

Kortlægning af klimaforandringer

- muligheder og barrierer for handling

Indholdsfortegnelse

1. INDLEDNING	5
2. SAMMENFATNING OG OPSAMLING	6
3. FÆLLES UDGANGSPUNKT FOR KLIMATILPASNINGSSINDSATSEN	12
3.1 Forventninger fra FN's Klimapanel (IPCC) til fremtidens klima	12
3.2 Nye IPCC klimascenarier i 2013/14	13
3.3 Danmarks fremtidige klima	13
3.3.1 Temperatur	14
3.3.2 Nedbør	15
3.3.3 Vind	16
3.3.4 Havniveau	16
3.3.5 Ekstremer og specifikke klimaparametre	17
3.4 Fremtidig løbende opdatering af datagrundlaget for klimatilpasningsindsatsen	19
4. KONSEKVENSER AF KLIMAFORANDRINGER OG MULIGHEDER OG BARRIERER FOR KLIMATILPASNINGSSINDSATSEN	21
4.1 Fysisk infrastruktur	23
4.1.1 Byggeri og bolig	23
4.1.2 Kyster og havne	30
4.1.3 Transport	35
4.1.4 Vand	43
4.2 Erhvervssektorer	51
4.2.1 Landbrug	51
4.2.2 Skovbrug	57
4.2.3 Fiskeri	61
4.2.4 Energi	65
4.2.5 Turisme	68
4.3 Biologiske områder	70
4.3.1 Natur	70
4.3.2 Sundhed	77
4.4 Tværgående områder	82
4.4.1 Beredskab	82
4.4.2 Forsikring	86
4.4.3 Fysisk planlægning	90
5. SAMFUNDSØKONOMI OG KLIMATILPASNING	93

1. Indledning

Klimaændringerne vil have betydning for en række områder i det danske samfund. Til trods for at der fortsat er usikkerhed om klimaændringernes omfang og indtræffen, bør klimatilpasning tænkes ind i den løbende og langsigtede planlægning på området.

Regeringen har besluttet at igangsætte en række initiativer, der skal understøtte en klimatilpasningsindsats, der kan medvirke til at gøre Danmark robust over for klimaændringerne.

Regeringen har i regeringsgrundlaget, *Et Danmark, der står sammen*, peget på følgende opgaver, der skal igangsættes:

- Etablere en Task Force, der skal udarbejde en handlingsplan for klimatilpasning samt sikre hurtig implementering af EU's oversvømmelsesdirektiv
- Sikre at alle kommuner laver en handlingsplan for klimatilpasning inden for max. 2 år
- Modernisere vandløbs- og vandforsyningslovene
- Undersøge om vandselskaberne har tilstrækkeligt gode muligheder for at finansiere klimatilpasning, og om behovet for klimatilpasning, i form af andre tiltag end kloakering, gør det hensigtsmæssigt at justere arbejdsdelingen mellem kommuner, vandselskaber og myndigheder i øvrigt.

Som en del af den samlede Task Force for klimatilpasning er der etableret et tværgående embedsmandsudvalg, som har udarbejdet denne rapport.

Arbejdet gennemføres i 2 faser, hvor denne rapport udgør 1. fase. Formålet med denne rapport er at få kortlagt klimaforandringerne konsekvenser og muligheder for Danmark og samtidig sættes fokus på de områder, hvor Danmark har de væsentligste udfordringer i forhold til klimaændringerne.

I den efterfølgende fase 2 vil der blive udarbejdet en national handlingsplan for den fremadrettede klimatilpasningsindsats i Danmark. Handleplanen vil indeholde forslag til initiativer, som kan bidrage til at sikre klimatilpasning, eksempelvis modernisering af relevant lovgivning.

2. Sammenfatning og opsamling

Klimaændringernes betydning frem mod 2050

Klimaet i Danmark vil ændre sig gradvist i fremtiden. Det vil både frem mod 2050 og særligt på længere sigt give nogle udfordringer. Som fælles udgangspunkt for klimatilpasningsindsatsen i Danmark er det siden 2010 anbefalet at anvende klimascenariet A1B fra FN's klimapanel (IPCC), og detaljerede data fra DMI for dette scenarie er gjort tilgængelige på klimatilpasning.dk. Det forventes, at årsmiddeltemperaturen i Danmark vil stige med ca. 1,2° C frem mod 2050.

Årsmiddelnedbøren i Danmark forventes at stige med ca. 7 % frem mod 2050, med den største stigning om vinteren. Danmark vil komme til at ligge på grænsen mellem to zoner, hvor mængden af sommernedbør i det nordlige Skandinavien generelt stiger, mens den reduceres i det centrale og sydlige Europa. De danske farvande vil blive varmere, mindre salte og have en øget vandstand. Forekomsten af ekstreme forventes i almindelighed at stige, hvilket sandsynligvis vil betyde kraftigere og hyppigere hedebølger, kraftigere storme, kraftigere regnskyl og længere tørkeperioder. Nye beregninger indikerer fx en ændring i styrken af en 50-års storm på omkring 10 % omkring Danmark i 2050.

Det nærmere omfang af klimaændringerne 50-100 år ude i fremtiden afhænger bl.a. af fremtidige drivhusgasudledninger og er forbundet med stor usikkerhed. Det er omfanget af konsekvenserne for Danmark derfor også. Klimasimuleringerne og forståelsen af de usikkerheder, der er forbundet hermed, bliver løbende forbedret. Samtidig kan der være forskel på klimaændringernes regionale og lokale effekter i Danmark. Beslutning om klimatilpasningstiltag vil derfor være behæftet med usikkerhed, og det er i sig selv en udfordring for prioritering af indsats og indsatsomfang for såvel kommuner, virksomheder som borgere. Klimatilpasningstiltag kan som følge deraf risikere at blive enten under- eller overdimensioneret i forhold til, hvad der er økonomisk ideelt. Det er derfor væsentligt, at klimatilpasningstiltag giver mulighed for fleksibilitet i forhold til senere justering og at vidensgrundlaget løbende opdateres.

Gennemgangen af klimaændringernes betydning indtil midten af århundredet for de forskellige sektorer viser, at der kan være både positive og negative konsekvenser for det danske samfund.

De positive konsekvenser er primært relateret til de stigende temperaturer, der bl.a. giver en længere vækstsæson og øget produktivitet for skov- og landbrug. Mildere vintre mindsker desuden energiforbruget, reducerer anlægsomkostninger og reducerer vinterberedskabet og saltforbruget på vejnettet.

De negative konsekvenser af klimaændringerne er primært relateret til øget hyppighed af ekstremregn, forhøjet havvandstand samt kraftigere storme, der kan forårsage oversvømmelser samt ødelæggelser på infrastruktur og bygninger samt erosion på kysterne.

Ansvarsfordeling

Ansvar for at imødegå og tilpasse sig til klimaændringerne vil for en stor dels vedkommende påhvile private og kommuner. Bygningsejere træffer selv beslutning om, hvorvidt man vil forstærke boliger og andre bygninger. Kommunerne, som ansvarlige for en lang række områder, bl.a. spildevand og en stor del af vejnettet, beslutter selv, hvordan man ønsker at håndtere udfordringen fra fx mere intens nedbør. Staten har en rolle i forhold til klimatilpasning af de statslige bygninger, arealer samt den statslige infrastruktur.

For en stor dels vedkommende handler klimatilpasning set fra statens synspunkt derfor om at sikre de rette rammebetingelser, der muliggør, at de relevante aktører kan imødegå klimaændringerne på en økonomisk hensigtsmæssig måde. Staten skal bidrage til gode rammer ved bl.a. at sikre, at lovgivningen muliggør hensigtsmæssige løsninger og ved at bidrage til vidensopbygning og formidling af denne viden til kommuner, virksomheder og borgere.

Anvendelse af samfundsøkonomiske analyser

Samfundsøkonomiske analyser kan bidrage til at styrke beslutningsgrundlaget for konkrete klimatilpasningstiltag ved at beregne, hvorvidt og hvornår det er samfundsøkonomisk rentabelt at igangsætte tiltagene. Analyserne er især relevant i forbindelse med store investeringer i infrastruktur og byggeri. Særlige lokale forhold, tiltagens investeringshorisonter og muligheden for løbende tilpasning har alle væsentlig betydning for den samfundsøkonomiske rentabilitet. Der peges på et behov for vejledning i anvendelse af samfundsøkonomiske analyser.

Konsekvenser, muligheder og barrierer i de enkelte sektorer

Byggeri og bolig

I byggeri- og boligsektoren kan der potentielt være store omkostninger forbundet med klimaforandringerne, men der er også gode muligheder for at imødegå konsekvenserne, ligesom klimaforandringerne også indebærer fordele. For *nybyggeri* vurderes en løbende tilpasning af bygningsreglementet at være tilstrækkeligt for at klimasikre byggeriet. Der tages allerede i dag i stor udstrækning højde for de kommende klimaforandringer. For den *eksisterende bygningsmasse* påhviler det den enkelte bygningsejer løbende at klimatilpasse byggeriet fx i forbindelse med anden renovering. For at bedre rentabiliteten i investeringerne kan det være hensigtsmæssigt at sammentænke klimatilpasningstiltag med fx energibesparende foranstaltninger. Her kan det offentlige informationsarbejde og værktøjsudvikling, der foregår i regi af klimatilpasning.dk m.v. samt i det almene og offentlige byggeri, være nyttige redskaber.

Kyster og havne

Ændringer i havniveauet og vindforhold kan have betydning for risikoen for oversvømmelser og erosion af kysterne. Erosion og oversvømmelse er kendte fænomener, som lodsejere allerede i dag håndterer. De enkelte kyststrækninger ventes i forskellig grad at blive påvirket af klimaforandringerne, men merbelastningen af kysterne ventes frem mod 2050 at være relativ beskeden. Udviklingen vil blive fulgt for løbende at vurdere, om der på grundlag af fremtidens klimascenarier skal udarbejdes modeller for kystlandskabet under forskellige ekstrepåvirkninger for derigennem at kunne se de forskellige påvirkningers konsekvenser for kysterne. Med udgangspunkt i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi skal Kystdirektoratet udarbejde en handlingsplan for klimatilpasning indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt en servicedeklaration for tilgængeligheden af infrastrukturen. Kystdirektoratet er i løbende dialog med kommunerne og yder i den forbindelse rådgivning til disse. I forbindelse med implementeringen af EU's oversvømmelsesdirektiv besøgte Kystdirektoratet i foråret 2012 de kommuner, der er udpeget i forbindelse hermed.

Transport

På transportområdet forbereder man sig på at håndtere klimaændringerne. Øget nedbør, temperaturstigninger og ændrede vindforhold vil i forskellig målestok kunne påvirke vejnettet. *Vejdirektoratet* arbejder med at håndtere klimapåvirkninger på baggrund af resultatkrav, hvor

Vejdirektoratet skal udarbejde en handlingsplan for klimatilpasning med udgangspunkt i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt en servicedeklaration for tilgængeligheden af vejinfrastrukturen. Vejdirektoratet er bl.a. i dialog med kommunerne om vejregelarbejdet. Den nyeste viden, som Vejdirektoratet har hjemtaget eller udviklet kommer ind i dette arbejde og dermed til gavn for kommunerne. Vejdirektoratet og kommunerne samarbejder desuden aktivt via SAMKOM, hvor der både benchmarkes og videndeles. *Banedanmark* analyserer vejrrelaterede hændelser, etablerer varslingsystemer samt analyserer behovet for at indbygge klimatilpasning i projekteringen af nye jernbaneanlæg. For hele transportministeriets ressortområde arbejdes der desuden med at håndtere klimapåvirkninger på baggrund af resultatkrav, hvor der skal udarbejdes en handlingsplan for klimatilpasning med udgangspunkt i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi.

Vand

For *spildevand* arbejdes der med reglerne, der har til hensigt at minimere problemer fra oversvømmelser. Vandselskaberne kan generelt finansiere nødvendige investeringer og vedligeholdelse af kloaknettet over spildevandstaksterne. Det kan vurderes, om vandselskaberne har de fornødne redskaber og incitament til klimatilpasning gennem fx investeringer i vedligeholdelse og dimensionering af kloaknettet, bl.a. i lyset af forholdet mellem afskrivnings- og afdragsperioder. Endelig kan det vurderes, om der er alternativer uden for det takstfinansierede område, der kan øge kapaciteten til afledning af regn- og spildevand på en omkostningseffektiv måde, herunder fx ved privates håndtering af vand på egne arealer. De gældende regler for takstfinansiering begrænser mulighederne for at finansiere sådanne initiativer via spildevandsbidraget for at sikre, at vandforbrugerne kun betaler for omkostninger, der reelt vedrører håndtering af spildevand. Samtidig skal det i henhold til regeringsgrundlaget 2011 sikres, at kommunerne udarbejder kommunale klimatilpasningsplaner inden for 2 år.

For *grundvand* giver den øgede grundvandsdannelse ændrede rammer for fremtidens vandforsyning. Dels i form af øgede grundvandsressourcer og dels i form af fx øget grundvandsdannelse i det øverste jordlag giver forhøjet risiko for oversvømmelser på terræn, samt længere tørkeperioder kan lokalt gøre det relevant at flytte vandindvindingen. Mht. grundvandsbeskyttelse er der igangsat en indsats omkring boringsnære beskyttelsesområder, hvor også klimatilpasningshensyn inddrages. En række love og ordninger bidrager til grundvandsbeskyttelsen. Her er der behov for at inddrage klimatilpasning som hensyn i forvaltningen og eventuelle ændringer af lovgrundlaget. De eksisterende grundvandsmodeller og andre værktøjer vurderes at være tilstrækkelige til at monitorere udfordringerne fra klimaændringerne, så længe der er adgang til data for fremtidens klima.

Landbrug

Temperaturstigninger kan give en produktivitetsstigning for jordbruget ud fra en løbende tilpasning i landbruget, der allerede er i gang. I den sammenhæng kan det være relevant at overveje justeringer af reguleringen af landbrugets brug af pesticider, da temperaturstigningerne kan fremme plantesygdomme og især skadedyr. Mere ekstreme nedbørsperioder kan fremme udvaskning af næringsstofferne, hvilket kan gøre det relevant at overveje justeringer af reguleringen af landbrugets brug af gødning. Flere ekstreme vejrhændelser med oversvømmelser eller tørke til følge er en udfordring for landbruget, der forstærkes af implementeringen af vandrammedirektivet. Det kan for udsatte lavbundsarealer blive urentabelt at drive landbrug, hvorfor anvendelse af arealerne kan overvejes. Der er gang i flere initiativer, der vil øge vidensniveauet om landbrugets muligheder og udfordringer som følge af klimaændringerne, og det er relevant at sætte yderligere fokus på, hvordan landbruget kan udnytte klimaændringerne, og hvordan negative effekter heraf kan undgås.

Skovbrug

Et væsentligt middel til at ruste skovens evne til at modstå klimaforandringerne er at sikre, at skovene kan regenerere sig. Det er vigtigt med tilstedeværelse af flere forskellige træarter, der er egnede til lokaliteten. Den naturnære skovdrift er et middel til dette. Statsskovene drives nu efter principperne om naturnær skovdrift. Ved hjælp af forskellige virkemidler, som fx rådgivning kan omstillingen af de private skove ligeledes fremmes.

Fiskeri

Især de stigende vandtemperaturer har allerede påvirket fiskerisektoren og påvirkningerne forventes at øges fremover. Det er især udbredelse og bestandsstørrelse af forskellige fiskearter, der kommer under pres. Nye arts- og bestandssammensætninger vil betyde en løbende tilpasning af skibe og fiskeriindustrien. Med nye arter kan det blive nødvendigt at overvåge udviklingen, så man sikrer den nødvendige videnskabelige basis for at tilpasse og udvikle forvaltningssystemet. For at styrke vidensgrundlaget kan det være behov for at udvikle værktøjer, der kan bruges til at kvantificere og kvalificere betydningen af klimaændringer for havets fødekæder, økosystemer, fiskebestande og en bæredygtig udnyttelse af disse.

Energi

Klimaændringerne har i praksis ikke stor betydning for energiforsyningen. Den vigtigste konsekvens vurderes at være et reduceret energiforbrug pga. mildere vintre. Eksisterende energiproduktionsanlæg kan i vid udstrækning håndtere de forventede klimaændringer i restlevetiden, og der skønnes ikke at være behov for særlige initiativer overfor produktionsanlæg. Klimatilpasningsindsatsen i forhold til energiforsyning forventes primært rettet mod at begrænse energiforbruget til køling.

Turisme

Potentialet for turisme i Danmark kan blive styrket som følge af højere middeltemperaturer. Der vurderes ikke at være behov for særlige initiativer. Tilpasning varetages af branchen selv og de relevante myndigheder i forbindelse med almindelige opgaver. Tilpasning vil i vid udstrækning ske gennem justering af turismestrategier og investeringer i nye anlæg samt tilpasning af eksisterende ift. regn, ændrede kyststrækninger mv.

Natur

Klimaændringerne kommer til at påvirke det danske *vandmiljø* på en række områder. Der mangler dog fortsat viden om, hvad konsekvenserne bliver for de målsætninger og indsatser, der er opstillet for vandmiljøet i medfør af vandrammedirektivet. Den næste generation af vandplaner skal foreligge med udgangen af 2015. Ny viden vil kunne understøtte implementering af klimatilpasning i vandplanlægningen.

For *naturen på land* er der ikke i dag en fyldestgørende kortlægning af tilpasningsmulighederne.. Det bør vurderes, om eksisterende regulering på naturområdet i tilstrækkelig grad understøtter klimatilpasning. Det er i den forbindelse relevant at anvende og eventuelt tilpasse en række love herunder naturbeskyttelsesloven, miljømålsloven og planloven. I takt med at videnbehovet dækkes, vil det være relevant at formidle relevant ny viden til forvalterne af naturen i form af private lodsejere, kommunerne og statslige myndigheder. I forbindelse med den generelle klimatilpasningsindsats er det væsentligt at være opmærksom på, at naturen kan anvendes til at

afbøde konsekvenserne af klimaændringerne på andre områder fx som buffer for kraftige regnskyl eller tilbageholdelse af næringsstoffer.

Sundhed

Klimatilpasning i forhold til sundhed vedrører i vid udstrækning indsamling af viden og rådgivning af myndigheder, sundhedspersonale og private om risici. Sundhedsstyrelsen udarbejder løbende information og rådgiver i dag om konsekvenser af klimaændringerne, fx om skimmelsvampe, inddragelse af ekstremt vejrlig i sundhedsberedskabsplaner samt om forholdsregler ved varme- eller hedebølger. Den fremadrettede indsats vil i vid udstrækning være en fortsættelse af allerede igangsatte initiativer. Endelig kan det være en mulighed i større omfang end hidtil at anvende sundhedskonsekvensvurderinger af potentielle alternative indsatser for klimatilpasning for at give et bedre beslutningsgrundlag.

Beredskab

I regeringens redegørelse om beredskabet (maj 2010) peges der på, at redningsberedskabet fremover skal indrette sig på at kunne afhjælpe følgevirkningerne af flere klimarelaterede hændelser så som orkaner/storme, kraftig nedbør, skybrud, stormfloder og ekstrem høj vandstand. Det må på baggrund af erfaringer fra klimarelaterede hændelser siden 2007 antages, at der også i de kommende år vil være behov for materiel til håndtering af disse hændelser. Omfanget af disse investeringer afhænger bl.a. af, om der gennemføres en tilstrækkelig forebyggende indsats i andre sektorer og af den fremtidige koordinering og arbejdsdeling mellem det kommunale og det statslige redningsberedskab. Jo tættere samarbejde og koordination af materielindkøb og ressourceanvendelse på tværs af staten og kommuner desto bedre og mere omkostningseffektivt vil konsekvenserne af klimaændringerne kunne håndteres.

Forsikring

Øgede udgifter til erstatninger som følge af klimahændelser har hidtil kunnet dækkes gennem selskabernes præmieforhøjelser og genforsikringsordninger. Forsikringsselskaberne har i vidt omfang de nødvendige redskaber for at imødegå klimaforandringerne gennem tilpasninger af dækning og præmier. Samtidig er der taget initiativer til udveksling af data med offentlige myndigheder, der kan gøre det muligt for forsikringsselskaberne at tilpasse dækninger og præmier til risici, ligesom det bliver muligt for kommuner og private selv at tage initiativer, der kan reducere eksponeringen overfor klimaforandringerne. I forhold til forsikringserhvervet er det dog væsentligt at følge udviklingen i forhold til de borgere og virksomheder, der fremover vil opleve ikke at kunne forsikre sig mod vandskader.

Fysisk planlægning

Fysisk planlægning er et virksomt styringsmiddel, der kan bidrage til at begrænse eller fjerne negative effekter og udnytte de positive effekter af klimaændringerne i en række andre sektorer. Et lovforslag som er fremsat den 29. marts vil give kommunerne mulighed for at tilgodese klimahensyn i lokalplanlægningen og i forbindelse med kommuneplan 2013-processen forventes udarbejdet vejledning om udvikling af klimalokalplaner. Revisionen af Fingerplanen 2012 vil præcisere mulighederne for at anvende de grønne kiler i forbindelse med klimatilpasning.

Opsummering

Klimaet vil ændre sig gradvist i fremtiden. Gennemgangen af klimaændringernes betydning for Danmark viser, at der frem mod 2050 inden for en række områder vil være gode muligheder for at tilpasse sig klimaændringerne. Endvidere er der i statsligt regi sat initiativer i værk i form af både

direkte klimatilpasning af anlæg og infrastruktur, løbende tilpasning af regulering samt tilvejebringelse af den nyeste viden, værktøjer og rådgivning til såvel kommuner, virksomheder og borgere.

Som nævnt ovenfor vil der imidlertid stadig være udfordringer frem mod 2050, der skal løftes i forhold til klimaforandringerne.

Staten skal sikre, at lovgivningen muliggør de mest hensigtsmæssige løsninger. Kortlægningen peger på, at der kan være lovgivningsmæssige barrierer. Det gælder særligt inden for vandområdet, hvor der er peget på en række barrierer for, at kommuner og forsyningsselskaber kan imødegå udfordringen på en hensigtsmæssig måde, og der kan være muligheder for at skabe bedre rammer for den lokale klimatilpasning i landets kommuner fx gennem skabelse af incitamenter til alternativ afledning af regnvand.

I den forbindelse kan der også sættes fokus på initiativer, der kan medvirke til at pege på nye finansieringsformer, udvikling af nye teknologier samt løsninger, der kan skabe positive synergieffekter både inden for og på tværs af sektorer og myndigheder. Dette vil også kunne understøtte eksport af teknologiske løsninger inden for især vandområdet.

Staten skal endvidere bidrage til videnopbygning og formidling af denne viden til kommuner, virksomheder og borgere. I flere sektorer peges på muligheder for yderligere rådgivning og nye værktøjer, herunder vejledning i forhold til anvendelse af samfundsøkonomiske analyser. En række af de igangsatte rådgivningsinitiativer retter sig mod kommuner. Derudover vil mulighederne for initiativer rettet mod borgere og virksomheder løbende blive vurderet.

3. Fælles udgangspunkt for klimatilpasningsindsatsen

På baggrund af nyeste danske og europæiske scenarieberegninger har DMI beskrevet forventede fremtidige klimaforandringer i Danmark med fokus på 2050. Vurderingen af fremtidige klimaforandringer er baseret på de scenarier, der ligeledes anvendes af FN's klimapanel IPCC, og forandringerne må forventes at tiltage frem mod 2100.

Som fælles udgangspunkt for klimatilpasningsindsatsen i Danmark er det siden 2010 anbefalet at anvende klimascenariet A1B fra FN's klimapanel IPCC for perioden frem mod 2050, da der kun er mindre forskelle mellem de forskellige klimascenarier på dette relativt korte sigte. For perioden frem mod 2100 er klimamodellernes fremskrivninger i langt højere grad afhængige af hvilket udslipsscenario, der anvendes. Med udgangspunkt i den nationale klimatilpasningsstrategi fra 2008 er udover resultater for A1B (et middelscenarie) beskrevet resultater for to øvrige IPCC SRES-scenarier: B2 (et middellavt) og A2 (et middelhøjt scenarie) for at illustrere spændvidden. DMI har endvidere gennemført beregninger for et scenarie med henblik på, at globale menneskeskabte temperaturstigninger ikke overstiger 2 °C i forhold til før-industrielt tid. Dette scenarie betegnes 2C.

Klimasimuleringer og forståelsen af de usikkerheder der er forbundet hermed, bliver løbende forbedret. DMI har beregnet tallene i tabellerne her, og de er de nyeste tal baserede på EU-studier hvor en række klimasimuleringer er gennemført med flere regionale klimamodeller¹. Vurderingerne af fremtidige klimaændringer bliver således væsentligt mere robuste, end hvis tallene kun baseres på en enkelt klimamodel. I tabellerne er angivet modellernes middelværdi som bedste estimat, og usikkerhedsintervallet angiver standardafvigelsen på middelværdien for resultaterne fra de forskellige modeller. Det vil sige, at der, under de antagelser der ligger til grund for modelsimuleringerne, er 68 % sandsynlighed for, at en given fremtidig værdi ligger inden for intervallet.

Fremtidige globale havniveaustigninger afhænger af afsmeltningen af sne og is samt vandets opvarmning. Isafsmeltningen er forbundet med stor usikkerhed, og estimater for havniveaustigninger for det 21. århundrede er derfor ofte ikke knyttet til et vel-specificeret klimascenarie. De her beskrevne havniveaustigninger er det bedste estimat skønnet af DMI og GEUS ud fra eksisterende studier, og usikkerhedsintervallet svarer til en standardafvigelse.

Ved specifik planlægning, vurdering og risiko-analyse i forbindelse med klimatilpasning, er det vigtigt at overveje om hele spektret af værdier, som angivet ved usikkerhedsintervallet, skal medtages, i stedet for alene det angivne bedste estimat.

3.1 Forventninger fra FN's Klimapanel (IPCC) til fremtidens klima

FN's klimapanel IPCC konkluderede i sin fjerde og seneste hovedrapport fra 2007, at det meste af den observerede globale opvarmning siden midten af det 20. århundrede med mere end 90 % sandsynlighed skyldes menneskeskabte drivhusgasser. Det er endvidere meget sandsynligt, at fortsatte udledninger i samme eller større omfang end det nuværende vil medføre yderligere opvarmning og bevirke mange ændringer i det globale klimasystem, som vil være større end dem, vi har set i løbet af det 20. århundrede. Basisskønnet fra IPCC er en global temperaturstigning

¹ Et ensemble af 14 modelkørsler indgår for 2050 og et ensemble af 8 modelkørsler for 2100

mellem 1,8 og 4,0 °C i det sidste årti af det 21. århundrede i forhold til perioden 1980-1999, eller 2,3 til 4,5 °C i forhold til perioden 1850-1899, svarende til det før-industrielle niveau.

En række internationale vurderinger af landenes nuværende målsætninger for drivhusgasreduktioner frem mod 2050 peger på, at de nuværende målsætninger vil medføre en global opvarmning på omkring 3,5 °C i forhold til det før-industrielle niveau frem mod slutningen af det 21. århundrede.

Indskrænkningen i udbredelsen af havis og afsmeltningen fra de store iskapper og gletsjere må forventes at fortsætte og muligvis tiltage i hastighed. Øget afsmeltning fra iskapper og opvarmning af havene vil bidrage til et stigende havniveau. Forekomsten af vejr- og klimaekstremer forventes at blive øget markant, hvilket bl.a. sandsynligvis vil betyde kraftigere og hyppigere varme- og hedeølger, kraftigere nedbørshændelser og længere tørkeperioder mange steder.

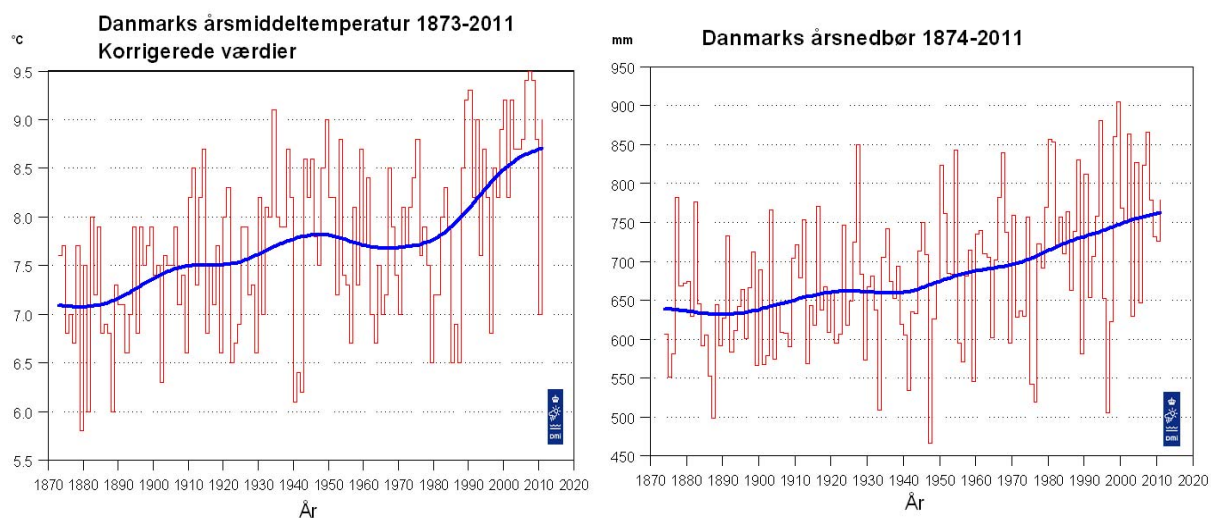
3.2 Nye IPCC klimascenarier i 2013/14

Forud for arbejdet med IPCC's femte hovedrapport, der udkommer i løbet af 2013 og 2014, er defineret en række nye repræsentative udslipsscenarier, RCP-scenarierne (*Representative Concentration Pathways*), som erstatter de hidtidige SRES standardscenarier. I modsætning til SRES scenarierne er de nye scenarier specifikt formulerede som stabiliseringsscenarier, som således inddrager effekten af klimapolitiske beslutninger. Formålet med de nye scenarier er i højere grad at imødekomme beslutningstagernes behov for at kunne vurdere konsekvenserne af de forventede klimaændringer under forskellige grader af global opvarmning, og på baggrund heraf ligeledes kunne vurdere passende tilpasnings- og reduktionstiltag. Der foretages i disse år en lang række sammenlignende modelstudier baseret på de nye scenarier med de mest opdaterede klimamodeller. Disse beregninger vil bl.a. danne grundlag for den kommende hovedrapport fra IPCC, og de vil således fremover udgøre referencerammen for projektioner af fremtidens klima på globalt og regionalt niveau.

3.3 Danmarks fremtidige klima

Danmark får i fremtiden et varmere og generelt vådere vejr med flere ekstremer. Danmark kan således forvente mere regn særligt om vinteren, og om sommeren får vi formentlig både længere tørkeperioder og kraftigere regnskyl. Temperaturen i landet vil stige; særligt forventes mildere vintre, hvilket bl.a. betyder, at planternes vækstsæson bliver forlænget. Somrene vil blive varmere, og der kan komme flere og længere hede- og varmeølger. Vi vil sandsynligvis se en stigning i stormstyrken specielt over Nordsøen. De fremtidige ændringer i vindklimaet i Danmark er dog generelt dårligere bestemt end forholdene for temperatur og nedbør. Endelig forventes en generel vandstandsstigning i havene omkring Danmark.

Den hidtidige målte klimaudvikling i Danmark er særligt siden midten af det 20. århundrede meget godt i tråd med de forventede fremtidige forandringer. Således er temperaturen i Danmark steget med ca. 1,5 °C siden 1870. Ligeledes er den årlige nedbør på landsplan de sidste 150 år steget med omkring 100 mm samtidig med, at der har været en stigende tendens i antallet og intensiteten af kraftige nedbørshændelser.



Figur 1. Danmarks årlige middeltemperatur siden 1873 (venstre) og Danmarks årsnedbør siden 1874 (højre). Værdierne er beregnede landsgennemsnit på basis af et antal udvalgte målestationer. Den blå kurve repræsenterer gennemsnittet over 9 år. (Kilde: DMI)

DMI foretager løbende beregninger af de forventede klimaændringer i Danmark. Senest er data for temperatur og nedbør i 2011 blevet opdateret på klimatilpasning.dk på baggrund af nye og mere robuste beregninger baseret på et ensemble af klimamodeller. Et målrettet studie omhandlende de fremtidige ændringer i vindklimaet i Danmark vil være til rådighed ultimo 2012. Alle nedenstående ændringer er angivet i forhold til klimanormalperioden 1961-1990, som er defineret af World Meteorological Organization.

