

Katalog over mulige konsekvenser af fremtidige klimaændringer og overvejelser om klimatilpasning

Udarbejdet af den Tværministerielle Arbejdsgruppe for Klimatilpasning

August 2007

Finansministeriet, Forsvarsministeriet, Indenrigs- og Sundhedsministeriet, Miljøministeriet,
Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Ministeriet for Videnskab, Teknologi og
Udvikling, Transport- og Energiministeriet og Økonomi- og Erhvervsministeriet

INDHOLD	SIDE:
1 INDLEDNING	7
2 SAMMENFATNING	9
3 HJDTIDIGE ERFARINGER MED KLIMATILPASNING	13
3.1 KONKRETE ERFARINGER FRA ANDRE LANDE OG ORGANISATIONER	13
4 FÆLLES UDGANGSPUNKT FOR KLIMAÆNDRINGER	17
4.1 SCENARIER	17
4.2 KLIMAMODELLER	17
4.3 SCENARIER FOR DANMARK	18
4.4 EKSTREMER	19
5 SAMFUNDSØKONOMISK VURDERING AF KLIMATILPASNING	21
5.1 HVAD ER SAMFUNDSØKONOMI?	21
5.2 PARTIEL TILGANG	21
5.3 SPONTANE TILPASNINGER OG PLANLAGTE TILTAG	22
5.4 BESKRIVELSE AF KONSEKVENSER AF KLIMAEFFEKTER	22
5.5 DISKONTERING	22
5.6 FØLSOMHEDSANALYSE	23
6 KLIMAÆNDRINGERS BETYDNING FOR DE 11 TEMAER	24
6.1 KYSTFORVALTNING, DIGER, HAVNE OG KYSTNÆR BEBYGGELSE	24
6.2 BYGGERI OG ANLÆG	26
6.3 VANDFORSYNING	29
6.4 ENERGIFORSYNING	32
6.5 LAND- OG SKOVBRUG	33
6.6 FISKERISEKTOREN	36
6.7 NATUR	38
6.8 PLANLÆGNING AF DEN FREMTIDIGE AREALANVENDELSE	41
6.9 SUNDHED	43
6.10 REDNINGSBEREDSKABET	46
6.11 FORSIKRINGSMÆSSIGE FORHOLD	48
7 BEHOV FOR YDERLIGERE VIDEN, ANALYSER, FORSKNING OG INFORMATION	51
7.1 FORSKNING	51
7.2 BETYDNINGEN AF NY TEKNOLOGI	52
7.3 INFORMATION	52

1 Indledning

FN's klimapanel (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), IPCC, vurderer, at der fremover må forventes højere temperaturer, vandstandsstigning og flere ekstreme vejsituationer. Klimaændringerne indtræder gradvist over en meget lang tidshorisont, og de samfundsmæssige konsekvenser af klimaændringerne vil være afhængige af, hvornår og i hvilket omfang ændringerne indtræder, samt hvorledes udformningen af fx infrastruktur og byggeri er tilpasset de forventede ændringer i klimaet.

På denne baggrund besluttede Regeringen i oktober 2005 at iværksætte en proces med henblik på udarbejdelse af en dansk klimatilpasningsstrategi. Herved tilkendegav regeringen, at det kan være hensigtsmæssigt, at der i passende tid tilvejebringes et konsolideret overblik over de forventede klimaændringer og konsekvenserne heraf. Et sådant overblik giver mulighed for at overveje, om og i givet fald hvordan myndigheder, virksomheder og privatpersoner kan tage højde for klimaændringerne. Uden et systematisk grundlag er der risiko for, at konsekvenserne af klimaændringerne indgår tilfældigt og uprioriteret i planlægningen.

Nærværende katalog indeholder en gennemgang af de forventede klimaændringers betydning for en række udvalgte sektorer, samt en redegørelse for de klimatiske og samfundsøkonomiske forudsætninger, som er lagt til grund. Geografisk dækker kataloget hele landet inklusiv havet omkring Danmark.

2 Sammenfatning

Kataloget er bygget op omkring en række overordnede afsnit, der dels beskriver hvilke erfaringer andre lande har med klimatilpasning, hvilke klimakonsekvenser de tre udvalgte klimascenarier vil få for Danmark, mulige metoder til at udarbejde samfundsøkonomiske vurderinger i forbindelse med klimatilpasning dels hvilke behov for forskning, teknologi og information, der kan identificeres for nuværende. Dernæst vurderes, hvilken betydning forventede klimaændringer vil få for en række relevante temaer.

Kapitel 3 redegør for udvalgte udenlandske erfaringer med klimatilpasning. Det konkluderes, at mange lande er langt fremme med at vurdere betydningen af, hvilke konsekvenser de forventede klimaændringer vil få for deres område, ligesom en række lande er i gang med at udarbejde en egentlig national klimatilpasningsstrategi. Danmark kan med fordel trække på erfaringer fra flere lande, uden at disse dog kan erstatte en national analyse af behovet for en dansk tilpasningsstrategi.

I *kapitel 4* redegøres for valget af to klimascenarier, A2 og B2 baseret på anbefalinger fra FN's klimapanel (IPCC) og et scenarium baseret på EU's målsætning om, at den globale menneskeskabte opvarmning ikke overstiger 2 grader i forhold til førindustriel tid (EU2C). Kapitellet beskriver kort de klimaændringer, som de tre scenarier fører til i Danmark på kort, mellemlang og langt sigt. I hovedtræk forventes et varmere klima for alle tre klimascenarier. Ifølge scenarierne vil der komme mere nedbør på årsbasis men mindre om sommeren, som i scenarierne er karakteriseret ved såvel tørke som kraftigere regnskyll. Dette er mest karakteristisk for A2 og B2. Ifølge scenarierne vil den maksimale vandstand ved Vestkysten stige, ligesom den maksimale stormstyrke vil øges over hav mest markant for A2. Risikoen for flere ekstreme stiger alt andet lige i alle tre klimascenarier.

Kapitel 5 beskriver de metodiske aspekter, som specielt gør sig gældende i forbindelse med velfærdsøkonomiske analyser af klimatilpasningstiltag, som opdeles i to typer: de tiltag, der sker spontant og de planlagte, der sker på baggrund af politiske beslutninger. De samfundsøkonomiske beregninger forudsætter viden om blandt andet klimaændringernes effekter, økonomisk og teknologisk udvikling samt graden af spontan tilpasning.

I *kapitel 6* er gennemgået 11 temaer, hvor det er fundet relevant at vurdere, hvad klimaændringer kan komme til at betyde. Det drejer sig om følgende temaer:

- Kystforvaltning, diger, havneanlæg og kystnær bebyggelse
- Byggeri og anlæg (bygninger, afløbssystemer, veje, baner, broer mv.)
- Vandforsyning
- Energiforsyning
- Land- og skovbrug
- Fiskeri
- Natur og naturforvaltning
- Planlægning af den fremtidige arealanvendelse
- Sundhedsforhold
- Redningsberedskab
- Forsikringsmæssige aspekter

Inden for hvert tema beskrives *sårbarhed* i forhold til de forventede klimaændringer, samt *konsekvenser* og den forventede spontane tilpasning. Dette leder frem til en beskrivelse af de mulige tiltag/*handlemuligheder*, der kan identificeres som led i en planlagt tilpasning. For hvert tema beskrives relevante områder for vurdering af samfundsøkonomiske konsekvenser.

Klimaændringer og mulige tiltag

Der er i kataloget gjort en række overvejelser om klimatilpasning, som nedenfor sammenfattes under de vigtigste klimaændringer. Det har dog ikke i alle tilfælde været muligt at kvantificere den samfundsmæssige betydning under de givne forudsætninger.

Øget nedbør

Siden 1873 er nedbøren i Danmark steget ca. 15 %. Det har bl.a. medført større udvaskning af næringsstoffer fra landbrugsjorder og større afstrømning i vandløb. I fremtiden forventes udviklingen at fortsætte. På langt sigt (A2 og B2, 2071-2100) opereres i scenarierne med yderligere stigninger på mellem 18 og 43 % for vinternedbøren især. Der er identificeret en række mulige tiltag, som kan afbøde virkningerne. Dette kan bl.a. indebære behov for yderligere regulering, eventuelt via konvertering af vandlidende jorder i ådale og langs kysterne til større sammenhængende naturområder. På baneområdet kan der blive behov for udskiftning af jernbanenettets såkaldte underballastlag i takt med stigende grundvandsspejl, så risikoen for skred i baneskråninger minimeres. Et stigende grundvandsspejl i Vestdanmark kan også medføre ændringer i krav til vandløbsreguleringen, og i fremtiden kan anvendelse af rørledninger til transport af grundvand fra vandlidende områder til områder med vandmangel blive aktuelt.

Mildere og fugtigere vintre

Siden 1873 er temperaturen i Danmark steget ca. 1,5 °C. Mildere vintre har bl.a. medført mindre behov for isbrydning, snerydning og opvarmning. Vintrene er blevet kortere og planternes vækstsæson og pollensæsonen er blevet nogle uger længere. På langt sigt (A2, B2 og EU2C, 2071-2100) forventes vintertemperaturen at stige yderligere 2-3 °C, og vækstsæsonen forlænges med 1-2 måneder. Der er identificeret en række mulige tiltag på energi-, byggeri- og sundhedsområderne. Det kan være gennem ændringer af byggenormer for snelast. Boligernes indeklima udgør et specielt problem. På sundhedsområdet forudses således en øget forekomst af flere symptomer som følge af udsættelse for husstøvmider, fugt og skimmelsvampe. Det kan medføre øget behov for lægekontakt, forebyggelse og behandling. Endvidere forudses – også pga. længere vækstsæson – stigende problemer med allergifremkaldende pollen, som ligeledes kan betyde et øget behov for information og forebyggende behandling. Desuden kan mildere vintre medføre ændringer i sygdomsmønstre for såvel dyr som mennesker, som vil kræve øget overvågning og kontrol. Der kan måske opstå behov for udvikling af nye lægemidler eller vaccinationsprogrammer, som kan afbøde effekterne af fx invasive arter, bakterier eller vira.

Varmere somre

På langt sigt (A2 og B2, 2071-2100) forventes sommertemperaturen i Danmark at stige yderligere 1-3 °C. Der er identificeret en række mulige tiltag, som kan afbøde de negative virkninger. Først og fremmest imødeses et stigende behov for køling. Endvidere vil varmere somre føre til større fordampning især i byområder i Østdanmark og kan medføre øget behov for regulering af vandforbruget i såvel landbrug som andre erhverv. På det marine område imødeses omstilling af fiskeriet til nye arter. Alt andet lige vil varmere somre også kunne øge risikoen for alvorlige iltvind, hvilket kan vanskeliggøre opfyldelse af vandmiljømål. Ved længere perioder med varmt havvand vil en øget forekomst af visse havbakterier udgøre en risiko for alvorlig infektion hos særlige risikogrupper. Varmere somre kan fx også give bi- og hvepsestik med risiko for svære allergiske reaktioner hos personer, der er overfølsomme over for dette.

Flere ekstremer

I fremtiden (A2, B2 og EU2C, 2071-2100) forventes længere (4-9 døgn) hedebølger og flere (10-20 døgn) varme sommernætter. Endvidere vil der optræde flere kraftige nedbørshændelser om sommeren på trods af en generelt faldende tendens for den samlede sommernedbør. Det betyder i kombination med de højere sommertemperaturer, at risikoen for tørke øges. Scenariernes indikationer af ændrede ekstremer er behæftet med større usikkerhed end de tilsvarende ændringer i det generelle klima. Først og fremmest er

der identificeret behov i sundhedssektoren for at sikre ældre og syge mod ekstreme sommertemperaturer. Det kan være tiltag som fx luftkøling eller kriseberedskab inkl. sikring af væskeindtagelse hos udsatte grupper. Håndtering af ekstreme regnskyl - som kan blive 20-50 % kraftigere end i dag - kræver en overordnet tilgang. Fremtidens afløbssystemer kan bl.a. planlægges og udbygges ved inddragelse af lavtliggende arealer til afledning af større regnmængder. Der vil i medfør af EU's Oversvømmelsesdirektiv blive behov for udarbejdelse af "risikokort", som kommuner og andre kan anvende i beredskabsplanlægning og som grundlag for beslutninger om nyt byggeri

Mere vind

Middelvindhastigheden forventes at stige 1-4 % (A2, B2 og EU2C, 2071-2100), mens den maksimale stormstyrke tilsvarende forventes øget med op til 10 % (A2). Sammen med ændringer i den fremherskende vindretning kan disse ændringer medføre negative konsekvenser i form af øget kysterosion og tilsanding af sejlrender. Virkningerne kan delvis afbødes gennem kystbeskyttelse, herunder sandfodring og/eller gennem digebyggeri eller klitforstærkning. Oprensning af sejlrender udgør et separat problem. Kraftigere storme kan medføre behov for regulering af vindlastnormer i byggeriet og ændre konditionerne for forsikringsbranchen. Endelig har skovbruget det tilpasningsproblem, at en af de mest anvendte træarter i Danmark – rødgranen – kun dårligt tåler mere vind, øget nedbør og varmere vintre. Der er allerede påbegyndt en omstilling til naturnære skove, som bedre modstår storme og klimaændringer. Der kan være behov for tiltag til at fremme denne omstilling.

Højere vandstand

Danmarks Meteorologiske Institut har ved hjælp af deres stormflodsmodel estimeret fremtidige vandstande (A2, 2071-2100) ved de danske kyster. Der imødeses en generel vandspejlsstigning på 0,15-0,75 m og en øgning af den maksimale vandstand i ekstreme stormflodssituationer på mellem 0,45 - 1,05 m på Vestkysten. Konsekvenserne heraf vil være størst på den jyske vestkyst. Det er muligt at afbøde eller reducere de negative virkninger gennem en række tiltag, som omfatter digebyggeri eller sløjfning af diger, hvor arealerne bagved med tiden har mistet deres landbrugsmæssige værdi. Endvidere kan der vise sig behov for yderligere regulering af byggeri i havneområder, især hvor byer er anlagt ved åmundinger. Her kan lavtliggende havnearealer komme under pres fra to sider. Håndtering af stigende havspejl i kombination med øget nedbør og større afstrømning vil stille nye krav til samordning og koordinering af de forskellige myndigheders indsats. Havspejlstigningerne vil også have negativ betydning for den landbrugsmæssige udnyttelse af arealer langs en række fjorde og vandløb, og her kan konsekvensen være ophør af landbrugsdrift på disse.

Tværgående problemstillinger

I kataloget er der identificeret en række tilpasningsbehov, som dels rækker udenfor landets grænser dels vedrører mere generelle planlægningsmæssige eller beredskabsmæssige behov. Først og fremmest er der en stor og stigende del af reguleringen, der varetages i EU-regi. Det drejer sig om bl.a. fiskeri og landbrug samt forhold vedrørende naturen. På planlægningsområdet er der identificeret behov for nærmere koordinering af de samfundsmæssige interesser i forbindelse med statslige udmeldinger i "Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen".

Endelig rundes kataloget af med *kapitel 7* med de videre perspektiver, herunder de konstaterede behov for viden, forskning, teknologiudvikling og information på tilpasningsområdet. På baggrund af en rundspørge foretaget af Videnskabsministeriet er der inden for de enkelte områder givet udtryk for, at der er behov for viden om de effekter, klimaændringer vil medføre og de behov for tilpasning, effekterne afføder. På forskningsområdet kan der være behov for at styrke koordineringen og sikre en bedre vidensudveksling mellem forskere og offentlige myndigheder. Endvidere har de samfundsøkonomiske analyser demonstreret, at der mangler viden med hensyn til prisfastsættelse af ikke-markedsomsatte goder samt værdisætning af goder, hvor flere tiltag kombineres eller påvirker flere sektorer. Det er forventningen, at nye teknologier frem mod 2085 vil kunne få en vis betydning for mulige tilpasningstiltag.

På informationsområdet viser erfaringerne fra de udenlandske informationskampagner, at det er vigtigt, at der er en tydelig kobling mellem den førte klimapolitik og den information, der gives. Information kan med fordel bygges op omkring en kommunikationsindsats, der sigter både centralt og lokalt. Det er i den sammenhæng afgørende, at der stilles de fornødne værktøjer og økonomiske midler til rådighed.

3 Hidtidige erfaringer med klimatilpasning

De europæiske lande er generelt langt fremme med vurderingen af, hvilke konsekvenser klimaændringerne vil få i netop deres område. En række lande er i gang med forstudier, forskning og udredning samt planlægning af en klimatilpasningsindsats. Kun få lande har udarbejdet en egentlig klimatilpasningsstrategi. Ingen lande har offentliggjort de samlede omkostninger ved klimatilpasning.

De fleste lande bruger flere klimascenarier, baseret på de internationalt anerkendte vurderinger fra FN's klimapanel (IPCC). Da scenarierne først for alvor bliver forskellige efter 2040, er det i første omgang ikke så vigtigt, hvilke scenarier der vælges som grundlag for en tilpasningsindsats, da de fleste tilpasningstiltag alligevel begynder at virke indenfor denne tidshorisont.

Der er stadig betydelig usikkerhed omkring omfanget og karakteren af fremtidige klimaændringer og deres konsekvenser for de berørte samfund. Dette har betydning for de enkelte landes tilgang til klimatilpasning på flere måder. For det første lægges der stor vægt på at oparbejde mere viden gennem forskning og udredninger. For det andet anvendes risikoanalyser til håndtering af beslutninger på et usikkert grundlag. For det tredje anlægges ofte en faseopdelt tilgang, som tager højde for forskellige planlægningshorisonter. Det er en udbredt opfattelse, at de forventelige konsekvenser af klimaændringer vil være så betydelige, at planlægningen af tilpasningstiltag bør iværksættes nu.

Det er det generelle indtryk, at der før der træffes beslutning om konkrete tilpasningstiltag med betydelige samfundsmæssige konsekvenser ofte vil være behov for, at der foretages en systematisk vurdering – herunder samfundsøkonomisk vurdering af konsekvenser og forskellige tilpasningsmuligheder på kort, mellemlang og langt sigt. Det er vigtigt at holde sig for øje, at en lang række af tilpasningstiltagene gennemføres af regionale og lokale myndigheder samt private, der bærer enten hele eller en stor del af omkostningen ved de konkrete initiativer og investeringer. Dette reducerer imidlertid ikke behovet for en samlet samfundsøkonomisk vurdering.

3.1 Konkrete erfaringer fra andre lande og organisationer

Storbritannien har nok de mest omfattende erfaringer med konkret forberedelse af klimatilpasning, idet *UK Climate Impacts Programme* (UKCIP) blev etableret i 1997. Dette har dog endnu ikke resulteret i en national klimatilpasningsstrategi. I efteråret 2005 blev der igangsat en proces i tre faser, hvor 1. fase, som var en spørgeskemaundersøgelse for at afdække allerede igangværende klimatilpasningstiltag, er afsluttet. 2. fase vil omfatte en vurdering af de indkomne oplysninger, og endelig vil resultatet af 3. fase være konkrete anbefalinger til, hvordan man sikrer, at klimatilpasning fremover indtænkes i planlægning og udvikling.

En række af erfaringerne fra *Storbritannien* vil være relevante for Danmark både med hensyn til de konkrete sektorer og den procesmæssige tilgang. *Storbritannien* har en klar præference for en interessent-drevet proces, idet UKCIP har ansvaret for udarbejdelse af studier og vejledninger til brug for regionale og lokale myndigheder, som samtidig medfører, at en stor del af omkostningerne ved de konkrete tilpasningstiltag bæres af disse. Der er således gennemført en række specifikke studier over konsekvenser af klimaændringer i de fleste regioner og selvstyrende områder i *Storbritannien*. Fx er der i Skotland gennemført et forskningsprojekt, der giver et første bud på en klimatilpasningsstrategi. I starten af 2006 gik startskuddet for en større informationskampagne for at øge befolkningens opmærksomhed på klimaændringer.

