

## Virkninger af klimaændringer

Vejr og klima har betydning for alt liv på Jorden. Det er ikke noget tilfælde, at vi som mennesker udfolder os forskelligt under forskellige klimatiske forhold.

Klimaændringer er ikke kun noget, der sker om 100 år. Vi oplever dem allerede. Og ændringerne bliver med stor sandsynlighed større i fremtiden.

Klimaændringer i Danmark har betydning for mange sektorer i samfundet og for vandressourcer, sundhed og naturlige økosystemer.

Klimaændringer påvirker vores dagligdag og for de, der planlægger årtier eller mere ud i fremtiden er det vigtigt at tænke klimaændringer ind. Små udgifter nu kan spare store udgifter senere.

Temaet gennemgår nogle af de mest markante effekter af de igangværende og kommende klimaændringer med særlig fokus på Danmark og Rigsfællesskabet.



*Klimaændringer i Danmark har betydning for mange sektorer i samfundet. Også byggeriet. Foto Anne Mette K. Jørgensen.*

### Bygninger og anlæg

Bygninger, afløbssystemer, veje, broer og andre anlæg er typisk konstrueret til at blive brugt i lang tid (30-100 år). Derfor er det vigtigt at vi tænker fremtidige klimaændringer ind, når vi nyanlægger og renoverer.

Øget grundvandsstand og nedbør påvirker bygninger med øget risiko for oversvømmelser af kældre og vandskader.

Øget grundvandsstand kan desuden føre til reduktion af bæreevnen for fundamenter, spunsvægge og støttemure, så der opstår behov for forstærkning.

Længere perioder med tørke kan derimod give sætningskader med revnede og utætte mure til følge. Klimaændringer kan også føre til kortere levetid af konstruktioner og materialer.

Varmere somre øger behovet for køling indendørs gennem aircondition eller naturlig ventilation. Det gælder ikke mindst i kontorbygninger, hvor der ofte er overskud af varme fra computere og andet elektronik.

Mildere vintre derimod reducerer behovet for rumopvarmning og samtidig bliver belastningen fra sne på tagene mindre.

Øget maksimal stormstyrke kan føre til flere stormskader på bygninger, hvorfor øget eftersyn og forstærkning af blandt andet tage er på sin plads.

Afløbssystemer som tagrender, kloakker og dræn skal kunne klare kraftigere nedbørepisoder med store regnmængder på kort tid. Ellers risikerer vi vandskader på bygninger og flere oversvømmelser af kældre.



*Kraftigere uvejr giver øget risiko for store regnmængder på kort tid. Det betyder vandskader på bygninger og flere oversvømmelser af kældre. Foto Annette Jensen.*

## **Veje og jernbaner**

Klimaændringer har stor betydning for fremkommelighed og sikkerhed på veje og baner.

Højere sommertemperaturer stiller ændrede krav til vejbelægningen, og det kan der tages højde for ved renovering og nyetablering. For jernbaner kan der blive behov for køling af elektroniske sikringsanlæg for at undgå driftsforstyrrelser.

Højere vintertemperaturer kan betyde færre episoder med glat føre og mindre saltforbrug på vejene, men samtidig flere farlige situationer, hvor vejtemperaturen svinger omkring frysepunktet.

Januar til marts 2006 var en sådan periode, hvor frysepunktet blev passeret to gange i døgnet mange dage i træk. Det førte til et stort forbrug af vejsalt.

På vejene øges risikoen for akvaplaning, hvis vandet ikke kan komme hurtigt nok væk fra vejbanen, og vejenes holdbarhed nedsættes, hvis der staves vand op i de bærende lag.

Samtidig kan det blive nødvendigt at lukke veje i lavtliggende områder som ådale i forbindelse med nedbørepisoder.



*Det kan blive nødvendigt at lukke veje i lavtliggende områder som ådale i forbindelse med nedbørepisoder. Foto Claus Kern-Hansen.*

Kraftigere nedbørepriser skaber også behov for at forbedre afvandingen af jernbaner for at undgå oversvømmelse og driftsforstyrrelser. Hertil kommer ekstra tilsyn og vedligeholdelse af baneskråninger.

