

# ***Klimatilpasning – 5 centrale forskningstemaer Maj 2009***



**KAT**



# *Klimatilpasning*

## *– 5 centrale forskningstemaer*

*Maj 2009*

Bent Andersen  
Svend Binnerup  
Lilian van der Bijl  
Karen G. Villholth  
Martin Drews  
Iben F. Strand  
Thomas Henrichs  
Niels Larsen  
Torben Timmermann  
Lars Moseholm

Koordineringsenhed  
for forskning  
i klimatilpasning

**KAT**

# Datablad

- Titel:** Klimatilpasning - 5 centrale forskningstemaer
- Forfattere:** Bent Andersen, Svend Binnerup, Lilian van der Bijl, Karen G. Villholth, Martin Drews, Iben F. Strand, Thomas Henrichs, Niels Larsen, Torben Timmermann, Lars Moseholm
- Udgiver:** Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning  
**URL:** <http://www.klima.au.dk/kft>
- Udgivelsesår:** juni 2009  
**Redaktion afsluttet:** maj 2009
- Bedes citeret:** Andersen, B., Binnerup, S., Bijl, L.v.d., Villholth, K.G., Drews, M., Strand, I.F., Henrichs, T., Larsen, N., Timmermann, T. & Moseholm, L. 2009: Klimatilpasning – 5 centrale forskningstemaer. Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning. 32 s.  
[http://klima.au.dk/fileadmin/filer/KFT/klimatilpasning\\_www.pdf](http://klima.au.dk/fileadmin/filer/KFT/klimatilpasning_www.pdf)
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Om KFT:** Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning (KFT) er etableret under regeringens strategi for tilpasning til klimæændringer i Danmark. KFT består af Aarhus Universitet, Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Danmarks Meteorologiske Institut (DMI), De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Københavns Universitet (KU) samt Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Formand for KFT's styregruppe er adm. direktør Leo Larsen, Sund & Bælt. KFT's sekretariat har adresse ved Danmarks Miljøundersøgelser.
- KFT skal fremme og medvirke til tværgående videnopbygning inden for forskning i klima, klimaeffekter og klimatilpasning. Dette skal gøres gennem koordineret forskning i nationale og europæiske forskningsprogrammer og bistå forskermiljøerne med data og viden om eksisterende forskning og særligt vigtige forskningsbehov på klimatilpasningsområdet. KFT skal sikre, at foreliggende forskningsresultater er til rådighed for forskningsmiljøerne, samfundet og de sektorer, som skal udmønte konkrete tilpasningsinitiativer.
- Emneord:** Forskningstemaer, klimatilpasning, FORSK2015
- Illustrationer:** Grafisk værksted, DMU Silkeborg
- Forsidefoto:** Surt overdrev nord for Fusing Sø. Foto: Henriette Bjerregaard, Miljøcenter Århus.
- Tryk:** Schultz Grafisk  
Miljøcertificeret (ISO 14001) og kvalitetscertificeret (ISO 9002)
- Oplag:** 500 stk.
- ISBN:** 978-87-993234-0-1
- Sideantal:** 32
- Internetversion:** Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på KFT's hjemmeside  
[http://klima.au.dk/fileadmin/filer/KFT/klimatilpasning\\_www.pdf](http://klima.au.dk/fileadmin/filer/KFT/klimatilpasning_www.pdf)



# Indhold

<b>Forord</b>	<b>5</b>
<b>Sammenfatning</b>	<b>6</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>7</b>
<b>2 Klimatilpasning konceptuelt</b>	<b>8</b>
<b>3 Proces</b>	<b>9</b>
<b>4 Forskellige former for videnbehov</b>	<b>10</b>
<b>5 Kortlægning af klimaforskningen</b>	<b>11</b>
5.1 Kortlægning af klimaforskningen i Danmark	11
5.2 International litteratur	12
<b>6 Forskningstemaer</b>	<b>13</b>
6.1 Rammerne for identifikation af temaer	13
6.2 Mål med klimatilpasningsforskning	13
6.3 Temaer	14
6.4 Sammenhænge/koblinger mellem temaer	16
6.5 Større forskningsmæssige perspektiver og udfordringer	17
6.6 Ressourceskøn	19
<b>Bilag: Forskningstemaer</b>	<b>20</b>
Tema 1: Modeller og klimatilpasning	21
Tema 2: Samfund og klimatilpasning	23
Tema 3: Byggeri og klimatilpasning	25
Tema 4: Landskab og klimatilpasning	27
Tema 5: Klimatilpasning og kystzonen	29



## Forord

Reduktion af klimagasser (mitigation) og klimatilpasning (adaptation) er komplementære aktiviteter, hvor mitigation søger at mindske effekten af klimaændringer globalt mens adaptation søger at opbygge en kapacitet, der gør det muligt for samfundet at tilpasse sig de klimaændringer, der kommer. En lang række europæiske lande har i de senere år vedtaget strategier for klimatilpasning, men der er kun en ringe mængde forskning der underbygger forståelsen af, hvorledes samfundets følsomhed overfor klimaændringer kan minimeres. Samfundets forskellige institutioner og aktører står overfor en stor udfordring med at finde holdbare og økonomisk effektive løsninger og ikke mindst med at kommunikere og informere om løsninger til borgere, myndigheder og erhverv. De institutionelle og politiske udfordringer er formodentlig større end de rent tekniske udfordringer.

KFT har siden sin oprettelse i marts 2008 koncentreret sig om tre områder: 1) kortlægning af klimaforskningen i Danmark; 2) identifikation af centrale tværgående forskningsspørgsmål i samarbejde med Koordinationsforum for Klimatilpasning samt 3) bidrag med konsoliderede data og viden til portalen Klimatilpasning.dk. Denne rapport er det foreløbige resultat af arbejdet med det andet område.

Klimatilpasning adresserer primært lokale og regionale klimaændringer og berører i særlig grad brugen af landskabet og bymiljøet, vandets kredsløb samt økonomi og institutionel tilpasning. Klimatilpasning er umiddelbart til fordel for de, som berøres af klimaeffekterne og behovet for tilpasning vil lægge et væsentlig politisk pres på beslutningstagere på alle niveauer. Det er derfor af stor betydning at forskningen i klimatilpasning aktivt bidrager til at udvikle robuste tilpasningsmetoder, hvilket givetvis vil indebære en omfattende ændring af eksisterende løsningsmodeller og brug af nye virkemidler, herunder ny teknologi i bred forstand samt udvikling af samfundets institutionelle og sociale evner til at tilpasse sig. Klimaændringer har både positive og negative konsekvenser. Klimatilpasningen skal derfor kunne adressere begge kategorier. Det vil være afgørende, at de klimatilpasningsstrategier, der vælges, bidrager til en bæredygtig udvikling.

Det er i denne sammenhæng at rapporten skal læses.

Leo Larsen  
Formand for KFT's styregruppe

Lars Moseholm  
Centerleder, KFT

# Sammenfatning

Rapporten foreslår fem centrale forskningstemaer under overskriften *Fremtidens klima og klimatilpasning* i FORSK2015, som kan understøtte den danske klimatilpasningsindsats. Temaerne understøtter klimatilpasningen på baggrund af forskningsbehov, der er identificeret af forskningsmiljøerne og sektorerne under Regeringens *Strategi for tilpasning til klimændringer i Danmark* fra marts 2008.

De faglige forskningsbehov er identificeret af det Det forskningsfaglige Rådgiverpanel under Koordineringsenhed for forskning i Klimatilpasning (KFT) ved Aarhus Universitet. Parallelt hermed er sektorenes forsknings- og videnbehov identificeret af de to arbejdsgrupper for henholdsvis forskning og samfundsøkonomiske analyser under det tværministerielle Koordinationsforum for Klimatilpasning (KoK). De to processer er efterfølgende koblet sammen og rapporteret i denne rapport, som er udarbejdet af KFT som et fælles, konsolideret oplæg fra KoKs arbejdsgrupper og KFTs forskningsfaglige rådgiverpanel til de kommende globaliseringsforhandlinger.

Oplægget er udarbejdet inden for rammerne af FORSK2015-udspillet fra Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling med henblik på at få tilvejebragt den viden og de redskaber, der efterspørges af sektorer og myndigheder til implementering af regeringens klimatilpasningsstrategi.

Dette oplæg til forskningstemaer er således et gennearbejdet, helhedsorienteret og tværsektorielt forslag til fremtidige forskningstemaer inden for klimatilpasning med forankring i såvel forskningsmiljøerne som det politisk-administrative system.

De fem centrale temaer er:

1. Modeller og klimatilpasning
2. Samfund og klimatilpasning
3. Byggeri og klimatilpasning
4. Landskab og klimatilpasning
5. Klimatilpasning i kystzonen.

Der er i rapporten givet en beskrivelse af baggrunden for det enkelte tema, de involverede forskningsspørgsmål, en omtale af forskningsdiscipliner og den forskningsmæssige satsning. Desuden er koblingen til anden forskning og de forventede resultater angivet. Tilsammen dækker temaerne en bred vifte af videnbehovet på klimatilpasningsområdet.

Hvert tema udgør i omfang en flerårig tværfaglig forskningsindsats svarende til, hvad der sædvanligvis placeres i egentlige forskningscentre. Dertil kommer en række overgribende forskningstemaer som går på tværs af temaindsatserne. Dette afspejler forhold, som især vedrører samspillet mellem videnskab og samfund i en situation, hvor der skal træffes væsentlige samfundsmæssige beslutninger under usikkerhed i forhold til fremtidens klima.

Nye temaer kan komme til i takt med at nye forskningsbehov viser sig. Tilpasning af samfundet til fremtidens klima må forventes at blive en iterativ proces baseret på klimarobuste løsninger med støtte i videnedveksling på tværs af sektorer og fagmiljøer.

En kortlægning af det danske forskningslandskab i 2009 viser at der er et væsentligt potentiale for at øge den danske forskningsindsats på klimatilpasningsområdet.

Det samlede forskningsbehov over en 5 års periode er anslået til 700 mio. kr., hvoraf 85 mio. kr. pr. år kan skønnes at skulle finansieres nationalt via primært basismidler og forskningsrådsmidler, hvis behovet skal dækkes. Forskning forudsættes koblet til ekstern finansiering, hvor EU's 7. rammeprogram og det nordiske topforsknings- og innovationsprogram inden for energi, klima og miljø vil være væsentlige kilder.



# 1 Indledning

I marts 2008 offentliggjorde Regeringen sin strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark. Blandt initiativerne i strategien var nedsættelse i foråret 2008 af et tværgående *Koordinationsforum for Klimatilpasning* (KoK), som skal sikre en koordineret klimatilpasningsindsats på tværs af sektorer og myndigheder, etablering af et *Videncenter for Klimatilpasning* og etablering af en *Koordineringsenhed for Forskning i Klimatilpasning* (KFT). Dannelsen af KFT med et *Forskningsfagligt Rådgiverpanel* (FRP) under sig har skabt mulighed for at involvere danske forskere på tværs af de traditionelle fagmiljøer i forskningstemaer og aktiviteter, der relaterer sig til flere af samfundets sektorer.

Af klimatilpasningsstrategien fremgår det, at der i større omfang er behov for dels at fokusere på klimatilpasningsspørgsmålet, dels at styrke koordinering af administrative tiltag med den danske klimatilpasningsforskning til støtte for beslutningsprocesserne i de berørte sektorer. Forskningen skal styrke grundlaget for udviklingen af forvaltningsværktøjer og metoder inden for områder med identificerede videnbehov. Resultaterne skal give et bedre beslutningsgrundlag for prioritering og igangsættelse af tiltag på klimatilpasningsområdet.

Internationalt har EU en hvidbog om klimatilpasning på vej (*Adapting to climate change: Towards a European framework for action*) og i regi af FN's klimakonvention (UNFCCC) arbejdes der aktuelt med at sikre klimatilpasning som en del af en post-2012 klimaaftale. Disse arbejder forventes at få betydning for udmøntningen af den nationale klimastrategi – herunder den nationale klimatilpasningsforskning.

Rapporten indledes med at beskrive KFT's koncept for klimatilpasning, kapitel 2.

Koordineringen af de indspil, der har været om forskningsbehov, er foretaget af KFT - bl.a. gennem afholdelse af et 2-dages seminar i marts 2009. Processen er nærmere beskrevet i kapitel 3. De forskellige former for videnbehov er beskrevet i kapitel 4.