I *Holland* er der naturligt særligt fokus på ferskvandsressourcer og kystbeskyttelse. Beskyttelse af kystlinien og kystområderne sker gennem en kombination af fysisk planlægning og tekniske redskaber. Både den tekniske ekspertise og den procesmæssige tilgang er fokuseret på at foretage sikkerhedstjek af

diger og infrastruktur hvert 5. år og løbende justere kriterier og grænseværdier i lyset af ændrede klimaforhold og arealanvendelse. Der er således tradition for løbende tilpasning. I slutningen af 2005 udgav de hollandske miljømyndigheder et katalog over konsekvenser af klimaændringerne for Holland.

Tyskland har gennemført et 2-årigt projekt, som har resulteret i en rapport, som dels beskriver konsekvenser af klimaændringer dels evaluerer den eksisterende klimatilpasningsindsats i Tyskland. Resultaterne skal danne grundlag for udvikling af klimatilpasningsstrategier i Tyskland. Derudover er der gennemført en del forskningsaktiviteter, ikke mindst i regi af *Deutsches Klimaforschungsprogramm*. Bortset fra forskningsindsatsen er de mest relevante erfaringer indhøstet på regionalt niveau. Et eksempel er den Slesvig-Holstenske handlingsplan for integreret kystbeskyttelse, der fastlægger rammerne for vadehavsregionens risikohåndtering i lyset af forventede havspejlsstigninger i de kommende årtier.

Finland vedtog i 2005 en national klimatilpasningsstrategi, der omfatter perioden indtil 2080. Hovedelementerne fra strategien er også inkluderet i den nationale energi- og klimastrategi, hvor fokus er på tiltag, der bør iværksættes inden for 5-10 år. Både i forhold til selve processen med at udvikle en klimatilpasningsstrategi og på visse temaområder, hvor der er udarbejdet specifikke rapporter, er de finske erfaringer relevante for Danmark. Arbejdet er foregået i et tværministerielt samarbejde med eksperter, forskere og andre væsentlige interessenter. Den finske strategi skelner mellem initiativer og tiltag inden for de enkelte sektorer og tværgående emner så som risikovurderinger, miljøvurderinger, advarselssystemer, forskning og informationsdeling. Der er truffet beslutning om at igangsætte et 5-årigt forskningsprogram om klimatilpasning i 2006. Klimatilpasningsstrategien vil blive evalueret efter 6-8 år.

Sverige besluttede i juni 2005 at iværksætte en større tilpasningsstrategisk udredning, der skal være færdig i 2007. Kraftige oversvømmelser i Sydsverige i de seneste 5 år og orkanen i januar 2005 har sat skub i den svenske tilpasningsproces. Som et led i processen er det besluttet, at der allerede i juni 2006 skal foreligge en analyse af oversvømmelsesrisici fra de store søer. Det hidtidige arbejde med klimatilpasning i Sverige har omfattet relevante studier inden for trafik, skovbrug og ikke mindst Østersøen. I årene 2001-2003 har man gennemført en større klimainformationskampagne. Derudover har man løbende afsat midler til et klimainvesteringsprogram og til et forskningsprogram.

Norge befinder sig på et indledende stadium i en tilpasningsproces. I 2004 blev gennemført et projekt, som primært fokuserede på forskellige modeller for en tilpasningsproces. I 2005 blev der afholdt en workshop, hvor de relevante sektorer fremlagde mulige konsekvenser af klimaændringer. Der er nu truffet beslutning om en national tilpasningsstrategi, men foreløbige signaler tyder på, at man i Norge fortrinsvis vil integrere tilpasning i den kommunale planlægning. I programmet NORKLIMA gennemføres en omfattende forskningsindsats. I april 2006 har Miljøverndepartementet udgivet ”Rapport om sårbarhed for og tilpasning til klimaændringer i sektorer i Norge” med hovedvægt på en analyse af samfundets sårbarhed overfor ekstreme.

Hedebølgen i sommeren 2003 satte ekstra gang i tilpasningsaktiviteterne i *Frankrig*. Ansvar for udarbejdelse af en national tilpasningsstrategi ligger hos ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique). ONERC har i juni 2005 udarbejdet en rapport om de konsekvenser, som klimaændringerne forventes at få for Frankrig. Der er etableret et forbedret beredskab til håndtering af hedebølger i Frankrig, ligesom beredskabet i forbindelse med oversvømmelser er lagt i fastere rammer. ONERC's bevillinger er dog i 2006 blevet begrænset, hvilket har medført en brat opbremsning i de franske aktiviteter på tilpasningsområdet.

I de sydeuropæiske lande som *Spanien* og *Portugal* vil de væsentlige konsekvenser af klimaændringerne være noget anderledes end i Danmark. Der forventes at ske et drastisk fald i vandressourcerne, som vil påvirke landbrugsproduktionen og øge risikoen for tørke. Dette sammen med stigende temperaturer kan medføre en øget risiko for skovbrande.

For så vidt angår det overnationale niveau så er *Klimakonventionen* (UNFCCC) og den tilhørende *Kyotoprotokol* væsentlige, fordi de sætter rammerne for det multilaterale samarbejde omkring klimatilpasning. Ikke mindst i forhold til udviklingslandene er dette væsentligt både i relation til de internationale klimaforhandlinger, og når det drejer sig om bistanden til udviklingslandene. Danmark har

rapporteringsforpligtelser på tilpasningsområdet, men aktiviteterne på UNFCCC-niveau har begrænset direkte relevans for den danske tilpasningsplanlægning.

Udover, at alle EU-medlemslandene har ratificeret Klimakonventionen og Kyotoprotokollen, er EU også en selvstændig part med deraf følgende forpligtelser også på tilpasningsområdet. I *EU-regi* har fokus hidtil været på at opgøre og begrænse emissioner og dermed begrænse omfanget af fremtidige klimaændringer. I den seneste tid har klimatilpasning imidlertid fået voksende opmærksomhed, hvilket afspejler sig flere steder fx i rådskonklusioner, i Kommissionens seneste Kommunikation om EU's Klimastrategi, i diskussionerne om den fremtidige klimaindsats efter 2012 samt i aktiviteterne under EU's rammeprogrammer for forskning.

Under *European Climate Change Programme (ECCP II)* har man etableret en arbejdsgruppe om klimatilpasning. I løbet af foråret 2006 blev der afholdt en række temamøder med henblik på at udarbejde en grønbog om tilpasning til klimaændringerne. I juli 2007 blev Grønbogen lanceret på en konference og er i høring indtil udgangen af november 2007.

Det Europæiske Miljøagentur (EEA) udgav i 2005 rapporten *Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Europe*, som bl.a. gennemgår tilpasningsindsatsen i de enkelte lande. Rapporten peger på, at en af barriererne for en effektiv tilpasningsplanlægning er, at denne fordrer data om lokale/regionale effekter samt om ekstreme hændelser, hvor de aktuelt tilgængelige data ofte er mere "grovkornede". Derudover er der behov for at integrere klimaændringer i EU-direktiver som Vandrammedirektivet, Habitatdirektivet og det netop vedtagne Oversvømmelsesdirektiv samt andre politikker som CAP (Common Agricultural Policy).

WHO's Europaregion har siden 2005 stået for projektet: *Improving Public Health Responses to Heat Waves – EuroHEAT*. Baggrunden er den forventede øgede forekomst af ekstreme vejr-situationer i de europæiske lande, herunder hedeølger og deraf følgende risiko for udsatte befolkningsgrupper. I projektet er dannet et netværk af relevante fagpersoner og administratorer med henblik på udveksling af erfaringer fra hidtidige ekstreme vejr-situationer i de europæiske lande og udvikling af forbedret beredskab nationalt og på europæisk plan.

OECD's indsats på tilpasningsområdet har historisk fokuseret på udviklingslandene, men i de senere år har tilpasning i medlemslandene fået en højere prioritet. Der er specielt fokus på metodiske problemstillinger i analyser af fordele og omkostninger ved tilpasningstiltag. Der kører en proces under titlen "*Cost of Inaction*", som udover tilpasning og teknologiudvikling især handler om at estimere omkostningerne ved at undlade at gøre noget ved årsagerne til klimaproblemet.

Samlet set kan det konkluderes, at Danmark med fordel kan trække på relevante, udvalgte erfaringer fra flere lande, uden at der dog er én model fra ét enkelt land, der kan anbefales overført til Danmark. Selv om klimaændringer er globale i deres natur, er der væsentlige forskelle på, hvilke klimaændringer der forventes i de enkelte lande og regioner, samt hvilke konsekvenser disse vil få for miljø og samfund. Det indebærer også, at selv om der er indhøstet væsentlige erfaringer i andre lande, kan disse ikke erstatte en national analyse af særlige danske forhold. Det er bemærkelsesværdigt, at ingen af de undersøgte lande har offentliggjort en systematisk opgørelse af samfundsøkonomiske fordele og ulemper ved klimatilpasning.

4 Fælles udgangspunkt for klimaændringer

4.1 Scenarier

FN's klimapanel, IPCC har i såvel hovedrapporter som i andre rapporter benyttet scenarier som et fælles grundlag for at vurdere en usikker fremtid. Klimascenarier har således de seneste 15 år været et internationalt anerkendt værktøj til at vurdere fremtidige risici på basis af eksisterende viden.

Et scenarium i denne sammenhæng er en antagelse om fremtidige udledninger af drivhusgasser og andre stoffer, som direkte eller indirekte påvirker klimaet. Da der er en stor usikkerhed om, hvad der vil ske i dette århundrede med hensyn til teknologisk udvikling, befolkningsudvikling og økonomisk vækst, har IPCC i 2000 opstillet fire repræsentative scenarier. Scenarierne betegnes A1, A2, B1 og B2. IPCC konkluderede, at det ikke er muligt at vurdere sandsynligheden for de fire klimascenarier. Deres hovedanbefaling er at anvende mindst to af disse scenarier og gerne flere for at belyse spændvidden af mulige klimafremtider.

Arbejdsgruppen har besluttet som grundlag for beregning af de fysiske og samfundsøkonomiske konsekvenser af de forventede fremtidige klimaændringer primært at basere sig på IPCC's A2- og B2-scenarier samt et scenarium defineret af EU's Ministerråd, der indebærer, at globale menneskeskabte temperaturstigninger ikke overstiger 2 grader i forhold til førindustrielt tid (EU2C). Nedenfor beskrives kort de klimaændringer, som scenarierne fører til for Danmark, og som er benyttet i kataloget.

4.2 Klimamodeller

Scenarierne tager udgangspunkt i en fremtidig udledning af drivhusgasser, som påvirker klimaudviklingen. Drivhuseffektens betydning for klimaet nær jordoverfladen beregnes ved hjælp af klimamodeller. Klimamodeller er matematiske ligninger, der beskriver klimasystemets komponenter - atmosfære, oceaner, is og sne, landoverflader og biosfære - og vekselvirkninger mellem dem ud fra fysikkens love og konstaterede sammenhænge. I modellen er atmosfære, jordoverflade og oceaner delt op i et tredimensionalt gitternet, og i hver gitterpunkt beregnes, hvordan temperatur, fugtighed, vind, havstrøm etc. ændres med tiden.

Klimamodellerne er trods fortsat usikkerhed om fx skydække blevet stadig mere nøjagtige og detaljerede. I dag simulerer de bedste modeller alle væsentlige egenskaber ved det nuværende klima, bl.a. de geografiske variationer på stor skala og en naturlig klimavariation, som er sammenlignelig med den observerede.

I globale klimamodeller er afstanden mellem gitterpunkterne i atmosfæren typisk 200-300 km, men til vurdering af virkninger af klimaændringer på natur og samfund er der behov for mere detaljerede beregninger. IPCC stiller globale datasæt til rådighed for vurdering af den generelle klimaudvikling. Disse datasæt anvendes af bl.a. DMI til at foretage en såkaldt nedskalering af klimascenarierne ved hjælp af en regional klimamodel. Der er tale om en beregningstung opgave, som "oversætter" globale vejr- og klimamønstre til en lokal, geografisk skala. Typisk leverer en dynamisk nedskalering scenedata på en 25-50 km skala, men DMI's nedskalering af IPCC's A2-scenarium til 12,5 km er unik sammenlignet med de globale modellers 200-300 km skala.

Den globale model, der er brugt for scenarierne A2 og B2, stammer fra det britiske *Hadley Centre for Climate Prediction and Research*. Det skal bemærkes, at andre globale modeller kan have andre regionale fordelinger og relative størrelser af klimaændringer, men modellens følsomhed over for

drivhusgaspåvirkning er tæt på gennemsnittet af en række modeller, som IPCC refererer i sine seneste hovedrapporter.

EU's 2-graders scenarium (EU2C) er beregnet med DMI's globale klimamodel ud fra IPCC's A1B scenarium frem til 2020 og derefter med konstante drivhusgaskoncentrationer og faldende koncentrationer af andre klimapåvirkende stoffer frem til år 2100. Dette globale datasæt er siden anvendt til en dynamisk nedskalering, således at der nu foreligger danske data på en 50 km skala frem til 2100.

4.3 Scenarier for Danmark

Traditionelt beskrives klimaet et givet sted ved gennemsnittet af 30 års målinger. Derfor er udgangspunktet for scenarierne også gennemsnittet af 30 års modeldata. For at belyse ændringerne på kort, mellem og langt sigt er der fokuseret på tre 30-års perioder centreret omkring 2020, 2050 og 2085. De regionale scenariedata er aggregeret på landsdele og havområder og er blevet stillet til rådighed for arbejdsgruppen. Der er beregnet ændringer i middelværdier af temperatur, nedbør, fordampning, solindstråling, vindstyrke og vindretning på månedsbasis samt sæsonværdier for ændringer i maksimal døgntnedbør, maksimal døgntemperatur, minimal døgntemperatur og maksimal vindstyrke. Tabel 1 viser de gennemsnitlige klimaændringer for henholdsvis dansk landområde og omliggende havområder.

Tabel 1. Beregnet dansk klimaændring for henholdsvis perioden 2006-2035, 2036-2065 og 2071-2100 udtrykt som ændring i forhold til perioden 1961-90 for A2 og B2 samt for EU2C. JJA står for sommer (juni-juli-august), mens DJF står for vinter (december-januar-februar). Hav omfatter Vesterhavet, Skagerrak, Kattegat og vestlige Østersø. Værdierne under A2, B2 og EU2C er resultater af regionale modelkørsler, som vil være behæftet med forskellige former for usikkerhed. Derfor er forholdet mellem klimaændringerne i de tre simuleringer ikke det samme for alle felter. Især til den maksimale stormstyrke er der knyttet stor usikkerhed. Denne er beregnet som en 10-års returværdi med udgangspunkt i simuleringer på 30 år og er dermed simpelthen den tredjestørste enkeltbegivenhed med kraftig vind i løbet af simuleringen (kilde: DMI)

Scenarium	A2			B2			EU2C		
Årstal	2006-2035	2036-2065	2071-2100	2006-2035	2036-2065	2071-2100	2006-2035	2036-2065	2071-2100
Land									
Årsmiddeltemperatur	+0,6°C	+1,4°C	+3,1°C	+0,7°C	+1,4°C	+2,2°C	+0,7°C	+1,2°C	1,4°C
Vintertemperatur (DJF)	+0,6°C	+1,4°C	+3,1°C	+0,7°C	+1,3°C	+2,1°C	+1,0°C	+1,7°C	+2,0°C
Sommertemperatur (JJA)	+0,5°C	+1,3°C	+2,8°C	+0,6°C	+1,3°C	+2,0°C	+0,7°C	+1,1°C	+1,3°C
Årsnedbør	+2%	+4%	+9%	+2%	+5%	+8%	0%	+0%	+0%
Vinternedbør (DJF)	+8%	+19%	+43%	+6%	+11%	+18%	0%	0%	+1%
Sommernedbør (JJA)	-3%	-7%	-15%	-2%	-4%	-7%	-2%	-3%	-3%
Maximum døgntnedbør (JJA)	+4%	+10%	+21%	+5%	+12%	+20%	+11%	+18%	+22%
Hav									
Middelvind (DJF)	+1%	+2%	+4%	+1%	+1%	+2%	+1%	+1%	+1%
Max. stormstyrke (DJF)	+2%	+5%	+10%	0%	+1%	+1%	+1%	+1%	+1%
Max. vandstand ved Vestkysten			+0,45-1,05m*						

*Der er beregnet vandstandsstigning for scenarium A2 i perioden 2071-2100 vha. DMI's stormflodsmodel. Skønmæssigt vil ændringen i den maksimale vandstand i B2 og EU2C være mindre end i A2. Den maksimale vandstandsstigning ved Vestkysten i A2 er summen af en stigning på 0,3 m, som skyldes ændringer i vindretning og stormstyrke og en global havniveaustigning på 0,15-0,75 m.

Beregninger for Danmark viser stigninger i årsmiddeltemperaturen på mellem 1,4 og 3,1°C for de tre scenarier i slutningen af århundredet. Usikkerheden på beregningerne er 1,5°C for A2 og B2 og 0,7°C for EU2C. Det betyder, at temperaturstigningen for de tre scenarier med 90% sandsynlighed vil ligge mellem 0,7 og 4,6°C i 2071-2100. Der kommer mere nedbør på årsbasis, men mindre om sommeren. Selvom tendensen for den samlede sommernedbør er negativ (-15% i A2, 2071-2100), udviser den maksimale

døgnnedbør den modsatte tendens (+21 % i A2, 2071-2100). Det betyder, at somrene i A2 bliver mere tørre, men med kraftigere nedbørhændelser. Den maksimale stormstyrke øges over hav, og den maksimale vandstand ved Vestkysten vil stige. EU2C viser samme tendenser, men generelt mindre ændringer.

Udover de i tabellen beskrevne ændringer er DMI i færd med at analysere ændringer i en række ekstremindikatorer.

4.4 Ekstremer

Beregninger med klimamodeller viser, at øget drivhuseffekt fører til ændringer i klimaets variabilitet, herunder også ændringer i hyppighed, intensitet og varighed af ekstreme vejrbegebenheder, hvilket har betydning for mange sektorer. Beregningerne for Danmark og omliggende farvande viser fx flere og længerevarende hedebølger, mindre nedbør om sommeren, men samtidig kraftigere nedbørhændelser og lidt øget vindstyrke for de kraftigste storme.

Ændringer i ekstremer kan beskrives ved en række simple ekstremindikatorer. Disse er beregnet for de tre scenarier og udvalgte indikatorer præsenteret i tabel 2.

Tablet 2. Udvalgte ekstremindikatorer for de tre klimascenarier, A2, B2 og EU2C.

Tabellen viser forskellen mellem 2071-2100 og 1961-1990. Sidste kolonne viser modellernes nutidsværdi som gennemsnittet mellem de to nutidssimuleringer, der indgår i denne undersøgelse. Modellens nutidsresultater er ikke fuldstændigt identiske med de målte værdier for perioden 1961-90, men i rimelig overensstemmelse (kilde: DMI)

Indikator	A2	B2	EU2C	Nutidsværdi
Antal døgn med frost (døgn/år med Tmin under 0°C)	-44	-31	-26	73
Vækstsæsonens længde (døgn i træk over 5°C)	55	39	22	224
Årets længste hedebølge (døgn i træk, Tmax mere end 5°C over normal)	9	4	4	5
Varme sommernætter (% døgn Tmin over normal 90 percentil)	20	13	10	10
Antal døgn med ≥ 10 mm nedbør (døgn/år)	3	3	-1	13
Årets største 5-døgnssum af nedbør (mm/5-døgn)	4	4	1	47
Middelintensitet af nedbør for døgn med mere end 1mm (mm/døgn)	0,3	0,3	0	4,7
Kraftige nedbørhændelser (% nedbør over normal 95 percentil)	5	6	0	32

Generelt går tendensen imod varmere og vådere vejr, hvilket også bekræftes af flere udenlandske undersøgelser. DMI deltager i øjeblikket i flere europæiske forskningsprojekter, som søger at anvende såkaldte ensembler af regionale klimamodelkørsler for at øge grundlaget for beregning af mere robuste statistiske opgørelser over fremtidige ændringer i klimaekstremer.