Fremtidige vandstandsstigninger er indregnet ved store anlægsarbejder som for eksempel byggeriet af den københavnske metro. Her er alle nedgange hævet så meget, at selv det værste uvejr ikke fører til oversvømmelser ved vandstandsstigninger på op til 0,5 meter.

For Storebæltsforbindelsen er der taget hensyn til vandstandsstigninger på op til 0,4 meter.

Øget maksimal stormstyrke kan medføre væltede træer langs veje og jernbaner med store konsekvenser for fremkommeligheden. Ligeledes er køreledninger og master sårbare over for storm.

## Energiforbrug og -forsyning

Stigende vintertemperaturer fører til reduceret opvarmningsbehov, mens stigende sommertemperaturer fører til øget behov for køling. En udfordring i fremtiden kunne derfor være at udnytte overskudsvarme fra kraftvarmeværker om sommeren til at producere køling.

Ændringer i vindmønstret kan påvirke potentialet for produktion af vind- og bølgeenergi. Dog er der risiko for, at møllerne oftere skal slå fra ved kraftig vind for at undgå skader.

Øget maksimal stormstyrke vil øge risikoen for strømsvigt, fordi el-ledninger falder ned. Kabellægning af el-distributionsnettet er dog fremskyndet efter decemberorkanen i 1999 og det forventes at være fuldt kabellagt omkring 2015.

Energi importeres og eksporteres mellem blandt andre de nordiske lande. Øget nedbør i for eksempel Vestnorge kan føre til mere vandkraftproduktion her og el-import til Danmark, mens tørke i andre dele af Skandinavien giver mulighed for dansk el-eksport.



*El-ledninger falder ned, men efter decemberorkanen i 1999 er kabellægning af el-distributionsnettet fremskyndet, og det forventes at være fuldt kabellagt inden for de næste ti år. Foto Niels Hansen.*

## Vandforsyning

Ændringer i temperaturer og nedbør har betydning for vandressourcerne; både mængden af grundvand, der dannes og selve vandforsyningen.

Klimamodellerne viser øget nedbør på årsbasis, men samtidig også øget fordampning på grund af højere temperaturer.

Nettoresultatet er øget grundvandsdannelse, som fører til højere grundvandspejl ved uændret vandindvinding.

Om sommeren er ca. halvdelen af vandet i vandløbene i Jylland grundvand og mindre nedbør om sommeren kan føre til, at der kan indvindes mindre grundvand til forbrug og markvanding, hvis ikke vandføringen i vandløbene skal reduceres for meget.

Når temperaturen stiger, bliver vandet i vandrørene i jorden og i husene også varmere. Det betyder risiko for bakterievækst, hvis vandet bliver meget varmere og står for længe i rørene.



*Mindre nedbør om sommeren kan føre til, at der kan indvindes mindre grundvand til forbrug og markvanding, hvis ikke vandføringen i vandløbene skal reduceres for meget. Foto Kurt Winkler.*

### **Kyster, havne og kystnær bebyggelse samt det åbne land**

Den globale vandstand stiger og det har betydning for især lavtliggende og inddæmmede områder ved kysterne.

Hertil kommer risikoen for højere vandstand ved stormflod, fordi også vinden ændrer sig.

Beregninger med DMI's klima- og stormflodsmodeller viser, at den maksimale vandstand i Vadehavet stiger mellem 0,45 og 1,05 meter i A2-scenariet. Der er mere om udslips-scenarier i 'Værd at Vide'-boxen til højre.

De 0,3 meter skyldes ændringer i vindretning og stormstyrke, mens 0,15-0,75 meter skyldes den globale havniveaustigning.

Kystdirektoratet har beregnet, at stormfloder, som i dag er en 100-års hændelse i Vadehavet, vil forekomme med 5 til 15 års mellemrum ved en 0,5 meters vandstandsstigning. Det betyder, at digernes beskyttende virkning forringes, hvis de ikke gøres højere.

Stigende vandstand og ændrede vindforhold fører desuden til øget erosion og til at kysterne rykker tilbage.



*Stigende vandstand og ændrede vindforhold fører desuden til øget erosion og til at kysterne rykker tilbage. Foto Anne Mette K. Jørgensen.*



Havneindløb sander måske til oftere og hurtigere end i dag, idet højere maksimal vindhastighed fører til højere bølger, som giver mere sandtransport forbi havneindløbene.

