

Til
Realdania

Dokumenttype
Rapport

Dato
Juni 2015

UDREDNING OM TIL- PASNING TIL HAV- VANDSSTIGNINGER **PIXIBOG**



UDREDNING OM TILPASNING TIL HAVVANDSSTIGNINGER PIXIBOG

Revision **0b**
Dato **2015-06-26**
Udarbejdet af **Marianne Marcher Juhl**
Kontrolleret af **Henrik Søgård Olsen**
Godkendt af **Marianne Marcher Juhl**

Ref. 1100014321

INDHOLD

	FORORD	1
1.	INDLEDNING	2
1.1	Udarbejdelse af udredningen	2
2.	OMFANG AF HAVVANDSSTIGNINGER OG STORMFLODER	4
2.1	Stormfloder og højvande	4
2.2	Historiske stormfloder og kystsikring	5
2.3	Registrerede skader ved stormfloder	6
2.4	Fremtidens havniveaustigninger og stormfloder	7
3.	RAMMEVILKÅR FOR KYSTBEKYTTELSEN	10
3.1	De nuværende rammevilkår i Danmark	10
3.2	Kapacitet til at håndtere tilpasning til havvandsstigninger	10
3.3	Udfordringer med de eksisterende rammevilkår	12
3.4	Behov for ændringer – en ny tilgang til klimatilpasning	13
4.	FASTLÆGGELSE AF ET FORNUFTIGT SIKRINGSNIVEAU	15
4.1	Modeller til fastlæggelse af sikringsniveau	15
4.2	Andre effekter af kystsikringen	15
4.3	Resultater fra udvalgte cases	16
4.4	Hvilken metode er bedst?	18
5.	TEKNISKE LØSNINGER	19
5.1	Valg af løsning	19
5.2	Eksempler på kystbeskyttelsesplanlægning	19
6.	FORSLAG TIL EN NY TILGANG TIL KYSTBESKYTTELSEN	22
6.1	Organisering	22
6.2	Finansiering	22
6.3	Forsikringsforhold	23
6.4	Planer for klimatilpasning	24
6.5	Opbygning af kapacitet	24
6.6	Værktøjer til strategisk planlægning	24
6.7	Fastlæggelse af sikringsniveau	25
7.	REFERENCER	26

FORORD

Målet med denne udredning er at kortlægge behov, udviklingspotentialer og barrierer for klimatilpasningen af de danske byer til fremtidens forventede havvandsstigninger og stormfloder. Udredningen er udarbejdet af Rambøll på opdrag af Realdania og skal udgøre en del af vidensgrundlaget for Realdanias fortsatte indsats på området med klimatilpasning.

I de seneste år har Realdania gennem initiativet *Klimatilpasning i byerne* været en aktiv spiller inden for regnvandshåndtering og sikring mod oversvømmelser fra skybryd. Vi har skabt en række videns- og demonstrationsprojekter og har sat fokus på værdien af kombinerede løsninger, der både gør byerne robuste over for regnvandsudfordringen, men som samtidig også skaber nye og bedre byrum og bylivsaktiviteter.

Vi ønsker nu at sætte et tilsvarende fokus på kystsikring og beskyttelse af byerne mod de oversvømmelser, der er et resultat af havvandsstigninger og stormfloder. Vi tror, at der også, når det gælder kystsikring, er et stort potentiale for at skabe merværdi ved at kombinere klimatilpasnings- og byudviklingsprojekter.

Vi håber, at rapporten også kan give andre aktører inspiration og viden til at arbejde med klimatilpasning med merværdi.

God læselyst!

Anne-Mette Gjeraa
Projektchef, Realdania

1. INDLEDNING

Klimatilpasningen i Danmark har indtil nu haft stor fokus på at sikre byerne mod skybrud fra kraftige regnhændelser. Der har i de sidste 5 år været flere kraftige skybrudshændelser, som har oversvømmet store områder af byerne og har kostet samfundet mange penge. Samfundsøkonomiske beregninger har vist, at det kan betale sig at beskytte byerne og deres værdier mod oversvømmelser fra regnhændelser med en gentagelsesperiode på op til 100-200 år. Det har sat gang i en udvikling, hvor rammevilkårene og finansieringsmodeller er blevet revideret og tilpasset, og der er nu ved at blive gennemført multifunktionelle projekter, som skal klimatilpasse byerne til skybrud.

Med de seneste års storme (fx "Bodil" og "Egon") er der nu kommet fokus på klimatilpasningen af kysterne og de kystnære byer i forhold til oversvømmelser fra havet. Selv om stigningerne i havvandsstanden og en forøgelse af stormfloderne sker gradvist og først forventes at blive et problem om 20-30 år, er der allerede nu behov for at tænke kystbeskyttelse og tilpasning til havvandsstigninger ind i planlægningen. Der sker i disse år en omdannelse af flere havneområder i byerne til mere værdifulde erhvervs- og boligområder, der har levetider på 75-100 år. Hvis de skal bevare deres værdi, skal de være robuste over for havvandsstigninger og klimændringer i hele deres levetid. Endvidere betragtes kystområderne generelt som værdifulde områder i Danmark. De er vigtige for turisterhvervet, fungerer som rekreative områder for borgerne, ejendomme ved kysten har høje ejendomsværdier, og der findes en række unikke naturtyper langs kysterne.

I projektet er der fokus på udfordringerne med oversvømmelser af byer fra stigende havvandsstande og øgede stormfloder. En anden følgevirkning af stigende havvandsstande og øgede stormfloder er en øget erosion af kysterne, og der vil også fremover være behov for at beskytte og sikre disse kyststrækninger. Erosionskyster er dog sjældent beliggende i byområder, som er fokusområdet for udredningen. Havvandsstigningernes indvirkning på erosion af kysterne er derfor ikke behandlet i rapporten. Miljøministeriet har igangsat en analyse for at afklare, om det er nødvendigt at ændre den nuværende lovgivning for kystbeskyttelse. Erosion af kyster indgår i Miljøministeriets analyse, der beskæftiger sig med samtlige typer kyststrækninger i Danmark.

1.1 Udarbejdelse af udredningen

Udredningen er udarbejdet af Rambøll i perioden november 2014 til juni 2015. For at inddrage erfaringer fra andre lande, der gennem en længere årrække har arbejdet med klimatilpasning og sikring mod oversvømmelser fra havet, er udredningen gennemført i samarbejde med følgende udenlandske eksperter på området:

- Arcadis (Hollandske eksperter i konkrete projekter for kyst- og stormflodssikring)
- Transition Pathway Limited (TPL) (Engelske eksperter inden for udvikling af rammevilkår i kystzoner)
- Jochen Hinkel (ekspert i klimaændringer i IPCC's klimapanel)

Endvidere har der været tilknyttet et rådgivende udvalg bestående af repræsentanter fra kommuner, statslige institutioner, vidensinstitutioner, interesseorganisationer og kyst- og digelag. Det rådgivende udvalg har bidraget med viden og input ved en række møder og workshops i projektforløbet samt ved interviews.

Udredningen er opbygget i følgende 6 dele, der hver kan læses som selvstændige rapporter:

- **Pixibog - Udredning om tilpasning til havvandsstigninger (nærværende rapport)**
- Del 1 - Omfang af stormfloder og skader
- Del 2 - Rammevilkår
- Del 3 - Fastlæggelse af sikringsniveau

- Del 4 – Tekniske løsninger
- Del 5 – anbefalinger

Pixibogen indeholder en introduktion til udredningen og en sammenfatning af de øvrige delrapporter, og den giver dermed et overblik over hele udredningen.

Del 1 – Omfang af stormfloder og skader indeholder en afrapportering af den nyeste viden om klimaændringernes betydning for den stigende havvandstand og øgede stormflodsrisiko i havene omkring Danmark, herunder en beskrivelse af de usikkerheder, der er på prognoserne. Endvidere gives en beskrivelse af skadesomfang for de historiske stormfloder, der har fundet sted i Danmark, siden registreringen begyndte.

Del 2 – Rammevilkår indeholder en beskrivelse af rammevilkårene for planlægning, organisering, udførelse og drift af kystsikringsprojekter i Danmark. Endvidere beskrives de tilsvarende forhold i Holland, England og USA for at inddrage relevante erfaringer fra disse lande i forslag til en ændret lovgivning om kystsikring herhjemme.

Del 3 – Fastlæggelse af sikringsniveau indeholder en beskrivelse af forskellige metoder til at opstille et fornuftigt sikringsniveau i forhold til oversvømmelser fra havet. I beskrivelsen af metoderne inddrages samfundsøkonomiske cost-benefit beregninger, som kan kortlægge den økonomiske og samfundsmæssige gevinst ved at sikre et område mod oversvømmelser sammenlignet med udgifterne til skader, hvis området bliver oversvømmet.

Del 4 – Tekniske løsninger er opbygget som et katalog over en række forskellige løsninger til sikring mod oversvømmelser fra kysten. Kataloget er inddelt i tekniske kategorier som diger, sluser, terrænreguleringer, midlertidige løsninger mv. Hver løsning beskrives i forhold til en række parametre som fx funktion, robusthed over for ændringer i prognoserne, fordele og ulemper. Endvidere er der givet eksempler på løsningerne inkl. billeder.

Del 5 – Anbefalinger er en opsummering og sammenfatning af de forslag og anbefalinger, der er givet i de øvrige delrapporter til en ændret og fremtidig måde for klimatilpasning til havvandsstigninger i Danmark.

