års hændelse for ekstremvandstande ca. 1,5 m ved Rødvig (Figur 3-11, Ref. /5/), hvilket med en middelvandstandsændring jævnfør IPCC på ca. 0,4 m giver en fremtidig ekstremvandstand på ca. 1,9 m. Anvendes den seneste forskning vedr. havvandspejlsstigninger som følge af klimaændringer vil der være en middelvandstandsstigning på ca. 1,5 m hvilket giver en fremtidig ekstremvandstand på ca. 3 m i 2100 (Ref. /7/).



Figur 3-11 Højvandsstatistik Rødvig (Ref. /5/).

3.5.2 Kyststrækning i Faxe Kommune generelt

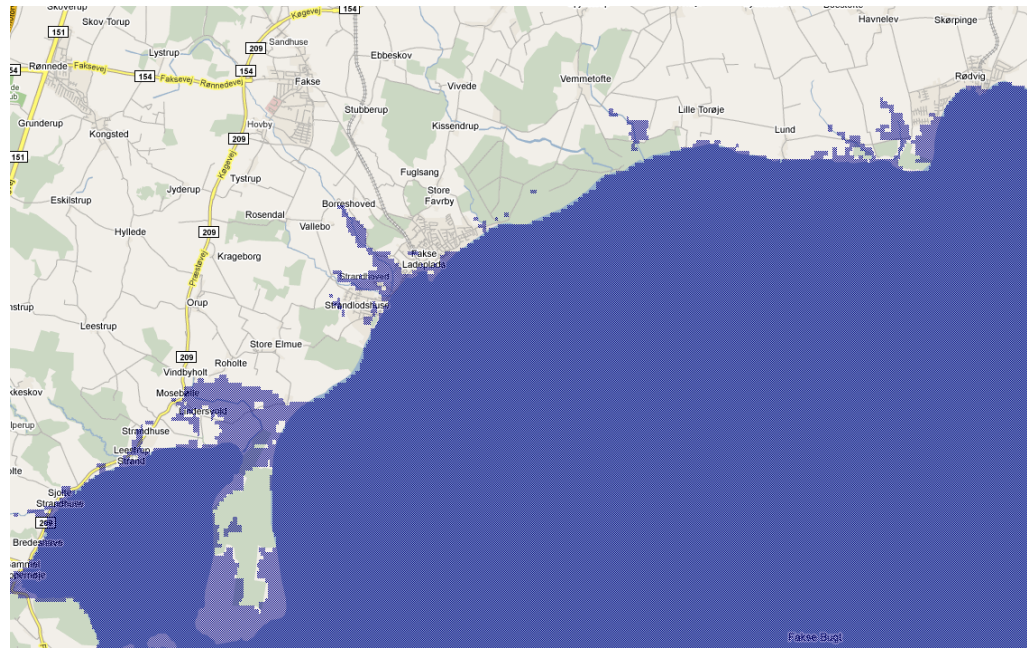
Kyststrækningen i Faxe Kommune fra nord mod syd starter med landbrugsarealer efterfulgt af skoven Strandskov. Disse områder er forholdsvis højtliggende (Figur 3-12), hvor en ændret middelvandstand primært vil betyde en tilbagerykning af kysten og dermed ”tab” af landarealer uden risiko for beboelsesområder.

Herefter følger Faxeladeplads, hvor det primært er den sydlige del af byen, der er i risiko for oversvømmelse ved øget havvandsstand, hvilket beskrives i kapitel 4.

Syd for Faxeladeplads er et område ned mod Feddet, hvor kysten er karakteriseret ved landbrugsarealer og skov der er forholdsvis højtliggende (Figur 3-12), hvor en ændret middelvandstand primært vil betyde en tilbagerykning af kysten og dermed ”tab” af landarealer uden risiko for beboelsesområder.

Den sydligste kyststrækning i Faxe Kommune er Feddet, der generelt er lavt liggende og ved en vandstand på 3 m vil området ved Feddet Camping og langs Orup Bæk til Præstøvej samt den sydlige del af Feddet blive oversvømmet. De naturmæssige forhold på Feddet vil ændre sig som følge af havvandsstandsstig-

ningen, og det er væsentligt i naturplanlægningen, at indarbejde den gradvise tilbagerykning af kyststrækningen. For campingområdet vurderes det, at dette forholdsvis fleksible område vil tilpasse sig til det fremtidige havvandsstands niveau. Med hensyn til de mindre bebyggelser over mod Præstøvej anbefales det at gennemføre en risikoanalyse, der vil klarlægge, om det vil være nødvendigt at etablere en beskyttelse af disse beboelsesområder.



Figur 3-12 Oversvømmede områder ved vandstand på 3 m (Ref. /11/).

4. FAXE LADEPLADS

Nærværende kapitel analyserer mere detaljeret effekterne af havvandsstandsstigningerne ved Faxe Ladeplads. Til analysen anvendes en digital terrænmodel for området baseret på laserscanning udført fra fly og leveret af firmaet BlomInfo. Terrænkoterne er kontureret til flader der har terrænkoter fra 0 til 4 m med spring på 0,5 m og præsenteret i bilag 2. En beskrivelse af koteintervallerne er præsenteret i Tabel 4-1 og tilhørende farver anvendt i bilag 2 og efterfølgende figurer er præsenteret i Figur 4-1.