3.3.1 Temperatur

Fremtidig global opvarmning vil ligeledes medføre opvarmning i Danmark i tråd med den udvikling, som allerede er målt. Omkring 2050 forventes en temperaturstigning på omkring 0,9 °C om sommeren og 1,5 °C om vinteren i forhold til perioden 1961-1990, se Tabel 1. I slutningen af det 21. århundrede forventes temperaturstigninger i forhold til referenceperioden på 1,5-2,6 °C om sommeren og 2,3-3,8 °C om vinteren, afhængigt af emissionsscenarioet. Middeltemperaturerne stiger generelt mest om vinteren og mindst om sommeren.

Årstid	2050		2100		
	A1B	A1B	A2	B2	2C
Årsmiddel	Temperatur				
Årsmiddel	1,2 °C (± 0,2 °C)	2,9 °C (± 0,3 °C)	3,2 °C (± 0,3 °C)	2,5 °C (± 0,2 °C)	1,9 °C (± 0,2 °C)
Forår	1,1 °C (± 0,2 °C)	2,7 °C (± 0,3 °C)	2,9 °C (± 0,3 °C)	2,3 °C (± 0,3 °C)	1,8 °C (± 0,2 °C)
Sommer	0,9 °C (± 0,1 °C)	2,2 °C (± 0,2 °C)	2,6 °C (± 0,2 °C)	2,0 °C (± 0,2 °C)	1,5 °C (± 0,1 °C)
Efterår	1,4 °C (± 0,1 °C)	3,1 °C (± 0,3 °C)	3,4 °C (± 0,3 °C)	2,7 °C (± 0,2 °C)	2,1 °C (± 0,2 °C)
Vinter	1,5 °C (± 0,2 °C)	3,5 °C (± 0,3 °C)	3,8 °C (± 0,3 °C)	3,0 °C (± 0,3 °C)	2,3 °C (± 0,2 °C)

Tabel 1. Temperaturændringer for Danmark.

Temperaturangivelsen er ændringer i grader Celsius i forhold til referenceperioden 1961-1990. Fremskrivningen 2050 dækker over gennemsnittet af perioden 2021-2050, og tilsvarende dækker 2100 over gennemsnittet over perioden 2071-2100. Tallene for 2050 er for A1B-scenariet, mens tallene for 2100 er angivet for hvert af de fire scenarier A1B, A2, B2 og 2C. Tallene i parentes angiver usikkerheden (standardafvigelsen) på ensemble-middelværdien, som fremkommer ud fra midling over ensemblet af 14 klimamodelkørsler for 2050 og 8 klimamodelkørsler for 2100.

3.3.2 Nedbør

Den globale opvarmning forøger atmosfærens indhold af vanddamp, hvilket fører til en stigning i den globale nedbør. Også for Danmark peger klimamodellerne på, at den globale opvarmning medfører et ændret nedbørsmønster både med hensyn til mængden og intensiteten af nedbøren.

Frem mod slutningen af det 21. århundrede viser modelstudier generelt en tendens til mere nedbør i de nordligste dele af Europa, herunder i Danmark, hvor den største stigning ses om vinteren, se Tabel 2. Den forventede stigning i vinternedbøren slår sandsynligvis igennem allerede inden for det kommende halve århundrede. Der ses ligeledes tendenser til en forøgelse af nedbøren i både forårs- og efterårsmånederne, mest signifikant hen mod slutningen af det 21. århundrede. Omvendt giver beregningerne forskellige resultater, hvad angår ændringen i nedbøren om sommeren. Model-eksperimenterne tegner et billede af, at Danmark i fremtiden vil komme til at ligge på grænsen mellem to zoner, hvor mængden af sommernedbør i det nordlige Skandinavien generelt stiger, mens den falder i det centrale, østlige og sydlige Europa. Dette fremgår også af tabelværdierne, hvor spændet i modelresultaterne generelt er relativt stor for nedbøren, og særligt om sommeren.

Årstid	2050	2100			
	A1B Nedbør	A1B Nedbør	A2 Nedbør	B2 Nedbør	2C Nedbør
Årsmiddel	+ 7 % (± 3 %)	+ 14 % (± 6 %)	+ 15 % (± 7 %)	+ 11 % (± 6 %)	+ 9 % (± 4 %)
Forår	+ 4 % (± 3 %)	+ 14 % (± 6 %)	+ 16 % (± 7 %)	+ 12 % (± 5 %)	+ 9 % (± 4 %)
Sommer	+ 4 % (± 4 %)	+ 5 % (± 8 %)	+ 5 % (± 9 %)	+ 3 % (± 7 %)	+ 2 % (± 5 %)
Efterår	+ 7 % (± 3 %)	+ 9 % (± 5 %)	+ 10 % (± 6 %)	+ 8 % (± 5 %)	+ 7 % (± 4 %)
Vinter	+ 11 % (± 3 %)	+ 25 % (± 6 %)	+ 27 % (± 7 %)	+ 21 % (± 5 %)	+ 17 % (± 4 %)

Tabel 2. Nedbørsændringer for Danmark.

Nedbørsændringerne er angivet som procentvise ændringer i forhold til referenceperioden 1961-1990. Fremskrivningen 2050 dækker over gennemsnittet af perioden 2021-2050, og tilsvarende dækker 2100 over gennemsnittet over perioden 2071-2100. Tallene for 2050 er for A1B-scenariet mens tallene for 2100 er angivet for hvert af de fire scenarier A1B, A2, B2 og 2C. Tallene i parentes angiver usikkerheden (standardafvigelsen) på ensemble-middelværdien i procentpoint som fremkommer ud fra midling over ensemblet af 14 klimamodelkørsler for 2050 og 8 klimamodelkørsler for 2100.

3.3.3 Vind

De forventede ændringer i middelvinden over Danmark er behæftet med større usikkerhed end temperatur og nedbør, og generelt er ændringer væsentligt mindre signifikante.

De forventede ændringer i de kraftige vinde (storme) er dog mere markante end ændringerne i middelvinden. Det forventes at styrken, men ikke antallet, af de kraftigste storme omkring Danmark sandsynligvis vil forøges i løbet af det kommende århundrede.

3.3.4 Havniveau

Havniveauet ved alle danske kyster undtagen i Nordjylland er stigende, og stigningerne forventes at blive kraftigere i de næste 100–200 år på grund af klimaforandringer. I 2050 forventes havspejlet omkring Danmark at stige med $0,3 \pm 0,2$ m i forhold til i dag. Stigningsraten er forbundet med en del usikkerhed, især på grund af usikkerhed i bidraget fra smeltende gletsjere og iskapper. Frem til år 2100 forventes havspejlet omkring Danmark at stige $0,8 \pm 0,6$ m og maksimalt 1,5 m i forhold til i dag. Stigningen kompenseres delvist af landhævninger, særligt for nordlige områder, ligesom der er mindre forskelle i havspejlsændringerne mellem landsdelene. Ændringerne i havniveau vil sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder, særligt i Vadehavet.

Forventet stigning i havvandstand	2050	2100
Middelvandstandsstigning	$0,3 \pm 0,2$ m	$0,8 \pm 0,6$ m
Lokale forhold		
Landhævning (størst i Nordjylland)	-(0,0-0,10) m	-(0,0-0,20) m
Vindbidrag, stormflod, indre farvande	0 m	0 m
Vindbidrag, stormflod, jyske vestkyst	0,10 m	0,3 m
Estimat for stormflod, i alt, Vadehavet	$0,4 \pm 0,2$ m	$1,1 \pm 0,6$ m
Estimat for stormflod, i alt, Nordjyllands vestkyst	$0,3 \pm 0,2$ m	$0,9 \pm 0,6$ m
Estimat for stormflod, i alt, Indre farvande	$0,25 \pm 0,25$ m	$0,7 \pm 0,7$ m

Det største bidrag til ændringer i stormflodshøjder forventes at blive den generelle ændring i havniveauet og effekten på kystlinjen af de ændrede vindretninger. Derudover estimeres det, at stormflodshøjden langs den jyske vestkyst kan øges med 0,3 m frem mod år 2100 på grund af ændrede vindmønstre, mens der ikke forventes øget amplitude i de indre danske farvande. Den øgede vandstand har stor betydning for, hvor ofte en given tærskelværdi vil blive overskredet. Ved København er en 400 års hændelse i dag på 1,7 m. Hvis middelvandstanden stiger 0,8 m, skal stormflodsbidraget være 0,9 m for at opnå samme vandstand. Denne hændelse vil statistisk set forekomme ca. hvert 1-2 år. Ved Esbjerg er en 400 års hændelse i dag på 4,35 m. Hvis middelvandstanden stiger 0,8 m og der er yderligere 0,3 m vandstandsstigning ved den jyske vestkyst pga. øget vindbidrag, skal stormflodsbidraget være 3,25 m for at opnå samme vandstand. Denne hændelse vil statistisk set forekomme ca. hvert 7-10 år.

Ud over stigninger i havniveau betyder klimaændringerne, at de danske farvande vil blive varmere og mindre salte.

3.3.5 Ekstremer og specifikke klimaparametre

Beregninger med klimamodeller viser, at en øget drivhuseffekt fører til ændringer i hyppighed, intensitet og varighed af ekstreme vejrbegebenheder. Danmark får flere og længerevarende hedeølger, især på regionalt plan. Vi får ændrede nedbørsmønstre med somre præget af længere tørre perioder og flere kraftige nedbørshændelser, og vintrene vil generelt være præget af øget nedbør. Antallet af frostdøgn vil falde drastisk, mens vækstsæsonen vil blive længere. Ændringerne i havniveau vil sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder, særligt i Vadehavet.

De samme tendenser gør sig gældende på verdensplan som det fremgår af IPCCs specialrapport om ekstremer: verden får højere temperaturer, flere, længere og kraftigere hedeølger, flere kraftige nedbørshændelser, flere tørker og stigende havniveau.

Vi kan forvente flere kraftige nedbørshændelser om sommeren i Danmark på trods af, at somrene sandsynligvis bliver mere tørre over store dele af det europæiske kontinent. Endvidere kan vi forvente, at de kraftigste nedbørshændelser bliver endnu kraftigere, og at det er de mest ekstreme hændelser som øges mest. Dette kan blandt andet illustreres ved en første analyse baseret på årsmaksima for nedbør fra 13 regionale klimamodeller. Den viser, at en hændelse, som i klimaet svarende til 1961-1990 forekommer hvert 10. år i gennemsnit, vil forekomme med en hyppighed på 6,7 år i klimaet svarende til 2021-2050, og med 5,7 års hyppighed i klimaet svarende til 2071-2100. Tilsvarende vil en nutidig 100-årshændelse forekomme hvert 49. år i 2021-2050-klimaet og hvert 41. år i 2071-2100-klimaet. Disse tal er behæftet med usikkerhed men illustrerer alligevel de generelle konklusioner: De største ændringer forekommer for de voldsomste og sjældneste begebenheder, og ændringerne bliver større, som de menneskeskabte klimaændringer vokser.

Data i Tabel 3 er tal for hele landet. Det skal bemærkes, at ekstremværdier baseret på gitterpunktmodeller generelt vil være mindre end observerede ekstremer, der normalt bygger på punktmålinger: Til ethvert tidspunkt kender modellen kun til middelværdier over de ca. 25km x 25km, som udgør en gitterboks. Denne tendens er især tydelig for kraftig nedbør, der har en stor rumlig variabilitet. På portalen klimatilpasning.dk findes mere detaljerede data i kortform. Det skal yderligere bemærkes, at de modelbaserede ændringer i klimaparametre vil have en lavere usikkerhed end, hvad der fremgår for periodeværdierne i Tabel 3; dette skyldes, at fx en model, der er varmere end gennemsnittet i nutiden også normalt vil være varmere i fremtiden.

De mest iøjnefaldende ændringer i tabellen ses for indices, der er defineret i forhold til overskridelser af bestemte grænseværdier, såsom antal frostdøgn og nedbørshændelser over 20mm. Danmarks geografiske placering, hvor vi har gennemsnitstemperaturer under 0 grader i en enkelt måned om året, gør antallet af frostdøgn til en meget følsom parameter over for en generel opvarmning. Dette afspejles yderligere i en kraftig reduktion i antallet af frysepunktpassager, hvilket er relevant for fx vejsaltning, og i det gennemsnitlige snedække om vinteren, som også reduceres kraftigt mod slutningen af århundredet.

Som det fremgår af Tabel 1 ovenfor, er opvarmningen i Danmark størst om vinteren men ikke væsensforskellig fra sommeropvarmningen. Dette illustreres i de betydelige ændringer, der ses i forekomsten af hedeølger. Grænseværdien på 28 °C overskrides sjældent i det nuværende klima, men den forventede opvarmning på et par grader vil øge antallet af overskridelser drastisk.

For vinden forventes mere markante ændringer i de kraftige vinde (storme) end ændringerne i middelvinden. Det forudses at styrken, men ikke antallet, af de kraftigste storme omkring Danmark sandsynligvis vil forøges i løbet af det kommende århundrede.

Nye beregninger indikerer en signifikant ændring i styrken af en 50-års storm på mere end 10 % omkring Danmark allerede omkring 2050. Dette resultat bliver endnu mere markant omkring 2100, hvor dette gælder hele Nordsøen. Tilsvarende svenske beregninger tegner et lignende billede med ændringer på over 10 % for en 50-års hændelse. I disse beregninger er ændringerne dog først statistisk signifikante hen imod slutningen af dette århundrede.

	1990	2050	2100
Frostdøgn	85 d/år (± 8 d/år)	61 d/år (± 7 d/år)	29 d/år (± 5,3 d/år)
Vækstsæson	230 d/år (± 11 d/år)	270 d/år (± 12 d/år)	300 d/år (± 11 d/år)
Varme sommernætter	8 d/år (± 4 d/år)	13 d/år (± 4 d/år)	44 d/år (± 13 d/år)
Nedbørshændelser > 10 mm	19 d/år (± 2 d/år)	22 d/år (± 2 d/år)	26 d/år (± 3 d/år)
Nedbørshændelser > 20 mm	2 d/år (± 0,3 d/år)	3 d/år (± 0,5 d/år)	5 d/år (± 0,7 d/år)
Årets største døgnsum	70 mm (± 8 mm)	75 mm (± 8 mm)	81 mm (± 10 mm)
Årets største 5-døgnssum	94 mm (± 6 mm)	100 mm (± 5 mm)	108 mm (± 7 mm)
Middelintensitet af nedbør	5,0 mm/d (± 0,2 mm/d)	5,2 mm/d (± 0,2 mm/d)	5,6 mm/d (± 0,2 mm/d)
Hedebølgedage	1,5 d/år (± 0,6 d/år)	2,8 d/år (± 1,0 d/år)	5,0 d/år (± 2,6 d/år)
Længste hedebølge	3,2 d (± 0,7 d)	4,2 d (± 0,9 d)	5,6 d (± 1,9 d)
Varmebølgedage	5,8 d (± 1,4 d)	8,7 d (± 2,2 d)	13,9 d (± 4,7 d)
Længste varmebølge	6,9 d/år (± 1,1 d/år)	8,2 d/år (± 1,4 d/år)	10,1 d/år (± 3,3 d/år)

Tabel 3. Klimaparametre for Danmark.

En række klimaparametre er angivet for 1990, 2050 og 2100. Tallene i de tre kolonner repræsenterer midler over perioderne: 1961-1990, 2021-2050 og 2071-2100. Alle tal er fra modelkørsler med opløsning 25 x 25 km, og derfor vil de beregnede ekstremværdier generelt være mindre end observerede ekstremer, der normalt vil bygge på punktmålinger. Til fremskrivningerne er benyttet A1B-scenariet. Usikkerheden angiver den ensemble-baserede standardafvigelse på ensemble-middelværdien af 14 klimamodelkørsler for 1990 og 2050 og 8 kørsler for 2100. Bemærk, at der ikke er taget højde for, at 1990-værdierne kan være lidt forskellige, afhængigt af, om det er de 8 eller de 14 kørsler, der benyttes. Definitionerne for de enkelte klimaparametre er beskrevet i det følgende.

Frostdøgn

Antallet af døgn om året hvor laveste temperatur er under frysepunktet.

Vækstsæson

Vækstsæsonens længde er antallet af dage fra årets første 6 sammenhængende dage med daglige middeltemperaturer over 5 °C til årets sidste 6 sammenhængende dage med daglige middeltemperaturer over 5 °C.

Varme sommernætter

Antallet af om sommernætter om året hvor temperaturen om natten er over 20 °C.

Nedbørshændelser > 10mm

Antallet af døgn om året med mere end 10 mm nedbør.

Nedbørshændelser > 20mm

Antallet af døgn om året med mere end 20 mm nedbør.

Årets største døgnssum

Samlet mængde nedbør i det døgn på året med mest nedbør i det gitterpunkt, hvor værdien er størst.

Årets største 5-døgnssum

Samlet mængde nedbør over de 5 sammenhængende døgn på året med mest nedbør midlet over Danmark.

Middelintensitet af nedbør

Middelnedbør for alle døgn med mere end 1 mm daglig nedbør.

Hedebølgedage

Antallet af årlige landsdækkende hedebølgedage. En hedebølge er defineret ved at midlet af de højeste registrerede temperaturer målt over tre sammenhængende dage overstiger 28 °C. Ved en landsdækkende hedebølge, har mindst halvdelen af landet hedebølge.

Længste hedebølge

Længden af den længste hedebølge midlet over en 30 års periode.

Varmebølgedage

Antallet af årlige landsdækkende varmebølgedage. En varmebølge er defineret ved at midlet af de højeste registrerede temperaturer målt over tre sammenhængende dage overstiger 25 °C. Ved en landsdækkende varmebølge, har mindst halvdelen af landet varmebølge.

Længste varmebølge

Længden af den længste varmebølge midlet over en 30 års periode.

3.4 Fremtidig løbende opdatering af datagrundlaget for klimatilpasningsindsatsen

Det nuværende vidensgrundlag for klimatilpasningsindsatsen, som er præsenteret ovenfor, er baseret på IPCC's SRES-scenarier. Der er behov for en stadig opdatering af det vidensgrundlag som understøtter de lokale klimatilpasningsindsatser og de kommende handlingsplaner. Uden en sådan opdatering vil de danske klimatilpasningsbeslutninger i løbet af nogle år skulle træffes på et forældet grundlag.

En række modeleksperimenter med de nye RCP-scenarier udføres i disse år frem mod IPCC's femte hovedrapport med globale klimamodeller. Der vil således snart være omfattende modeldata til rådighed på global skala med de nye scenarier, og det vil være relevant at datagrundlaget for klimatilpasningsindsatsen løbende opdateres så det afspejler den nyeste viden.

Den danske klimatilpasningsindsats bør dog også fremover baseres på data fra regionale modeller, heriblandt den danske HIRHAM-model, der er gennemtestet og verificeret grundigt for Danmark. Globale modeller ikke giver den fornødne opløsning og kvalitet af data for det danske område.

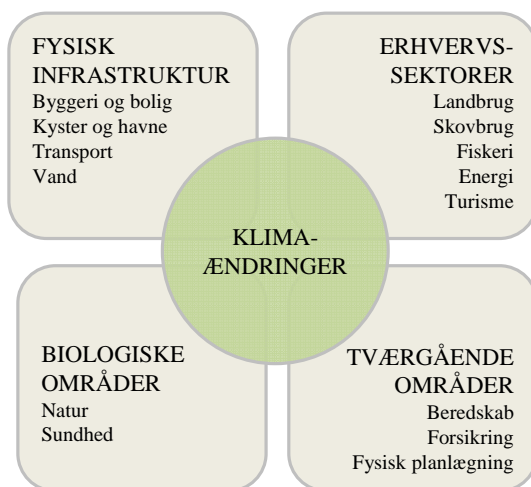
Tilsvarende er der behov for løbende at opdatere datagrundlaget for klimaændringers effekter på vandkredsløbet. Med et nyt grundlag med hensyn til klimamodeller og RCP-scenarier samt løbende forbedringer af den nationale vandressourcemodel (DK-modellen) er der mulighed for at reducere usikkerhederne i forudsigelserne af klimaeffekter på grundvandsdannelse og grundvandsstand samt på overfladevand, herunder oversvømmelser.

Det må forventes at der løbende opnås en bedre forståelse af hvilke specifikke behov for data der er lokalt og i forskellige sektorer for understøttelse af klimatilpasningsindsatsen, samt hvorledes der kan fremskaffes yderligere vidensgrundlag til dækning af disse behov.

4. Konsekvenser af klimaforandringer og muligheder og barrierer for klimatilpasningsindsatsen

Dette kapitel omhandler klimaændringernes væsentligste konsekvenser for relevante områder i det danske samfund samt muligheder og barrierer for tilpasning til klimaændringerne. Ligeledes gives konkrete eksempler på allerede igangværende eller gennemførte klimatilpasningstiltag.

Der er udpeget 14 områder, som kræver særlig opmærksomhed. Områderne er af væsensforskellig natur, men de kan inddeles i fire kategorier, der giver et hurtigt overblik:



Fysisk infrastruktur

- *Byggeri og bolig*
- *Kyster og havne*
- *Transport*
- *Vand – kloakker og vandforsyning*

Disse områder repræsenterer samfundets fysiske anlæg, der er præget af store investeringer, der i de fleste tilfælde har lang levetid. Det betyder, at det kan være hensigtsmæssigt at indtænke klimaændringerne på et tidligt tidspunkt i de almindelige investeringsplaner i sektorerne. Samtidig er det områder, hvor de potentielle skadesomkostninger er meget store, hvis der ikke sker en tilstrækkelig tilpasning.

Klimaændringerne giver næsten udelukkende anledning til omkostninger og meget få gevinster i disse områder, og det er typisk ekstreme vejrhændelser, der forårsager omkostningerne.

Erhvervssektorer

- *Landbrug*
- *Skovbrug*
- *Fiskeri*
- *Energi*

- *Turisme*

Erhvervssektorerne undtagen turisme er kendetegnet ved produktion, der er direkte afhængige af klimaet og derfor meget påvirkelig af klimaændringerne. Generelt giver højere temperaturer bedre vækstbetingelser, som disse sektorer kan udnytte i deres produktion, mens flere ekstremhændelser i form af storme og kraftig nedbør kan skade produktionen. Øgede temperaturer i Danmark kombineret med voldsommere hedebølger i Sydeuropa giver mulighed for øget turisme i Danmark.

Biologiske områder

- *Natur*
- *Sundhed*

I de biologiske områder vil både mennesker og resten af naturen reagere på og forsøge at tilpasse sig det ændrede klima. Konsekvenserne er af både negativ og positiv karakter. Fx kan højere temperaturer give bedre vækstforhold for mange arter, men kan samtidig betyde udbredelsen af nye former for sygdomme.

Tværgående områder

- *Beredskab*
- *Forsikring*
- *Fysisk planlægning*

Inden for de tværgående områder er der ikke direkte fysiske konsekvenser af klimaændringerne på samme måde, som de andre udvalgte områder. De tværgående områder er derimod kendetegnet ved at servicere de andre områder, hvor de er særligt følsomme over for klimaændringerne.

Den *fysiske planlægning* definerer arealanvendelsen, som er meget afhængig af de fysiske herunder klimatiske forhold, og er som sådan helt central for den forebyggende klimatilpasning på tværs af de andre områder.

Beredskabets indsats reducerer skadesomfanget af ekstreme vejrhændelser, mens *forsikringsbranchen* kompenserer de skadesramte, når skaden er sket, hvorfor de begge er helt centrale for at afbøde de negative konsekvenser af ekstreme vejrhændelser i andre sektorer.

Nedenfor følger en gennemgang af såvel positive som negative konsekvenser ved klimaændringer samt muligheder og barrierer for klimatilpasningsindsatsen, opdelt i forhold til ovennævnte områder.

4.1 Fysisk infrastruktur

4.1.1 Byggeri og bolig

Klimaet påvirker vores bygninger og den måde, som vi bygger på. Med den globale opvarmning kan vi forvente et vådere, varmere og mere ekstremt vejr. Klimaforandringerne kan derfor betyde nye udfordringer både for eksisterende og for nye bygninger.

Bygninger i Danmark står i 100 år eller mere, og derfor er det vigtigt, at rammerne for opførelse af byggeri løbende fremtidssikres i fornødent omfang, så det sikres, at bygningerne også fremover har en god holdbarhed, og der ikke er risiko for større skader. Den lange levetid indebærer, at der er en stor aldersmæssig spredning inden for den eksisterende bygningsmasse, og under 1 % af den samlede bygningsmasse udskiftes årligt, så derfor er det vigtigt også at have fokus på eksisterende bygninger.

Konsekvenser af klimaændringerne

For bygninger vil klimaændringerne få både positive og negative konsekvenser. Der kan først og fremmest peges på følgende:

- *Mere ekstremregn kan give flere oversvømmelser:*
Den væsentligste udfordring forventes at være øget nedbør. Kraftige regnskyl kan betyde flere kælderoversvømmelser pga. indtrængende regnvand og opstigende kloakvand. Huse og bygninger med indgang i terrænniveau kan ligeledes blive ramt. Gradvist stigende havspejl og hyppigere forekomst af stormflodsagtige situationer kan i kombination med kraftig nedbør medføre en udfordring for lavtliggende og kystnære byområder, *jf. afsnittet om vand.*
- *Højere luftfugtighed og færre frostpassager ændrer slid på bygninger:*
Mildere vintre med højere fugtighed kan påvirke bygninger og medvirke til at reducere bygningsdeles levetid. Dette kan varetages ved at have større fokus på drift og vedligehold. Færre frostpassager vil dog kunne bidrage til at reducere slid på bygninger.
- *Kraftigere storme og ændrede snefald kan give skader på bygninger:*
Kraftige storme kan medføre risiko for skader på bygninger, herunder også skader på tagkonstruktioner som følge af stormskader og større snelast. Sidstnævnte vil ofte kunne håndteres ved snerydning på tage, og herudover vil det hovedsagligt kunne medføre behov for øget vedligeholdelse og i enkelte tilfælde behov for forstærkning.
- *Mindre opvarmningsbehov om vinteren, men risiko for dårligere indeklima:*
Mildere vintre kan samlet medføre et mindre opvarmningsbehov. Samtidig kan fugtigere vintre medføre et fugtigere indeklima, der kan give husstøvmider bedre vilkår for overlevelse, og at risikoen for skimmelsvamp øges, *jf. Sundhedsområdet.* Fugtigere klima kan også medføre et større behov for vedligeholdelse af klimaskærmen.
- *Større risiko for overophedning:*
Store vinduespartier mod syd og længere varmeperioder om sommeren kan give risiko for overophedning i bygningerne, som skal adresseres i forbindelse med projektering af højt

isolerede bygninger. Dette er der i bygningsreglementets bestemmelser om energiklasserne 2015 og 2020 taget højde for, ved at der er fastlagt krav om maksimal indendørs temperatur.

- *Ændret produktivitet i byggeriet:*

Et fugtigere klima, særligt i vinterperioden, kan give længere udtørringstider og skader på byggematerialer, hvilket kan påvirke dele af byggesektoren. Dette kan dog imødegås ved anvendelse og videreudvikling af metoder og materialer, der formindsker klimaets betydning i forbindelse med bygningsopførelse. Klimaændringerne kan endvidere medføre færre vejrligsdage på grund af mildere vintre (færre frostdage). Det vil medvirke til at højne produktiviteten i sektoren.

De væsentligste udfordringer for bygningsmassen forventes at være relateret til øget nedbør og risiko for fugt i bygningerne. Skadesbilledet for typiske bygninger forventes dog at være begrænset til øget behov for vedligeholdelse samt mindre skader. Hertil kan komme vandskader på grund af kraftige skybrud. Større skader, som involverer bygningens stabilitet, må typisk forventes primært at kunne ske på store konstruktioner med store spænd som fx haller og ikke så meget traditionelt byggeri som fx boliger.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Krav til opførelse af byggeri fastsættes i *Byggeloven*, som administreres af Energistyrelsen (Klima- Energi- og Bygningsministeriet). Byggeloven og Bygningsreglementet fastsætter krav til udførelse af al bebyggelse. Byggeloven har primært til formål at sikre, at bebyggelse udføres og indrettes således, at den frembyder tilfredsstillende tryghed i brand-, sikkerheds- og sundhedsmæssig henseende.

Byggeloven finder som udgangspunkt alene anvendelse på nybyggeri med mindre byggeriet gennemgår en større ombygning eller anvendelsesændring. Det betyder, at et byggeri som udgangspunkt er omfattet af de bestemmelser, som var gældende på opførelsestidspunktet.

Det er bygningsejeren, uanset om denne er privat eller offentlig, der er ansvarlig for, at en bygning er lovlig. En bygningsejer har pligt til at vedligeholde sin bygning, så den ikke frembyder fare. Dette gælder for al bebyggelse, uanset hvornår bebyggelsen er opført.

Staten kan understøtte bygningsejeres klimatilpasning med rådgivning, værktøjer og ved at stille krav indenfor bygge- og boligsektorer, der er underlagt særlig regulering. Det gælder fx for det almene byggeri, hvor der i *Almenboligloven*² findes regulering, der er relevant ift. klimatilpasning. Det samme gælder for det offentlige byggeri, jf. *Lov om Offentlig byggevirksomhed*.

Muligheder for tilpasning

På grund af bygningers lange levetid er det periodisk nødvendigt, at bygningsejeren foretager forholdsvis store investeringer i forbindelse med vedligeholdelse og forbedringer, herunder af klimaskærm og tekniske installationer. I de senere år er der kommet fokus på behovet for at nedbringe energiforbruget i det eksisterende byggeri. Med henblik på at forbedre rentabiliteten i investeringerne kan det være hensigtsmæssigt at sammentænke klimatilpasningstiltag med andre renoveringsarbejder, herunder investeringer i energibesparende foranstaltninger.

² Lov om almene boliger mv.

Bygningsejeren kan endvidere i design og planlægning af bygninger, arealerne omkring bygningerne med fordel tage højde for at vand skal kunne ledes bort fra bygningen og befæstede arealer på en effektiv måde, eksempelvis via god terrænregulering og ved at sikre muligheden for nedslivning.

Bygningsejere kan foretage løbende klimatilpasning af deres eksisterende bygninger, fx tiltag til afledning af regnvand samt fjernelse af sne og sjap langs husmure og på taget for hermed at undgå skader. Bygningsejeren kan foretage byggetekniske klimatilpasninger i forbindelse med det almindelige vedligehold og mindre renoveringer.

Igangværende og gennemførte initiativer

Med Bygningsreglement 2010 er der indført bestemmelser, som skal imødegå fremtidens klima, fx:

- Der er indført skærpede bestemmelser om regnvandshåndtering på egen grund.
- I forhold til energi er der for energiklasserne 2015 og 2020 fastlagt krav om maksimal indendørs temperatur.

For også fremover at kunne tilpasse bygningsreglementets krav, så fremtidens bygninger er tilpasset fremtidens vejr, er det afgørende, at der foreligger det nødvendige viden- og datagrundlag. Der er igangsat en række undersøgelser med henblik på at vurdere, om bygningsreglementets krav er hensigtsmæssige, fx:

- De gældende beregningsregler for snelast revurderes på baggrund af de erfaringer, som er opsamlet de seneste år. Ligeledes vurderes i 2012 de gældende regler for vindbelastning og fundering med henblik på at sikre, at de er tilstrækkelige i relation til de forventede klimaforandringer. Bygningers fundamenter påvirkes for eksempel af stigende grundvand.
- Det er igangsat en kvalitativ analyse af behovet for mere viden om klimaforandringernes betydning for det danske byggeri set i relation til bygningsreglementet. Rapporten forventes færdig i foråret 2012.
- Der er igangsat et projekt, som skal sikre, at der bliver udarbejdet et nyt referenceår, der angiver centrale vejrparametre i et "normalår," og som tager højde for klimaudviklingen.