5 Samfundsøkonomisk vurdering af klimatilpasning

5.1 Hvad er samfundsøkonomi?

Samfundsøkonomisk analyse er et bredt begreb, som dækker over en række forskellige analyseformer.

I en velfærdsøkonomisk analyse vurderes, hvilke velfærdsmæssige konsekvenser et projekt eller tiltag har for samfundet som helhed. Den velfærdsøkonomiske analyse medtager også de værdier, der ikke omsættes på et marked, hvor det er muligt. Afhængig af tiltaget kunne dette være værdien af kvælstofreduktion, som typisk værdisættes ved brug af skyggepriser¹, mens fx værdien af god strand og den rekreative værdi af et vådområde opgøres ved brug af egentlige værdisætningsmetoder. Der knytter sig en væsentlig metodisk og datamæssig usikkerhed til prissætningen af de ikke-markedsomsatte goder.

På det overordnede, konceptuelle plan vil samfundsøkonomisk analyse af mulige klimatilpasningstiltag gennemføres som enten *cost-benefit* analyse (CBA) eller som *cost-effectiveness* analyse (CEA).

I en CBA prissættes principielt alle effekter af både referencescenariet og af tiltaget. Tiltaget bør kun gennemføres, hvis nutidsværdien af gevinsterne fratrukket nutidsværdien af omkostningerne er størst ved at gennemføre tiltaget.

I en CEA måles omkostningerne i forhold til en ønsket effekt. CEA er især velegnet, når det skal beregnes, hvordan samfundet mest omkostningseffektivt kan opnå en given miljømålsætning. Resultatet af en CEA er en velfærdsøkonomisk rangorden af de mulige tiltag til at opnå målsætningen. Det eller de tiltag, som minimerer omkostningen ved at opnå den ønskede effekt, gennemføres.

Der gennemføres for så vidt muligt en budgetøkonomisk analyse, som viser, hvor meget de involverede interessenter vinder eller taber i forbindelse med et tiltag, og en velfærdsøkonomisk analyse. I det følgende beskrives nogle af de metodiske aspekter, som gør sig særligt gældende i forbindelse med velfærdsøkonomisk analyse af klimatilpasningstiltag.

5.2 Partiel tilgang

Velfærdsøkonomiske vurderinger for klimatilpasningstiltag gennemføres som partielle analyser. Dette indebærer, at kun effekter som direkte eller indirekte kan forbindes med tiltaget kvantificeres og værdisættes, og at afledte effekter i eksempelvis følgeindustrier således ikke regnes med. Den partielle tilgang har den oplagte fordel, at den er velafgrænset, resultaterne er enkle at fortolke, og den åbner op for en lang række forskellige konsekvensberegningemetoder. Ulempen ved den partielle tilgang er, at man ikke kan være sikker på, at det, der er optimalt i en case, også er optimalt i det hele taget. Dette besværliggør sammenligninger af resultater på tværs af casene, men dette er dog helt generelt i langt de fleste samfundsøkonomiske analyser.

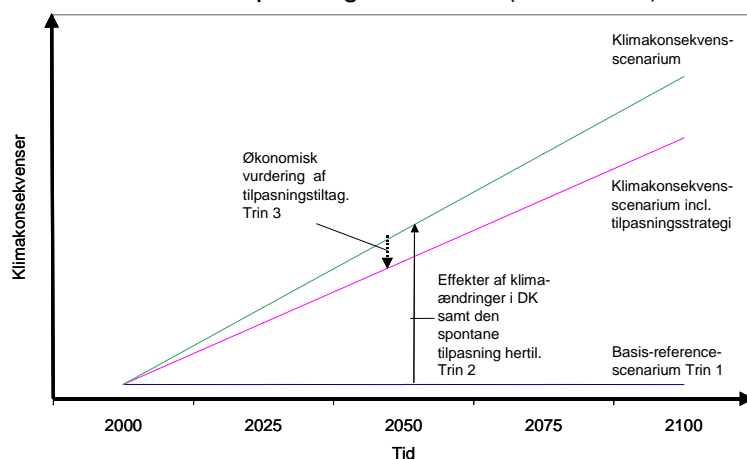
¹ Skyggepris er betegnelsen for beregnede priser, der bedre end markedspriserne viser offeromkostningerne ved et givent ressourceforbrug. Se også:

<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?pg=http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2006/87-7052-249-9/html/>

5.3 Ad hoc tilpasning og planlagte tiltag

En given effekt af klimaændringer rejser en konkret problemstilling i form af behovet for tilpasning af menneskelige aktiviteter. Tilpasningen bliver inddelt i to typer, den der sker spontant og den planlagte, som sker på baggrund af politiske beslutninger. De planlagte tilpasningstiltag skal holdes op imod et reference-scenarium tillagt de forventede klimaeffekter og *ad hoc* tilpasning. Reference-scenariet opgøres som et udgangspunkt uden klimaeffekter (trin 1), hvorefter de forventede klimaeffekter inklusive *ad hoc* tilpasningen lægges til reference-scenariet (trin 2). Dette reference-scenarium inklusive klimakonsekvenser danner baggrund for vurderingen af, hvorvidt de planlagte tilpasningstiltag vil give en samfundsøkonomisk gevinst i forhold til en situation, hvor der alene vil være *ad hoc* tilpasning (trin 3).

Illustration af klimatilpasningens tre trin (Kilde: DMU)



Ad hoc tilpasning er karakteriseret som de enkelte forbrugeres, producenters og det offentliges reaktion på de fysiske klimakonsekvenser inden for de givne lovgivningsmæssige, økonomiske og teknologiske rammer. De planlagte tiltag kan ligeledes være af meget forskellig karakter lige fra anlægsarbejder til rådgivning og information.

5.4 Beskrivelse af konsekvenser af klimaeffekter

Der mangler viden om, hvornår og med hvor stor effekt de forskellige klimaændringer og de dertil knyttede effekter vil indtræffe, hvilket er centralt i sammenhæng med vurdering og timing af klimatilpasningstiltag. Dette medfører et ekstra usikkerhedsmoment, der skal tages alvorligt i forbindelse med anvendelse og fortolkningen af resultaterne fra de økonomiske analyser. Dette stiller derfor ekstra store krav til at opstille kvantitative konsekvensbeskrivelser for alle de relevante effekter, tidshorisonten for deres indtræden, samt de mulige spontane tilpasninger, som forventes, såfremt der ikke iværksættes planlagte foranstaltninger. Tidsperspektivet er især problematisk, hvor der tidsmæssigt er stor forskel på, hvornår gevinsterne og omkostningerne falder for et tilpasningstiltag, eller hvor tiltaget har en lang investeringshorisont. Timing af tiltaget kan have stor indflydelse på størrelsen af omkostninger og gevinster.

Den store usikkerhed i forbindelse med konsekvensbeskrivelsen har betydning for tilrettelæggelsen af analysen af det enkelte tiltag, som ofte vil kræve, at der anvendes en fleksibel analysestrategi. Dette skyldes, at det som ovenfor nævnt ofte ikke er muligt at få belyst konsekvenserne af klimaeffekterne på en fyldestgørende måde. Udover den konkrete problemstilling, som skal belyses, vil det således også være tilgængeligheden af data, der er afgørende for, hvordan analysen designs.

5.5 Diskontering

Den velfærdsøkonomiske diskonteringsrente afspejler, hvor meget større vægt befolkningen tillægger forbrug i år i forhold til samme forbrug næste år. Effekter ude i fremtiden tillægges mindre vægt med en voksende diskonteringsrente. For at kunne sammenligne omkostninger og fordele, der falder tidsmæssigt forskelligt, omregnes alle konsekvenser til nutidsværdier.

5.6 Følsomhedsanalyse

Der skal gennemføres følsomhedsanalyser i forbindelse med de partielle økonomiske analyser. Det vil sige analyser, hvor man skiftevis varierer på størrelsen af væsentlige variable og ser, hvor meget resultatet ændrer sig. På denne baggrund kan man forholde sig til, hvor robust resultatet er. En anden nyttig tilgang til følsomhedsanalyser er at vurdere hvor meget værdien af forskellige parametre skal ændre sig, før projektet når break-even, hvor omkostningerne modsvarer gevinsterne.

6 Klimaændringers betydning for de 11 temaer

Katalogets 11 temaer dækker de områder, hvor konsekvenserne af klimaændringer vurderes at ville få en samfundsmæssig betydning. Under hvert tema slås temaets samfundsmæssige betydning fast via udvalgte nøgletal. Dernæst belyses sårbarheden i forhold til de klimaændringer, der er beskrevet i kapitel 4. I et afsnit om konsekvenser beskrives den forventede *ad hoc* tilpasning til de fremtidige klimaændringer. Endelig redegøres der, i et afsnit om handlemuligheder, for de mulige tiltag, der kan identificeres som et led i en planlagt tilpasning. Definitionen på henholdsvis *ad hoc* og planlagt tilpasning fremgår af kapitel 5. Som hovedregel afsluttes hvert tema med nogle samfundsøkonomiske aspekter, der forsøger at opsummere fremtidige handlemuligheder.

De første fire temaer dækker de større infrastrukturelle sektorer, herunder byggeri, jernbaner, veje, kloakker samt forsyning med vand og energi. Dernæst gennemgår de følgende tre afsnit de primære erhverv, land- og skovbrug samt naturen. Endelig sluttes kataloget af med fire tværgående temaer, planlægning, sundhed, beredskab samt endelig forsikringerhvervets muligheder for at tilpasse sig fremtidens klimaudfordringer. Det er så vidt muligt tilstræbt at undgå deciderede overlap mellem de enkelte temaer. Der er indsat henvisninger til de øvrige temaer, hvor det er relevant.

6.1 Kystforvaltning, diger, havne og kystnær bebyggelse

Danmark har ca. 7.300 km kystlinje, hvoraf ca. 1.100 km er beskyttet af diger.

Sårbarhed

De kystnære områder påvirkes af stigende vandspejl og kraftigere storme og stormfloder, som følger af ændringer i vindklimaet. Dette vil føre til øget erosion på mange kyststrækninger og en reduceret sikkerhed af oversvømmelsesbeskyttelser. De kraftigere storme vil komme fra vest. Problemstillingerne er derfor vidt forskellige på den jyske vestkyst, i Vadehavet og langs kysterne i de indre danske farvande. Her udgør havnene et særligt problem i relation til såvel tilsanding af havneindløb som nybyggeri på havnefronten. Særligt kompleks er problemstillingen, hvor byer er anlagt ved åmundinger i bunden af fjorde. Her kan byen komme under pres fra to sider i form af såvel stigende havspejl som øget nedbør og afstrømning.

Konsekvenser

Klimaændringer vil medføre en forøgelse af den erosion og tilbagerykning af kysterne, der allerede foregår i dag. Dette er en følge af den generelle vandspejlsstigning og det forhold, at kysterne rammes af højere bølger på grund af de kraftigere og hyppigere storme. De klimabetingede ændringer vil ikke ramme alle kyster lige hårdt. Jo fladere den kystnære del af havbunden er, desto mere vokser erosionen. Det betyder, at erosionen på den jyske vestkyst vokser mest. Også på de øvrige danske kyster vil erosionen øges om end i meget mindre målestok. På de kyster, hvor baglandet ligger lavt, vil sikkerheden mod gennembrud af klitrækken under storm nedsættes. Risikoen vil være størst på den jyske vestkyst og meget mindre på de øvrige danske kyster.

Der findes i alt ca. 110 km diger i Vadehavet og ca. 1000 km diger langs de indre kyster. Som følge af de klimabetingede ændringer vil digernes sikkerhed under storm forringes mærkbart. Det er imidlertid de færreste af de danske diger, der beskytter menneskeliv. Gennembrud af digerne i Vadehavet og digerne på Lolland og Falster kan i helt ekstraordinære situationer true menneskeliv. Danmarks øvrige diger

beskytter i større eller mindre grad materielle værdier såsom byområder, ejendomme og landbrugsarealer. Lavtliggende arealer, som ikke er digebeskyttede, vil med stigende hyppighed blive udsat for oversvømmelser og oversvømmelsen af arealerne bliver mere omfattende.

Højden på havnekajer er almindeligvis bestemt af en hensigtsmæssig losse/laste situation, og derfor vil der forekomme stadig flere situationer, der besværliggør håndtering af gods. Havnekajer er dog typisk ikke en del af oversvømmelsesbeskyttelsen af beboelse og industri på og ved havnearealer, men der vil naturligt opstå flere situationer, hvor selve kajarealet bliver oversvømmet til gene for brugerne af arealerne. Den generelle vandspejlsstigning vil betyde, at der efterhånden opstår problemer med færgelejerne, selvom færgernes meget fleksible arrangementer for landgang vil kunne kompensere i noget omfang.

Den forøgede vindbelastning under storm vil betyde, at der er større risiko for, at skibe river sig løs og for skader på kraner og andet materiel på havnen. Der vil generelt forekomme flere situationer, hvor havneoperationer besværliggøres eller må indstilles. Havnenes dækværker, som beskytter selve havnebassinet, og hvis formål det er at skabe rolige bølgeforhold inde i havnen, vil i stigende grad blive påvirket af bølgerne og vil, i takt med at vandstanden stiger, få en mindre beskyttende effekt. I de havne, hvor en sejlbare og/eller havnebassin oprensnes, vil behovet for oprensning i mange tilfælde forøges, idet de højere bølger vil bevirke forøget sandtransport forbi havnen og derfor også forøget tilsanding.

Bebyggelsen i lavtliggende kystnære områder vil være truet af hyppigere oversvømmelser og kystnær bebyggelse vil generelt været truet af den øgede erosion. Der er i de senere år i en del havne i de indre farvande bygget boliger på lavtbeliggende tidligere havne- og kajarealer. Disse boliger vil blive oversvømmet hyppigere end nu.

Handlemuligheder

Ansvaret for at foretage og finansiere kystbeskyttelse påhviler som udgangspunkt den enkelte lodsejer, der opnår beskyttelse ved kystbeskyttelsesforanstaltningen. Alligevel er der behov for at beregne samfundsøkonomiske konsekvenser af at handle på kort, mellem eller langt sigt. Der kan endvidere være et samfundsmæssigt ønske om, at tilpasningen sker som følge af en samlet plan, således at den mest uhensigtsmæssige og uæstetiske spontane tilpasning undgås.

På grund af de særlige naturforhold på den centrale del af Vestkysten udføres kystbeskyttelsen her imidlertid af staten og de lokale myndigheder. Kystbeskyttelsen foregår hovedsageligt ved at kompensere for erosionen gennem tilførsel af sand på kysten. For at modvirke klimaeffekterne og samtidig opretholde den nuværende politisk besluttede ambition om kontrolleret kystudvikling, kan sandtilførslen gradvist forøges. På de øvrige kyster kan det for de enkelte områder overvejes, hvilken betydning erosionen kan få. Erosionen har ikke en hastighed, der betinger umiddelbar reaktion, men overvejelser om ændret arealanvendelse og kystbeskyttelse vil på sigt kunne være relevant.

For de områder i Danmark, hvor diger og/eller klitter beskytter menneskeliv, vil det generelle tiltag imod den klimabetingede forringelse af digesikkerheden være en forhøjelse og forstærkning af digerne henholdsvis af klitbeskyttelsen, som kan sikre et uændret sikkerhedsniveau. Heri ligger naturligt også en løbende opdatering af etablerede nød- og stormflodsberedskaber.

Forinden en forhøjelse eller et nybyggeri af et dige besluttet, bør det altid overvejes, om man i fremtiden kan acceptere en lavere sikkerhed og dermed flere oversvømmelser eller, om konsekvenserne af en nedlæggelse af et eksisterende dige vil være at foretrække. Til belysning af dette kan udføres en samfundsøkonomisk analyse, hvor omkostningerne ved digeforhøjelsen vejes op imod risici for tab af værdier, den forringede brugsværdi af jorden, øgede naturværdier og andre fordele ved nedlægning af diget. Værdien af en naturlig landskabsdannelse og kystens frie udvikling bør indgå i overvejelserne.

I forbindelse med kommende vedligeholdelsesarbejder på havneværker bør det for hver enkelt konstruktion vurderes, om den stadig vil fungere tilstrækkeligt effektivt under de stigende belastninger.

Endvidere bør havnenes eventuelle beredskaber i forbindelse med varsling af storme løbende justeres for at kunne forebygge stormskader. Færgelejer ombygges løbende, og der gennemføres øget oprensning af sejlrender efter behov.

Samfundsøkonomi

Der er identificeret en række områder, hvor der kan være behov for samfundsøkonomiske analyser af mulige tiltag:

- Samfundsøkonomiske fordele og ulemper ved fortsat sandfodring langs den jyske vestkyst, især på 50-100 års sigt
- Samfundsøkonomisk vurdering af behov for og omkostninger ved klit- eller digeforstærkning på udvalgte kyststrækninger
- Vurdering af samfundsøkonomiske tab og gevinster ved sløjfning af diger, hvor landbrugsdrift og/eller andre forhold har ændret sig
- Vurdering af samfundsøkonomiske konsekvenser af fortsat havnebyggeri, især hvor åhavne kommer under pres fra to sider

6.2 Byggeri og anlæg

En stor del af værdien af samfundets infrastruktur er bundet i bygninger, veje og kloakker. Der bygges i dag for ca. 120 mia. kr. om året. Det offentlige byggeri udgør 15-20 % heraf. Derudover renoveres der årligt offentlige kloakker for ca. 1 mia. kr., der finansieres via brugerbetaling.

Vej, kloakker og bygningers hovedstruktur har en levetid af størrelsesordenen 100 år (kloakker 50-100 år). Det befæstede areal i Danmark udgør ca. 230.000 ha svarende til 5 % af det samlede landareal. Arealet afvandes via afløbssystemer til vandområder. Afvandingen af bebyggelser sker for langt den største del i kommunale afløbssystemer. En effektiv afvanding af bebyggelser, veje og andre arealer er afgørende for at sikre mod oversvømmelser af bygninger og veje under regn.

Sårbarhed

Bygninger er sårbare over for ændringer i klimaet, der kan medføre flere storm-, sne- og sætningsskader, vandindtrængning, dårligere indeklima (jf. afsnit 6.9 Sundhed) samt kortere levetid af bygningskonstruktioner. Effekterne strækker sig fra tab af liv og sundhed over udgifter til udbedring efter vand- og stormskader til øgede driftsomkostninger eller tab af værdi.

Afløbssystemer er sårbare over for ændringer i intensitet af nedbør og overfor et eventuel øget havvandspejl. Sidstnævnte vil medføre forringede afledningsforhold for de kystnære kloakker, særligt i de lavtliggende kystområder. Havvand vil kunne stuve op i den nederste del af ledningerne, og denne stuvning vil kunne nedsætte vandføringsevnen i afløbssystemet, hvilket kan medføre lokale oversvømmelser.

Jernbaner, veje, broer og tunneller vil være sårbare overfor øget stormfald, øget nedbør, øget grundvandsstand og øget temperatur.

På elektrificerede strækninger kan der med kraftigere storme og øgede vindhastigheder ske et øget stormfald med store økonomiske og trafikale konsekvenser til følge. I sig selv vil køreledningsanlægget være sårbart for højere vindhastigheder.

Konsekvenser

Mulighederne for spontan tilpasning afhænger i høj grad af, om det drejer sig om nybyggeri eller et eksisterende byggeri. Det skyldes, at det ofte er væsentligt dyrere (undertiden mange gange dyrere) at ændre (forbedre) en bygning end at indbygge den tilsvarende højere ydeevne fra start. Ved byggeriets

planlægning kan man derfor ofte med fordel indbygge muligheder for opgraderinger, som så kan besluttes senere. I den forbindelse er der risiko for at pådrage sig tab som følge af udgifter såvel til ydeevner, der aldrig bliver behov for, som til ekstraudgifter for reparationer og forbedringer som følge af utilstrækkelige tiltag.