Terrænkote m DVR90	Beskrivelse
0 – 0,5	IPCC's estimat for ændring i middelvandstanden er ca. 0,4 m.
1 - 1,5	Jævnfør højvandsstatistikken for Rødvig vil der én gang hvert 100. år være en vandstand på ca. 1,5 m. Den seneste klimaforskning viser at IPCC's estimat for ændring i middelvandstanden er for lille. Det er sandsynligt at middelvandstanden stiger med 1-1,5 m.
1,5 – 2	Anvendes IPCC's estimat for ændring i middelvandstande på ca. 0,4 m og højvandsstatistikken for Rødvig betyder det, at i år 2100 vil vandstanden én gang hvert 100. år være ca. 2 m.
2,5 – 3,0	Anvendes den seneste klimaforskning's estimat for ændring i middelvandstande på ca. 1,5 m og højvandsstatistikken for Rødvig betyder det, at i år 2100 vil vandstanden én gang hvert 100. år være ca. 3 m.

Tabel 4-1 Beskrivelse af koteintervaller.



Figur 4-1 Konturering af terrænkoter ved Faxe Ladeplads.

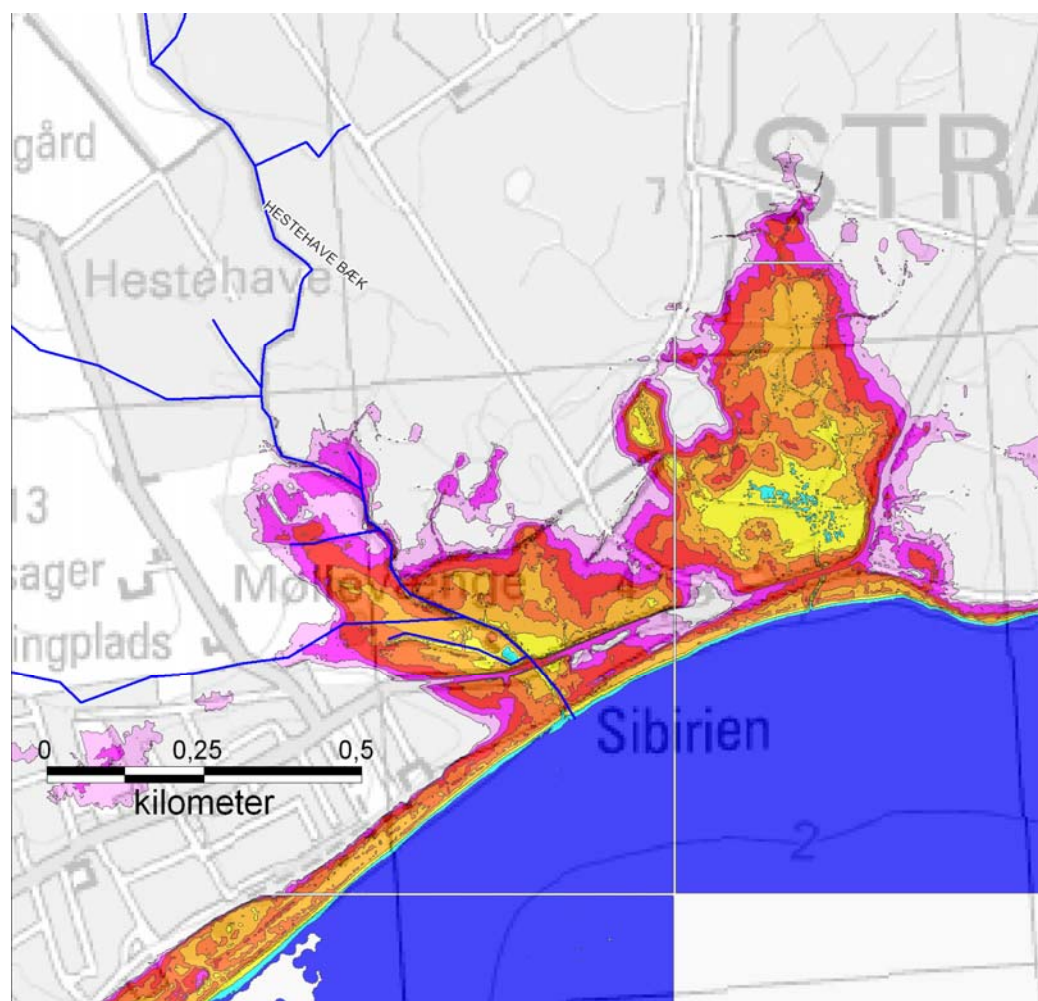
4.1 Nord for Faxe Ladeplads – Sibirien

Dette område er den sydlige del af skoven Strandskoven og den nordlige del af Faxe Ladeplads, hvor vandløbet Hestehave Bæk munder ud i Faxe Bugt (Figur 4-2).

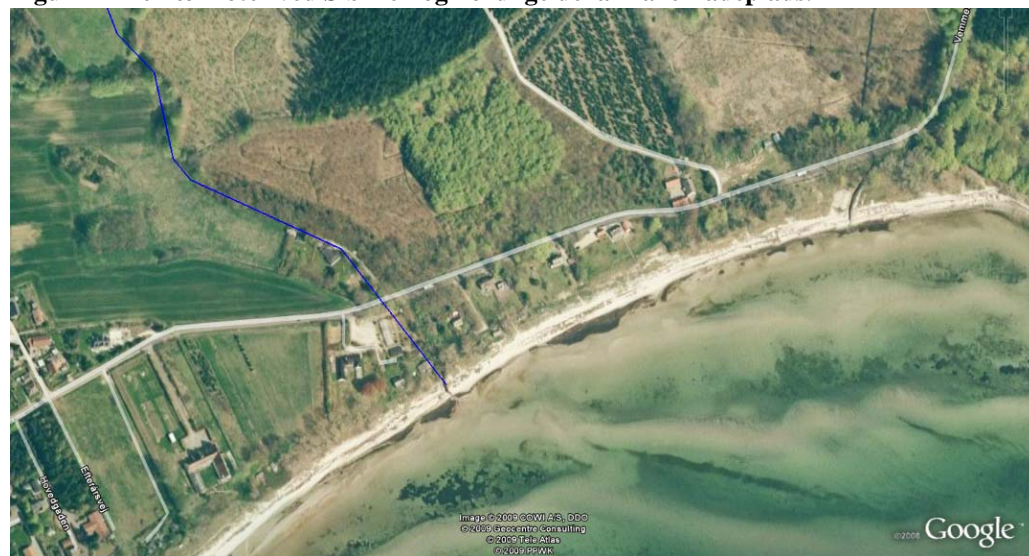
Hvis middelvandstanden stiger 0,4 m som IPCC estimere vil det ikke have en væsentlig betydning for området, men hvis den stiger 1,5 m vil der dannes en sø i Strandskoven og langs med Hestehave Bæk (gule områder). Dertil kommer at arealerne omkring disse nye søer vil blive væsentligt mere våde og ikke egnet til bebyggelse. Vemmetoftevej langs med kysten er beliggende så højt, at den ej heller ved en middelvandstandsændring på 1,5 m vil være i risiko.