2. OMFANG AF HAVVANDSSTIGNINGER OG STORMFLODER

Danmark har historisk været ramt af en række stormfloder, der har haft betydning for den måde, vi gennemfører kystbeskyttelsen på i Danmark i dag. Klimaændringerne vil fremover få havvandsstanden til at stige og øge risikoen for flere og større stormfloder. Denne udvikling skal inddrages i beskyttelsen og udviklingen af bl.a. byområderne. I dette afsnit gives en beskrivelse af observerede stormfloder i Danmark og de prognoser og deres usikkerheder, der er udarbejdet for de fremtidige havvandsstande og stormfloder i Danmark

2.1 Stormfloder og højvande

Stormfloder opstår ved passage af stormlavtryk og er en kombination af tidevand, lufttryk og vindstuvning. De højeste vandstande fås, når alle tre parametre har deres maksimum samtidigt, men der er stor forskel på betydningen af de enkelte faktorer set hen over landet.

Tidevandet kan give forhøjede vandstande på 1 meter ved Højer på den jyske Vestkyst faldende til 0,1 meter i de indre danske farvande. Fald i lufttrykket under en storm kan give vandstandsstigninger på 0,3-0,4 meter. Dertil kommer, at vindstuvninger i eksponerede områder kan give vandstande på op til ca. 3 meter.

De kraftigste og hyppigste storme i Nordsøen kommer fra vestlig til nordlig retning, og dette kan give stormflod særligt i Vadehavet og på vestkysten. I de indre danske farvande har vindforholdene både over Nordsøen og Østersøen indflydelse på vandstanden sammen med de lokale vindforhold. En langvarig vestenstorm over Nordsøen vil presse vand ind i Kattegat og videre ind gennem bælteerne. Tilsvarende vil storm fra øst eller nordøst presse vand fra Østersøen ud gennem bælteerne fra syd. Da Bælthavet med mange snævre og lavvandede passager virker som en barriere for gennemstrømningen, kan vandet stuve op både fra nord og fra syd med en stor vandstandsgradient over bælteerne. Det er særligt kritisk for de indre farvande, hvis vandet samtidigt kommer fra Kattegat og Østersøen mod bælteerne. Dette var tilfældet i november 2006, hvor flere lavtrykssystemer skabte nordenvind både over Kattegat og Østersøen, så vandet fra syd og nord skabte en form for forstoppelse i Bælthavet med meget høje vandstande til følge. Dette fænomen kan også give stormflod i Bælthavet uden, at der er vindstyrker af stormstyrker i området.

Siden slutningen af 1800-tallet er vandstandene ved de danske kyster blevet registreret af målestationer og samlet i højvandsstatistikker /1/. På figur 2.1 er vist højvande i Danmark, der i gennemsnit forekommer én gang hvert 50. år. Vandstandene varierer fra mere end 4 meter i Vadehavet til ca. 1,5 meter på østkysten af Sjælland. I tabel 2.1 er vist de højeste registrerede vandstande fra de stationer, der har mere end 100 års måledata.

Tabel 2.1: Højeste registrerede vandstande fra målestationer med mere end 100 års data

Målestation	Højeste registrerede vandstand (m DVR90)	Dato	Målinger siden
Esbjerg Havn	4,22	24. november 1981	1. januar 1874
Frederikshavn Havn	1,54	23. december 1894	1. januar 1894
Randers Havn	1,76	9. november 1945	30. december 1909
Århus Havn	1,62	7. november 1985	1. januar 1888
Fredericia Havn	1,62	november 2006	1. juli 1889
Slipshavn	1,77	november 2006	januar 1890
Korsør Havn	1,62	november 2006	januar 1890
Hornbæk Havn	1,95	december 2013	januar 1891
Københavns Havn	1,68	december 2013	1. juli 1888
Gedser Havn	1,85	30. december 1913	1. december 1892



Figur 2.1: 50 års middeltidshændelser fra Højvandsstatistikker 2012 /1/. 50-årsvandstanden er angivet med rødt. Mørkeblåt mærke angiver gode statistikker, og lyseblåt mærke angiver mindre gode statistikker baseret på korte tidsserier (typisk < 15 år) og/eller serier med lav datakvalitet.

2.2 Historiske stormfloder og kystsikring

De høje vandstande og baglandets lave beliggenhed har gjort, at Vadehavsområdet historisk set har været særligt udsat for oversvømmelser fra stormfloder. I en lang årrække har man derfor sikret kysten ved at anlægge diger. Dette gælder også længere op ad den jyske vestkyst, hvor forskellige former for højvandssikring beskytter baglandet.

De første diger langs den danske vadehavskyst er anlagt helt tilbage i 1500-tallet, men efter stormfloden i oktober 1634 begyndte man at bygge større diger langs marsken for at beskytte mennesker, der boede langs med vadehavet. Senere stod Ribediget færdigt i 1912, bygget som følge af stormfloderne i 1909 og 1911, mens Rejsbydiget syd for Ribe blev færdiggjort i 1923, så hele den danske del af Vadehavskysten var beskyttet af diger. Digerne langs Vadehavet er af flere omgange efterfølgende blevet forstærket og forhøjet.

I andre dele af landet, hvor oversvømmelser sjældnere har ramt, har der ikke været samme fokus og behov for sikring mod havet, og man har endda mange steder bygget tæt på havet på grund af herlighedsværdierne i dette. For enkelte særligt udsatte områder langs kysterne i de indre farvande har man dog i større stil etableret forskellige former for beskyttelse mod stormflod. Dette er tilfældet på Lollands sydkyst, som er beskyttet af et 63 km langt og 4 meter højt

dige, der blev opført efter den meget kraftige stormflod i november 1872. Et andet eksempel er Køge Bugt Strandpark, som er etableret som et kombineret rekreativt område og højvandssikring for de relativt lavtliggende strandområder, der blev udbygget med villabebyggelse.

Generelt er der dog i de indre farvande tale om mindre og spredte områder, hvor der er etableret højvandssikring. Disse findes særligt i forbindelse med land, der egentlig er indvundet fra havet, og derfor kræver diger også ved mere normale vandstande.

Sammenfattende er Vadehavet og vestkysten generelt beskyttet af diger og klitter, der kan klare relativt store stormflodshændelser. I områder langs de indre danske farvande, f.eks. i Storebælt og i Roskilde Fjord, har man mange steder opført kystnær bebyggelse, hvor der flere gange i det seneste årti er observeret problematiske oversvømmelser. Dette giver sig udslag i, at de registrerede stormflodsskader både i antal og samlet størrelse har været værst på en række strækninger langs de indre danske farvande i perioden fra 1992 og frem.

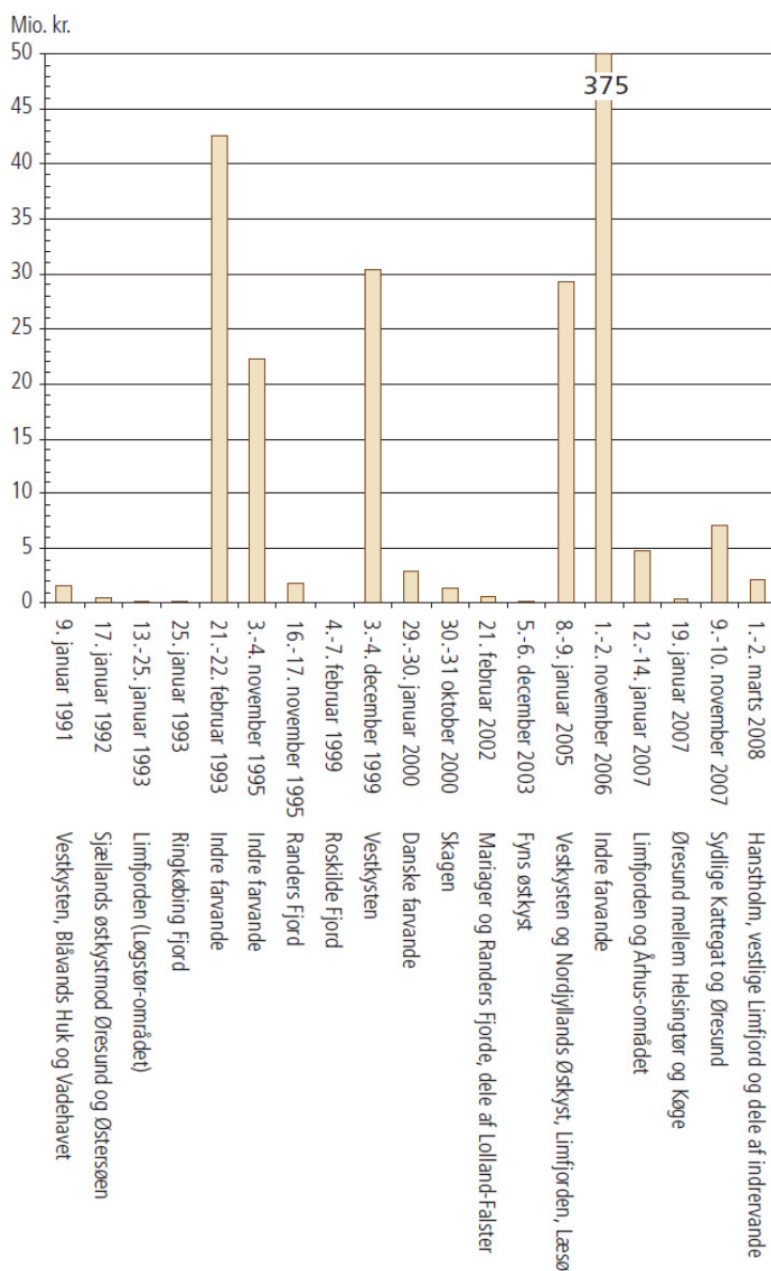
2.3 Registrerede skader ved stormfloder

Stormrådet har registreret antallet af anmeldte stormflodsskader pr. kommune i perioden 1992-2008. Disse er vist i tabel 2.2. På figur 2.2 er vist en opgørelse over de udbetalte erstatninger. Størstedelen af erstatningerne er udbetalt i forbindelse med stormen i november 2006, hvor der blev udbetalt erstatninger for 375 mio. kr.