Formidling af viden til bygningsejerne sker på klimatilpasning.dk, som bl.a. rummer information om konsekvenserne af klimaændringerne for boliger og andre bygninger, herunder fugt i bygninger, køling i bygninger, bortledning af regnvand, stormsikring samt sne og sjap. Der er desuden udarbejdet en række pjecer om fx eftersyn og sikring af tagkonstruktioner og fjernelse af sne.

Boligområdet

I foråret 2012 lanceres et interaktivt værktøj "BoligWizard" på klimatilpasning.dk, som vil give boligejerne bedre kendskab til, hvorledes klimarelaterede problemer kan håndteres. For den private boligbestand eksisterer der i dag visse muligheder for at understøtte bygningsejerens incitament til at forbedre og vedligeholde boligejendomme. Efter Byfornyelsesloven ydes der inden for en årlig udgiftsramme støtte til renovering af ældre private boligejendomme og til private friarealforbedringer. Støtten gives til såvel privat udlejningsbyggeri, som ejer- og andelsboliger. Endvidere gives støtte til kommunale områdebaserede byfornyelsesprojekter. Som led i byfornyelsesprojekter er der mulighed for at gennemføre klimatilpasningsforanstaltninger, og det sker i et vist omfang også i praksis.

Byfornyelse og klimatilpasning

I nogle tilfælde vedrører klimatilpasning ikke blot den enkelte bygning. Her kan det være vanskeligt at koordinere en samlet indsats, fx i boligområder med mange forskellige ejendomsjere og/eller mange mindre ejendomme/parcelhuse. Kommunerne kan, fx ved brug af byfornyelsesloven, spille en initierende og koordinerende rolle:

Efter byfornyelsesloven er der ydet støtte til områdefornyelsesprojektet Kulturringen i Høje-Taastrup kommune, som startede i 2005. Projektet er organiseret som et offentlig-privat partnerskab under ledelse af kommunen og med deltagelse af grundejere, virksomheder, kulturinstitutioner, skoler og boligorganisationer i området. I det samlede projekt indgår Selsmose-projektet, som har afsæt i behov for klimatilpasning. For at forebygge fremtidige oversvømmelser var der behov for at udvide regnvandsbassinet. I den forbindelse er det valgt at etablere et såkaldt blåt parkrum med rekreative faciliteter, der samtidig binder to dele af byen bedre sammen.

Lovgivningen om den almene boligsektor stiller omfattende krav til en systematisk ejendomsdrift i den almene boligsektor, herunder krav om langsigtet drift- og vedligeholdelsesplanlægning. Senest er der blevet indført krav om digitalisering af ejendomsdrift og vedligeholdelse baseret på et nyudviklet forvaltningsklassifikationssystem. Kommunerne og de almene boligorganisationer står for den decentrale udmøntning af de centralt fastsatte rammer. Klimatilpasning kan indgå i den løbende styringsdialog mellem kommuner og boligorganisationer, hvis kommuner og boligorganisationer selv finder det relevant.

Byggeskadefonden for alment byggeri, der siden 1986 har gennemført eftersyn af alt alment nybyggeri, har opsamlet stor viden om problemer omkring bygningskonstruktion og byggematerialer. Fonden formidler på baggrund heraf erfaringer, herunder på områder der vedrører klimasårbarhed og klimatilpasning. Denne viden kan naturligvis også udnyttes i andre boligsektorer. I 2011 er Byggeskadefondens dækningsområde blevet udvidet til også at gælde for større renoveringsarbejder i eksisterende alment byggeri.

Der eksisterer mange digitalt registrerede data om bygninger, topografi og klima. Ministeriet for By-, Bolig- og Landdistrikter (MBBL) har igangsat arbejde med at sammenkæde klimadata med data vedrørende almene lejeboliger i registre som BBR og MBBLs registre for alment byggeri. Topografiske data fra Danmarks Højdemodel er koblet med BBR-oplysninger om bygningers beliggenhed, ligesom andelen af almene boliger med kælder i de enkelte kommuner er kortlagt. Målet er at gøre det muligt digitalt at udnytte klimadata ved ejendomsdrift og -renovering, projektering af nybyggeri mv. Den stigende fokus på digitalisering af ejendomsdrift, jf. ovenfor, må forventes at kunne understøtte dette.

MBBL har i de senere år fået udviklet totaløkonomiske modeller til brug ved overvejelser om at gennemføre renoveringer med lang levetid, fx energibesparelser eller klimatilpasning i alment nybyggeri, herunder lavenergibyggeri. Disse modeller vil relativt let kunne tilpasses til brug ved investeringer i eksisterende byggeri, også uden for den almene boligsektor.

Offentligt byggeri og bygninger

Lov om offentlig byggevirksomhed, som administreres af Bygningsstyrelsen, giver mulighed for at fastsætte regler for det offentlige byggeri. Reglerne har blandt andet fokus på at sikre, at der i

forbindelse med opførelse af statsligt byggeri sker overvejelser, som hvordan byggeriet bedst organiseres, således at opførelse sammentænkes med drift og vedligehold, at der foretages beregninger om totaløkonomi og anvendelse af digitalisering. Disse initiativer er ved at blive udbredt til også at gælde regioner og kommuner.

Via lov om offentlig byggevirksomhed kan der igangsættes forsøg med udvikling og gennemprøvning af nye byggematerialer og byggemetoder, der mindsker klimaforandringernes indflydelse. Erfaringerne vil kunne komme det øvrige byggeri til gode.

Statens kontor- og universitetsbygninger hører under Bygningsstyrelsen. Bygningsstyrelsen registrerer systematisk klimarelaterede skader på bygninger for at få overblik over, hvor det er mest rentabelt at sætte ind for at minimere risikoen for nye skader og arbejder med risikostyring for at kunne forebygge skader relateret til klimaændringer. Bygningsstyrelsen har i forbindelse med den seneste oversvømmelse i sommeren 2011 opnået en række erfaringer til brug for at imødegå indtrængning af strømmende vand i bygninger.

Bygningsstyrelsen har således i 2011 iværksat pilotprojekter omkring implementering af en bredere tilgang til risikostyring ved nybyggeri, bl.a. med det formål at øge fokus på fremtidige risikoaspekter, herunder vurdering af øgede krav til klimaskærm. Herudover overvejer Bygningsstyrelsen mulighederne for et udvidet eksternt samarbejde med blandt andet kommuner, lejere og andre interessenter og afsøger mulighederne for at afdække og iværksætte fremtidige sikringstiltag.

Bygningsstyrelsen indtænker klimatilpasning ved fremtidig opførelse af nybyggeri ved at se på:

- Muligheder for at placere bygninger på områder med mindst risiko for skader
- Regnvandshåndtering (fx etablering af grønne tage og regnvandsopsamling).
- Undersøgelser af forhold mellem befæstede arealer med dertilhørende afløbssystemer og græsarealer på grunde.
- Topografiske/geotekniske undersøgelser af byggegrunde i forhold til grundvand og risiko for oversvømmelse af lavlandsområder og områder med frit vand.
- Ved etablering af kældre og tekniske installationer under niveau, afklaring af sikring mod vandindtrængning.

For så vidt angår eksisterende byggeri indtænkes klimatilpasning ved overvejelser om:

- Begrænsninger på anvendelse af kældre, specielt it-installationer, elinstallationer, øvrige tekniske installationer og depotfunktioner.
- Forbedringer og sikring af kældre i anvendelse mod vandindtrængning.
- Afledning af strømmende vand på grunden
- Overvejelser om relokalisering af kunder, der er lokaliseret i lavtliggende eller særligt skadesramte ejendomme, der afhændes.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

Hvorvidt bygningsejer generelt beslutter at gennemføre klimatilpasningstiltag må forventes at afhænge af bl.a. det økonomiske incitament, og hvorvidt tiltaget kan øge bygningens markedspris og bygningernes værdi eller forhindrer værditab. Det forudsætter, at bygningsejeren har viden om

behovet for klimatilpasning og har kendskab til de bedste løsninger samt har de økonomiske muligheder, og kan vurdere risiko og totaløkonomi i klimatilpassende tiltag.

Der vurderes generelt at være gode muligheder for – via informationstiltag og værktøjsudvikling – at understøtte og stimulere yderligere vidensopbygning omkring klimasårbarhed og klimatilpasning blandt bygningsejerne, hvor der særligt kan antages at være et yderligere behov hos mindre bygningsejere.

Regulering

Der er mulighed for løbende at tilpasse Bygningsreglementet, som udmønter byggeloven, så reglerne sikrer, at nybyggeri kan modstå fremtidens klimaudfordringer. Bygningsreglementet revideres løbende, og der tages allerede i dag i stor udstrækning højde for de kommende klimaforandringer. Øgede krav på klimatilpasningsområdet kan dog fordyre byggeri. Inden der indføres nye krav, skal disse merudgifter holdes op imod effekten af eventuelle krav. I forbindelse med revision af Bygningsreglementet foretages der altid en afvejning af, i hvilket omfang kravet pålægger byggeriet unødvendige meromkostninger. Når bygningsreglementets krav skærpes, kan det derfor føre til en fordyrelse af byggeriet.

Energistyrelsen vil sammen med Bygningsstyrelsen løbende vurdere, om erfaringerne fra det statslige byggeri bør føre til ændringer i Bygningsreglementet, ligesom det overvejes om erfaringerne kan stilles til rådighed på klimatilpasning.dk. Tilsvarende vil MBBL i samarbejde med Energistyrelsen overveje, hvordan erfaringer fra det almene boligbyggeri kan stilles til rådighed for såvel Energistyrelsen til brug for kommende ændringer af Bygningsreglementet som for klimatilpasning.dk.

Huseftersynsordningen med dens krav om tilstandsrapporter ved salg af ejerboliger kortlægger fysiske mangler og kategoriserer dem efter alvor. MBBL vil overveje, om det er muligt via huseftersynsordningen, herunder evt. via krav til indholdet af tilstandsrapporter, at øge fokus på klimasårbarhed i ejerboligsektoren.

Det er inden for den almene boligsektor principielt muligt at stille krav om kortlægning af klimasårbarhed og behov for klimatilpasning samt om, at der i forlængelse heraf udarbejdes ”klimahandlingsplaner” for de enkelte bebyggelser. Man skal være opmærksom på, at sådanne krav kan føre til højere husleje.

Sammenfatning

Byggeri- og boligsektoren er karakteriseret ved, at der potentielt kan være store omkostninger forbundet med klimaforandringerne, men at der også er gode muligheder for at imødegå konsekvenserne.

For så vidt angår *nybyggeri* vurderes en løbende tilpasning af bygningsreglementet, suppleret med fornøden information, at være tilstrækkeligt for at klimasikre byggeriet. Yderligere justering af bygningsreglementet, ud over hvad der allerede er gennemført, sker under hensyntagen til eventuel fordyrende effekt på byggeriet.

For så vidt angår den *eksisterende bygningsmasse* påhviler det den enkelte bygningsejer løbende at klimatilpasse byggeriet fx i forbindelse med anden renovering. Her kan det offentlige

informationsarbejde og værktøjsudvikling, der foregår i regi af klimatilpasning.dk m.v. samt i det almene og offentlige byggeri, være nyttige redskaber.

4.1.2 Kyster og havne

Stigende havspejl og kraftigere storme forventes at medføre højere stormflodsvandstande. De kystnære arealer er naturligvis mere udsatte. Problemet vil i nogen grad være til stede inden 2050, men vil ifølge beregningerne af fremtidens klima først for alvor slå igennem op mod år 2100. Særligt gælder for de danske kyster, at man ved at tage fornøden højde for klimaændringer i den langsigtede planlægning af kystbeskyttelse og beskyttelse i form af diger, kan forebygge konsekvenserne i væsentlig grad.

Både natur, bebyggelser og infrastruktur, herunder diger langs de danske kyster, vil påvirkes af klimaændringerne. Lavtliggende landområder langs kysten samt de danske havne udgør særlige udfordringer.

Erosion og oversvømmelse er kendte fænomener, som lodsejere allerede i dag håndterer. De enkelte kyststrækninger ventes i forskellig grad at blive påvirket af klimaforandringerne, men merbelastningen af kysterne ventes frem mod 2050 at være relativ beskeden. Visse dele af kysterne beskyttes mod erosion med sandfodring. Her vurderes den klimabetingede erosion at kunne imødegås med en forøgelse af sandfodringmængden i størrelsesordenen en femtedel.

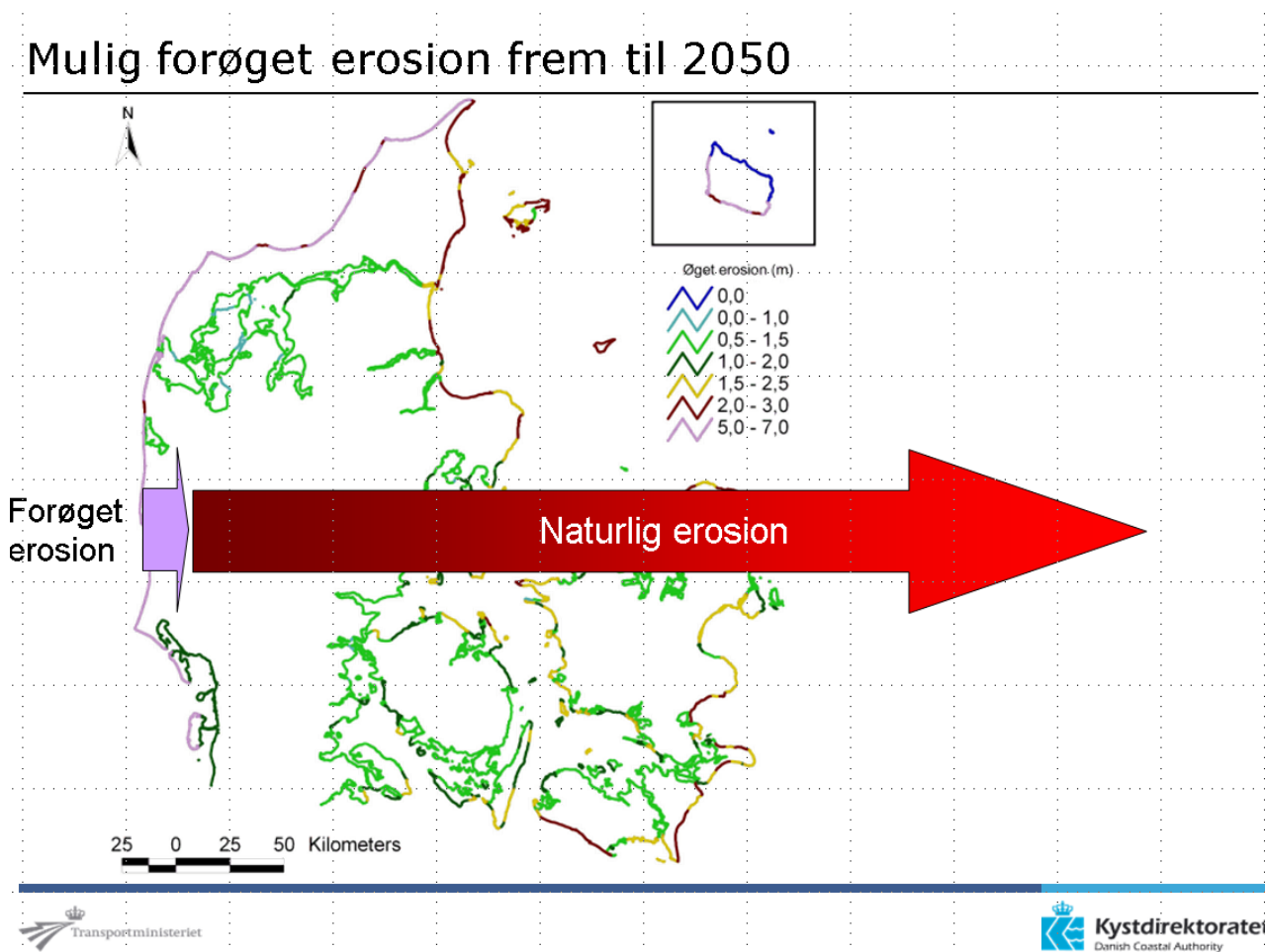
Konsekvenser af klimaændringerne

Hvis man lægger beregningerne af fremtidens klima til grund, jf. afsnit 3, vurderes de centrale konsekvenser for de danske kyster og havne at være:

- *Højere stormflodsvandstande forøger erosion og tilbagerykning af kysterne:*
Dette er en følge af den generelle havspejlsstigning og det forhold, at kysterne rammes af højere bølger på grund af de kraftigere storme, som vil medføre en forøgelse af den erosion og tilbagerykning af kysterne, der allerede foregår i dag. Jo fladere den kystnære del af havbunden er, desto mere vokser erosionen. Erosionen på den jyske vestkyst vil være mest markant og mindre på de øvrige danske kyster. Bebyggelsen i lavtliggende kystnære områder vil ved højere stormflodsvandstande være truet af hyppigere oversvømmelser, og kystnær bebyggelse vil opleve øget erosion.
- *Hyppigere oversvømmelser af lavtliggende kystområder:*
Lavtliggende arealer, som ikke er digebeskyttede, vil med stigende hyppighed blive udsat for oversvømmelser. Samtidig øges risikoen for gennembrud af de eksisterende diger. Byer anlagt ved åmundinger, fx i bunden af fjorde, kan komme under pres fra to sider i form af såvel stigende havspejl som øget nedbør og afstrømning fra oplandet.
- *Kraftigere stormfloder besværliggør aktiviteter på havnene:*
Med kraftigere stormfloder kan der opstå flere situationer, hvor kajarealet bliver oversvømmet med driftstop til følge og øget risiko for beskadigelse af byggeri på havnen. Det samme gælder for færgelejerne. Samtidig vil kraftigere storme betyde, at der er større risiko for, at skibe river sig løs samt for skader på kraner og andet materiel på havnen.
- *Kraftigere stormfloder sætter havnenes infrastruktur under pres:*
Havnenes dækværker, som beskytter selve havnebassinet, vil i stigende grad blive påvirket af bølgerne og vil med højere stormfloder, få en mindre beskyttende effekt. I de havne, hvor

en sejltrende og/eller havnebassiner oprensnes, vil behovet for oprensning i mange tilfælde forøges, idet de højere bølger vil bevirke forøget tilsanding.

Øget erosion og forhøjet risiko for oversvømmelser skabt af kraftigere stormfloder er de væsentligste konsekvenser af klimaændringerne for de danske kyster. Effekterne slår først for alvor igennem i sidste halvdel af dette århundrede. Selvom der er tegn på en accelereret erosion i dag, er erosionsforøgelsen på grund af klimaforandringerne relativt beskeden, som det fremgår af nedenstående figur.



Figur 2: Frem mod 2050 ventes de danske kyster i meget varierende omfang at blive påvirket af klimaforandringerne, som dog under alle omstændigheder udgør en begrænset merbelastning af kysterne, som kan håndteres inden for eksisterende tiltag.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Klimatilpasning i kystområderne håndteres i dag af flere aktører med forskellige muligheder for at påvirke indsatsen, hvor kommunerne har en central rolle. Ansvar for at foretage og finansiere kystbeskyttelse påhviler som udgangspunkt den enkelte lodsejer.

Kystdirektoratet meddeler tilladelser til kystbeskyttelse og er derfor en væsentlig aktør i kystzonen. Derudover spiller Kystdirektoratet sammen med Naturstyrelsen en væsentlig rolle i

implementeringen af EU's oversvømmelsesdirektiv³, som bl.a. kræver en kortlægning af faren for oversvømmelser samt udarbejdelse af risikostyringsplaner for oversvømmelsestruede arealer.

På grund af de særlige naturforhold på den centrale del af Vestkysten udføres kystbeskyttelsen her imidlertid af staten og kommunerne.

Ansvar for at anlægge og drive havne og sejløb til disse påhviler som udgangspunkt den enkelte havn. Der er enkelte havne, som er helt eller delvist ejet af staten. Ligeledes har staten ansvaret for at vedligeholde minimumsdybder i hovedsejlløb og i indsejlingen til enkelte havne.

Muligheder for tilpasning

Kystbeskyttelsen på den centrale del af Vestkysten 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. Forøgelsen af erosionen som følge af klimaændringerne sker på nuværende tidspunkt langsomt. Der er ikke behov for umiddelbar reaktion, men på sigt kan overvejelser om ændret arealanvendelse og kystbeskyttelse være relevante. Der er således mulighed for løbende tilpasning.

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

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 sejltreder efter behov.

Igangværende og gennemførte initiativer

Transportministeriet udgav i 2010 en klimatilpasningsstrategi, hvor der efterfølgende for alle større institutioner under Transportministeriet er indsat resultatkrav for klimatilpasning i resultatkontrakterne for 2012. Resultatkravene indebærer udarbejdelse af en handlingsplan for klimatilpasning indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt udarbejdelse af en servicedeklaration for tilgængeligheden af infrastrukturen.

Kystdirektoratet udgav i 2011 en national kystbeskyttelsesstrategi, som understøtter en klimatilpasset udvikling på kysterne, som er nødvendig for at sikre en bæredygtig anvendelse af kysterne i fremtiden. Kystbeskyttelsesstrategien har til formål at sikre, at kystbeskyttelsen er helhedsorienteret og tager hensyn til de mange interesser på kysterne, samt at kystbeskyttelsen er tænkt ind i en langsigtet sammenhæng.

Kystdirektoratet gennemførte i 2011 en kystkonference, hvor der blev sat fokus på, hvordan kysterne skal se ud i fremtiden, den nationale kystbeskyttelsesstrategi og implementering af EU's

³ Kystdirektoratet har ansvar for implementering af EU's Oversvømmelsesdirektiv for så vidt angår kyster og fjorde, og Naturstyrelsen har ansvar for implementeringen af direktivet for så vidt angår vandløb og søer.

oversvømmelsesdirektiv. Kystkonferencen gennemføres hvert 2. år, hvor der også tidligere har været sat fokus på klimaforandringerne.

Kystsikring i Dalbybugten

I Dalbybugten på Nordfyn, der er et naturligt strandengsområde med sommerhusbebyggelse, har Kystdirektoratet foretaget en risikoanalyse. I risikoanalysen er der regnet på kombinationer af hvor stor en skade forskellige oversvømmelser vil give og sandsynligheden for, at oversvømmelserne optræder. Herved fås en beregning af risikoen for oversvømmelse.

Der er herefter beregnet, hvor stor en reduktion af risikoen bygningen af diget i 2008 har givet.

Med forventet havspejlsstigning grundet klimaændringer vil risikoen med tiden stige. Risikoen kan således beregnes for et givent år ud i fremtiden. Dette kan kvantificere behovet for en eventuel senere forstærkning af højvandsbeskyttelsen, og hvornår en sådan bør ske. Det vil kunne indbygges i en lokalplan for området.

Screeningsværktøjet "Havvand på Land" blev offentliggjort på www.klimatilpasning.dk i februar 2012. Værktøjet giver planlæggere og andre interesserede viden om, hvilke områder i Danmark der kan blive påvirket af en stigning i havniveauet.

Kystplanlæggeren, ligeledes offentliggjort på www.klimatilpasning.dk, er et screeningsværktøj til kystplanlægning, som viser de nuværende kystforhold og fremtidens forventede klimaudvikling. Med værktøjet kan rådgivere, planlæggere og andre interesserede indhente viden om nutidens og fremtidens højvandshændelser, kysttyper, kystbeskyttelsesplanlægning, sedimenttransport mv.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

En rettidig, objektiv og helhedsorienteret rådgivning er væsentlig for klimatilpasning, fordi klimaændringer vil foregå over lang tid, og er naturligt behæftet med en del usikkerhed. Det er i høj grad regionale forskelle fra den jyske vestkyst til de indre danske farvande, der peger på behov for større viden.

Kystdirektoratet er i løbende dialog med kommunerne. I forbindelse med kommunernes planlægning er der behov for rådgivning om mulige foranstaltninger til at imødegå konsekvenserne af klimaændringer og planlægningen herfor. Til det formål kan det være hensigtsmæssigt med en vejledning, der tager udgangspunkt i modelværktøjer for kystlandskabet under ekstrempåvirkninger

Kystdirektoratet besøger i foråret 2012 de kommuner med områder, som er udpeget i forbindelse med implementeringen af EU's oversvømmelsesdirektiv. Formålet er at informere om direktivet og opbygge en dialog omkring de lokale kystforhold i risikoområderne, for herved at sikre det mest optimale grundlag for gennemførelse af direktivets anden fase – risikokortlægningen.

På grundlag af fremtidens klimascenarier må det vurderes, om der skal udarbejdes modeller af kystlandskabet under forskellige ekstrempåvirkninger for derigennem at kunne se de forskellige

påvirkningers konsekvenser for kysterne. Modelberegningerne kan danne grundlag for at planlægge for fremtidig lokalisering af nye anlæg og bebyggelser og for sikring af de eksisterende.

Geografisk Institut og Kystdirektoratet arbejder i øjeblikket på at tilvejebringe datagrundlaget og udviklingen af et screeningsværktøj til vurdering af erosionen af de danske kyster. Kystdirektoratet har på et helt overordnet niveau beregnet den forøgede erosion som følge af klimaændringerne.

Det er målet, at screeningsværktøjet skal give viden om hvilke områder, der allerede er og vil blive oversvømmelsestruede i fremtiden, samt hvor stor erosionen er og vil blive. Denne viden kan anvendes som beslutningsgrundlag for, hvordan kysterne skal tilpasses fremtidens klima.

Regulering

Med Kystbeskyttelsesloven, herunder statens Højhedsret over søterritoriet og den aktuelle ændring af planloven, jf. afsnit om planlægning, er der skabt lovgivningsmæssige rammer for rettidigt at kunne klimatilpasse kystzonen til fremtidens klima.

Kysterne er generelt omfattet af en 300 meter bred strandbeskyttelses- og klitfredningszone (i sommerhusområder dog kun 100 meter), hvor der efter Naturbeskyttelsesloven er et forbud imod tilstandsændringer. Zonen kan på nogle strækninger være indskrænket eller helt bortfaldet. Linjeforløbet fremgår af det digitale matrikelkort. Ved væsentlig erosion eller tilvækst af kysten, eller hvis det er nødvendigt af hensyn til risikoen for sandflugt kan miljøministeren revidere grænserne for strandbeskyttelses- og klitfredningszonen.

Kystnærhedszonen, der er en generel 3 km bred zone langs kyster i landzone og sommerhusområder, fremgår af Planloven. I kystnærhedszonen kræves en særlig planlægningsmæssig eller funktionel begrundelse for placering af anlæg og bebyggelse. Kommunerne kan frivilligt planlægge for klimatilpasning og forureningsforebyggelse på de højere niveauer i planhierarkiet. Kommunalbestyrelsen kan således præge kommuneplanens indhold i retning af at varetage klimarelaterede hensyn.

Sammenfatning

Ændringer i havniveau og vindforhold kan have betydning for risikoen for oversvømmelser og erosion af kysterne. Erosion og oversvømmelse er kendte fænomener, som lodsejere allerede i dag håndterer. De enkelte kyststrækninger ventes i forskellig grad at blive påvirket af klimaforandringerne, men merbelastningen af kysterne ventes frem mod 2050 at være relativ beskedent. Udviklingen vil blive fulgt for løbende at vurdere, om der på grundlag af fremtidens klimascenarier skal udarbejdes modeller for kystlandskabet under forskellige ekstrepåvirkninger for derigennem at kunne se de forskellige påvirkningers konsekvenser for kysterne. Med udgangspunkt i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi skal Kystdirektoratet udarbejde en handlingsplan for klimatilpasning indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt en servicedeklaration for tilgængeligheden af infrastrukturen. Kystdirektoratet er i løbende dialog med kommunerne og yder i den forbindelse rådgivning af disse. I forbindelse med implementeringen af EU's oversvømmelsesdirektiv besøgte Kystdirektoratet i foråret 2012 de kommuner, der er udpegede i forbindelse hermed.

4.1.3 Transport

Veje, broer, tunneller og jernbanestrækninger vil være sårbare over for øget nedbør, grundvandsstand, temperatur og stormfald. Oversvømmelser som følge af øget nedbør er den centrale udfordring for vejnettet, og kan medføre en sikkerhedsrisiko for trafikanter, samt nedsat fremkommelighed og midlertidig lukning af veje. De fremtidige temperaturstigninger kan dog samtidig være med til at forøge vejenes levetid, reducere anlægsomkostningerne til etablering af vejbelægninger og minimere vinterberedskabet. I forhold til banenet er køreledningsnettet sårbart over for højere vindhastigheder, der kan medføre øget risiko for stormfald med økonomiske og trafikale konsekvenser til følge.

Vejnettet

Konsekvenser af klimaændringerne

Hvis man lægger beregningerne af fremtidens klima til grund, jf. afsnit 3, vurderes de centrale konsekvenser for transportområdet i Danmark, set i forhold til vejnettet og faste forbindelser, at være:

- *Højere temperaturer reducerer anlægsomkostningerne:*
Højere temperaturer om vinteren vil være ensbetydende med, at perioderne med hård frost bliver kortere eller helt forsvinder. Dette vil give mulighed for at reducere tykkelsen af de nederste lag i vejbefæstelser, frostsikringen, og derved den mængde råstoffer, der skal bruges.
- *Højere temperaturer reducerer vinterberedskab og saltforbrug:*
Højere temperaturer muliggør besparelser på vinterberedskab og saltforbrug, hvilket giver såvel økonomiske som miljømæssige fordele.
- *Temperaturstigninger kan både have positive og negative konsekvenser for vejbefæstelsen:*
Færre frysepunktpassager kan forbedre asfaltens levetid. Frysepunktpassagerne slider på overfladen, hvilket resulterer i stentab og revner. Dog vil asfaltbelægninger ved højere temperaturer blive blødere og have ringere bæreevne og friktion. Hvis det vurderes nødvendigt, kan dette problem håndteres med alternative bindemidler. For de underliggende grus- og sandlag i vejbefæstelsen vil temperaturstigninger have en begrænset, men dog gunstig virkning på levetiden.
- *Øget vandmængde giver udfordringer for vejnettet:*
Øget nedbør og stigende grundvandsspejl og deraf flere oversvømmelser giver problemer for trafiksikkerheden og fremkommeligheden. Dette stiller større krav til afvandingssystemerne og overvågning af vejnettet. Ved oversvømmelser reduceres vejens bæreevne, og herved forkortes vejens effektive levetid. Ligeledes kan den øgede nedbørsmængde forårsage, at vejskråninger bliver ustabile, og at der opstår fare for skred.
- *Øget vandmængde udfordrer broernes konstruktion:*
For broer og tunneller er der en øget risiko for, at bæreevnen af fundamenter, støttemure og spunsvægge nedsættes ved en øget grundvandsstand, uanset om det kan henføres til øget

havvandsstand eller øgede regnmængder. Især for konstruktioner funderet på sand kan dette blive et problem.

- *Hyppigere storme giver udfordringer for skilteportaler:*
Kraftigere storme vil udsætte skilteportaler for større påvirkning.

Faste forbindelser:

- *Stigende vandstand og nedbør kan påvirke de faste forbindelser:*
For de faste forbindelser over Storebælt og Øresund vil en stigning i nedbør betyde en øget mængde regnvand, som skal pumpes op fra dræn i tunneller og vejbaner, hvilket kan påvirke den nødvendige pumpekapacitet. Stigende vandstand kombineret med kraftigere storme vil kunne øge risikoen for oversvømmelse af tunnelanlæg med længerevarende afbrydelser til følge. Kraftigere storme vil kunne betyde, at der oftere må foretages en midlertidig lukning af broerne.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Det er op til den enkelte vejmyndighed at dimensionere vejafvandingsystemerne i overensstemmelse med vejreglernes anbefalinger. I tilfælde af oversvømmelse og beskadigelse af ledninger påhviler ansvaret den enkelte ledningsejer. Det gælder uanset typen af ledning. Vejlovens § 102, stk. 4, beskriver, at der er absolut forbud imod tilledning af spildevand til vejens areal, herunder dens grøfter og vejafvandingsystem.

I situationer med ekstreme regnskyl, hvor kloakledninger ikke kan håndtere vandmængderne, vil vejmyndigheden kunne gøre erstatningskrav gældende over for ledningsejeren, hvis det kan godtgøres, at denne ikke har vedligeholdt sine ledninger med en tilstrækkelig kapacitet.

I forhold til afstrømning af overfladevand fra højere liggende, tilgrænsende ejendomme indeholder vejloven ingen beskyttelse for vejmyndigheden.