Ved ekstreme vandstande vil der i dag én gang hvert 100. år være oversvømmelser langs Hestehave Bæk (gult område i Figur 4-2). Ved en middelvandstandshævning til IPCC niveauet vil udbredelsen af denne oversvømmelse væsentligt øges. Det vurderes umiddelbart, at de ekstreme vandstande ikke vil forplante sig ind i det gule område i Strandskoven, eftersom vejen vil virke som en dæmning for disse kortvarige høje vandstande.

Bebyggelsen i området er primært enkelte huse placeret syd for Vemmetoftevej. Disse huse vil i fremtiden ikke kunne modstå en 100 års højvandshændelse, hvorfor det frarådes at udbygge området.



Figur 4-2 Terrænkoter ved Sibirien og nordlige del af Faxe Ladeplads.



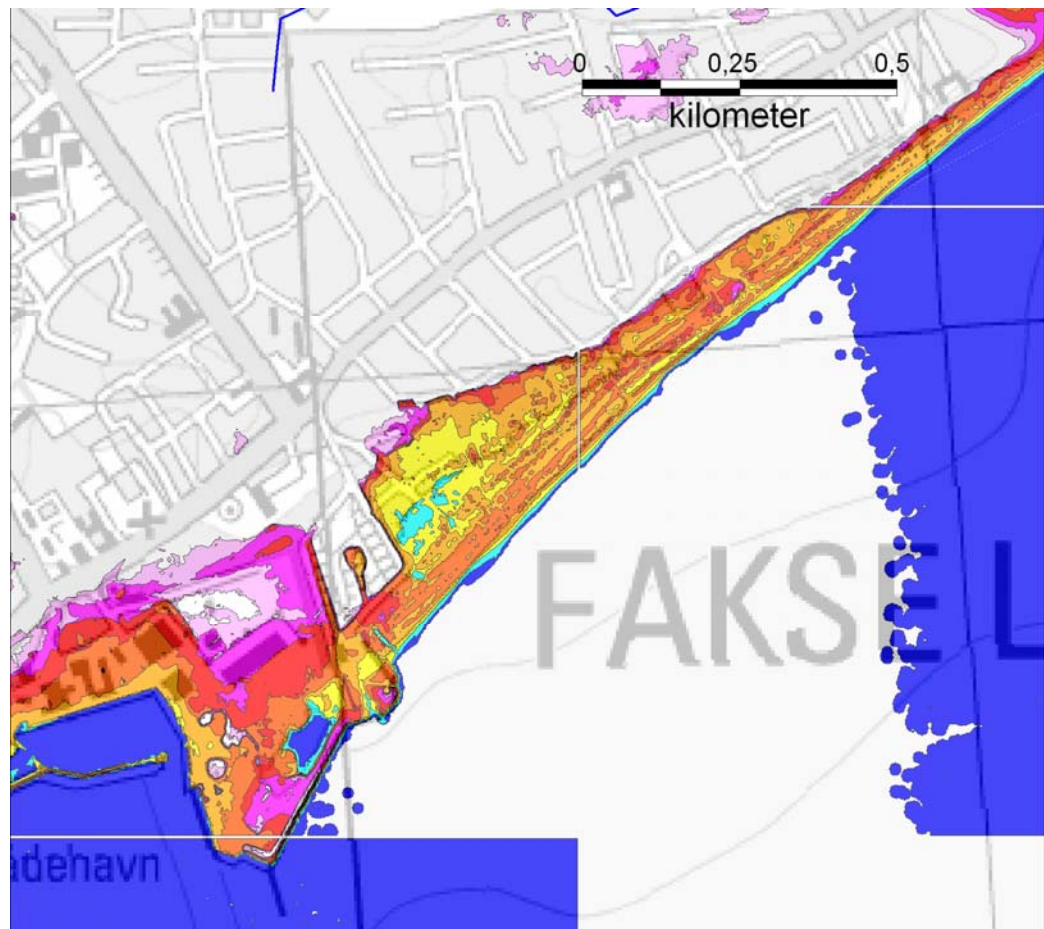
Figur 4-3 Kortudsnit fra Google Earth med Vemmetoftevej og udløbet af Hestehave Bæk.