Tabel 2.2: Antal anmeldte stormflodsskader pr. kommune i perioden 1992-2008

Kommune	Anmeldte skader	Kommune	Anmeldte skader
Slagelse	915	Næstved	180
Kerteminde	615	Esbjerg	171
Kalundborg	387	Langeland	165
Lolland	320	Vejle	165
Nordfyns	315	Vordingborg	146
Guldborgsund	306	Randers	116
Vesthimmerlands	299	Tønder	113
Svendborg	292	Haderslev	110
Nyborg	284	Horsens	108
Hedensted	212		



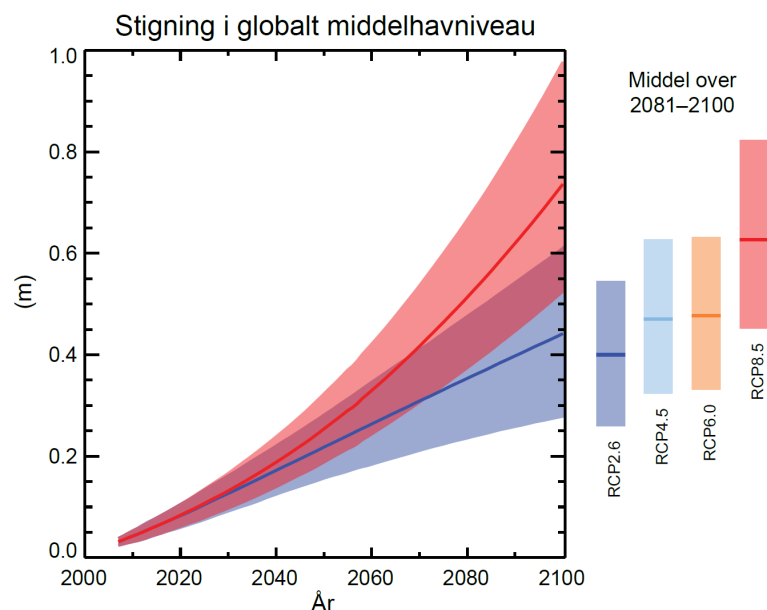


Figur 2.2: Udbetalte stormflodserstatninger i perioden 1991-2008, fra /2/.

2.4 Fremtidens havniveaustigninger og stormfloder

Havvandsspejlet har været stigende i de sidste 100 år. I perioden 1901-2010 er vandspejlet på globalt plan steget med 0,19 meter. Stigningen har været kraftigst i perioden 1993-2010, hvor havvandsspejlet er steget 3,2 mm/år. I Danmark er havvandstanden i gennemsnit steget 1,7-2,2 mm/år i det 2100 århundrede, når der er korrigeret for landhævninger. Dette er meget tæt på den globale stigning.

Det gennemsnitlige globale havniveau vil fortsætte med at stige i løbet af det 21. århundrede og sandsynligvis med en større hastighed som følge af opvarmning af havene og øget smeltning af gletsjere og iskapper. På baggrund af IPCC's nyeste klimascenarier er der på figur 2.3 vist forudsigelsen af de globale havvandsstigninger frem til år 2100.



Figur 2.3. Forudsigelser af stigningen i det globale middelhavsniveau i det 21. århundrede relativt til 1986 - 2005 for RCP2.6 og RCP8.5. Det beregnede sandsynlige område vises som et skraveret bånd. De beregnede sandsynlige områder for gennemsnittet over perioden 2081 - 2100 for alle RCP-scenarier vises som lodrette farvede bjælker, mens den tilsvarende medianværdi vises som en vandret linje, /3/.

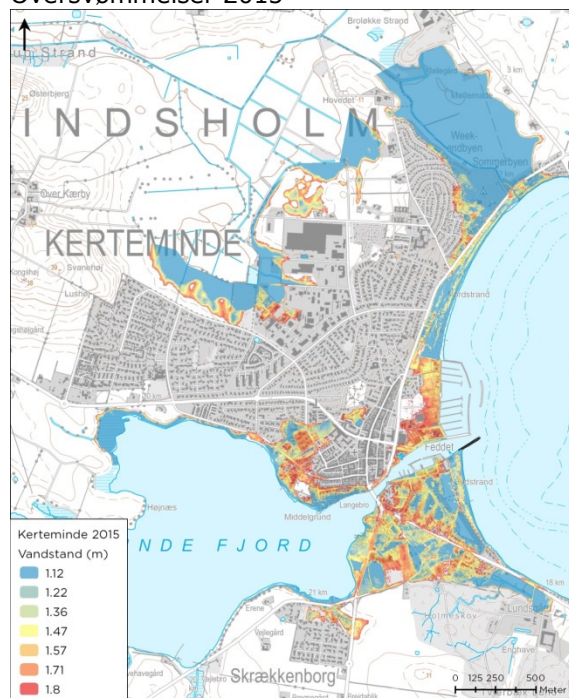
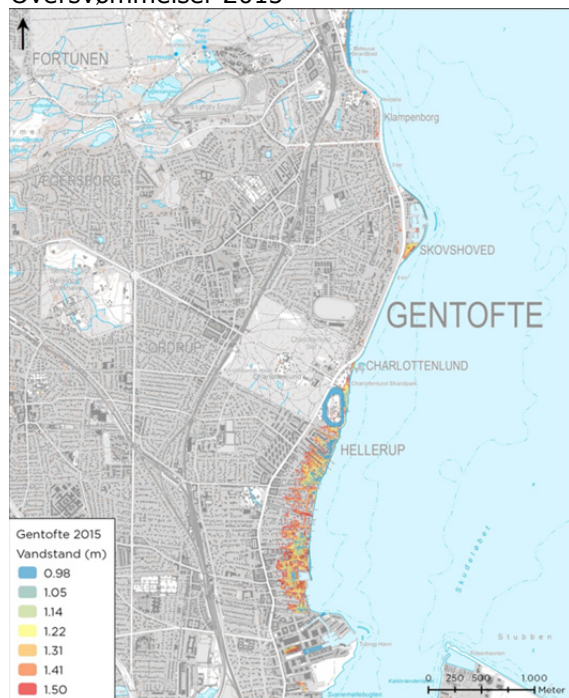
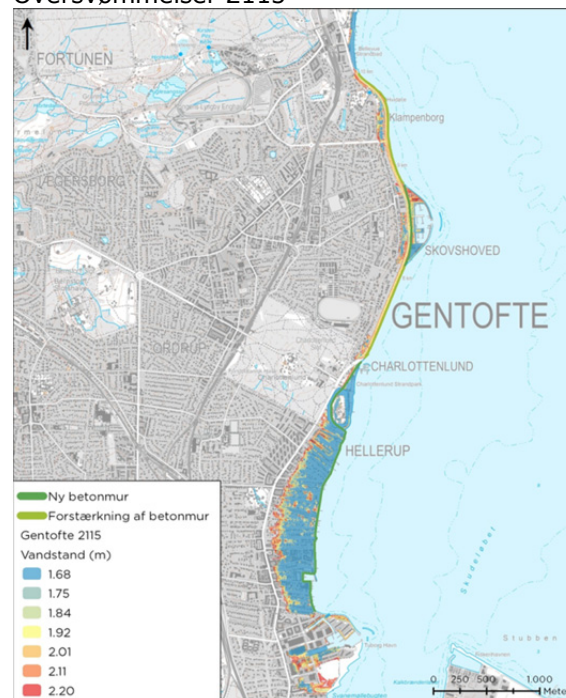
DMI har gennemført beregninger af havvandsstigningerne i Danmark på baggrund af IPCC's klimascenarier. Disse er vist i tabel 2.3. Alt efter, hvilket klimascenarie der betragtes, forventes havvandsstanden at stige inden for intervallet 0,1-0,9 meter frem til år 2100. Havvandsstanden forventes at fortsætte med at stige efter år 2100, og fremskrivninger forudsiger en havvandsstigning på op til 1,5-6,6 meter i år 2500 for et scenarie med et højt indhold af CO₂ i atmosfæren. Som intervallerne af havvandsstigninger indikerer, er der stor usikkerhed på, hvor meget havvandet vil stige i fremtiden.

Tabel 2.3. Absolut middelvandstandsstigning globalt og for Danmark, 1986-2005 til 2081-2100 /4/.

Klimascenarie	Globalt		Danmark	
	Middel	Interval	Middel	Interval
RCP2.6	0,40	0,26 - 0,54	0,34	0,1 - 0,6
RCP4.5	0,47	0,32 - 0,62	0,43	0,2 - 0,7
RCP6.0	0,47	0,33 - 0,62	0,44	0,2 - 0,7
RCP8.5	0,62	0,45 - 0,81	0,61	0,3 - 0,9
A1B	0,52	0,36 - 0,69	0,64	0,2 - 1,1

Ændringerne i havenes middelvandstand vil sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder, særligt i Vadehavet. Det er estimeret, at stormflodshøjden langs den jyske vestkyst kan øges med 0,3 meter frem mod år 2100, mens der ikke forventes en forøgelse i stormflodshøjden i de indre danske farvande.