Muligheder for tilpasning

Ved varmere vintre kan tykkelsen af sand- og gruslaget (bundsikringen) muligvis mindskes. Da der ikke skal anvendes de samme mængder råstoffer til frostsikring af belægningen, giver det mulighed for at reducere anlægsomkostningerne. Det kræver dog stadig undersøgelser at fastlægge den frostfri dybde. Herudover giver varmere vintre mulighed for brug af alternative belægninger, der eksempelvis mindsker risikoen for akvaplaning, dæmper spredning af forurening til omgivelserne og har støjreducerende egenskaber. Visse alternative belægninger kan dog være svære at salte, og holdbarheden kan være ringere end for traditionelle materialer.

Ved planlægning og anlæg af nye veje dimensioneres afvandingsanlægget til at kunne håndtere betydelige regnvandsmængder. Dimensioneringen af kapaciteten af afvandingsanlægget skal dog foretages ud fra en samlet vurdering af de økonomiske omkostninger, samt risikoen ved at afvandingsystemet ikke kan håndtere enhver tænkelig situation. Ud fra en samfundsøkonomisk betragtning er det ikke rentabelt at dimensionere mod den værste tænkelige situation.

Der er ligeledes mulighed for at afprøve alternative afvandingsformer. Fx bliver der på Kliplev-Sønderborg motorvejen udlagt linjeafvandning. Såfremt det viser sig, at denne type afvandning

fungerer bedre til en situation med meget nedbør, er det muligt at anvende dette mere i fremtiden. Planlægges der med en mere langsigtet omlægning af vejenes afvanding, skal det ske løbende over en årrække. Det er også muligt at bruge grøfter og grøftebassiner til aflastning af vejvand og regnvand. Dette kan gøres for at øge antallet af udledningssteder og for at mindske en u hensigtsmæssig ophobning og transport af vand.

Anvendelse af lange kloakledninger til transport af vejvand medfører, at overfladevand/regnvand skal transporteres over større afstande. Effektiviteten af afvandingssystemerne og særligt regnvandsbassiner forringes med tiden, hvorfor afledningen under ekstreme hændelser ikke vil være optimal. Det er muligt at oprense alle systemerne til den fulde kapacitet, men det er stadig usikkert, hvor meget det vil gavne i forhold til vandafledning. Ligeledes er det meget omkostningstungt at oprense alle vejenes regnvandsbassiner til den fulde kapacitet.

Udfordringen med det stigende grundvandsspejl, der betyder at dele af vejnettet kommer til at ligge under grundvandsspejlet, hvilket vejens bærende lag ikke er dimensioneret til, kan løses ved at anlægge vejen på dæmninger eller ved at bortpumpe vand. Det sidste kan være særdeles dyrt, men det kan være nødvendigt i forbindelse med eksisterende vejanlæg. Der er en tendens til, at vejens længdeprofil sænkes/graves ned, og at vejene placeres i afgravninger for at reducere støjgenerne. Det bevirker, at der ikke er et fysisk fald til at aflede vandet, og at der opstår dybdepunkter, der ofte er problematiske at afvande.

Den øgede maksimale vindstyrke har betydning for, hvor kraftige skilteportalernes standere og fundamenter skal være. Det kan ligeledes overvejes, om flere vejtræer bør fjernes, så de ikke kan vælte ud over vejen.

Igangværende og gennemførte initiativer

På baggrund af Transportministeriets klimatilpasningsstrategi er der for alle større institutioner under Transportministeriet i resultatkontrakterne for 2012 indsat resultatkrav vedrørende klimatilpasning. Resultatkravene indebærer udarbejdelse af en handlingsplan for klimatilpasning indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt udarbejdelse af en servicedeklaration for tilgængeligheden af infrastrukturen.

I forbindelse med større oversvømmelser analyseres hændelserne grundigt. Det har ført til omfattende beredskabsplaner for områderne, fx Lyngbyvejen ved Ryparken, for at sikre den optimale håndtering i fremtiden.

Risikoanalyse af underføring på motortrafikvej ved Brande

På en motortrafikvej ved Brande har Vejdirektoratet udført en blue spot analyse. Blue spot analysen er et værktøj til at identificere de områder på statsvejene, hvor sandsynligheden for oversvømmelse er størst, og konsekvensen er værst. Ved hjælp af GIS (Geografisk Informationssystem) kan man digitalt udpege de sårbare vejstrækninger.

Metoden for udpegningen af fx de mest risikofyldte underføringer er opdelt i 3 niveauer.

Niveau 1 er en udpegning af alle de underføringer, hvor der er risiko for, at der kan stå vand på kørebanen eller inden for få meter ved siden af vejen.

Niveau 2 er en nedbørsfølsomhedsanalyse af de blue spots, der er udpeget i niveau 1.

Niveau 3 er en hydrologisk modelberegning af de allermest kritiske blue spots.

I denne proces er der for eksempel udpeget en underføring ved Brande, der i tilfælde af 51-75 mm nedbør på 24 timer, og et afvandingsystem der er ude af drift, vil have vand på kørebanen.

Efterfølgende skal der foretages en undersøgelse af det specifikke sted. Er der erfaringer med vand på kørebanen? Hvordan ser afvandingsystemet ud? Kan det klare en ekstra belastning? Hvad er konsekvensen ved en oversvømmelse, og hvordan skal et eventuelt beredskab se ud?



Eksempel på niveau 2 analyse

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

Der foregår løbende udvikling af viden i Vejdirektoratet, og der findes fortsat områder, hvor der er behov for yderligere viden. Det skyldes i høj grad, at betingelserne ændrer sig. Når klimaet ændrer sig, og der løbende fremkommer nye materialer og metoder, så giver det et fortløbende behov for udvikling.

Vejdirektoratet yder rådgivning ud af huset inden for hele virksomhedsområdet. Rådgivningen kan derfor være relevant i forhold til klimatilpasning. Det må forventes, at der i fremtiden vil være et stigende behov for denne type rådgivning. En del rådgivning sker i dag i form af vejregler. Vejdirektoratet er bl.a. i dialog med kommunerne gennem Vejreglerrådet. Den nyeste viden, som Vejdirektoratet har hjemtaget eller udviklet, kommer ind i dette arbejde og er dermed til gavn for kommunerne. Vejdirektoratet og kommunerne samarbejder desuden aktivt via SAMKOM, hvor der både benchmarkes og videndes. Dette arbejde vil fortsat være vigtigt for den danske vejsektor.

Blue spot metoden er en screening af hele vejnettet for strækninger, der er følsomme for oversvømmelse. Herefter er det muligt at risikovurdere de udpegede steder, opstille retningslinjer for drift og vedligehold af afvandingssystemerne eller i yderste konsekvens omlægge vejlinjen. Vejdirektoratet har udviklet en metode, der ved hjælp af geografisk informationssystem (GIS) kan udpege de steder på statsvejnettet, hvor der er størst risiko for oversvømmelser. Metoden sikrer, at Vejdirektoratet kan fokusere indsatsen mod oversvømmelser på de steder, hvor der er størst risiko og størst konsekvens, og derved få mest klimatilpasning for pengene. Projektet er igangsat og vil i

løbet af de næste par år dække hele statsvejnettet.

Ved hjælp af *Intelligente Transport Systemer (ITS)* og intelligent farttilpasning kan man differentiere hastigheden på vejene afhængig af regn-intensiteten. Dette kan evt. kombineres med vejrradar, så målrettet trafikantinformation kan tilbydes. Udviklingen af sådanne systemer vil dog være omkostningstung. Varsling med vejrradar mv. vil evt. kunne finansieres sammen med andre myndigheder.

Regulering

Vejloven

Der er i den nuværende vejlov⁴ ikke bestemmelser eller bemærkninger, der direkte adresserer klimatilpasninger. I forbindelse med en revision af vejloven kan det undersøges, om der skal tilvejebringes hjemmel til at kunne inddrage arealer til klimarelaterede afværgeforanstaltninger.

Skærpede udledningskrav fra myndighederne

Vejmyndigheden har mulighed for at fastsætte krav til anlæggets udformning og dimensionering i forbindelse med udarbejdelse af udbudsmateriale for anlægget. Fx stiller myndighederne skærpede krav til udledningen af mængden af regnvand fra regnvandsbassinerne. Det kan medføre, at regnvand ophobes i bassinerne, og bassinerne således er fyldte, når der kommer yderligere regnvejr. Dette forhold kan give en u hensigtsmæssig langsom tømning af bassinerne, og en evt. oversvømmelse bliver værre end nødvendigt. Uproblematisk udledning bør ikke have skærpede udledningskrav, men måske mere lempelige krav, fx i forhold til antallet af overløbshændelser, så der ikke skabes oversvømmelser på steder som ellers var/er uproblematisk.

Manglende vandløbsvedligeholdelse

Lodsejere og kommuners manglende vedligeholdelse af vandløb gør afledningen af vand kritisk, og opståede problemer skyldes måske ikke vejens afvanding, men manglende afledningsmulighed og vandløbsvedligeholdelse.

Sammenfatning

Øget nedbør, temperaturstigninger og ændrede vindforhold vil i forskellig målestok kunne påvirke vejnettet. Vejdirektoratet arbejder med at håndtere klimapåvirkninger på baggrund af resultatkrav, hvor Vejdirektoratet skal udarbejde en handlingsplan for klimatilpasning med udgangspunkt i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt en servicedeklaration for tilgængeligheden af vejinfrastrukturen. Vejdirektoratet er bl.a. i dialog med kommunerne om vejregelarbejdet. Den nyeste viden, som Vejdirektoratet har hjemtaget eller udviklet, kommer ind i dette arbejde og dermed til gavn for kommunerne. Vejdirektoratet og kommunerne samarbejder desuden aktivt via SAMKOM, hvor der både benchmarkes og videndes.

⁴ Lov om offentlige veje

Banenettet

Konsekvenser af klimaændringerne

Hvis man lægger beregningerne af fremtidens klima til grund, jf. afsnit 3, vurderes de centrale konsekvenser for banenettet at være:

- *Øget vandmængde øger risikoen for oversvømmelser og skred:*
Eventuelle oversvømmelser og stigende grundvandsstand øger risikoen for skred i baneskråninger og dæmninger. Hævning af middelvandstanden i havet kan være kritisk for jernbanen i de tilfælde, hvor grøfteafvandingen ledes til vandløb, som er direkte påvirket af havniveaustigningen. Opstuvningen i vandløbet kan således påvirke vandstanden i grøfterne.
- *Kraftige storme kan medføre nedbrud i køreledninger samt væltede træer:*
På elektrificerede jernbanestrækninger kan kraftige storme og forøgede vindhastigheder føre til en øgning i hyppigheden af nedbrud i køreledningerne samt væltede træer på banen. Dette kan føre til forstyrrelser i togdriften og dermed få såvel økonomiske som trafikale konsekvenser.

Det vurderes, at de væsentligste konsekvenser på banenettet som følge af fremtidens klimaændringer vil være øget risiko for skred i baneskråninger og dæmninger, øget risiko for oversvømmelse af baneterræner samt hyppigere nedfald af kørestrømsledninger og væltede træer.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Fordelingen af ansvar mellem myndigheder og private i forhold til klimatilpasning på jernbaneområdet er relativt klar i dag. Banedanmark har ansvar for egne aktiviteter i forhold til klimatilpasning, hvor det er nødvendigt for at sikre en effektiv og velfungerende jernbane.

Muligheder for tilpasning

Banedanmark, som forvalter størstedelen af den danske jernbaneinfrastruktur, forbereder sig på at kunne håndtere forøgede nedbørsmængder, højere grundvandsstand, kraftigere vind og højere temperatur. Forberedelsen i forhold til klimaændringerne sker ved konkret at analysere vejrrelaterede hændelser som fx dæmningsskreddene i 2010 og 2011, etablere varslingsystemer, som sikrer et højt sikkerhedsniveau på jernbanen, revidere eksisterende tekniske normer for jernbanen samt ved at analysere behovet for at indbygge klimatilpasning i projekteringen af nye jernbaneanlæg.

Igangværende og gennemførte initiativer

På baggrund af Transportministeriets klimatilpasningsstrategi er der for alle større institutioner under Transportministeriet i resultatkontrakterne for 2012 indsat resultatkrav vedrørende klimatilpasning. Resultatkravene indebærer udarbejdelse af en handlingsplan for klimatilpasning indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt udarbejdelse af en servicedeklaration for tilgængeligheden af infrastrukturen.

For at forebygge uheld på jernbanen, når der har været voldsom regn, har Banedanmark indført en ny varslingsproces, så togdriften kan stoppes, hvis der er risiko for problemer. Ligeledes er der indført rutiner for intensiveret inspektion og kontrol af problematiske dæmninger i tilfælde af længerevarende store regnmængder, ligesom man er ved at sikre afvanding af en lang række grøfter langs jernbanen. Herudover ses nærmere på afvandingen af de stationer, hvor der er konstateret

afvandingsproblemer, ligesom der er iværksat en øget indsats for at imødegå væltede træer på banen.

I forbindelse med planlægning af nye jernbaner foretager Banedanmark rutinemæssigt analyser af behovet for at indbygge klimatilpasning i de enkelte projekter. Dette skyldes, at klimaet over en årrække forventes at ændre sig og give udfordringer for jernbaneanlæg, som har en levetid på over 100 år.

Opdatering af klimasikringen af Ny bane København – Ringsted

Som følge af den nyeste viden om klimaforandringerne i forhold til nedbør, grundvand samt havvandsstigning, har forudsætningerne ændret sig fra VVM-undersøgelsen. Derfor er der i detailplanlægningsfasen iværksat en opdatering af klimakonsekvensvurderingen, så det sikres, at Ny bane København – Ringsted stadig kan modstå fremtidige klimaændringer. Herunder gives nogle eksempler på, hvor vurderingen giver anledning til ændringer, der skal afklares og efterfølgende indarbejdes i projektet:

- En screening (Blue Spots analyse) af topografien langs banen udpeger lokaliteter med risiko for oversvømmelse ved ekstrem nedbør.
- Oversvømmelse af terræn i forbindelse med nedbør: Der defineres en kritisk kote og for særlig kritiske strækninger (tunneller og vandtætte trug) undersøges oversvømmeshyppighed samt konsekvens af oversvømmelse af hensyn til projektering af afvandingsystemet inkl. pumpestationer på tunnelstrækninger.
- Tekniske installationer skal placeres under hensyntagen til kritisk kote og sandsynligheden for oversvømmelse.
- Ved flere lokaliteter er banens vertikale linjeføring sænket i forhold til programfasen, hvilket medfører flere potentielle konfliktområder langs banetraceet. Enhver stigning i grundvandsspejlet er derfor kritisk. Afhjælpende tiltag vil blive vurderet konkret ved de enkelte lokaliteter.

Med gennemførelse af klimatilpasninger forebygges, at klimaændringer de næste 120 år vil skade infrastrukturen eller driften af Ny bane København-Ringsted.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

Virksomheden af de klimatilpasninger, der laves i dag, er forbundet med de usikkerheder, der er ved de nuværende beregninger af fremtidens klima. En problemstilling med langtidsplanlægningen er blandt flere, at gældende beregninger løber til år 2100, mens broer, tunneller og viadukter i Banedanmarks normer skal anlægges med en levetid på mindst 120 år.

Klimatilpasningen foregår med bistand fra de større rådgivende ingeniørfirmaer, som også i stor udstrækning anvendes af kommuner og andre myndigheder. Da risikoopfattelser, metoder og løsningsmuligheder dermed har fulgt samme tankegange, har der generelt været et godt samarbejde med kommunerne og andre aktører. Der ligger dog en særlig udfordring i langtidsplanlægningen af

klimaforandringerne, som kun få kommuner i praksis forholder sig til i deres klimatilpasningsarbejde.

Der er i de seneste år sket en stor fremgang i tilgængelige redskaber, særligt grundet arbejdet indenfor rammerne af Miljøministeriets portal klimatilpasning.dk. Med hensyn til langtidsplanlægningen er et særligt nyttigt redskab ”Havvand på land”, idet det også giver mulighed for at planlægge for ”overraskelser” i forhold til gældende klimaprognoser.

Et andet redskab, som Banedanmark finder interessant er ”Blue Spot” analysen, som er udviklet af Vejdirektoratet.

Regulering

Banedanmarks planlægning foregår i stor udstrækning på baggrund af en række normsæt. I de kommende år vil Banedanmark foretage en revision af afløbsnormen, som fastsætter dimensioneringen af afløbssystemer for regnvand mm.

Sammenfatning

Øget vandmængde og kraftigere storme vil kunne få forskellige konsekvenser for banenettet. Banedanmark forbereder sig på at kunne håndtere en forøget nedbørsmængde og kraftigere vindforhold ved at analysere vejrelaterede hændelser, etablere varslingsystemer, revidere eksisterende tekniske normer for jernbanen samt ved at analysere behovet for at indbygge klimatilpasning i projekteringen af nye jernbaneanlæg. Endelig arbejder Banedanmark desuden med at håndtere klimapåvirkninger på baggrund af resultatkrav, hvor Banedanmark skal udarbejde en handlingsplan for klimatilpasning med udgangspunkt i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi indeholdende målsætninger og en milepælsplan samt en servicedeklaration for tilgængeligheden af baneinfrastrukturen.

4.1.4 Vand

Vand er et centralt tema for konsekvenserne af klimaændringerne i Danmark, da mere ekstremnedbør, højere havvandstand og længere tørkeperioder tilsammen vil udfordre håndteringen af vand. Flere og kraftigere hændelser af ekstremnedbør og stormfloder vil øge behovet for at håndtere de store vandmængder, samtidig med at tørkeperioder kan sætte vandforsyningen under pres, selvom der samlet set forventes en øget grundvandsdannelse.

Vand er her delt op i to hovedområder, spildevand og oversvømmelser samt grundvand og vandforsyning. Opdelingen skyldes, at konsekvenser og handlemuligheder er væsensforskellige mellem de to områder.

Spildevand og oversvømmelser

Konsekvenser af klimaændringerne

De centrale konsekvenser i forhold til spildevand og oversvømmelser er:

- *Mere nedbør øger presset på kloaknettet:*
Flere hændelser med ekstrem nedbør kan betyde, at kapaciteten af kloakkerne oftere overskrides, og dermed risikeres overløb, der kan give oversvømmelser i terræn, bygninger og kældre, hvilket medfører en sundhedsrisiko. Flere overløb medfører desuden en større forureningsbelastning af følsomme vandområder. Desuden vil et øget havvandsspejl medføre forringet afledning for de kystnære kloakker, idet nedsat vandføringsevne i kloakkerne kan medføre lokale oversvømmelser.
- *Mere nedbør giver større risiko for oversvømmelse af udsatte områder:*
Øget nedbør betyder en øget påvirkning af vandløb og lavtliggende områder med en øget risiko for lokale oversvømmelser. Samtidig kan den øgede grundvandsdannelse også betyde hyppigere grundvandsoversvømmelser på terræn.

De ovenfor nævnte konsekvenser vurderes begge at være væsentlige for at løse klimaudfordringerne. De ekstreme nedbørshændelser kan således medføre øget pres og overløb på kloaknettet og oversvømmelser af udsatte områder.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Vandselskaberne har ansvaret for en forsvarlig dimensionering af selskabets afløbssystemer. *Miljøministeren* har bemyndigelse til at fastlægge bindende retningslinjer for dimensionering og indretning af afløbssystemer. Denne mulighed er dog ikke udnyttet pt. *Forsyningssekretariatet* under Erhvervs- og Vækstministeriet har ansvaret for at fastsætte prislofter for vandselskaberne og godkende tillæg for investeringer og udgifter til miljø- og servicemål.

For vandsektoren gælder det såkaldte ”hvile-i-sig-selv”-princip. Det betyder, at der over en årrække skal være balance mellem vandselskabets udgifter og indtægter. Princippet indebærer, at der er fuld brugerfinansiering. Vandselskabets udgifter til etablering, drift, vedligeholdelse, administration og forrentning af lån skal med andre ord dækkes fuldt ud af bidrag fra brugerne.

Tilpasningsmuligheder

Traditionelt set har den umiddelbare løsning til at håndtere mere ekstremregn dels været at lægge større kloakrør dels at bygge regnvandsbassiner eller ved lokal håndtering af regnvand. Udvidelse af kapaciteten af eksisterende afløbssystemer vil i mange tilfælde kunne ske samtidig med den løbende reovering. Der vil lokalt kunne etableres opstuvningssikring fx af kritisk beliggende kældre, eller der kan laves tiltag, så vandet ledes hen, hvor det gør mindst skade. I praksis er en opdimensionering af kloaksystemet ikke altid en samfundsøkonomisk rentabel løsning.

Allerede i dag tilbagebetaler nogle kommuner delvist tilslutningsbidrag (engangsbeløb) til grundejer hvis man lokalt laver en faskine til afledning af regnvand eller en anden lokal løsning med afkobling af regnvand. Naturstyrelsen har gennemført et udredningsarbejde, for at analysere forskellige modeller der kan skabe yderligere incitamenter til at reducere afledning af regnvand til de centrale kloakker. Muligheden for at etablere lokale nedsvingningsløsninger afhænger bl.a. af de lokale jordbundsforhold, og det er således ikke alle steder en mulighed at nedsive regnvandet. En anden løsning kan være at tilbageholde og opmagasinere regnvandet i bassiner på den enkelte ejendom. En sådan løsning kan dog være forbundet med store omkostninger for den enkelte ejendom.

Igangværende og gennemførte initiativer

Strategisk klimatilpasning i Greve Kommune

Som følge af episoder med flere voldsomme oversvømmelser har byrådet i Greve Kommune besluttet, at byens regnvands- og spildevandssystem skal kunne klare 30 % mere vand. Tilpasningen gennemføres i 42 byområder i prioriteret rækkefølge.

Klimatilpasningen omfatter både eksisterende og kommende afstrømningssystemer, og hele regnvandssystemet og vandløbene medtages således i opgraderingen, der forventes gennemført inden 2020. Tilpasningen gennemføres vha. en strategimodel, som er baseret på en kombineret model af landskabet og omgivelserne, og en hydraulisk model der beregner, hvorledes vandet strømmer i afløbssystemerne og i vandløb.

Herudover har kommunen arbejdet med beredskabsplaner, så kommunen kan handle rettidigt i tilfælde af ekstrem regn og/eller høj vandstand og derved reducere skader i byen.

Det er forventningen, at kommunen som følge af den øgede kapacitet på vandløb, regnvands- og afløbssystemet sammenholdt med beredskabsplanlægningen, i højere grad vil kunne afværge fremtidige negative konsekvenser af ekstrem regn.

Der er fra centrale interessenter påpeget en række lovgivningsmæssige barrierer for at kunne finansiere og inddrage klimatilpasningshensyn i vand- og spildevandsplanlægningen. Derfor er der igangsat en proces med henblik på at løse de nuværende problemer og sikre de rette lovgivningsmæssige rammer for at kunne gennemføre samfundsøkonomisk optimale løsninger.

Med *vandsektorloven* er der indført prisloft i vandsektoren, hvorefter yderligere udgifter på området kun kan pålægges taksterne i særlige tilfælde, fx hvis der er tale om driftsudgifter til miljø- og servicemål. Reglerne på området har imidlertid været uklare, hvilket har afholdt mange vandselskaber fra at søge Forsyningssekretariatet om at få tillæg til prisloftet godkendt.

På den baggrund er der udarbejdet et forslag til ændring af vandsektorloven. Lovforslaget blev fremsat i Folketinget den 29. marts 2012. Som opfølgning på lovforslaget vil der blive udarbejdet en bekendtgørelse, der uddyber reglerne.

Partnerskaber om klimatilpasning - udvikling og indkøb af nye løsninger

Fornyelsesfonden skal bidrage til at særligt små og mellemstore virksomheder kan udnytte de globale udfordringer på bl.a. miljø- og klimaområdet som springbræt for nye forretningsmuligheder. Fonden har 760 mio. kr. på finansloven i perioden 2010 – 2012.

Fonden indgår i foråret 2012 partnerskab med en række kommuner og forsyningsselskaber, der aktuelt står foran store udfordringer og investeringer inden for regn- og spildevandshåndtering. Formålet med partnerskabet er, at kommuner og forsyninger med ensartede udfordringer går sammen og efterspørger nye kommercielle og innovative løsninger gennem konkrete funktionsudbud, hvor udvikling og leverance integreres i én samlet opgave.

Partnerskabets mål er dermed både at bidrage til løsningen på konkrete kommunale udfordringer inden for regn- og spildevandsområdet samt at udnytte det store erhvervmæssige potentiale, der følger af de kommende års kommunale klimatilpasningsinvesteringer. Den kommunale efterspørgsel efter nye innovative løsninger, der effektivt kan adressere de forestående udfordringer inden for de kommunale rammer skaber således samtidigt et stort erhvervmæssigt potentiale for danske virksomheder, der bør udnyttes som driver for øget vækst, beskæftigelse og eksport.

Gennem partnerskabet er det målet at bringe kommuner og forsyningsselskaber sammen med virksomheder på et tidligt stadie i udvikling af nye løsninger. Dermed kan kommuner og forsyninger bl.a. opnå en øget indsigt i markedet og mulige løsninger, mens virksomhederne vil få større viden om de kommunale udfordringer og behov. Det vil i højere grad gøre virksomhederne i stand til at udvikle konkurrencedygtige løsninger

Fornyelsesfonden har afsat 30 mio. kr. til udviklingsfasen.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

Der kan være store regionale forskelle på regnmængderne. Derfor vil det være hensigtsmæssigt med større viden om lokale nedbørsserier. Idet kloakkerne samtidig har meget lange levetider på op mod 100 år, er det vanskeligt at dimensionere det korrekte niveau for kloakkernes fremtidige udbygning.

Det kan overvejes, at pålægge spildevandsselskaberne at lave risikoanalyser af de centrale afløbssystemer for kraftigere regn, for at fastlægge hydrauliske flaskehalse i systemer og de mest kritiske lokaliteter med hensyn til oversvømmelser. Ud fra risikoanalysen vil det være muligt at kortlægge og prisfastsætte tilpasningstiltag.

Der kan arbejdes med forskellige modelværktøjer til at fastlægge kloaksystemets evne til at håndtere ekstremnedbør. En hydraulisk model kombinerer afløbssystemet med strømmingen på terrænniveau samt vandstande og vandgennemstrømning i åer og hav. På den baggrund kan man identificere, hvor oversvømmelseshændelser vil opstå, og hvor omfattende de er. En sådan model giver således et fyldestgørende grundlag for at vurdere skadesomkostningerne ved forskellige regnhændelser samt viden om, hvordan problemet effektivt kan afhjælpes. Hermed får man

ligeledes et redskab, som kan bruges til at pege på, hvilke konkrete tiltag der med fordel kan iværksættes.

I henhold til Regeringsgrundlaget fra 2011 skal kommunerne i løbet af de næste 2 år udarbejde kommunale klimatilpasningsplaner. Desuden findes allerede nu tilgængelige og relevante screeningsværktøjer på klimatilpasning.dk, som "Havvand på land", der er et interaktivt screeningsværktøj, som viser hvilke områder i Danmark, der vil blive påvirket af en stigning i havniveauet. Desuden findes "Kystplanlæggeren", som er et screeningsværktøj til kystplanlægning, der viser potentielle sårbare områder ved højt vandshændelser.

Regulering

Vandsektoren er reguleret efter hvile-i-sig-selv-princippet og underlagt et prisloft. Vandselskaberne kan generelt finansiere de nødvendige investeringer og vedligeholdelse af kloaknettet over spildevandstaksterne gennem investeringstillæg til prisloftet. Vandselskaber kan dog med den nuværende regulering på sigt komme i likviditetsmæssige problemer. En ændring af prisloftsbekendtgørelsen med henblik på at løse denne problemstilling er pt. i høring. Der kan herudover være et generelt behov for at se nærmere på, om selskaberne har de fornødne incitamentter til at gennemføre de nødvendige investeringer i vedligeholdelse og dimensionering af kloaknettet, bl.a. i lyset af, at afskrivningsperioden for investeringer i vandssektoren for en væsentlig del af anlægskomponenternes vedkommende er væsentligt længere end løbetiden for kommunale lånegarantier.

Endelig kan det vurderes, om der er alternativer udenfor det takstfinansierede område, der kan øge spildevandsforsyningsens afledningskapacitet på en omkostningseffektiv måde og på en måde, som sikrer, at eventuelle ændrede regler ikke over overudnyttes. De gældende regler for takstfinansiering begrænser mulighederne for at finansiere sådanne initiativer via spildevandsbidraget. For at sikre, at vandforbrugerne kun betaler for omkostninger, der reelt vedrører håndtering af spildevand. Omkostningseffektive alternativer kan også omfatte privates håndtering af vand på egne arealer.

Sammenfatning

Med udgangspunkt i følgerne af ekstreme regnskyl arbejdes der med reglerne, der har til hensigt at minimere problemer fra oversvømmelser. Vandselskaber kan generelt finansiere nødvendige investeringer og vedligeholdelse af kloaknettet over spildevandstaksterne. Det kan vurderes, om vandselskaberne har de fornødne redskaber og incitamentter til klimatilpasning gennem fx investeringer i vedligeholdelse og dimensionering af kloaknettet, bl.a. i lyset af forholdet mellem afskrivnings- og afdragsperioder. Endelig kan det vurderes, om der er alternativer uden for det takstfinansierede område, der kan øge kapaciteten til afledning af regn- og spildevand på en omkostningseffektiv måde, herunder fx ved privates håndtering af vand på egne arealer. De gældende regler for takstfinansiering begrænser mulighederne for at finansiere sådanne initiativer via spildevandsbidraget for at sikre, at vandforbrugerne kun betaler for omkostninger, der reelt vedrører håndtering af spildevand. Samtidig skal det i henhold til regeringsgrundlaget 2011 sikres, at kommunerne udarbejder kommunale klimatilpasningsplaner inden for 2 år.

Grundvand og vandforsyning

Konsekvenser af klimaændringerne

De centrale konsekvenser for grundvandet og vandforsyningen er følgende:

- *Mere nedbør giver højere årlig grundvandsdannelse:*
Væksten i den årlige nedbør giver en øget grundvandsdannelse, hvilket øger størrelsen af den grundvandsressource, der er til rådighed for vandindvinding. Sæsonvariationen gør dog, at det hovedsagligt gælder om vinteren, ligesom der er regionale forskelle på Øst- og Vestdanmark. Om sommeren bliver der mindre tilstrømning til søer og åer. Øget grundvandsdannelse i de øvre jordlag kan lokalt give øgede problemer med oversvømmelse.
- *Længerevarende tørkeperioder kan presse vandforsyningen:*
Om sommeren forventes stadigt længere tørkeperioder, som skaber et øget pres på vandforsyningen særligt i områder, som i forvejen er påvirket af vandvinding til større byer og markvanding. På udsatte steder kan der derfor forventes en justering af grundvandsindvindingen for at opretholde vandføring i vandløb.
- *Højere temperaturer giver flere bakterier i drikkevandet:*
Højere temperaturer kan medføre et lidt øget indhold af bl.a. bakterier og amøber i drikkevandet i forhold til i dag. Allerede i dag kan det være vanskeligt for nogle vandværker at overholde det vejledende krav til drikkevandets temperatur på max 12° C ved taphanen.
- *Højere havniveau kan give saltvand i grundvandet:*
En hævet havvandstand vil flytte den nuværende grænse for ferskvand længere ind i landområderne. Dette kan lokalt skabe problemer med saltvandsindtrængning i kystnære indvindingsboringer og behov for at etablere nye boringer. Problemet er særligt udtalt på småøer.

Den væsentligste konsekvens af klimaændringerne for grundvandet er den forventede øgede grundvandsdannelse, dog med væsentlige regionale forskelle. Samtidig kan der lokalt være øget risiko for tørkeperioder samt risiko for bakterier og saltvand i grundvandet.

Den øgede grundvandsdannelse i de øvre jordlag kan give øgede oversvømmelsesproblemer. Konsekvenserne heraf indgår i ovenstående afsnit om spildevand og oversvømmelser.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Miljøministeriet er myndighed i forhold til kortlægning, planlægning og overvågning af grundvandet. *Kommunalbestyrelsen* har ansvaret for planlægning af vandforsyningen til kommunens borgere og industri. Samtidig skal kommunen virke for beskyttelse af grundvandet igennem indsatsplaner og kommende handleplaner i forlængelse af de statslige vandplaner.