Orkanen i 1999 havde store økonomiske konsekvenser for byggeriet. Omkostningerne skyldtes især manglende overholdelse af gældende normer. Husejere og forsikringsselskaber vil i tilfælde af stigende stormfrekvens få øget opmærksomhed på konstruktioners sikkerhed. Muligvis vil nogle bygherrer forlange en særlig kvalitetssikring af nybyggeri eller kræve dimensionering til større styrker end krævet efter reglerne. Der må endvidere imødeses stigende krav om eftersyn og eventuel forstærkning af kritiske bygningsdele. Det må ligeledes forventes, at ældre træer, som kan risikere at skade bygninger, i højere grad vil blive fældet, så antallet af skader ikke øges selv om den ekstreme vindlast skulle øges.

Hedebølgen i Frankrig og omliggende lande i august 2003 kostede mere end 30.000 mennesker livet. På hospitaler samt i ældre- og plejeboliger kan indeklimaet uden køling måske også blive livstruende i Danmark. Man kan derfor forvente en spontan tilpasning allerede med en beskeden stigning i omfanget af hedebølger på kort sigt. Nybyggeri kan designes med mulighed for mere effektiv ventilation og eventuelt med luftkølingsanlæg. Eksisterende byggeri kan forsynes med luftkølingsanlæg - ofte med lavere virkningsgrad.

Ekstrem nedbør er dimensionsgivende for afløbssystemer. Hvis kapaciteten af drænet overskrides risikeres overløb, der kan give vandskader forskellige steder i bygningen og vandfyldte kældre. Kældre fyldes ikke kun på grund af lokalt overløb, men også fra tilbageløb i kloakker i lavtliggende områder. Skotrender, tagrender og nedløb har normalt kortere levetid end bygningen i øvrigt. Der vil derfor være mulighed for *ad hoc* tilpasning på mellemlangt sigt.

Mindre behov for opvarmning kan betyde, at indeklimaet om vinteren bliver så fugtigt, at husstøvmider får bedre vilkår for overlevelse. Det kan give anledning til flere tilfælde af allergi. Tilpasning kan ske ved ændret drift og god og grundig rengøring.

Ændret adfærd og større brug af udendørs faciliteter i et varmere klima indebærer mulighed for at skabe øget værdi ved at planlægge nybyggeri og ombygninger så udendørsarealer i højere grad integreres i bygninger og boligområder. Desuden forudses et voksende antal bynære badestrande med dertil hørende strenge krav til badevandskvaliteten. Der kan efter behov etableres sikring af kritiske kloakudløb mod tilbageslutning og evt. pumper til at sikre udpumpning. Ved nyanlæg kan disse forberedes for opstuvningssikring og udpumpning.

Større ekstreme regnhændelser vil medføre flere kloakoversvømmelser. Foreløbige beregninger på basis af A2 og B2 viser, at estimeret ekstremregn, der bruges til kloakdimensionering, på langt sigt øges med 20-50 % på landsplan. Der må forventes en betydelig regional variation i ændringerne, men det er dog endnu ikke muligt at vurdere disse variationer.

Større ekstremregn vil betyde flere kælderoversvømmelser og mere spildevand på terræn, hvilket kan medføre en sundhedsrisiko for mennesker. Desuden vil større ekstremregn medføre større udledninger fra fælleskloakerede områder under regn, hvilket kan påvirke følsomme vandområder.

Underdimensionerede afløbssystemer i og langs veje medfører ophobning af vand i vejens bærende lag, som reducerer dens bæreevne og forkorter dens effektive levetid. Utilstrækkeligt afløb under intensivt nedbør er samtidigt en betydelig sikkerhedsrisiko pga. akvaplaning for trafikanterne og medfører nedsat fremkommelighed.

Den umiddelbare løsning for at håndtere større ekstremregn vil være at forøge den hydrauliske kapacitet i hele afløbssystemet dels ved at lægge større ledninger dels ved at bygge magasineringsbassiner eller andre former for lokal afledning af regnvand. Udvidelse af kapacitet af eksisterende afløbssystemer vil kunne ske samtidig med den løbende reovering af afløbssystemerne. Der vil lokalt kunne etableres opstuvningssikring fx af kritisk beliggende kældre.

For broer og tunneler vil der være en klar risiko for, at bæreevnen af fundamenter, støttemure og spunsvægge nedsættes ved en øget grundvandsstand, uanset om det vil kunne henføres til en øget havvandsstand eller øgede regnmængder. Især for konstruktioner funderet på sand kan dette blive et problem. På baneområdet kan der blive behov for udskiftning af jernbanenettets såkaldte underballastlag i takt med stigende grundvandsspejl, så risikoen for skred i baneskråninger minimeres.

Sikringsanlæggene på jernbanen er i dag betydeligt mere følsomme for temperaturstigninger end tidligere, idet de ældre relæbaserede anlæg for en meget stor del er udskiftet med elektroniske anlæg. Allerede i dag ses problemer pga. højere temperatur i mange sikringshytter langs sporet, hvor det er nødvendigt at montere køleanlæg. Afhængig af hvilke politisk strategi for signaludskriftning, der måtte vælges, vil alle anlæg inden for en kortere eller længere årrække være elektroniske.

Handlemuligheder

Last fra sne og vind er dimensionsgivende for mange tagkonstruktioner. Hvis der er udsigt til stigninger i den ekstreme sne- eller vindlast på mere end 10 % (stigning i vindhastighederne på ca. 5 %) kan der opstå behov for myndighedsdrevne handlinger vedrørende det eksisterende byggeri. Det kunne ske i form af krav om eftersyn/forstærkning. Hvis der er udsigt til stigninger i den ekstreme sne- eller vindlast på mere end 20 % (stigning i vindhastighederne på ca. 10 %) vil et krav om forøgelse af den regningsmæssige vindlast være en mulighed for at tilføre byggeriet den fornødne styrke.

Selv med en begrænset forøgelse af omfanget af hedeølger kan der blive behov for planlægningstiltag vedrørende bygninger, som bebos af ældre og syge. Et skridt på vejen er allerede taget med de nye regler vedrørende energirammer i bygningsreglementet, der fremmer store udhæng og varmedæmpende ruder. Der kan blive behov for klimasikring af elektroniske sikringsanlæg langs jernbaner, som beskytter mod overophedning. Der vil kunne etableres køleanlæg på alle sikringshytter med kort varsel (1-5 år). For jernbanen gælder desuden, at der gradvist i takt med klimaændringer vil kunne ske en tilpasning af det normsystem, der ligger til grund for infrastrukturen.

For at reducere risikoen for oversvømmelse af jernbanespor kan der dels ske en generel fornyelse dels en forøgelse af underballastlag. Ved nyanlæg og reovering af veje kan afvandingsystemernes kapacitet forøges. Derudover kan grøfteprofilerne for både baner og landeveje øges. Dette kræver dog ofte ekspropriering af naboarealer. For nybyggeri kunne det overvejes at skærpe kravene i bygningsreglementet med henblik på at opnå en større sikkerhed for, at vand bliver vist bort fra bygningerne. En tilsvarende mulighed for vejsektoren kunne være at revidere vejreglen for afvandingskonstruktioner i veje og stier.

Kommunerne har ansvaret for en forsvarlig dimensionering af de offentlige afløbssystemer. Miljøministeren har kompetencen til at fastlægge bindende retningslinier for dimensionering og indretning af afløbssystemer. Denne mulighed er dog ikke anvendt i lovgivningen pt. Endelig vil der via planlovgivningen kunne udmeldes bindende forskrifter til kommunerne for håndtering af klimaeffekter (jf. afsnit 6.8 Planlægning).

Allerede i dag kan tilslutningsbidrag delvist tilbagebetales (engangsbeløb), hvis man lokalt laver en faskine til lokal afledning af regnvand. Dette kan dog kun delvist finansiere en faskine. Det har i tidligere udredningsarbejder været drøftet at indføre bestemmelser, der kan give yderligere incitament til at reducere afledning af regnvand til de centrale kloakker ved, at der indføres årligt bidrag for regnvandsafledning fx som et arealbidrag, hvor der i dag afregnes efter vandforbrug. Et regnvandsafledningsbidrag giver dog et administrativt merarbejde, ligesom effekten af lokale nedsivningsløsninger ofte kan være tvivlsom som følge af, at jordbunden ikke altid er optimal til nedsivning. Fx vil faskiner, hvor der er overløb til kloak, ikke reducere belastning i de kritiske spidsbelastninger, og det vil være vanskeligt for kommunerne reelt at regne med en effekt af lokal afledning.

Det vil være hensigtsmæssigt at lave risikoanalyser af de offentlige afløbssystemer for kraftigere regn for at fastlægge hydrauliske flaskehalse i systemer og de mest kritiske lokaliteter med hensyn til oversvømmelser. Ud fra risikoanalyse vil det være muligt at kortlægge og prisfastsætte tilpasningstiltag .

Samfundsøkonomi

Der er identificeret en række områder, hvor der kan være behov for samfundsøkonomiske analyser af mulige tiltag:

- Samfundsøkonomiske fordele og ulemper ved at ændre normer for sne- eller vindlast i byggeriet
- Samfundsøkonomisk vurdering af behov for og omkostninger ved etablering af kølemuligheder til afbødning af potentielt livstruende hedebylger
- Vurdering af samfundsøkonomiske tab og gevinster ved at inddrage arealer til afledning af ekstreme regnmængder
- Vurdering af samfundsøkonomiske konsekvenser af at regulere afløbssystemer med henblik på at sikre løbende reovering og opgradering af afløbssystemer til et ensartet nationalt niveau.

6.3 Vandforsyning

Den danske vandforsyning er næsten udelukkende baseret på indvinding af grundvand og forsyningsstrukturen er decentral i forhold til de fleste andre lande. Det samlede antal almene vandforsyninger udgjorde ca. 2.718 i 2002. Hertil kommer ca. 700 mindre anlæg og ca. 50.000 private brønde og borer, der forsyner enkeltejendomme. Endeligt findes der knap 1.300 større indvindingsanlæg, der indvinder vand af drikkevandskvalitet til brug i industri m.v.

Den samlede ferskvandsressource (nettonedbør = nedbør - fordampning) i Danmark udgør ca. 16 mia. m³ i et normalår. Den mængde grundvand, der dannes i praksis, afhænger imidlertid i mindst lige så høj grad af, hvor gennemtrængelige jordlagene er for nedbøren. Den årlige grundvandsdannelse varierer derfor meget fra region til region afhængigt af de lokale geologiske forhold. Grundvandsdannelsen er størst i de centrale og vestlige dele af Jylland, hvor der i dag er en årlig grundvandsdannelse på 2.500 – 3.000 m³ pr. hektar (250-300 mm/år). På Øerne er grundvandsdannelsen betydeligt mindre, typisk mellem 250 og 500 m³ pr. hektar (25-50 mm/år).

I sommerperioden skyldes vandløbenes vandføring og vandstanden i vådområderne alt overvejende tilstrømning af grundvand. Hensynet til vandløbenes vandføring og vandstanden i vådområderne er derfor afgørende for, hvor stor en indvinding af grundvand der er mulig. Såfremt der tages udgangspunkt i de målsætninger, som amterne har fastsat for vandløbenes vandføring, er den udnyttelige grundvandsressource betydeligt mindre end den samlede ferskvandsressource og kan anslås til ca. 1,0 mia. m³ pr. år.

Det samlede danske vandforbrug kan i et tørt år anslås til knap 1 mia. m³ pr. år, mens forbruget i de senere, nedbørsrige år har været ca. 650 mio. m³. Der har igennem 1990'erne været en betydelig nedgang i vandværkernes indvinding, hvilket hovedsagelig skyldes vandbesparelser i husholdningerne.

I forbindelse med implementeringen af vandrammedirektivet vil der skulle ske en revurdering af de nuværende målsætninger for vandløbene. Dette kan medføre, at der i visse områder accepteres en højere påvirkning af vandløbenes vandføring ud fra en erkendelse af, at det ikke vil være muligt at opfylde de målsætninger, som hidtil har været fastsat, såfremt der stadig skal indvindes betydelige vandmængder til forsyning af befolkningen med drikkevand.

Sårbarhed

Den samlede årsnedbør forventes at stige 8-9 % for A2 og B2. Nedbøren forventes at ændre fordeling over året, så der kommer mere nedbør i vinterperioden (50 % forøgelse i januar-februar) og mindre i

sommerperioden (30-40 % formindskelse i august-september). De enkelte nedbørshændelser om sommeren forventes til gengæld at blive kraftigere. Ændringen i nedbørsfordelingen er mest markant for A2.

Den årlige gennemsnitstemperatur forventes at blive 1-5°C højere. Det vil bevirke, at grundvandets og dermed drikkevandets temperatur stiger tilsvarende. En temperaturstigning må forventes at medføre et højere indhold af bakterier i drikkevandet i forhold til i dag. Allerede i dag kan det være vanskeligt for nogle vandværker at overholde den vejledende krav til drikkevandets temperatur på 12°C ved taphanen. Dette kan skyldes, at vandledningerne kan være uhensigtsmæssigt placeret fx i ledningsgrave sammen med fjernvarmeledninger.

En ændret nedbørsfordeling med en moderat stigning i vinternedbør og et mindre fald i sommernedbør vil påvirke grundvandsdannelsen og behovet/mulighederne for vandindvinding. En større vinternedbør vil medføre en større grundvandsdannelse og stigende grundvandsspejl. Omvendt kan mere tørre somre og dermed en reduceret vandløbsafstrømning i sommerperioden medføre begrænsninger i muligheden for at indvinde grundvand af hensyn til påvirkningen af vandløbene.

Der er gennemført modelberegninger af den forventede fordeling af nettonedbøren (og dermed grundvandsdannelsen og vandløbsafstrømningen) for henholdsvis et sydvestjysk og et sjællandsk område. Klimaændringerne betyder, at nettonedbøren stiger markant. Den største stigning findes for B2, hvor den årlige nettonedbør stiger med 22 % og 27 % for henholdsvis Vestjylland og Sjælland. Det er umiddelbart overraskende, at B2 giver den største stigning i nettonedbør, da dette scenarium er baseret på en relativt mindre emission af drivhusgasser og dermed en lavere temperaturstigning. Det skyldes bl.a., at fordampningen er mindre i B2 end i A2.

Klimaændringerne har også effekt på den sæsonmæssige fordeling af nettonedbøren. For både A2 og B2 sker der en forøgelse af vinternedbøren især i perioden december til februar, mens der kan forventes en betydeligt lavere nettonedbør i perioden august til oktober mest markant for A2.

En øget vinternedbør og en øget intensitet i nedbøren kan medføre en øget udvaskning af nitrat, fosfor og pesticider til vandmiljøet. Ændringerne i udvaskningen vil dog variere regionalt alt afhængig af de lokale jordbundsforhold.

Konsekvenser

I Vestjylland betyder den lavere nettonedbør om sommeren, at behovet for markvanding stiger markant (jf. afsnit 6.5 Land- og skovbrug). Til gengæld resulterer stigningen i den årlige middelnettonedbør i, at grundvandsdannelsen og grundvandsstanden stiger. I B2, som giver de største stigninger i grundvandsstanden, beregnes en gennemsnitlig stigning af grundvandsspejlet i modelområdet på 30 cm for det øverste grundvandsmagasin og 43 cm for de dybereliggende magasiner. Disse værdier dækker over væsentlige geografiske og sæsonmæssige variationer. I visse områder af Vestjylland vil grundvandsstanden i B2 stige med op til 2 meter om vinteren. Beregningerne for B2 er foretaget uden indvinding, men baseret på erfaringerne fra A2, hvor der er foretaget beregninger både med og uden indvinding, så vil vandindvinding svarende til i dag kun medføre en mindre reduktion i den gennemsnitlige grundvandsstand på i størrelsesordenen op til 5 cm.

Som konsekvens af den øgede nettonedbør vil også vandløbsafstrømningen i middel over året stige. Der er imidlertid store sæsonmæssige variationer for, hvor meget vandføringen ændres. For både A2 og B2 stiger den gennemsnitlige afstrømning i vinterperioden i størrelsesordenen 30 %, hvilket hovedsageligt skyldes en forøgelse af tilstrømningen via dræn, grøfter og andre terrænnære strømningsveje, som igen er en konsekvens af stigninger i grundvandsstanden. Desuden vil ekstremvandføringerne stige, idet scenarierne peger mod en forøgelse af 95 %-fraktilen med ca. 30 %.

Samlet viser analysen, at den tilgængelige vandressource øges i Vestjylland, og at der ikke umiddelbart kan forventes problemer med at efterkomme det nutidige vandbehov i fremtiden. Resultaterne tyder også på, at ådale og lavtliggende områder vil være i fare for at blive uegnede til landbrug, da de vil være

vandlidende en stor del af året (jf. afsnit 6.5 Land- og skovbrug). Desuden vil risikoen for oversvømmelser blive forøget som følge af større ekstremvandføringer. I de områder, hvor grundvandsstanden forventes at stå tæt ved terræn, vil der være en forøget risiko for indsvivning i kloakker med deraf følgende ringere rensning af spildevandet og en forøget risiko for opdrift på utilstrækkeligt sikrede konstruktioner (jf. afsnit 6.2 Byggeri og anlæg).

På Sjælland vil de kraftigste effekter af klimaændringerne bestå i en markant forlængelse af perioden med lave vandløbsafstrømninger. Pga. reduktionen i middelvandføringen i august-oktober vil der i mange vandløb optræde sommerlignende vandføringer i en op til to måneder længere periode end nu. Dette medfører således, at vandføringerne først stiger markant i november måned. Samtidig vil minimumsvandføringsevnen blive påvirket negativt. For de fleste af de analyserede vandløb findes der fald i både 5 % - og 25 % -fraktilerne. Samtidig er det muligt, at de færre men kraftigere regnskyl i sommerperioden kan medføre risiko for ændringer i vandløbenes biologiske systemer, såfremt disse ikke er tilpasset den kraftigere vandføring. Disse ændringer vil kunne påvirke recipientkvaliteten negativt.

Som for Vestjylland stiger vinterafstrømningen også markant på Sjælland. For Sjælland er der tale om stigninger i den månedlige middelfafstrømning på mellem 30 % og 50 % for både A2 og B2 i januar-februar. Også maksimumafstrømningen stiger. Udtrykt ved 95 % - fraktilen findes der stigninger i maksimumsafstrømning på omkring 30 % for B2 og 20-25 % for A2.

Handlemuligheder

Kravene til miljøtilstanden i vandløb og vådområder fastsættes i de vandplaner, der skal udarbejdes i henhold til Vandrammedirektivet. En reduktion af sommervandføringen i vandløb mv. kan gøre det vanskeligere at opfylde disse målsætninger, især på Sjælland, hvor såvel reduktionen i sommervandføringen som vandindvindingen er størst.

Tilladelser til vandindvinding er tidsbegrænsede og meddeles i dag for højst 30 år (vandværker) eller 15 år (markvanding). Det betyder således, at vandressourcemyndigheden vil få mulighed for løbende at revurdere tilladelserne frem mod 2100. Der vil således kunne ske en løbende tilpasning af vandindvindingen og af målsætningerne for vandløb og vådområder. Der vil være tale om en afvejning af dels hensynet til dyrkningssikkerheden dels hensynet til beskyttelse af vandløb og vådområder.

I det omfang, det ikke er muligt at tilgodese både hensynet til vandløb og vådområder og hensynet til vandforsyningen, kan det blive aktuelt at flytte vandindvindingen til områder, hvor vandressourcen er mere rigelig, eller til områder, hvor påvirkningen af vandløb og vådområder er mindre. Det vil være en forudsætning for omlægning af vandindvindingen, at der er fastsat bindende målsætninger for kvaliteten/vandføringen i vandløb og vådområder, således at det er muligt at afgøre 1) hvor store vandmængder der reelt skal omlægges, og 2) hvilke områder det vil være muligt at omlægge til. En sådan gradvis tilpasning af vandindvindingen vil tidligst kunne påbegyndes efter 2009, hvor 1. generation af vandplanerne i henhold til Vandrammedirektivet skal være udarbejdet.