Den øgede havvandsstand og en forøgelse i stormflodshøjden betyder, at højvande, som fører til oversvømmelser i dag, vil forekomme langt hyppigere i fremtiden. Ved København ses der statistisk en vandstand på 1,5 meter hvert 100. år. Hvis middelvandstanden stiger 0,5 meter, vil en sådan vandstand forekomme hvert 2. år. Konsekvenserne i form af oversvømmelser er forskellige fra by til by. Som eksempel er der på figur 2.4 vist oversvømmelseskort for Kerteminde og Gentofte i henholdsvis år 2015 og år 2115.

Kerteminde**Oversvømmelser 2015****Oversvømmelser 2115****Gentofte****Oversvømmelser 2015****Oversvømmelser 2115**

Figur 2.4 Eksempler på større oversvømmelser som følge af øgede havvandsstande, hvis der ikke etableres kystsikring.

3. RAMMEVILKÅR FOR KYSTBEKYTTELSEN

Rammevilkår er en samlet betegnelse for lovgivning, regulering, organisering og planlægning og har betydning for, hvordan man kan agere over for klimaændringer set i forhold til sociale, miljømæssige og økonomiske forhold. I dette afsnit gives en beskrivelse af de nuværende rammevilkår i Danmark, de udfordringer, der er identificeret i projektet gennem spørgeskemaundersøgelser og interview, samt forslag til områder, hvor nye tiltag eller ændringer af de nuværende rammevilkår kunne være med til at fremme klimatilpasningen til oversvømmelser fra havet.

Som en del af inspirationen og grundlaget for dette afsnit er der indhentet erfaringer og eksempler på rammevilkår fra Holland, USA og England samt foretaget en spørgeskemaundersøgelse og interview af aktører inden for klimatilpasningsområdet i Danmark – primært kommuner.

3.1 De nuværende rammevilkår i Danmark

Den første egentlige lov om kystsikring er Digeloven fra 1874, der blev vedtaget efter stormfloden i 1872. I dag er etableringen af kystbeskyttelse reguleret via Kystbeskyttelsesloven.

Det bærende princip i Kystbeskyttelsesloven er, at det er grundejers ansvar at beskytte sin ejendom mod oversvømmelser fra havet. Det er derfor også grundejeren (eller en gruppe af grundejere), der skal udføre kystsikringen og afholde udgifterne ved etablering, drift og vedligeholdelse. Grundejeren har dog ikke ret til at udføre kystbeskyttelse, og Kystdirektoratet skal i alle tilfælde give tilladelse til at etablere et kystbeskyttelses anlæg. Kommunerne fungerer typisk som formidler af en ansøgning om kystbeskyttelse og står for proces, sagsformidling, høringer mv.

Alle grundejere, der opnår fordel af et kystbeskyttelses anlæg, skal i princippet bidrage til finansieringen af projektet. Kommunen og staten bidrager ligeledes i kraft af deres egenskab som grundejere. Der er dog mulighed for, at kommunerne kan bidrage yderligere til finansieringen, hvis kystbeskyttelsen har et almennyttigt formål, hvor ikke kun en afgrænset kreds af grundejere får økonomisk fordel af kystbeskyttelsen. Ligesådan kan Staten afsætte midler på finansloven til at gennemføre nationalt vigtige kystbeskyttelsesprojekter, sådan som det historisk foregår langs den jyske vestkyst.

Der findes ikke nogle faste regler for, hvordan fordelingen af udgifterne skal være. Dette baseres på en konkret vurdering for hvert enkelt projekt. Et eksempel kunne være, at bidraget fastsættes forholdsmæssigt ud fra den enkelte ejendoms areal i forhold til det samlede beskyttede areal. Et andet eksempel kunne være, at alle ejendomme med gulvniveau under en vis kote betaler et bidrag baseret på ejendomsværdien.

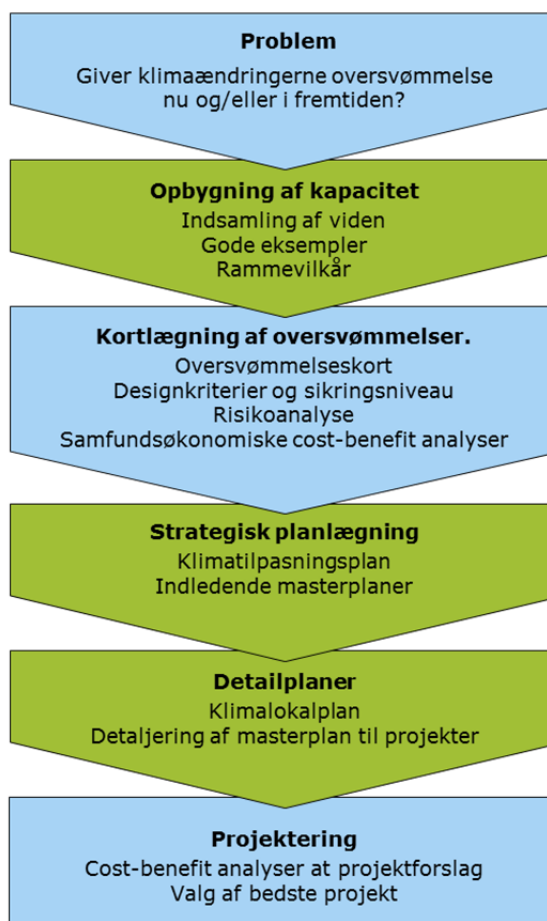
Skader ved oversvømmelser fra havet er ikke omfattet af den almindelige husforsikring. Der er i stedet indført en solidarisk katastrofeordning, som Stormrådet administrerer, og hvor hver husstand uanset beliggenhed betaler 60 kr./år over den obligatoriske ejendomsforsikring. I tilfælde af skader som følge af stormfloder udbetaler Stormrådet erstatning til at udbedre skaderne til samme tilstand som før oversvømmelsen. Ved gentagne oversvømmelser af samme ejendom nedsættes erstatningen som et incitament til ejeren om at beskytte og forebygge fremtidige oversvømmelser.

3.2 Kapacitet til at håndtere tilpasning til havvandsstigninger

Organisationer og aktører (fx kommuner, regioner og større infrastrukturejere) er ikke på samme niveau i forhold til kunne træffe de rigtige og langsigtede beslutninger for at kunne beskytte de eksisterende byområder og udvikle og klimatilpasse nye områder og projekter. Dette kaldes i det følgende organisationers og aktørers "kapacitet". Der er derfor brug for, at rammevilkårene kan omfatte både organisationer, der har lav kapacitet og kun lige er begyndt at agere på risiko over for oversvømmelser fra havet, og organisationer på højt niveau, som både tager hensyn til aktuelle og fremtidige oversvømmelsesrisici i deres planlægning og udførelse af projekter.

Udredningens undersøgelse af kapacitetsniveauet hos danske kommuner og andre aktører viser et meget varieret niveau over hele skalaen fra organisationer på lavt niveau til organisationer på højt niveau. Hovedparten af organisationerne ligger dog på lavt niveau. Sammenlignes med tilsvarende undersøgelser foretaget blandt en række europæiske byer ligger Danmark dog en lille smule foran disse.

En overordnet skitse af processen for tilpasning til havvandsstigninger er vist i figur 3.1.



Figur 3.1 Proces for tilpasning til havvandsstigninger

I Danmark har de fleste kommuner i forbindelse med klimatilpasningsplanerne og risikostyringsplanerne for oversvømmelser identificeret problemerne med oversvømmelser fra havet og er gået i gang med kortlægningen. Dette omfatter primært udarbejdelse af oversvømmelseskort og risikoanalyse på et overordnet niveau. Der er dog stadig et stort behov for at udvikle kapaciteten hos organisationer og kommuner for at sikre, at tilpasningen til de fremtidige klimaændringer bliver integreret i projekter og byudvikling.

For at sikre, at beslutningstagere træffer de rigtige beslutninger, hvor der er taget højde for at sikre og tilpasse områder, ejendomme, infrastruktur mv. til de fremtidige havvandsstigninger i hele projekternes levetid, er det målet at bringe så mange beslutningstagere op på et niveau med medium kapacitet. Sammenfattende gælder følgende forhold for at øge kapaciteten eller fortsat udvikle organisationer, der allerede har en høj kapacitet:

- For organisationer med lav eller meget lav kapacitet, bør der være økonomiske 'gulerødder og stokke' for at stimulere til handling. Disse kan effektivt blive gennemført ved projektfinansiering.
- For organisationer med lav kapacitet, bør der stilles omfattende støtte til rådighed til at hjælpe med at tage de første skridt.
- Til organisationer med medium kapacitet, bør der være støtte til professionalisering. Dette kan være i samarbejde med branchens organisationer. Det anbefales især at udvikle professionelle definitioner af god praksis for at øge robustheden af klimatilpasningsløsningerne.
- Organisationer med høj og meget høj kapacitet er afhængige af, at der er stærke rammevilkår for andre organisationer, der har meget lav, lav og mellem kapacitet for at fremme disses deltagelse i bredere initiativer, som igangsættes af organisationer med høj kapacitet. For organisationer med høj kapacitet i særdeleshed, bør der også være støtte til innovative projekter og en søgning efter barrierer for innovation, således at disse kan minimeres.
- For organisationer med meget høj kapacitet, bør der være et udpeget organ, som selv har høj kapacitet, til at føre tilsyn med og løbende forbedre systemet for klimatilpasning og robusthed i Danmark. Dette organ bør være ansvarlig for læring på tværs af organisationer og bør selv bruge avancerede læringsmetoder.