Stigende vandstand kan også betyde, at havnekajer, som i dag har en optimal højde for lastning og losning, i fremtiden bliver for lave. Også færgeanlæg kan få problemer.

Øget stormstyrke kan også føre til, at skibe i havne river sig løs, og der kan komme flere stormskader på kraner og andet materiel.

Byggeri i lavtliggende områder ved kysterne, som ikke er beskyttet af diger, vil være udsat for hyppigere oversvømmelser.

Havniveaustigninger, ændringer i grundvandstand og øget nedbør har betydning for udnyttelsen af det åbne land, hvor visse områder i fremtiden vil være vandlidende en stor del af året og få større risiko for oversvømmelser.

Det betyder, at disse områder fremover kan blive uegnede til landbrug, bebyggelse eller rekreative formål.

## Land- og skovbrug

Dansk landbrug kan opnå fordel af de forventede klimaændringer med en længere vækstsæson og højere kuldioxid-koncentration i luften.

For visse afgrøder som korn og raps bliver den aktive vækstsæson dog kortere, idet de modner tidligere. Det øgede kuldioxid-indhold i atmosfæren vil alligevel føre til øget produktion også af disse afgrøder.

Klimaændringers potentielle fordele for landbruget forudsætter dog visse tilpasninger i for eksempel anvendelsen af gødning samt ukrudts- og insektgifte.

På længere sigt kan der være behov for, at produktionen omstilles til nye afgrødearter og -sorter.

Mindre sommernedbør øger behovet for markvanding på lette jorder. Det øger presset på vandressourcerne.

Mere nedbør om vinteren og mere intense nedbørsepisoder vil desuden øge udvaskningen af kvælstof, fosfor og pesticider til vandmiljøet.



*Højere temperatur sammen med en øget udvaskningen af kvælstof og fosfor kan give algerne optimale vækstbetingelser. Foto Henrik Ryberg.*

For skovbruget har nuværende og mulige fremtidige klimaændringer allerede ført til, at der er udarbejdet en 'Handlingsplan for naturnær skovdrift i statskovene' (Miljøministeriet, 2005).

Skov er den naturlige vegetationsform de fleste steder i Danmark og de har både økonomisk, landskabelig og rekreativ værdi.

En betydelig del af de danske skove består af indførte nåletræarter, blandt andet rødgran. Med de forventede klimaændringer sker der ændringer i sammensætningen af træarter, idet træer, som i dag er tæt på deres naturlige sydgrænse (for eksempel rødgran), går tilbage, mens træer, som er tæt på deres nordlige udbredelsesgrænse, vinder frem. Øget kuldioxid-indhold i atmosfæren vil generelt føre til øget vækst og vedproduktion.

I et klima med mindre nedbør om sommeren øges risikoen for skovbrande og træerne kan få tørkestress og blive mere modtagelige for sygdomme.

Øget maksimal stormstyrke og øget nedbør fører til øget stormfald, hvis ikke skovbruget skifter over til mere robuste arter.

## Fiskeri

Stigende lufttemperaturer fører også til stigende havtemperaturer og ændringer i nedbør og vindforhold kan føre til ændringer i vandets saltholdighed og i strømforholdene.

Det vil føre til ændringer i de marine økosystemer, herunder fiskearter. Nogle arter vil få fordele af ændringerne, mens andre vil gå tilbage.

Et illustrativt eksempel på fiskebestandes klimafølsomhed er torskebestanden i grønlandske farvande. Mængden af torsk ved Vestgrønland steg i en varmeperiode fra 1910 til 1930 og efterfølgende er den faldet til meget lave niveauer på grund af faldende temperaturer.

I Nordsøen har stigende temperaturer ført til stigende fangst af ansjoser.

Samtidig er fiskebestanden i danske farvande følsom over for udvaskning af næringssalte og risikoen for iltvind i længerevarende perioder med stille og varmt vejr. Ligeledes kan ændrede nedbørmængder føre til ændringer i vandets saltholdighed, som igen har stor betydning for det marine miljø.



*Klimaændringerne fører til ændringer i de marine økosystemer, herunder fiskearter, hvor nogle arter vil få fordele af ændringerne, mens andre vil gå tilbage. Foto Claus Kern-Hansen.*

## Den vilde naturs dyr og planter

Dyre- og plantliv er tilpasset det aktuelle klima og naturen påvirkes allerede i dag af klimaændringer.