Den danske vandforsyning er udelukkende baseret på indvinding af grundvand, og forsyningsstrukturen er decentral. Det samlede antal almene vandforsyninger, udgør ca. 2.600. Hertil kommer ca. 700 mindre anlæg og ca. 50.000 private brønde og boringer, der forsyner enkeltejendomme. Endeligt findes der knap 1.300 større indvindingsanlæg, der indvinder vand til brug i industri m.v.

Kommunalbestyrelsen er myndighed mht. vandforsyning og meddelelse af tilladelser. Indvinding eller afledning af grundvand kan som udgangspunkt ikke ske uden tilladelse.

Muligheder for tilpasning

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 forventes at være størst.

Tilladelser til vandindvinding er tidsbegrænsede og meddeles i dag for højst 30 år (vandværker) eller 15 år (markvanding). Det betyder, at vandressourcemyndigheden vil få mulighed for løbende at revurdere tilladelserne. 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 landbrugets vandingsbehov 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 præcise 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.

Igangværende og gennemførte initiativer

Som opfølgning på regeringsgrundlagets målsætninger om beskyttelse af drikkevandet, og helt specifikt etableringen af boringsnære beskyttelsesområder (BNBO) omkring indvindingsboringer til almene vandforsyninger, er der på finansloven for 2012 afsat 20 mio. kr. årligt i 2012 og 2013 til en tilskudspulje og et rejsehold, der kan vejlede kommunerne.

Tilskudspuljen kan søges på frivillig basis af kommunerne til gennemførelse af BNBO-udredninger. Det nedsatte rejsehold er ansvarlig for administration af tilskudsordningen. Rejseholdet vil herudover yde rådgivning og vejledning til kommuner, der ønsker at etablere BNBO samt rådgive om grundvandsbeskyttelse generelt. Særlige problemstillinger omkring klimaændringernes konsekvenser for drikkevandsforsyningen inddrages i rejseholdets rådgivning efter behov.

Der eksisterer en række relevante værktøjer i relation til klimatilpasning mht. grundvand, særlig modelværktøjer til beregning af kvantitative forhold (grundvandsstrømning/-sænkning). Der er udviklet en landsdækkende vandressourcemodel af GEUS, DK-modellen:
<http://vandmodel.dk/vm/index.html>

Der findes således integrerede grundvandsmodeller, som kan beskrive vandkredsløbet bredt, og fx analysere sammenhænge mellem grundvandsstand og påvirkning af overfladevand (fx vandløb og søer).

Herudover eksisterer en række værktøjer til beregning af grundvandskemiske forhold, fx nitratudvaskning, som er relevante i klimasammenhæng.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

De statslige vandplaner for anden planperiode (22. december 2015 til 22. december 2021) vil, ved inddragelse af behovet for vand til vandløb og våd natur, indeholde mere præcise opgørelser af størrelsen af den grundvandsressource, der er til rådighed for vandindvinding. Her vil det være relevant at tage højde for klimaændringernes påvirkning af grundvandsressourcen nu og fremover.

Videns- og datagrundlaget er yderst veludbygget, med lovpligtig indberetning til fællesoffentlige, centrale databaser af bl.a.:

- Grundvandskemiske data
- Kvantitative data i form af indvundne (oppumpede vandmængder)
- Geologiske data i form af prøver, geologiske oplysninger mm.
- Boredata, modeldata og administrative data

Indberetningerne af data vil løbende vise klimaændringernes konsekvenser, og med den rette opfølgning kan de herfra anvendes i arbejdet med klimatilpasning af grundvandsbeskyttelse og indvindingstilladelser.

Rådgivning på grundvandsområdet sker traditionelt med udgangspunkt i regelarbejdet. Der er ikke et dækkende overblik over i hvilket omfang, der er gennemført rådgivning om klimatilpasning i forhold til grundvand, men ovenstående rejsehold er sat i verden for at styrke statens rådgivning til kommunerne.

Regulering

Klimaændringernes konsekvenser for vandforsyningen skal løbende inddrages i forvaltningen af lovgivningen samt i forbindelse med lovændringer. Det gælder først og fremmest for vandforsyningsloven⁵ og tilhørende bekendtgørelser, samt bestemmelser i miljøbeskyttelsesloven⁶ omkring bl.a. udledning og tilledning af forurenende stoffer til grundvandet.

Derudover sker der grundvandsbeskyttelse, som bl.a. inkluderer:

- Vandmiljøplanerne
- Godkendelsesordningen for pesticider
- Pesticidaftalerne, herunder aftale om ophør af pesticidanvendelse på offentlige arealer
- Jordforureningsloven

Sammenfatning

Samlet set giver den øgede grundvandsdannelse ændrede rammer for fremtidens vandforsyning. Dels i form af øgede grundvandsressourcer og dels i form af visse udfordringer. Øget grundvandsdannelse i det øverste jordlag giver forhøjet risiko for oversvømmelser på terræn.

En reduktion af sommervandføringen i vandløb kan gøre det vanskeligere at indfri målsætningerne i Vandrammedirektivet, hvorfor det lokalt kan blive aktuelt at flytte vandindvindingen

Mht. grundvandsbeskyttelse er der igangsat en indsats omkring boringsnære beskyttelsesområder, der inkluderer en tilskudsordning og et rådgivende rejsehold, hvor også klimatilpasningshensyn

⁵ Lovbekendtgørelse nr. 635 07/06/2010 om vandforsyning m.v.

⁶ Lovbekendtgørelse nr. 1757 af 22. december 2006 om miljøbeskyttelse

inddrages. En række love og ordninger bidrager til grundsvandsbeskyttelsen. Her er der behov for at inddrage klimatilpasning som hensyn i forvaltningen og eventuelle ændringer af lovgrundlaget.

De eksisterende grundvandsmodeller og andre værktøjer er umiddelbart tilstrækkelige til at monitorere udfordringerne fra klimaændringerne.

4.2 Erhvervssektorer

4.2.1 Landbrug

Klimaændringerne har en meget direkte påvirkning af dansk landbrug. Det danske landbrugsareal udgør ca. 62 % af det samlede landareal. Samlet udgør landbrugseksporten ca. 12 % af den danske eksport. Derfor kan klimaændringerne få betydning for landbrugets arealanvendelse og erhvervsaktivitet herunder beskæftigelsen og eksporten.

Konsekvenser af klimaændringerne

De centrale konsekvenser af klimaændringerne for landbruget er følgende:

- *For flere afgrøder vil en temperaturstigning være favorabel:*
For afgrøder som græs, sukkerroer og majs vil en temperaturstigning være favorabel, idet det er længden af hele vækstsæsonen, der er afgørende for udbyttet. Der er allerede nu et skift mod dyrkning af mere majs i Danmark. En længere vækstsæson for græsmarkerne kan samtidig give en længere afgræsningsperiode.
- *Øget CO₂ medfører udbyttestigning:*
Øget indhold af CO₂ i atmosfæren vil give en udbyttestigning. Ved en fordobling af CO₂-koncentrationen vil udbyttet formentlig øges med omkring 20 % i de fleste afgrøder.
- *Højere temperaturer forøger produktionssæsonen for grøntsager og frugt:*
For frilandsgrøntsager og frugt vil højere temperaturer især i forår og efterår betyde en forlænget produktionssæson, hvilket vil være en klar markedsmæssig fordel. Samtidigt vil der blive mulighed for nye produktioner, som fx en større udbredelse af vindyrkning i Danmark.
- *Højere samlet udbytte i landbruget kan give øget udvaskning af kvælstof og fosfor*
Stigende udbytter medfører øget behov for kvælstofgødskning. Samtidig vil øget temperatur og vinternedbør øge risikoen for kvælstof- og fosforudvaskning til vandmiljøet.
- *Stigende temperaturer giver mindre udbytte for enårige landbrugsafgrøder:*
Temperaturstigning vil for etårige landbrugsafgrøder, som fx korn og raps reducere længden af den aktive vækstperiode og dermed en nedgang i udbyttet, fordi afgrøderne vil modne tidligere. Samtidigt kan temperaturstigningerne føre til betydeligt øget variation i udbytterne.
- *Øget vinternedbør og stigende vandstand giver dårligere landbrugsmæssig udnyttelse:*
Øget vinternedbør og stigninger i vandstanden vil visse steder give anledning til oversvømmelser eller til så høj grundvandstand, at dyrkningssikkerheden bliver vanskelig at opretholde. Det kan især blive tilfældet langs en række fjorde og vandløb, men også på andre drænedede jorder med ringe fald til vandløbene kan der blive problemer med større nedbørsintensitet.
- *Længere tørkeperioder øger behov for kunstvanding:*
Længere perioder om sommeren med tørke giver et øget behov for kunstvanding, særligt på sandjorder. Samtidig vil øget temperatur øge fordampningen, men en del af denne effekt

modvirkes af mindre fordampning fra planterne ved øget CO₂ koncentration i atmosfæren. En ændring i afgrødevalget mod dyrkning af mere majs vil også øge behovet for kunstvanding. Øget behov for vanding kan få en effekt på sommervandføringen i vandløb.

- *Stigende temperaturer styrker visse ukrudtsarter:*
Visse ukrudtsarter vil drage fordel af et varmere klima fx hanespore og grøn skærmaks, som er forholdsvis nye ukrudtsarter i Danmark. Begge arter regnes blandt de mest tabsvoldende ukrudtsarter på verdensplan, men i Danmark har de hidtil kun været et mindre problem.
- *Højere temperaturer giver måske mindre sygdomsproblemer:*
Det er meget svært at sige noget klart entydigt om udviklingen af plantesygdomme, men den overordnede vurdering er, at der for en række sygdomme vil være mere favorable temperaturforhold i fremtiden, så visse plantesygdomme kan vinde øget udbredelse.
- *Stigende temperaturer ændrer betingelser for eksotiske dyresygdomme:*
Stigende temperaturer vil kunne ændre betingelserne for forekomst af dyresygdomme, der i dag betragtes som eksotiske i Danmark. Fx de vektorbårne sygdomme, hvor mindre ændringer i temperatur og fugtighed kan give flåter og myg mulighed for at etablere sig nye steder. Den vektorbårne sygdom bluetongue blev for nogle år siden betragtet som en eksotisk sygdom. På få år er den spredt til de fleste EU lande med omfattende vaccinationsprogrammer til følge.

Dansk landbrug vil generelt være gunstigt stillet med hensyn til de forventede klimaændringers virkninger på produktionspotentiallet for jordbruget. Der er dog fortsat knyttet en betydelig usikkerhed til konsekvenserne af større klimavariation og klimaekstremer, som nogle steder vil kunne reducere dyrkningsmuligheder og rentabilitet i jordbrugsproduktionen.

For husdyrproduktionen vil både klimaforandringer og den øgede globale mobilitet af mennesker, dyr og varer være medvirkende til, at der ses nye udbredelsesmønstre for sygdomme og infektioner.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Landbrugserhvervet vil selv stå for forandringerne i afgrødesammensætningen og husdyrproduktionen.

Det er *kommunerne*, der skal stå for den praktiske implementering af Vandrammedirektivets virkemidler omkring ændret vandløbsvedligeholdelse og højere grundvandsstand, herunder at give vandingstilladelser og følge ændringer af vandløbscirkulærer.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri er Danmarks repræsentant i EU-forhandlingerne, der skal føre til en revision af den fælles landbrugspolitik (CAP) fra 2014. EU-Kommissionens tema har været "Greening the CAP", hvorfor der bl.a. er foreslået forskellige tiltag for udtagning af sårbar landbrugsjord og andre tiltag i relation til klimatilpasning.

Miljøministeriet i samarbejde med *Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri* med implementeringen af Vandrammedirektivets tiltag omkring udvaskning af kvælstof og fosfor til vandmiljøet, samt om bæredygtig brug af pesticider. Begge dele påvirkes af klimaændringerne og behandles nærmere under afsnittet om natur.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har fokus på sygdomme hos produktionsdyr herunder sygdomme, der skyldes klimaforandringer, bl.a. fordi denne gruppe dyr kan udgøre en risiko for fødevarerbårne sygdomme hos mennesker.

Rådgivning inden for jordbrugs- og husdyrsektoren forestås af *Videncentret for Landbrug*, som hvert år bl.a. gennemfører en lang række dyrkningsforsøg med landbrugsafgrøder, herunder afprøvning af nye afgrøder, sorter og dyrkningsteknikker. Denne viden spredes til landmænd gennem et effektivt rådgivningssystem, som også understøttes gennem løbende dialog med universiteterne. Desuden har Videncentret for Landbrug tilsvarende erfaringsindsamling fra besætningsdyrlæger, afprøvningsværter og forskere, hvor ny viden inden for husdyrproduktion formidles til landmænd.

Muligheder for tilpasning

Udnyttelse af potentialet for øget udbytte som følge af klimaændringerne forudsætter 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, gødsning og pesticidanvendelse). Arealet med majs er fx steget fra 560 ha i 1965 til 172.000 ha i 2010.

Især inden for samspillet til landbrugets miljøpåvirkning vil der være brug for styring af tilpasningen. Specielt forhold omkring regulering af afdræning af lavbundsarealer, vanding, gødsning og plantebeskyttelse påvirkes af klimaændringer. Modelberegninger viser, at dyrkning af efterafgrøder vil kunne begrænse risikoen for øget kvælstofudvaskning. Risiko for tab af fosfor til vandmiljøet vil formentlig kunne begrænses gennem nye miljøvenlige teknologier.

Problemet med håndtering af øgede vandmængder på lavbundsarealer kan enten løses gennem udbygning af vandafledningsevnen, digebyggeri og bortpumpning af vandet, eller arealerne kan opgives til landbrugsmæssig udnyttelse. Der kan være behov for en kortlægning af problemets arealmæssige omfang og af tidshorisonten.

Skader som følge af mere ekstreme vejrforhold kan mindskes gennem større anvendelse af flerårige afgrøder, der har højere modstandsstyrke overfor klimaekstremer.

Et øget behov for markvanding kan give behov for flere tilladelser til markvanding. Samtidig kan markvanding få konsekvenser for sommervandføringen i vandløb, hvorfor det kan blive nødvendigt at justere de eksisterende tilladelser til vandindvinding. Der kan også her være behov for yderligere kortlægning af problemets omfang.

Igangværende og gennemførte initiativer

Med nedsættelsen af Natur- og Landbrugskommissionen i 2012 er der et fornyet fokus på de komplicerede samspil mellem natur, miljø og landbrug. Udfordringerne omkring effekter af klimaændringer indgår i kommissoriet for Natur- og Landbrugskommissionen.

Klimatilpasning dækker et meget bredt spekter af mulige forskningsfelter og indsatsområder fra håndtering af ændrede temperatur og nedbørsforhold over dyrkning af nye afgrøder til håndtering af nye skadedyr og/eller plante- og husdyrsygdomme. Forhold som i forskelligt omfang indgår som delelementer i flere projekter til fremme af bæredygtig produktion inden for fødevarerhvervene,

men som relativt sjældent står som selvstændige formål. Dette gælder også Fødevareministeriet, hvis selvstændige forskningsprogrammer er overført til det nyetablerede Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, som pt. har 10 projekter, hvor klimatilpasning indgår som en del af formålet.

Det Rådgivende Udvalg for Dyresundhed har nedsat en arbejdsgruppe, der udover at se på nye infektionssygdomme der har potentiale til at sprede sig til Danmark, også ser på hvilke initiativer der kan iværksættes for at øge dyrlæger, lægers og dyreejeres fokus på de nævnte sygdomme hos kæledyr, med det formål at minimere risikoen for indførsel og spredning af sygdomme, der har betydning for sundheden hos både mennesker og dyr – herunder sygdomme der skyldes klimaforandringer.

Forskning i pesticidanvendelse

I et nyligt afsluttet forskningsprojekt (PRECIOUS) blev der udviklet scenarier for pesticidanvendelse i et fremtidigt klima svarende til forventede klimaændringer i 2050. Beregningerne viser en stigning i behandlingsindekset som følge af klimaændringer på 10-20 %. Til trods for dette vil udvaskningen af stærkt bundne herbicider, insekticider og fungicider ikke øges i det fremtidige klima. Derimod kan der forventes øget udvaskning af sulfonylurea herbicider og i mindre omfang af andre herbicider. På lerjord vil de direkte klimaeffekter, fx mere kraftige regnskyl, give forøget pesticidudvaskning med en faktor ca. 100-10.000, fordi strømmingen gennem de øvre jordlag i væsentligt omfang sker gennem makroporer. På sandjord har den ændrede nedbørsintensitet, fordampning og temperatur mindre betydning.

Barrierer og muligheder

Viden og rådgivning

Viden om effekter af klimaændringer på landbrugets afgrødeproduktion og på relaterede miljøeffekter er blevet styrket en del i de senere år, især i kraft af nationale og europæiske forskningsprojekter, som i samarbejde med andre europæiske forskere har sammenlignet modeller og datagrundlag samt anvendt disse på de nyeste scenarier for klimaændringer.

For at styrke beslutningsgrundlaget gennemføres der i det igangværende CRES-projekt under Det Strategiske Forskningsråd undersøgelser af usikkerheder på samspillet mellem klimascenarier, scenarier for arealanvendelse og modeller for afgrøder og stoftransport på mulige konsekvenser for vandforsyning, dyrkningsegnethed og kvælstofforurening i Odense Å oplandet. Forskningen har vist, at klimaekstremer kommer til at spille en betydelig rolle i fremtiden, og at den eksisterende viden og de nuværende modeller for effekter på landbruget er utilstrækkelige til dette formål. Dette er derfor et hovedfokus i kommende forskningsprojekter, som kan søges finansieret via EU midler og i forbindelse med EU's JPI-FACCE initiativ.

EU Kommissionens udkast til en ny dyresundhedsstrategi giver et grundlag at takle de nye udfordringer for dyresundheden på, hvor der er en mulighed for at få tænkt klimaforandringerne ind i udmøntning af strategien. EU har desuden igennem de senere år øget deres fokus på sygdomme, der har betydning for både mennesker og dyr, under konceptet "One Health".

Den større risiko for tab af kvælstof og fosfor fra landbrugsjord under klimaændringer kan gøre det aktuelt at vurdere behovet for omlægning af en del af det nuværende areal med afgrøder i omdrift til

permanent vegetation (fx græs eller pil) for at mindske belastningen af miljøet. 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.

Der findes en lang række internetbaserede værktøjer til rådgivning omkring bl.a. gødskning, vanding, plantebeskyttelse og husdyrhold. Disse værktøjer vedligeholdes og udbydes af Videncentret for Landbrug. Disse værktøjer tager i varierende grad hensyn til variation i vejrforhold, men en del af dem vil dog formentlig skulle udbygges og justeres for at kunne håndtere større klimaændringer. Der er også behov for at udvide paletten af rådgivningsværktøjer, især vedrørende risiko for oversvømmelse og muligheder/behov for ændring i afdræningsforhold på markerne.

Regulering

Klimaændringer kan give problemer med dyrkning af visse jorder, som kan blive urentable og muligvis opgives til jordbrugsmæssige formål, en proces der vil blive forstærket af implementeringen af vandrammedirektivet. Ligeledes kan spredningen af visse vektorbårne sygdomme umuliggøre anvendelsen af visse jorder til afgræsning. Hvorvidt jorden på udsatte områder kan eller skal anvendes til andre formål må formentlig afgøres i forhold til den lokale situation. Effekter på biodiversitet, miljø og på behov for forsyning med fødevarer og biomasse samt hensyn til naturen spiller også ind. Dette kan tale for en større grad af planlægning af arealanvendelsen i Danmark.

Stigende udledninger af fosfor og kvælstof til vandmiljøet kan indebære behov for yderligere tiltag i forhold til de foreslåede Vandplaner som opfølgning på Vandrammedirektivet, der skal sikre god kvalitet af grundvand, vandløb, søer, fjorde og indre farvande. For at reducere det mulige fremtidige fosfortab kan der i fremtiden være et behov for at overveje, om det er nødvendigt at regulere fosfortilførslen til danske landbrugsjorder.

Den væsentligste kilde til finansiering af tiltag til klimatilpasning i landbruget vil være via EU's landbrugspolitik (CAP'en). Den nuværende aftale omkring CAP'en løber til og med 2013, og ifølge Europakommissionens udspil kan der forventes en række reformer, som vil påvirke landbrugets produktionsforhold, og dermed også samspillet til klimaændringer. Disse reformer tænkes i højere grad at give mulighed for regionale eller lokale foranstaltninger, som både kan reducere landbrugets miljøbelastning, men også mindske sårbarheden over for klimaændringer. Det kan blive aktuelt at sikre finansiering til større strukturelle ændringer, så som støtte til udtagning af jord i særligt truede områder.

Sammenfatning

Temperaturstigninger kan give en produktivitetsstigning for jordbruget ud fra en løbende tilpasning i landbruget, der allerede er i gang. I den sammenhæng er det relevant at overveje justeringer af reguleringen af landbrugets udvaskning af kvælstof og evt. fosfor samt brug af pesticider.

Flere ekstreme vejrhændelser med oversvømmelser eller tørke til følge er en udfordring for landbruget, der forstærkes af implementeringen af vandrammedirektivet. Det kan for udsatte lavbundsarealer blive urentabelt at drive landbrug, hvorfor anvendelse af arealerne kan overvejes.

Der er gang i flere initiativer, der vil øge vidensniveauet om landbrugets muligheder og udfordringer som følge af klimaændringerne, og det er relevant at sætte yderligere fokus på, hvordan landbruget kan udnytte klimaændringerne, og hvordan negative effekter heraf kan undgås.

4.2.2 Skovbrug

Skov er den naturlige vegetationsform stort set overalt i Danmark, og har derfor en særlig betydning for sikring af den biologiske mangfoldighed. Skoven dækker ca. 14 pct. af landets areal. Udover en årlig hugst på ca. 2 mio. m³ (ca. 30 % af Danmarks træforbrug) bidrager skovene med betydelige landskabelige, naturmæssige og rekreative værdier.

Træer har generelt en høj tilpasningsevne i forhold til klimaændringerne. Mange træarter vil således opnå fordel af de stigende temperaturer, hvorimod længere tørkeperioder i vækstsæsonen vil svække de fleste træer. Særligt for nåletræerne kan de ændrede temperaturer og nedbørsfordeling samt øget stormrisiko dog få negative konsekvenser. Grundet skovens lange produktionstid, der for nåletræer ligger mellem 50-80 år og for løvtræer fra 80 og op til 150 år, betyder det, at det allerede nu er nødvendigt at tilpasse sig til klimaændringerne, blandt andet ved ændret artsvalg og dyrkningsform.

Konsekvenser af klimaændringerne

De væsentligste konsekvenser for skovbruget er følgende:

- *Stigende temperaturer giver længere vækstsæson samt større biomasseproduktion:*
Højere temperaturer og øget CO₂ indhold i atmosfæren kan give øget plantetilvækst og dermed større indenlands biomasseproduktion. På grund af det varmere klima vil træernes vækstsæson ligeledes blive forøget.
- *Øget stormstyrke påvirker vedproduktionen og den biologiske mangfoldighed:*
Øget stormstyrke (5-10 %) samt øget stormrisiko kan føre til et øget antal væltede træer (særligt nåletræer, som udgør ca. halvdelen af Danmarks skovareal) og større hyppighed af omfattende stormfald. Dette kan påvirke vedproduktionen og indebære øget risiko for tab af skovens biologiske mangfoldighed, såfremt stormfaldet sker i større sammenhængende områder.
- *Tørkestress og storm påvirker skovens træer:*
Skovens træer er sårbare over for klimaændringer (tørkestress og storm). Dette øger sårbarheden i forhold til skadevoldende sygdomme og skadedyr. Disse kan derved lettere angribe træet med forringelse og svækkelse af træets ved, råd og udtørring til følge.
- *Højere sommertemperaturer øger risikoen for flere skovbrande:*
Som resultat af det varmere klima er der risiko for flere skovbrande, hvilket bl.a. er udbredt i Sydeuropa.
- *Stigende temperatur ændrer artssammensætningen i skovene:*
Træarterne er forskelligt rustede til klimaændringerne. Rødgran, som dækker ca. 17 % af skovarealet i Danmark, er truet af temperaturstigningerne, da arten ikke klarer sig godt med milde vintre og sommertørke (andre ikke-hjemmehørende nåletræarter, som fx sitkagran, vil klare sig bedre med temperaturstigningen). Modsat vil løvskov opnå bedre betingelser som følge af stigende temperaturer.

De væsentligste konsekvenser af klimaændringerne er dårligere vækstvilkår for primært nogle af

nåletræsarterne, men samtidig bedre vækstvilkår for andre af skovens træer. Det er primært kombinationen af kraftigere storme og forøget temperatur og nedbør, som kan udfordre skovene. De umiddelbare konsekvenser forventes især at ramme nogle af nåletræsarterne, men også andre træarter kan få nye problemer i forhold til skadevoldende sygdomme og skadedyr. Skove, hvor driften er baseret på ensaldrende monokulturer (bevoksninger med kun en træart) vil være særligt udsatte.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Skovene er reguleret efter Skovloven og Naturbeskyttelsesloven, som hører under miljøministerens ressort. Skovloven sætter reglerne for de eksisterende skoves anvendelse og hjemler mulighed for tilskud til både aktiviteter i eksisterende skov og for tilskud til skovrejsning. Naturbeskyttelsesloven regulerer beskyttelsen af en række naturtyper og angiver adgangsforholdene for publikum. Endvidere er der i Erhvervs- og Vækstministeriets ressort lov om stormflod og stormfald, hvori der gives mulighed for tilskud til gentilplantning efter stormfald.

Ejendomsforholdet til skove i Danmark

I Danmark er ca. 70 % af skovene privatejede. De resterende 30 % er offentligt ejet, hvoraf de ca. ¾ er statsejet. De private skove er fordelt på ca. 25.000 skovejendomme. Ca. 85 % af skovene er fredsskovpligtige, dvs. at arealerne er behæftet med en binding om, at arealet ud i al fremtid skal anvendes til skovbrugsformål.

Muligheder for tilpasning

Grundet skovens lange produktionstid er en tidlig indsats nødvendig for at kunne imødekomme de forventede klimaændringer. Et væsentligt værktøj er så tidligt som muligt at sikre det rette valg af træarter, således at større andele af skovene bliver mere robuste over for klimaændringerne. Det er i den sammenhæng vigtigt, at skovene kommer til at bestå af en blanding af mange forskellige træarter, således at skoven kan modstå eventuelt udfald af enkelte træarter. Dyrkningsformen kan tilpasses, så skovene bliver mindre udsatte. Ved at skabe større variation i arter og strukturer vil skoven samlet set være bedre til at modstå klimaforandringerne. Den naturnære skovdrift, hvor skoven drives med stor variation i arter og strukturer, er derfor en dyrkningsmetode, som forventes at kunne tilpasse skovene til et forandret klima.

Igangværende og gennemførte initiativer

Efter stormene i 1999/2000 og 2005 er der ydet tilskud til konvertering af ca. 16.000 ha. skov til mere robust skov, således at løvtræandelen efter tilskuddene udgjorde ca. 66 %, hvor løvtræandelen før stormene udgjorde omkring 10 %.

Statsskovene er, som fastslået i det nationale skovprogram fra 2002 under omlægning til naturnær drift.

Som et led i forbedringen af de private skove i Danmark, har Miljøministeriet indtil 2009 ydet tilskud til skovplanlægning med fokus på omstilling til bæredygtig skovdrift. Skovrejsningsordningen understøtter plantning af løvskove, hvor der siden 2001 er givet tilsagn til ca. 18.000 ha løvskov.

Ligeledes har Miljøministeriet indtil 2009 ydet tilskud til foryngelsesordningen for at forbedre de private skove i Danmark, hvor der er ydet tilskud til konvertering fra nåletræ til løvtræ med krav om indblanding af flere arter og repræsentation af hjemmehørende løvtræer på det enkelte areal.

Nye skove er tilpasset fremtidens klima

Klimaforandringerne er tænkt med i to skovrejsningsprojekter vest for Hillerød, der skal beskytte og optimere grundvandsressourcerne. Skævinge Skov og Gørløse Skov vil således i fremtiden udgøre ca. 1000 ha nyt klimatilpasset skovareal.

Projektets primære formål er at beskytte de eksisterende grundvandskilder og skabe potentiale for nye. Ved at opkøbe landbrugsjord og rejse skov i stedet sikres, at der ikke i fremtiden siver pesticider og hjælpestoffer fra gødning ned til grundvandet. Formålet med større skovarealer er desuden, at der bindes mere CO₂, som dermed forhindres i at slippe ud i atmosfæren, samt at der opnås et mere varierende landskab med en høj grad af biodiversitet.

Skovene tilplantes med klimarobuste arter som stabile løvfældende træarter med lidt indblanding af skovfyr. Modsat er der ingen rødgraner, da de har vist sig at være meget følsomme over for klimaforandringerne. Den valgte artsblanding kan modstå de store storme, som klimaforandringerne fører med sig. Desuden skabes en varieret naturtilstand, der er spændende at besøge, og som kan modstå ændringer i klimaet.

Barrierer og muligheder for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

I praksis er der begrænset viden om træarternes tålsomhed og tilpasningsevne. Her har fx stormfald givet væsentlig information om de forskellige træarters stormstabilitet under forskellige forhold. Men der er ringe viden om følger af langtidspåvirkning som følge af ændring af flere forskellige vækstfaktorer, fx vind, temperatur, indstråling, CO₂ koncentration, årstidsvariation. Der er samtidig ringe kendskab til de potentielle skadevoldere som, klimaændringer kan skabe livsgrundlag for.

Der foregår en løbende overvågning af skovene og på baggrund heraf udarbejdes statistik for skovene i Danmark. Der er herigennem viden om skovene og deres tilstand på generelt niveau. Fra skovforskningen er der viden om træarternes oprindelse og deres teoretisk mulige genetiske evne til at kunne tilpasse sig klimaændringerne.

Generel rådgivning af private skovejere om dyrkning og forvaltning af skovene – herunder om fx omstilling til naturnær skovdrift - sker ad flere kanaler. Skov & Landskabs "Videntjenesten", formidler forskningsresultater, artikler i fagblade (SKOVEN) samt gennem medlemskab af Skovdyrkerforeningerne for mange af de mindre skove.

En barriere for omstilling i det private skovbrug er dels den lange tidshorisont i skovbruget, dels en vis tilbageholdenhed i branchen, som især er begrundet i usikkerhed omkring de økonomiske aspekter ved en omstilling til naturnær skovdrift.

Der kan gøres en større indsats, hvis især det private skovbrug skal tilpasse skovene til de forventede klimaændringer. Opstilling og formidling af økonomiske modeller, der omfatter klimarisici, kan bidrage hertil.

Regulering

Skovloven understøtter naturnær skovdrift. Det kan overvejes, at evaluere Skovloven med hensyn til om loven giver hensigtsmæssige rammer for klimatilpasning. Der kan fx stilles krav til dyrkningsmetoder og arts- og proveniensvalg.

Sammenfatning

Et væsentligt middel til at ruste skovenes evne til at modstå klimaforandringerne er at sikre, at skovene kan regenerere sig. Det er vigtigt med tilstedeværelse af flere forskellige træarter, der er egnede til lokaliteten. Den naturnære skovdrift er et middel til dette.

Statsskovene drives nu efter principperne om naturnær skovdrift. Ved hjælp af forskellige virkemidler kan omstillingen af de private skove ligeledes fremmes.

4.2.3 Fiskeri

Klimaændringer og herunder især stigende vandtemperaturer og øget nedbør har allerede påvirket fiskerisektoren, og det forventes, at påvirkningerne vil øges fremover. Påvirkningerne af fiskerisektoren skyldes især de klimarelaterede ændringer af havmiljøet, som påvirker fiske- og akvakulturressourcerne direkte såvel som indirekte. Herudover vil den øgede frekvens af ekstreme vejr-situationer med kraftig vind have betydning for udbygningen af marin akvakultur.