3.3 Udfordringer med de eksisterende rammevilkår

De nuværende rammevilkår for kystbeskyttelsen i Danmark giver nogle udfordringer, som især bliver tydelige, når kystbeskyttelsen skal omfatte mere end et afgrænset område med nogle relativt få antal grundejere, som fx et sommerhusområde. Udfordringerne med de nuværende rammevilkår kan sammenfattes til:

- Finansieringen af kystbeskyttelsen skal generelt foretages af de grundejere, der opnår beskyttelse eller i øvrigt opnår en fordel. Kommunerne kan bidrage til et kystbeskyttelsesprojekt, hvis der er en begrundet almen interesse i projektet. Det opleves som en udfordring at afgrænse, hvem der bliver beskyttet, når de fremtidige klimaændringer skal tages i betragtning, hvem der i øvrigt opnår fordel ved kystbeskyttelsen, og dermed hvem der har pligt til at bidrage til kystbeskyttelsen.
- Det kan være en uforholdsmæssig stor byrde for de enkelte grundejere at finansiere og gennemføre kystbeskyttelsen, og der ønskes en hel- eller delvis deltagelse i finansieringen fra det offentlige. Det betragtes som urimeligt, at staten finansierer kystbeskyttelse på vestkysten af Danmark, men ikke i andre dele af landet.
- Det opleves som en udfordring, at Kystdirektoratets strategi er at prioritere de såkaldte "bløde" løsninger som fx sandfordring i forhold til de mere "hårde" løsninger som fx sten- eller betonmure.
- Kystbeskyttelse og dens indvirkning på strømme i vandet, sedimenttransport og fastlæggelse af fornuftige sikringsniveauer, der også er fremtidssikrede, opleves som fagligt vanskelige, og der mangler generelt viden på dette område blandt beslutningstagerne. Dette er derfor en barriere for, at der gennemføres multifunktionelle løsninger og tænkes kreativt.
- Der er endnu ikke meget dansk erfaring med at beskytte, tilpasse og udvikle byområder til stigende havvandsstande og stormfloder. Den begrænsede danske viden om funktioner og tekniske løsninger til klimatilpasning til havvandsstigninger opleves derfor som en barriere for at gennemføre langsigtede og multifunktionelle løsninger.

- Det opleves, at klimatilpasningen i dag ikke i tilstrækkelig grad tænkes ind i anden planlægning. Derfor opleves det som, at man afskærer sig fra samfundsmæssigt hensigtsmæssige løsninger med flere funktioner.
- Ansvar for kystbeskyttelse ligger hos den enkelte grundejer, og det opleves som en udfordring at koordinere tværgående løsninger enten mellem forskellige områder eller på tværs af kommunegrænser.

En lang række forskellige love og bekendtgørelser har indflydelse på gennemførelse af kystbeskyttelsesprojekter. Den komplekse og ressourcekrævende sagsbehandling tager tid og opleves som en udfordring.

3.4 Behov for ændringer – en ny tilgang til klimatilpasning

Klimatilpasning til stigende havvandsstande og øgede stormfloder og det faktum, at der er usikkerhed på udviklingen og konsekvenserne af klimaændringerne, giver udfordringer for de, der skal arbejde med klimatilpasning og tage beslutning om sikring mod oversvømmelser. Fremover skal der tages beslutning om:

- Hvordan beskyttes de eksisterende værdier (fx ejendomme, byområder, infrastruktur mv.) mod oversvømmelser?
- Hvordan tilpasses nye investeringer til stigende havvandstande og øgede stormfloder, så der ikke sker skader, når klimaet ændrer sig?
- Hvordan kan byen, lokalområder eller enkelte anlæg og bygninger udvikles, så de er tilpasset til klimaændringerne, fungerer som beskyttelse mod oversvømmelser for andre dele af byen og samtidig giver øget værdi til området i form af fx rekreative områder?
- Hvordan skabes der finansiering til dette?

Nedenfor er angivet de emner og områder, hvor der anbefales nye tiltag eller ændringer af eksisterende rammer for at fremme klimatilpasningen til oversvømmelser fra havet.

Der skal fastlægges et fornuftigt sikringsniveau for den fremtidige kystbeskyttelse, så aktørerne ved, hvilke niveauer af havvandsstigninger og stormfloder, der skal tilpasses til for at opnå den ønskede sikkerhed og robusthed.

Der skal foretages en overordnet prioritering samt udarbejdelse af helhedsløsninger for samlede kyststrækninger til støtte for kommunerne.

Kapaciteten hos organisationer, der arbejder med klimatilpasning og havvandsstigninger, skal øges i Danmark, så de bliver bedre i stand til at træffe de rigtige beslutninger om udvikling og investeringer i forhold til de fremtidige ændringer af klimaet.

Det skal fastlægges hvem, der skal bidrage til finansieringen af kystbeskyttelsen, og der skal være ensartede forhold og principper gældende for hele Danmark.

Der skal udvikles andre finansieringsmodeller. Det kan være modeller, hvor Staten også deltager i finansieringen af kystbeskyttelses anlæg, eller hvor der på anden måde bliver etableret en ordning, der kan bidrage til en finansiering af kystbeskyttelsen. En sådan ordning kan være Offentligt-Privat-Partnerskab.

Lovgivningen og andre rammebetingelser skal revideres, så det bliver mere enkelt og klart, og så koordinerede løsninger og tværkommunale løsninger bliver lettere at beslutte og gennemføre.

Den faglige viden om kystprocesser og viden om funktioner og teknik for metoder og anlæg til kystbeskyttelse og sikring mod oversvømmelser skal øges og formidles til kommuner og andre aktører.

Værktøjer til at sikre medfinansiering og gode rammer, så bygherrer og developere indbygger klimatilpasning i deres løsninger og i byudviklingen generelt, skal udvikles og anvendes.

Der skal fortsat være en forsikringsordning, så der er mulighed for at få udbetalt erstatninger ved oversvømmelser. Ordningen skal skabe incitamenter til at forebygge skader og tilpasse til fremtidige klimaændringer.

4. FASTLÆGGELSE AF ET FORNUFTIGT SIKRINGSNIVEAU

4.1 Modeller til fastlæggelse af sikringsniveau

Der er ikke fastsat et nationalt sikringsniveau i Danmark eller udarbejdet fælles retningslinjer for, hvordan et sådant sikringsniveau skal fastlægges af de lokale myndigheder. Tendensen har primært været at sikre de områder, der netop har været ramt af en stormflod, og at fastlægge sikringsniveauet til "lige over" den hændelse, der netop var indtruffet det pågældende sted.

I udredningen er der set på følgende tre modeller for at fastsætte et sikringsniveau:

Den reaktive model

Den reaktive model svarer stort set til den praksis, som hidtil har været gennemført i Danmark. Sikringsniveauet fastsættes ud fra højden på de tidligere stormfloder og oversvømmelser, der har været i et givent område og tillægges en sikkerhedsmargen, der skal tage højde for, at de fremtidige stormfloder kan være højere. Der foretages ingen beregninger af sandsynligheder for oversvømmelser eller, hvor store områder der kan blive oversvømmet. Som eksempel svarer metoden til, at man i Frederiksværk fastlægger et sikringsniveau, der svarer til den vandstandshøjde, der blev observeret under Bodil-stormen tillagt fx 20 cm.

Standard kote model

I standard kote modellen fastlægges sikringsniveauet ud fra stormflodsstatistikker for hver kyststrækning. Sikringsniveauet bestemmes til den kote, som fx svarer til en 100-års hændelse. Sikringsniveauet kan fremskrives til at gælde for en 100-års hændelse i år 2100 baseret på den nuværende viden om havvandsstigninger. Denne standardkote beregnes for alle kyststrækninger og udgør det fremtidige sikringsniveau. Standard kote modellen er således baseret på, at alle områder beskyttes til et ensartet statistisk niveau.

Den samfundsøkonomiske model

I den samfundsøkonomiske model fastsættes sikringsniveauet ud fra en risikovurdering baseret på sandsynligheder for oversvømmelser og skadesomkostninger, der opstår som følge af oversvømmelserne (både direkte skader på fx bygninger og infrastruktur og indirekte skader som fx tabt arbejdsfortjeneste) sat i forhold til de investeringer, der skal til for at beskytte området mod oversvømmelser.

Sikringsniveauet er således den kote, hvor risikoen for oversvømmelse lige netop svarer til de investeringer, der skal til for at beskytte området mod oversvømmelser. Hvis investeringerne til at beskytte området er højere end risikoen for oversvømmelser, kan det ud fra den samfundsøkonomiske model ikke betale sig at etablere kystbeskyttelse.

De samfundsøkonomiske beregninger udføres for hele kystbeskyttelses anlæggets levetid. Ud over de egentlige skadesomkostninger og investeringsbehov bør også andre værdier medtages i betragtningerne ved fastlæggelse af sikringsniveauet. Det kan være en øget adgang til rekreative områder, som giver en positiv værdi ved at etablere kystsikringen, eller det kan være tab af havudsigt for nogle ejendomme, der giver en negativ værdi ved at etablere kystsikring.

Ud fra en samfundsøkonomisk model fastlægges sikringsniveauet individuelt fra område til område ud fra, hvad der samfundsøkonomisk bedst kan betale sig.

4.2 Andre effekter af kystsikringen

I udredningen præsenteres en række direkte og afledte effekter af kystsikring ud over investeringsudgifter og reducerede skadesomkostninger, som, når de optræder, bør inkluderes i en samfundsøkonomisk analyse af kystsikringsinvesteringer. I nedenstående tabel er der givet en oversigt over de afledte effekter.