KFT har i samarbejde med Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling samt Klima- og Energiministeriet gennemført en kortlægning af klimaforskningen i Danmark. Kortlægningen har resulteret i ny viden om såvel forskningskompetencer som klimaforskningsprojekter med dansk deltagelse samt afdækket de store potentialer, der ligger i klimaforskningen i Danmark. Hovedkonklusionerne af kortlægningen af klimaforskningen i Danmark fremgår af kapitel 5.

I kapitel 6 beskrives rammerne for forskningstemaerne og det overordnede indhold er præsenteret. Derudover uddybes snitfladerne mellem temaerne og tidshorisonter for arbejdet samt behovet for tværgående udredningsbehov. Desuden perspektiveres forskningsbehovet i forhold til klimapolitikken og det globale perspektiv, og der gives et overordnet overslag over omfang og ressourcebehovet i forhold til de foreslåede forskningstemaer.

I bilaget uddybes de 5 forskningstemaer.

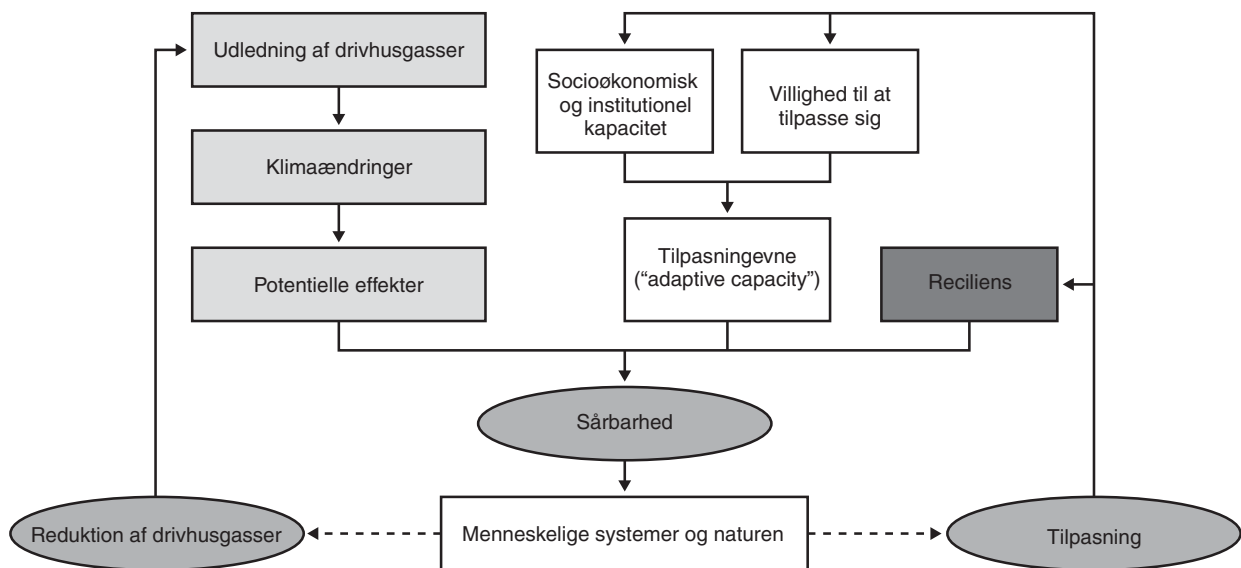
## 2 Klimatilpasning konceptuelt

Klimaudfordringen kræver principielt to typer af handling: reduktion i udledningen af drivhusgasser (mitigation) og tilpasning til et fremtidigt ændret klima (adaptation). Selvom om det lykkes at begrænse og reducere udledningen af drivhusgasser vil det tage tid, før Jordens klima stabiliseres. Vi vil derfor stå over for fortsatte klimaændringer i mindst 50-100 år, som vi skal tilpasse os.

Mennesket og samfundet har altid tilpasset sig til det oplevede klima, enten i forhold til erfaring og kollektiv hukommelse eller i forhold til klimastatistik (*reaktiv klimatilpasning*). Det nye er, at vi har en viden om det fremtidige klima og derfor kan diagnosticere og handle i forhold til en ændret sårbarhed overfor klimaet (*proaktiv klimatilpasning*).

Naturen kan kun tilpasse sig reaktivt efterhånden som klimaet ændrer sig, men samfundet har mulighed for gennem anvendelse af en strategisk tilgang at gøre det muligt rettidigt at anvende virkemidler, der sikrer en sammenhængende løsning på tværs af sektorer og reguleringsniveauer. Der er behov for en innovativ forvaltning, der understøtter udviklingen på en proaktiv måde.

Der foregår allerede nu i begrænset omfang proaktiv klimatilpasning, men for det meste på en fragmenteret og ukoordineret måde. Der er derfor behov for en strategisk tilgang for at sikre en rettidig og effektiv klimatilpasning på tværs af sektorer og forskellige institutionelle niveauer. Det er i den sammenhæng at den danske klimatilpasningsstrategi og EU's hvidbog om klimatilpasning skal ses.



**Figur 1.** Sammenhængen mellem samfund, klimapåvirkning og klimatilpasning.

Den proaktive klimatilpasnings mål er at reducere sårbarheden (vulnerability) overfor klimapåvirkningerne – og at udnytte potentielle fordele ved et ændret klima (ikke vist på figur 1). Sårbarheden kan reduceres, enten ved at øge den fysiske resiliens (modstandsdygtighed) – eksempelvis bygge digerne højere - eller forbedre samfundets tilpasningsevne (adaptive capacity) – eksempelvis bedre varslings og beredskab i forhold til højvande. Som regel vil en kombination af øget fysisk resiliens og forbedret tilpasningsevne være den bedste måde at reducere sårbarheden på. Dette forudsætter - som vist på figur 1 - at samfundets kapacitet og villighed til at tilpasse sig ændrer sig i takt med behovet.

### 3 Proces

KFT har gennem sin organisering nær tilknytning til forskningsmiljøerne via Forskningsfagligt Rådgiverpanel, der dækker både sektorspecifikke fagområder og faglige discipliner som humaniora, jura, og økonomi. Forskningsfagligt Rådgiverpanel har spillet en central rolle i processen med at udarbejde dette oplæg til forskningstemaer på klimatilpasningsområdet.

Politisk-administrativt forankrede arbejdsgrupper under Koordinationsforum for Klimatilpasning (KoK) har været tæt involverede i udarbejdelsen af dette forslag. Det drejer sig om KoKs forskningsarbejdsgruppe og KoKs samfundsøkonomiske arbejdsgruppe, hvor sektorministerier, Kommunernes Landsforening og Danske Regioner er repræsenteret. Disse arbejdsgrupper har først identificeret en række sektor-relaterede forskningstemaer inden for klimatilpasning - og på baggrund heraf identificeret og prioriteret en række tværgående forskningstemaer. Desuden har de involverede sektorer bidraget til et samlet katalog med sektorspecifikke forskningsemner.

Parallelt hermed har det Forskningsfaglige Rådgiverpanel, der er sammensat af førende forskere med forskningsfelter af relevans for klimatilpasning, ligeledes formuleret en række specifikke forskningstemaer og på grundlag heraf formuleret et antal tværgående forskningstemaer. Resultatet af de to parallelle forløb er afrapporteret til KoK i december 2008. Det fungerede som grundlag for en videre fælles bearbejdning og integration af de her foreslåede temaer.

På basis af et skriftligt oplæg fra KFT til tværgående forskningstemaer inden for klimatilpasning blev der afholdt et fælles seminar den 23.-24. marts 2009 med deltagelse af:

- KFT's styregruppe og sekretariat
- KFT's Forskningsfaglige Rådgiverpanel
- KoKs forskningsarbejdsgruppe
- KoKs samfundsøkonomiske arbejdsgruppe
- Klima- og Energiministeriet.

De fem forskningstemaer udgør således et fælles, konsolideret oplæg fra KoKs arbejdsgrupper og KFT's Forskningsfaglige Rådgiverpanel til de kommende globaliseringsforhandlinger. Oplægget er udarbejdet inden for rammerne af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udviklings FORSK2015 udspil vedr. det strategiske forskningstema *Fremtidens klima og klimatilpasning* (juli 2008) med henblik på at få tilvejebragt den viden og de redskaber, der efterspørges af sektorer og myndigheder til implementering af regeringens klimatilpasningsstrategi. Hvert temaforslag udgør i omfang en flerårig tværfaglig forskningsindsats, som især vedrører samspillet mellem videnskab og samfund i en situation, hvor der skal træffes væsentlige samfundsmæssige beslutninger

På KFT's hjemmeside ([klima.au.dk/KFT](http://klima.au.dk/KFT)) ligger baggrundsmaterialet fra ovenstående seminar. Det fremgår heraf, hvorledes mere end et halvt hundrede forskningstemaer gennem processen er syntetiseret ned til de her præsenterede fem centrale temaer.

Et notat med de fem temaer har været i offentlig høring i perioden 3. til 22. april 2009. Høringssvarene er herefter af KFT i samråd med formanden for Forskningsfagligt Rådgiverpanel indarbejdet i temaerne i relevant omfang. På grundlag heraf har KFT's sekretariat udarbejdet denne rapport der har været forelagt KFT's styregruppe til kommentering og godkendelse den 28. april 2009.

## 4 Forskellige former for videnbehov

Ud over erfaring og historiske klimadata har vi nu mulighed for at handle på prognoser og modelberegninger. Med denne overgang fra reaktiv til proaktiv klimatilpasning vil vores fundamentale videnbehov i forhold til klimatilpasning også ændre sig.

Prognoser og modeller skal forbedres og tilpasses brugernes behov. Det er vigtigt at usikkerheden på modelresultaterne mindskes og beskrives så den er anvendelig for beslutningstagere på alle niveauer. Der er behov for at udvikle nye modeller og virkemidler til håndtering af de negative konsekvenser, som klimaændringerne har for samfundet, herunder modeller der tager højde for et kommende større spænd i klimavariationerne.

Videnbehov i forhold til klimatilpasning kan opdeles i tre kategorier:

1. de sektorspecifikke videnbehov
2. de intersektorielle videnbehov
3. de tværgående videnbehov.

Det *sektorspecifikke* videnbehov kan henføres til fagligt afgrænsede problematikker formuleret af de enkelte sektorer, som er nævnt i den danske klimatilpasningsstrategi. KoKs arbejdsgrupper for forskning hhv. samfundsøkonomisk analyse har udarbejdet en oversigt over de sektorspecifikke videnbehov.

Det *intersektorielle* videnbehov dækker over faglige områder, hvor sektorerne påvirker hinanden. Klimatilpasningsstrategien er sektoropdelt med undtagelse af tilpasningsstrategien ift. kystzonen, som må betragtes som intersektoriel. Af eksempler på andre intersektorielle emner kan bl.a. nævnes vandkredsløbet, landskabet, den klimavenlige by, fødevarerikkerhed, forholdet mellem klimatilpasning og modvirkning af klimaændringer. Tilpasning af samfundet indebærer også behov for viden om de samfundsmæssige faktorer, som er determinerende for evnen til at omstille til en grøn økonomi (low-carbon economy). Endelig er det vigtigt at forstå de internationale rammebetingelser, hvorunder det nationale beslutningssystem fungerer.

Det *tværgående* videnbehov dækker over en serie redskaber, som kan være væsentlige forudsætninger for forskning og anden videnopbygning inden for såvel de sektorspecifikke som intersektorielle fagområder. Det tværgående videnbehov inkluderer eksempelvis tilvejebringelse af et uddybet kendskab til 1) klimaændringer (klimamodeller, havstigning, CO<sub>2</sub>-niveau); 2) andre naturvidenskabelige modelværktøjer (højdemodel, hydrologisk model mv.); 3) beslutningsværktøjer (samfundsøkonomi, håndtering af risiko og usikkerhed i beslutningsprocessen mv.) samt 4) finansieringsmodeller/-metoder (bl.a. forsikringsordninger, fonde, ansvarsplacering og -fordeling). Disse er eksempler på redskaber som også efterspørges i regeringens og EUs klimatilpasningsstrategier.

Videnbehov kan dækkes ved en forskningsindsats, gennem overvågning, udvikling, design, demonstration og kortlægning. Endelig kan et videnbehov dækkes gennem identifikation og videre bearbejdning af allerede publiceret viden. En forskningsindsats er ikke nødvendigvis en forudsætning for at kunne dække et videnbehov - omvendt vil der ofte med fordel kunne knyttes en forskningsaktivitet til en af de øvrige tilgange, der kan anvendes til dækning af videnbehov (f.eks. overvågning, udvikling osv.)