Konsekvenser af klimaændringerne

De centrale konsekvenser for fiskeriet er følgende:

- *Stigende havtemperaturer påvirker fiskebestanden:*
Fisk er generelt tilpasset et temperaturinterval og stigende temperaturer vil betyde en generel ændring i bestandssammensætningen i danske farvande og dermed i ressourcegrundlaget for fiskeri. Bestande, som har deres sydlige udbredelse i danske farvande, vil blive påvirket negativt, mens bestande med højere temperaturpræference generelt vil blive påvirket positivt. Vi må således forvente en stigning i de varmetilpassede arter (fx sardiner og brisling) samtidig med, at de kuldetilpassede arter går tilbage (fx torsk i Nordsøen).
- *Klimaændringerne påvirker artssammensætningen:*
Stigende havtemperatur og andre klimarelaterede ændringer vil påvirke artssammensætningen i hele det marine økosystem og dermed ændre fødekæder, inklusiv fødeudbuddet for og prædatorer af fisk. Det er p.t. uklart, hvorvidt disse ændringer vil gøre fiskepopulationer og økosystemer mere eller mindre sårbare over for menneskelig påvirkning af økosystemerne som fiskeri og eutrofiering, og dermed hvordan fiskerisektoren vil blive påvirket.
- *Stigende havtemperatur og øget nedbør kan medføre problemer med iltsvind:*
De stigende havtemperaturer vil fx i Østersøen og i kystnære områder kunne føre til flere og større problemer med iltsvind, hvilket for eksempel for torsk kan betyde forringede levevilkår. Ligeledes vil øget nedbør og afstrømning fra vandløb kunne øge udvaskningen af næringssalte og øge risikoen for iltsvind. Disse forhold påvirker fiskerimulighederne.
- *Stigende havtemperatur fremmer sygdomsfremkaldende bakterier:*
Stigende havtemperatur kan fremme forekomsten af nye typer af sygdomsfremkaldende bakterier og toksiske alger, som kan true fiske- og skaldyrbestandene samt fødevarer sikkerheden.
- *Stigende havtemperatur kan påvirke produktionsforholdene:*
De stigende havtemperaturer kan accelerere forekomsten af invasive arter, som kan medføre markante ændringer i økosystemer, og dermed påvirke produktionsforhold og således fiskeriet for en række fiske- og skaldyrarter. Ligeledes er ørredproduktion meget sårbar over for temperaturstigninger, og marin opdræt af regnbueørreder kan være truet.
- *Stigende havtemperatur muliggør alternative opdrætsmetoder:*
Særligt de stigende vintertemperaturer muliggør anvendelse af alternative opdrætsmetoder, og opdræt af andre arter end i dag.

- *Øget nedbør og afstrømning fra vandløb medfører fald i saltholdigheden i Bælthavet og Østersøen:*
Populationer af en række vigtige fiskearter, der forekommer i de indre danske farvande, udviser lokal tilpasning til den eksisterende saltgradient fra Østersøen ud i Nordsøen. Ændringer i saltholdigheder kan betyde ændringer i den geografiske og tidsmæssige fordeling af fiskeriressourcerne.
- *Kraftig vind og nedbør påvirker udbygning af marin akvakultur:*
Øget frekvens af vejr-situationer med kraftig vind og nedbør kan påvirke mulighederne for udbygning af marin akvakultur og kan periodisk vanskeliggøre afhøstning af skaldyr i kystnære områder pga. udledning af urensset spildevand, og dermed problemer med fødevarer-sikkerhed.
- *Faldende pH påvirker produktionen af en række organismer:*
Faldende pH (forsuring) som følge af stigende CO₂ koncentration, kan få betydning for produktionen af en række organismer, herunder fisk og skaldyr, pga. reduceret kalkdannelse.
- *Kumulative effekter ved klimaændringer:*
Der kan være kumulative effekter fra klimaændringer i forhold til andre menneskeskabte effekter. Dvs. at selvom effekten af klimaændringerne i forhold til en organisme eller økosystem kan være lille, kan effekten have betydning i forhold til andre pres-faktorer som fx øget næringsstofindhold i vandmiljøet eller effekten af fiskeri.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Klimatilpasning i fiskerisektoren er fordelt blandt en lang række myndigheder og erhvervsaktører.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri arbejder for, at den fælles fiskeripolitiske forvaltning skal udvikle sig ud fra en målsætning om sikring af bæredygtighed via en økosystembaseret tilgang.

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, hvilket er et delt ansvar imellem *forskningsinstitutionerne, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og procesbranchen* (fiske- og skaldyrs forarbejdningsindustrien).

Hyppigere perioder med storm og nye arts- og bestandssammensætninger vil betyde, at der skal ske en tilpasning af skibe og redskaber til de nye fiskeribetingelser og -muligheder. Det er *fiskerierhvervets* eget ansvar, med støtte fra *forskningsinstitutionerne*, især mht. redskabsudvikling.

De nye arts- og bestandssammensætninger vil betyde, at der skal udvikles nye maskiner og teknologier i *forarbejdningsindustrien*.

Mht. formindskelse af udvaskningen af næringssalte fra land og derved eutrofiering og iltvind i det marine miljø, arbejder *Miljøministeriet* i samarbejde med *Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri* med implementeringen af Vandrammedirektivets tiltag.

Muligheder for tilpasning

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.

Med nye arter som fx ansjos, mulle, multe, sardin og stillehavsøsters 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.

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

Inden for akvakultur kan det formentlig gennem selektion og evt. avlsarbejde være muligt at fremavle stammer som bedre tåler højere vandtemperatur, men det er dog relativt begrænset hvilke forøgede muligheder, der kan opnås ad denne vej. Flytning af de mest påvirkede anlæg til mindre udsatte lokaliteter kan evt. være en anden tilpasningsmulighed forudsat gode opdrætsforhold forefindes og at tilladelse kan opnås (se afsnittet muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats). Opdræt af andre, alternative arter kan også være en mulighed.

Igangværende og gennemførte initiativer

For at styrke videngrundlaget kan der være 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.

Eksempler på klimarelaterede forskningsaktiviteter og projekter:

Der er igangsat en undersøgelse af fiskepopulationens følsomhed overfor klimavariationer og menneskelige påvirkninger på fx zooplankton – tobisinteraktionen og Østersø brisling og torsk.

Der foregår udvikling og afprøvning af trawl med ”vinduer” med henblik på mere selektivt og dermed bæredygtigt fiskeri efter jomfruhummere. Vinduerne sikrer, at uønsket bifangst af småtorsk under jomfruhummerfiskeriet formindskes, da disse kan slippe ud af trawlet.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Der er en række barrierer og muligheder for indsatsen i forhold til erhvervsfiskeri:

- Økologisk viden om klimapåvirkninger på fiskebestandene og økosystemer er fragmentarisk og undertiden kun tilgængelig for skalaer, der ikke er relevante for forvaltning af fiskeriet.
- Der er stadig ganske stor usikkerhed og fragmenteret viden om de økologiske processer, selv om de har betydelig betydning for fiskeriforvaltningen, hvorfor der i modellerne indbygges betydelige sikkerhedsgrænser.

Viden- og rådgivning

Der kan inden for akvakultur være behov for studier af eksisterende stammer med henblik på at få fastlagt tolerancen i eksisterende stammer for bl.a. temperaturstigninger samt mulighederne for at ændre produktionsform, herunder for introduktion af alternative opdrætsarter.

Der kan endvidere være behov for udvikling og videreudvikling af værktøjer.

Regulering

Der kan være behov for at ændre den eksisterende regulering for havbrug.

Sammenfatning

Især de stigende vandtemperaturer har allerede påvirket fiskerisektoren, og påvirkningerne forventes at øges fremover. Det er især udbredelse og bestandsstørrelse af forskellige fiskearter, der kommer under pres. Nye arts- og bestandssammensætninger vil betyde en løbende tilpasning af skibe og fiskeriindustrien. Med nye arter kan det blive nødvendigt at overvåge udviklingen, så man sikrer den nødvendige videnskabelige basis for at tilpasse og udvikle forvaltningssystemet. For at styrke videngrundlaget kan det være behov for at udvikle værktøjer, der kan bruges til at kvantificere og kvalificere betydningen af klimaændringer for havets fødekæder, økosystemer, fiskebestande og en bæredygtig udnyttelse af disse.

4.2.4 Energi

Klimaændringerne vil påvirke energisektoren på flere fronter, med både positive og negative konsekvenser. Med ændrede temperaturforhold vil energibehovet være anderledes. Andre vejrforhold som kraftigere storme vil stille krav til dimensionering af anlæg mv.

Energisektoren vurderes i vid udstrækning at være rustet til de ændrede klimatiske forhold.

Konsekvenser af klimaændringerne

Konsekvenserne for energisektoren vurderes først og fremmest at være følgende:

- *Mildere vintre betyder reduceret energiforbrug:*
Med højere middeltemperatur og mildere vintre vil energibehovet i vinterhalvåret falde. Forskellen i energiforbruget mellem milde og kolde vintre er ca. 20 %. Samtidig vil varmere somre dog medføre et øget kølingsbehov, men effekten heraf forventes at være mindre end effekten af mildere vintre.
- *Vejrekstremer kan påvirke energiproduktionsanlæg:*
Mere ekstremt vejr med kraftigere storme kan medføre et behov for at sikre anlæg mod ændrede vejrforhold. Konsekvenserne er dog begrænset, da vindmøllerne er sikret mod høje vindhastigheder og det sårbare elforsyningsnet stort set er eller bliver kabellagt. Ved store vindstyrker vil vindmøllerne slå fra, hvorved el-produktionen ophører.
- *Øget vind giver større effekt på vindmøller:*
Med kraftigere vind er der potentiale for en bedre udnyttelse af vindmøller til en større elproduktion. Den forventede forøgelse af middelvindhastigheden på 1-2 % medfører dog kun en begrænset merproduktion, som dog ikke er afgørende for økonomien.
- *Ændrede import/eksport-mønstre giver lavere elpriser:*
Ændrede nedbørsmønstre i Sverige og Norge vil give større vandkraftproduktion. Samtidig vil højere temperaturer i Norge og Sverige reducere elforbruget til opvarmning i disse lande. Begge dele medvirker til reducerede elpriser i Danmark.
- *Mulighed for større biomasseproduktion:*
Højere temperaturer og højere CO₂-indhold i atmosfæren kan give øget plantetilvækst og dermed større indenlandsk biomasseproduktion. Biomasseproduktionen kan indgå i el- og varmforsyningen og erstatte fossile brændsler samt øge forsyningsikkerheden.

I praksis er klimaændringerne ubetydelige for energiforsyningen. Der vil løbende ske en spontan tilpasning, og der er derfor ikke behov for yderligere regulering. Den vigtigste konsekvens af klimaændringerne vurderes derfor at være et reduceret energiforbrug pga. mildere vintre.

Fordeling af ansvar mellem forskellige myndigheder og private

Der vurderes ikke behov for særlige tiltag, idet der forventes en spontan tilpasning. Tilpasningen sker løbende ved løbende etablering/nedlukning af anlæg efter behov. Ansvar ligger hos anlægsejer, der kan være såvel privat som offentlig.

Muligheder for tilpasning

Det fremtidige valg af energikilde vil være uafhængigt af de kortsigtede klimaforandringer, der relativt vil være ubetydelige i forhold til energikildens anvendelse. Stormhændelser inden for de kommende 20 år forandres ikke så meget, at det får nævneværdige konsekvenser for vindmølleproduktionen. I øvrigt dimensioneres vindmøllerne efter vindbelastningen, og da levetiden for vindmøller forventes til ca. 20 år, vil der ikke ske så betydelige ændringer i møllens levetid, at det kræver en særlig indsats.

Energiforbruget til køling kan optimeres ved 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.

Igangværende og gennemførte initiativer

Folketinget vedtog i juni 2008 en lov om fjernkøling⁷. Herefter er der givet mulighed for kommunal deltagelse i fjernkølingsprojekter, som tidligere kun var forbeholdt private virksomheder. Hermed er en barriere for kommunal deltagelse i fjernkølingsprojekter fjernet. Der er igangsat et konkret fjernkølingsprojekt, *jf. nedenstående boks*.

Tilpasningsinitiativer indenfor energisektoren i dag

Københavns Energi idriftsatte i 2010 et fjernkølingsprojekt for en række kunder omkring Kgs. Nytorv. Fjernkølingsanlægget ved Kongens Nytorv er det første af sin art i København. Driftserfaringer fra dette anlæg (og andre anlæg under planlægning) vil kunne give vigtige erfaringer om mulighederne for at minimere energiforbruget til køling.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Energiproduktionsanlæg er karakteriseret ved typiske investeringshorisonter på 10-30 år. Der sker løbende udskiftninger og tilpasninger af anlæggenes kapacitet i forhold til behovet. De eksisterende energiproduktionsanlæg er relativt ufølsomme overfor de klimaforandringer, som forventes inden for de nærmeste 20-30 år. Der skønnes derfor ingen behov for særlige klimatilpasningsinitiativer overfor energiproduktionsanlæg (el- og varmeproduktionsanlæg, herunder kraftvarmeværker og vindmøller).

Såfremt klimaforandringerne fører til ændrede krav for energiproduktionsanlæggene (øget eller reduceret produktion), vil der ske en spontan tilpasning i takt med, at produktionsanlæg fornyes eller renoveres.

Der er således ingen umiddelbare barrierer for klimatilpasningen for energiproduktionsanlæg.

En stigning i sommertemperaturen vil kunne føre til et øget kølebehov om sommeren, som traditionelt dækkes af eldrevne klimaanlæg. Klimatilpasningsindsatsen inden for energiforsyningen forventes hovedsagelig at skulle adresseres mod minimering af energiforbrug og omkostninger til køling.

⁷ Lov om kommunal fjernkøling

Indsatsen skal rettes dels mod forebyggelse af kølebehov og dels mod energioptimering af nødvendig køling. Forebyggelse af kølebehov vil kunne ske gennem en hensigtsmæssig udformning af bygningsreglementet for nybyggeri, *jf. byggeri og bolig*, og i mindre omfang ved renovering af eksisterende byggeri.

Sammenfatning

Klimaændringerne har i praksis ikke stor betydning for energiforsyningen. Den vigtigste konsekvens vurderes at være et reduceret energiforbrug pga. mildere vintre. Eksisterende energiproduktionsanlæg kan i vid udstrækning håndtere de forventede klimaændringer i restlevetiden, og der skønnes ikke at være behov for særlige initiativer overfor produktionsanlæg. Klimatilpasningsindsatsen i forhold til energiforsyning forventes primært rettet mod at begrænse energiforbruget til køling.

4.2.5 Turisme

Turismen skabte i 2010 en samlet omsætning på 74,6 mia. kr. i Danmark, hvoraf den udenlandske turisme stod for 30 mia. kr., svarende til 3,3 pct. af den samlede eksport til udlandet.

Dansk turisme vil på mellemlangt møde en række udfordringer som følge af stigende vandstande og oversvømmelser, men scenariet vil på længere sigt være mere positivt med betydelige vækst – og udviklingspotentialer.

Konsekvenser af klimaændringerne

De væsentligste konsekvenser for turismen er:

- *Danmark vil fremstå som en attraktiv feriedestination en større del af året:*
75 % af alle turister kommer p.t. til Danmark i sommermånederne juni, juli og august. Med et varmere klima ventes den danske turistsæson at kunne forlænges i retning af helårsturisme - samtidig med, at Danmark kan blive et mere attraktivt sted i højsæsonen. Analysen fra Deutsche Bank fremhæver Danmark med de mange og lange danske badestrande, som det land i Nordeuropa, der har de bedste betingelser for at kunne udfylde den fremtidige europæiske efterspørgsel efter sol- og badeferie.
- *Middelhavsområder bliver for varmt, hvilket gør Danmark mere attraktivt:*
Med et meget varmt og tørt klima i Middelhavsområdet, der er den region i Europa, der p.t. tiltrækker flest turister, så forventes det, at Middelhavslandene især højsommeren vil tiltrække et færre antal turister. Flere dage med hedeølger øger sandsynligheden for, at det bliver så varmt, at turister primært fra Nordvesteuropa vil søge andre steder at holde ferie - og som erstatning for især Cypern, Grækenland, Malta og Spanien som rejsemål, peger Deutsche Bank⁸ på bl.a. Danmark i den tempererede zone, der allerede er et attraktivt land at holde sommerferie i.
- *De nuværende kystferieområder vil blive mindre attraktive som følge af den højere vandstand:*
På mellemlangt sigt vil vandstandsstigninger gøre, at en række af de nuværende ferieområder med feriecentre, feriehus og campingpladser der ligger på kyststrækninger kan blive uanvendelige eller meget lidt attraktive til ferieformål.
- *Større investeringer i klimasikring som følge af kraftige regnskyl:*
De varslede kraftigere regnskyl i sommerperioden vil påvirke mange af de udendørs aktiviteter og attraktioner som turisterne især efterspørger i Danmark. Dette gælder også de store forlystelsesparker som bl.a. Tivoli, Dyrehavsbakken, Bonbon land og Fårup Sommerland, der vil skulle investere i faciliteter til håndtering af de øgede regnmængder.

Den vigtigste konsekvens vurderes at være, at potentialet for turisme således bliver væsentligt forbedret som følge af det varmere sommervejr i Danmark og hedeølgerne i Sydeuropa.

⁸ "Climate change and tourism: Where will the journey lead?"
http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD000000000222943.pdf

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Private aktører og kommunerne har selv ansvaret for tilpasse sig klimaændringerne, herunder det kraftigere regnvejr. Kommunerne har det planlægningsmæssige ansvar for, at nye områder kan anvendes af turismebranchen.

Muligheder for tilpasning

Tilpasning kan ske gennem løbende revision af turismestrategier med henblik på at fremme potentialet for dansk turisme mest muligt. Hvor klimaændringerne påvirker eksisterende anlæg kan der investeres i fx håndtering af regnvand. Klimaændringerne kan gøre nogle turistområder mindre attraktive og andre mere attraktive, hvorfor der kan planlægges for nye områder i det omfang, branchen efterspørger det.

Igangværende og gennemførte initiativer

Der er ikke planlagt særlige initiativer i forhold til turismebranchen, idet det vurderes at disse blive håndteret dels af branchen dels af de relevante myndigheder i forbindelse med deres almindelige opgaver.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Det bør løbende overvejes gennem tilpasninger af turismestrategierne, hvordan potentialet for dansk turisme kan fremmes mest muligt. Det vil eksempelvis på mellemlangt sigt kunne overvejes om der skal investeres i nye turismeanlæg – og faciliteter i de nye kystområder, der opstår som følge af vandstandsstigningerne. Det vil hovedsageligt komme af sig selv.

Der er ingen væsentlige barrierer for turismebranchens indsats.

Sammenfatning

Potentialet for turisme i Danmark kan blive styrket som følge af højere middeltemperaturer. Der vurderes ikke at være behov for særlige initiativer. Tilpasning varetages af branchen selv og de relevante myndigheder i forbindelse med almindelige opgaver. Tilpasning vil i vid udstrækning ske gennem justering af turismestrategier og investeringer i nye anlæg samt tilpasning af eksisterende ift. regn, ændrede kyststrækninger mv.

4.3 Biologiske områder

4.3.1 Natur

Naturen er både en del af løsningen, når vi skal tilpasse os klimaet, og samtidig betyder klimaændringerne, at naturen er udsat for yderligere pres.

Den danske natur er allerede under forandring som en konsekvens af et ændret klima og forandringerne vil intensiveres i takt med klimaændringerne. Effekterne vil generelt betyde at en række naturtyper og arter svækkes eller forsvinder, fordi de ikke har tid eller plads til at tilpasse sig. Samtidig vil andre eksisterende og nye arter styrkes og udbredes i den danske natur. Det gælder både for naturen på land og i vandmiljøet, som den resterende del af afsnittet er opdelt i.

Vandmiljø

I Danmark er der ca. 69.000 km vandløb, ca. 120.000 søer større end 100 m² samt ca. 43.500 km² kystvande, hvoraf fjorde og lukkede kystvande udgør ca. 9.000 km². Klimaændringerne vil udsætte vandmiljøet for et øget pres. Imidlertid kan en række af de virkemidler, der indgår i vandmiljøindsatsen bidrage til løsningerne for tilpasning til klimaændringerne.

Konsekvenser af klimaændringerne

De væsentligste konsekvenser for det danske vandmiljø er:

- *Mere nedbør kan øge næringsstofbelastning af vandmiljøet:*
Øget nedbør og ændret nedbørsmønstre forventes at give en øget næringsstofberigelse af vandmiljøet. I kombination med stigende temperaturer vil dette bl.a. resultere i øget algevækst, dårlige lysforhold, mere iltsvind og evt. medfølgende fiskedød.
- *Mere nedbør giver øget hydraulisk påvirkning af vandløbene:*
Øget nedbør vil endvidere betyde en større vandføring i vandløb og højere vandstand i kystområder, hvilket kan have betydning for dyre- og plantelivet.
- *Varmere klima kan ændre artssammensætning:*
Stigende temperaturer kan medføre ændringer af den biologiske struktur i vandmiljøet - med generelt ændret artssammensætning herunder flere invasive arter.
- *Varmere klima giver øget stofomsætning:*
Temperaturstigninger betyder endvidere ændret stofomsætning i vandmiljøet, hvor den biologiske aktivitet/omsætning øges som følge af øget temperatur.
- *Øget CO₂ i luften skaber forsuring af havet:*
Vandets indhold af CO₂ er i kemisk ligevægt med luftens indhold. Når luftens indhold af CO₂ stiger, stiger vandets indhold derfor også, hvilket giver en forsuring af havet med potentielt store konsekvenser for vandøkosystemerne

De væsentligste konsekvenser for vandmiljøet er den mulige øgede næringsstofbelastning af havmiljøet samtidig med at højere temperaturer påvirker stofomsætning og artssammensætning. Der mangler endnu viden om, hvad disse konsekvenser samlet betyder for vandmiljøet.

Ansvarsfordeling

Vandmiljøplanlægningen forvaltes på baggrund af vandrammedirektivet, som i Danmark er implementeret via miljømålsloven. Det overordnede formål med vandrammedirektivet er at opnå en god økologisk tilstand af vandområderne (vandløb, søer og kystvande) ved at forebygge forringelse og beskytte og forbedre tilstanden af vandområderne.

Staten har ansvaret for implementering af vandrammedirektivet og udarbejdelsen af vandplaner. Kommunerne skal senest et år efter offentliggørelse af vandplanerne udarbejde handleplaner, der fortæller, hvordan de konkret vil nå vandplanernes mål. Kommunerne skal efter behov opdatere sektorplanerne, for eksempel de kommunale spildevandsplaner. Kommunerne skal generelt forvalte i overensstemmelse med vandplanen og skal prioritere deres indsatser. Endvidere skal kommunerne specifikt prioritere de tiltag som understøtter indsatser i forbindelse med klimatilpasning.

Muligheder for tilpasning

Muligheder for tilpasning vil indgå som en central del af den kommende vidensopsamling og forskningsindsats om klimaforandringernes påvirkning af vandmiljøet.

Den kommende klimaindsats på vandområdet, kan på linje med anbefalinger fra EU tage udgangspunkt i:

- At tilrettelægge overvågningen således at det kan påvise klimaforandringerne.
- At sikre at det generelle valg af virkemidler og tiltag i forhold til vandmiljøet er robuste overfor klimaforandringer.
- At undersøge hvorledes fremskrivning af klimaforandringer påvirker vurderingen af vandplanernes belastningsopgørelser og miljøvirkninger.

En sådan klimaindsats vil basere sig på forskning og vidensopsamling med hensyn til, hvordan klimaforandringer påvirker vandmiljøet, således at klimaforandringer kan inddrages i den næste vandplan, der skal foreligge med udgangen af 2015.

Igangværende og gennemførte initiativer

Med henblik på at reducere udledningen af 9.000 ton kvælstof og 190 ton fosfor til vandmiljøet samt forbedre de fysiske forhold i op til 5.300 km vandløb, er der, som opfølgning på vandplanernes indsatsprogrammer iværksat en række konkrete og lovgivningsmæssige initiativer, blandt andet med etablering af randzoner ved Lov om randzoner⁹ samt etablering af vådområder og ændret vedligeholdelse af vandløb ved ændring af Gødningsbekendtgørelsen¹⁰ og naturbeskyttelsesloven¹¹.

Miljøministeriet og kommunerne har siden 2010 igangsat etablering af op til 13.000 ha kvælstof- og fosforvådområder med henblik på at reducere kvælstof- og fosforudvaskningen til vandmiljøet. Denne indsats har stor betydning for klimatilpasningen af det danske vandmiljø. Der mangler dog viden om, i hvilket omfang disse initiativer bidrager positivt til klimatilpasningen.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

⁹ Lovbekendtgørelse nr 591 af 14/06/2011 om randzoner

¹⁰ Ændringerne til Gødningsbekendtgørelsen trådte i kraft den 14. juli 2011

¹¹ Lovbekendtgørelse nr 933 af 24/09/2009 om naturbeskyttelse

Viden og Rådgivning

Der mangler viden om konsekvenserne af klimaændringerne for de målsætninger og indsatser, der er opstillet for vandmiljøet, *jf. vandrammedirektivet*. Ny viden vil dels kunne anvendes i udviklingen af de ny vandplaner samt til rådgivning af kommunerne i deres videre arbejde med handleplanerne.

Indsatsen for at anvende vådområder som buffer for tilbageholdelse af vand ved ekstremregn kan med fordel koordineres med etableringen af vådområder i medfør af vandplanerne.

Sammenfatning

Klimaændringerne kommer til at påvirke det danske vandmiljø på en række områder. Der mangler dog fortsat viden om, hvad konsekvenserne bliver for de målsætninger og indsatser, der er opstillet for vandmiljøet i medfør af vandrammedirektivet. Den næste generation af vandplaner skal foreligge med udgangen af 2015. Ny viden vil kunne understøtte implementering af klimatilpasning i vandplanlægningen.

Natur på land

Konsekvenserne af klimaændringerne for natur på land afhænger af naturtypen fx heder, enge eller klitområder og levestedet for specifikke dyr og planter. Det skyldes, at de enkelte naturtyper og arters vækst og overlevelse påvirkes forskelligt af de forskellige klimafaktorer (temperatur, nedbør, vind osv.).

I takt med ændringerne i naturen forventes økosystemerne at blive stadigt mindre stabile og dermed sårbare over for påvirkninger. Den øgede sårbarhed er en udfordring for opfyldelse af fastlagte målsætninger for naturkvalitet i Danmark.

Konsekvenser af klimaændringerne

De væsentligste konsekvenser for den danske natur er følgende:

- *Højere temperaturer og øget CO2 indhold giver højere biomasseproduktion*
Stigende temperaturer giver en længere vækstsæson. Samtidig giver et forhøjet CO2 indhold i atmosfæren mere gunstige vækstforhold. Tilsammen giver det en større biomasseproduktion i den danske natur.
- *Højere stormflodsvandstande forventes at medføre tab af naturområder langs kysterne*
Højere vandstand og kraftigere storme kan medføre erosion og tilbagerykning af kysterne, hvilket vil reducere og på anden vis påvirke de kystnære naturområder. Indtil 2050 er problemer dog forholdsvist begrænset.
- *Mere og kraftigere nedbør øger oversvømmelse af lavtliggende områder:*
Det er ikke kun langs kysterne men også i lavtliggende områder som ådale og enge at naturtyper og deres biodiversitet kan komme under pres fra stigende oversvømmelser i kombination med manglede spredningsmuligheder og manglende tid til at tilpasse sig.
- *Varmere klima giver ændret artssammensætning:*
Flere ikke-hjemmehørende arter vil udnytte det varmere klima til at udbrede deres leveområder til Danmark, hvilket vil have en effekt på det eksisterende økosystem, hvorfra

nogle nuværende arter forventes at forsvinde. Dette gør sig gældende i alle økosystemer på land, i ferskvand og i havet.

Den væsentligste udfordring er, at klimaændringerne ofte forstærker det pres, som naturen i dag er udsat for gennem reduktion og opsplnitning af levestederne samt forurening med miljøfarlige stoffer.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Staten har et overordnet ansvar for regulering af naturforvaltningen mens kommunerne er ansvarlige for de borgerrettede opgaver og hovedparten af den konkrete myndighedsudøvelse og håndhævelse herunder fx naturbeskyttelseslovens § 3, der beskytter søer, vandløb, moser, enge, heder, overdrev og strandenge. De findes i hele landet og må ikke ændres.

I forbindelse med implementering af Natura 2000 planlægningen skal offentlige lodsejere selv gennemføre den nødvendige indsats. Transportministeriet, hvorunder statens højhedsret henhører, inddrages for så vidt angår Natura 2000-planer, som berører kystvande ud til 12 sømil. På det marine område vil aktiviteter, der vedrører landbaserede aktiviteter og som kommunen er myndighed for, blive stilet kommunen, mens sektorministerierne står for den indsats, som hører under deres ressort.

Vedrørende fredninger kan både kommune, stat og Danmarks Naturfredningsforening tage initiativ til nye fredninger. Kommunen er plejemyndighed for privatejede arealer, og er også den myndighed, der fører tilsyn med fx alle fredede arealer bortset fra Miljøministeriets, hvor Naturstyrelsen fører tilsyn. Naturstyrelsen er plejemyndighed for egne arealer og er også den myndighed, der fører tilsyn med egne arealer.

Muligheder for tilpasning

Naturens egen tilpasning til klimaændringerne tager udgangspunkt i arternes to overordnede overlevelsesstrategier, når levevilkårene ændres, nemlig:

1. at flytte sig, som forudsætter, at artens spredningsevne overstiger afstanden til andre egnede levesteder.
2. at tilpasse sig, som forudsætter, at der i den givne bestand findes et tilstrækkeligt antal individer, som overlever de ændrede livsvilkår og er i stand til at reproducere sig.

Klimatilpasningstiltag bør understøtte naturens evne til at forfølge disse to strategier.

For at bevare naturen, herunder naturens funktioner og ydelser, kan det vise sig nødvendigt, at der iværksættes en planlægning for klimatilpasning gennem naturforvaltningen og gennem justeringer af praksis og lovgrundlag i de samfundssektorer, der påvirker naturen.

Det er samtidig vigtigt at være opmærksom på, at der kan være et betydeligt potentiale for løsninger af andre klimarelaterede udfordringer, der på samme tid tilgodeser naturen. Det gælder fx brug af lavbundsarealer til modtagelse af overskudsvand eller optagelse af næringsstoffer eller af kystarealer til naturlige oversvømmelser.

Naturens spredningsevne og naturlige tilpasning til klimaændringer kan forvaltningsmæssigt bl.a. understøttes ved at reducere presset fra de øvrige presfaktorer, som naturen er udsat for ved at sikre

dyrs og planters spredningsmuligheder ved at skabe mere plads og øge udbredelsen, kvaliteten og forbindelserne mellem de enkelte naturområder.

Dette kan kræve justeringer af love, bekendtgørelser, forvaltningspraksis og planlægning, som regulerer sektorernes aktiviteter og kan understøttes ved at målrette en række økonomiske styringsmidler fx inden for landbrugspolitik, skovbrug og naturforvaltning.

Igangværende og gennemførte initiativer

*Naturbeskyttelsesloven*¹² giver som udgangspunkt en generel dynamisk beskyttelse af naturen herunder § 3 arealer som søer, vandløb, moser, enge, strandenge og overdrev over en vis størrelse.

Dertil kommer *vandløbsloven*¹³ og krav om randzoner langs vandløbene, som alle kan bidrage til at skabe grønne korridorer. Tiltag her bør ses i sammenhæng med klimatilpasningen i landbruget.

Natura 2000 planerne, der er udarbejdet i medfør af *miljømålsloven*¹⁴, skal sikre sårbare naturtyper i de udpegede Natura 2000 områder. Indsatsen vil bidrage til, at naturområder bliver mere robuste overfor klimaforandringer.

Naturgenopretning i Egådalen

Ved Aarhus ligger Egådalen, hvis sydlige del er tæt bebygget og i fare for oversvømmelse. Området har siden 1950'erne været drænet, men er nu delvist reetableret som naturligt vådområde og et godt eksempel på et klimatilpasningstiltag som gavner flere formål. Omkostningerne til etablering af Egå Engsø fra 2006 beløb sig til 20 mio. kr., hvoraf en stor del går til erstatninger til de berørte lodsejere.

Den nye Egå Engsø har mindsket oversvømmelsesrisikoen i de tæt bebyggede områder i den nedre del af ådalen og langs byområdet, Egå. Det skyldes, at søen har en opmagasinerende effekt, og dermed forsinker vandet, når der er kraftige eller langvarige nedbørshændelser. Dermed nedsættes de høje vandstande nedstrøms, men samtidig forlænges perioden med lettere forhøjet vandspejl.

