

Koncept for overvågning af effekter af klimaændringer

Koncernmål 2, delmål 7 Statusrapport

Peter Gravesen, Merete Binderup, Richard Bradshaw,
Jes Fenger, Rene Forsberg, Camilla Geels,
Peter Aa. Iversen, Per Kalvig, Per Knudsen,
Karsten Raulund Rasmussen
og Erik Rasmussen

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Danmarks Miljøundersøgelser
Forskningscentret for Skov og Landskab
Kort & Matrikelstyrelsen
Miljøstyrelsen
Skov- og Naturstyrelsen



Koncept for overvågning af effekter af klimaændringer

Koncernmål 2, delmål 7 Statusrapport

Peter Gravesen, Merete Binderup, Richard Bradshaw,
Jes Fenger, Rene Forsberg, Camilla Geels,
Peter Aa. Iversen, Per Kalvig, Per Knudsen,
Karsten Raulund Rasmussen
og Erik Rasmussen

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Danmarks Miljøundersøgelser
Forskningscentret for Skov og Landskab
Kort & Matrikelstyrelsen
Miljøstyrelsen
Skov- og Naturstyrelsen

Indhold

1 INDLEDNING	3
2 BAGGRUND	4
3 KONCERNMÅLET	6
4 SKITSE TIL ET KONCEPT	8
4.1 Foreløbig ramme for konceptet	8
5 OVERVÅGNINGSELEMENTER	11
5.1 Overvågningselement - Hav	11
5.2 Overvågningselement - Havisen	11
5.3 Overvågningselement - Indlandsisen i Grønland	12
5.4 Overvågningselementerne - Sne, elv, jord og hav i arktis	13
5.5 Overvågningselement - Natur og miljø	13
5.6 Overvågningselement - Vandløb og søer	14
5.7 Overvågningselement - Grundvand	14
5.8 Overvågningselement - Skove	15
5.9 Overvågningselement - luft	16
6 FORELØBIGE KONKLUSIONER	17
7 DET VIDERE ARBEJDE	18
8 BAGGRUNDSLITERATUR	19

1 INDLEDNING

Miljøministeriets Koncernmål 2 for 2003 – ”Opdatering af dansk klimapolitik, herunder anvendelse af fleksible mekanismer samt effekt og overvågning af klimaforandringer” - består af 8 delmål. Nærværende rapport er en statusrapport for Delmål 7, ”Udarbejdelse af forslag til program for overvågning af effekter af klimaændringer”. Delmål 7 er igen underinddelt i 5 aktivitetsmål.

Seks af Miljøministeriets institutioner, Miljøstyrelsen (MST), Skov- og Naturstyrelsen (SNS), Kort- og Matrikelstyrelsen (KMS), Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Forskningscenteret for Skov & Landskab (FSL) og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) har deltaget i arbejdet med Delmål 7; GEUS har koordineret disse aktiviteter.

Det var oprindeligt planlagt at udføre arbejdet med Koncernmål 2 i løbet af hele år 2003, med rapport ultimo 2003. Men en revideret plan for arbejdet blev fremsat i anden halvdel af 2003, da det viste sig hensigtsmæssigt at forlænge projektperioden for bl.a. at udføre arbejdet med institutioner uden for ministeriet i 2004.

Nærværende rapport er derfor kun den statusrapportering for delmål 7, hvor der peges på muligheder for at overvåge effekterne af klimaændringer på de områder, der ligger inden for Miljøministeriets område. Den endelige rapport med beskrivelse af et overvågningskoncept forventes at foreligge i slutningen af 2004; den endelige rapport vil også indeholde forslag til overvågning af emner og parametre, som ligger uden for Miljøministeriets ressortområde. Rapporten vil alene omhandle forslag til, hvordan mulige effekter af klimaændringer kan monitoreres, og omhandler derfor ikke forslag til, hvordan effekterne kan begrænses, eller til hvordan udslip af klimagasser kan begrænses.

2 BAGGRUND

Jorden er blevet varmere. Godt en halv grad i løbet af de sidste 100 år. En del af dette klimaskift kan have naturlige årsager, men der er stort set videnskabelig enighed om, at temperaturstigningen de senere årtier overvejende skyldes menneskeligt udslip af de såkaldte drivhusgasser - kuldioxid, metan og lattergas samt visse flourholdige gasser (HFC'er, PFC'er og SF6). Kuldioxid stammer i det væsentlige fra afbrænding af fossile brændsler – herunder energiproduktion og transport - medens hovedparten af metan og lattergas kommer fra landbrugets fødevarerproduktion. HFC'erne og PFC'erne anvendes primært som kølemidler og opskumningsmidler og SF6 som beskyttelsesgas i større el-installationer og i støjdæmpende vinduer. Effekterne af klimaændringerne er begyndt at vise sig i form af smeltende gletsjere, forskydning af udbredelseszoner for dyr og planter m.m. Desuden menes hyppigere ekstremvejrssituationer at være knyttet til klimaændringerne.

The Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) publicerede i 2001 40 fremtidsscenerier for den globale samfundsudvikling de næste 100 år for at vurdere de mulige klimatiske effekter af hvert scenarium. Scenerierne vurderer forskellig vækst i verdensbefolkningen (7-15 milliarder), den økonomiske vækst (11-26 gange), fordelingen af energiproduktion på fossile og ikke-fossile energikilder m.m. På basis heraf er den globale temperaturstigning beregnet til en øgning mellem 1,4 og 5,8°C, og vandstandsstigninger er beregnet til mellem 9 og 88 cm. Temperaturstigningerne bliver forskellige i Jordens forskellige områder og generelt størst mod polerne. Ingen scenarier er uden virkninger; det synes på nuværende tidspunkt ikke at være muligt helt at stoppe udviklingen - kun at bremse den.

For Danmark skønnes det 21. århundrede at blive nogle grader varmere i gennemsnit, og at nedbøren vil forøges og falde i kraftigere byger, dog med mulighed for et svagt fald om sommeren (Rasmussen & Aarø-Hansen, 2003). Samtidig vil vandstanden i det omgivende hav stige måske 40 cm. Der vil også være risiko for kraftigere vind.

Selvom det nok kvalitativt vil gå i denne retning, er det på ingen måde kvantitativt sikkert. Dels er der endnu usikkerhedsmomenter i de anvendte klimamodeller, dels vides det ikke i hvor høj grad det vil lykkes, at få bremsset op for de globale udslip af drivhusgasser - altså hvilket scenario verdens klima vil udvikle sig efter.

Klimaændringer – hvad enten de er naturlige eller menneskeskabte - vil fortsat påvirke naturen og stort set alle menneskelige aktiviteter. For et land som Danmark vil der være både positive og negative virkninger, som vi må forholde os til for at udnytte muligheder og afbøde de negative virkninger, som ikke kan undgås, men som heller ikke kendes i detaljer. Det er derfor nødvendigt, at følge udviklingen nøje, så den rigtige tilpasning kan etableres. I nogle tilfælde, f.eks. inden for skovrejsning og kloakanlæg, bør der træffes beslutninger nu; i andre tilfælde, f.eks. inden for landbrug (fødevarerproduktion), har vi mere tid. Men i alle tilfælde vil der før eller siden skulle træffes nogle valg.

Der foretages ikke nogen direkte monitoring af virkninger af klimaændringer i Danmark. Men der er en række aktiviteter, herunder forskningsprojekter, som med større eller mindre ekstra indsats vil kunne give nyttige oplysninger. Miljøministeriets arbejde på området er gennemgået i det følgende.

3 KONCERNMÅLET

Ved FN konferencen om Miljø og Udvikling i Rio de Janeiro i 1992 blev Klimakonventionen udarbejdet, og efterfølgende ratificeret af Danmark i 1993. Danmarks forhold og implementeringen af vedtagelserne er derefter blevet rapporteret tre gange og senest i 2003 (Rasmussen & Aarø-Hansen, red., 2003). Danmarks ratifikation af Kyoto-protokollen sammen med de øvrige EU-lande forpligter Danmark til at reducere udslippet af drivhusgasser med 21 % fra basisåret (1990, dog 1995 for de flourholdige drivhusgasser) til 2008-2012. Miljøministeriet er ansvarlig for, at aftalen overholdes, og skal tillige forestå overvågning og rapportering. En del af denne overvågning indgår i det eksisterende overvågningsprogram (emissioner) i Miljøministeriet, men opgørelse af CO₂ er baseret på energiforbrug, som opgøres af Energistyrelsen. I marts 2003 tiltrådte Folketinget regeringens "Oplæg til en klimastrategi for Danmark".

Der eksisterer ikke en selvstændig overvågning af effekter af klimaforandringer, hvadenten de er naturlige eller menneskeskabte. ATV har i slutningen af 2003 foretaget en opgørelse og beskrivelse af hvilke områder og hvilke tilpasninger, der eventuelt skal ske i Danmark, hvis klimaet ændrer sig. For at være parat til at iværksætte tiltag i rette tid er det nødvendigt løbende at følge udviklingen via et overvågningsprogram.

Der eksisterer en række overvågningsprogrammer, som monitorer på parametre, der kan have betydning for at registrere effekter af klimaændringer. Nogle af disse programmer er relativt kortvarige forskningsprogrammer, andre er mere langsigtede nationale overvågningsprogrammer. Men ingen af programmerne er oprindeligt designet til at registrere eventuelle effekter af klimaændringerne. Generelt er der derfor med den nuværende overvågning en manglende effektdokumentation og dermed ringe mulighed for at vurdere nødvendigheden af og tidspunktet for iværksættelse af tiltag. Dette fører til betydelig usikkerhed om, hvad de målelige ændringer i klimaparameterne betyder. Klimatisk støj og tilfældige variationer gør det vanskeligt at fortolke lokale effekter i både en national og global sammenhæng.