4.2 **Nordlige Faxe Ladeplads**

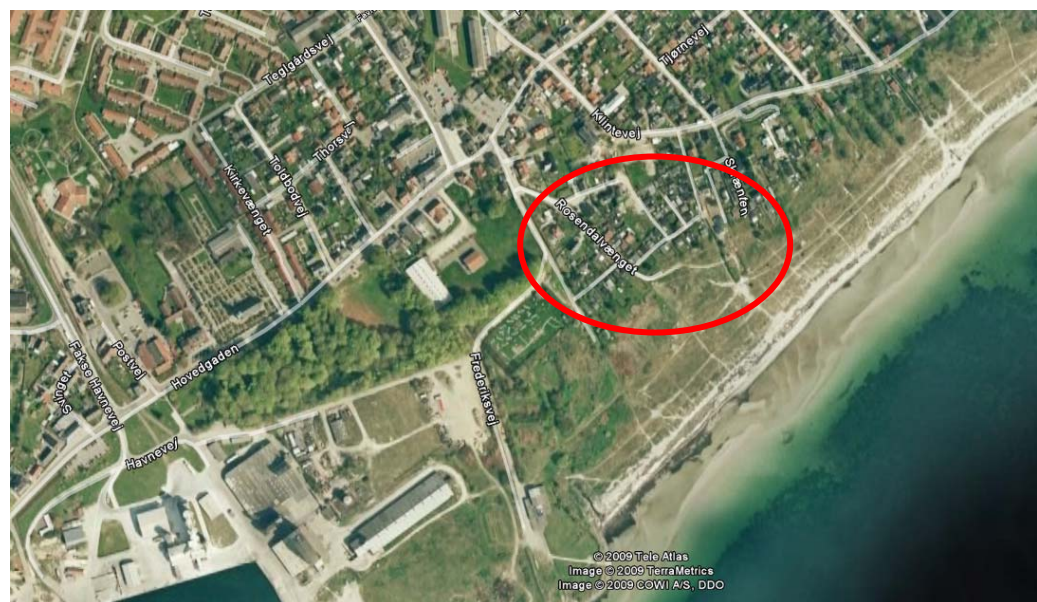
Dette område er den nordlige del af Faxe Ladeplads fra havneområdet til den nordlige del af byen. Området er karakteriseret ved forholdsvis stejle skrænter ned mod kysten. Disse skrænter trækker sig gradvis ind i landet, hvorved det ved havnen er ca. 250 m fra skrænten til havet.

Hvis middelvandstanden stiger 0,4 m som IPCC estimere vil det ikke have væsentlig betydning for området, men hvis den stiger 1,5 m vil centrale dele af Faxe Ladeplads neden for kystskrænten være permanent oversvømmet (gult område i Figur 4-4). Det vil sige, at områderne ved Rosendalsvænget og de mest kyst nære bebyggelser af vejen Skrænten vil være under permanent vand (markeret med rød cirkel i Figur 4-5).

Ved ekstreme vandstande vil der i dag én gang hvert 100. år være oversvømmelse af områderne ved Rosendalsvænget og de mest kystnære bebyggelser af vejen Skrænten (gult område i Figur 4-4). Ved en 100 års højvandshændelse i fremtiden vil det igen være området ved Rosendalsvænget, der vil være risikoområdet. De beboede områderne længere mod nord er generelt højere beliggende og vil ikke være i risiko for oversvømmelse.



Figur 4-4 Nordlige Faxe Ladeplads.



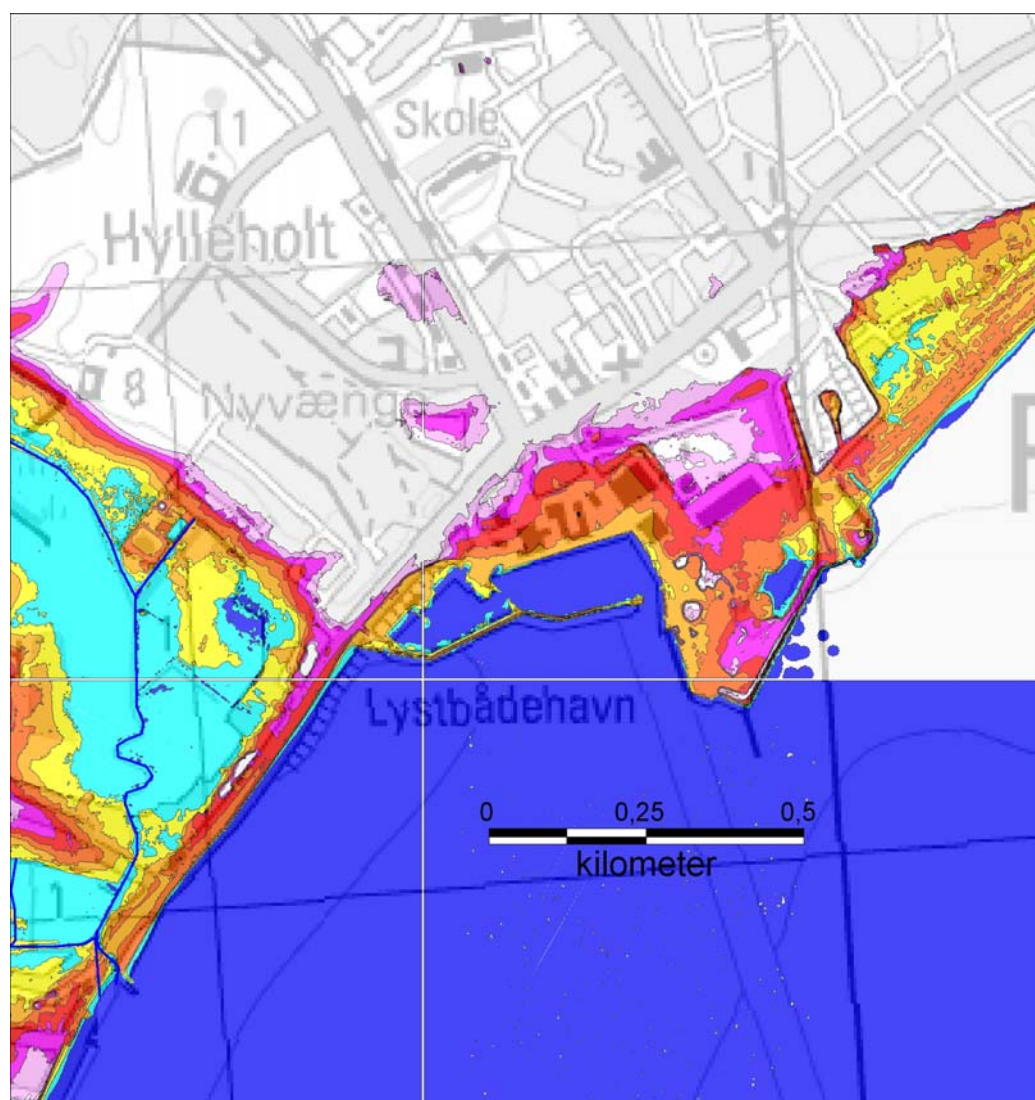
Figur 4-5 Google Earth udsnit af den nordlige del af Faxe Ladeplads. Rød cirkel angiver højrisikomåde for både nuværende og fremtidig oversvømmelse.