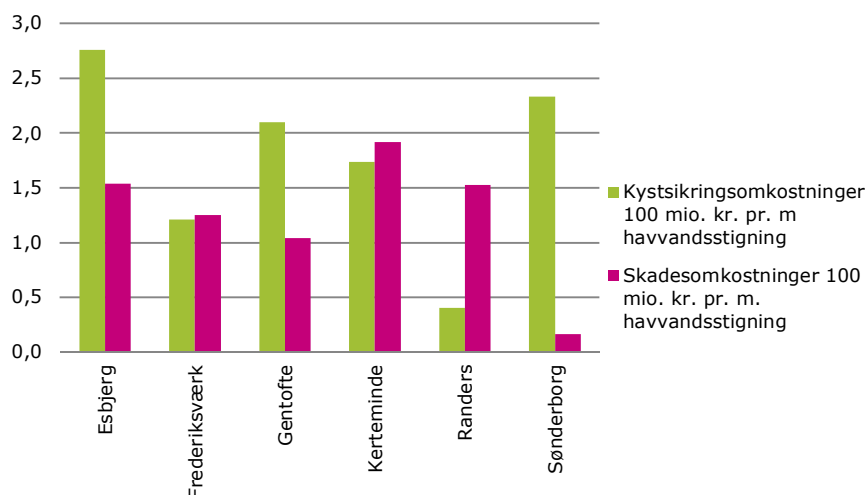
Afledt effekt	Beskrivelse	Økonomiske faktorer
Biodiversitet	En øget biodiversitet er med til at skabe samfundsøkonomiske gevinster ved f.eks. at understøtte fiskeriet og turismen. Kystsikring kan både være med til at øge biodiversiteten ved fx etablering af barriereøer, men kan også være med til at hindre en øget biodiversitet ved fx etablering af hårde kystsikringsanlæg.	Den økonomiske påvirkning af en øget biodiversitet er ikke kendt, den vil dog være positiv og tilsvarende negativ ved en formindskelse af biodiversiteten.
Herlighedsværdi	Nærhed til kyster og naturområder påvirker værdien af boliger og sommerhuse markant. Herlighedsværdien kan forringes, hvis fx udsigten over havet begrænses eller fjernes ved etablering af et dige. Omvendt kan herlighedsværdien øges ved etablering af et strandområde.	Værdien af naturområder inden for 500 m afstand estimeres til 10 pct. af boligens værdi per 10 ha. Kyst inden for 300 m estimeres til en værdi på op til 30 pct.
Fysisk og mental sundhed	Den fysiske sundhed påvirkes positivt ved adgangen til naturlige områder med mulighed for fysisk udfoldelse. Den mentale sundhed påvirkes positivt af naturlige områder. Kystsikring kan skabe mulighed for øget fysisk aktivitet fx med løbestier på toppen af et dige eller forhindringsbaner på skråninger. Omvendt kan adgangen til kysten forringes ved fx digebyggeri.	Værdien af en times motion har været estimeret til summen af reducerede sundhedsmkostninger på 24,6 kr. og et reduceret produktionstab på 64,3 kr. i 2006.
Turisme	Den overvejende del af internationale turister kommer for den danske kyst og natur. Der er potentialer for vækst i turismen ved at udvikle kystområder. Dette kan kystsikring bidrage til. Omvendt kan turismen også blive berørt, hvis adgangen og udsigten til havet bliver begrænset af kystsikringsanlæg.	Den økonomiske påvirkning af forbedrede kystområder er ikke kendt, den vil dog være positiv, og tilsvarende negativ, hvis kystbeskyttelse er med til at forringe adgangen til kyst og strand.

Tabel 4.1 Opsummering af afledte effekter af kystsikring

4.3 Resultater fra udvalgte cases

I udredningen er de forskellige modeller til at fastlægge sikringsniveauet afprøvet på 6 forskellige case byer: Frederiksværk, Kerteminde, Sønderborg, Gentofte, Esbjerg og Randers.

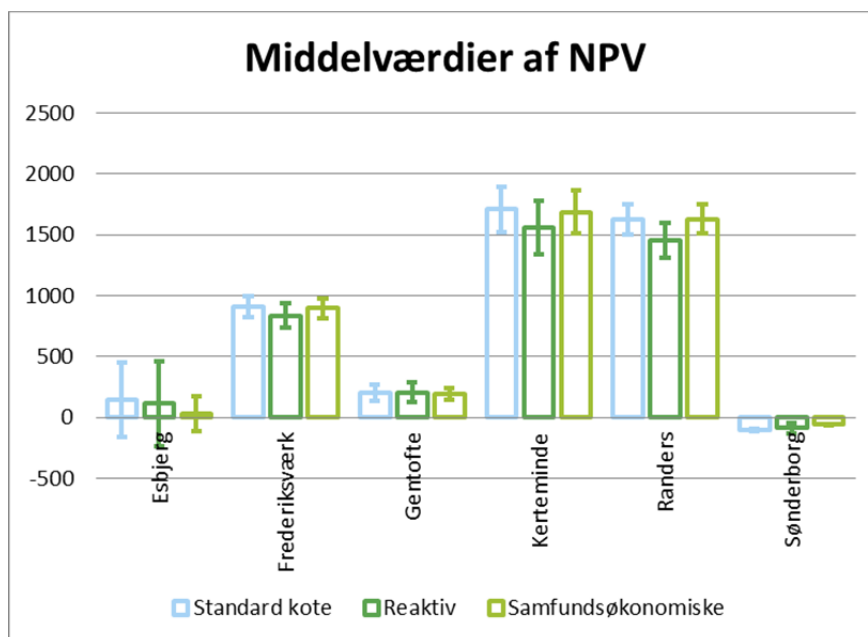
I figur 4.1 er vist henholdsvis skadesomkostninger og omkostninger til at etablere kystsikringen for de 6 byer set over en 100-årig periode.



Figur 4.1 Kystsikringsomkostninger pr. m havvandsstigning og skadesomkostninger ved 1 m havvandsstigning over sikringsniveau.

Figuren viser, at der er stor variation i forholdet mellem omkostningerne ved kystsikring og omkostningerne ved oversvømmelser mellem de udvalgte byer. Da der er samme risici for vandstigning alle steder, må kystsikringen antages at være en mere rentabel investering i Kerteminde, Randers og Frederiksværk, hvor skadesomkostningerne er relativt høje, end i Esbjerg, Gentofte og Sønderborg, hvor de er en del lavere i forhold til kystsikringsomkostningerne. Dette mønster skal dog ses i sammenhæng med de forskellige forhold mht. havvandsstigningerne og variationerne heri.

For at kunne sammenligne de tre modeller er der beregnet nutidsværdier for hver af de 6 byer og for hver af de tre modeller, jf. figur 4.2. Der er ikke indregnet synergieffekter eller andre effekter af kystsikringen i beregningerne.



Figur 4.2: Beregnede middelværdier for nutidsværdier (NPV) pr. by og tilpasningsmodel med usikkerhedsmargin på to gange de beregnede standardafvigelse.

Det ses, at de tre modeller i hovedparten af tilfældene giver entydigt positive resultater, og dermed er samfundsøkonomisk fordelagtige. Samtidigt fremgår det, at standard kote modellen og den samfundsøkonomiske model generelt giver de bedste resultater, idet middelværdien her er

størst. Det fremgår desuden, at kystsikringen med de anvendte forudsætninger ikke ser ud til at være samfundsøkonomisk rentabel i Sønderborg, Esbjerg og Gentofte.

4.4 Hvilken metode er bedst?

Ved gennemgang af beregningsresultaterne viser det sig, at sammenligningen imellem de tre betragtede metoder peger i retning af, at den samfundsøkonomiske metode til bestemmelse af kystsikringsniveauet, når resultaterne vurderes over en 100 års periode, er den mest fordelagtige, tæt fulgt af standard kote modellen. Den reaktive model giver i stort set alle tilfælde en dårligere forrentning.

Der er i byer med relativt høje investeringsomkostninger en klar tendens til en lavere samfundsøkonomisk forrentning af kystsikringsinvesteringerne for alle tre modeller. Samtidigt medfører den samfundsøkonomiske model væsentligt flere oversvømmelser end de øvrige modeller. Dette peger på, at der i valget mellem forskellige modeller til bestemmelse af et hensigtsmæssigt kystsikringsniveau må tages et valg mellem en høj samfundsøkonomisk rentabilitet eller en høj sikkerhed for (evt. små) oversvømmelser.

Den samfundsøkonomiske model har i forhold til de øvrige to modeller det yderligere fortrin, at den meget enkelt kan tilpasses til at tage hensyn til eksterne omkostninger eller benefits. Dette gøres ved at omdefinere kystsikringsomkostningerne til at inkludere nutidsværdien af sådanne værdier eller omkostninger.

Der er ikke noget, der peger på, at der skulle være behov for at bruge forskellige modeller forskellige steder i landet. De tre modeller er netop defineret på en måde, så de i forskelligt omfang tager hensyn til forskellighederne mellem forskellige byer. Det gælder især den samfundsøkonomiske model, der tager hensyn til kystsikringsomkostningernes størrelse, og hvor samtidigt de estimerede eksterne omkostninger og benefits kan medregnes i prioriteringen.

5. TEKNISKE LØSNINGER

Fremover vil der blive et øget behov for at tage beslutninger om, hvordan risikoen for oversvømmelser af værdier skal håndteres, og hvordan værdierne kan beskyttes. I dette afsnit beskrives en række forskellige tekniske løsninger til kystbeskyttelse. I rapporten Del 4 – tekniske løsninger er vedlagt et katalog, som systematisk beskriver de forskellige typer tekniske løsninger.

5.1 Valg af løsning

En stormflodssituation medfører dels en forhøjet vandstand, dels en bølgepåvirkning af kysten, som vil afhænge af vindretning og orientering af kysten. Stormflodssikringen skal derfor både være høj nok til at forhindre, at vandet løber over sikringen som følge af den forhøjede vandstand og som følge af bølgeoverløb, som kan være betydelig på eksponerede kyster.

