

Miljø- scenarier



Hanne Bach er forskningschef i Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Systemanalyse, og er bl.a. redaktør af den danske Miljøtilstandsrapport, som udkommer hvert fjerde år. Hun er uddannet kemiingeniør og har i en årrække arbejdet med miljøkonsekvensanalyser og sammenhænge mellem samfund og miljø og natur.

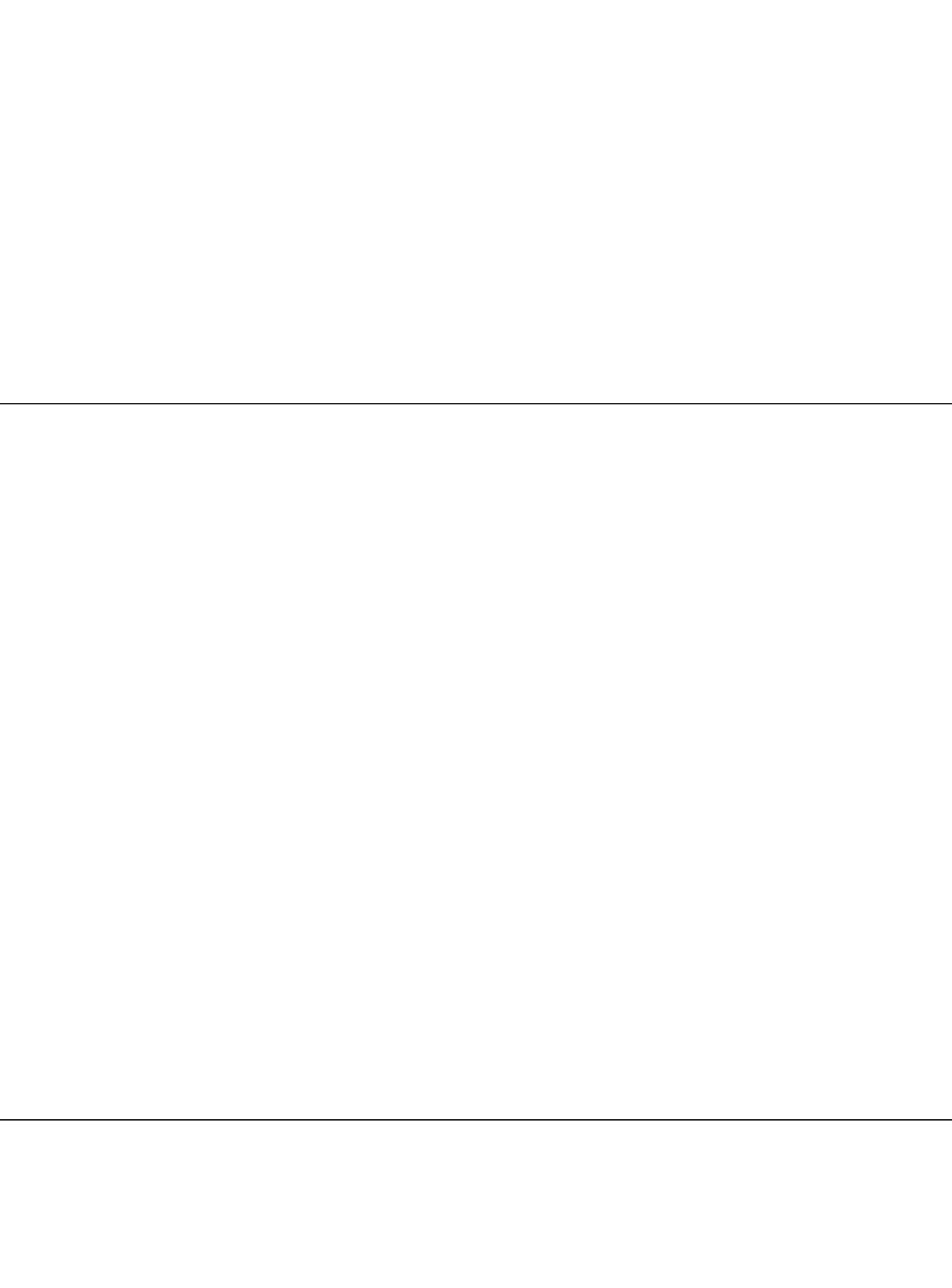
Henrik Gudmundsson er uddannet som miljøplanlægger fra RUC og har en ph.d.-grad i bæredygtig mobilitet fra Handelshøjskolen i København. Han arbejder med miljøindikatorer og undersøger blandt andet hvordan miljøhensyn kan varetages inden for trafikpolitikken i Danmark og EU. Han har arbejdet med fremtidsscenarioer for bl.a. Transportrådet, Teknologi-nævnet, Nordisk Ministerråd og Det Strategiske Miljøforskningsprogram.