KFT spurgte i efteråret 2008 520 forskere om hvilke former for informationer eller data, der vil kunne gavne forskningen i klimatilpasning samt hvilke fremtidige forskningsbehov med relevans for klimatilpasning, den enkelte forsker vil pege på (inden for såvel som uden for eget forskningsområde). På basis heraf vil KFT i den kommende tid udarbejde en syntese til brug for det videre arbejde med kvalificering af forskningstemaer.

## 5 Kortlægning af klimaforskningen

### 5.1 Kortlægning af klimaforskningen i Danmark

KFT har i samarbejde med Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling samt Klima- og Energiministeriet gennemført en kortlægning af klimaforskningen i Danmark<sup>1</sup>. Kortlægningen dækker såvel den offentlige som den private klimaforskning.

Samlet set tegner kortlægningen et billede af et relativt lille forskningsfelt med en stærk international position. Målt på antal publikationer er Danmark således det 19. mest publicerende land (målt per indbygger ligger Danmark på en 5. plads). Målt på antallet af citationerne har dansk klimaforskning en høj international gennemslagskraft. Inden for den offentlige sektor anslås klimaforskningen at udgøre omkring 1½% af de samlede offentlige forskerårsværk, mens klimaforskning udgør godt 3% af de samlede forsknings- og udviklingsudgifter i den private sektor.

Klimaforskningen i den private sektor fokuserer overvejende på reduktion af drivhusgasser. Effekterne, som klimaændringer har på menneskelige og naturlige systemer, er taget op i relevante sammenhænge.

Forskningen inden for den offentlige sektor er overvejende naturvidenskabelig og koncentrerer sig om den fysisk-videnskabelige baggrund samt om reduktion af drivhusgasser og effekter af klimaændringerne. Halvdelen af de offentlige forskere bruger mindre end 25% af deres årsværk på klimaforskning. Inden for området synes der at være en underrepræsentation af ph.d.-studerende og postdocs i forhold til antallet af lektorer, seniorforskere mv.

Forskning i klimatilpasning fylder relativt lidt set i forhold til den samlede danske klimaforskning. Det gælder såvel den offentlige som den private forskning. Kun 15% af de i alt 520 offentlige forskere, der deltog i kortlægningen, orienterer sig således *primært* mod klimatilpasning. Omkring halvdelen beskæftiger sig med klimatilpasning i nogen grad. Blandt disse forskere relaterer 28% sig mod det naturvidenskabelige område, mens samfundsvidenskab, teknisk videnskab samt jordbrugs- og veterinærvidenskab hver bidrager med en femtedel. Sundhedsvidenskab og humaniora udgør den resterende del af forskerprofilen.

Overordnet er der en tendens til, at forskningsprofilen inden for klimatilpasningsområdet er bredere end inden for den generelle klimaforskning. Denne tendens genfindes, når man betragter forskernes kompetencer ift. videnbehovet inden for de 11 sektorer, som regeringens klimatilpasningsstrategi retter sig mod. Det naturvidenskabelige, det teknisk-videnskabelige samt det jordbrugs- og veterinærvidenskabelige område dominerer. Både det samfundsvidenskabelige og det humanistiske område er repræsenteret inden for de fleste sektorer. Der er med andre ord et stort potentiale for tværvenskabelig forskning såvel inden for som på tværs af sektorerne. Tre sektorer skiller sig ud ved en relativt markant højere forskningsaktivitet, målt ved igangværende projekter og forskerkompetencer. Det er natur- og naturbeskyttelse, byggeri og anlæg samt land- og skovbrug.

---

<sup>1</sup> "Kortlægning af Klimaforskning i Danmark", udgivet af Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling i samarbejde med Koordineringsenhed for Forskning i Klimatilpasning og Klima- og Energiministeriet, marts 2009.

## 5.2 International litteratur

I den internationale litteratur om klimaændringer beskæftiger 4 – 5% af artiklerne sig med klimatilpasning<sup>2</sup>. Antallet af artikler har gennem det seneste tiår været stigende fra 20 til nu 80-100 om året. En tredjedel af artiklerne beskæftiger sig med klimatilpasning i udviklingslande og en sjettedel i Arktis. Omkring 10% beskæftiger sig med forholdet mellem modvirkning og tilpasning i forhold til klimapolitikken. Fordelingen af de resterende artikler på emner kan skønnes ud fra i tabellen, der viser fordelingen af de artikler der er lagt ind i databasen i det engelske videncenter for klimatilpasning (UKCIP).

Modeller	7		
Samfundsøkonomi	4		
Tilpasningsevne	53		
Sektorer	75	Kyster	5
		Byggeri	8
		Vand	9
		Energi	1
		Landbrug	9
		Skovbrug	3
		Fiskeri	5
		Natur	11
		Planlægning	3
		Sundhed	9
		Forsikring	0
		Beredskab	5
		Erhverv <sup>3</sup>	7
I alt	139		

En meget stor del af artiklerne handler enten om kortlægning og udvikling af tilpasningsevne i samfundet (adaption capacity) eller om beslutningstagning under usikre forudsætninger. Forsikringsindustrien har kortlagt de økonomiske konsekvenser mv. af klimaændringer, men dette arbejde er hidtil kun i begrænset udstrækning fremlagt i den videnskabelige litteratur<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Søgning i Science Direct på climate change og adaptation.

<sup>3</sup> Erhverv dækker her over olieindustrien (2) og turisme (5).

<sup>4</sup> Anthony Giddens: The Politics of Climate Change, Polity Press 2009, p. 165.

## 6 Forskningstemaer

### 6.1 Rammerne for identifikation af temaer

Den strategiske forskning i klimatilpasning har ophæng i FORSK2015 – *Et prioriteringsgrundlag for strategisk forskning*, Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, juli 2008. Her retter forskningsbehovet sig i det strategiske tema *Fremtidens klima og klimatilpasning* mod ny viden om klimasystemet, klimamodeller, konsekvenser og tilpasning til klimaændringer samt mod klimapolitik. Der peges også mod samfundsvidenskabelig og humanistisk forskning. Klimaudfordringernes forskningsbehov er karakteriseret ved at være tværfagligt og strækker sig over en lang række forskningsfelter.

I Klimatilpasningsstrategien hedder det at "Regeringen lægger vægt på, at klimatilpasning så vidt muligt sker løbende (*ad hoc*), hvorved myndigheder, virksomheder og privatpersoner på eget initiativ reagerer på konsekvenserne af klimaændringer i tide inden for de givne lovgivningsmæssige, økonomiske og teknologiske rammer. I det omfang, hvor ad hoc tilpasning ikke er den samfundsmæssigt optimale, kan der blive behov for at igangsætte politisk vedtagne tilpasningstiltag".

I FORSK2015 påpeges det, at det er "vigtigt at etablere ny viden om klimaændringerne, og ikke mindst om hvordan klimaændringer påvirker danske forhold, således at samfundet kan foregribe effekterne af klimaændringer samt balancere risici og muligheder, der måtte opstå som konsekvens heraf. Det er indlysende, at overvejelser omkring dansk infrastruktur er centrale, men også mulige forandringer i fauna og flora samt havmiljø kan tænkes at få betydning. Herunder er spørgsmål om vandbalancen og landbrugets rammebetingelser eksempelvis centrale." Der ses her en opdeling i bl.a. infrastruktur og de processer (fysiske, biologiske, og samfundsmæssige), der er knyttet til landskabet.

Det er en faglig forudsætning for klimatilpasningsforskningen at vi kan diagnosticere samfundets og naturens sårbarhed over for klimaændringer. Derfor er resultaterne af forskning i klimasystemet, klimamodeller og konsekvenserne af klimaændringer en forudsætning for forskning i klimatilpasning. Der er ofte en kobling mellem klimatilpasningsforskning og forskning i modvirkende redskaber (mitigation). Teknologidelen af denne forskning hører hovedsagelig ind under to andre strategiske forskningstemaer i FORSK2015 *Fremtidens energisystemer* og *Konkurrencedygtige miljøteknologier*.

I denne rapport er den grundlagsskabende forskning i klimasystemet som sådan fravalgt, da den i højere grad skal relateres til den brede internationale klimaforskning.

### 6.2 Mål med klimatilpasningsforskning

Målet med klimatilpasningsforskning er at fremskaffe det nødvendige videngrundlag for samfundsmæssige klimatilpasningstiltag. Da prioriteringerne i klimatilpasningsforskningen i Danmark har ophæng i FORSK2015, vil temaerne bære præg af den danske kontekst.

Klimaeffekterne og deraf følgende tilpasningsbehov er imidlertid regionalt og nogle gange globalt de samme, om end der kan være specifikke klimapåvirkninger i nogle lande. Derfor er de behov, som temaerne afspejler, ikke alene forbeholdt en dansk virkelighed. Danske forskningsmiljøer interagerer med internationale forskningsmiljøer i de enkelte projekter, hvorfor der ofte vil være fokus på de geografisk generiske elementer frem for specifikke forhold.

Klimatilpasningsforskning kan ikke ses isoleret fra anden klimaforskning. Forståelse af klimasystemet, dets variation og de menneskeskabte ændringer af klimasystemet, og klimaændringernes direkte og indirekte effekter på natur og samfund er en forudsætning for klimatilpasning. Samtidig bør klimatilpasningen ikke ses isoleres fra andre samfundsmæssige tiltag og udviklinger, men integreres i disse for at opnå synergieffekter.

Klimatilpasningsforskning og dens samfundsmæssige implementering fordrer

- en øget og mere detaljeret viden om klimaets udvikling
- en øget viden om direkte og indirekte effekter af klimaændringer på natur og samfund
- en viden om nye klimatilpasningsmuligheder

som grundlag for klimatilpasning hos myndigheder, virksomheder og privatpersoner.

### 6.3 Temaer

Med udgangspunkt i FORSK2015 forskningsstrategiske tema 2: *Klima og klimatilpasning* foreslås følgende 5 temaer centrale for en tværgående forskning i klimatilpasning:

1. Modeller og klimatilpasning
2. Samfund og klimatilpasning
3. Byggeri og klimatilpasning
4. Landskab og klimatilpasning
5. Klimatilpasning i kystzonen.

Temaerne er kort beskrevet nedenfor og mere uddybende i bilaget.

#### **Tema 1: Modeller og klimatilpasning**

Nyere forskning viser et behov for, at klimamodeller i højere grad inddrager vekselvirkninger mellem alle komponenter i klimasystemet, herunder atmosfæren–havet–landjorden. Den nye generation af Earth System-modeller beskriver feedback-mekanismer fra biosfæren, ændringer forårsaget af arealanvendelser og storbydannelse, forandringer i atmosfærens og havets kemiske stofsammensætning, aerosol- og skydannelse samt beskrivelser af vand-, kulstof- og kvælstofkredsløbene. Samtidig er der brug for, at sådanne modeller nedskaleres, således at resultater fra denne nye type af regionale klimamodeller kan anvendes til strategisk planlægning og risikovurdering af klimatilpasningsinitiativer.

Temaet indebærer en betydelig udveksling af viden med de øvrige temaer, f.eks. af samfundsøkonomisk karakter, når der udvikles nye lokale scenarier som input til modellen. Resultaterne fra anvendelse af modeller finder anvendelse i de øvrige forskningstemaer, idet de gør det muligt at frembringe mere pålidelige beskrivelser af det fremtidige klima på lokal skala. Forskningstemaet skal inddrage brugere af modeller fra alle sektorer i formuleringen af de spørgsmål, der ønskes belyst, og hvordan usikkerheder skal præsenteres.

Forskningstemaet inviterer til at der anvendes en bred vifte af videnskabelige discipliner til modellering af de mange forskellige komponenter og processer, der vekselvirker i klimasystemet.

Emner: modeller for klima, hydrologi, topografi, landskab, oceanografi (nærområdet), vandstand og -kvalitet, luftkvalitet samt samfundsøkonomiske modeller og socioøkonomiske fremskrivninger.

#### **Tema 2: Samfund og klimatilpasning**

Klimatilpasning er et nyt område for beslutningstagere på lokalt, nationalt, regionalt og globalt plan. Der er derfor et stort behov for tværgående samfunds- og sundhedsvidenskabelig forskning på området. Forskningen skal sikre effektiv og rettidig tilpasning til klimaændringerne. En national tilpas-



ning til de samfundsmæssige ændringer, som klimaet forårsager, forudsætter bl.a. forskning i de strukturelle ændringer, som må forudsættes som led i en modernisering af infrastruktur og økonomi. Forskningen skal bidrage til, at tilpasning bl.a. af transportinfrastruktur, kan ske innovativt og under hensyntagen til samfundsøkonomi, sundhed, miljø, erhverv, ansvars- og risikodeling, inter-generationelle aspekter, osv.