Videnmæssigt er der store huller på en række områder, som beskrevet i Miljø- og Energiministeriets strateginotat fra 2002 om styrkelse af videngrundlaget og i Meyer-udvalgets rapport om dansk klimaforskning (AFK, 2003).

Klimaændringernes betydning for Danmark er beskrevet i Fenger & Torp (1992) og i Jørgensen, Fenger & Halsnæs (2001), som også omfatter arktiske del af rigsfællesskabet. En vurdering af effekterne er beskrevet i Fenger & Frich (2002) som opfølgning på "Klima 2012", men beskriver kun i begrænset omfang behovet for overvågning. En vurdering af mulige effekter af klimaændringer inden for Europa, og hermed også Danmark, er beskrevet i Parry (2000).

Overvågning af klimaændringseffekter kan i et vist omfang uddrages af eksisterende overvågningsdata indenfor natur- og miljøovervågningen som f.eks. NOVANA i Danmark og AMAP i Grønland, mens parametre uden for dette område formodes at kunne udledes af andre igangværende programmer. Der er derfor behov for at vurdere disse muligheder og for at identificere behov for suppleringer og justeringer. Der er dog områder, hvor der ikke eksisterer syste

matisk overvågning, men hvor processerne skønnes at have stor betydning som f.eks. i det arktiske område. Danmarks forpligtigelse inden for rigsfællesskabet må eventuelt løses sammen med relevante internationale partnere.

Da der foregår en del overvågningsprogrammer - med andre mål end klimaeffekt overvågning - i regi af andre ministerier, vil et fælles koncept blive drøftet med institutioner uden for Miljøministeriet for at analysere mulighederne for at tilpasse/supplere igangværende programmer. Gennem denne samordning vil klimaarbejdet omkring overvågning af effekter og dets betydning også blive styrket i andre sektorer.

Der er fem aktivitetsmål, som udgør delmål 7:

- Udvikle et koncept for overvågning af klimaeffekter i Danmark, Færøerne og Grønland med tilstødende områder.
- Redegøre for i hvor stor udstrækning eksisterende overvågning i ministeriet og andre ministeriers programmer kan nyttiggøres.
- Påpege akutte mangler i overvågningen, især spørgsmålet om hvor proaktiv og handlingsrettet den er.
- Pege på mulig/ønskelig udvikling i overvågningen på sigt, set i forhold til en voksende viden og i forhold til effekternes stigende økonomiske betydning.
- Afklare behovet for implementering af koncernmålet i en etablerings – og driftsfase for overvågning. Herunder vil også ressourcebehovet blive vurderet.

En forudsætning for at kunne påvise klimaændringer og vurdere effekterne af disse er, at der foretages en overvågning, indsamling og bearbejdning af de centrale klimadata som nedbør, temperatur, vind, fordampning, soltimer mv., i Danmark, Færøerne og Grønland. Det er hovedsagelig Danmarks Meteorologiske Institut (DMI), som indsamler klimadata og deltager i internationale forpligtigelser, men også andre institutioner indsamler data i et vist omfang.

De fem mål vil blive delvis omtalt i det følgende, men en endelig gennemgang af alle mål sker i 2004.

4 SKITSE TIL ET KONCEPT

Arbejdsgruppen har gennemgået de relevante beskrivelser i den litteratur, som findes i litteraturlisten samt inddraget de erfaringer, som findes i de respektive institutioner. Med hensyn til de eksisterende overvågningsprogrammer, hvor måling af klimaeffektrelaterede data allerede foretages, er det især følgende, som har betydning: Det nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet og Naturen, NOVANA (DMU, 2003) Det nationale skovprogram, (SNS, 2003), GEUS' Naturovervågning af skov, KMS målinger af hav- og landnivauændringer samt notater m.m. relateret til implementering af EU-direktiver. Fra Færøerne og Grønland er det især overvågningsprogrammerne Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP, 2002a,b) og Zackenberg Ecological Research Operations (ZERO), der er indgået i overvejelserne sammen med de forskningsaktiviteter, som i disse år leverer resultater, der kan underbygge etablering af overvågning.

Der er identificeret en række væsentlige overvågningselementer og behov, som skal indgå i overvejelser for udarbejdelse af et koncept for overvågning. I nedenstående skema er således indført seks forskellige oplysninger: Overvågningsområde, overvågningselement, effekter og parametre, samt hvorvidt overvågning pågår i Miljøministeriets regi eller i regi af andet ministerium. Et X betyder at overvågning pågår og/eller at emnet er et væsentligt arbejdsområde i ministeriet. Der er ikke foretaget en opgørelse af, hvorvidt der foretages en specifik klimarelateret monitorering.