Jesper S. Schou, cand.agro og ph.d. i miljøøkonomi fra den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole. Har arbejdet med miljøøkonomisk forskning og analyse siden 1993 med hovedvægt på integreret økonomisk og miljømæssig modellering (scenarieanalyser og omkostningseffektivitetsanalyser) samt værdisætning af miljøgoder.

Bernd Münier er uddannet geograf og har en ph.d.-grad i GIS-analyse. Han arbejder med landskabsøkologi og landskabsforvaltning. Han har arbejdet med landskabsscenarioer i bl.a. forskningsprojektet ARLAS (arealanvendelse og landskabsudvikling belyst ved scenariestudier).

Jytte B. Illerup, kemiingeniør, ph.d. og gruppeleder for emissionsgruppen. Er projektleder for arbejdet vedrørende udarbejdelse og rapportering af udslipsopgørelser til internationale konventioner (Klimakonventionen og Konventionen om Langttransporteret Luftforurening) og EU. Er desuden projektleder for en række forskningsprojekter, herunder udvikling af modeller til fremskrivning af udslip til atmosfæren.





Miljøscenarier

Redigeret af:
Hanne Bach

Med bidrag af:
Hanne Bach
Henrik Gudmundsson
Jesper S. Schou
Bernd Münier
Jytte B. Illerup



Miljøscenarier

Redigeret af

Hanne Bach, Danmarks Miljøundersøgelser

Med bidrag af

Hanne Bach, Henrik Gudmundsson, Jesper S. Schou, Bernd Münier
og Jytte B. Illerup

© 2005 Danmarks Miljøundersøgelser, forfatterne og Forlaget Hovedland

Alle rettigheder forbeholdes.

Ingen del af denne bog må gengives, lagres i et søgesystem eller transmitteres i nogen form eller med nogen midler grafisk, elektronisk, mekanisk, fotografisk, indspillet på plade eller bånd, overført til databanker eller på anden måde uden forlagets skriftlige tilladelse.

Enhver kopiering fra denne bog må kun ske efter reglerne i lov om ophavsret af 14. juni 1995 med senere ændringer.

Det er tilladt at citere med kildeangivelse i anmeldelser.

Forlagsredaktion: Ole Jørgensen

Illustrationer, ombrydning og scanning: Britta Munter, Grafisk værksted,
Danmarks Miljøundersøgelser

Omslag og kapitelforsider: Maleri af Poul Anker Bech

Forside: Udsnit af Mod skyerne, side 8: Vesten for månen, side 14: Havmanden, side 20: Drømmeren, side 30: Mod skyerne, side 36: Grøn svinedans, side 48: På herrens mark, side 60: Nach Wannsee.