Samfundsøkonomi

Der er identificeret tre områder, hvor der kan være behov for samfundsøkonomiske analyser af mulige tiltag på mellem eller langt sigt:

- Vandmangel, især i de større byer i sommerhalvåret, kan på længere sigt (efter 2030) medføre behov for at revurdere de samfundsøkonomiske konsekvenser af Vandrammedirektivet
- Ændret regulering af behovet for markvanding under hensyn til naturens behov for vand
- Der er mulighed for at fastholde en balanceret, bæredygtig vandindvinding gennem en omkostningseffektiv anvendelse af rørledninger til transport af vand fra vandlidende områder til områder med vandmangel

6.4 Energiforsyning

Hver dansker anvender årligt i gennemsnit 155 GigaJoule energi. Ca. 85 % af energiforbruget baseres på fossile brændsler, de resterende 15 % hidrører fra vedvarende energikilder som fx biomasse, affald og vind. Energiforbruget til især opvarmning svinger i takt med vintertemperaturen. Fra en mild vinter til en kold vinter kan energibehovet til opvarmning stige med op til ca. 20 %. Varmeproduktionsanlæggene er dimensioneret til uden problemer at kunne klare sådanne svingninger i varmebehovet.

Energiforsyningen er karakteriseret ved typiske investeringshorisonter på 10-30 år. Produktionsanlæg kan tilpasse sig nye rammebetingelser og også i et vist omfang ændrede klimaforhold.

Sårbarhed

Ændrede klimaforhold med højere gennemsnitstemperatur og højere vindhastighed vil på lang sigt kunne påvirke energiforbruget. En stigning i vintertemperaturen på 2-3⁰C vil således medføre et væsentligt reduceret opvarmningsbehov om vinteren. En stigning i sommertemperaturen vil derimod føre til et øget kølebehov om sommeren.

Øgede vindhastigheder kan på den ene side føre til en øget elproduktion fra vindmøller og kan på den anden side i stormsituationer føre til, at vindmøllerne for at undgå stormskade ”slår fra”.

Øgede nedbørsmængder i Norden vil kunne føre til en øget elproduktion på basis af vandkraft. Omvendt kan længere perioder med tørke i de nordiske lande føre til bedre muligheder for dansk eleksport.

Det danske såvel som udenlandske eldistributionsnet kan skades ved stormpåvirkning. Derimod forventes de øgede vindhastigheder ikke at forvolde væsentlige problemer for vindmøllerne, idet disse er sikret mod ekstreme vindhastigheder.

Eldistributionsnettet kan påføres skader af øgede vindhastigheder. Distributionsnettet er imidlertid allerede nu ved at blive kabellagt og forventes fuldt kabellagt inden for de nærmeste 10 år. Når distributionsnettet er kabellagt, vil konsekvenserne af klimaforandringerne være ubetydelige.

Konsekvenser

De eksisterende energiproduktionsanlæg er relativt ufølsomme overfor klimaforandringer, som forventes inden for de nærmeste 20-30 år. Der sker løbende udskiftninger og tilpasninger af anlæggenes kapacitet i forhold til behovet.

De kortsigtede klimaændringer med svagt øgede vindhastigheder forventes at give svagt stigende elproduktion fra vindmøller. Dette kan forbedre investeringerne i vindmøller og dermed føre til en øget udbygning. Det forventes imidlertid, at forhold som brændselspriser og priser for CO₂-kvoter for alternative elproduktionsformer, vil have langt større indflydelse på udbygningen med vindmøller.

Højere gennemsnitstemperaturer vil føre til et reduceret varmebehov om vinteren og eventuelt øget behov for køling om sommeren. Dansk Fjernvarme har ytret ønsker om at forbedre mulighederne for at udnytte fjernvarmesystemets muligheder for at producere fjernkøling. Ved fjernkøling udnyttes energien i fjernvarmevandet til at producere komfortkøling. Herved kan overskudsvarme fra kraftvarmeværkernes elproduktion om sommeren udnyttes som energikilde til at producere køling som alternativ til eldrevet klimaanlæg.

Handlemuligheder

Etablering af fjernkøling er pt. ikke direkte omfattet af varmforsyningsloven og dermed ikke omfattet af den offentlige varmforsyningsregulering. Energistyrelsen har sammen med området interessenter vurderet perspektiver og mulighed for fjernkøling i Danmark.

Vurderingen, der blev offentliggjort i en rapport i juni 2007, konkluderer, at fjernkøling kan være relevant i større byer og erhvervsparker, afhængigt af lokale forhold, men at de potentielle energibesparelser ved fjernkøling af forholdsvis begrænsede. En væsentlig barriere for udbredelsen af fjernkøling er, at den pågældende regulering kun giver adgang for private, men ikke for kommuner, til at iværksætte fjernkøling.

Samfundsøkonomi

Der er identificeret en række områder, hvor der kan være behov for samfundsøkonomiske analyser af mulige tiltag:

- Vurdering af de potentielle samfundsøkonomiske gevinster ved et lavere opvarmningsbehov som følge af et fremtidigt varmere vinterklima
- Vurdering af de potentielle samfundsøkonomiske omkostninger ved et højere kølebehov i boliger og produktionsbygninger som følge af et fremtidigt varmere sommerklima
- Vurdering af den samfundsøkonomiske gevinst ved at spildvarme udnyttes til afkøling i sommerhalvåret.

6.5 Land- og skovbrug

Land- og skovbrug behandles i hvert sit underafsnit, fordi planlægningen af driften er vidt forskellig i de to erhverv.

Landbrug

Det danske landbrugsareal udgør ca. 62 % af det samlede landareal. Danmark har en stor eksport af især animalske produkter og frø. Samlet udgør landbrugseksporten ca. 11 % af den danske eksport. Der har i de seneste år været stigende fokus på miljøeffekterne af landbruget, hvilket har ført til handlingsplaner for reduktion af udledningen af kvælstof og fosfor samt begrænsninger i pesticidforbruget.

Sårbarhed

En temperaturstigning på 1-5°C og en længere vækstsæson vil for 1-årige landbrugsafgrøder, som fx korn og raps reducere længden af den aktive vækstperiode, fordi afgrøderne vil modne tidligere. Dette vil alt andet lige reducere udbyttet, hvilket dog i de fleste scenarier bliver mere end opvejet af stigende planteproduktion som følge af stigende CO₂-koncentration i atmosfæren. For afgrøder som græs, sukkerroer og majs vil en temperaturstigning være favorabel, idet det er længden af hele vækstsæsonen, der er afgørende for udbyttet. For frilandsgrøntsager vil højere temperaturer især i forår og efterår betyde en forlænget produktionssæson, hvilket vil være en klar markedsmæssig fordel.

Øget vinternedbør og stigninger i vandstanden vil visse steder give anledning til oversvømmelser eller til så høj grundvandstand, at landbrugsmæssig udnyttelse kan blive vanskelig at opretholde. Dette kan blive tilfældet langs en række fjorde og vandløb (jf. afsnit 6.3 Vandforsyning).

En stor del af danske sandjorder er kunstvandede. Med højere sommertemperatur og længere perioder med tørke må behovet for markvanding forventes at blive øget. I 2071-2100 forventes sommernedbøren (A2) reduceret med 15 %. Øget behov for markvanding kan få en afsmittende effekt på vandføringen i vandløb.

Sammen vil klimaændringer og ændringer i afgrødevalg ændre omfanget og karakteren af sygdoms- og skadedyrsproblemer. Højere temperaturer vil mindske generationstiden hos både sygdomme og skadedyr, og mildere vintre kan også forbedre overlevelsen af både skadedyr og deres naturlige fjender, fx vil en temperaturstigning på 1°C med stor sandsynlighed fordoble behovet for anvendelse af insekticider eller kræve ændret sædskifte. Ligeledes vil forebyggende bekæmpelse af nye skadegørere kunne blive aktuelt.

Husdyrholdet vil blive påvirket indirekte gennem tilgængeligheden og prisen på foder og indirekte gennem effekter på sundhed, vækst og reproduktion. En længere vækstsæson for græsmarkerne kan give en længere afgræsningsperiode. For fritgående dyr kan der være tale om øget varmetress i forbindelse med meget varme somre. Effekterne er formentlig mindre for opstaldede husdyr, men det afhænger af staldsystemernes udformning. Et stigende antal varme somre kan medføre spontan tilpasning i form af flere stalde med naturlig ventilation og/eller stalde med klimaanlæg (jf. afsnit 6.2 Byggeri og anlæg).

Konsekvenser

Dansk landbrug vil være gunstigt stillet med hensyn til de forventede klimaændringers virkninger på produktionspotentialet. Udnyttelse af dette potentiale forudsætter dog tilpasninger i landbrugets dyrkningspraksis, hvor der vil være betydelige regionale forskelle.

Den kortsigtede tilpasning sigter mod at optimere produktionen under de givne vilkår (fx artsvalg, sortsvalg, såtid, gødskning og pesticidanvendelse). Arealet med majs er fx steget fra 560 ha i 1965 til 130.000 ha i 2004. Stigende udbytter medfører øget behov for kvælstofgødskning. Samtidig vil øget vinternedbør øge risikoen for kvælstof- og fosforudvaskning til vandmiljøet. Anvendelse af nye miljøvenlige teknologier i jordbruget vil dog kunne mindske dette problem.

Den langsigtede tilpasning involverer ændringer i landbrugets struktur, teknologianvendelse, arealanvendelse, vandingssystemer mv. samt udvikling og tilpasning af nye arter og sorter af afgrøder. De fleste tilpasninger vil kunne foregå spontant i sektoren uden overordnet styring og planlægning. Dette forudsætter dog, at klimaændringerne kommer til at foregå tilpas langsomt, og at forskning, udvikling og rådgivningen inden for sektoren er opmærksom på, at ændringerne i de klimatiske grundvilkår gør, at ældre data og erfaringer skal bruges med varsomhed.

Handlemuligheder

En optimal strategi for tilpasning i landbruget sikrer dels opretholdelsen af landbrugets konkurrenceevne dels at målsætningerne om reduktioner af landbrugets miljøpåvirkninger overholdes. Især inden for samspillet til landbrugets miljøpåvirkning vil der være brug for styring af tilpasningen. Dette skyldes den omfattende regulering inden for dette område, hvor specielt regulering af afdræning af lavbundsarealer, vanding, gødskning og plantebeskyttelse påvirkes af klimaændringer.

På lavbundsarealer vil en øget efterårs- og vinternedbør mange steder kræve en øget dræningsindsats for at sikre en fortsat landbrugsproduktion. Samtidigt vil stigninger i vandstanden visse steder give anledning til oversvømmelser eller til så høj grundvandsstand, at landbrugsmæssig udnyttelse umuliggøres. Dette kan være tilfældet langs nogle fjorde, ådale samt vandløb med meget lille fald. Problemet vil nogle steder kunne løses gennem digebyggeri, hvilket dog kan have negative konsekvenser for naturen. Alternativt kan disse arealer opgives til landbrugsmæssig udnyttelse og overgå til naturområder med ekstensiv drift og naturpleje. Det er behov for en kortlægning af problemets arealmæssige omfang og af tidshorizonten.

I den udstrækning lavbundsarealerne ligger sådan, at de kan fungere som reservoirer i tilfælde af voldsomme nedbørssituationer, opstuvninger af vandmasser ved stormsituationer mm., kan staten gennem "Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen" lægge op til, at kommunerne gennem planlægningen sikrer dem friholdt for byggeri og anlæg, der kan hindre denne funktion (jf. afsnit 6.8 Planlægning).

Et øget behov for markvanding kan få konsekvenser for vandføringen i vandløb, hvorfor det kan blive nødvendigt at justere de eksisterende tilladelser til vandindvinding. Der er også her behov for en kortlægning af problemets omfang.

Under uændrede produktionsforhold og miljøregulering forventes en større udledning af fosfor og til dels kvælstof til vandmiljøet. Sådanne stigende udledninger kan indebære behov for yderligere tiltag i forhold til Vandmiljøplan III til reduktion af udledninger af næringsstoffer, samt hvis miljøbeskyttelsen af danske

søer, fjorde og indre farvande skal leve op til Vandrammedirektivet. For at reducere det mulige fremtidige fosfortab kan der være behov for allerede nu at mindske fosfortilførslen til mange danske landbrugsjorder. Der er dog tale om komplicerede sammenhænge mellem klimaet og udledningen af kvælstof og fosfor til vandmiljøet, og yderligere forskning i dette er nødvendig inden disse effekter kan kvantificeres og vurderes.

En del af problemet med et øget forbrug af pesticider kan vanskeliggøre overholdelse af målsætningerne i Pesticidhandlingsplanen. En del af problemet vil formentlig kunne løses gennem ny teknologi, som fx resistente afgrøder eller mere målrettet pesticidanvendelse. Her mangler der dog viden om sammenhængen mellem klimaændringer, behovet for plantebeskyttelse og forebyggende indsats mod ukrudt, sygdomme og skadedyr.

Samfundsøkonomi

Klimaændringer og øget CO₂ indhold i atmosfæren forventes frem til 2050 at kunne øge udbyttene i mange landbrugsafgrøder med 10-15 %. Under uændrede prisforhold vil dette øge værdien af planteproduktionen tilsvarende. Der vil dog også være øgede omkostninger til bl.a. gødning og pesticider, som vil reducere stigningen i nettoindtjeningen i landbruget. Udbyttetigningerne kan dog meget vel blive mindre som følge af behov for øgede begrænsninger i næringsstof- og pesticidanvendelse af hensyn til natur og vandmiljø.

Der kan endvidere blive begrænsninger i visse områder på opdyrkning af lavtliggende arealer og på vanding i tørre somre, hvilket vil reducere fordelene i disse regioner. På grund af store usikkerheder og manglende viden omkring de forventede klimaændringers effekter på samspillet mellem landbrug og miljø er det ikke pt. muligt at gennemføre en samfundsøkonomisk beregning af disse effekter.

Skovbrug

Danmark har 486.000 ha skov (11 % af samlet areal). Over 60 % består af indførte nåletræarter med rødgran (28 %) og sitkagran (7 %) som mest udbredte arter. Bøg (17 %) og eg (9 %) er de mest betydningsfulde løvtræarter. Skov er den naturlige vegetationsform næsten overalt i Danmark og har derfor en særlig betydning for sikring af den biologiske mangfoldighed i Danmark. Udover en årlig hugst på ca. 2 mio. m³ (ca. 30 % af Danmarks træforbrug) bidrager skovene med betydelige landskabelige, naturmæssige og rekreative værdier.

Sårbarhed

Med de forventede klimaændringer vil der ske ændringer i træartssammensætningen og svækkelse og evt. død af enkelte arter og skovtyper. Skovens lange produktionstid, der for nåletræer ligger mellem 50 og 80 år og for løvtræer fra 80 og op til 150 år betyder, at det allerede nu er nødvendigt uafhængigt af klimascenarium at begynde at tilpasse sig til klimaændringerne. I 2071-2100 forventes stormstyrken at være steget med 5-10 %, og sommernedbøren reduceret med 3-15 % afhængigt af klimascenarium.

Ændrede temperaturer og nedbørsfordeling samt øget stormrisiko vil have negative konsekvenser for en række af de træarter og skovtyper, som findes i de danske skove. Især vil nogle af de indførte nåletræer være meget sårbare over for de forventede klimaændringer, men afhængig af påvirkning og lokalitet vil flere af de almindelige træarter også kunne påvirkes negativt.

Konsekvenser

Nåletræer vil være mere sårbare end løvtræer. Klimaændringer i form af væsentlig mindre sommernedbør og højere sommertemperaturer kan føre til tørkestress, som samtidig kan øge sårbarheden for sygdomme og skadedyr, ligesom nye skadedyr kan komme til. Endvidere kan det bevirke en højere risiko for skovbrande.

Kraftigere storme evt. i kombination med kraftig regn kan føre til et øget antal væltede træer. Dette vil påvirke dels vedproduktionen dels indebære øget risiko for tab af biodiversitet og skovens øvrige værdier. Efter orkanen i januar 2005 blev stormfaldet opgjort til 2 mio. m³ svarende til Danmarks normalhugst på et helt år, hvoraf nåletræer udgjorde ca. 95 %. Stormfaldet blev forstærket af den megen regn, der faldt i døgnet op til stormen, som bevirker, at træerne står dårligt fast.

Et øget CO₂-indhold i atmosfæren kan desuden isoleret set give en øget vedproduktion. Endvidere vil klimaændringerne betyde, at arter, der i Danmark befinder sig tæt på deres nordlige udbredelsesgrænse sandsynligvis opnår en relativ fordel sammenlignet med arter som fx rødgran, der i Danmark befinder sig syd for deres naturlige grænse.

Handlemuligheder

Miljøministeriet udgav i 2005 Handlingsplan for naturnær skovdrift i statsskovene. Naturnære skove vil bedre end de skove, som vi har i dag, kunne modstå storme og klimaændringer. Omlægningen i statsskovene er allerede startet og forventes implementeret over de kommende 80-100 år. Med den nuværende omlægningshastighed vurderes 50 % af statsskovene at være omlagt omkring år 2050.

For at tilpasse sig et varmere klima og en øget stormrisiko kan der anvendes træarter og provenienser, der har en større tilpasningsevne og er mere robuste.

I den naturnære skovdrift og ved anlæg af nye skove er arternes genetiske diversitet af særlig stor betydning, da materialet ved denne driftsform skal være tilstrækkelig fleksibelt til at kunne tilpasse sig klimaændringer flere generationer frem i tid. Der kan derfor foretages en genetisk screening af de eksisterende skove samtidig med, at der fremavles et velegnet genetisk materiale og at et genbevaringsprogram sikrer den eksisterende genetiske pulje til fremtidig anvendelse.

Driften af statsskovene, der omfatter ca. ¼ af det danske skovareal, er et skovpolitisk virkemiddel i sig selv. Der er behov for en informationsindsats rettet mod private skovejere samt incitamentter til at fremme en omstilling til naturnær drift i de private skove.

Skovloven er et vigtigt middel til at understøtte en sådan udvikling af de danske skove. Skovloven tilskynder således til naturnær skovdrift. Skovloven indeholder også tilskudsordninger rettet mod det private skovbrug, der bl.a. understøtter anvendelsen af de mere robuste løvtræarter og opbygningen af varierede skove både ved tilskud til god og flersidig skovdrift og ved skovrejsning.

6.6 Fiskerisektoren

Danmark er ifølge tal fra 2004 EU's førende fiskeriland målt i landede mængder. Fiskeriet adskiller sig fra andre erhvervssektorer i Danmark på to væsentlige områder. For det første er ressourcegrundlaget i væsentligt omfang baseret på vilde fisk i det åbne hav, hvorfor produktionen og fordelingen af fisk er styret af miljøforholdene (fx temperatur og havstrømme) og fiskeritrykket. For det andet "deler" Danmark de fleste fiskebestande med andre lande. Det betyder, at flere af de tiltag, som vil skulle implementeres som en konsekvens af klimaforandringer, forudsætter et internationalt samarbejde.

Sårbarhed

I 2040-50 forventes havtemperaturen at være steget med 1,2-1,4°C, hvilket vil føre til ændringer i de marine økosystemers struktur og funktion, herunder ændringer i de fiskearter, som vil være at finde i danske farvande. Nogle arter vil få fordele af klimaændringerne, mens andre vil blive begrænset i deres vækst og overlevelsesmuligheder. I de seneste år har man registreret en stigning i de varmetilpassede arter (fx brisling) samtidig med, at de kuldetilpassede arter er gået tilbage (fx torsk i Nordsøen).