4.1 Foreløbig ramme for konceptet

Nedenfor er beskrevet det foreløbige forslag til opbygning af en overvågning af effekter af klimaændringer. Dette vil blive bearbejdet videre i løbet af 2004.

1. Miljøministeriets 11 overvågningselementer danner kernen i et overvågningskoncept for effekter af klimaændringer (se afsnit 5), og de suppleres op med overvågningselementer fra andre ministerier.
2. Der udvælges 2-3 parametre, som har særlig betydning for vurdering af effekter for hvert overvågningselement. De udvalgte parametre skal være dokumenteret som klimafølsomme (Direkte klimaafhængige eller eventuelt delvis afhængige, hvilket må præciseres). Parametrene kan have global, regional eller lokal betydning, men skal kunne bidrage til en samlet vurdering på hvilket grundlag, der eventuelt kan kunne handles ud fra.
3. De parametre, som kan indrages fra allerede eksisterende overvågning, anvendes som hovedregel i den form, de indsamles i dag. Der skal dog foretages en nærmere vurdering af parametrenes egnethed, og justeringer må forventes at forekomme.
4. For de overvågningselementer, hvor der ikke i dag foretages en overvågning, beskrives de parametre, som bør indgå i et fremtidigt klimaovervågningsprogram.
5. Parametrene præsenteres i den form de er målt. Hvis det er hensigtsmæssigt og relevant opstilles der eventuelt indikatorer ud fra parametrene (eller nogen af dem).
6. De indsamlede parameterdata opbevares i den institution, som har indsamlet data.

7. Hvert 3-5 år sammenstilles parameterdata i en rapport af den institution, som har indsamlet data. Der konkluderes angående eventuelle effekter af klimaændringer.
8. Rapporten med de bearbejdede parameterdata sendes til den institution, som koordinerer arbejdet med fremstillingen af en samlet rapport, hvori periodens udvikling i effekter af klimaændringer beskrives og eventuelle anbefalinger fremsættes.
9. Klimarapporten indsendes til ministeren, og efterfølgende vil rapporten være tilgængelig på Miljøministeriets hjemmeside, ligesom delrapporterne fra institutionerne vil ligge på deres hjemmesider.

Væsentlige overvågningselementer

Område	Overvågnings Element	Effekter	Overvågningsparameter	Aktivitet eller overvågning pågår	
				Miljøministeriet	Andet ministerium
Is	Indlandsisen (Grønland)	Tilvækst/afsmeltning	Ændret udbredelse/ferskvand	X	
	Havisen	Udbredelse og tykkelse	Ændret udbredelse/tykkelse sejlad	X	X
	Sne		Udbredelse	X	
	Elv		Vandføring	X	
Vand	Hav	Økologiske ændringer	Fiskeri		X
		Øget eutrofiering	Iltsvind	X	
		Havniveau hæves	Vandstandsstigninger	X	X
	Nedbør	Øget regn/tørke	Ekstremer		X
		Ændret frekvens	Frekvens af tørke og nedbørsperioder		X
	Overfladevand	Øget afstrømning		X	
	Vandløb og søer	Øget vandføring	Vandføring i vandløb	X	
			Eutrofiering i søer	X	
Grundvand	Vandressourcen ændres	Kvalitet og grundvandsstand	X		
	Ændringer i vankredsløbets balance		X		
Land	Landbrug	Ændrede afgrøder	Fødevarerproduktion		X
		Ændret vækstsæson	Fødevarerproduktion	X	
	Gartneri	Ændrede afgrøder	Fødevarerproduktion		X
	Skovbrug	Ændrede vækstbetingelser	Vækstændringer	X	X
			Ændret sundhedstilstand	X	X
	Miljø- og natur	Biodiversitet- og økologiske ændringer	Flora- og fauna ændringer	X	
			Arter og terrestriske naturtyper	X	
		Udvaskning	Næringsstoffer	X	X
	Jord	Permafrostændringer	Temperaturændringer		
			Muldlaget	Erosion	X
Kyst	Erosion	Ændret og stærkere kysterosion	Vestkysten	X	X
	Pålejring		Sejlrender og havne		X
	Oversvømmelse		Vadehavet m.fl.	X	X
Luft	Luft	Forurening	Koncentration og deposition af luftforurening	X	X
		Vind	Vindændringer og storm		X
Byer/infrastruktur	Afløb				X
	Anlæg				X
	Havne				X
	Baner og veje				X
	Energiforsyning (Værker, ledninger og rør)				X
Klima	Ekstremhændelser	Storm			X
		Skybrud			X
		Stormflod			X
		Temperaturrekorder			X
Energi	Energiforbrug fordelt på forskellige energiformer	Opvarmning Afkøling	CO ₂ -udledning	X	X
Sygdom	Klimabetingede sygdomme		Malaria o.l. Bakterieforårsagede sygdomme Luftvejssygdomme	X	X
			Dødsfalds som følge af varme og/eller ekstremhændelser	X	X