4.3 **Havneområdet og den centrale del af Faxe Ladeplads**

Den centrale del af Faxe Ladeplads er generelt højt beliggende og er således ikke i risiko for at blive oversvømmet. Havneområdet er ligeledes forholdsvis højt beliggende

Hvis middelvandstanden stiger 0,4 m som IPCC estimerer vil det ikke have væsentlig betydning for området og hvis vandstanden stiger 1,5 m som de seneste forskninger estimerer vil det heller ikke give problemer for området (Figur 4-6).

Ved ekstreme vandstande er området i dag sikret imod en 100. års højvands-hændelse. I fremtiden vil industriområderne være i risiko for oversvømmelse både ved en middelvandstandshævning på 0,4 og 1,5 m (orange og røde område i Figur 4-6). I den fremtidige drift af industriområdet skal der således være en årvågenhed på, hvornår risikoen for oversvømmelse af industriområdet er så stor, at det vil være hensigtsmæssigt at flytte industriområdet eller gennemføre tiltag til sikring af området. Formodentligt vil det først være relevant at gennemføre tiltag efter år 2050.



Figur 4-6 Havn og centrale del af Faxø Ladeplads.

4.4 Sydlige Faxø Ladeplads

Den sydlige del af Faxø Ladeplads er karakteriseret ved en kystvej der afgrænser havet med det lave vådområde omkring Faxø Å og Lille Å. Bebyggelsen er etableret vest for kystvejen (Figur 4-7) og mellem de to åers vådområder så tæt på de naturskønne områder som muligt (Figur 4-8).

Hvis middelvandstanden stiger 0,4 m som IPCC estimerer vil det ikke have væsentlig betydning for området, men hvis vandstanden stiger 1,5 m som den seneste forskning estimerer vil vådområderne langs Faxø Å og Lille Å blive permanent vanddækkede og blive et brakvandsområde, hvor saltholdigheden styres af tilledningen af ferskvand fra Faxø Å og Lille Å (gule og turkise område i Figur 4-9). Det er forventeligt at husene vest for kystvejen og en del af husene placeret med udsigt ud over ådalen vil ligge under permanent vanddække (Figur 4-10).

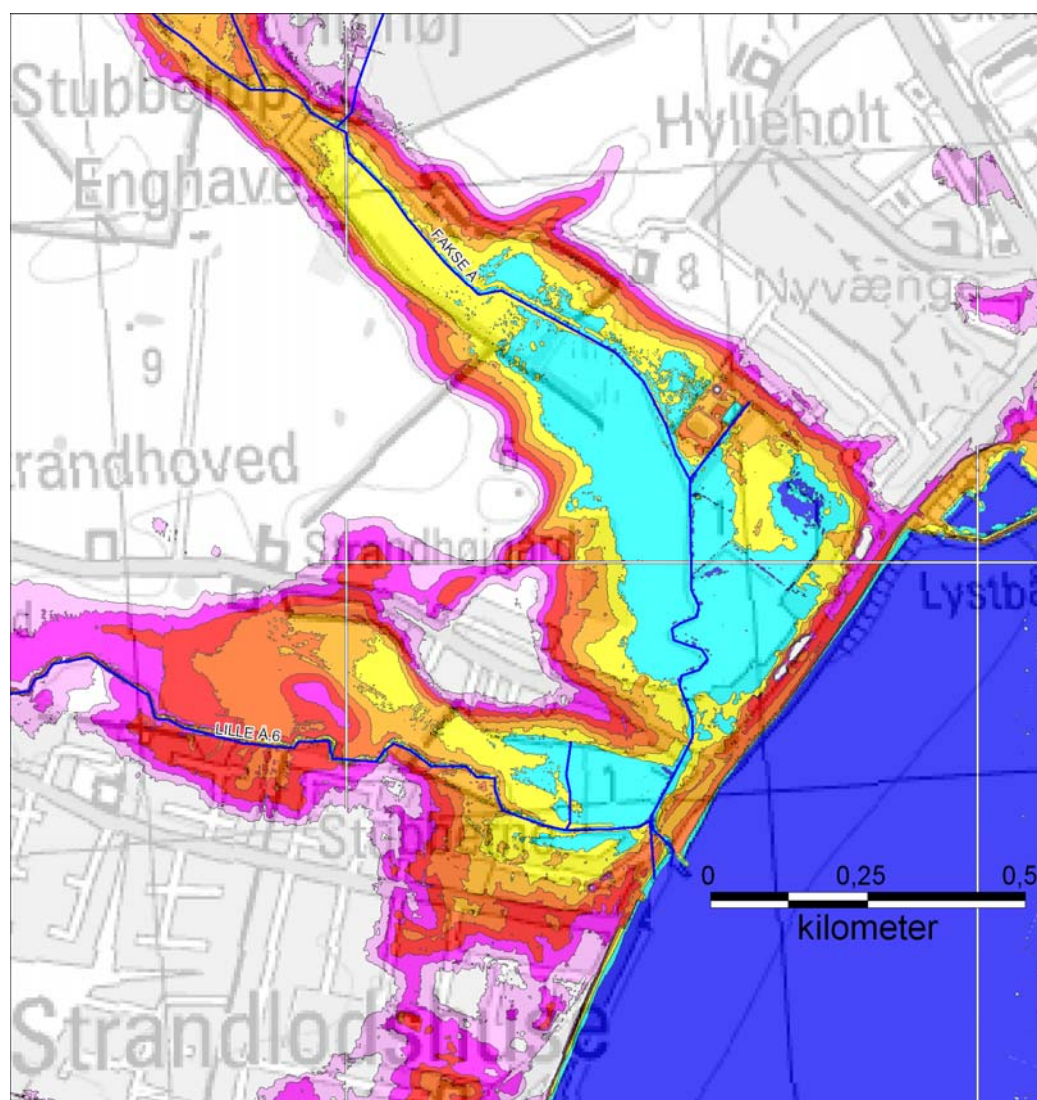
Ved ekstreme vandstande er området i dag ikke sikret imod en 100. års højvands­hændelse og i fremtiden vil området være i høj risiko for oversvømmelse.