En konsekvens af de ændrede klimaforhold kan blive, at de arter og fiskebestande, som allerede i dag er truede, vil få vanskeligere ved at klare sig, og at kriterierne for at genopbygge bestandene vil ændre sig markant. Det gælder især bestande, der befinder sig på grænsen af deres udbredelsesområde (fx torsk i Østersøen).

Stigende vandtemperaturer kan endvidere fremme forekomsten af nye typer af sygdomsfremkaldende bakterier og toksiske alger, som kan true fiske- og skaldyrbestandene samt fødevarer sikkerheden.

Øget nedbør og afstrømning fra floderne kan betyde et fald i saltholdigheden i Bælthavet og Østersøen, hvilket også vil ændre de marine økosystemers struktur og funktion, herunder artssammensætningen af fisk. Sektoren er endvidere følsom overfor udviklingen i landbrugssektoren især vedr. belastningen med næringsstoffer og risikoen for iltsvind, som følger af uheldige meteorologiske forhold som fx længere perioder med stille vejr og større nedbør i Østersøregionen, som påvirker nærings saltbalancen i de danske farvande.

Konsekvenser

Nye forskningsresultater viser, at fx brisling i Østersøen kan få gavn af et varmere klima, hvorimod livsbetingelserne for torsken i Nordsøen forringes. Fremtidsudsigterne for torsk i Østersøen er heller ikke gode. Her vil de forventede temperaturstigninger føre til flere og større problemer med iltsvind i torskens vigtige gydeområder. Dette kan måske modvirkes af en større indstrømning af salt og iltrigt vand til Østersøen, som konsekvens af flere og hyppige storme.

Andre forskningsresultater viser, at samspillet mellem variationer i klimaet og produktionen af zooplankton kan være en årsag til, at tobisbestanden i Nordsøen er gået tilbage. Til gengæld er der i de seneste år fanget flere hundrede tons ansjoser i de danske farvande.

For at sikre en bæredygtig udvikling skal de eksisterende fiskeriforvaltnings- og overvågningssystemer derfor tilpasses, og fiskeriet skal udvikle nye redskaber, fiskemetoder og bådtyper, der kan udnytte de nye fiskearter.

Genetiske undersøgelser viser, at de fleste fiskearter er opdelt i genetisk forskellige bestande og tilpasset de lokale miljøforhold. Det betyder, at fx torsk fra Nordsøen sandsynligvis ikke kan indvandre og erstatte Østersøtorsken, idet denne er genetisk unik og tilpasset et marint miljø med lav saltholdighed. Også laks og ørred udviser store genetiske forskelle. Endvidere må det forventes, at deres æg og –larver, som opholder sig i vandløb, vil være mere udsatte for temperaturændringer end æg og larver fra marine fisk.

Tiltag, som i dag er indført for at genoprette truede fiskebestande som fx torskebestandene i Nordsøen, Kattegat og den østlige Østersø, vil skulle tilpasses de ændrede miljøforhold, og man må indstille sig på, at det ikke nødvendigvis er muligt at genopbygge bestandene til tidligere kendte niveauer.

På opdrætssiden vil især marint opdræt af regnbueørreder være sårbar over for temperaturstigninger og i sidste instans, vil det sandsynligvis betyde et ophør af saltvandsopdræt af regnbueørred i danske farvande.

Nye sygdomsfremkaldende bakterier kan både true fiskebestandenes udvikling og fødevarer sikkerheden, idet konsum af fiske- og skaldyrprodukter kan introducere nye fødevarer bårne sygdomme hos mennesker. Flere og nye typer af toksiske alger kan få betydning for den fremtidige produktion af blåmuslinger og østers i fx Limfjorden.

Handlemuligheder

Med klimaændringerne kan der forventes ændringer i hele fødekæden, og dermed hele det biologiske system inklusiv vækst og overlevelse af fisk. Det betyder, at der bliver behov for en helhedsorienteret tilpasning af fiskeriet, deres redskaber, fartøjer og forvaltningssystemer. For at styrke videngrundlaget er der behov for at udvikle værktøjer (modeller og databaser), der kan bruges til at kvantificere og

kvalificere betydningen af klimaændringer for havets fødekæder, økosystemer, fiskebestande og en bæredygtig udnyttelse af disse.

Der arbejdes allerede med en række forskningsprojekter, som har til formål at beskrive de direkte, fysiske og biologiske konsekvenser af klimaændringer for de akvatiske økosystemer omkring Danmark. I projekterne deltager relevante institutioner og universiteter i Danmark og udlandet. Der er imidlertid tale om så komplicerede ændringer af de marine og ferske økosystemer, at der er behov for en betydelig større indsats og meget mere viden, før vi kan forstå og kvantificere ændringerne.

Med nye arter som fx ansjos, mulle, knurhane, multe, sardin og østers i de danske farvande bliver det nødvendigt at overvåge udviklingen i bestandene, så man har den nødvendige videnskabelige basis for at tilpasse og udvikle forvaltningssystemet. Hyppigere perioder med storm vil også betyde, at der skal ske en tilpasning af skibe og redskaber til de nye fiskeribetingelser og -muligheder. Ligesom der skal udvikles nye maskiner og teknologier i forarbejdningsindustrien.

Der bliver behov for løbende at kvalitetssikre det hygiejniske og toksikologiske beredskab i forhold til tilstedeværelsen af nye bakterier og toksiner i vandmiljøet og selve råvaren.

For de arter, der befinder sig på grænsen af deres udbredelsesområde, skal det afklares, hvordan disse bestande og deres genetiske sammensætning kan bevares.

Samfundsøkonomi

Der er identificeret en række områder, hvor der kan være behov for samfundsøkonomiske analyser af mulige tiltag:

- Udviklingen i fiskerisektoren har direkte betydning for Danmarks eksportmuligheder, men da forvaltningen af fiskerisektoren i langt overvejende grad foregår i et internationalt samarbejde, vil der på EU-niveau være behov for at beregne de samfundsøkonomiske konsekvenser af at justere reguleringssystemerne for at optimere udbyttet af eksisterende og fremtidige bestande under ændrede klimaforhold.
- Stigende havtemperaturer kan på sigt medføre større samfundsøkonomiske omkostninger for det pt. meget gunstige marine opdræt af regnbueørred. Omkostningerne relaterer sig primært til en negativ påvirkning af havmiljøet. Hvis det marine regnbueørredopdræt kolliderer som følge af ændrede sygdomsmønstre eller ændrede algeforekomster, vil det ikke på kort sigt være muligt at erstatte dette med opdræt af andre arter.
- Det er vanskeligt at opgøre de samfundsøkonomiske fordele og ulemper ved en omstilling af det danske industrifiskeri fra den nuværende afhængighed af tobis i Nordsøen til en fremtidig afhængighed af fx ansjos i de indre danske farvande.
- Ændringer i såvel fiskeriflåde som landanlæg kan ikke planlægges på forhånd, hvilket kunne pege i retning af en mere opportunistisk investeringsstrategi med stigende anvendelse af mobile forarbejdningsanlæg.

6.7 Natur

Temaet omfatter den vilde natur i Danmark, typisk de naturtyper og arter, der er omfattet af naturbeskyttelseslovgivningen, herunder særligt Naturbeskyttelsesloven, Vildtforvaltningsloven og Miljømålsloven. Arealet med naturtyper, der er beskyttet af naturbeskyttelseslovens § 3 (fx klitter, heder, moser, enge, overdrev, søer og vandløb) omfatter således ca. 10 % af Danmarks areal, hvoraf en stor del indgår i områder, der er udpeget til Natura 2000 områder. Der findes desuden arealer med natur i skoven, som er beskyttet af Skovloven og udpeget til Natura 2000 områder. Danmarks samlede skovareal er ca. 11 %. Mange af de danske terrestriske naturtyper er halvnatur, idet de er afhængige af ekstensiv drift eller pleje for at kunne bevares. Det gælder fx enge og overdrev. Endelig udgør naturen i havet en vigtig del af naturgrundlaget, hvor en række naturtyper er udpeget til Natura 2000 områder (fx stenrev, boblerev,

sandbanker og kystlaguner med den tilknyttede flora og fauna), der dækker ca. 12 % af det danske havområde.

Den vilde natur og forvaltningen af denne er vigtig, fordi økosystemerne udfylder en række funktioner, som mennesker, samfund og erhverv er afhængige af. Mennesker høster desuden af naturens ressourcer fx ved fiskeri og landbrug. Endelig udnytter vi naturen til rekreative formål, og vi tillægger naturen eksistensværdi. Øget viden om og bevaring af økosystemerne og deres funktioner er en forudsætning for en bæredygtig forvaltning af disse.

Sårbarhed

I forhold til de tre klimascenarier, som ligger til grund for dette katalog, er der en graduering af effekterne på naturen. Modelberegninger viser, at de største klimaeffekter ses ved A2, hvor den største klimaændring forventes og de mindste effekter ved EU2C. Den vilde danske natur påvirkes allerede i dag og vil i stigende omfang blive påvirket af ændringerne i klimaet. Effekterne er forskellige afhængigt af hvilke naturtyper fx heder, enge, søer, vandløb eller naturtyper i havet og arter af dyr og planter, man ser på. Det skyldes, at de enkelte naturtyper og arters vækst og overlevelse påvirkes forskelligt af de forskellige klimafaktorer (temperatur, nedbør, vind osv.).

Der tegner sig tre overordnede mønstre for direkte klimaeffekter på naturen 1) øget biologisk produktion (primær produktion) som følge af temperaturstigningen og en længere vækstsæson, 2) øget næringsstofbelastning og dermed øget tilgroning og øget iltvind i farvandene som følge af øget nedbør og ændret nedbørmønster, og 3) øget erosion/oversvømmelse af lavvandede kyster, strandenge, ådale og søbredder som følge af havstigninger, øget nedbør og ændret nedbørmønster.

En række naturtyper og arter vil forsvinde eller uddø, fordi de ikke har mulighed for at sprede sig til andre områder eller tid til at tilpasse sig. Økosystemerne vil blive mindre stabile og dermed mere sårbare fx overfor invasive arter, som lettere vil kunne etablere sig. Det vil typisk være de mest mobile arter, der umiddelbart overlever. Arter med kort generationstid fx insekter vil ved naturlig selektion ligeledes have en større tilpasningsevne end arter, som har en lang generationstid fx træer. Endvidere vil arter, som har et bredt genetisk materiale, alt andet lige være bedre stillet end arter med et smalt genetisk grundlag.

Konsekvenser

Naturen har generelt et stort tilpasningspotentiale forudsat, at der er tid, plads og mangfoldighed nok. Gennem tiden har naturen enten tilpasset sig ændrede livsvilkår, eller også er den gået under. Det er denne tilpasningsevne i naturen, som en planlagt tilpasningsstrategi kan tage udgangspunkt i og bygge videre på. Man kan sige, at den planlagte tilpasning skal sikre rammerne for naturens egen, spontane tilpasning.

Der findes to overordnede overlevelsstrategier i naturen, når levevilkårene ændres uanset årsagen til dette, nemlig 1) at flytte sig eller 2) at tilpasse sig. Den første strategi forudsætter, at artens spredningsevne overstiger afstanden til et egnet levested. Den anden strategi forudsætter, at der i den givne bestand findes et tilstrækkeligt antal individer, som overlever de ændrede livsvilkår indtil reproduktionsalderen.

Nogle eksempler på potentielle eller allerede observerede klimaeffekter i naturen gives i det følgende. Dansk forskning har gennem modellering påvist en tilbagegang hos 2/3 af 104 undersøgte planter, især planter med nordlig udbredelse forventes at gå markant tilbage. Det drejer sig fx om arter som langbladet soldug, eng-nellikrod og bakke-nellike. Der er tendens til, at det fortrinsvis er arter tilknyttet ferske enge og moser, som vil være mest sårbare overfor klimaændringer. Endvidere har studier af 35 europæiske sommerfugle vist, at 63 % af disse er rykket 35-240 km nordpå, og studier af en række padde- og fuglearter i Europa viser, hvordan disse gennem de sidste 30 år er begyndt at yngle tidligere og tidligere på sæsonen.

Klimaændringerne forstærker den stress, som naturen allerede i dag er udsat for gennem ødelæggelse og opsplitning af levestederne samt reduktion i levestedernes størrelse, overgødsning, konkurrence fra invasive arter, forurening med miljøfarlige stoffer mv. For at bevare naturen, herunder naturens ydelser og funktioner, er det derfor muligt at iværksætte en planlagt klimatilpasning gennem naturforvaltningen og gennem justeringer af praksis og lovgrundlag i de samfundssektorer, der påvirker naturen.

Handlemuligheder

Fremme naturens spontane tilpasningsevne

De to ovenfor nævnte typer af spontan tilpasning til klimaændringer i naturen kan forvaltningsmæssigt bl.a. understøttes ved at reducere presset fra de omtalte stressfaktorer, som naturen er udsat for og ved at sikre dyrs og planters spredningsmuligheder fx gennem etablering af grønne korridorer i landskabet (ådale, vandløb, net af beskyttede områder, faunapassager mv.). Dette kan kræve justeringer af love, bekendtgørelser og forvaltningspraksis, som regulerer sektorernes aktiviteter og kan understøttes ved at målrette en række økonomiske styringsmidler fx inden for landbrugspolitik, skovbrug, fiskeri og naturforvaltning. Gennem dette kan man fremme naturens robusthed, elasticitet og tilpasningsevne overfor såvel de gradvise klimaændringer, som de klimaændringer, som viser sig som ekstreme vejrhændelser og de indirekte effekter afledt af klimaændringer. Derudover er muligheden for aktivt at flytte arter til egnede levesteder eller at bevare dem i genbanker, botaniske/zoologiske haver o.l. endnu et forvaltningsmæssigt redskab.

Hensyn til natur og miljø ved klimatilpasningstiltag

Udover denne klimatilpasning, som omhandler den direkte klimaeffekt på naturen, er det helt afgørende, at de sektorer, som direkte eller indirekte påvirker naturen, vurderer konsekvenserne for natur og miljø af sektorens klimatilpasningstiltag på kort og langt sigt, således at sektorernes klimatilpasningsaktiviteter gennemføres under hensyntagen er natur og miljø. Det kan fx dreje sig om effekterne af øget kystbeskyttelse, omlægninger i landbruget, som kræver øget brug af gødning, pesticider eller markvanding eller sundhedssektorens indsats mod sygdomsbærende insekter. Dertil kommer håndteringen af befolkningens formodede spontane indsats mod et stigende antal uønskede insekter (fx hvepse), der vil kunne trives bedre i et varmere klima.

Videnopbygning

Et andet område, som er vigtigt for sikring af naturens udviklingsmuligheder under et klima i ændring, er viden. Viden er fx forudsætningen for at følge og forudsige klimaets udvikling og effekterne på naturen, for at udvikle metoder til minimering af de negative effekter af klimaændringen og for at teste effektiviteten af klimatilpasningstiltag.

Samfundsøkonomi

Der er identificeret en række problemstillinger, som har strategisk betydning for naturens tilpasning i en fremtid med ændret klima og for at påvirke disse muligheder gennem naturforvaltningen.

Problemstillingerne er desuden af central betydning for arbejdet med den naturpolitiske målsætning om at stoppe nedgangen i biodiversiteten senest i 2010. Det er:

- Fremme af naturens spontane tilpasning gennem planlægning og regulering, fx mindre fragmentering, sikring af spredningskorridorer og reduktion af en række eksisterende stressfaktorer.
- Natur- og miljøneutral klimatilpasning i sektorer, som har væsentlig betydning for naturen, fx landbrug, skovbrug, og kystsikring.
- Langsigtet videnopbygning om fx naturens reaktion på klimaændringer, forebyggelse og håndtering af invasive arter samt effekterne på naturen af tilpasningstiltag i sektorerne.

Naturen omfatter typisk en række goder, som ikke prissættes ved at blive omsat på et marked. De samfundsøkonomiske fordele og omkostninger ved udvikling af løsninger på disse problemstillinger må derfor belyses indirekte. Ønsker man i større omfang at underbygge beslutningsprocesserne med

samfundsøkonomiske analyser, er der derfor vigtigt, at der arbejdes videre med udviklingen af de eksisterende relativt primitive metodikker til dette og med det nødvendige datagrundlag.

6.8 Planlægning af den fremtidige arealanvendelse

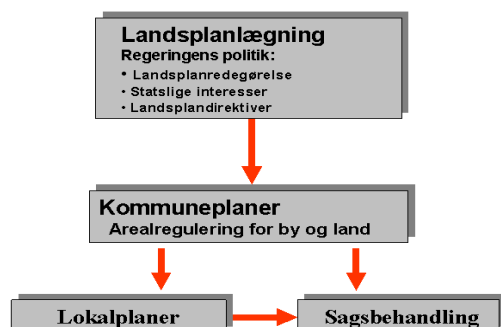
Fysisk planlægning efter *Lov om planlægning* er i relation til klimatilpasning et styringsmiddel, der kan bidrage til at begrænse nogle negative effekter af klimatilpasning – og som på længere sigt formentlig også kan bidrage til udnyttelse af positive effekter – i den udstrækning de vedrører fremtidig bebyggelse og arealanvendelse af arealer.

Hele Danmark er opdelt i byzone, sommerhusområder og landzone. Landzonen omfatter det åbne land og en stor del af landsbyerne. Landzonebestemmelser skal forhindre ukontrolleret bebyggelse og anlæg i det åbne land og dermed bevare værdifulde landskaber og landbrugsjorder. I byzone og sommerhusområder skal ny bebyggelse, ændret anvendelse mv. ske i overensstemmelse med gældende lokalplaner.

Kommunalbestyrelserne har ansvaret for den sammenfattende kommuneplanlægning, der skal holdes inden for rammerne af statslige forskrifter for planlægningen, såkaldte landsplandirektiver. Tilsvarende skal lokalplaner være i overensstemmelse med kommuneplanen samt eventuelle landsplandirektiver.

Miljøministeren kan foruden gennem de bindende forskrifter (landsplandirektiver) påvirke kommunernes planlægning gennem politiske tilkendegivelser i landsplanredegørelsen, der skal afgives efter nyvalg til Folketinget, og gennem den ”Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen” der – ligeledes efter planloven – skal offentliggøres hvert 4. år til brug for kommunernes revision af kommuneplanerne.

Derudover har ministeren konkrete beføjelser til at gribe ind i den lokale planlægning for at sikre nationale interesser. I den forbindelse skal særligt fremhæves miljøministerens adgang til på vegne af samtlige statslige myndigheder, hvis interesser berøres af kommuneplanen, at fremsætte indsigelse mod forslag til kommuneplaner. Tilpasning af ny arealanvendelse fx i forbindelse med tilpasning til et ændret klima, vil kunne falde ind under begrebet national interesse.



Konsekvenser

Øget nedbør kan øge risikoen for oversvømmelse eller genevirkning som følge af forhøjet grundvandsstand og kan få den konsekvens, at de påvirkede arealer kan blive uegnede til såvel ny bebyggelse som byudvikling, jordbrug og rekreative formål m.v. medmindre, der ofres betydelige beløb på kystsikring og andre foranstaltninger, der kan sikre bebyggede arealer som friarealer.

Gældende regler

Planloven indeholder hjemmel til, at kommunerne, når der udlægges nye områder til bebyggelse, gennem lokalplaner henholdsvis *landzonetilladelser* kan stille krav om, at bebyggelse opføres i en mindste

sokkelkote. Kommunerne kan desuden i lokalplaner fastsætte bestemmelser om ”friholdelse af et område for ny bebyggelse, når en bebyggelse kan blive udsat for sammenstyrtning, oversvømmelse eller anden skade, der kan medføre fare for brugernes liv, helbred eller ejendom.”