Det er væsentligt for klimatilpasningen, at der eksisterer en kapacitet i samfundet, der kan bidrage til udvikling af metoder, værktøjer, styringssystemer og institutioner, som kan gøre mennesket og samfundet mere robust overfor klimaændringer. Forskningen skal være relevant i forhold til at opbygge teori, viden og anden kapacitet. Det er målsætningen at udvikle effektive strategier og forvaltningsprincipper, styringssystemer og institutioner, der er egnede til at sikre en innovativ klimatilpasning. Forskningen skal bidrage til opbygning af en kapacitet hos beslutningstagerne til at kunne foretage en vurdering af konsekvenserne for menneskers trivsel og sundhed samt til at kunne prioritere indsatser for begrænsning af og tilpasning til klimaændringer. Optimering af forsikringsløsninger og andre former for finansiel service samt perspektiverne i offentlig-privat partnerskab som led i klimatilpasningsløsninger er andre relevante mål for forskningen.

Emner: samfundsøkonomi, beslutningstagning under usikkerhed, styringsinstrumenter, timing, ansvars- og risikodeling, tilpasningskapacitet, barrierer for tilpasning, sundhed, erhvervsudvikling, institutionel kapacitet, governance, borgerinddragelse og adfærd i et regime med klimaændringer.

### **Tema 3: Byggeri og klimatilpasning**

Samfundsøkonomiske investeringer i renovering og i nye bygninger, bymiljøer og infrastrukturer (kloaker, fjernvarme, veje og baner) har en lang tidshorizont. Bygninger og anlæg er samtidigt sårbare over for ændringer i klimaet. Der er behov for en usikkerhedsmargin, der tager højde for fremtidige klimaændringer.

Forskningen skal vedrøre de behov, der er for udvikling af metoder og modeller, der kan danne grundlag for en ny fremadrettet design-, dimensionerings- og lokaliseringspraksis for det byggede miljø og infrastruktur. Forskningen kan også vedrøre forbedringer af de eksisterende bygninger og anlæg. Der er endvidere behov for forskning, som kan give et ensartet og helhedsorienteret beslutningsgrundlag for langsigtede, klimasårbare investeringer, der skal foretages af myndigheder, erhvervsliv og private investorer. Finansieringsmodeller er også relevante. Byplanlægningens og den grønne strukturs potentiale for klimatilpasning i byer skal undersøges og udvikles.

Emner: det byggede miljø, infrastruktur, klimamodellering, ingeniørvidenskab, statistisk skalering, samfundsøkonomi, styringsmidler, ansvars- og risikoanalyse, hydrologi, grøn struktur, sundhed, arkitektur og design.

### **Tema 4: Landskab og klimatilpasning**

Landskabets udformning er et resultat af samspil mellem menneske og natur siden den sidste istid. Landskabet og dets ressourcer er således i tiltagende grad blevet udnyttet og organiseret. På mange måder fremtræder et landskab – afhængig af geografi og graden af udvikling - i dag som mere eller mindre gennemreguleret og fastlåst i dets forskellige funktioner: produktiv/økonomiske, naturmæssig/økologiske og samfundsmæssig/kulturelle.

Klimaændringerne vil ændre og forstærke den påvirkning, der allerede i dag sker i brugen af landskabet og dets ressourcer (bosætning, landbrug, skovbrug, vandindvinding, transport mv.). Forskningen skal bidrage til at belyse konsekvensen af klimaændringerne for de værdier, der er knyttet til landskabet (biodiversitet, friluftsliv, kulturmiljø) og for samspillet imellem disse herunder konsekvenser for landskabets funktioner og tjenester (fødevarerproduktion, bioenergi, kulstofakkumulering, rent vand, biodiversitet, sygdomsspredning, oversvømmelser, friluftsliv, mv.). Den forsk-

ningsmæssige indsats skal have en innovativ tilgang til, hvordan klimaændringerne påvirker anvendelsen af naturens ressourcer og forvaltningen af landskabet, så negative effekter kan minimeres og nye positive muligheder udnyttes optimalt.

Emner: Vandkredsløbet, kulstofkredsløbet, bæredygtig produktion, biodiversitet, multifunktionalitet, planlægnings- og forvaltningsredskaber, samfundsøkonomi, styringsinstrumenter og sundhed.

### **Tema 5: Klimatilpasning i kystzonen**

Temaet behandler effekterne af og tilpasning til et stigende havspejl i kystnære områder. Det handler om kystsikring og de fysiske, biologiske samt samfundsmæssige processer og interesser, der er relateret til kystzonen.

Kystzonen omfatter landområder, der væsentligt er påvirket af nærheden til kysten, og havområder ud til kontinentalsoklen. Temaet er skilt ud fra temaet om landskab, fordi hovedpåvirkningen af klimaet her primært er et stigende havspejl, og fordi nogle forhold og konsekvenser af klimaændringer er specielle for kystområder (f. eks. manglende privat ejerskab af havområder og havets ressourcer, forsuren af havet, biologiske produktionsforhold).

Der er knyttet store værdier og interesser til kysten i form af bygninger, anlæg, kulturmiljø, naturområder og rekreative muligheder. Samtidig har store samfundsøkonomiske investeringer i kystnær bebyggelse og infrastruktur som vindmøller, havne, broer, kloakker, veje og baner en lang tidshorisont. De er samtidigt sårbare over for ændringer i klimaet. Hertil kommer forskellige arealinteresser og behovet for effektiv afvanding af kystnære områder.

Der er behov for forskning, der kan bidrage til relevante løsningsmodeller – herunder finansielle – ift. de udfordringer, der er tale om. Udfordringerne vedrører bl.a. oversvømmelse af kystarealer, håndtering af nye og forsvindende arter langs kysterne og i badevandet og ændrede anvendelsesmuligheder for hav- og kystområder i forbindelse med f. eks. energiproduktion, fiskeri, akvakultur, skibstransport og turisme.

Emner: Kystdynamik, kystsikring, oversvømmelsessikring, naturudvikling, afvanding, planlægning, samfundsøkonomi, friluftsliv, turisme, styringsmidler, byggeri og anlæg, erhverv, ansvars- og risikohåndtering, økosystem- struktur og funktion, biodiversitet, integreret kystzoneforvaltning, bæredygtighed, sårbarhed og sundhed.

## **6.4 Sammenhænge/koblinger mellem temaer**

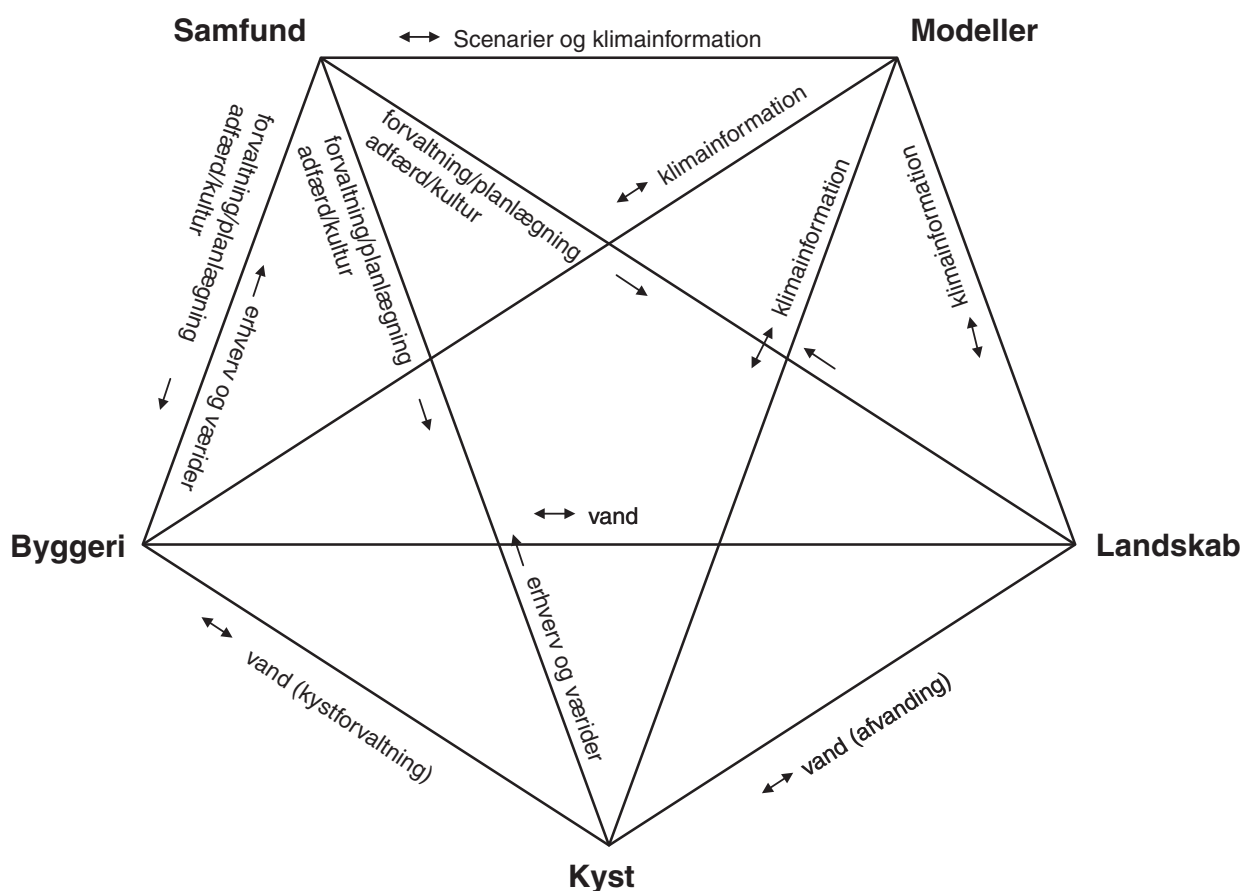
De 5 forskningstemaer omfatter en række emner og metoder, der går på tværs. Eksempelvis er de sundhedsmæssige aspekter relevante inden for flere af temaerne. Grænsefladen mellem forskningstemaerne er derfor heller ikke skarp.

Temaet "Modeller og klimatilpasning" giver en øget viden om de fremtidige klimavariationer, som danner grundlag for forskningen inden for de fire andre temaer. Samtidig skal der være et tilbage spil fra forskere inden for de fire andre temaer til modeludviklerne for at sikre, at forskellige erkendte og nye behov for klimarelaterede informationer kan tilgodeses.

Temaet "Samfund og klimatilpasning" danner på tilsvarende vis underlag for temaerne om kyst, landskab og byggeri, bl.a. i form af udvikling af samfundsøkonomiske analyser, metoder og beslutningsstøtteværktøjer – baseret på viden og behov fra disse tre temaer. Der forudsættes et særligt samspil mellem temaerne om samfund og modeller i forbindelse med formuleringen af de scenarier, der ligger til grund for modelberegninger.

Temaerne kyst, landskab og byggeri er gensidigt forbundne grænseflader, som f.eks. vandkredsløbet (f.eks. kystforvaltning, afvanding og vandforsyning) og natur.

Sammenspillet mellem forskningstemaerne er eksemplificeret i figur 2.



Figur 2. Eksempler på sammenspillet mellem forskningstemaerne.

## 6.5 Større forskningsmæssige perspektiver og udfordringer

Regeringens klimatilpasningsstrategi forudsætter en ad hoc-beslutningstagen på baggrund af viden, der stilles til rådighed på Klimatilpasningsportalen.

Samfundets tilpasning til klimaændringer skal ske på alle niveauer – i Danmark er det både staten, kommunerne, borgerne og virksomhederne, som skal overveje klimatilpasningstiltag. Der er tale om vigtige beslutninger om samfundsmæssige og private investeringer, der skal tages med effekt mange år frem. Denne udfordring sætter øget fokus på fornuftige fremskrivninger af samfundets udvikling hen imod eksempelvis en ikke-kulstof-baseret energisektor, vilje og evne til at håndtere geografisk afgrænsede områder med for meget eller for lidt vand, ændringer i sundhedssystemet i relation til hedeølger, indretning af byer til at køle såvel som til at holde på varmen, risikospredning i befolkningen, kommunikation og beslutningsprocesser under klimaændringer – og i videre perspektiv håndtering af klimamigration, internationale konflikter og udvikling og brugen af helt ny teknologi.