Det nye vådområde tjener flere formål, herunder:

- Mærkbar forbedring af naturgrundlaget herunder natur- og miljøvenlig drift af arealerne
- Reduktion af kvælstofudledningen til Aarhus Bugt
- Reduktion af oversvømmelser i nedre del af Egå-systemet ved at skabe mere tid og plads til vandet
- Forbedrede rekreative muligheder på og omkring Egå Engsø.

Med projektet har kommunen både skabt bedre natur, større oplevelser til beboerne og sikret sig mod oversvømmelser som følge af de ændrede nedbørsmønstre. Nu vil kommunen fortsætte succesen og etablere endnu et vådområde i Egådalen.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og Rådgivning

¹² Lovbekendtgørelse nr 933 af 24/09/2009 om naturbeskyttelse

¹³ Lovbekendtgørelse nr 927 af 24/09/2009 om vandløb

¹⁴ Lovbekendtgørelse nr. 932 af 24/.09/.2009 om miljømål m.v. for vandforekomster og internationale naturbeskyttelsesområder.

Der vil med fordel kunne foretages undersøgelser af naturens tilpasningsmuligheder, der kan bidrage til at sikre det rette vidensgrundlag for at finde samlede løsninger. Dertil kommer, at der mangler viden om visse naturtyper og arter, der vil være særligt berørt som følge af stigende havvandstand. Denne viden kan samtidig give information om naturens potentiale for at afbøde konsekvenserne af et ændret klima i bebyggede områder og andre sårbare områder.

Særligt kan der gennemføres tiltag til vidensopbygning på følgende områder:

Kystnatur

Der kan undersøges, hvordan den danske kystnatur kan ventes at blive påvirket af havvandsstigningerne og en øget hyppighed af kraftige storme samt eventuelle afværgeforanstaltninger.

Ådale

Der kan foretages en vurdering af større ådales potentiale for at minimere oversvømmelsesrisici som følge af ekstrem nedbør i de bysamfund, der ligger nedstrøms i vandløbssystemerne. Mange udrettede vandløb fungerer i dag som "vandmotorveje", der er med til at forøge oversvømmelsesproblemerne nedstrøms. Der kan derfor være brug for øget viden om, hvordan naturgenopretning kan forsinke afstrømningen ved ekstremesituationer.

Lavbundsarealer

Større lavbundsarealer med tørvejord, der i dag henligger i en drænet tilstand i skove og andre lavbundsområder, kan være et potentielt vådområde, der kan aftage vand og dermed aflaste andre områder i fare for oversvømmelse. Derfor kan lavbundsarealer og deres klimarelaterede potentiale vurderes sammen med andre parametre af betydning for beslutning om evt. naturgenopretning af det enkelte område.

Det er relevant at rådgive forvalterne af den danske natur om, hvordan forvaltningen kan understøtte naturens evne til at tilpasse sig klimaændringerne. Det drejer sig i høj grad om lodsejere, kommunerne samt staten herunder Kystdirektoratet og Naturstyrelsen.

Rådgivningen kan med fordel fokusere på tre temaer:

1. De enkelte naturtypers sårbarhed og evne til at tilpasse sig klimaændringerne, samt hvilke virkemidler, der understøtter tilpasningsevnen.
2. Hvordan forvalterne af naturen kan anvende den eksisterende lovgivning (Miljømålsloven, Naturbeskyttelsesloven og Planloven etc.) til at understøtte naturens klimatilpasning.
3. Hvilke tværgående synergimuligheder for klimatilpasning, der involverer naturen. Det gælder fx samspillet mellem naturen og bebyggede områder ved oversvømmelser eller anvendelse af naturlige bufferzoner mod det øgede pres på de danske kyster.

Regulering

Som nævnt under afsnittet igangværende initiativer har Naturbeskyttelsesloven, Vandløbsloven og Miljømålsloven alle betydning for klimatilpasning af naturen. Derfor er der fremadrettet brug for at vurdere, om disse love sætter passende rammer for klimatilpasning, og hvordan rammerne anvendes bedst muligt. Fx forventes effekten af klimaforandringerne i stigende grad at kunne få betydning for indsatsen i Natura 2000 områderne. Eventuelle nye tiltag i forbindelse med en vurdering af den eksisterende lovgivning bør ses i sammenhæng med klimatilpasningen i landbruget.

Grønne korridorer og ”trædesten” mellem naturområder kan tænkes ind i den fysiske planlægning. Derfor kan *planloven*¹⁵ have stor betydning for klimatilpasning af den danske natur.

Derudover rummer en stor del af den *øvrige lovgivning* - herunder fx lov om miljøvurdering af planer og programmer og bekendtgørelse om konsekvensvurderinger - redskaber, der kan bidrage til at sikre klimatilpasning af den danske natur.

Sammenfatning

Der er ikke i dag en fyldestgørende kortlægning af naturens tilpasningsmuligheder. Det bør vurderes, om eksisterende regulering på naturområdet i tilstrækkelig grad understøtter klimatilpasning. Det er i den forbindelse relevant at anvende og eventuelt tilpasse en række love herunder naturbeskyttelsesloven, miljømålsloven og planloven.

I takt med at vidensbehovet dækkes, vil det være relevant at formidle relevant ny viden til forvalterne af naturen i form af private lodsejere, kommunerne og statslige myndigheder. I forbindelse med den generelle klimatilpasningsindsats er det væsentligt at være opmærksom på, at naturen kan anvendes til at afbøde konsekvenserne af klimaændringerne på andre områder fx som buffer for kraftige regnskyl eller tilbageholdelse af næringsstoffer.

¹⁵ Lovbekendtgørelse nr. 1027 af 20./10/.2008 om planlægning

4.3.2 Sundhed

De sundhedsmæssige konsekvenser af klimaændringerne vil dels afhænge af klimaændringernes art og omfang, dels af mere generelle samfundsmæssige forhold inden for sundhed, økonomi, sociale forhold, miljø, uddannelse osv. Sårbarhed og muligheder for at tilpasse sig til klimaændringerne varierer endvidere mellem mennesker, og varmere klima, mere ekstrem regn og storme kan have indirekte konsekvenser for sundhed og ulykker gennem ændret adfærd.

Konsekvenser af klimaændringerne

De største sundhedsmæssige konsekvenser forventes i den sidste del af perioden frem mod år 2100, hvor klimaændringerne formodes at være størst. Mærkbare konsekvenser kan dog også forekomme tidligere, fx i forbindelse med ekstremt vejr med hedebølger eller oversvømmelser.

- *Hedeslag og dehydrering ved hedebølger:*
Hedebølger kan bl.a. føre til hedeslag og dehydrering, der i værste fald kan være livstruende. Personer på nordlige breddegrader er mindre vant til at klare høje temperaturer end personer længere sydpå. I højrisikogruppen er specielt ældre, patienter på sygehuse og personer med visse sygdomme. Små børn kræver også ekstra opmærksomhed.
- *Udeophold med positive og negative konsekvenser:*
Ophold i sollys kan på kort tid give dannelse af D-vitamin, men megen udsættelse for sol kan forårsage hudkræft og modermærkekraft. Øget udeophold kan have positive konsekvenser i form af fx mulighed for mere udendørs motion, færre indeklimaproblemer samt mindre smitte, fx i daginstitutioner. Øget udeophold kan også betyde flere symptomer hos pollenallergikere og evt. mere pollenallergi.
- *Infektioner mv. ved temperaturstigning og oversvømmelser:*
Oversvømmelser af beboede områder har vist sig at give øget risiko for infektioner ved fx oprydning i kloakvandsforurenede kældre. Der er risiko for helbredsproblemer ved fugt i boligen med evt. skimmelsvampevækst mv. Oversvømmelser der påvirker adgangen til eller funktionen af væsentlige institutioner i samfundet kan påvirke sundheden, fx kan oversvømmelser på sygehuse forsinke behandlinger af syge. Temperaturstigninger og den øgede risiko for ekstremt vejr vil øge risiko for fødevarer- og vandbårne infektioner. Ligeledes er der risiko for frembrud af en række flåtbårne sygdomme såsom viral hjernebetændelse og borreliose. På sigt kan der også være risiko for insektbårne sygdomme, som vi i dag opfatter som tropiske eller subtropiske. Ved længere perioder med varmt havvand vil en øget forekomst af visse havbakterier udgøre en infektionsrisiko hos fiskere og badende, og der kan komme øgede algeopblomstringer såvel som øget forekomst af farlige gopler.
- *Kraftigere storme og ekstreme hændelser kan øge risiko for tilskadekomst:*
Kraftigere storme, skybrud og hyppigere lynnedslag kan øge risikoen for tilskadekomne. Erfaringsmæssigt kan en større ulykkesforekomst i varmere vejr fx hænge sammen med flere udendørs aktiviteter og mere udendørs arbejde i bygge/anlægsbranchen.
- *Mildere vintre med færre dødsfald og skader:*

Mildere vintre kan give færre kulderelaterede sygdomme og dødsfald og færre skader relateret til sne og is.

- *Varmere somre og mere nedbør øger risikoen for fugt og skimmelsvampe:*
Kombinationen af varmere somre og fugtigere efterår og vintre samt flere skybrud kan 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 helbredsproblemer og forværre eksisterende astma og høfeber. Desuden kan irritation af luftvejene øge risikoen for luftvejsinfektioner. Tilsvarende kan flere husstøvmider betyde flere symptomer (astma og høfeber) med behov for intensiveret forebyggende behandling, og flere vil måske udvikle allergi.
- *Længere vækstsæson giver større risiko for pollenallergi mv.:*
Ved længere pollensæson, højere pollental og flere udendørs skimmelsvampesporer vil flere kunne opleve flere symptomer (høfeber og astma) med behov for en intensiveret forebyggende behandling, og flere vil evt. udvikle allergi (høfeber og astma). Mere allergene pollenarter som fx bynkeambrosie er også kommet til landet.
- *Varmere klima giver mindre udendørs luftforurening:*
Et varmere klima vil kunne betyde mindre behov for opvarmning og dermed mindre forurening fra opvarmningskilder.

De umiddelbart tydeligste negative konsekvenser for sundheden vurderes at være følgerne af ekstreme vejrhændelser (ekstrem regn, de forventede hedeølger mv.). En del negative konsekvenser for sundheden kan også vise sig i tiden efter ekstrem regn med oversvømmelser i form af visse infektioner og påvirkninger fra fugt og skimmelvækst mv. Der kan muligvis komme nye typer af klimarelaterede infektioner, som kan være farlige og vanskelige at gardere sig imod. Øget forekomst af allergifremkaldende pollen og fugtrelaterede problemer i boliger pga. de generelle klimaændringer vurderes at give en vis øgning i de i forvejen udbredte sundhedskonsekvenser af disse faktorer. Omfang og grad af helbredsproblemer vil under alle omstændigheder afhænge af forebyggende indsatser.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Private har selv ansvaret for hensigtsmæssig indretning, brug og vedligeholdelse af private boliger, private grunde og arbejdspladser samt for hjælp til sårbare familiemedlemmer mv. Private kan følge de råd, som myndigheder og sundhedspersonale giver om fx forholdsregler under hedeølger og ved oprydning efter oversvømmelser med kloakvand. Særlige grupper kan have behov for offentlig hjælp, jf. *nedenfor*.

Ansvar for en del af forebyggelsen og behandling af sundhedsskadelige effekter af hændelser med ekstremt vejr er fordelt mellem *kommunen og regionen* (sygehuse og almen praksis). Kommunen har ansvar for hjælp til særlige grupper, som ikke er selvhjulpne (fx på plejehjem og i hjemmeplejen), og for at børn m.fl. i daginstitutioner og skoler ikke lider skade ved hændelser med ekstremt vejr.

Sundhedsstyrelsen har ansvar for at følge sundhedsforholdene, og statslige, regionale og kommunale myndigheder kan indhente Sundhedsstyrelsens rådgivning i bl.a. hygiejniske og miljømæssige forhold.

Mht. ansvar for selve forebyggelsen og afhjælpningen af sundhedsskadelige konsekvenser af skader i omgivelserne ved ekstremt vejr hændelser må i øvrigt henvises til de sektorer, der har med fx byggeri, anlæg, transport, miljø og beredskab at gøre.

Statens Serum Institut har ansvar for overvågning, udbrudshåndtering, samt rådgivning af sundhedspersonale vedrørende udvalgte smitsomme sygdommes forekomst, forebyggelse og bekæmpelse.

Den primære diagnosticering af smitsomme sygdomme sker i regi af *regionerne* ved læger ansat på sygehuse samt af læger med privat praksis.

Sygehusejerne har ansvar for, at der er solafskærmning og mulighed for kølede rum på sygehusene samt sikring mod nedbrud af vigtige funktioner ved oversvømmelser.

Muligheder for tilpasning

På sundhedsområdet kan konsekvenserne af klimaændringerne først og fremmest imødegås gennem indsamling af viden, fx om smitsomme sygdommes udbredelse og smitemønstre, og rådgivning af relevante myndigheder, sundhedspersonale og private om risici ved fx hedeølger, oversvømmelser med kloakvand, skimmelsvampe og fugt mv.

Sundhedsberedskabsplaner kan bruges til at imødegå ekstremhændelser og sikre, at de relevante myndigheder kan håndtere sådanne særlige udfordringer.

Igangværende og gennemførte initiativer

Der indsamles allerede i dag en del data og viden, som fremadrettet også vil understøtte klimatilpasning på sundhedsområdet. Det gælder fx i forhold til pollen og skimmelsvampesporer, som formidles i vid udstrækning via radio, presse og TV, og der er etableret et europæisk samarbejde om indsamling og formidling af disse data¹⁶.

Der er indenfor sundhedssektoren igangsat en række initiativer i relation til klimaændringer, særligt vedrørende formidling af viden og rådgivning om specifikke konsekvenser af klimaændringerne.

Det gælder fx

- Information til borgere, sundhedspersonale og kommuner m.fl. om forholdsregler ved hedeølger, oversvømmelser, fugt og skimmel i bygninger, forebyggelse af skader fra sollys mv. på Sundhedsstyrelsens hjemmeside og på klimatilpasning.dk
- Statens Serum Institut har efter påvisning af infektioner med TBE virus i et afgrænset område i Nordsjælland i 2009 foretaget nogle undersøgelser for at belyse risikoen for TBE i andre dele af Danmark og rådgiver bl.a. om vaccinationsbehov. Desuden rådgives via klimatilpasning.dk om værnemidler og hygiejne i forbindelse med oprydningsarbejde efter oversvømmelser.
- Sundhedsstyrelsen rådgiver om forebyggelse af sygdomme ved rekreativ anvendelse af regnvand.

Sundhedsstyrelsen, herunder embedslægerne har til opgave at rådgive regioner og kommuner om sundhedsberedskabet. I den sammenhæng har Sundhedsstyrelsen udfærdiget Vejledning om

¹⁶ Via www.polleninfo.org

planlægning af sundhedsberedskabet (for regioner og kommuner), hvori ekstremt vejr er omtalt. Denne vejledning bliver løbende opdateret. Desuden er der i henhold til Sundhedsloven krav om, at regioner og kommuner skal indsende deres sundhedsberedskabsplaner til Sundhedsstyrelsen med henblik på rådgivning. I denne sammenhæng vil Sundhedsstyrelsen kommentere og rådgive, såfremt den pågældende region/kommune ikke har inddraget ekstremt vejrlig i planlægningen. Derudover vil der i den konkrete situation kunne foregå ”akut” aktuel rådgivning.

Sundhedsstyrelsen har taget initiativ til en ændring af den eksisterende bekendtgørelse om lægers anmeldelse af smitsomme sygdomme (i henhold til epidemiloven¹⁷ og autorisationsloven¹⁸), således at den lever op til de forventede forandringer, som er beskrevet nedenfor vedr. modernisering af overvågningen af smitsomme sygdomme.

Sundhedsstyrelsen har desuden udgivet publikationen *Sundhedskonsekvensvurdering – fra teori til praksis*, der kan anvendes til planlægning af sundhedskonsekvensvurderinger (SKV) hos relevante myndigheder. SKV kan bruges som et værktøj til at belyse de sundhedsmæssige konsekvenser af forskellige løsninger i forhold til klimatilpasning.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

På en række områder dækker den eksisterende indsats ikke de fremtidige behov i lyset af klimaforandringerne. Det gælder fx i forhold til viden om og datagrundlag for håndtering af smitsomme sygdomme.

Viden og rådgivning

Klimaændringerne øger behovet for modernisering af overvågningen af smitsomme sygdomme pga. risici forbundet med spredning af infektionssygdomme fra andre dele af verden. Det kan ske ved at integrere data fra forskellige kilder, så der bliver ét samlet sted, hvor der kan søges viden om diagnostik af smitsomme sygdomme. Elektronisk indberetning til den samlede database kan samtidig erstatte de eksisterende manuelle papirindberetninger.

Ifølge beredskabsloven skal enhver sektor, inkl. sundhedsvæsenet både i regioner og kommuner, varetage eget beredskab ved ekstraordinære hændelser, således også ekstremt vejrlig. Sundhedsloven pålægger specifikt regioner og kommuner at planlægge for at kunne gennemføre sundhedsberedskabet.

Ifølge bekendtgørelse om planlægning af sundhedsberedskabet mv. skal både regioner og kommuner udfærdige risiko- og sårbarhedsvurderinger. Ekstremt vejrlig forventes at indgå heri, da både sundhedsvæsenets egen sårbarhed ved ekstremt vejr må vurderes (fx ved oversvømmelser) samt sundhedsvæsenets evne til at løse de opgaver, der måtte opstå for dem, under ekstreme vejrforhold.

Sundhedskonsekvensvurderinger (SKV) kan give viden om de sundhedsmæssige påvirkninger af forskellige løsninger i relation til klimaforandringerne og dermed give grundlag for at vælge de sundhedsmæssigt mest hensigtsmæssige løsninger på klimatilpasning. En trinvis udførelse af vurderingerne, startende med en screening, kan afgrænse i hvilke tilfælde det er nødvendigt med en mere ressourcetrækkende vurdering. Egentlige sundhedsparametre inddrages dog i dag kun i

¹⁷ Lov om foranstaltninger mod smitsomme sygdomme

¹⁸ Lov om autorisation af sundhedspersoner og sundhedsfaglig virksomhed

sparsomt omfang. Således gøres det oftest alene som eksponerings-beskrivelser og sjældent i form af vurderinger af helbredspåvirkninger.

SKV kan, i højere grad end det gøres i dag, kobles sammen med og indgå ifm. VVM-redegørelser efter planloven. Der kan være brug for at præcisere forventninger til sundhedskonsekvensvurderinger ifm. lokale VVM-redegørelser. Dette kan fx ske med udgangspunkt i reglerne for Strategiske Miljøvurderinger (SMV), som primært benyttes til vurderinger af større regionale projekter.

Regulering

I 2004 blev der tilføjet krav om at vurdere sundhedsforhold i forbindelse med VVM redegørelser. Det kan dog være en barriere for konsekvent anvendelse af sundhedskonsekvensvurderinger af tiltag for klimatilpasning, at det ud fra lovgivningen kan være uklart, hvad sådanne vurderinger bør omfatte, *jf. afsnit om viden og rådgivning*.

Sammenfatning

Muligheder for den fremadrettede indsats inden for sundhedsaspekter af klimatilpasning er fortsættelse af allerede igangsatte initiativer, såsom information til og rådgivning af myndigheder, sundhedspersonale og befolkningen om klimatilpasninger og sundhed. Information og rådgivning omhandler fx forekomst af smitsomme sygdomme, tal om pollen og skimmelsvampe, rådgivning til regioner og kommuner om inddragelse af ekstremt vejrlig i sundhedsberedskabsplaner samt rådgivning til befolkningen om forholdsregler ved varme- eller hedebølger og oprydning efter oversvømmelser med kloakvand. Endelig kan det være en mulighed i større omfang end hidtil at anvende sundhedskonsekvensvurderinger af potentielle alternative indsatser for klimatilpasning i forskellige sektorer for at give et bedre grundlag for at vælge de sundhedsmæssigt mest hensigtsmæssige løsninger for klimatilpasning.

4.4 Tværgående områder

4.4.1 Beredskab

Det er primært forekomsten af ekstreme vejrfænomener såsom storme, orkaner, stormfloder, kraftige regnskyl og tørkeperioder, som påvirker indsatserne for redningsberedskabet i Danmark.

Omfanget af redningsberedskabets opgaver vil i vid udstrækning være afhængig af forebyggende initiativer i andre sektorer end redningsberedskabet, herunder bl.a. fremtidig arealanvendelse, dimensionering af byggeri, kloakering, kystforvaltning, herunder kystsikring, vejanlæg mv. samt befolkningens adfærd. Redningsberedskabet skal dermed kunne håndtere samfundets "restrisiko".

Klimaændringer forventes ikke umiddelbart at medføre nye og ukendte opgavetyper for redningsberedskabet. Udviklingen kan snarere være, at der bliver tale om hændelser med hyppigere forekomst og større intensitet. Det er redningsberedskabets opgave at begrænse og afhjælpe skader på personer, ejendom og miljøet. Disse opgaver vurderes løbende i forhold til behovet for udvikling af materiel og mandskab, herunder uddannelse.

Konsekvenser af klimaændringerne

Klimaændringerne vil kunne føre til flere og mere ressourcekrævende indsatser og assistancer fra både det kommunale og det statslige redningsberedskab.

Redningsberedskabets indsatser i forbindelse med storm- og vandskader er bl.a. at afstive og afdække udsatte bygninger og infrastruktur, forebygge oversvømmelser med sandsække samt pumpe vand væk fra lavtliggende områder. Herudover bistår redningsberedskabet fx med at etablere nødstrøm. En anden væsentlig opgave er miljøindsatser, når der er risiko for overløb af spildevand fra kloakker, oversvømmede industriområder, lækken tankanlæg mv. I tilfælde, hvor oversvømmelser medfører forurening af drikkevand, kan redningsberedskabet bistå med levering af rent drikkevand.

Hertil kommer en række redningsopgaver ved alvorlige trafikulykker og andre uheld med personskade, fx som følge af storm eller skybrud. Ved særligt kraftige storme, snestorme 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 mv.).

Flere og længere perioder med tørke i sommerhalvåret kan medføre en forøget risiko for skovbrande. Redningsberedskabet kan dermed få flere og mere omfattende opgaver med brandvagt, etablering af vandforsyning, slukning og efterslukning. Desuden vil stigning i den maksimale døgntemperatur i sommerhalvåret kunne medføre hedeølger af en sådan styrke, omfang og varighed, at det kan blive aktuelt, at redningsberedskabet anvendes til at bistå sundhedsberedskabet og hjemmeplejen med visse hjælpeopgaver.

Det statslige redningsberedskab indsættes traditionelt i udlandet i tilfælde af bl.a. voldsomme naturkatastrofer, herunder særligt ved oversvømmelser. Beredskabet kan derfor få flere internationale indsatser som følge af større og mere ekstreme klimarelaterede hændelser. Der findes i nordisk og i EU-regi aftaler om gensidig bistand i tilfælde af større ulykker og katastrofer, herunder også klimarelaterede hændelser.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

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 i forhold til de fysiske konsekvenser af klimaændringer.

Redningsberedskabet består af det kommunale og det statslige redningsberedskab, som indsættes for at forebygge, begrænse og afhjælpe skader på personer, ejendom og miljø.

Det kommunale redningsberedskab har ansvaret for indsatsen i den enkelte kommune. En kommune kan endvidere tilkalde assistance fra en anden kommunes redningsberedskab eller det statslige regionale redningsberedskab hvis det skønnes påkrævet på grund af opgavens karakter og omfang. Kommunernes redningsberedskab er dimensioneret og finansieret af kommunerne.

Det statslige redningsberedskab er dimensioneret og finansieret af staten, der tillige dækker en række kommunale omkostninger til bl.a. uddannelse af frivillige og ledende personel. Det statslige redningsberedskab skal yde assistance til det kommunale redningsberedskab, og tilkaldes typisk ved mere omfattende hændelser, hvor der eksempelvis grundet opgavens karakter og omfang kræves specialudstyr eller ekstra materiel og mandskab. Erfaringerne viser, at der ofte i forhold til klimarelaterede hændelser kan opstå situationer, hvor kommunerne ikke råder over tilstrækkelig kapacitet til at kunne håndtere konsekvenserne, og hvor også Beredskabsstyrelsens kapacitet bliver udnyttet fuldt ud.

De kommunale redningsberedskaber dimensioneres ud fra de lokale risikoforhold. Dette indebærer bl.a., at der dimensioneres efter repræsentative scenarier, som statistisk optræder relativt hyppigt, mens – for den enkelte kommune - relativt sjældne hændelser ofte ikke indgår som væsentlige parametre i dimensioneringen.

Det er således den enkelte kommune, der har ansvaret for og politisk fastlægger serviceniveauet på beredskabsområdet og herunder vurderer, i hvilket omfang kommunen selvstændigt har behov for at kunne løse opgaven. Dette indebærer, at der kan være forskelle på de enkelte kommuners beredskabsmæssige investeringer i forhold til konsekvenser af klimaændringer.

Der er dermed en tæt sammenhæng mellem den kommunale og den statslige opgavevaretagelse på beredskabsområdet. Kommunerne skal ikke selvstændigt kunne løse alle forekommende opgaver, men bør i planlægningen tage højde for bistand fra det statslige redningsberedskab. Det statslige redningsberedskab skal derfor bl.a. dimensioneres efter de forventede ekstremhændelser, der ikke indgår i den kommunale dimensionering, og som typisk berører større områder, herunder flere kommuner, samtidigt.

Muligheder for tilpasning

Redningsberedskabets kapacitet kan tilpasses løbende. En af konsekvenserne af den løbende tilpasning er, at det er muligt at tage højde for mere langsigtede udfordringer såsom klimaændringer i forbindelse med beslutninger om udviklingen og prioriteringerne.

For det statslige beredskab forventes konsekvensen af klimaændringer at være, at det i højere grad bliver nødvendigt at dimensionere efter ekstremhændelser, hvilket kan medføre ændrede

prioriteringer i forhold til indkøb, udvikling, vedligeholdelse, sammensætning og geografisk placering af materiel.

Eksempler på løbende tilpasning er fx:

- Opmærksomhed på ekstreme vejrfænomener i Beredskabsstyrelsens rådgivning og tilsyn med kommunerne.
- Inddragelse af viden om ekstreme vejrfænomener i dimensioneringen af redningsberedskabet og anvendelse af oplysningerne i redningsberedskabets Online Dataregistrerings- og Indberetningssystemet (ODIN).
- Løbende indkøb, udvikling, vedligeholdelse, sammensætning og placering af materiel.
- Kontinuerlig uddannelse og øvelse af ansat og værnepligtigt personel, frivillige samt funktionelle specialister.
- Erfaringsopsamlinger (nationalt og internationalt) og evalueringer af beredskabets indsats ved ekstreme vejrhændelser samt øvelser.
- Jævnlig ajourføring af relevante beredskabsplaner, herunder planer for tilkaldelse af ekstra mandskab og ressourcer, krisekommunikation mv.

Igangværende og gennemførte initiativer

Der er i et vist omfang sket en tilpasning af det statslige redningsberedskabs materiel bl.a. som følge af de senere års stormfloder og oversvømmelser. Som eksempel kan nævnes anskaffelse af pumper, afstivningsmateriel, faldsikringsudstyr, mobile generatorer, køretøjer med forbedret vadeevne (køreegenskaber) i oversvømmede områder mv. En tilsvarende tilpasning ses i enkelte kommuner.

Beredskabets håndtering af skybruddet d. 2. juli 2011

Lørdag aften den 2. juli 2011 blev Storkøbenhavn ramt af et skybrud af hidtil usete dimensioner. Byens kloaksystem kunne ikke følge med, og skybruddet førte til massive oversvømmelser af veje, viadukter, kældre og andre lavtliggende områder. Dermed blev flere kritiske samfuntsfunktioner midlertidig afbrudt, hvilket nødvendiggjorde en omfattende beredskabsindsats. Der var tale om en lang række samtidige, enkeltstående indsatser over et stort geografisk område, der satte det samlede redningsberedskab under et voldsomt pres. De kommunale redningsberedskaber havde ikke tilstrækkelige ressourcer, og det statslige redningsberedskab måtte indsætte alle disponible kapaciteter fra Sjælland og Jylland til at afhjælpe de akutte følger af skybruddet.

Den akutte indsatsfase foregik hele aftenen den 2. juli og natten til den 3. juli 2011, men bl.a. den oversvømmede Amagermotorvej blev først åbnet efter flere dage. Arbejdet med i øvrigt at udbedre skader af hastende karakter på kritisk infrastruktur og reetablere kritiske samfuntsfunktioner (offentlig transport, energiforsyning, it og teletjenester mv.) måtte ligeledes håndteres over flere dage, før situationen gradvist normaliseredes. Udbedring af skader af mindre hastende karakter har taget længere tid.

De mange direkte og afledte konsekvenser af skybruddet krævede omfattende akut krisestyring og operativ indsats fra mange aktørers side både under og efter hændelsen.

Skybruddet førte til en erkendelse af behovet for nye initiativer mod oversvømmelsesrisici som følge af ekstreme regnvejrshændelser, herunder yderligere materiel til pumpning og bortledning af vand.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

Der er i 2008 gennemført en dimensioneringsundersøgelse af det statslige redningsberedskab. Det anbefales i undersøgelsen bl.a. ud fra en vurdering af det kommunale og statslige redningsberedskabs samlede kapacitet, at det statslige redningsberedskabs operative kapacitet udvides med mere moderne afstivningsudstyr og større lænse- og pumpekapacitet.

På trods af at Beredskabsstyrelsen siden 2008 har anskaffet mere lænsekapacitet, viste skybruddene over København og Lolland/Falster i sommeren 2011, at der kan opstå situationer, hvor kommunerne ikke råder over tilstrækkelig kapacitet, og hvor Beredskabsstyrelsens kapacitet bliver udnyttet fuldt ud. Den afhjælpende indsats for at begrænse og afhjælpe konsekvenserne af klimarelaterede hændelser er således et område, som Beredskabsstyrelsen fortsat fokuserer på bl.a. ved løbende erfaringsopsamling (nationalt og internationalt) og ved evaluering af beredskabets indsatser i forbindelse med ekstreme vejrhændelser.

Beredskabsstyrelsen har i sin vejledning til kommunerne om risikobaseret dimensionering bl.a. anført, at hyppigere og alvorligere storme, stormfloder, kraftige regnskyl, tørkeperioder mv. kan medføre behov for flere og mere ressourcekrævende indsatser og assistancer fra redningsberedskabet.

Sammenfatning

I regeringens redegørelse om beredskabet (maj 2010) peges der på, at redningsberedskabet fremover skal indrette sig på at kunne afhjælpe følgevirkningerne af flere klimarelaterede hændelser så som orkaner/storme, kraftig nedbør, skybrud, stormfloder og ekstrem høj vandstand. Det må på baggrund af erfaringer fra klimarelaterede hændelser siden 2007 antages, at der også i de kommende år vil være behov for materiel til at håndtere konsekvenserne af klimaændringerne. Omfanget af disse investeringer afhænger bl.a. af, om der gennemføres en tilstrækkelig forebyggende indsats i andre sektorer og af den fremtidige koordinering og arbejdsdeling mellem det kommunale og det statslige redningsberedskab. Jo tættere samarbejde og koordination af materielindkøb og ressourceanvendelse på tværs af de enkelte kommuner og staten, desto bedre og mere omkostningseffektivt vil konsekvenserne af klimaændringerne kunne håndteres.

4.4.2 Forsikring

Klimaændringerne vil give kraftigere storme, skybrud, tøjbrud, tørke og lignende vejrfænomener. De kraftigere vejrfænomener indebærer risiko for flere og større forsikringskader på især boliger, indbo, biler og erhvervsvirksomheder. De samlede erstatninger udbetalt har i perioden 1999-2012 været mindst 25 mia. kr.

Med kraftigere storme, skybrud, tørke og andre vejrfænomener øges forsikringsselskabernes risiko. Forsikringsselskaberne søger på forskellig vis at imødegå disse risici. Det kan ske fx ved at:

- Styrke forebyggelsesindsatsen overfor de skadelidte,
- Sætte krav til forebyggelsestiltag (eller indretning af fx kældre),
- Opkræve højere præmier for særligt udsatte områder,
- Genforsikre sig (reassurere eller coassurere) imod dem
- Reducere fx maksimumdækningen.