Såfremt kommunerne i deres planlægning af sig selv afholder sig fra at udlægge risikoarealer til ny byudvikling, kan dette opfattes som spontan tilpasning. En forudsætning herfor er, at man på landsbasis i en klar og overskuelig form kan vise, hvilke områder der er truet af oversvømmelse, hævet vandstand mv. Det kan ske ved at tilvejebringe detaljerede kort, hvor risikoområderne er tegnet ind sammen med nærmere beskrivelser af, hvad det er for risici, der er tale om.

For så vidt angår byudvikling i de kystnære områder, indeholder planloven bestemmelser, der giver en udstrakt mulighed for at friholde kystområderne for bebyggelse og anlæg, som ikke er afhængige af en placering tæt på kysten (§ 5a).

For kystområderne, der vil blive særligt udsatte, indeholder planlovens særlige bestemmelser for *kystnærhedszonen* (§ 5b) - en i princippet 3 km bred strækning langs kysterne uden for byzonen – hvorefter der kun kan inddrages nye arealer i byzone eller planlægges for anlæg i landzone, hvis der er en særlig planlægningsmæssig eller funktionel begrundelse for kystnær lokalisering. Bestemmelsen pålægger de planlæggende myndigheder at godtgøre behovet for en kystnær beliggenhed, herunder at belyse mulighederne for placeringer uden for kystnærhedszonen. Planlægningen skal tage udgangspunkt i, at nye arealer til byzone og anlæg i landzone skal lokaliseres i størst mulig afstand fra kystlinjen og fortrinsvis bag eksisterende bebyggelse. § 5b indeholder desuden et forbud mod udlægning af nye sommerhusområder i kystnærhedszonen. Ferie- og fritidsanlæg skal lokaliseres i forbindelse med eksisterende bysamfund eller større ferie- og fritidsbebyggelser.

Hvad angår interesser i det åbne land, skal kommuneplanerne udlægge arealer til skovrejsning og udpege områder, hvor skovrejsning er uønsket, og de skal indeholde retningslinjer for varetagelse af jordbrugsmæssige interesser, herunder udpegning og sikring af særligt værdifulde landbrugsområder. Desuden skal planerne indeholde retningslinjer til varetagelse af natur- og landskabsværdier, geologiske værdier, kulturhistoriske værdier mm. Klimaændringer vil ændre forudsætningerne for denne planlægning, men der kan næppe nu siges noget nærmere om hvordan og i hvilket omfang.

Handlemuligheder

Tiltag kan opdeles i 1) information og vejledning 2) tilkendegivelser i den oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen, der udsendes hvert 4. år til brug for kommunernes planrevision og endelig 3) bindende forskrifter for kommunernes planlægning og administration.

En hensigtsmæssig fremgangsmåde vil være at starte med information om risikoområdernes beliggenhed baseret på detaljerede kort, der viser områder, der ikke er egnet til ny bebyggelsesudvikling, eller hvor bebyggelsesudvikling forudsætter nærmere beskrevne foranstaltninger til afhjælpning. Tanken hermed vil være, at viden om, at der er tale om risikoområder, på den ene side vil afholde kommunerne fra at planlægge for sådanne områder til bebyggelsesformål og på den anden side vil formindske eller fjerne efterspørgselen efter disse arealer til bebyggelse.

Næste fase kan være den koordinerede statslige udmelding i ”Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen” der udsendes hvert 4. år. Efterhånden som det afklares, hvilke områder, der på grund af afhjælpende foranstaltninger (kystsikring, digebyggeri mm.) fortsat kan anvendes til byudvikling og eller ny bebyggelse, henholdsvis hvilke områder, der ikke bør bebygges, kan det meldes ud her.

En yderligere mulighed er at henstille til kommunerne, at de i kommuneplanrevisionen redegør for, hvordan planen forholder sig til klimatilpasning. Hvis de ovenfor nævnte tiltag viser sig ikke at have den ønskede virkning, kan de senere suppleres med bindende forskrifter.

Samfundsøkonomi

Et væsentligt sigte med statslige tiltag efter planlovgivningen vil være at begrænse byggeri i risikoområder, hvor det ville udløse betydelige ekstraudgifter til afhjælpning som kystsikring/digebyggeri, infrastruktur, pumpning mm.

Planlovgivningen er derfor et vigtigt middel til at medvirke til at reducere de negative samfundsøkonomiske konsekvenser af klimaændringer, dels forudsætter bl. a. bestemmelserne om kystnærhedszonen allerede i dag tilbageholdenhed med nye byggeområder ved de åbne kyster, dels kan man lægge op til yderligere begrænsninger på udlæg i truede områder.

Begrænsning af nyudlæg i truede områder kan bl.a. ske ved:

- information til kommunerne om beliggenhed af truede områder
- en klar statslig udmelding i ”oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen” til brug for kommunernes 4-årige revisioner af kommuneplaner og eller bindende forskrifter for kommunernes planlægning
- opfordring til planmyndighederne om øget samarbejde med de myndigheder, der har ansvar for foranstaltninger som kystsikring, krav til bebyggelse, kloakering og pumpning.

6.9 Sundhed

Klimaændringer kan påvirke folkesundheden på flere forskellige måder. I hvor høj grad de sundhedsmæssige konsekvenser vil slå igennem, vil dels afhænge af klimaændringernes omfang dels af det enkelte individs sårbarhed samt evne til og muligheder for at tilpasse sig. Endvidere kan mange andre forhold end klimaændringerne få indflydelse på udviklingen af risikofaktorer for sundheden og på befolkningens sårbarhed over for risikofaktorer.

Det vurderes, at sundhedsmæssige konsekvenser af større betydning vil være mest udtalte i den sidste del af perioden frem mod år 2100, hvor klimaændringerne formodes at være størst. Derfor tages primært afsæt i de klimaændringer, som er beregnet for den sidste periode (år 2071-2100). Mærkbare konsekvenser kan dog også forekomme tidligere fx i forbindelse med hedebølger. Det skal desuden bemærkes, at sundhedsforhold ofte er afledt af forhold i andre sektorer end sundhedssektoren.

Sårbarhed

Både hedebølger, et generelt varmere klima, herunder øget ophold ude i solen, fugtigere vintre og mere stormvejr kan have betydning for sundheden.

Klimamodeller peger på, at der fremover vil komme flere hedebølger. I 2071-2100 forventes det årlige antal hedebølger (A2) at være steget fra 1 til 4 og længden af hedebølgen at være øget med ca. fem dage. Personer på nordlige breddegrader har lavere tolerance for høje temperaturer end personer længere sydpå, hvorfor hedebølger må defineres anderledes i Danmark end i fx det sydlige Europa.

Det generelt varmere klima kan bl.a. øge risikoen for visse infektioner og kan give en ændret udsættelse for eksempelvis pollen og andre risikofaktorer. Adfærd af betydning for sundhed og ulykker kan også ændres ved varmere klima. Forhold i bygninger som følge af klimaændringer kan ligeledes påvirke sundheden.

Generelt vil varmere somre også give anledning til øgede algeopblomstringer såvel som øget forekomst af farlige havbakterier eller gopler. Herved kan badendes sundhed bringes i fare.

Konsekvenser

De sundhedsmæssige konsekvenser af hedebølger kan bl.a. være hedeslag og dehydrering, der i værste fald kan være livstruende. I Tyskland og Holland vurderes der at have været henholdsvis 7000 og 4-500 ekstra dødsfald under hedebølgen i 2003. Specielt ældre, patienter på sygehuse og personer, der allerede er syge (især med hjertekar- og luftvejssygdomme), er i højrisikogruppen. Små børn kræver også ekstra opmærksomhed.

Øget ophold ubeskyttet ude i solen kan øge forekomsten af både almindelig hudkræft og modernærkekræft. Solens stråler er den væsentligste risikofaktor for udvikling af disse kræftformer.

Antallet af personer, der udvikler pollenallergi vil kunne stige, ligesom sæsonen for pollenallergi vil øges, og symptomerne hos dem, der allerede har pollenallergi (høfeber og astma) vil kunne forværres, når pollensæsoner starter tidligere og varer længere. Højere pollental og mere allergene pollen fx ved at nyeå ved nye arter kommer til landet, kan også få en betydning. I den forbindelse har befolkningsundersøgelser fra 1987-2000 allerede vist en fordobling af selvrapporterede tilfælde af høfeber. Varmere somre kan også betyde større udsættelse for bier og hvepse med risiko for stik, med risiko for farlige allergiske reaktioner (allergisk shock) hos dem, der er overfølsomme over for dette.

Inden for infektionsområdet kan en temperaturstigning muligvis øge forekomsten af fødevarer- og vandbårne mave-tarminfektioner, legionella-infektioner samt zoonotiske infektioner som Weils sygdom. Der er også risiko for frembrud af en række insekt-overførte sygdomme såsom viral hjernebetændelse (for eksempel *tick-borne encephalitis*, TBE, og Vest Nil feber) og Lyme borreliose. På sigt kan der også være risiko for sygdomme, som vi i dag opfatter som tropiske eller subtropiske, herunder malaria og leishmaniasis. Ved længere perioder med varmt havvand vil en øget forekomst af visse havbakterier udgøre en infektionsrisiko hos fiskere og badende oftest via sår og hvor infektionen kan blive alvorlig hos især hos personer med leversygdomme, blodsygdomme eller andre lidelser, der nedsætter immunforsvaret.

Et varmere klima kan desuden medføre nye ulykkesrisici. Kraftigere storme og hyppigere lynnedslag kan øge risikoen for tilskadekomne. Erfaringsmæssigt ses der fx også en større ulykkesforekomst i varmere vejr, hvor der foregår flere udendørs aktiviteter (flere der fx cykler og bader) og mere udendørs arbejde i bygge/anlægsbranchen. Ved A2 estimeres en stigning i antallet af ulykker på ca. 3 %.

Endvidere kan kombinationen af fugtigere vintre og varmere somre øge risikoen for flere fugtskader og vækst af skimmelsvampe i bygninger samt give større problemer med husstøvmider i boliger. Fugtskader og vækst af skimmelsvampe i bygninger kan give irritation af luftveje og hud samt almensymptomer som hovedpine og træthed. Desuden kan irritation af luftvejene øge risikoen for luftvejsinfektioner. Endelig kan der udvikles allergi overfor især husstøvmider men også skimmelsvampe, som kan give anledning til både astma og høfeber.

Men et varmere klima kan også have positive sundhedsmæssige konsekvenser, fx hvis danskerne opholder sig udendørs en større del af året og dermed får mere udendørs motion og færre indeklimaproblemer. Hvis børn og personalet i daginstitutioner opholder sig mere udendørs, må der forventes mindre spredning af smitsomme sygdomme. En øget mængde sollys på huden kan betyde, at danskerne vil danne mere D-vitamin. Desuden vil et varmere klima betyde mindre forurening fra opvarmingskilder. Mildere vintre kan betyde færre kulderelaterede sygdomme og færre skader relateret til sne og is samt færre og korterevarende temperaturinversioner, hvor luftforurening opkoncentrerer nær jordoverfladen.

Handlemuligheder

På en række af de relevante sundhedsområder eksisterer der allerede offentlige forebyggelses- og behandlingstilbud samt overvågningssystemer. En udvidelse af disse tilbud og overvågningssystemer kan dog blive relevant.

Tilpasning til hedebølger kan fx omfatte temperaturmåling, solafskærmning og øget brug af klimaanlæg på især hospitaler, plejehjem, skoler o.l. samt øget hjælp fra familie og bekendte til højrisikogrupper. Et

øget antal hedeølger indebærer også et behov for, at der tages højde for dette i planlægningen af myndighedernes beredskab. For kommunernes vedkommende involverer planlægningen fx midlertidig udvidelse af kapaciteten i hjemmeplejen og på plejehjem. Det bør endvidere sikres, at personalet er tilstrækkeligt uddannet i forebyggelse af hedeslag og dehydrering hos risikogrupper, samt at personalet i en konkret situation kan få særlige instruktioner, hvis der findes behov derfor. Derudover kan centrale myndigheder sørge for information og råd til befolkningen via bl.a. vejrudsigt i TV og radio samt hjemmesider. En struktureret planlægning vil – formentlig inden for det budget til beredskab, myndighederne under alle omstændigheder skal have – kunne hindre, at fremtidige hedeølger får så alvorlige konsekvenser, som det skete i hvert fald i en del af Europa i 2003.

I forhold til en øget eksponering for solens stråler er adfærdsændringer mht. beskyttelse med tøj og/eller solcreme en mulig tilpasning. Endvidere er det relevant at prioritere skyggepladser ved arkitektoniske tilrettelæggelser af offentlige og private bygninger. Hvis der ikke sker hensigtsmæssige ændringer i adfærd mht. øget beskyttelse mod solen, kan der blive behov for øget opsporing og behandling af almindelig hudkræft og modernærkekræft.

I forbindelse med infektionssygdomme er det vigtigt at opretholde en god hygiejne ved kontakt med fødevarer samt ved brug af klimaanlæg, spabade og andre vandsystemer. Derudover er rottebekæmpelse og anvendelse af personlige værnemidler i dambrug og kloaker fortsat vigtig. Det vil være relevant med en styrket overvågning af infektionssygdomme og udbrudskontrol samt fortsat samarbejde mellem fødevarer- og sundhedsmyndigheder og institutioner for at styrke fødevarerens sikkerhed. I relation til drikkevandet kan det vurderes, om kommunernes eksisterende kontrol med vandkilder for bakterier er tilstrækkelig, ligesom der skal være et tilstrækkeligt beredskab hos myndighederne til information af befolkningen i tilfælde af kontaminering. I forbindelse med infektionsrisici ved fiskeri og ved badning må relevante myndigheder sørge for nødvendig overvågning og information.

I forbindelse med ændrede pollensæsoner og større pollenmængder kan der blive tale om at sikre tilstrækkelig sundhedsfaglig kapacitet til tidlig opsporing og forebyggende behandling af allergiske sygdomme. Der kan endvidere blive brug for en øget anvendelse af forebyggende medicin herunder allergivaccinationer samt rådgivning omkring adfærdsændringer med henblik på at minimere eksponeringen for pollen. Det bliver måske også muligt at udvikle ikke-allergifremkaldende træsorter og græsarter, selvom det foreløbig er på forsøgsstadiet.

Der er behov for at følge ulykkesforekomsten løbende. Der kan endvidere opstå et behov for rettidig planlægning af ulykkesforebyggelse i forbindelse med fx trafikkanlæg og andre fysiske rammer.

Mht. boligen kan flere få brug for forebyggelse og afhjælpning af fugtproblemer, og der kan blive et større behov for at informere og instruere personer med allergi over for husstøvmider om mulighederne for at sikre et godt indeklima. Noget lignende kan blive aktuelt for personer med skimmelsvampeallergi. Der kan også her blive tale om et større forbrug af forebyggende medicin.

Det skal understreges, at der er megen usikkerhed om behov for flere af de anførte tiltag, idet mange andre forhold end klimaændringerne kan få indflydelse på udviklingen af risikofaktorer for sundheden og på befolkningens sårbarhed over for risikofaktorer.

Samfundsøkonomi

På sundhedsområdet er der en række områder, der kan få større eller mindre samfundsøkonomiske konsekvenser, afhængigt af, hvordan udviklingen i samfundet i øvrigt er, herunder hvordan andre determinanter for sundheden udvikler sig.

Der er identificeret en række områder, hvor der kan være behov for samfundsøkonomiske analyser af mulige tiltag:

- Samfundsøkonomiske fordele og ulemper ved at etablere et beredskab, der tager højde for hedeølger, især i relation til hjemmeplejen, plejehjem og hospitaler.

- Samfundsøkonomisk analyse af behovet for diagnostik, forebyggelse inkl. vaccination og behandling af pollen- og husstøvmideallergi og evt. skimmelsvampeallergi (høfeber og astma), samt udvikling af ikke-allergifremkaldende træsorter og græsarter.
- Samfundsøkonomisk analyse af behovet for øget overvågning og udbrudskontrol samt forebyggelse og behandling af forskellige infektioner, herunder sygdomsbærende/sygdomsfremkaldende skadedyr, insekter, bakterier, alger og gopler mv.
- En vurdering af den samfundsmæssige gevinst som følge af muligheden for mere udendørs liv, herunder reduceret risiko for smitte.

6.10 Redningsberedskabet

Dette afsnit afgrænses i relation til klimatilpasning til det statslige og kommunale redningsberedskab. I redningsberedskabets kontekst er det primært forekomsten af ekstreme vejrfænomener, såsom storme, orkaner, stormfloder, kraftige regnskyl og tørkeperioder, som det er relevant at se på i forbindelse med klimaændringer, og fokus er dermed på de pludselige hændelser, som klimaændringerne kan fremkalde.

Redningsberedskabet kan indsættes for at forebygge, begrænse og afhjælpe skader på personer, ejendom og miljø. Redningsberedskabet kan endvidere assistere i ”spidsbelastningssituationer”, hvor andre aktører med beredskabsansvar ikke fuldt ud er i stand til at håndtere konsekvenserne. Ifølge beredskabslovens § 24 skal de enkelte ministre hver inden for deres område planlægge for opretholdelse og videreførelse af samfundets funktioner i tilfælde af ulykker og katastrofer. Dette sektoransvarsprincip gælder også for så vidt angår de fysiske konsekvenser af klimaændringer.

Sårbarhed

De tre klimascenarier indikerer, at redningsberedskabet fremover bør indrette sig på flere og mere alvorlige storme, stormfloder, kraftige regnskyl og tørkeperioder. Der kan i øjeblikket ikke siges noget præcist vedr. frekvensen og styrken af fremtidige ekstreme vejrfænomener ud fra scenariernes gennemsnitsberegninger og middelværdier². Desuden afhænger konsekvenserne ikke blot af selve vejrhændelserne, men også af udviklingen i samfundets sårbarhed/robusthed. Sidstnævnte afgøres af en lang række forebyggende initiativer i andre sektorer end redningsberedskabet og vedrører forhold som fremtidig arealanvendelse, dimensionering af byggeri, kloakering, vejanlæg, kystforvaltning m.v. samt befolkningens adfærd.

Med ovenstående forbehold taget i betragtning, er det muligt, at hyppigere alvorlige vejrhændelser forårsaget af klimaændringer kan resultere i øgede skader på materielle og miljømæssige værdier samt personskader (i mere begrænset omfang). Dermed vil klimaændringerne også kunne føre til flere og mere ressourcekrævende indsatser og assistancer fra redningsberedskabet.

Konsekvenser

En stigning i stormaktiviteten, flere og højere stormfloder, øget vandstand i havene samt kraftigere regnskyl vil først og fremmest øge antallet af indsatser mod storm- og vandskader. Dette sker bl.a. ved at afstive og afdække udsatte bygninger og infrastruktur, fælde træer, fylde sandsække samt pumpe vand væk fra lavtliggende områder, kældre, vejbaner, viadukter, tunneller m.v. Herudover bistår redningsberedskabet fx med at rydde veje for væltede træer og etablere nødstrøm hos aktører med kritiske funktioner. En anden væsentlig opgave er miljøindsatser, når der er risiko for overløb af spildevand fra kloakker, oversvømmede industriområder, lækkende tankanlæg mv. I forureningstilfælde kan redningsberedskabet også bistå med levering af rent drikkevand.

² Især til den maksimale stormstyrke og den højeste vandstand ved de største stormfloder er der knyttet stor usikkerhed. I arbejdet med dette afsnit er der derfor ikke taget detaljeret stilling til de tre klimascenarier eller de tre referenceårtier (kort, mellem og langt sigt) for det 21. århundrede. Overordnet vurderes blot, at konsekvenser med større betydning for redningsberedskabet i Danmark først vil være aktuelle på langt sigt, hvor de forventede klimaændringer er størst.

Hertil kommer en række redningsopgaver ved alvorlige trafikulykker og andre uheld med personskaade. Udendørs færdsel kan fx være forbundet med livsfare under storm, stormflod og skybrud pga. flyvende genstande, væltende træer, nedsat sigtbarhed, oversvømmede vejbaner og risiko for akvaplaning. Ved sammenstyrtninger skal redningsberedskabet frigøre mennesker og indespærrede dyr. Ved særligt kraftige storme og oversvømmelser kan det endvidere være nødvendigt at redde, indkvartere og forpleje nødstedte personer (fx når kollektiv trafik er indstillet, veje og broer er lukkede m.v.).