Disse emner går på tværs af ovenstående temaer, både i mål og rækkevidde. Derfor vil det være hensigtsmæssigt at igangsætte en række aktiviteter på tværtema-niveau. KFT planlægger at nedsætte bredt sammensatte forskergrupper, som kan bidrage til arbejdet med at formulere behovet for aktiviteter på tværtema-niveau.

Et centralt punkt i strategien for klimatilpasning i Danmark er håndtering af risici. Udsigten til klimaændringer betyder, at der er kommet en større usikkerhed ind i beslutningsgrundlaget for myndigheder, virksomheder og privatpersoner. Det er dermed afgørende for beslutningstagerne, at de får adgang til ny viden, der kan bidrage til at vurdere usikkerhederne.

En risiko involverer flere grader af og former for usikkerhed i form af omfang, rækkevidde og konsekvenser både for borger, samfund og naturen. Den forskningsmæssige tilgang til emnet fordrer derfor en samling af kompetencer i natur-, sundheds-, samfunds- og humanvidenskab. Risikoaspektet har mange facetter. Særligt forholdet omkring forskningskommunikation og risikoaspektet i en global kontekst (klimaaftaler, international sikkerhed, regeringsførelse, fødevarerikkerhed, folkesundhed, handel, folkevandring) kalder på en forskningsindsats på et mere overordnet og tværgående niveau i forhold til de konkrete foreslåede temaer i denne rapport. Ligeledes skal den danske forskning på klimaområdet koordineres med den internationale klimaforskning, således at den nødvendige synergi kan opnås. Dansk videnproduktion og ekspertise på klimaområdet skal kobles til den internationale forskning – og derigennem fagligt styrkes og profileres.

Resultater fra en forskningsindsats også på de ovennævnte områder vil styrke den langsigtede implementering af strategien. Eksempler på væsentlige langsigtede forskningsspørgsmål kan i den sammenhæng inkludere:

- Hvilke omkostninger er der forbundet med en omstilling regionalt og lokalt til det fremtidige klima? Hvilke omkostninger er der forbundet med ikke at foretage rettidig tilpasning til fremtidens klima? herunder en analyse af fremtidige skadesomkostninger, cost-of-inaction.
- Hvordan sikrer vi, at alle typer af beslutningstagerer reagerer på et evidensbaseret videngrundlag? og hvordan sikres videngrundlaget for de oplysninger, der indgår i de politiske beslutningsprocesser? Hvordan sikres en fornuftig sammenhæng mellem nye tiltag og allerede eksisterende politikker, så sårbarheden over for klimaændringer reduceres?
- Hvordan håndteres klimatilpasning på varierede geografiske niveauer - er de nødvendige administrative systemer til stede? Hvornår er subsidiaritetsprincippet vs. andre tilgange at foretrække i en EU-sammenhæng?
- Hvordan udnyttes nye kommunikationsformer til at engagere borgerne? Og hvordan inddrages uddannelsessystemerne ift. oplysning og uddannelse inden for de kommende udfordringer og muligheder? Hvordan motiveres individ og samfund til at satse på forebyggende klimatilpasning?

Disse spørgsmål bør reflekteres inden for de 5 foreslåede temaer, men kan derudover også på længere sigt adresseres på et mere overordnet plan, f.eks. i form af formulering af et selvstændigt fagligt programområde.

Der er en voksende erkendelse i det internationale forsknings- og forskningspolitiske miljø af, at klimaudfordringen i en særlig grad fordrer en nytænkning og reorganisering af forskningsprogrammer og aktiviteter, der gør det muligt at imødekomme de behov, der er for data og anden information. De skal bl.a. kunne:

- bruges umiddelbart af beslutningstagerer (f.eks. gennem udvikling af nye koblede menneske-land-hav-atmosfære-modeller)
- understøtte den humanistiske dimension i udvikling og forståelsen af klimaudfordringen, herunder diverse klimatilpasningstiltag
- tilvejebringe overblik over samfundets og borgeres ageren i forhold til klimaændringer, f.eks. relevante tiltag over for de hyppigere ekstremhændelser, som forventes.

Også FORSK2015-udspillet til ny strategisk forskning omtaler f.eks. det klimapolitiske element, hvor forskningen adresserer internationale forhandlinger og aftalemodeller, sikkerhedspolitiske dimensioner i forhold til regulering og håndtering af klimaændringerne, herunder international og regional migration.

På EU-niveau er en hvidbog som behandler klimatilpasningsspørgsmål inden for en europæisk ramme aktuelt i høring. Den tager udgangspunkt i, at etablering af en vidensbank og integration af tilpasningsspørgsmål i mål og handling i EU politikken, er centralt. Omstilling til en grøn økonomi og finansieringen af klimatilpasningstiltag er andre centrale temaer.

## 6.6 Ressourceskøn

KoK-arbejdsgrupperne for forskning og samfundsøkonomisk analyse har vurderet, at omfanget af forskningsindsatsen for de oprindeligt indmeldte forskningsemner var på i alt 620-770 mio. kr. fordelt over 3 år. KFT's Forskningsfaglige Rådgiverpanel har for fire af de fem temaer anslået forskningsbehovet til omkring 500 mio. kr. over 5 år.

Det skønnes på denne baggrund at der er et samlet behov på omkring 700 mio. kr. fordelt over 5 år for at opfylde forskningsbehovene inden for de fem forskningstemaer.

Det største ressourcebehov ligger inden for temaerne byggeri og landskab, og det mindste er inden for modeltemaet. Den nærmere fordeling mellem temaer skal udmøntes senere.

Blandt virkemidlerne inden for strategisk forskning indgår sædvanligvis etablering af strategiske forskningscentre med et budgetvolumen på minimum 5 mio. kr. pr. år i tilskud over 5-7 år og etablering af strategiske forskningsprojekter med en løbetid på 3-5 år og budgetter på minimum 10 mio. kr. Hjemtagelse af internationale forskningsprojekter må forventes at udgøre et andet væsentligt bidrag til strategisk forskning i Danmark.

Rapporten *Kortlægning af klimaforskning i Danmark* angiver den samlede årlige budgetsum for klimaprojekter, der var i gang i 2007, til 260 mio. kr. - hvoraf den udenlandske finansiering var på 30% og anden privat finansiering var på 10%. På klimatilpasningsområdet var projektvolumenet på 75 mio. kr. pr. år for projekter med klimatilpasning som det primære fokus. Projekterne løb i perioden fra 2003 og frem.

Fordeles det samlede ressourcebehov på 700 mio. kr. til de fem forskningstemaer over en femårsperiode, vil den årlige projektsum for klimatilpasningsforskningen i Danmark (inkl. det mere grundlagsskabende model-udviklingsarbejde) andrage 140 mio. kr. pr. år. Forudsættes det med udgangspunkt i ovenstående fordeling imellem finansieringskilder, at 40% af denne projektsum finansieres af hhv. udenlandske og private kilder, reterer der 85 mio. kr. pr. år til national finansiering, hvis behovet skal dækkes. Dette dækker både basismidler, forskningsrådsmidler samt anden finansiering.

Opgjort for hvert af de fem temaer vil dette resultere i etablering af 5 forskningsområder med 5-årige bevillinger på gennemsnitligt 17 mio. kr. pr. år pr. forskningstema og med en skønsmæssig fordeling imellem temaerne på mellem 6-24 mio. kr. pr. år. KFT har ikke haft grundlag for at skønne balancen mellem basismidler og forskningsrådsmidler mv.

En af konklusionerne i rapporten *Kortlægning af klimaforskning i Danmark* er, at det p.t. aktive klimaforskningsmiljø i Danmark er småt, og at klimatilpasning kun udgør et lille forskningsfelt, men at de faglige kompetencer er til stede for at øge forskningsindsatsen væsentligt.

## Bilag: Forskningstemaer

I dette bilag uddybes forskningstemaerne 1. Modeller og klimatilpasning, 2. Samfund og klimatilpasning, 3. Byggeri og klimatilpasning, 4. Landskab og klimatilpasning og 5. Klimatilpasning i kystzonen.

Temaerne er ensartet opbygget og indeholder følgende elementer:

I et overordnet **baggrundsafsnit** redegøres for, hvilken problemstilling eller udfordring, der skaber behovet for forskning, årsagerne hertil og konsekvenserne heraf.

I afsnittet **forskningsspørgsmålene** konkretiseres indledningsvist behovet for forskningsbaseret viden, som udfordringen skaber, hvorefter relaterede forskningsspørgsmål defineres.

De relevante involverede **forskningsdiscipliner** grupperes, og den **forskningsmæssige** satsning beskrives, herunder relevansen for dansk strategisk forskning og de særlige muligheder/potentielle forudsætninger som kræves/er til stede.

I **resultatafsnittet** redegøres for det forventede udbytte af forskningsindsatsen, på lang og kort sigt, eventuelt med delmålsætninger samt hvilke sektorer og hvordan disse vil kunne drage nytte af forskningsresultaterne.

Der kan opstilles en række faglige tværgående delmål med henblik på at dække forskningsudfordringer knyttet til de problemstillinger, som temaerne dækker. Koordinering af forskningen skal sikre størst mulig synergi, hvorved nogle emner kan dække flere delmål.

Temaerne skal ikke ses som afgrænsede, isolerede forskningsområder. Temaet 1 om modeller giver en øget viden om de fremtidige klimavariationer, som er grundlag for forskningen inden for de 4 andre temaer. Samtidig skal der være et tilbagespil fra forskere inden for de fire andre temaer til modeludviklerne for at sikre at forskellige erkendte og nye behov for klimarelaterede informationer kan tilgodeses.

Opdelingen mellem landskab (tema 4) og kyst (tema 5) relaterer sig til, at klimaændringerne er den væsentligste påvirkning af landskabet, mens et stigende havspejl er den væsentligste påvirkning for kysterne. Afgrænsningen mellem landskab og kyster er således ikke skarp, og det er vigtigt at sikre, at de relevante emner tilgodeses. Alle temaerne indebærer tværgående emner og metoder.

Klimatilpasning i Grønland og Færøerne er ikke behandlet særskilt, men kan tænkes ind i de 5 temaer. Der vil være nogle problemstillinger, der er specielle for de to områder, og som vil kræve specifikke forskningsprojekter. Her vil man med udbytte kunne bygge på erfaringerne, der er opbygget omkring klimatilpasning og -forskning i Norge og Canada.

## Tema 1: Modeller og klimatilpasning

### Baggrund

#### A. Udfordring/problem/mulighed, som skaber behovet for forskning, årsagerne hertil og konsekvenserne

Regeringens klimatilpasningsstrategi peger på behovet for at forbedre videngrundlaget, så klimatilpasningen kan foretages med så lille risiko og så stor omkostningseffektivitet som muligt. Der er behov for at etablere bedre muligheder for udarbejdelsen af fremtidige konsoliderede klimascenarier, herunder et modelværktøj, som kan understøtte mere balanceret og videnbaseret handling til imødegåelse af og tilpasning til klimaændringerne. Værktøjet skal kunne beregne effekterne af klimaændringer i Danmark ud fra forskellige socio-økonomiske scenarier.

Et forbedret modelværktøj skal kunne levere sammenhængende vejr-, vand-, miljø- og klimaprogno-  
soser med større detaljeringsgrad og nøjagtighed. Det skal være baseret på en mere fuldstændig beskrivelse af hele klimasystemet, end tilfældet er i dag.

Udgangspunktet for at udvikle modeller er, at der skal sikres et bedre beslutningsgrundlag for samfunds-mæssige investeringer. Sektorerne og aktørerne skal kunne anvende modelresultaterne til udvikling af konkrete handlingsplaner for klimatilpasning. Det er derfor vigtigt, at brugerne af klimainformation inddrages bl.a. når forskerne fastlægger fokus i forskningen, f.eks. hvilke spørgsmål skal forsøges besvaret? Hvor er behovene størst? I hvilken form skal resultaterne kunne leveres? Repræsentanter for centrale sektorer, som f.eks. sundheds-, landbrugs-, fiskeri- og vandforsynings- og forvaltningssektoren, skal have mulighed for at deltage i definering, design og test-systemer, ligesom de skal inddrages i udvikling og afprøvning af metoder til formidling, herunder af de tilhørende usikkerhedsvurderinger og af prognosernes styrker og begrænsninger.