5 OVERVÅGNINGSELEMENTER

5.1 Overvågningselement - Hav

Effekt - Havniveauændringer. Ændringer i havniveau kan forårsages af klimatisk betingede omfordelinger af vand mellem atmosfære, land, iskapper og hav. Det må forventes, at afsmeltning fra iskapper såvel som ørkendannelse vil føre til mere vand i havene, og dermed forårsage et stigende havniveau. Desuden vil opvarmning af havene føre til stigende havniveau som følge af termisk udvidelse. Landhævning og – sænkning vil lokalt ændre på landets højde i forhold til havniveau. Disse relative ændringer i havniveau kan være større end de klimatisk betingede ændringer. Det er derfor vigtigt at have kendskab til landets højdeændringer.

Vandstanden i havet måles ved en række stationer i Danmark, Grønland og Færøerne (Danmarks Meteorologiske Institut, Farvandsvæsenet og Kystdirektoratet). Hævning og sænkning af landområdet bestemmes af Kort og Matrikelstyrelsen gennem et referencenet og 6 målestationer, hvorfra data løbende indsamles. KMS monitorer også vandstandsmålernes placering i forhold til reference systemet.

Status: Der findes allerede en overvågning, som kan udgøre grundlaget for indsamling af klimaeffektdata. Udvikling af overvågningssystemet indebærer overvejelser angående udbygning af målestationer og anvendelse af satellitmålinger til monitorering af ændringer. Desuden skal dataindsamlingen koordineres mellem de fire ovennævnte institutioner.

Parameter forslag: 1. Vandstand i Danmark. 2. Landniveau i Danmark. 3. Vandstand i Grønland.

5.2 Overvågningselement - Havisen

Effekt – Udbredelse/tykkelse. Havisen i Polhavet har ændret sig i gennem de sidste 25 år. Dette kan særligt registreres ved en ændret udbredelse af ”sommerisen”, hvor satellitovervågning viser, at isen har en stadig mindre arealmæssig udbredelse, og målinger viser, at isens tykkelse reduceres år for år. Ændringer i havisen er udtryk for ændringer i det arktiske klima. Men da virkningen også gælder den anden vej, vil ændringer i havisen også påvirke den klimaudviklingen. En forsat ændring i havisens tykkelse og udbredelse vil kunne få stor indflydelse på bl.a. transportforhold i det arktiske område, herunder farvandene omkring Grønland.

En overvågning af havisens udbredelse foretages p.t. af DMI, og en nærmere gennemgang af overvågningen vil ske i 2004. Overvågning af havisens tykkelse er under etablering på basis af forskningsprojekter støttet af bevillinger fra forskningsråd, EU og Det Europæiske Rumagentur (ESA). Denne overvågning skal foretages på udvalgte linier i farvandet nord for Grønland, hvor flymålinger og feltarbejde lejlighedsvis er indgået tidligere. ESA satelliten CRYOSAT skal forberedes til at indgå i en overvågning.

Status: Havisens udbredelse overvåges af DMI, men der foregår en forskning og udvikling, som vil føre frem til forbedret dataindsamling gennem satellit og flyovervågning af både udbredelse og tykkelse. Der er således allerede en del overvågning af klimaeffekter i gang, men en systematisk overvågning fordrer videreudvikling ud fra forskningsresultaterne. Da en del af overvågningen indgår i forskningsprojekter, er en langsigtet overvågning ikke sikret.

Parameter forslag: 1. Havisens udbredelse i Arktis; 2. Havisens tykkelse.

5.3 Overvågningselement - Indlandsisen i Grønland

Effekt – Tilvækst/afsmeltning. Den grønlandske indlandsis har i en række år smeltet betydeligt langs randen især i Sydgrønland. Dette har dels betydet, at isranden er smeltet tilbage og dels, at der sket en udtynding af isen. Indlandsisen er følsom over for klimaændringer, men påvirker også selv - på grund af sin store størrelse – det arktiske og globale klimasystem. En overvågning af indlandsisen har derfor betydning for både det lokale samfund og det globale samfund.

Indlandsisens betydelige størrelse gør den egnet for satellit- og flyovervågning, som dog skal sammenholdes med egentlige målinger på selve isen. Satellitundersøgelser af indlandsisen er foregået i en række år, men opsættelsen af nye satellitter (CRYOSAT af ESA og ICESAT af NASA) gør det aktuelt at systematisere denne overvågning. Måling af is- og klimaparametre ved stationer på isen er også under udvikling i et forskningsprojekt , og denne opstilling af automatiske målestationer sigter mod dataopsamling via satellit. De tidligere forholdsvis personale- og logistiktungt aktiviteter vil derfor kunne afløses af automatisk dataopsamling, når det nødvendige udstyr er installeret.