Højvandssikringen skal beskytte baglandet i hele konstruktionens levetid. Følgende bidrag vil være med til at bestemme højden af anlægget:

- Statistisk eller historisk bestemt designvandstand
- Tillæg for klimabetinget havvandsstigning
- Reduktion/tillæg for lokal landhævning/-sænkning
- Tillæg for bølgeopløb
- Tillæg for sætninger i jord

5.2 Eksempler på kystbeskyttelses anlæg

Forskellige typer af konstruktioner og strategier kan anvendes til at sikre mod stormflod og højvande. Hvilken type teknisk løsning, der kan anvendes på forskellige kyststrækninger, vil i høj grad afhænge af de kysttekniske forhold det pågældende sted. Kystsikring inddeles ofte i hårde og bløde løsninger, hvor de hårde løsninger er egentlige tekniske anlæg, mens bløde løsninger bygger på sandfodring og de naturlige kystprocesser. Løsningerne til sikring mod højvande kan overordnet inddeles i følgende kategorier:

Kategori	Løsningstype	Hvor?
Barrierer langs kysten	Dige Kystsikringsmur/højvandsmur Hybridløsninger Strandpark Mobile barrierer	Etableres langs den udsatte kyststrækning til sikring af området bag konstruktionen
Barrierer langs kysten – bløde løsninger	Klitter/sandfodring	Etableres langs den udsatte kyststrækning til sikring af området bag klitterne
Barrierer på tværs af vandområder	Sluse Lukket dæmning	Etableres ved indløbet til fjord, å, kanal eller havn til sikring af kyststrækningen inden for vandområdet
Terrænmæssige løsninger	Terrænreguleringer/hævning af terræn i et større område Superdige	Etableres for hele eller dele af området, som skal bebygges
Bygningsmæssige løsninger	Hævning af enkeltbygninger Konstruktive beredskabsløsninger ved enkeltbygninger	Etableres for den enkelte bygning
Planlægningsmæssige løsninger	Tilbagetrækning fra lave områder Kontrolleret oversvømmelse af udvalgte områder	Planlægning af arealanvendelsen, så områder overgår til naturlig dynamik

Nedenfor er vist eksempler på nogle af de forskellige tekniske løsninger og deres muligheder for multifunktionelle anvendelser.

Diger og højvandsmure 	Diger kan etableres med stier på toppen og ved meget store diger også med veje. Diger kan laves meget flade, så de integreres i byområdet fx som en vej eller et rekreativt element med en god udsigt. Højvandsmure kan fx etableres som lodrette mure eller trappeformede mure. Den trappeformede mur giver mulighed for nem passage og brug som et rekreativt element.
Klitter 	Klitter kan etableres i strandområder, hvor der i forvejen er en naturlig klitdannelse. På de rigtige steder vil klitterne være en integreret del af kystnaturen og rumme mange rekreative værdier.
Strandpark 	En strandpark etableres som en sandø foran den eksisterende kystlinje som en kombination af forlande og/eller hofdere og indpumpning af sand mellem disse. Mellem sandøen og den oprindelige kystlinje er der laguner, hvor vandstanden styres af sluser. Lagunerne fungerer som buffer for afstrømning af vand fra åerne, når sluserne er lukket ved højvande. Løsningen sikrer derfor både mod højvande og oversvømmelser fra åerne i området.
Sluser 	Områder inden for fjorde, floder, åer og lignende kan beskyttes af sluser. Sluser kræver normalt store investeringer, men kan så også beskytte store områder. En sluse er kun i brug ved højvande og stormfloder, hvilket sikrer fri sejlads og vandudskiftning under normale forhold.
Terrænregulering 	Regulering af terrænet ved fx byudvikling kan fungere som beskyttelse mod oversvømmelser samtidig med, at udsigten til vandet kan bevares. Bygninger og vigtige funktioner, der ikke kan tåle oversvømmelser, placeres på det hævede terræn.

Bygningsmæssige løsninger 	En løsning er at tilpasse bygninger i et område til periodevise oversvømmelser. Derved bevares den direkte adgang til kysten og havet. Det kan være ved at hæve gulvhøjden i bygningen med et højt fundament eller pæle. Alternativt kan bygningerne tilpasses, så man i tilfælde af oversvømmelser kan tætte bygningerne med skot eller porte, der kan lukke af for døre og andre åbninger i muren.
Mobile løsninger 	Mobile løsninger kan anvendes, hvis det ikke er muligt eller ikke passer ind i bymiljøet at etablere faste oversvømmelsessikringer. De mobile løsninger etableres i forbindelse med et stormflodsvarsel. Mobile løsninger kan være skotter, der sættes op mellem to huse på en vej, eller det kan være vandfyldte barrierer (water tubes), der lægges ud og fyldes med vand, så de kan modstå vandtrykket.

En alternativ løsning kan være at lade særligt udsatte områder bliver oversvømmet med mellemrum. Det kan være steder, hvor en sikring af området er uforholdsmæssig dyr. Dette betyder, at evt. allerede etablerede kystsikringskonstruktioner fjernes, og værdier og bygninger enten flyttes til andre områder eller sikres enkeltvis ved tilpasning af bygningerne. At den naturlige dynamik således er bestemmende kan være til gavn for kystnaturen, og betyder, at der bliver skabt en bufferzone mellem kysten og de bebyggede områder. Udsigten til havet bevares dermed for de fleste bagvedliggende ejendomme.

6. FORSLAG TIL EN NY TILGANG TIL KYSTBESKYTTELSEN

Hovedprincippet for kystbeskyttelsen i Danmark er, at grundejere, der får gavn af en kystbeskyttelse, finansierer, organiserer og driver kystbeskyttelsesanstaltene. I forhold til oversvømmelser har vi i Danmark indtil nu primært udført kystbeskyttelse som en reaktion på oversvømmelser af områder. Med den viden vi har i dag om de forventede havvandsstigninger og øgede stormfloder samt usikkerheden på disse, er det nødvendigt at planlægge, tilpasse og udvikle kystområderne og kystbyerne til de fremtidige ændringer efter andre principper end en reaktion på det, der er sket tidligere. Det vil derfor blive mere komplekst at tage beslutninger, og det kan ikke forventes, at de enkelte grundejere kan håndtere disse udfordringer fremover eller finansiere dem.

Der er behov for at tilpasse sig til fremtidige klimaændringer allerede nu, da mange af de investeringer og etablering af anlæg, der foretages i dag, har en levetid på måske 75-100 år, og derfor også skal kunne modstå stigende havvandsstande og øgede stormfloder til den tid.

I dette afsnit gives forslag og anbefalinger til at ændre rammevilkårene for tilpasning til havvandsstigninger og stormfloder i et fremtidigt klima. Det er overordnet holdningen, at der er behov for at revidere de eksisterende rammevilkår, og at Staten skal have en større rolle i den generelle kystbeskyttelse. Dette gælder både i forhold til ansvaret for at gennemføre kystbeskyttelse og i forhold til finansieringen af den.

6.1 Organisering

Den nuværende organisering giver store udfordringer og er ikke tidssvarende i forhold til de fremtidige udfordringer. Det bekræfter både en spørgeundersøgelse gennemført hos organisationer i Danmark og erfaringer fra udlandet. Der er behov for at organisere kystbeskyttelsen på en anden måde med et eller flere mere overordnede organer, der kan sikre bedre helheds løsninger, prioritere indsatser, håndtere interessenter og varetage projektering, etablering og finansiering af kystbeskyttelsesløsningerne.

På grundlag af erfaringer fra bl.a. Holland og med inspiration fra organiseringen af klimatilpasningen over for skybrud i Danmark kan en fremtidig organisering i forhold til kystbeskyttelse og tilpasning til havvandsstigninger bestå af tre parter:

1. Et statsligt/nationalt organ, der udarbejder de overordnede rammer for kystbeskyttelsen. Det omfatter ansvaret for at vurdere klimascenarier og udarbejde og opdatere minimumskriterier for fastsættelse af sikringsniveauer. Endvidere skal det statslige/nationale organ prioritere kystbeskyttelsen på forskellige strækninger samt stille viden og data til rådighed fx gennem nedsættelse af en task force, der kan bistå og rådgive kommunerne.
2. Kommunerne, der er planmyndighed for arealanvendelsen. Kommunerne udarbejder detaljerede oversvømmelseskort, klimatilpasningsplaner og masterplaner for kystbeskyttelsen og har ansvaret for at koordinere på tværs af grænser.
3. Private eller offentlige driftsselskaber, der projekterer, etablerer, driver og vedligeholder kystbeskyttelsesanstaltene. Det kan fx være en udvidelse af forsyningsselskabernes ansvarsområde, som kan sammenlignes med de såkaldte "Water Boards" i Holland.

6.2 Finansiering

Finansieringen af kystbeskyttelsen og tilpasningen til havvandsstigninger ses som en af de helt store udfordringer, og der er behov for at udvikle nye finansieringsmodeller og inddrage dem i lovgivningen eller en vejledning, så der ligger konkrete skabeloner og regler for finansieringen.

Generelt for finansiering af kystbeskyttelse anbefales det, at samfundsøkonomi, samfundsværdier og benefits ved kystsikringen (fx rekreative fordele) tages med i betragtning, da det er i samfundets (og dermed det offentlige) interesse, at disse værdier også udvikles og beskyttes.