Tryk: Narayana Press, Gylling

Denne bog er trykt på 130 g Cyclus Print

ISBN 87-7739-736-3

1. udgave, 1. oplag 2005



Forlaget Hovedland

www.hovedland.dk

E-mail: mail@hovedland.dk

Forord 6



Baggrunden for forudsigelser 9



Forudsætningerne for forudsigelser 15



Forskellige typer forudsigelser 21



Forudsigelse af konsekvenser for natur og miljø 31



Forudsigelse af drivende kræfter 37



Forudsigelse af miljøforandringer 49



Fremtiden for forudsigelser 61

Litteratur 66

Ordliste 69

Stikordsregister 70

Forord

Forudsigelser af udviklingen i miljøet bliver brugt af politikere, embedsmænd og miljøorganisationer i deres arbejde med at fastlægge den fremtidige indsats over for natur og miljø. Der er gennem de seneste 5 år lavet en lang række forudsigelser, som dækker forskellige miljøproblemstillinger, og som har forskelligt udgangspunkt og forudsætninger.

I Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) laver vi forudsigelser af miljøets udvikling – ofte på grundlag af forudsigelser af samfundets økonomiske udvikling, som Finansministeriet, Økonomi- og Erhvervsministeriet og Fødevareministeriet laver. DMU's forudsigelser bliver bl.a. brugt i den danske miljøtilstandsrapport: "Natur og Miljø, Påvirkninger og tilstand", som udkommer hvert 4. år.

Formålet med denne bog er at forklare, hvordan forudsigelser bliver til, og hvad de har som grundlag, forudsætninger og begrænsninger samt at illustrere, hvilke typer af spørgsmål man kan få svar på. Eksemplerne vil også vise, hvilken rolle forudsigelserne har i miljøpolitikken.

Kapitel 1 indeholder en kort beskrivelse af baggrunden for, at der bliver lavet forudsigelser af miljøets udvikling, hvad de bliver brugt til og hvem der bruger dem.

Kapitel 2 fortæller, hvilke forudsætninger der skal være opfyldt for at udarbejde forudsigelser. Man skal fx have kendskab til de faktorer i samfundet, der er årsag til miljøproblemet, og vide hvorledes disse faktorer udvikler sig.

Kapitel 3 beskriver forskellige typer af forudsigelser og de begreber og metoder, der anvendes for at lave dem.

Kapitel 4 redegør for, hvordan man kommer fra en forudsigelse af samfundets udvikling til en forudsigelse af denne udviklings konsekvenser for natur og miljø.

Kapitel 5 giver eksempler på forudsigelser af udviklingen inden for nogle områder, som har stor betydning for miljøet: landbrug og trafik. Kapitlet viser, hvorledes forudsigelserne tilrettelægges, så resultaterne kan anvendes til at belyse miljøkonsekvenserne.

Kapitel 6 beskriver forudsigelser af klima og natur og giver eksempler på, hvordan komplekse miljøproblemstillinger forenkles, så bestemte spørgsmål kan belyses og analyseres ved hjælp af forudsigelser.

Kapitel 7 giver et bud på nogle af de problemstillinger man skal være særlig opmærksom på, når man bruger forudsigelser, og hvilken rolle forudsigelserne kan få i fremtiden.

I bogen inddrager vi resultater fra en række andre institutioner: Danmarks Jordbrugsforskning, Fødevareøkonomisk Institut, Energistyrelsen, Vejdirektoratet, Danmarks Statistik og Forskningscenter Risø.



Forudsigelser af miljøets udvikling er en vigtig del af grundlaget for miljøindsatsen og dermed for det gode miljø som sådan.

Foto: Highlight



Baggrunden for forudsigelser



Vurderinger af samfundsudviklingen og dens miljøkonsekvenser er meget efterspurgt af dels politikere og embedsmænd og dels miljøorganisationer og borgere. Politikere og embedsmænd har brug for et grundlag til at formulere ny politik, og miljøorganisationer og borgere vil gerne vide, hvordan fremtidens miljø kan komme til at se ud.