En overvågning er således ikke etableret på nuværende tidspunkt, og aktiviteterne er hidtil blevet finansieret af en række kilder som EU, SNF, Grønlands Hjemmestyre og ESA.

Status: Der foreligger ingen systematisk overvågning af indlandsisen, men ud fra forskningsresultater indhentet de senere år findes grundlaget for at etablere en overvågning ved kombination af feltdata og billedanalyse. Der skal bl.a. tages stilling til antallet af feltstationer og deres placering ud over de forsøgsstationer som p.t. er etableret, og der skal ske en kalibrering mellem feltdata og satellitdata.

Parameter forslag: 1. Målinger af højde og udbredelse af indlandsisen; 2. Afsmeltning af indlandsisen,.

5.4 Overvågningselementerne - Sne, elv, jord og hav i arktis

Effekt – Nedbør og afstrømning i Arktis. I Grønlands arktiske klimazone vil klimaændringer have effekt på en række fysiske og kemiske forhold, og det forventes at ændringer i klimatiske parametre i dette område vil have en betydelig påvirkning af natur- og miljøforhold. Der foregår allerede en overvågning omkring Zackenberg Forskningsstationen, hvor parametre som sne-dække og -smeltning, vandtemperatur og stoftransport i Zackenberg-elven, samt temperaturforhold i de øverste jordlag m.v. måles (organiseret i GeoBasis som varetages af DMU). Sne-is og temperaturforhold samt havvandskemi måles i kystområdet (Young Sound) ved Zackenberg og Daneborg (organiseret i MarinBasis som varetages af DMU og Geografisk inst. KU). Desuden foretages klimaovervågning (organiseret i Klimabasis som varetages af Asiaq). Overvågningen har været foretaget siden 1995, og sigter mod at udrede sammenhænge mellem klimavariationer og langsigtede ændringer i økosystemerne. De fysiske forhold er væsentlig baggrund for disse vurderinger.

Effekt – Permafrostændringer. Overvågning af permafrost og dens betydning for jordflydning i grønlandske byer kan blive et område af betydning fremover.

Status: Der eksisterer et overvågningssystem og –koncept (ZERO programmet), som kan indgå med data i et klimaeffektprogram.

Parameter forslag: Der skal udvælges parametre fra de eksisterende programmer.

5.5 Overvågningselement - Natur og miljø

Effekt – Flora og fauna ændringer. Ved Zackenberg i Østgrønland foretages overvågning af vegetation og en række land- og havdyr (organiseret i BioBasis som varetages af DMU), som skal sammenholdes med de øvrige aktiviteter i Zackenberg (se ovenfor). I den højarktiske del af Grønland er biodiversiteten særdeles udsat i forhold til klimaændringer, og effekter af klimaændringer vil særligt slå igennem her. Der eksisterer allerede et Grønlands overvågningskoncept for flora og fauna, som også indgår i Danmarks forpligtigelser i forbindelse med AMAP.

Status: Overvågningen ved Zackenberg (ZERO og AMAP programmerne) kan indgå med data i et klimaeffektprogram. Overvågning af ændringer i jordbundfauna foretages ikke i dag.

Parameter forslag: Der skal udvælges parametre fra de eksisterende programmer.

Effekt – Arter og terrestriske naturtyper. Naturtyper påvirkes af klimaforhold og de fysiske forhold. I forbindelse med NOVANA programmet, hvor det er prioriteret at opfylde de internationale forpligtigelser i forhold til EU's Habitatsdirektiv og Fuglebeskyttelsesdirektiv, skal der overvåges på den terrestiske vegetation og dyreverden samt et antal limnisk og marine

naturtyper. Der vil derfor for naturtyperne blive indsamlet en række biologiske, klimatiske og fysiske data på de ekstensive og intensive stationer, som indgår i måleprogrammet.

Programmet om overvågning af arter omfatter i alt 152 arter, og de skal overvåges både intensivt, ekstensivt og i relation til effekter af naturforvaltningstiltag. Både for naturtyper og arter gælder, at en række parametre kan relateres til klimaændringer, hvor effekter og konsekvenser for naturtyper og plante-dyre arter kan være betydelige.

Status: Den beskrevne overvågning starter op fra 2004 (NOVANA programmet). Det må forventes, at data vil kunne indgå ved vurdering effekter af klimaændringer.

Parameter forslag: Der skal udvælges parametre fra det eksisterende program.

5.6 Overvågningselement - Vandløb og søer

Effekt – Øget vandføring. Vandstand og vandføring i vandløb i Danmark er bestemt af den mængde nedbør, som falder og er dermed afhængig af ændringer i de klimatiske forhold. I naturvandløb er indholdet af koncentration og transport af opløste ioner og partikler, herunder næringsstoffer, også påvirkelige af klimaændringer. Der eksisterer et nationalt net med ca. 350 hydrometriske stationer med data. DMU varetager 22 stationer, som fra 2004 overgår til amterne (NOVANA).