Dette forskningstema har en betydelig vekselvirkning med de øvrige temaer. Forskningen inden for temaet kan levere bedre klimascenarier til brug for de andre forskningstemaer. Nogle af de scenarier og den viden, som udvikles gennem forskning under de andre temaer, vil kunne indeholdes i et samfundsøkonomisk modul i en ny forbedret model.

### Forskningsspørgsmål

#### A. Behovet for forskningsbaseret viden, som udfordringen skaber

Forskning har dokumenteret, at der stadig er væsentlige usikkerheder knyttet til de resultater, der leveres af de eksisterende klimamodeller. Disse usikkerheder er forbundet med vekselvirkninger mellem de forskellige komponenter af klimasystemet (atmosfære, land og hav). Når der fokuseres på konkrete tilpasninger, er der behov for nøjagtigere beregningsresultater end hidtil. Hertil kræves en bedre forståelse og beskrivelse af de tilgrundliggende processer - ikke mindst på den regionale skala, som dækker Danmark, og på lokal skala (f.eks. i den enkelte kommune), hvor resultaterne primært skal anvendes.

Der er behov for at udvikle en ny type modelværktøj, der kan indgå som en vigtig komponent i en såkaldt regional 'Earth System Model', der beskriver kredsløbene for energi, vand, kulstof og kvælstof i atmosfæren, i havet og for landområder (overfladevand, grundvand, økosystemer). Earth System Modellerne, der er under udvikling - en udvikling som denne forskning forudsættes at bidrage til - repræsenterer en ny generation af integrerede klimamodeller med betydeligt forbedrede procesbeskrivelser og med feedback-processer, ikke kun mellem atmosfære-hav-land, men også mellem energi-vand-kulstof-kvælstof. Det udviklede modelværktøj skal endvidere operere med et mere fintmasket beregningsnet end dagens klimamodeller.

#### B. Relaterede forskningsspørgsmål/ problemstillinger, der skal forskes i

- Feedback mekanismer mellem de forskellige dele af klimasystemet, både atmosfære-hav-land og mellem forskellige stofflukse, herunder vand, kulstof og kvælstof.

- Tværgående forskning i integreret modellering, inkl. vurdering af indirekte effekter genereret af klimaændringer og drivhusgasreduktioner i andre lande
- Sektorrettede klimascenarier. Der er behov for videreudvikling af scenarier og nedskaleringsprodukter, som tilgodeser specifikke sektorbehov.
- Udvikling af metoder til dataassimilering (dvs. integration af observerede data i modeller), herunder af overfladetemperatur, luftkvalitet, jordfugtighed, grundvandsstand og -kemi, vandføringer og vandkvalitet i vandløb samt havspejl og havstrømme.
- Modelintegration på tværs af tidsmæssige og rumlige skalaer samt kobling til og udvikling af integrerede samfundsøkonomiske og socioøkonomiske modeller.
- Systematiske usikkerhedsanalyser med inddragelse af alle relevante typer af usikkerheder, herunder scenariusikkerhed, modelstruktur og procesusikkerhed og datausikkerhed.

## **Forskningsdiscipliner og forskningsmæssig satsning**

### **A. Forskningsdiscipliner som indgår**

Meteorologi, hydrologi, miljøkemi, oceanografi, biologi, agronomi, samfundsvidenskabelig forskning

### **B. Relevansen for dansk strategisk forskning. Særlige muligheder/forudsætninger mv.**

Centrale sektorer som sundhed, landbrug, fiskeri og vandressourcer skal inddrages til at definere, designe og teste modelsystemet og dets resultater, herunder ikke mindst i en dialog om de tilhørende usikkerhedsvurderinger og af prognosernes styrker og begrænsninger.

### **C. Eventuelle faglige forudsætninger**

For at sikre, at modelresultaterne anvendes optimalt som redskab i klimatilpasningen, er det nødvendigt at sikre den størst mulige tillid til modellerne. Derfor skal der gennemføres omfattende test af modelresultater og sammenligninger med kvalitetssikrede observationsdata (modelvalideringstest).

## **Resultater**

### **A. Konkret forventet udbytte af forskningsindsatsen på kort og lang sigt, herunder målsætninger/milepæle**

Forskningen vil bidrage til at udvikle et klimamodelværktøj med bedre feedback-procesbeskrivelser. På baggrund heraf kan usikkerheden på klimaprognoiser reduceres og danne grundlag for at producere landsdækkende konsistente og autoritative klimadata til brug for danske primærerhverv og kommuner. På længere sigt vil det være muligt at videreudvikle modelværktøjet til anvendelse i operationel drift, herunder korttids-varsling af oversvømmelser ved havet (stormflod), i byer (regn med stor intensitet) og i åbne landområder (store nedbørsmængder) samt sæsonprognoser for grundvandsstand, vandingsbehov, nitratudvaskning og vandkvalitet i grund- og overfladevand.

### **B. Hvilke sektorer vil primært kunne drage nytte af forskningsresultaterne**

Forskningen kan producere resultater af relevans for alle sektorer.

### **C. Forventet gevinst for sektorerne**

Forskningen giver mulighed for sektorspecifik anvendelse af resultaterne til udvikling af konkrete handlingsplaner for lokal og national klimatilpasning under hensyntagen til de involverede usikkerheder og risikovilligheder. Det er væsentligt, at slutbrugerne løbende inddrages, så deres indsigt kan bidrage til udvikling af det mest optimale modelværktøj. Deres inddragelse vil samtidigt kunne sikre dem indsigt i modelværktøjets funktionsbetingelse samt sikre deres tillid til det nye modelværktøj og dets resultater, herunder grænserne for modelresultaternes anvendelighed.



## Tema 2: Samfund og klimatilpasning

### Baggrund

#### A. Udfordring/problem/mulighed, som skaber behovet for forskning, årsagerne hertil og konsekvenserne

Gennem århundreder har samfundet, herunder den enkelte borger, byer, virksomheder, erhverv og institutioner, tilpasset sig klimaet. Tilpasningen er sket ad hoc og løbende i forhold til klimaet og til erfarede ekstreme. Der er et behov for at have en mere langsigtet og strategisk tilgang til, hvordan klimatilpasningen foretages på en optimal og gerne innovativ måde. En sådan tilgang kan forudsætte et anderledes beslutningssystem, anderledes værdier og virkemidler samt ændringer i ansvarsforhold. Den nye udfordring ligger i, at der forventes væsentligt større og hurtigere klimaændringer, og at disse er behæftet med større usikkerhed. Konsekvenserne af klimaændringerne er vidtrækkende og kan have store samfundsomkostninger, hvis de inddrages i fremtidig planlægning, forvaltning og adfærd.

### Forskningsspørgsmål

#### A. Behovet for forskningsbaseret viden, som udfordringen skaber

Forskningen skal bidrage til at opbygge kapacitet i samfundet for klimatilpasning. Forskningen skal bl.a. kunne bidrage til udvikling af styringssystemer og institutioner, der er egnede til at sikre en passende og rettidig samt samfundsøkonomisk effektiv tilpasning og demokratisk forankring.

Den relevante forskning vil bl.a. omfatte håndteringen af interessekonflikter som kan opstå, ansvars- og risikofordeling, herunder gennem forsikring. Håndteringen af de indirekte effekter, der genereres af aktiviteter i lande uden for Danmark vil blive omfattet, ligeledes vil de politiske og økonomiske rammer der er opstillet bl.a. af EU for de nationale aktører også kunne indgå i forskningen.

Forskningen kan vedrøre udvikling af metoder, teori og empiriske analyser af de økonomiske, samfundsmæssige, planlægningsmæssige, juridiske, adfærdsmæssige, sociale, miljø og sundhedsmæssige aspekter knyttet til klimapåvirkninger og – tilpasning på alle niveauer. Der lægges vægt på tværsektorielle og tværgående problemstillinger.

Politiske, institutionelle og adfærdsmæssige aspekter knyttet til tilpasning vil også indgå. Det omfatter bl.a. magt- og ansvarsforhold, virkemidler, planlægning, koordinering og flerniveaustyring.

#### B. Relaterede forskningsspørgsmål/ problemstillinger, der skal forskes i

Forskningstemaet indeholder projekter, som adresserer et eller flere af følgende emneområder:

- Samfundsøkonomiske analyser med henblik på langsigtede scenarier, erhvervsstruktur, handel, sundhed, værdisætning af ikke-markedsomsatte effekter, omkostninger og gevinster ved klimatilpasning
- Behandling af usikkerhed og risiko i forhold til klimaændringer og tilpasning på vigtige samfundsområder, inklusive håndtering af usikkerhed i klimascenarierne og samfundsøkonomisk usikkerhed
- Tidsaspektet (timing af tiltag) og omfanget af klimatilpasning, herunder inter-generationelle aspekter, er relevant bl.a. ved design af virkemidler, idet tilpasning på kort sigt giver usikkerhed ift. håndtering af nye ekstremhændelser
- Risikobetragtninger og kriterier for beslutningsprocesser og metoder til afdækning af, hvordan samfundet - institutioner og aktører, lokalt og nationalt - kan forholde sig til usikkerhed om klimaændringer. Det er relevant at inddrage afvejning af interessen i forudberegnelighed og forsigtighed, økonomiske interesse og etik
- Risikoafdækning, forsikrings-, finansielle og erhvervsmæssige aspekter, herunder nye instrumenter og nye markeder
- Udvikling af planlægnings-, regulerings-, forvaltnings- og beslutningsstøtteværktøjer, herunder nye former for regulering under hensyntagen til usikkerhed

- Juridiske problemstillinger bl.a. med hensyn til konsekvenserne af og tilpasning til klimaændringer. Relevante forhold her vil bl.a. være fordeling af ansvar og rettigheder på kort og lang sigt, herunder afdækning og klarlægning af juridisk ansvarsdeling, forsikringsaspekter mv.
- Sociale og kulturelle forudsætninger og kapaciteter for klimatilpasning, herunder analyse af, hvorledes uddannelse, information og kommunikation om effekter af klimaændringer kan anvendes som grundlag for effektiv og rettidig klimatilpasning
- Udvikling af planlægnings- og styringskulturer, der inddrager private aktører, herunder borgerinddragelse og bedre offentlig adgang til information som grundlag for dialoger, som kan fremme engagementet i klimatilpasning. Fremme af innovation i erhvervsliv og samfundet i øvrigt med henblik på udvikling af nye tilpasningsløsninger

## **Forskningsdiscipliner og forskningsmæssig satsning**

### **A. Forskningsdiscipliner som indgår**

Samfundsvidenskab, især økonomi, planlægning, jura, politologi, sociologi og psykologi samt sundhedsvidenskab i et tværfagligt samarbejde med eksperter inden for særligt berørte sektorer

### **B. Relevansen for dansk strategisk forskning. Særlige muligheder/forudsætninger mv.**

Klimatilpasning vurderet i et samfundsvidenskabeligt perspektiv og anvendelsen af de samfundsmæssige analyser og vurderinger er et nyt område for beslutningstagere på lokalt, nationalt og globalt plan. Der er derfor et stort behov for samfundsvidenskabelig forskning.

Klimatilpasning er nært integreret med flere andre forskningsområder. Det gælder f.eks. forskning i hydrologi, miljø, fødevarer, sundhed og sikkerhed som konsekvens af klimaændringerne og i ændringernes betydning for naturlige, menneskelige og samfundsmæssige vilkår.

Forskningen vil skulle medvirke til at skabe et bedre beslutningsgrundlag, herunder et bedre grundlag for at vurdere de økonomiske og øvrige samfundsmæssige effekter af forskellige virkemidler og beslutninger. Forskningen skal herved bidrage til at sikre, at beslutningstagerne i den offentlige og private sektor kan træffe relevante og rettidige beslutninger.

Samfundsvidenskabelig klimaforskning vil være en vigtig del af grundlaget for borgerinvolvering og for etablering af ejerskab til klimatilpasning.

### **C. Eventuelle faglige forudsætninger**

Fagdisciplinær viden koblet med indsigt i klimapåvirkning og -tilpasning.

## **Resultater**

### **A. Konkret forventet udbytte af forskningsindsatsen på kort og lang sigt, herunder målsætninger/milepæle**

Udvikling af beslutningsværktøjer og overordnede strategier for effektiv og rettidig klimatilpasning på regionalt, nationalt og internationalt niveau. Metodeudvikling og case studies. Forskningen kan endvidere bidrage til at sikre en mere innovativ tilgang i beslutningsprocesserne.