Påvirkningerne vil blive større fremover og de vil være forskellige for forskellige naturtyper.

I et varmere klima flytter arterne sig mod polerne og i bjergområder opad.

Men fremtidige ændringer bliver måske hurtigere end planter og dyr kan følge med til og det kan betyde, at arter kan uddø. Det gælder især for de økosystemer, som har vanskeligt ved at flytte sig mod koldere egne, for eksempel på øer og i søer.

Også stigninger i vandstanden har betydning for dyr og planter. For eksempel er Vadehavets dyr og planter afhængige af tidevandsvariationen, som betyder, at store områder skiftevis er tørlagt og under vand.

På grund af digerne indenfor, kan vadeområderne ikke brede sig ind i landet ved en vandstandsstigning. Det får store konsekvenser for blandt andet de nordiske og arktiske vadefugle, som raster her under trækket mellem overvintringsområder i syden og yngleområderne nordpå.



*Klimaændringerne bliver større fremover og påvirkningerne er forskellige for forskellige naturtyper. Foto Claus Kern-Hansen.*

Ændringer i nedbørmønstret har betydning for vandføringen i søer og vandløb.

Mere nedbør kan føre til øget tilførsel af næringsstoffer. Sammen med højere sommertemperaturer kan dette føre til øget algevækst, ligesom risikoen for iltsvind øges.

Mindre nedbør om sommeren og længere perioder med tørke kan føre til meget lav vandstand i vandløbene med konsekvenser for fiskene der.

Nye fiskearter kan blive favoriseret på bekostning af nuværende arter som aborre og ørred.

## **Sundhed og velvære**

Varmere somre betyder flere og længere hedebølger med øget risiko for hedeslag og dehydrering til følge.

Kombinationen af mildere og fugtigere vintre og varmere somre kan føre til vækst af skimmelsvampe og problemer med husstøvmider i boligerne.

Analysen af pollenmålinger i Danmark viser, at der er sket markante ændringer, fra målingerne startede i 1977 og frem til i dag.

Pollensæsonen starter generelt tidligere - for el og hassel ses en forskydning på næsten seks uger. For elm og birk er ændringen på omkring to uger og for bynke én uge, mens den for græspollen er ubetydelig.

Samtidig er pollenmængderne blevet større for de fleste arter.

Pollenproduktionen i et varmere klima bliver generelt forøget, idet et varmere klima generelt giver bedre vækstvilkår.

Med et ændret klima vil der også komme nye træer og planter og nogle arter vil blive mere udbredt, mens andre går tilbage.





*Med et ændret klima kommer nye træer og planter. Nogle arter bliver mere udbredt, mens andre går tilbage.  
Foto Claus Kern-Hansen.*

Danmark ligger for eksempel i dag i udkanten af området for udbredelsen af bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*), som er stærkt allergifremkaldende. Udenlandske undersøgelser viser, at den er i vækst, og hvis den breder sig til Danmark, kan den føre til flere pollenallergikere.

Øget temperatur kan føre til ændringer i luftforureningen, men samtidig ventes udslippet af forurenende stoffer fra afbrænding af fossile brændsler at falde, så nettoresultatet er usikkert.

Øget temperatur kan måske føre til øget forekomst af infektioner fra blandt andet fødevarer. På sigt er der risiko for insektoverførte sygdomme.

Mere udendørsliv kan føre til øget eksponering for skadelig UV-stråling med flere hudkræfttilfælde til følge, men samtidig kan det forbedre den almene sundhedstilstand gennem blandt andet øget dannelse af D-vitamin, mere motion og færre depressioner.

## **Sikkerhed og beredskaber**

Flere stormfloder med højere vandstande og kraftigere maksimale stormstyrker har stor betydning for sikkerheden.

En god varsling - altså en varsling, som er korrekt og udsendt i tide - er vigtig for sikkerheden.

Også forebyggelse bliver vigtigere i fremtiden. Blandt andet højere diger, ændret dimensionering af byggeri og fældning af træer, som ved stormfald ellers kunne give skader på bygninger eller ledninger med videre.