I forbindelse med NOVANA overvåges 10 naturvandløb med start i 2004.

Status: Der eksisterer en overvågning af vandstand, vandføring og -kvalitet i danske vandløb (NOVANA programmet), som forventes at kunne indgå i en klimaeffekt overvågning.

Parameter forslag: 1. Vandføring og vandstand, 2. En eller to kvalitetsparametre.

Effekt – Eutrofiering i søer. Tilstanden i danske søer påvirkes ved ændringer af tilførsel af næringsstoffer – som kan være en følge af ændret nedbør - samt af den biologiske struktur ved ændrede forhold for visse organismer. En øget eutrofiering af søer kan derfor blive effekten ved ændringer i klimaet. Overvågningen indgår i NOVANA-programmet med ca. 1.500 stationer, hvor der måles en række kemiske og biotiske parametre.

Status: Der er således etableret et overvågningsprogram (NOVANA programmet), hvor indsamlede data forventes at kunne indgå ved vurdering af effekter af klimaændringer.

Parameter forslag: 1. En eller to kvalitetsparametre.

5.7 Overvågningselement - Grundvand

Effekt – Ændring af vandressourcen. Den naturlige grundvandstand er bestemt af nedbørsmængden og fordampningen og er derfor følsom overfor de ændringer i disse parametre som kan blive effekten af klimaændringer. Grundvandstandens beliggenhed har også betyd

ning for den mængde grundvand, der er til rådighed for drikkevandsforsyningen. Grundvands kvaliteten, som har betydning for drikkevandskvaliteten, vil blive påvirket af ændringer i udvaskning af næringssoffer, pesticider samt andre kemiske stoffer. Overvågning af kvalitet og kvantitet indgår i NOVANA overvågningen, som varetages af amterne og GEUS. Der eksisterer 50 stationer (boringer), hvor kvaliteten måles systematisk samt en række andre boringer (boringskontrol), hvori der måles periodevist. Grundvandsstanden pejles i op mod 1000 boringer.

Status: Der er et etableret overvågningssystem (NOVANA programmet), hvorfra data forventes at kunne indgå i en klimaeffekt overvågning.

Parameter forslag: 1. Grundvandstand i Danmark; 2) Grundvandskvaliteten i Danmark (vurderet på indhold af et eller to uorganiske/organiske stoffer).

5.8 Overvågningselement - Skove

Effekt –Ændrede vækstbetingelser. De danske skoves ressourcer, tilstand og udvikling er afhængige af klimaet, og klimaændringer vil derfor også slå igennem i skovbruget. I den Nationale Skovovervågning (NFI) (samplingsprogrammet) indsamles en lang parametre, som har betydning i forhold til en klimaeffektovervågning: Skovenes vækst, fænologi, sundhedstilstand, stofkredsløb og hydrologi samt habitater. Tilvækst og vegetation overvåges på 6.500 stationer, mens der foregår en yderligere overvågning af skovsundheden på 50 permanente plots og en intensiv overvågning med bl.a. vand- og stofkredsløb på 8 permanente plots. Det nationale program samarbejder med andre programmer som ForestFocus (EU) og ENFIN (European National Forest Inventory Network).

Naturskov findes flere steder i Danmark. Systematiske undersøgelser er siden 1948 gennemført i Draved Skov og siden 1969 i Løvenholm Skov, hvor en række parametre er indsamlet om træer (5000 stk.), pollenproduktion og grundvand. Naturskov er ligesom anden skov følsom overfor klimaændringer, og en del af de indsamlede data kan være medvirkende til at belyse effekter af ændringerne. Især Draved data kan indgå i dynamiske vegetationsmodeller på grund af det lange tidsrum, som tillader at klimakomponenten i de observerede ændringer i vegetationen kan estimeres.

Status- Skovbrug: Der er etableret et overvågningsprogram (NFI programmet), hvorfra en række data forventes at kunne indgå i en klimaeffekt overvågning.

Status- Naturskov: Der er etableret et overvågningssystem for naturskov (DRAVED programmet), som forventes at kunne indgå ved overvågning af effekter af klimaændringer.

Parameter forslag: Der skal udvælges parametre fra de eksisterende overvågningsprogrammer.