Maleri: Poul Anker Bech

Foto: Axel Søgaard

Samfund og miljø hænger sammen

Vi mennesker er den egentlige årsag til miljøproblemerne i samfundet. Vi skaber miljøproblemerne gennem vores forbrug. Forbrug af varer, mad, bolig, transport osv. Jo større forbrug vi har, jo mere skal der produceres og transporteres, og des større bliver udslippet af forurenende stoffer til omgivelserne. Disse udslip og andre former for påvirkning (fx den fysiske anvendelse af arealet til byer, veje, havne, broer, landbrugsjord osv.) kan have negative virkninger på natur og miljø.

Der gøres meget for at nedbringe forureningen som følge af vores forbrug: Energiproduktionen er blevet mere effektiv, bilerne kører længere pr. liter benzin og har katalysator, landbrugets forurening nedbringes osv. Forbruget har

Boks 1

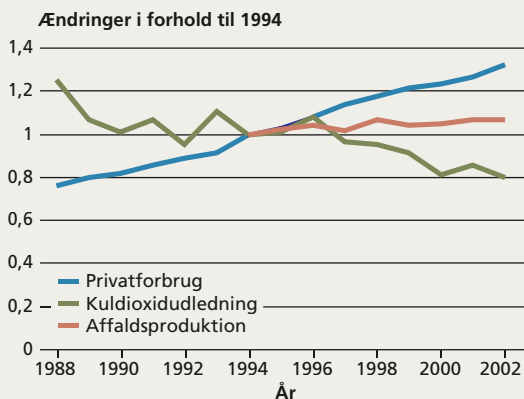
Vækst i forbrug og forurening

På trods af at privatforbruget stiger, er det lykkedes at nedbringe udledningen af kuldioxid (CO₂) ved en mere effektiv energiproduktion og plantning af skov og ved at bruge energiformer, som giver mindre udledning af kuldioxid, fx naturgas frem for kul. Affaldsproduktionen, som er mere direkte knyttet til forbruget, er derimod ikke faldet. Den stiger dog mindre end forbruget.

Man siger, at kuldioxidudledningen er absolut afkoblet fra forbruget (kuldioxidudledningen falder, mens forbruget stiger), mens affaldsproduktionen siges at være delvist afkoblet, idet affaldsproduktionen nok stiger, men dog mindre end forbruget.

Figur 1-1

Udviklingen i forbruget sammenlignet med udviklingen i to størrelser, som afhænger af forbruget: affaldsproduktion og kuldioxidudledning. Enhederne på den lodrette akse er indextal med udgangspunkt i 1994; dvs. at de tre størrelses værdi i 1994 er sat til 1 – og værdierne de øvrige år er så udregnet som det pågældende års værdi divideret med 1994's værdi.



imidlertid vist sig i nogle tilfælde at stige mere end stigningen i den mere effektive og miljøvenlige anvendelse af ressourcerne.

Påvirkningerne på naturen og miljøet er på den ene side et resultat af den økonomiske og teknologiske udvikling og af forbrugernes adfærd og på den anden side af naturens (økosystemernes) sårbarhed dvs. deres evne til at overleve og tilpasse sig påvirkningerne.

Udviklingen i landbruget har eksempelvis stor betydning for naturen og landskaberne. Dels bruges markerne afhængigt af skiftende politiske tiltag forskelligt – fx til dyrkning, græsning eller brak, dels spredes en del af de næringsstoffer og sprøjtemidler, landbruget anvender, i miljøet hvor de bl.a. påvirker planterne. Forandringer i landbrugets økonomiske vilkår, udviklingen af driftsformer og teknologi samt landbrugspolitikken og miljøpolitikken bestemmer sammen med naturens følsomhed udviklingen i natur og landskaber.

Figur 1-1

Affald er et af de problemer, der følger med forbrug, men i dag stiger affaldsmængden mindre end forbruget.