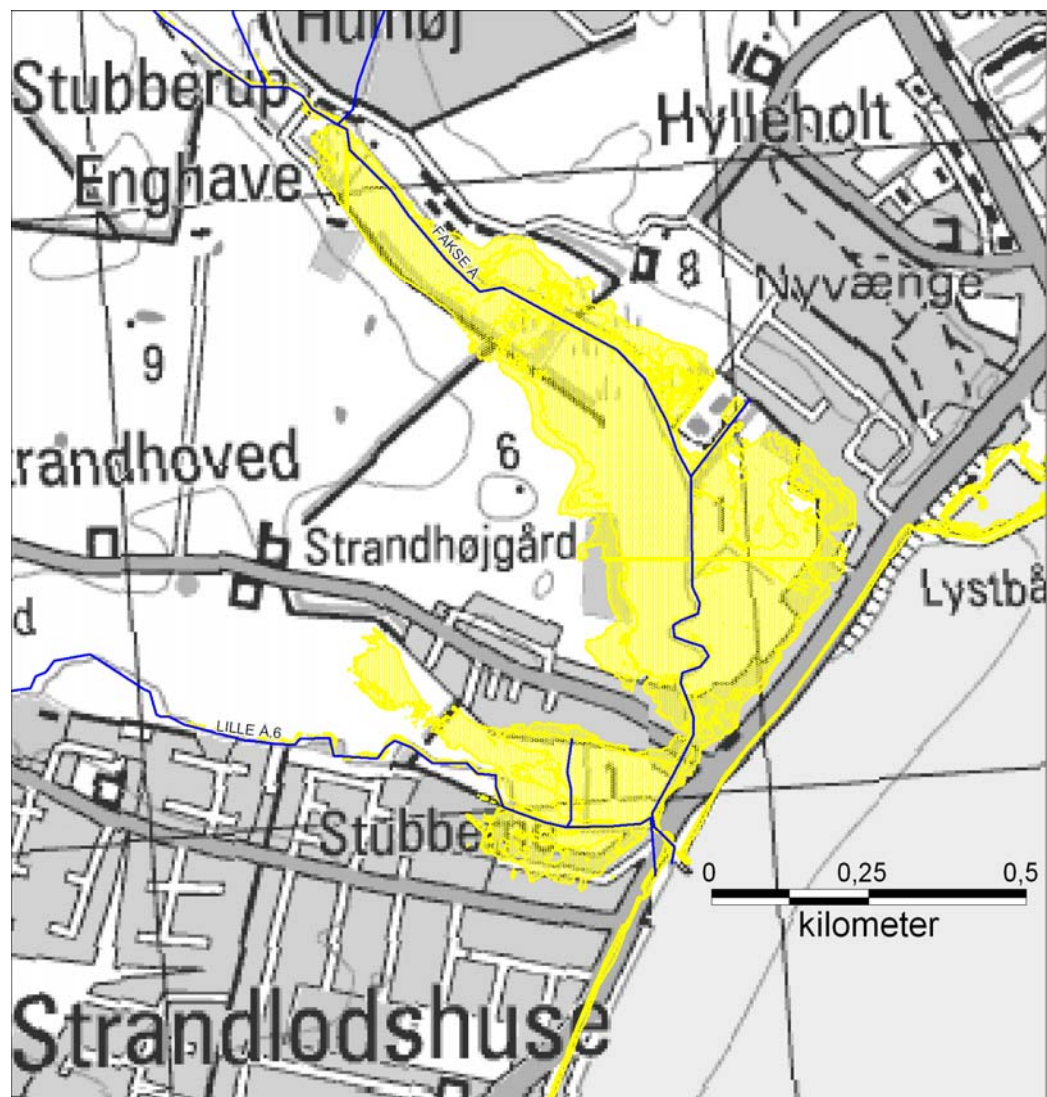
Figur 4-7 Kystvejen nord for udløb af Faxe Å.



Figur 4-8 Bebyggelse tæt på Faxe Å og vådområde.



Figur 4-9 Sydlige del af Faxe Ladeplads.