Flere og længere perioder med tørke i sommerhalvåret kan føre til en generel stigning i antallet af udendørs brande, herunder flere naturbrande i udsatte skove, plantager og hedeområder. Redningsberedskabet kan dermed få flere og mere ressourcekrævende opgaver med brandvagt, etablering af vandforsyning, slukning og efterslukning. Desuden vil stigninger i den maksimale døgntemperatur i sommerhalvåret kunne medføre hedebølger af en sådan styrke, omfang og varighed, at det kan blive aktuelt, at redningsberedskabet anvendes til at bistå sundhedsberedskabet og hjemmeplejen med visse hjælpeopgaver.

Endeligt må det formodes, at der ved en gradvist voksende middeltemperatur vil ske en generel stigning i befolkningens udendørsaktiviteter. Dette kan ligeledes medføre behov for flere redningsopgaver af forskellig type. Omvendt vil færre frostdøgn i vinterhalvåret sandsynligvis nedsætte antallet af indsatser og assistancer ved kraftigt snefald, fygning og lignende.

Handlemuligheder

Grundlaget for redningsberedskabet er under stadig forandring i lyset af udviklingen i samfundet og verden omkring os. Redningsberedskabets planlægningshorisont er relativt kort (<5 år), og en af konsekvenserne af den løbende tilpasning er, at der også vil blive taget højde for mere langsigtede perspektiver såsom klimaændringer - ikke som en pludselig, radikal ændring af beredskabet, men som et af mange elementer i udviklingen. Eksempler på løbende tilpasning inkluderer:

- Løbende indkøb, udvikling, vedligeholdelse, sammensætning og placering af materiel.
- Kontinuerlig uddannelse af ansat og værnepligtigt personel, frivillige samt funktionelle specialister.
- Krisestyringsøvelser og fuld-skala beredskabsøvelser med ekstreme vejrhendelser som scenarier.
- Erfaringsopsamlinger (nationalt og internationalt) og evalueringer af beredskabets indsats ved ekstreme vejrhendelser.
- Styrkelse af indholdet i og kendskabet til Beredskabsstyrelsens Ressourcedatabase (RDB) og Online Dataregistrerings- og Indberetningssystem (ODIN).
- Inddragelse af viden om ekstreme vejrfænomener i den lokale risikobaserede dimensionering blandt kommunale redningsberedskaber og i Beredskabsstyrelsens vejledning, kurser og tilsyn med kommuner.
- Jævnlig ajourføring af relevante beredskabsplaner (herunder planer for krisekommunikation), samarbejdsbestemmelser, tekniske forskrifter m.v.
- Jævnlig ajourføring af bilagene om orkan- og stormflodsberedskab i den nationale beredskabsplan.
- Jævnlig revision af 'myndighedsaftalen om varsling i tilfælde af særligt voldsomme vejrfænomener' og 'varslingsaftalen om fremgangsmåden ved udsendelse af beredskabsmeddelelser'.
- Løbende forbedring af redningsberedskabets procedurer og systemer for tilkaldelse af ekstra mandskab og ressourcer, herunder fra forsvaret.
- Koordinering af beredskabsplanlægning, løbende sårbarhedsvurdering, risiko- og sårbarhedsanalyser m.v.
- Koordination af den operative indsats på lokalt, regionalt og centralt niveau (herunder i den nationale operative stab)
- Anvendelse af internationale aftaler m.v. om gensidig hjælp, herunder specielt Nordisk Redningsoverenskomst og EU's fællesskabsordning

Redningsberedskabet er derfor godt rustet til at håndtere følgerne af ekstreme vejrphenomener af den hidtil oplevede størrelsesorden i Danmark, og der tages højde for muligheden for flere og mere alvorlige hændelser³. Der er dog ikke p.t. planlagt større tiltag, som udtrykkeligt eller udelukkende tager udgangspunkt i klimaændringer. Det vurderes endvidere, at løbende tilpasning inden for redningsberedskabet fortsat er mere hensigtsmæssig end myndighedsdrevet (planlagt) klimatilpasning. Årsagen hertil er, at hovedparten af redningsberedskabets materiel har en levetid (ca. 15 år), som er kortere end perioden, før de mere dramatiske konsekvenser af klimaændringerne kan forventes at slå igennem. Materiellet kan desuden let anskaffes på det åbne marked, og der skal i videst muligt omfang tages hensyn til fremtidig teknologisk udvikling.

Det er endvidere værd at hæfte sig ved reaktionstiden i det statslige og kommunale redningsberedskab, hvor tiltag over for observerede og forventede vejrphenomener til enhver tid kan implementeres relativt hurtigt. Nyere eksempler fra Beredskabsstyrelsen inkluderer anskaffelse af containere med læsepumpeberedskab, afstivningsmateriel, faldsikringsudstyr, propper til kloakker, mobile generatorer og køretøjer med forbedret vadeevne i oversvømmede områder.

Samfundsøkonomi

Det er ikke fundet muligt isoleret at vurdere de samfundsøkonomiske konsekvenser af mulige tiltag i redningsberedskabet over for klimaændringerne. Dette vil kunne ske senere i en formodentlig mangeårig proces, hvor viden om klimaændringer og deres potentielle effekter løbende forbedres.

6.11 Forsikringsmæssige forhold

Vejrlig og klimapåvirkninger er kerneforretningsområder for forsikrings erhvervet. Forsikringsselskaber beregner risikoen, sætter en pris for at ville dække den, spreder efterfølgende sin risiko ud over hele verden via reassurance og behandler skader, når de sker. Bliver vejret og konsekvenser af klimaforandringer mindre forudsigelige, reduceres mulighederne for at forudsige skaderne og dermed prisfastsættelsen og reassurancemulighederne. I værste tilfælde bliver tarifiering helt umulig, således at der ikke kan tegnes forsikringer mod "vejrligskader".

Sårbarhed

Internationalt har der i de senere år været stor opmærksomhed om de forsikringsmæssige problemer affødt af klimaændringer, selvom det kan konstateres, at arbejdet mere er i sin indledende fase og endnu kun har affødt få praktiske initiativer fx *Insurance Scheme AquaPol* i Holland, som tilbyder forsikringsdækning mod skader forårsaget af "rain storm".

Hertil kommer, at der er forskellige måder at sikre sig mod vejrligskader på. Således er der lande i Europa, der dækker skader som følge af oversvømmelser via privattegnede forsikringsordninger, mens andre lande baserer sine erstatningsløsninger på større offentligt involvering⁴, og selvom det ikke påvirker skadernes størrelse, er der væsentlige og afgørende forskelle at tage hensyn til. Eksempelvis skal private forsikringsselskaber have mulighed for at prisfastsætte produkter og styre sin økonomiske eksponering. Det stiller krav til omhyggelig registrering af skader.

Forsikringer på ejendom og løsøre er i sin natur kortvarige - typisk 1-årige - der fornyes årligt, mens virkningen af den globale opvarmning er meget langsigtet. De danske klimascenarier angiver, at den

³ Der er fx draget nyttige erfaringer fra orkanerne den 3. december 1999 og den 8. januar 2005. En erfaringsopsamling fra sidstnævnte hændelse viste, at der var fastlagte, velkendte og afprøvede procedurer for varsling og beredskabsforøgelse, samt at alarmering og den akutte skadesafhjælpende indsats generelt forløb tilfredsstillende. Rapporten opstiller 20 anbefalinger til forbedringer (se også www.brs.dk/folder/orkan2005/index.htm)

⁴ The Chartered Insurance Institute, Research report: *Climate change and Insurance*, Oktober 2004

maksimal vandstand stiger 105 cm frem til år 2100 svarende til godt 1 cm pr. år. Det betyder, at de økonomiske virkninger af eksempelvis den gennemsnitlige vandstandsstigning sker langsomt og således forårsager små stigninger i de årlige forsikringspræmier.

Kraftigere og hyppigere storme og storme fra andre retninger, end vi har set hidtil, udgør derimod et anderledes risikoelement. I sin natur er storme pludselige, og i forsikringsmæssig sammenhæng er storme, der rammer danske forsikringsselskaber, typisk reassureret i store internationale genforsikringsselskaber, som også forsikrer økonomiske følger af jordskælv, tropiske cykloner, andre store naturfænomener, samt til dels terror. Rammes de store internationale genforsikringsselskaber af skader andre steder i verden kan det smitte af på de danske forsikringsselskabers muligheder for at genforsikre danske risici.

Virksomheden på det danske klima forventes at blive mere regn om vinteren, hvilket skaber større risiko for oversvømmelser med flere/dyrere skader til følge. Mere tørke i længere perioder om sommeren skaber større risici for brande specielt i skove og sommerhusområder.

Den maksimale stormstyrke øges over hav. En storms ødelæggelse afhænger imidlertid af hvor stort område stormen rammer, vindhastigheden og ejendommens "sårbarhed". Øget vindhastighed i stormen giver flere og dyrere skader, hvilket sammenholdt med begrænsede reparationsressourcer kan give væsentligt forøgede skadesudgifter.

Konsekvenser

Forsikrings erhvervet vil typisk opleve klimaforandringerne som skader efter oversvømmelser eller sætningsskader som følge af tørke samt storme. En sandsynlig beskrivelse af forsikringsselskabernes reaktioner kan være:

- *Oversvømmelser*
Virksomheden af klimaudviklingen viser sig gradvist efterhånden som temperaturen stiger, nedbøren ændrer sig og vindhastigheden i storme tager til, og lige så gradvist slår den økonomiske virkning igennem på forsikringsselskabernes regnskaber og forsikringspræmien.
- *Sætningsskader som følge af tørke*
I England er der erfaring for, at skadesomfanget af sætningsskader kan nødvendiggøre udvikling af særligt forsikringsprodukt til dækning af sætningsskader. Skaderne kan være omfattende, og i værste fald er bygningen tabt.
- *Storme*
Større, oftere og mere omfattende stormskader påvirker selskabernes accept, skadebehandling, tarifiering og reassurance på markant vis. Skadesorganisationer skal styrkes, skadesforebyggende initiativer overfor kunderne gennemføres og nye produkter kan blive resultatet. Nye produkter indenfor risikooverførsel.
Imidlertid må det konstateres, at det i dag endnu ikke er muligt at kunne estimere fremtidig ændring i stormfrekvensen på en pålidelig måde.

Handlemuligheder

Den viden forsikringsselskaberne (såvel de direkte tegnende som reassuranceselskaberne) har i dag om de økonomiske følger af klimaforandringer i fremtiden er mangelfuld, og specielt savnes der flere relevante data og modeller til at fastsætte prisen. Herunder vil tarifiering ud fra forventet udvikling kunne komme på tale, ligesom anvendelse og udvikling af alternative finansielle instrumenter til risikooverførsel kan blive aktuel.

I en bredere sammenhæng vil det endvidere på sigt være nødvendigt at vurdere virkningerne af klimaforandringerne i et samspil mellem forsikrings erhvervet, tilsynsmyndighederne, forsikringstagerne og Folketinget.

Finanstilsynet vurderer imidlertid i øjeblikket, at den største udfordring for de danske forsikringsselskaber kommer fra klimaændringernes globale virkninger på reassurancemarkederne. Spørgsmålet er derfor om

de danske forsikringselskaber i årene fremover kan fastholde en tilstrækkelig stormreassurancebeskyttelse hos kreditværdige reassuranceselskaber, således at deres risikoprofil svarer til kapitalgrundlaget. Andre produkter til risikooverførsel end traditionel reinsurance kan således blive nødvendige for at kapitalmarkedet kan absorbere risiciene, hvis reassurancemarkedet ikke er i stand til det.

Samfundsøkonomi

Det har ikke været muligt at vurdere de samfundsøkonomiske konsekvenser for forsikringsbranchen. En sådan vurdering vil kræve yderligere viden om blandt andet klimaændringernes globale virkninger, jf. ovenfor.

7 Behov for yderligere viden, analyser, forskning og information

Som det fremgår af kapitel 6, er der behov for yderligere viden på en række områder, før eventuelle tilpasningstiltag inden for de 11 undersøgte temaer vil kunne iværksættes. Det drejer sig om viden om selve klimasystemet og forandringer i klimaet, om klimaændringernes effekter inden for forskellige sektorer og om mulighederne for tilpasning og konsekvenserne ved forskellige tiltag.

På tværs af temaerne gives der udtryk for, at der er behov for bedre og mere sikker viden om fremtidens klima med henblik på mere præcist at kunne forudsige og tage højde for de fremtidige effekter af klimaændringerne. Og inden for de enkelte temaer gives der udtryk for, at der er behov for viden om de effekter klimaændringer vil medføre inden for det pågældende område og de behov for tilpasning, effekterne afføder. Fra tema til tema er det forskelligt, hvad det er for en type viden, der er behov for, og hvornår behovet for viden bliver aktuelt.

Det er vurderingen, at en del af den ønskede viden vil kunne dækkes gennem analyser i takt med, at behovene opstår. Der kan være tale om rådgivende ingeniørfirmaer eller konsulenter, som gennemfører forskellige former for beregninger og analyser baseret på kendte metoder og data. Der peges inden for flere områder på, at denne type rekvireret viden med fordel vil kunne tilvejebringes i et samspil mellem myndigheder, offentlige vidensinstitutioner og private analysevirksomheder. Fx er der på kloakområdet konstateret et akut behov for mere viden om fremtidige ekstremregn, idet disse er af afgørende betydning for dimensioneringen af nye kloaksystemer, som har en levetid på 80-100 år. Endvidere har de samfundsøkonomiske analyser demonstreret, at der mangler omfattende viden m.h.t. opgørelse af konsekvenserne af klimaændringerne samt såvel prisfastsættelse af ikke-markedsomsatte goder som værdisætning af goder, hvor flere tiltag kombineres eller tiltag der påvirker flere sektorer på samme tid.

7.1 Forskning

Udover analyser er det vurderingen, at der tillige vil være behov for en styrket forskningsindsats inden for området. Forskning i klimatilpasning er karakteriseret ved i høj grad at være tværfaglig. Desuden er området kendetegnet ved, at forskningsbaseret viden oparbejdet i en sektor ofte kan udnyttes i andre sektorer. Endelig er klimaforskning generelt kendetegnet ved i høj grad at være et internationalt anliggende.

Mange spørgsmål, fx den helt grundlæggende forståelse af klimasystemet og de forhold, der påvirker det, er meget komplicerede. Forskningen varetages derfor i internationalt samarbejde med forskningsbidrag fra forskellige lande og international vidensudveksling.

Klimaforskning er blandt andet derfor et vigtigt indsatsområde i EU's rammeprogram for forskning på miljøområdet. Budgettet til miljø og klimaforskning var i det 6. rammeprogram 769 mio. Euro i fire år, hvilket gør EU's rammeprogram til en vigtig international finansieringskilde af dansk klimaforskning. Budgettet for det 7. rammeprogram er ikke endeligt vedtaget endnu, men der lægges i Kommissionens forslag op til en vækst i bevillingerne til miljø- og klimaforskning på godt 40 % til i alt ca. 1.89 mia. Euro i en syvårig periode.

En vigtig forudsætning for at Danmark kan få del i disse midler er, at vi har nogle forskningsmæssige styrkepositioner inden for området. En kortlægning fra 2003 af den danske forskningsindsats på området viste, at der i perioden 1998-2001 gennemsnitligt blev anvendt ca. 65 mio. kr. om året på klimarelateret

forskning⁵. I den undersøgte periode svarede det til gennemsnitligt ca. 120 årsværk. Indsatsen omfatter både den klimaforskning, som gennemføres på universiteterne og inden for sektorforskningen, og den omfatter såvel forskningsinstitutionernes egne bidrag i form af basismidler som eksterne midler i form af forskningsrådsmidler, forskningsprogrammer og EU-midler. I 2001 udgjorde den udenlandske finansiering i gennemsnit ca. 28 % dog med markante undtagelser, som nåede op på den dobbelte procentsats.

Kortlægningen fra 2003 viste endvidere, at der ikke har været nogen overordnet koordinering af den natur- og samfundsvidenskabelige forskning på klimaområdet, og at forskningen er karakteriseret ved at bestå af en række relativt små aktører, hvor nogle har indgået i internationale netværk, mens andre har arbejdet mere selvstændigt. Desuden er forskningen karakteriseret ved, at den fortrinsvis er opstået inden for eksisterende rammer som en naturlig del af institutionernes virksomhed.

Samlet set vurderes det, at der er behov for at styrke koordineringen af den danske klimaforskningsindsats. Der er fra flere sider udtrykt ønske om et vidennetværk mellem forskere fra områder, der bliver berørt af klimaændringerne. Et vidennetværk vil kunne bidrage til en bedre koordinering af forskningen, til bedre videnspredning på tværs af områder og til at afdække områder, hvor der ikke endnu er et forskningsbehov, men snarere et behov for videndeling mellem forskere på tværs af områder.

Det er ikke muligt inden for rammerne af den aktuelle rundspørge og kortlægningen af forskningsområdet fra 2003 at vurdere, i hvilket omfang behovene for ny forskning over tid vil blive dækket ved, at den nuværende forskning naturligt bliver afløst af ny forskning inden for de eksisterende forskningsspor og bevillingsrammer, eller om der er behov for at igangsætte helt nye forskningsindsatser, og dermed et behov for at overveje prioriteringen af indsats og ressourcer.

7.2 Betydningen af ny teknologi

Det er forventningen, at nye teknologier i perioden frem mod 2085 vil kunne få en vis betydning for de tilpasningstiltag, der eventuelt vil skulle gennemføres inden for de 11 temaer. Det kan eksempelvis være nye teknologiske gennembrud inden for nanoteknologi, materialeteknologi, informations- og kommunikationsteknologi, bioteknologi, sorterteknologi og robotteknologi. I relation til fremtidig teknologiudvikling må det ikke glemmes, at resten af verden også har behov for at tilpasse sig kommende klimaændringer. Udfordringen består dels i at sikre videnoverførsel fra forskningsverdenen dels i at sikre teknologioverførsel mellem landene.

FN's Klimakonvention har vedtaget et 5-årigt arbejdsprogram for klimatilpasning. Programmets første to år omfatter følgende aktiviteter: dataudveksling, indsamling af viden om ekstremer, udvikling af regionale klimascenarier, risikohåndtering, samfundsøkonomiske vurderinger m.v. Programmet vil blive udmøntet frem til 2010, og det kan være med til at åbne verden for dansk viden om tilpasning på længere sigt.

7.3 Information

På baggrund af bl.a. de udenlandske erfaringer, som er beskrevet i afsnit 3, er der i flere lande gjort gode erfaringer med omfattende flerårige informationskampagner og andre nationale og regionale tiltag, som anvendes til at styrke befolkningens generelle kendskab og beredskab i forhold til klimaændringer.

Regeringen er gennem FN's Klimakonvention og Kyoto-protokollen forpligtet til at sikre befolkningen adgang til information om klimaændringerne.

En nyligt gennemført dansk undersøgelse peger på, at befolkningen ved mindre om klimaændringerne end om andre miljøemner. Konsekvenserne af klimaændringerne står uklart for mange, og især er man

⁵ Omfatter ikke forskning i begrænsning af menneskeskabte klimaændringer.

interessert i mere konkret viden – der er mange myter indenfor klimaproblematikken - og forslag til handlemuligheder. Information skal samtidig medvirke til at motivere befolkningen til at tage et personligt ansvar.

Erfaringer fra de udenlandske informationskampagner viser, at det er vigtigt, at der er et tydeligt link mellem den førte klimapolitik og den information, der gives. Information kan derfor bygges op omkring central massekommunikation, som bakker op om en lokal informationsindsats fx ved at stille værktøjer og økonomiske midler til rådighed.