Konsekvenser af klimaændringerne

De væsentligste konsekvenser for forsikringssektoren er:

- *Uforudsigeligt vejr reducerer mulighederne for at imødegå risici:*
Bliver vejret og konsekvenser af klimaforandringer mindre forudsigelige, reduceres forsikringsselskabernes muligheder for at forudsige skaderne og dermed selskabernes muligheder for at imødegå risiciene. Dette vil give anledning til at selskaberne vil forsøge at minimere usikkerheden med de ovennævnte tiltag.
- *Højere genforsikringspræmier:*
Danske forsikringsselskaber er typisk reassureret i store internationale genforsikringsselskaber, som også forsikrer økonomiske tab som følger af jordskælv, tropiske cykloner, andre store naturfænomener samt til dels terror. Hvis skybrud og andre ekstreme vejrfænomener bliver kraftigere, vil det føre til, at prisen på genforsikring vil stige. Eksempelvis har genforsikringsselskabet Swiss Re meldt ud, at skybruddet i København i juli 2011 vil føre til højere genforsikringspræmier. Disse højere præmier må formodes at blive givet videre til forsikringskunderne i form af højere priser.
- *Målrettede ændringer af præmier og dækning:*
For både borgere og virksomheder som forsikringstagere vil klimaændringerne medføre en risiko for højere præmier, lavere dækning eller særlige betingelser, der skal opfyldes, for at det er muligt at tegne en forsikring. Der kan ske øget brug af mikrotariffering, hvor præmierne fastsættes på baggrund af fx bygningens beliggenhed (er der særlig stor eller særlig lille risiko for vand i kældre eller stueniveau), bygningernes karakteristika og tekniske konstruktion samt skadeshistorik. Det betyder også, at der vil være en risiko for, at særligt udsatte ejendomme (fx hvis kloaksystemet er underdimensioneret eller hvis ejendommen ligger i et lavtliggende område, og hvor skaderne ikke kan forhindres med de almindelige forebyggelsestiltag som højvandslukker m.v.) ikke kan blive forsikret eller kun kan blive det mod at betale en meget høj forsikringspræmie. Det kan endvidere få betydning for belåningsmulighederne. Disse boligejere vil derfor få svært ved at sælge deres ejendomme. I Odense tog vandselskabet konsekvensen og opkøbte syv huse.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Der gælder generelt ikke lovgivning, der begrænser forsikringsselskabernes muligheder for at klimatilpasse dækning og præmier. Det er forsikringsselskaberne, der tilpasser forsikringsprodukter til ændrede risici, og prisen for klimaforandringerne bliver derfor primært et forhold mellem forsikringsselskaberne og forsikringstagere.

Staten kan sikre hensigtsmæssige rammebetingelser for kommuner, forsyningsselskaber og privates tilpasning, *jf. fx afsnit om spildevand*. Kommunerne kan som sektoransvarlige på bl.a. spildevandsområdet bidrage til at begrænse skadesomkostninger ved at sørge for hensigtsmæssig håndtering af regnvand, planlægning af ny bebyggelse og varetagelse af beredskabsfunktioner mv., *jf. øvrige afsnit*.

Skader forårsaget af stormflod eller oversvømmelse fra søer og vandløb dækkes normalt ikke af forsikringsselskaberne, men dækkes under visse betingelser af Stormrådet. Der er tale om stormflod, når oversvømmelse skyldes ekstrem høj vandstand i havet. Oversvømmelser som følge af ekstreme vandstande i åer og søer dækkes under oversvømmelsesordningen. Med risiko for flere stormflods- og oversvømmelseskader kan der opstå behov for at øge indbetalingen til Stormrådet, der opkræves via en årlig afgift på brandforsikringspolicer. Bidraget til Stormrådet blev hævet i 2011, og det forventes, at denne forhøjelse sammen med den indførte trappemodel for selvrisiko kan sikre erstatningsudbetalingerne i en årrække.

Muligheder for tilpasning

Forsikringsselskaberne kan håndtere klimaændringerne ved at ændre dækning, skadeserstatninger, præmier og stille særlige betingelser til forsikringstagere. Foringede muligheder for genforsikring vil også kunne imødegås ad den vej.

Øget brug af mikrotarifiering vil muliggøre en mere præcis prissætning af risici forbundet med klimaændringerne. Det er således tænkeligt, at præmierne fremover i stigende grad vil blive fastsat i forhold til fx beliggenhed (risiko for vand i kældre, skader ved storme mv.), bygningernes karakteristika og tekniske konstruktion, bygningens skadeshistorik mv. Yderligere er der mulighed for at hæve selvrisikoen.

Generelt må det antages, at jo bedre forsikringspræmierne afspejler risici, desto mere vil den enkelte gøre for at tilpasse sig, og dermed vil antallet af skader blive så lavt som muligt. Ud fra en overordnet, økonomisk betragtning er det således fornuftigt, at præmierne afspejler risici.

Igangværende og gennemførte initiativer

Forsikringsselskaberne har i tiltagende grad fokus på konsekvenser af klimaændringerne. Det gælder både ift. tilpasning af forsikringsprodukter, udarbejdelse af værktøjer i samarbejde med kommuner og tilvejebringelse af vidensgrundlag, som kan understøtte behandlingen af forsikringssager, *jf. nedenstående boks*.

Forsikringsselskabernes reaktioner på de store erstatningsudbetalinger i forbindelse med senere års skybrudshændelser har været forskellige. Nogle selskaber har således skrevet til kunder med oversvømmelseskader, at når det drejer sig om bygningsmaterialer, trægulve, gips, vægge, der kan ødelægges af vand, så vil det fremadrettet ikke blive dækket ved skybrud. De råder samtidig kunderne til, at udbedre deres nuværende vandskader med materialer, der kan tåle vand. Det kan fx

være klinker, fliser eller andet, der ikke er organisk. Hvis kunderne følger anbefalingerne, så vil de også få fuld dækning fremover.

Andre kunder har fået opsagt deres forsikring. Disse kunder har fået at vide, at de kunne forblive som kunder, hvis de installerer en højvandslukke, der blokerer for, at kloakvand kan trænge ind i kælderen. Andre selskaber har hævet prisen på forsikringen, mens andre igen har valgt at øge selvriskoen.

Tilpasningsinitiativer indenfor forsikringssektoren i dag

Anvendelse af forsikringsselskabernes skybrudsdata

Forsikring og Pension er i gang med et samarbejde med København og Frederiksberg kommuner. Tanken er, at give kommunerne forsikringsselskabernes skybrudsskadedata for de seneste fem år. Alene i sommeren 2011 var der over 90.000 skybrudsskader og udbetalinger for ca. 5 mia. kr., heraf langt størstedelen var i København og Frederiksberg. Disse data lægges i anonymiseret form ned over kommunernes teoretiske risikokort. Herved er det tanken, at gøre det nemmere for kommunerne at træffe de samfundsøkonomisk rigtige beslutninger. De uddybede kort vil fx gøre det nemmere for kommunerne at se, om skaderne sker lige der, hvor vandet kommer op af kloakkerne, og om skaderne fx sker i den højre eller venstre side af vejen. Derved er det forventningen, at bl.a. anlægsinvesteringer vil kunne målrettes bedre end i dag. Der er så vidt vides tale om et samarbejde, der alene findes i Danmark.

Forsikringsvejret.dk

I samarbejde DMI og COWI har forsikringsbranchen udviklet vejrtjenesten Forsikringsvejret.dk. Når skybrud, storm og lynnedslag rammer Danmark kan alle holde sig ajour time for time og med én kvadratkilometers nøjagtighed, med hvor og hvordan uvejret har hærget. Sitet byder på en 2-døgns vejrsigt med mulighed for pr. sms at blive advaret om hårdt vejr på en hvilken som helst adresse, så husejeren eller landmanden m.fl. kan nå at træffe de nødvendige forholdsregler. Hele tjenesten er gratis at bruge.

Da skadesbehandleren i forsikringsselskabet har adgang til præcis de samme vejrdata mv. som den skadelidte, vil begge parter lettere blive enige om, hvad der er sket, og hvad der er dækket. På Forsikringsvejret.dk får man også de nødvendige råd til, hvordan man forebygger skader på sit hus som følge af skybrud og storm.

Forsikringsvejret gør brug af samtlige vejrobservationer, DMI råder over. Det betyder, at der ligger ca. 70 danske vejrstationer bag oplysningerne om vindforhold og over 250 stationer bag nedbørstallene. Inden data vises på forsikringsvejret gennemgår de et automatisk tjek, som fjerner eventuelle målerfejl og en gang om ugen gennemgås data manuelt for at opnå den højeste kvalitetssikring. Forsikringsvejret opdaterer de historiske vejrdata time for time og vejrsigterne hver 6. time. Der arbejdes pt. på at udvikle et smartphone-applikation med varsler og forebyggelsesråd. Den forventes lanceret i juni 2012. Det vil være nemt og billigt for kommunerne at lave deres egen applikation, hvor varsler og forebyggelsesråd til borgerne kombineres med råd og information fra den enkelte kommune.

Forsikringsvejret er så vidt vides enestående i verden. Udvikling og drift betales af forsikringsbranchen.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

De data forsikringsselskaberne (såvel de direkte tegnende som reassuranceselskaberne) har i dag om de økonomiske følger af klimaforandringer i fremtiden er ganske betydelig, da ikke mindst reassurancevirksomhederne har store og meget kompetente klimaafdelinger. Men på trods heraf er det fortsat svært at beregne den præcise risiko og dermed den præmie, der skal betales. Der ligger derfor en udfordring i at udvikle metoder til mere præcise præmieberegninger

Forsikringssektoren udveksler data med offentlige myndigheder om forsikringsskader som følge af ekstremvejr, hvilket gør det muligt at kunne opbygge viden om konsekvenserne af klimaforandringerne, *jf. ovenfor*. Denne viden sammen med generelle klimadata kan af forsikringssektoren anvendes til at øge viden om klimaforandringerne, således at risici bedre kan imødegås gennem ændret dækning eller tariffing. Persondataloven sætter rammerne for, hvordan udvekslingen af persondata kan foregå.

Regulering

En væsentlig udfordring for de danske forsikringsselskaber kommer bl.a. fra klimaændringernes virkninger, styrken af storme og de heraf følgende virkninger på reassurancemarkederne. Spørgsmålet er derfor, om de danske forsikringsselskaber i årene fremover kan fastholde en tilstrækkelig stormreassurancebeskyttelse hos kreditværdige reassuranceselskaber, således at deres risikoprofil svarer til kapitalgrundlaget.

Det er væsentligt at følge udviklingen på forsikringsmarkedet i forhold til de borgere og virksomheder, som risikerer ikke at kunne forsikre sig mod fx vandskader.

Sammenfatning

Klimaforandringerne har hidtil ført til øgede udgifter til erstatninger, hvilket har kunnet dækkes gennem selskabernes præmieforhøjelser og genforsikringsordninger. Forsikringsselskaberne har i vidt omfang de nødvendige redskaber for at imødegå klimaforandringerne gennem tilpasninger af dækning og præmier. Samtidig er der taget initiativer til udveksling af data med offentlige myndigheder, der kan gøre det muligt for forsikringsselskaberne at tilpasse dækninger og præmier til risici, ligesom det bliver muligt for kommuner og private selv at tage initiativer der kan reducere eksponeringen overfor klimaforandringerne.

For forsikrings erhvervet er det væsentligt at følge udviklingen i forhold til de borgere og virksomheder, der fremover risikerer at opleve ikke at kunne forsikre sig mod vandskader.

4.4.3 Fysisk planlægning

Klimaændringer er en udfordring for både nye og eksisterende arealudpegninger, og vil fremadrettet kræve, at kommunerne har den nødvendige indsigt til at kunne tage højde for klimaændringerne i deres planlægning.

Konsekvenser af klimaændringerne

Problemstillingerne kan både skyldes øget nedbør, kraftigere stormfloder og forhøjet grundvandsstand, som kan få den konsekvens, at de påvirkede arealer kan blive uegnede til såvel ny bebyggelse som byudvikling, infrastruktur, jordbrug og rekreative formål, men også værdifulde naturlige, landskabelige, geologiske og kulturhistoriske værdier kan gå tabt.

Ekstremt regnvejr og skybrud vil betyde, at bydele og boligområder oversvømmes, og at kloakkerne ikke vil have kapacitet til at lede vandet væk. Udsatte dele af vej- og jernbanenettet kan periodevis blive sat under vand.

Mange steder vil landbrugsjord komme til at stå under vand. Det er særligt de marker, der ligger kystnært uden højvandsbeskyttelse, nær vandløb eller i lavtliggende områder, som er i risiko for at blive oversvømmet.

Fordeling af ansvar mellem myndigheder og private

Kommunalbestyrelserne har ansvaret for den fysiske planlægning i kommunerne. Kommuneplanen er den sammenfattende plan for arealanvendelsen i den enkelte kommune. Kommuneplanerne må ikke stride mod overordnet planlægning og statslige interesser. Tilsvarende skal lokalplaner være i overensstemmelse med kommuneplanen samt eventuelle landsplandirektiver konkret relateret til det pågældende område eller anvendelse.

Miljøministeren kan foruden gennem de bindende forskrifter (landsplandirektiver) påvirke kommunernes planlægning gennem politiske tilkendegivelser i Landsplanredegørelsen, og gennem "Oversigt over statslige interesser i kommuneplanlægningen", der skal offentliggøres hvert 4. år til brug for kommunernes revision af kommuneplanerne.

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

Muligheder for tilpasning

Fysisk planlægning er i relation til klimatilpasning et virksomt styringsmiddel, der kan bidrage til at begrænse eller fjerne negative effekter og udnytte de positive effekter af klimaændringerne i den udstrækning de vedrører fremtidig bebyggelse og arealanvendelse.

Lokalplaner er grundstenen i det danske plansystem, og det er gennem lokalplaner, at kommuneplanens politiske strategi og målsætning gøres konkret og bindende for den enkelte grundejer. Planloven indeholder hjemmel til, at kommunerne gennem lokalplaner kan stille specifikke krav, når der udlægges nye områder til bebyggelse.

Kommunerne kan i lokalplaner fx 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.”

Staten har igennem de statslige interesser for kommuneplanrevisionen, landsplanredegørelsen, lov om planlægning, lov om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer, bekendtgørelse om vurdering og risikostyring for oversvømmelser fra havet, fjorde eller andre dele af søterritoriet mulighed for at regulere sig ud af væsentlige dele af klimaudfordringen.

Et afgørende sigte med statslige tiltag efter planlovgivningen er at begrænse byggeri i risikoområder, hvor det ellers ville udløse betydelige ekstraudgifter til afhjælpning som kystsikring / dikebyggeri, infrastruktur, pumpning mm. Ligeledes vil miljøministeren med planlovgivningen fremadrettet kunne sætte fokus på initiativer, som bidrager til at nå de af regeringen fastsatte klimamål.

Det fremgår af regeringsgrundlaget, at regeringen vil ”sikre, at alle kommuner laver handlingsplaner for klimatilpasning indenfor max 2 år”.

Igangværende og gennemførte initiativer

Særligt i lokalplanlægningen er der peget på et ønske om at kunne planlægge med en eksplicit klimatilpasningsmæssig begrundelse. Der vil derfor blive fremsat et lovforslag til ændring af planloven, som giver kommunerne et nyt redskab, så de får mulighed for blandt andet at forebygge fremtidige oversvømmelser i lokalplanerne. Kommunerne får direkte mulighed for at udarbejde lokalplaner med henblik på klimatilpasning som for eksempel håndtering af kraftig regn og oversvømmelser. Indtil nu har det kun været muligt for kommunerne at benytte såkaldte arkitektoniske og funktionelle forhold som planlægningsmæssige begrundelser, når de udarbejder lokalplaner. Lovforslaget er fremsat den 29. marts 2012.

Der er etableret et rejsehold for klimatilpasning, som er et team af eksperter, der vejleder kommuner og forsyningsvirksomheder i arbejdet med klimatilpasning, herunder udarbejdelse af de kommunale klimatilpasningsplaner. Rejseholdet skal virke som katalysator for kommunalt fokus og prioritering af området og medvirke til at samle viden og erfaringer til videreformidling.

Muligheder og barrierer for den fremadrettede indsats

Viden og rådgivning

Kommunerne kan i kommuneplanerne til enhver tid undlade at udlægge arealer, som er lavtliggende, eller som på anden vis kan være i risiko for oversvømmelse. Det vil i den forbindelse være hensigtsmæssigt, at man på landsbasis i en klar og overskuelig form kan vise, hvilke områder der er truet af oversvømmelse, hævet vandstand mv., således at kriterierne er ens på tværs af kommunerne. Det kan bl.a. ske ved at tilvejebringe kort, hvor risikoområderne er tegnet ind sammen med nærmere beskrivelser af, hvilke risici der er tale om.

Erfaringsmæssigt tror mange, at en planlagt arealanvendelse i en kommune- eller lokalplan, automatisk realiseres efterfølgende. Derfor må det understreges, at klimatiltag, som er mulige ifølge kommune- eller lokalplanlægning ikke medfører handlepligt for kommunen til at realisere anvendelsen eller de mulige klimaforanstaltninger. Kommune- og lokalplanlægningen kan alene sikre, at den fastlagte arealanvendelse understøtter/muliggør klimatilpasning og ikke hindres ved kommunens fremtidige planlægning og administration.

Dialogen og den tætte samarbejdsrelation mellem kommunerne og Miljøministeriet om de statslige interesser i kommuneplanlægningen er i dag godt indarbejdet, og der er et formaliseret samarbejde omkring kommunernes planlægning og udmøntningen af planlovens bestemmelser.

Samarbejdet betyder, at Miljøministeriet tidligt kan gå i dialog med kommunerne om bl.a. begrænsning af nyudlæg i risikoområder og anvendelsen af klimalokalplaner.

Informationer til kommunerne om beliggenhed af truede områder og vejledning om udviklingen af bæredygtige klimalokalplaner vil løbende blive udviklet og indgå i samarbejdet omkring kommuneplan 2013 processen.

Regulering

Det lovgivningsmæssige set-up omkring fysisk planlægning giver allerede staten mulighed for at regulere sig ud af væsentlige dele af de planlægningsmæssige udfordringer i relation til klimatilpasning.

Kommunerne i hovedstadsregionen vil ved revisionen af Fingerplanen 2012 blive gjort opmærksom på muligheden for at bruge de grønne kiler til vandafledning i forbindelse kraftige regnskyl. Revisionen af Fingerplanen 2012 vil præcisere mulighederne for at anvende de grønne kiler i forbindelse med klimatilpasning og opfordrer til samarbejde på tværs af kommunegrænser og til at tænke klimatilpasning ind i samtlige initiativer og udviklingsperspektiver.

Sammenfatning

Fysisk planlægning er et virksomt styringsmiddel, der kan bidrage til at begrænse eller fjerne negative effekter og udnytte de positive effekter af klimaændringerne i en række andre sektorer. Lovforslag om klimalokalplaner og forenkling af planloven vil give kommunerne mulighed for at tilgodese klimahensyn i lokalplanlægningen og i forbindelse med ikrafttrædelse af loven forventes udarbejdet vejledning om klimalokalplaner. Revisionen af Fingerplanen 2012 vil præcisere mulighederne for at anvende de grønne kiler i forbindelse med klimatilpasning.

5. Samfundsøkonomi og klimatilpasning

Beslutninger om gennemførelse af klimatilpasningstiltag er i sidste ende et spørgsmål om prioritering af ressourcer.

Samfundsøkonomiske analyser kan bidrage til at styrke beslutningsgrundlaget ved at beregne den samlede samfundsmæssige værdi af de mulige investeringer og give svar på centrale spørgsmål:

- I hvilket omfang og hvornår kan det ud fra et samfundssynspunkt bedst betale sig at investere i en given klimatilpasningsindsats?
- Hvilke tiltag er de samfundsøkonomisk mest fordelagtige at anvende i indsatsen?
- Hvad er de samfundsøkonomisk mest hensigtsmæssige beslutninger set i lyset af usikkerhed knyttet til særligt ekstremhændelser?

Samfundsøkonomiske beregninger af klimatilpasning er især relevant i forbindelse med store investeringer i infrastruktur hos staten, regionerne og kommunerne, fx ved anlæg af veje, baner, kloakker eller kystsikring samt ved store bygge- og renoveringsprojekter som fx af hospitaler, produktionsanlæg og etablering eller gennemrenovering af store boligområder.

Dette kapitel opridses, hvordan samfundsøkonomiske analyser kan bidrage til at besvare disse spørgsmål. Først følger en række generelle betragtninger om samfundsøkonomi i forbindelse med klimatilpasning. Dernæst opridses hvordan samfundsøkonomiske analyser kan gribes an. Endeligt en gennemgang af centrale udfordringer forbundet med gennemførelse af analyserne.

Generelle betragtninger om samfundsøkonomi i klimatilpasning

Et nærmere beslutningsgrundlag for klimatilpasning forudsætter samfundsøkonomiske analyser på helt konkrete problemstillinger. Derfor vil samfundsøkonomiske analyser særligt have relevans for lokale klimatilpasningstiltag, idet beliggenhedsmæssige forhold har stor væsentlig betydning for omkostninger, fordele og timing. På nogle områder kan samfundsøkonomiske analyser også understøtte mere overordnede beslutninger, hvor der er tale om konkrete problemstillinger med mindre grad af lokal variation.

Sektorspecifikke forhold kan fungere som en generel rettesnor for, hvad der er en samfundsøkonomisk hensigtsmæssig tilgang til klimatilpasning. Sektorernes investeringshorisonter og mulighed for løbende tilpasning har begge væsentlig betydning for, hvordan klimaforandringerne bedst imødegås. Det kan i en række tilfælde være dyrt set fra et samfundsøkonomisk perspektiv at udsætte indsatsen til klimaforandringerne rigtigt er slået igennem. På den anden side kan det i andre tilfælde være økonomisk rentabelt at vente med at håndtere klimaændringer, der ligger mange årtier ude i fremtiden.

I sektorer med lang investeringshorisont, og hvor investeringer med andre ord har lang levetid, kan det være dyrt at udskyde tilpasning, hvis der ikke er mulighed for løbende at tilpasse og skalere indsatsen. Her er der et særligt behov for at indtænke klimaændringerne i de almindelige investeringsplaner, så investeringer og klimatilpasning koordineres. Enten ved at sikre at nyanlæg kan håndtere fremtidens klima, eller ved at sikre, at nødvendige tilpasninger kan gennemføres på et senere tidspunkt. Samtidig er det vigtigt at være opmærksom på mulighederne for at sikre tilpasning

gennem forebyggende foranstaltninger fx i forbindelse med den fysiske planlægning eller i byggesagsbehandlingen.

Når effekterne af klimaændringerne indregnes, kan det medføre, at eksisterende investeringsplaner med fordel kan ændres, så investeringer og reinvesteringer igangsættes tidligere eller senere end hidtil forudsat.

I sektorer med en kort investeringshorisont er der derimod i højere grad mulighed for løbende at tilpasse i takt med, at omfanget og konsekvenserne af klimaforandringer viser sig. Dermed er det i højere grad muligt at træffe beslutning om initiativer i takt med at der opnås mere viden om de faktiske klimaforandringer. Herved kan opnås en mere præcis tilpasning til klimaændringerne. Det gælder også, hvor der ganske vist er lang investeringshorisont, men mulighed for løbende at tilpasse og skalere indsatser.

På andre områder kan der være behov for selvstændige initiativer uafhængigt af sektorens almindelige investeringskadence. Det vil dog også her være nødvendigt at se tilpasninger i sammenhæng med ny- og reinvesteringer for at sikre, at tilpasningen finder steder på en samfundsøkonomisk hensigtsmæssig måde. Fx kan lokal afledning af regnvand og opmagasineringsbassiner være omkostningseffektive alternativer til at udvide kapaciteten i selve kloaksystemerne. Alternative tiltag, der kan gennemføres mere eller mindre uafhængigt af den almindelige investeringskadence, bør indgå i en samlet vurdering af tilpasningsmulighederne.

Samfundsøkonomiske analyser og klimatilpasning

Samfundsøkonomiske analyser kan bidrage med konkret viden om, hvorvidt og hvornår det er samfundsøkonomisk rentabelt at igangsætte konkrete klimatilpasningsinitiativer.

Med samfundsøkonomiske analyser undersøges den samlede nytteværdi af at gennemføre tilpasning eller undlade at igangsætte særlige initiativer. Der tages med andre ord også højde for positive og negative konsekvenser for andre end dem, der finansierer tiltag eller bærer omkostningerne ved klimaændringerne.

Analyserne kan hjælpe de relevante myndigheder og beslutningstagere til prioritering og valg af indsatser i forhold til konkrete problemstillinger. Samfundsøkonomiske analyser har overordnet betragtet relevans, når der kan opstilles

- en afgrænset problemstilling med et klart defineret basisscenario
- specifikke løsningsalternativer
- viden om omkostninger og gevinster ved løsningsalternativerne

Med basisscenario menes den forventede udvikling, hvis der ikke gennemføres klimatilpasningstiltag, *jf. eksemplet i nedenstående tekstboks.*

Kolding Kommune – vurdering af beskyttelse mod oversvømmelse fra vandløb

Kolding Kommune har som en konsekvens af oversvømmelsen i Christiansfeld i juli 2007 vurderet mulighederne for at reducere fremtidige oversvømmelser.

En screening har peget på tre forskellige mulige tilpasningstiltag, som kommunen har gennemført en samfundsøkonomisk vurdering af. Tiltagene er herefter vurderet på baggrund af et basisscenarium. Basisscenariet er den situation, hvor den stigende risiko for oversvømmelser i takt med klimaændringerne ikke imødekommes med i særlige tiltag. Omkostningerne ved fremtidige hændelser er udregnet ud fra skadesomfanget i 2007.

Resultatet af beregningerne viste, at ingen af de foreslåede tiltag giver en samfundsøkonomisk nettogevinst set i forhold til basisscenariet. På baggrund af analyserne var anbefalingen at der ikke skulle gennemføres tiltag nu, men i stedet afvente at den infrastruktur, der er central for tilpasningen, på et senere tidspunkt alligevel skal renoveres.

Såvel basisscenarium som omkostninger og gevinster ved forskellige tiltag varierer fra område til område. Det betyder, at samfundsøkonomiske analyser af klimatilpasninger forudsætter viden om lokale forhold.

En samfundsøkonomisk analyse af klimatilpasningsinitiativer gennemføres i følgende trin

- *Trin 1: Definition af formålet og alternative tiltag til at opnå formålet*
I første trin defineres problemstilling og analysen afgrænses. Basisscenariet beskrives, og der opstilles relevante løsningsalternativer. Basisscenariet er en fremskrivning af de økonomiske konsekvenser af klimaændringerne samt betydning af spontane, markedsmæssige tilpasningstiltag. Det er en forudsætning, at formål, basisscenarium og løsningsalternativer er konkretiserede og operationelle.
- *Trin 2: Kvantificering og værdisætning af fordele og ulemper*
I analysens andet trin identificeres, kvantificeres og værdisættes direkte og indirekte effekter. Der vil ofte indgå skøn heri, og det er afgørende at skønnet vurderes kritisk.
- *Trin 3: Analyse*
I den egentlige analyse sammenholdes nutidsværdien af fremtidige fordele og ulemper. Følsomhedsberegninger anvendes til at kortlægge konsekvensen af usikkerhed på centrale parametre for analysens resultat, fx betydningen af usikkerhed knyttet til klimaændringernes omfang.

I en *cost-benefit-analyse* beregnes den samlede samfundsøkonomiske værdi af forskellige tiltag. Det forudsætter, at konsekvenser i vid udstrækning kan kvantificeres og værdisættes. Er det ikke muligt, eller handler en beslutning alene om prioritering af en række løsningsalternativer uden beregning af den egentlige samfundsøkonomiske værdi af disse alternativer, kan der i stedet anvendes en *cost effectiveness*-tilgang, hvor den mest omkostningseffektive måde at nå en given målsætning belyses.

Kystdirektoratet – samfundsøkonomisk vurdering af kystbeskyttelse

Kystdirektoratet har opstillet en samfundsøkonomisk analyse som beslutningsværktøj for eventuelt forstærkning af den eksisterende højvandsbeskyttelse langs en kyststrækning ved Løgstør. I analysen er der regnet på om der er en samfundsøkonomisk nettogevinst ved at forstærke den nuværende højvandsbeskyttelse i 2050 som tilpasning til klimaændringerne.

Der er taget udgangspunkt i den skade på bebyggelse og infrastruktur som en oversvømmelse vil forårsage, altså udelukkende fysiske skader og ikke andre værditab ved en eventuel oversvømmelse.

Beregningerne viser, at der er en nettogevinst udtrykt som netto nutidsværdien (NNV) på 29,9 mio. kr., og at nettogevinsten pr. offentlig investeret krone i kystbeskyttelse er på 13 kr. Det betyder at den interne rente på anlægsinvesteringerne er på 80 %, hvilket er væsentligt højere end de 6 % som Transportministeriets samfundsøkonomiske manual angiver for den nedre grænse for at gennemføre anlægsinvesteringer.

Fordi klimaændringerne indtræffer gradvist over en lang periode og først slår fuldt igennem efter adskillige årtier, er det vigtigt at undersøge betydningen af forskellige igangsættelsestidspunkter for den samfundsøkonomiske rentabilitet ved tiltagene. Valg af scenarier og løsningsalternativer bør afspejle dette forhold. Det vil i sektorer med lang investeringshorisont være centralt at inddrage timingen i de generelle sektorinvesteringsplaner.

Finansministeriets *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske analyser* samt vejledninger indenfor de enkelte sektorer beskriver mere dybdegående principper for gennemførelse af samfundsøkonomiske analyser.

Udfordringer ved brug af samfundsøkonomiske analyser

Det er en generel udfordring ved udarbejdelse af samfundsøkonomiske analyser, at basisscenario og konsekvenser af forskellige tiltag i vid udstrækning berører fremtidige forhold, der er anderledes end dagens. På klimatilpasningsområdet er der store usikkerheder knyttet til omfanget af klimaændringerne årtier ude i fremtiden, særligt ift. ekstremhændelser. Det betyder, at der både vil være store usikkerheder knyttet til skadesomkostninger samt gevinster i basisscenarioer og til konsekvenserne af forskellige alternative tiltag.

Ved værdisætningen er det derfor centralt, at der anlægges en sandsynlighedsbaseret tilgang. Fordele og ulemper, der er betinget af bestemte klimahændelsers indtræden, vægtes med sandsynligheden for disse klimahændelser. Derved afspejles forholdet mellem sikre konsekvenser (fx anlægsomkostninger og ikke-klimarelaterede sideeffekter ved tiltag) og usikre fordele (fx sparede skadesomkostninger) korrekt.

I det lys bør usikkerhederne forbundet med andre faktorer minimeres. Det kan fx opnås ved at vurdere på baggrund af klart beskrevne tilpasningsmuligheder, som det ses i eksemplerne.

Et solidt datamateriale er en forudsætning for at samfundsøkonomiske analyser kan udgøre et fornuftigt bidrag til beslutningsgrundlaget. I det omfang en nøje risikokortlægning og konsekvensberegning er foretaget, vil der ligge et godt udgangspunkt for de samfundsøkonomiske analyser. Behovet for pålidelige data understreger, at samfundsøkonomiske analyser fungerer bedst, når der er en afgrænset problemstilling, hvor der kan opstilles klare alternativer.

I princippet bør alle konsekvenser værdisættes, inklusiv konsekvenser, som ikke markedsføres, fx rekreative værdier. Det er i mange henseender ikke muligt. Derfor må man ofte acceptere at regne på de konsekvenser, der med rimelighed kan værdisættes og efterfølgende lade det op til de relevante beslutningstagere at vægte de ikke værdisatte goder og omkostninger.

Givet udfordringerne med anvendelse af samfundsøkonomiske analyser i forbindelse med klimatilpasning er der behov for vejledning i brugen af dem. Inden for flere af de centrale sektorer har de statslige myndigheder allerede vejledninger på plads, som kan understøtte kommunernes udarbejdelse af analyser og dermed valg af konkrete klimatilpasningstiltag.