Foto: John Jensen



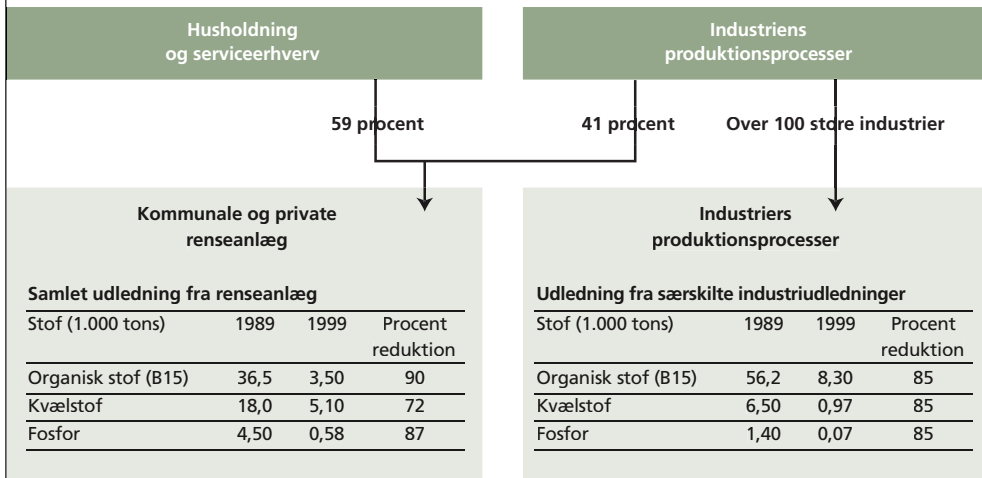
Miljø- og erhvervspolitikens betydning

Miljøpolitik og politik rettet mod for de enkelte erhverv, fx landbrugspolitik, kan vedtages og iværksættes for at imødegå uønskede forandringer i natur og miljø.

Spildevandsrensning (figur 1-2), rensning af røg fra skorstenene og krav om montering af katalysatorer på biler er eksempler på miljøpolitik, som afbøder forureningens virkninger. Afgifter på benzin er et eksempel på en politik (her for transport), som har til formål at nedsætte aktiviteten – trafikmængden – og energiforbruget samt skaffe penge til statskassen. Derudover har de den virkning, at de reducerer forureningen fra transport.

Et politisk initiativ kan også have betydning for mange erhverv på én gang og for samfundets økonomi som helhed. Et eksempel på det er energiafgifter, som pålægges både erhverv og husholdninger, og et andet klimapolitikken, hvor kravene til mindre udledning af drivhusgasser får betydning for alle dele af samfundet.

Figur 1-2
Oversigten viser, hvordan udledningen af forurenende stoffer fra henholdsvis kommunale renselanlæg og særskilte industrianlæg er reduceret i perioden fra 1989 til 1999. Efter Miljøstyrelsen, 2000.



Hvad bruges forudsigelserne til?

Udviklingen i miljøets tilstand kan ses i et bagudrettet perspektiv (hvordan er det gået indtil nu), men den kan nok så vigtigt også ses fremadskuende (hvordan kommer det til at gå) – det er her, forudsigelserne kommer ind.

Forudsigelser kan dels bruges undersøgende: "Hvad sker der hvis ...?", og dels til at finde ud af om udviklingen går den rigtige vej, fx om det ser ud til at fastsatte miljømål nås. Forudsigelserne bruges som en hjælp til at udforme den rette politik. Man kan fx analysere, hvorvidt de politiske instrumenter man forestiller sig at bruge, fører til forandringer/forbedringer for natur og miljø i det omfang, man havde tænkt sig.

Går det så rent faktisk ikke, som man forventede, kan forudsigelserne opdateres og bruges som grundlag for at justere politikken.

Figur 1-3

Vandmiljøplan I fra 1987 har betydet, at den danske spildevandsrensning er blevet kraftigt udbygget. I dag yder anlæggene en avanceret mekanisk, kemisk og biologisk rensning.

Foto: Patrik Fauser





Forudsætningerne for forudsigelser



Naturens og miljøets tilstand hænger nøje sammen med alle de aktiviteter, vi som samfund og enkeltpersoner sætter i gang. For at lave forudsigelser og bruge dem rigtigt er man nødt til at forstå denne sammenhæng.