5.9 Overvågningselement - luft

Effekt – luftforurening. Ændringer i nedbørsforhold samt ændringer i vindforhold vil påvirke luftkoncentrationer og deposition fra luften. Ændringer af temperaturforhold- og vandforhold vil påvirke fysisk-kemiske reaktioner i atmosfæren samt økosystemernes udveksling af gasser, hvilket bl.a. vil påvirke både emissioner og depositioner. Under NOVANA og AMAP overvågningsprogrammerne indsamles en lang række kemiske og fysiske parametre, som kan bruges til at beskrive luftkvalitet og den atmosfæriske deposition af luftforurening til terrestiske og akvatiske områder på national, regional og lokal skala. Begge programmer indgår i internationale overvågningsprogrammer.

Status: Der er etableret overvågningsprogrammer (NOVANA og AMAP programmerne), hvorfra relevante data forventes at kunne anvendes til vurdering af effekter af klimaændringer.

Parameter forslag: Der skal udvælges parametre fra de eksisterende overvågningsprogrammer.

6 FORELØBIGE KONKLUSIONER

Ud fra den ovenstående gennemgang kan der peges på følgende:

- Der er identificeret 11 overvågningselementer med en række effektparametre inden for Miljøministeriets arbejdsområde.
- Af disse indgår 10 overvågningselementer allerede i et overvågningsprogram, og det vurderes, at en del af de parametre, der allerede indsamles, vil kunne indgå i et kommende overvågnings-program for klimaeffekter.
- Inden for det sidste overvågningselement foregår en udvikling og forskning, som kan føre frem til relevante procedurer og parametre til et overvågningsprogram.
- Der skal inden for hvert overvågningselement udvælges klimarelevante parametre, som kan indgå – eventuelt i en indikator form – i et overvågningsprogram.
- Med et 3-5 årigt interval udarbejder den institution, som har indsamlet data, en vurdering af data set i en klimaeffekt sammenhæng. På basis af dette materiale udarbejdes, af en af ministeriet udpeget koordinerende institution, en samlet klimaeffekt overvågningsrapport.
- Rapporten sendes til ministeren og lægges efterfølgende ud på de relevante hjemmesider.

7 DET VIDERE ARBEJDE

Det videre arbejde, som forestår i 2004, er:

- Der skal udvælges endelige parametre for alle overvågningselementer inden for Miljøministeriets område, og deres relevans for at indgå i et overvågningsprogram vurderes og beskrives.
- Danske, færøske og grønlandske institutioner udenfor Miljøministeriet, som formodes at indsamle data, der kan bidrage til en klimaeffekt overvågning identificeres og kontaktes. Der aftales arbejdsprocedurer i forhold til institutionerne. Denne proces forventes færdig medio 2004.
- Sidste halvdel af 2004 bruges til at udarbejde det endelige koncept med besvarelse af de 5 aktivitetsmål, herunder også vurdering af resourceforhold.
- Opgaven afsluttes med en rapport, som forligger ved udgangen af 2004.

8 BAGGRUNDSLITERATUR

ADK, Arbejdsgruppen for et Dansk Klimaforskningsprogram, 2003: Kortlægning af dansk forskning på klimaområdet og forslag til styrkelse af indsatsområder (Meyer-udvalget).

AMAP, Artic Monitoring and Assessment Program, 2002a: AMAP Assessment 2002: The Influence of Global Change on Contaminant Pathways to, within, and from the Arctic. 65 sider.

AMAP, Artic Monitoring and Assessment Program, 2002b: Arctic Pollution, 2002. 112 sider.

ATV, Akademiet for de tekniske videnskaber, 2003: Effekter af klimaændringer - tilpasninger i Danmark. 2003. Findes både som baggrundsrapport (50 sider) og i kort form (44 sider).

DMU, Danmarks Miljøundersøgelser, 2003: NOVANA. Programbeskrivelse.

Fenger, J. og Frich, P., 2002: Dansk tilpasning til et ændret klima. Faglig rapport fra DMU, nr. 401. 2002. 36 sider. Findes som PDF-fil på DMU's hjemmeside <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Fenger, J og Torp, U. (redaktører), 1992: Drivhuseffekt og klimaændringer – hvad kan det betyde for Danmark. Miljøministeriet, 288 sider.

IPCC, 2001: Climate Change 2001. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Fire bøger:

- 1.The Scientific Basis, 881 sider
- 2.Impacts, Adaptation and Vulnerability, 1032 sider
- 3.Mitigation, 752 sider
- 4.Synthesis Report, 397 sider

WHO og UNEP. Cambridge University Press.

Jørgensen, A.M., Fenger; J. og Halsnæs,(redaktører), 2001: Climate Change Research. Danish Contributions. Danish Climate Centre. Danish Meteorological Institute. 408 sider.

Parry, M., (redaktør), 2000: Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe. The Europe Acacia Project: EU Kommissionen, 320 sider.

Rasmussen, E. & Aarø-Hansen, M. (redaktører), 2003: Denmark's Third National Communication on Climate Change. Under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Miljøstyrelsen, 212 sider.

Skov- og Naturstyrelsen, 2003: Danmarks nationale skovprogram. Miljøministeriet, 82 sider.