Desuden har befolkningens adfærd betydning for sikkerheden. Det er for eksempel vigtigt så vidt muligt at holde sig inden døre i varslingssituationer, at skibe bliver i havn eller søger læ og at materiel sikres.



*Den største stormflodskatastrofe i nyere tid skete den 12.-14. november 1872. Disse dage blev store dele af Lolland og Falster oversvømmet, 80 mennesker omkom og 50 skibe strandede på Sjællands østkyst. Grafik fra Illustreret Tidende 1872.*



## Turisme og fritid

I et varmere klima med mindre nedbør om sommeren er der gode muligheder for udbygning af turismen i Danmark, hvor det måske samtidig bliver mindre attraktivt at tage sydpå på grund af varmen.

Det giver øget pres på danske strande, havne og sommerhusområder samt behov for udbygning af overnatningsfaciliteter i ferieområderne.



*Et varmere klima med mindre nedbør om sommeren er der gode muligheder for udbygning af turismen i Danmark.*

De danske skove har vigtige rekreative formål, og den mere naturnære skovdrift betyder, at skovene gradvis kommer til at rumme flere træarter, især løvtræer. En sådan skovform vil være mere attraktiv til rekreative formål end for eksempel en mørk granskov.



*En mere naturnære skovdrift betyder, at skovene gradvis kommer til at rumme flere træarter. Foto Anne Mette K. Jørgensen.*

## Klimaændringer på Færøerne

Det færøske klima er maritimt med små forskelle på temperaturen sommer og vinter.

Klimamodellerne viser temperaturstigninger på omkring 3°C sommer og vinter og 30% mere nedbør om vinteren, men ingen ændring om sommeren.

Stigende temperaturer mindsker behovet for energi til opvarmning.

Klimaændringerne vil kun få relativt lille betydning for flora og fauna, men arter kan forsvinde, samtidig med at der ikke kommer nye til på grund af øernes isolerede beliggenhed.

Størst betydning for det færøske samfund ventes ændringerne i oceanet at få, fordi stigende temperaturer og ændrede strømforhold kan føre til ændrede fiskebestande omkring Færøerne.



*Det færøske klima er maritimt med små forskelle på temperaturen sommer og vinter og badning i sweater er helt almindelig. Foto Anne Marie Nordby.*

### **Klimaændringer i Grønland**

Temperaturstigninger på et par grader i Sydgrønland og op til 6-10°C om vinteren i det nordlige Grønland og tidligere afsmeltning af sneen om foråret mod syd har ikke den store betydning for det grønlandske samfund. Det kan endda give fordele gennem øget plantevækst og i nogen områder flere rensdyr og moskusokser. Samtidig kan der blive bedre muligheder for at dyrke jorden i Sydgrønland.

Stigende temperaturer mindsker behovet for energi til opvarmning. Øget afsmeltning af isen om sommeren kan give problemer for vandforsyningen, men samtidig levere mere vand til vandkraft.

Reduktion i områder med permafrost kan give problemer for infrastruktur som huse, veje, landingsbaner og ledningsnet i områder, hvor sådanne anlæg ligger på permafrost. De fleste huse er bygget på grundfjeldet, men man ser begyndende problemer andre steder.

Nedbørstigninger på 10-15%, i det nordlige Grønland lokalt op til 200% om vinteren, sammen med stigende temperaturer betyder væsentligt ændrede betingelser for flora og fauna.



*Øget afsmeltning af isen om sommeren kan give problemer for vandforsyningen, men samtidig levere mere vand til vandkraft. Foto John Cappelen.*

I de høj-arktiske områder, som i dag er næsten uden vegetation, kan det forventes, at planter og dyr breder sig fra syd, så flora og fauna vil komme til at ligne den, vi kender i dag i de lav-arktiske områder.

Afsmeltning af gletschere kan virke negativt på turismen, men det kan opvejes af en længere sommersæson.

Stigende temperaturer, mindre havis og mindre is i fjordene har betydning for fiskeriet.

Torsken forsvandt næsten fra de syd- og vestgrønlandske farvande i en kuldeperiode og i dag fanges i stedet for kuldetilpassede rejer, krabber og hellefisk. Med stigende temperatur kan torsken vende tilbage, men det vil så betyde tilbagegang i rejebestanden, som er en del af torskens fødegrundlag.

DMI, 8. september 2006.