På baggrund af udredningen kan der umiddelbart peges på fire forskellige modeller for finansiering af tilpasningen til havvandsstigninger:

- Det nuværende princip "ejereren/den der får gavn af beskyttelsen" betaler. Hvis dette princip fastholdes, bør der udarbejdes klare retningslinjer for fordeling af bidraget til kystbeskyttelses anlægget. Endvidere kan kommuner og/eller staten forpligtes til at yde bidrag, hvor kriteriet om almennytte er opfyldt.
- Oprettelse af en fond til medfinansiering af fx demonstrationsprojekter eller beskyttelse af vigtige værdier. Fonden kan evt. oprettes i tilknytning til Stormrådets katastrofeordning, så en del af indbetalingen hertil kan bruges til forebyggende tiltag.
- Hel eller delvis finansiering via skatter og/eller takster. Det kan fx være via indkomstskatten eller ejendomsværdiskatten. Hvis private selskaber får en rolle, kan udgifterne opkræves via takster.
- Offentlige-Private-Partnerskaber, hvor det offentlige og private virksomheder deles om udgifterne set over en længere periode på 20 til 40 år.

Forslag til en dansk model

Der er forskellige kombinationsmuligheder af de beskrevne finansieringsmodeller og også fordele og ulemper ved de forskellige modeller, som skal analyseres nærmere og drøfte politisk. Baseret på udredningsprojektet og input fra spørgeskemaundersøgelsen kan nøgleordene for en dansk finansieringsmodel for at etablere kystbeskyttelsesprojekter være:

Finansieringen af kystbeskyttelsen deles mellem staten og kommunerne. Statens bidrag opkræves via skatter og afsættes årligt som en pulje på Finansloven. Det anbefales at have en statslig delfinansiering for at udligne nogle af forskellene i behovet for kystbeskyttelse og tilpasning til fremtidige havvandsstigninger mellem kommunerne i Danmark.

Kommunernes bidrag opkræves via ejendomsskatten. Det anbefales at have et kommunalt (lokalt) bidrag for at skabe et incitament for kommunerne til at gennemføre en udviklende planlægning og løsninger med multifunktionalitet, hvor der kan skabes benefits og mere værdi end "blot" beskyttelse mod havvandsstigninger. Dette kan være med til at fokusere på at skabe projekter, som kan afdække andre gevinster og dermed tiltrække potentielle private investorer, pensionsselskaber og fonde.

Indtil der er skabt eksempler på gode løsninger til tilpasning til havvandsstigninger, er der behov for læring og for at skabe demonstrationsprojekter. Dette koster flere penge, end når kendte og veludviklede design og løsninger skal etableres. Det anbefales derfor, at der oprettes en fond til medfinansiering af sådanne projekter.

6.3 Forsikringsforhold

Det anbefales at fastholde den nuværende kollektive forsikringsordning, men at fokusere på, at udbetalingen af erstatninger efter oversvømmelser også kan benyttes til at forebygge, at der sker

oversvømmelser igen. Erstatningen bør derfor også kunne gives til tilpasningsforanstaltninger og ikke kun til opførelse af fx den skadede ejendom til samme tilstand og beskyttelsesniveau som før skaden.

6.4 Planer for klimatilpasning

En vigtig del af klimatilpasningen er en helhedsorienteret og langsigtet planlægning, så der kan skabes synergi mellem forskellige projekter og tiltrækkes investorer, der kan bidrage til udviklingen og tilpasningen til havvandsstigninger og øgede stormfloder. En del af opgaven for et statsligt organ er at udarbejde en fælles kystsikringsstrategi og udstikke nationale retningslinjer for den fremtidige tilpasning til udviklingen i havvandsstanden. Disse retningslinjer skal ligge til grund for kommunernes klimatilpasningsplaner/kommuneplaner og for de efterfølgende lokalplaner.

Det anbefales, at der udarbejdes et lignende arbejde som udført i forbindelse med udpegningen af de 10 risikoområder for oversvømmelser for de øvrige kyststrækninger i Danmark. Kommunerne indarbejder risikostyringen i forhold til oversvømmelser som en del af deres klimatilpasningsplaner.

Med ændringerne i Planloven i 2012 kan klimatilpasning indgå som et tema i lokalplanerne, og der kan udarbejdes klimalokalplaner for større områder, for fx at begrænse byggeri og anlæg i oversvømmelsestruede områder. Det anbefales at udvide planloven, så der bliver mulighed for at skabe udvidet adgang til at etablere nye byområder eller sommerhusområder til erstatning for områder, hvor omkostninger til at beskytte de eksisterende ejendomme er for store i forhold til de værdier, der opnår beskyttelse. Dette kan være med til at modvirke tab og stavnsbinding for husejere i et sådant område, hvor der ikke gennemføres beskyttelse.

6.5 Opbygning af kapacitet

Opbygning af kapacitet hos danske organisationer, der arbejder med klimatilpasning til havvandsstigninger, er nødvendig. En opbygning af kapaciteten kan fx foregå på følgende 4 fronter:

- Udarbejde en vejledning og eksempler på klimalokalplaner og "best practice" for at planlægge klimatilpasning i forhold til havvandsstigninger, herunder fortolkning af klimascenarier og fastsættelse af fornuftige sikringsniveauer.
- Gradvis integrere klimatilpasning i offentligt finansierede projekter. Der skal sættes krav til, at projekterne altid er omfattet af en risikovurdering og nødvendige beskyttelsesforanstaltninger. I starten kan det være i forhold til de aktuelle risici, men efterhånden (fx efter 3 år) skal kravene strammes til også at omfatte fremtidige risici, så projekter og anlæg er beskyttet i hele deres levetid.
- Oprette en task force, der kan hjælpe og støtte organisationer med uddannelse, videndeling og læringsprocesser.
- Nedsættelse af et organ med høj kapacitet, der kan gennemgå og revidere rammevilkårene løbende. Organet skal derfor etablere systematiske læreprocesser til at identificere barrierer og andre problemer, der skal løses gennem udvikling af rammevilkårene.

6.6 Værktøjer til strategisk planlægning

Erfaringer fra andre lande, der har arbejdet længe med kystsikring og tilpasning til fremtidige havvandsstigninger, er, at arbejdet skal foretages med lange planlægningsperioder, og at der skal tænkes helhedsorienteret og multifunktionelt. Fokus på multifunktionalitet sikrer, at kystsikringen kan integreres i andre samfundsmæssige investeringer, og at projekterne bliver interessante for investeringer fra andre aktører. Det anbefales derfor, at der udvikles og arbejdes med

forskellige værktøjer og metoder, der kan være med til at identificere steder i et projekt, hvor der er mulighed for at inddrage andre aktører og skabe multifunktionalitet.

I udredningen er der peget på to eksisterende værktøjer, der kan bruges: Resilience Pathway 2.0 og Triggerplanlægning. Begge metoder bygger på at inddrage andre investorer i udviklingen af et område eller et projekt, så de kan se en fordel i at være med til at indrette området, så det kan modstå fremtidige klimændringer og havvandsstigninger i stedet for, at der på et senere tidspunkt skal gennemføres kystbeskyttelse for at forhindre oversvømmelser af områder, der ikke er indrettet hensigtsmæssigt. Metoderne bygger på at inddrage andre interessenter end kommunerne og potentielle finansieringskilder tidligt i processen, allerede i de første idé- og planlægningsfaser. Målet er, at fx kommunerne har overblikket og ansvaret for strategien og foretager strategiske mindre investeringer, men at andre generelt deltager i udviklingen og finansieringen.

6.7 Fastlæggelse af sikringsniveau

Der er ikke fastsat et nationalt sikringsniveau i Danmark eller udarbejdet fælles retningslinjer for, hvordan et sådant sikringsniveau skal fastlægges af de lokale myndigheder. Tendensen har primært været at sikre de områder, der netop har været ramt af en stormflod, og at fastlægge sikringsniveauet til "lige over" den hændelse, der netop var indtruffet det pågældende sted. Der er dog et ønske om at få fastlagt retningslinjer for sikringsniveauer som støtte for beslutninger i forhold til kystsikring og byudvikling bl.a. hos kommunerne.

Udredningen har vist, at der er en klar samfundsøkonomisk gevinst ved at bruge en samfundsøkonomisk model, hvorfor det anbefales at lægge denne metode til grund for fastsættelse af et sikringsniveau i Danmark.

For at udvikle og gøre metoderne til fastlæggelse af et fornuftigt sikringsniveau mere sikre, kan der arbejdes videre med følgende:

- Undersøge metodernes følsomhed over for:
 - Usikkerhed på havvandsstigninger
 - Anlægsomkostninger
 - Skadesomkostninger
 - Diskontering
- Regne på omkostninger til sikring af de enkelte ejendomme.
- Foretage mere detaljerede beregninger af anlægs- og driftsomkostninger af løsninger/metoder til klimatilpasning i forhold til havvandsstigninger.
- Kortlægge og indregne "bløde" værdier og synergiomkostninger (både positive og negative) i beregningerne.

Indregne udvikling af byerne set over de næste 100 år. I udredningen er det forudsat, at byerne ikke udvikler sig, men byudviklingen kan både få positiv og negativ påvirkning på de samfundsøkonomiske beregninger.

7. REFERENCER

- /1/ Kystdirektoratet. Højvandsstatistikker 2012
- /2/ Kystdirektoratet. Forslag til udpegning af risikoområder på baggrund af en foreløbig vurdering af oversvømmelsesrisikoen fra havet, fjorde eller andre dele af søterritoriet. Teknisk baggrundsrapport, april 2011
- /3/ IPCC 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- /4/ Martin Olesen, Kristine Skovgaard Madsen, Carsten Ankjær Ludwigsen, Fredrik Boberg, Tina Christensen, John Cappelen, Ole Bøssing Christensen, Katrine Krogh Andersen, Jens Hesselbjerg Christensen. (2014): Fremtidige klimaforandringer i Danmark. DMI-publikation; Danmarks Klimacenterrapport 14-06. 1. oktober 2014.