Figur 4-10 Risikoområde ved 100 års højvandssituation i dag og øgning af middelvandstanden med 1,5 m.

4.5 Syd for Faxe Ladeplads – Strandlodshuse

Området syd for udløbet fra Faxe Å og Lille Å er et lavtliggende boligområde der hedder Strandlodshuse, hvor vandløbet Krusebæk har sit udløb. Øst for Strandvejen er området blandet helårsbeboelse og sommerhus område og vest for Strandvejen er området primært helårsbeboelse.

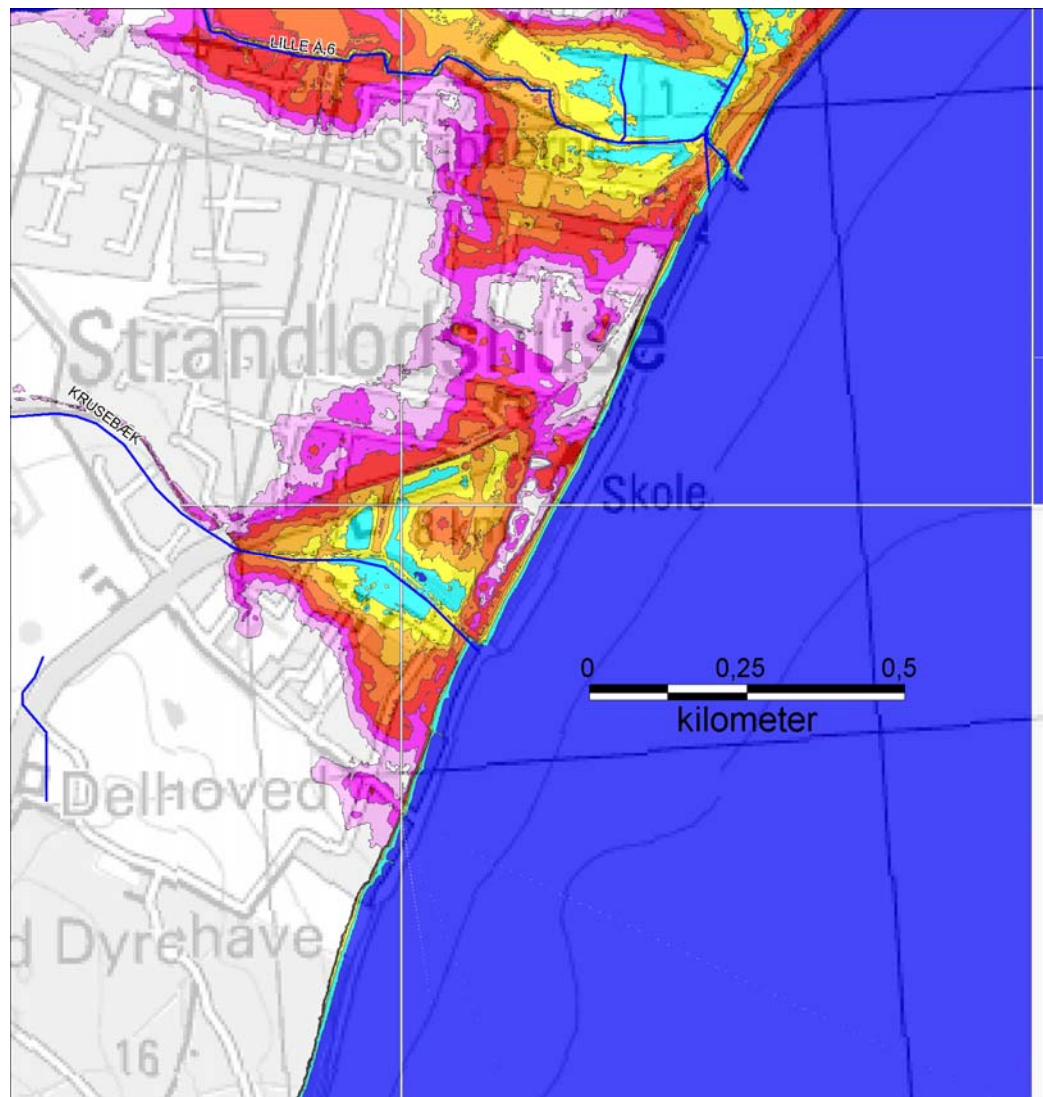
For enden af Krusebæk er der etableret et bygværk/ventil, der kan bruges til at lukke for udløbet fra Krusebæk, så høj havvandsstand ikke trænger ind via vandløbet og giver oversvømmelser langs med åen (Figur 4-11). Der er tillige etableret et dige langs stranden, der skal sikre mod oversvømmelse af de kystnære huse i Strandlodshuse. Der er et vådområde lige nord for Strandlodshuse ved udløbet til Faxe Bugt, der ved lukning af udløbet for Krusebæk bruges til at opmagasinere det tilstrømmende vand fra Krusebæk.

Hvis middelvandstanden stiger 0,4 m som IPCC estimerer, vil det ikke have væsentlig betydning for området, hvorimod en vandstandsstigning på 1,5 m som de seneste forskninger estimerer vil forårsage, at store dele af området langs Krusebæk fra Strandvejen til havet vil være vanddækket (turkis og gult område i Figur 4-12). Det betyder, at en del af husene tættest på Krusebæk vil skulle flyttes. Områderne vest for Strandvejen er ikke i risiko for oversvømmelse.