### **B. Hvilke sektorer vil primært kunne drage nytte af forskningsresultaterne**

Særligt berørte sektorer for klimatilpasning vil bl.a. omfatte: sundhedssektoren, fødevarerproducerende erhverv, forsikringsbranchen, den finansielle sektor, vandsektoren, infrastruktur, turisme og sårbare industrielle anlæg.

Forskningen vil også kunne etablere en baggrund for styrket samfundsmæssig robusthed over for klimaændringer. Dette vil kunne bidrage til muligheden for at udvikle et effektivt beredskab overfor katastrofer som følge af f.eks. hedebølger, stormflod, kloakoverløb og intens nedbør.

Forskningen vil desuden kunne styrke sektorer, der kan udnytte de erhvervsmæssige potentialer ved ydelser og produkter, der er egnede til at sikre en optimal tilpasning til klimaændringer.

### C. Forventet gevinst for sektorerne

Beslutningsgrundlag for effektiv og rettidig klimatilpasning.

## Tema 3: Byggeri og klimatilpasning

### Baggrund

#### A. Udfordring/problem/mulighed, som skaber behovet for forskning, årsagerne hertil og konsekvenserne

En række store samfundsøkonomiske investeringer i bygninger, bymiljøer samt infrastruktur (kloakker, veje, fjernvarme og baner) har en lang tidshorizont. Bygninger og anlæg er samtidigt sårbare over for ændringer i klimaet. Der er behov for at designe og dimensionere beslutningssystemer, bygninger og anlæg, så de med en vis usikkerhedsmargin tager højde for fremtidige klimaændringer.

Langsigtede robuste investeringer i udvikling af det byggede miljø og infrastruktur under klimausikkerhed kræver, at der foretages en samlet, helhedsorienteret vurdering af nye projekter, herunder renoveringsprojekter. Ved anlægs- og renoveringsinvesteringer bør usikkerhedsbetragtninger inddrages på en systematisk måde, så der skabes et videnbaseret grundlag for robuste beslutninger.

Udover fysiske, strukturelle og kapacitetsmæssige udfordringer vil de fremtidige klimaændringer kunne sætte sundheden, miljøet og trivselen i det byggede miljø under pres.

Der er et behov for tværgående forskning, som opbygger og styrker tilpasningskapacitet på lokalt, regionalt og nationalt niveau med sigte på at reducere infrastrukturens og det byggede miljøes sårbarhed over for fremtidige klimaændringer. Der skal i den forbindelse tages hensyn til sammenhængen mellem tilpasning og energiforbrug og kvalitet i det byggede miljø herunder inddragning af virkemidler (f.eks. strategisk planlægning), der er egnet til at sikre optimale løsninger.

### Forskningsspørgsmål

#### A. Behovet for forskningsbaseret viden, som udfordringen skaber

Der er behov for udvikling af grundlæggende viden, metoder og modeller for fastlæggelse af krav til kommende og eksisterende byområder, anlæg og bygninger, der skal fungere i et anderledes klima. Det gælder både hvad angår dimensionering, lokalisering, udformning, anvendelse og regulering. Metoder og modeller må baseres på pålidelighedsteoretiske overvejelser. De kan både omfatte generelle principper for håndtering af klimadata og usikkerhed samt specifikke modeller for forskellige typer af anlæg, bygninger, trafik og grøn infrastruktur. I forlængelse af fastlæggelsen af sådanne krav er der behov for udvikling af modeller og metoder for tilpasning af eksisterende byggeri til et ændret klima.

#### B. Relaterede forskningsspørgsmål/ problemstillinger, der skal forskes i

##### *Sektorspecifikke analyser*

Forskningsindsatsen vil indeholde en lang række specifikke spørgsmål og analyser. Den konkrete indsats er afhængig af, hvilke af de store indsatsområder i klimatilpasning, der behandles. Forskning inden for f.eks. vandsystemer, kloakering og transportanlæg såvel som byplanlægning, bymiljøer og byggeri er relevant.

##### *Risiko- og samfundsøkonomisk analyse*

En vurdering af ændringer i hyppighed og størrelse af oversvømmelser og andre ekstreme vejrfarenomener kan bedst håndteres i form af risikoanalyse. Det er uundgåeligt, at usikkerheden på ændringerne bliver større jo mere ekstreme hændelser, der ønskes taget højde for (både mht. stedlig opløsning og hyppighed). De beregnede konsekvenser og tilhørende tilpasningstiltag i form af f.eks. ændrede krav til design og dimensionering skal analyseres samfundsøkonomisk med inddragelse af

usikkerhed og risikovillighed. Det er også relevant at inddrage de mulige ansvarsfordelinger og finansieringskilder, herunder anvendelse af fonde og forsikringsordninger.

#### *Indeklima*

Der er behov for viden om konsekvenserne for indeklimaet i såvel nybyggeri som ældre byggeri. Det er de konsekvenser som er en følge af f.eks. et varmere og fugtigere klima og ændrede krav til energiforbrug, der er relevante. Målsætninger er bl.a. at undgå en stigende frekvens af indeklimarelaterede sygdomme.

#### *Ekstremhændelser*

Der er behov for forskning i klimarelaterede skader fra ekstremhændelser på det byggede og omgivende miljø og infrastruktur. Der er også behov for forskning i betydningen af disse skader inden for forskellige sektorer. Herunder er der behov for forskning inden for ekstreme klima- og naturfænomener, som f.eks. ekstreme nedbørshændelser, skred, voldsomme oversvømmelser, orkanskader og stormflod. Et særskilt problem knytter sig til sikring af særlig samfundsvigtige institutioner (politi, hospitaler mm) mod ekstreme klima- og naturfænomener.

#### *Skadevoldere*

Der savnes et videnbaseret grundlag for håndtering af nye invasive arter og skadedyr på byggeri, anlæg og anden infrastruktur, som er en følge af et varmere og fugtigere klima.

#### *Arkitektoniske potentialer*

Der er behov for forståelse af sammenhængen mellem klima, natur, menneske og byggeri med henblik på klimatilpasning og udnyttelse af nye arkitektoniske potentialer i bygninger og det omgivende bymiljø.

### **Forskningsdiscipliner og forskningsmæssig satsning**

#### **A. Forskningsdiscipliner som indgår**

Klimamodellering, ingeniørvidenskab, samfundsvidenskab (herunder statistisk skalering, økonomi, jura og planlægning), naturvidenskab (herunder hydrologi, risikoanalyse), sundhedsvidenskab, arkitekt- og kunstvidenskabelige discipliner (herunder design og landskabsarkitektur).

#### **B. Relevansen for dansk strategisk forskning. Særlige muligheder/forudsætninger mv.**

Helt overordnet vil forskningen bidrage med løsnings- og beslutningsværktøjer til de konkrete udfordringer, som klimaændringerne skaber for samfundets infrastruktur og det byggede miljø.

#### **C. Eventuelle faglige forudsætninger**

Der forudsættes bl.a. inddragelse af beslutningsstøttemodeller til langsigtede investeringer i byggeri. Det skal omfatte klimamodeller på detaljeret geografisk skala, studier af påvirkninger og sårbarhed, scenarier for fremtidigt aktivitetsniveau og samfundsøkonomiske faktorer mv.

### **Resultater**

#### **A. Konkret forventet udbytte af forskningsindsatsen på kort og lang sigt, herunder målsætninger/milepæle**

Metoder og modeller, der kan danne grundlag for en ny fremadrettet design-, dimensionerings- og lokaliseringspraksis for det byggede miljø, transportanlæg og infrastruktur. Resultaterne skal give en viden, der optimerer beslutningsprocesserne og herved sikrer mod fremtidige skader som følge af klimaændringer, og som samtidigt modvirker yderligere klimaændringer.

#### **B. Hvilke sektorer vil primært kunne drage nytte af forskningsresultaterne**

Bygge- og anlægssektoren, sundhedssektoren, vandsektoren, transportsektoren, jordbrugssektoren, erhvervslivet og den private sektor i øvrigt.

### **C. Forventet gevinst for sektorerne**

Ensartet og helhedsorienteret beslutningsgrundlag for langsigtede, klimarobuste investeringer. Målgrupperne, der skal kunne anvende beslutningsgrundlaget, er myndigheder, erhvervsliv og private investorer. De modeller, der udvikles med henblik på at kunne anvendes til beskrivelse af sandsynlighed for klimascenarier, skal når de sammenholdes med samfundsomkostninger kunne sikre konsistent behandling af risici i forskellige samfundssektorer.

Kvantitativ information og forsigtighedsprincipper forudsættes inddraget ved vurdering og prioritering af investeringer inden for vandforsyning, kloakker, veje, broer og det byggede miljø.

## **Tema 4: Landskab og klimatilpasning**

### **Baggrund**

#### **A. Udfordring/problem/mulighed, som skaber behovet for forskning, årsagerne hertil og konsekvenserne**

Det danske landskab er et resultat af de samspil mellem mennesket og naturen, der er sket siden den sidste istid. Landskabet og dets ressourcer er således i tiltagende grad blevet udnyttet og organiseret. På mange måder fremtræder det danske landskab derfor i dag som gennemreguleret og fastlåst i dets forskellige funktioner – produktiv/økonomiske, naturmæssig/økologiske og samfundsmæssig/kulturelle. Klimaændringerne vil ændre og forstærke den påvirkning, der allerede i dag sker i brugen af landskabet og dets ressourcer (bosætning, landbrug, skovbrug, dambrug, vandindvinding, råstofudvinding, transport mv.), ligesom ændringerne har betydning for de øvrige værdier, der er knyttet til landskabet (biodiversitet, friluftsliv, kulturmiljø). Nogle konsekvenser er positive – andre er negative. Samtidig skal landskabet fysisk kunne levere plads til klimatilpasning (f.eks. ved oversvømmelse). Det kræver tilpasning i anvendelsen og forvaltningen af landskabet. Klimaændringerne vil ændre de enkelte økosystemer og samspillet imellem disse. Dette har konsekvenser for landskabets funktioner og tjenester (fødevarerproduktion, bioenergi, rent vand, biologisk mangfoldighed, sygdomsspredning, friluftsliv mv.).

Der er en omfattende national og international regulering af økosystemer og naturressourcer, ofte rettet mod beskyttelse af disse og med sigte på bæredygtig udnyttelse af ressourcerne. Klimaændringerne forventes at ændre kravene til indholdet i sådanne reguleringer og behovet for et samlet landskabsmæssigt og tværgående syn på disse udfordringer. De første tiltag er allerede en del af EU's regler.

### **Forskningsspørgsmålet**

#### **A. Behovet for forskningsbaseret viden, som udfordringen skaber**

Udfordringen er at belyse de landskabsmæssige muligheder, der kan være for såvel kontrolleret som spontan tilpasning til klimaændringer samt at udpege de forhold (økonomiske, økologiske, miljømæssige, fysiske, sociale og lovgivningsmæssige), der begrænser eller fremmer en sådan tilpasning.

#### **B. Relaterede forskningsspørgsmål/problemstillinger, der skal forskes i**

- Hvordan skabes fleksibilitet på landskabsniveau (funktionsintegration vs. funktionsopdeling) under klimaændring?
- Hvordan fremmes en bæredygtig og samfundsøkonomisk optimal produktion (land- og skovbrug, fiskeri, akvakultur, råstofindvinding) i et landskab under klimaændring?
- Hvordan sikres og forvaltes biodiversiteten, herunder tilpasningsmuligheder i landskabet, migrationsruter og habitatkorridorer for arter, økosystemer fra kysterne ind i landet, muligheder for en dynamisk natur med bl.a. etablering af nye arter og økosystemer samt håndtering af invasive arter?
- Hvordan tilpasses udviklingen af landdistrikterne til det ændrede klima, og hvordan fremmes bæredygtig bosætning i landskabet?

- Hvordan sikres vandressourcernes kvantitet og kvalitet i forhold til krav om folkesundhed?
- Hvordan sikres bæredygtig udnyttelse af vandressourcen under klimaændringer, herunder imødekommelse af klimaekstremer som tørke og oversvømmelser)
- Hvordan fremmes rekreative/æstetiske elementer i landskabet i et samspil mellem natur og kultur?
- Hvordan håndteres nye vedvarende energikilder (biobrændsler, vindmøller, solpanelparker) i landskabet, så konflikter med andre erhverv, biodiversitet, æstetik osv. minimeres og synergier mellem tilpasning og modvirkning af klimaændringer udnyttes?
- Hvordan minimeres sygdomsrisici fra vektorbårne sygdomme, allergifremkaldende pollen mv.?
- Hvordan inddrages befolkningen i de beslutninger, der tages om tilpasningsprocesser i landskabet?
- Hvilke lovgivningsmæssige og økonomiske reguleringsmekanismer kan bidrage til at optimere landskabets funktioner og tjenester under klimaændringer?