Ved ekstreme vandstande er området i dag ved anvendelse af eksisterende bygværk/ventil ved udløbet (Figur 4-11) sandsynligvis sikret imod en 100 års højvandshændelse. Det kræver dog, at den manuelle regulering kan betjenes ved den høje vandstand. Ved en middelvandstandshævning på 0,4 m (jævnfør IPCC) vil det oftere være nødvendigt at betjene ventilen ved udløbet, og det kan tænkes, at det vil være nødvendigt at investere i en automatisk lukkemekanisme, der styres af vandstanden i Faxe Bugt. Stiger middelvandstanden med 1,5 m ændres situationen signifikant og det vil ikke være hensigtsmæssigt at opretholde beboelse i mellem Kruse Å og den røde markering i Figur 4-12.



Figur 4-11 Bygværk ved udløb af Krusebæk, der kan anvendes til at lukke for Kruse Bæk så høj vandstand ikke forplanter sig ind til arealerne bag bygværket.



Figur 4-12 Terrænkoter syd for Faxe Ladeplads – Strandlodshuse

4.6

Konklusion

Kyststrækningen langs med Faxe Ladeplads er karakteriseret ved højtliggende bymæssig bebyggelse med en karakteristisk kystskråning ned mod havet. Hvor kystskråningen er trukket tilbage i landet er der etableret bebyggelse neden for kystskråningen. De høje områder er gennemskåret af ådale, med bebyggelse ned i ådalen til koter svarende til det nuværende acceptniveau af risiko for oversvømmelser.

Ved ændringen af havets middelvandstand vil der være et udpræget ønske fra borgerne i området, at der etableres en sikring af deres ejendom. Kommunen er ikke forpligtiget til at sikre disse borgere, men kan bistå i myndighedsbehandlingen i forbindelse med oprettelse af digelag. De økonomiske omkostninger for at etablere og drive disse digelag skal afholdes af de borger, der har nytte af di-

gerne og det forventes at der vil blive foretaget en økonomisk afvejning af, hvorvidt det på lang sigt er økonomisk rentabelt at etablere højvandssikring.

Infrastrukturen (veje og havn) er generelt ikke i høj risiko for oversvømmelser i dag eller i fremtiden. Det mest kritiske infrastruktur element er Strandvejen ved udløbet af Lille Å og Faxe Å, der er beskyttet imod høj vandstand med en mur mod havet. (Figur 4-7).

Det er vigtigt i forbindelse med byggesager og etablering/renovering af infrastrukturen (vejen, havn spildevandssystemer m.m.) at disse placeres i koter højere end 3 m DVR90 eller hvis dette ikke er muligt, at der tages aktiv stilling til, hvordan disse elementer sikres med en fremtidig 100 års højvandssituation.

Kystbeskyttelsestiltag bør besluttes og gennemføres umiddelbart efter konstatering af væsentlige ændringer i erosions- eller vandstandsforhold.

Med udgangspunkt i IPCC's beregninger forventes det, at beslutninger om forstærkning af diger og andre faste konstruktioner kan vente til midten af århundredet. Inddrages den seneste forskning, er det sandsynligt at IPCC underestimerer de klimagenererede middelvandstandsændringer. Det er derfor væsentligt fortsat at følge udviklingen af henholdsvis den målte vandstand i havområdet og IPCC's udmeldinger om forventet udvikling af middelvandstanden. Den næste rapport fra IPCC forventes offentliggjort i 2011.

Hensyntagen til levetiden for dimensionering af kystbeskyttelses anlæg og samfundsøkonomien betinger en strategi for gradvis tilpasning i takt med konstatering af faktisk klimabetingede ændringer. En tidligere igangsættelse vil medføre en risiko for overinvestering og større vedligeholdelsesudgifter end nødvendigt.

5. REFERENCER

- Ref. /1/ Klimaændringers effekt på kysten. Kystdirektoratet Marts 2008.
- Ref. /2/ Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark. Regeringen Marts 2008.
- Ref. /3/ Klimaændringers betydning for vandkredsløbet i Danmark. GEUS 2006/22.
- Ref. /4/ Funktionspraksis for afløbssystemer under regn. Skrift 27. IDA Spildevandskomiteen 2005.
- Ref. /5/ Højvandsstatistikker 2007, Kystdirektoratet.
- Ref. /6/ Fagligt udredningsarbejde om virkemidler i forhold til implementering af vandrammedirektivet. Finansministeriet, Fødevarerministeriet, Miljøministeriet, Skatteministeriet, Økonom- og Erhvervsministeriet. Juni 2007.
- Ref. /7/ "Glaciologer: Havet stiger op til to meter de næste 100 år" Ingeniørens netavis Thomas Djursing, fredag 05. sep 2008 kl. 11:28. Reference til "Kinematic Constraints on glacier Contributions to 21st Century Sea-Level Rise, W.T. Pfeffer, Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, Boulder, CO 80309, J.T. Harper Department of Geosciences, University of Montana, Missoula, MT 59812, USA, S. O'Neel Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, San Diego, CA 92093, USA.
- Ref. /8/ Climate Change 2007: Synthesis Report. IPCC.
- Ref. /9/ Dansk tilpasning til et ændret klima. Faglig rapport fra DMU, nr. 401. 2002.
- Ref. /10/ Vil fremtidens klima føre til udtørrede bække, oversvømmede enge og stigende tab af næringsstoffer fra marker. Brian Kronvang, Hans E. Andersen, Søren E. Larsen, Niels B. Ovesen fra Afdeling for Ferskvandsøkologi Danmarks Miljøundersøgelser og Kristina Møberg Han-

sen Natur- og Vandmiljø Orbicon. ATV Møde Klimaændringers betydning for vandkredsløbet Helnan Marselis Hotel 4. oktober 2006.

Ref. /11/Floodmaps <http://flood.firetree.net/?ll=48.3416,14.6777&z=13&m=7>.

Ref. /12/Faxe Kommune – Spildevandsplan 2007-2010.