## **Forskningsdiscipliner og forskningsmæssig satsning**

### **A. Forskningsdiscipliner som indgår**

Forskningsindsatsen kræver inddragelse af en række discipliner, herunder: geografi, skov- og landbrugsvidenskab, biologi, hydrologi, geologi, miljøkemi, arkitektur, samfundsvidenskab (især planlægning, økonomi, jura, forvaltning) og sundhedsvidenskab.

### **B. Relevansen for dansk strategisk forskning. Særlige muligheder/forudsætninger mv.**

Der er stærk tradition i Danmark for tværfaglige forskningsindsatser inden for økosystem- og landskabsforvaltning. Det danske landskab er gennemregistreret, hvilket giver unikke muligheder for konsekvensanalyser i klimasammenhæng. Samtidigt er der tradition for et frugtbart samspil mellem forskningen, myndigheder og offentligheden. Der er derfor betydelig potentiale for at bringe disse styrker i anvendelse og videreudvikle feltet med fokus på klimatilpasningsaspektet. Dette giver desuden et godt afsæt for internationalt samarbejde.

### **C. Eventuelle faglige forudsætninger**

Grundlæggende er de faglige kompetencer til stede. Der er dog behov for udvikling af integrerede metoder, der sikrer at samspillet mellem de forskellige fagdiscipliner fungerer optimalt, herunder sikrer integration af modeller inden for klima, hydrologi, biogeokemi, økologi og samfunds- og miljøøkonomi.

## **Resultater**

### **A. Konkret forventet udbytte af forskningsindsatsen på kort og lang sigt, herunder målsætninger/milepæle**

Forskningen forventes at give forbedret grundlag for at vurdere og implementere bæredygtige strategier for anvendelsen af landskabet og sikre økosystemerne under klimaændringerne på lokal, national og regionalt niveau, herunder:

- Ny indsigt i landskabs- og økosystemdynamik og -struktur under klimaændringer
- Reguleringsmekanismer til sikring af landskabets funktioner og tjenester i forhold til klimaændringer og ekstremhændelser
- Nye planlægningsværktøjer for landskabsforvaltning under klimaændringer rettet mod:
  - Sikring af biodiversitet, naturlige ressourcer samt bæredygtig produktion og bosætning
  - Udvikling af rekreative/æstetiske elementer i landskabet
  - Udnyttelse af vedvarende energikilder og minimering af landskabsmæssige konflikter
  - Minimering af sygdomsrisici
  - Befolkningens involvering i tilpasningsprocesser.

### **B. Hvilke sektorer vil primært kunne drage nytte af forskningsresultaterne**

Forskningsaktiviteterne vil primært gavne sektorer, der er afhængig af planlægning i det åbne land, herunder land- og skovbrug, fiskeri, akvakultur, byggeri, råstofudvinding, turisme, infrastruktur og

forsyning, arealforvaltning og – udvikling, risikohåndtering (forsikring) og sundhed. Forskningen tilgodeser desuden grundlaget for myndighedernes landskabsforvaltning.

### **C. Forventede gevinst for sektorerne**

Forskningen har et bredt samfundsmæssigt sigte, hvor inddragelsen af aktører og befolkningsgrupper vedrørende holdninger, udnyttelse og investering i forhold til klimascenarier, herunder håndtering af usikkerheder skaber muligheder for beslutninger, der kan sikre en bæredygtig udvikling af landskabet og dets ressourcer og tjenester. Resultaterne bidrager til grundlaget for fremtidige politikker og beslutninger på alle niveauer, hvor en aktiv borgerinvolvering medvirker til at sikre ejerskab.

## **Tema 5: Klimatilpasning og kystzonen**

### **Baggrund**

#### **A. Udfordring/problem/mulighed, som skaber behovet for forskning, årsagerne hertil og konsekvenserne**

Kystzonen afgrænses til kysten, landområder, der er væsentligt påvirket af nærheden til kysten, og havområder ud til kontinentalsoklen.

Efter en flere hundrede år lang periode med et relativt konstant havspejl står vi over for en periode med et konstant stigende havspejl. Det usikre er hvor hurtig stigningstakten bliver. Kystzonen er globalt set et vækstområde i alle samfund. I Danmark bor således størstedelen af befolkningen inden for en zone af 10 km fra kysten. Der er knyttet store værdier og interesser til kysten i form af bygninger, anlæg, kulturmiljø, naturområder, og rekreative muligheder. Der er mange forskellige arealinteresser og dynamiske processer i de kystnære områder, der skaber udfordringer i forhold til at begrænse skaderne forvoldt af et højere havspejl.

Store samfundsøkonomiske investeringer i kystnær bebyggelse og infrastruktur som kloakker, veje, baner og kystanlæg har en lang tidshorisont. De er samtidig sårbare over for ændringer i klimaet. Hydrografiske ændringer i saltholdighed, springlagets dybde, temperatur og iltindhold vil ligeledes påvirke mulighederne for havbrug, fiskeri, badevandskvalitet og dermed også turisme.

### **Forskningsspørgsmål**

#### **A. Behovet for forskningsbaseret viden, som udfordringen skaber**

Temaet lægger op til tværfaglig forskning, der kan bidrage til bedre forståelse og håndtering af effekter af og tilpasning til klimaændringer i kystzonen.

#### **B. Relaterede forskningsspørgsmål/ problemstillinger, der skal forskes i**

Globale udfordringer for kystzonen

- Hvorledes påvirker storskala hydrografiske processer i f.eks. Arktis vandstand og havstrømme i havet omkring Danmark
- Hvad er omfanget og konsekvenserne af forsuringen af havet på lokale og grænseoverskridende økosystemer

Borgerinddragelse

- Hvor langt vil folk gå mht. tilpasning. Hvorledes sikres borgerinddragelsen om handlemuligheder og restriktioner i forhold til planlægning i kystzonen

Biodiversitet

- Hvorledes sikres biodiversitet i kystområdet
- Hvilke ændringer vil der ske i fødekæden. Hvorledes påvirkes iltsvind pga. større udsivning af næringsstoffer og højere temperatur

## Kystprocesser

- Hvad er den kystdynamiske udvikling herunder kystmorfologi og naturudvikling under forskellige regimer af havspejlsstigning og kystsikring
- Betydningen af og beskyttelse og optimering af diger og havne langs kysterne i de ydre og indre danske farvande med et stigende havspejl
- Hvad er de væsentligste samfundsmæssige aspekter ved havspejlsstigninger og hvorledes løses de mest hensigtsmæssigt i konkrete områder
- Hvad betyder saltvandsindtrængning for vandressourcen og miljøet under forskellige klima- og kystbeskyttelsesscenarioer

## Planlægning

- Hvorledes tilpasses planlovgivning og udformningen af de instrumenter, der indgår i den? Hvad kan strategisk planlægning anvendes til? Hvorledes værdisættes det at bo i risikoområder? Skal udsatte områder beskyttes?
- Hvordan udvikles en integreret kystzoneforvaltning, der inddrager natur-, økonomi-, friluftsliv- og turismeinteresser i en usikker klimasituation
- Hvordan skal beredskabsplaner tilpasses
- Hvilke forvaltningstiltag skal anvendes for at sikre bæredygtigt fiskeri, havbrug og havøkosystemer
- Hvilke konsekvenser vil klimabetingede ændringer i biodiversitet have for struktur, funktion og forvaltning af havøkosystemer i dansk og grønlandsk farvand
- Hvordan sikres bæredygtig og samfundsøkonomisk optimal byudvikling i kystnære områder

## Erhverv og energi

- Hvordan tilpasses turismeerhvervet til det ændrede klima
- Hvorledes planlægges vindmølleparkers placering. Hvordan håndteres konflikter med andre aktiviteter og med dyrearter
- Hvilke muligheder/problemer er der for fremtidigt havbrug (fødevarer, energiproduktion)
- Hvordan påvirker ændringer i temperatur, saltholdighed og algeforekomst grundlaget for fiskeproduktionen i kystzonen
- Hvordan vil danske (og grønlandske) farvandes "goods and services" ændre sig som konsekvens af klimaændringer.

## Forskningsdiscipliner og forskningsmæssig satsning

### A. Forskningsdiscipliner som indgår

Der tages udgangspunkt i en naturvidenskabelig indgangsvinkel med støtte af samfundsfaglige discipliner omkring løsning af de samfundsmæssige udfordringer: geografi, samfundsvidenskab (især økonomi, planlægning og jura), naturvidenskab og arkitektur.

### B. Relevansen for dansk strategisk forskning. Særlige muligheder/forudsætninger mv.

Temaet sigter på at skabe et anvendelsesorienteret resultat af de naturvidenskabelige og samfundsøkonomiske fagdiscipliner. Der er i høj grad fokus på udmøntning af bæredygtig udvikling af kystzonen vha. anvendelsesorienterede og praktiske løsningsmodeller baseret på et tværvideenskabeligt grundlag.

### C. Eventuelle faglige forudsætninger

Det forudsættes, at der foreligger statistisk baserede klimascenarioer for fremtidige havspejlsstigninger, således at der kan arbejdes med flere scenarier på et ensartet grundlag. Det er ligeledes en forudsætning, at der skabes mulighed for forskning i processer og effekter af afsmeltningen af indlandsisen og af den grønlandske havis' indflydelse på havspejl og havstrømme, ligesom viden om forsuring af havet er en væsentlig forudsætning for vurderingen af de fremtidige økosystemer i kystzonen.



## Resultater

### A. Konkret forventet udbytte af forskningsindsatsen på kort og lang sigt, herunder målsætninger/milepæle

Forskningsindsatsen forventes udmøntet i en række meget konkrete ydelser, der skal sikre, at den fremtidige forvaltning af den danske kystzone er baseret på de seneste forskningsresultater og den størst mulige faglighed. Konkret kan der peges på en række ydelser og værktøjer:

- Bedre modeller til at forebygge negative konsekvenser og udnytte de positive konsekvenser af klimaændringerne i kystzonen
- Bedre værktøjer til brug for beslutningstagning baseret på tværfaglige principper (natur, samfund)
- Udvikling af nye værktøjer, modeller og monitoringsystemer for forvaltning af kystrelaterede økosystemer under klimaændringer
- Udvikling og implementering af beslutningsstøtteværktøj på Klimatilpasningsportalen
- Katalog over mulige tilpasningsstrategier for forskellige kysttyper under hensyntagen til arealanvendelsen
- Grundlag for vurdering af risici- og ansvarsfordeling, herunder for udvikling af nye finansielle instrumenter

### B. Hvilke sektorer vil primært kunne drage nytte af forskningsresultaterne

Offentlig forvaltning, jordbrug, fiskeri, havbrug, friluftsliv og turisme, bygge og anlæg, forsikringsbranchen, grundejerforeninger

### C. Forventet gevinst for sektorerne

- Økonomisk stabilitet af samfundsværdier der bygger på kyst- og havressourcer
- Sikring af kystsamfundenes beståen i en bæredygtig udvikling
- Mindsket sårbarhed af økosystemerne i kystzonen gennem en bæredygtig udnyttelse af kyst- og havressourcer
- Rumlig og tværsektoriel planlægning og forvaltning i kystzonen

Koordineringsenhed for forskning i klimatilpasning (KFT) er etableret under regeringens strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark. KFT består af Aarhus Universitet, Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Danmarks Meteorologiske Institut (DMI), De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Københavns Universitet (KU) samt Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Formand for KFT's styregruppe er adm. direktør Leo Larsen, Sund & Bælt. KFT's sekretariat har adresse ved Danmarks Miljøundersøgelser.

KFT skal fremme og medvirke til tværgående videnopbygning inden for forskning i klima, klimaeffekter og klimatilpasning. Dette skal gøres gennem koordineret forskning i nationale og europæiske forskningsprogrammer og bistå forskermiljøerne med data og viden om eksisterende forskning og særligt vigtige forskningsbehov på klimatilpasningsområdet. KFT skal sikre, at foreliggende forskningsresultater er til rådighed for forskningsmiljøerne, samfundet og de sektorer, som skal udmønte konkrete tilpasningsinitiativer.