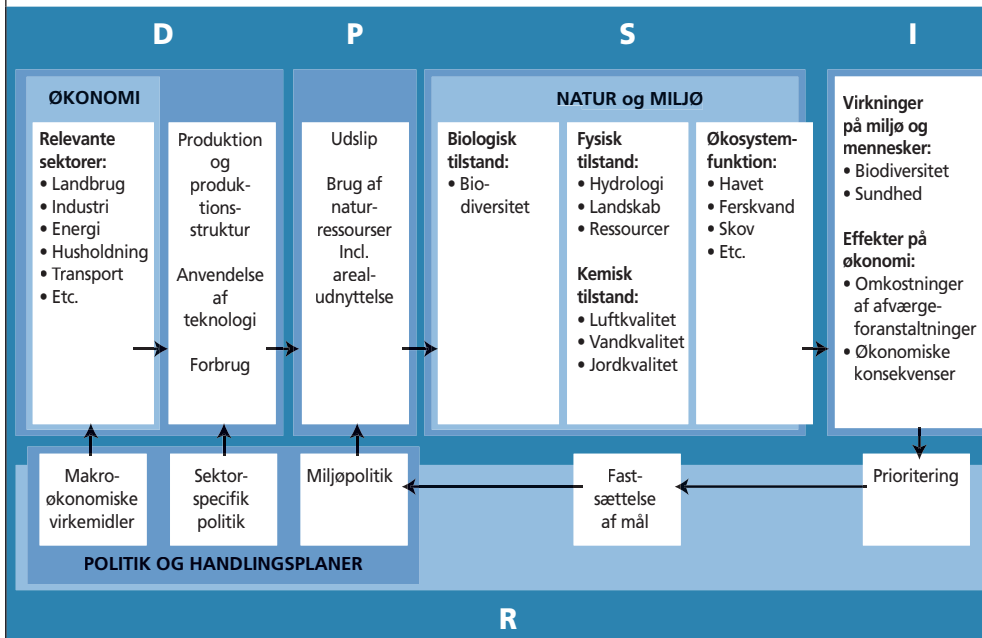
Maleri: Poul Anker Bech
Foto: Galleri C

Erhverv og forbrug er de drivende kræfter

Sammenhængen mellem miljø og samfund er illustreret i figur 2-1. De kræfter, der driver miljøproblemerne frem, er som nævnt aktiviteterne i erhvervene og vores forbrug (landbrug, transport, energi, industri, turisme, husholdninger etc.), som fører til udslip af forurenende stoffer, forbrug af naturressourcer og anvendelse af landets areal. Disse påvirkninger er sammen med udefrakommende faktorer som vejrlig og andre naturgivne forhold det, der bestemmer miljøets tilstand.

Miljøtilstanden har betydning for menneskers sundhed, for økosystemerne og i nogle tilfælde også, som det næste led i kæden, for erhvervene. Fx kan klimaforandringer påvirke landbrugsproduktionen, havforurening kan påvirke fiskeriet og forandringer af natur og landskaber påvirke turismen. Miljøtilstanden og samfundet kobles af os mennesker sammen vha. miljømålsætninger og tiltag, som iværksættes for at imødegå evt. skadelige konsekvenser for menneskers sundhed, økosystemer osv.

Figur 2-1
Samspelet mellem miljøtilstanden og de menneskeskabte påvirkninger.



Forudsigelser af miljøtilstanden bygger på, at man

- 1) kan forudsige de drivende kræftes udvikling
- 2) kender de påvirkninger, disse kræfter udsætter miljøet for (udledninger osv.), og endelig
- 3) ved, hvilke konsekvenser disse påvirkninger har for miljøet og menneskers sundhed.

Det er vanskeligt at lave forudsigelser, som dækker hele denne kæde. Men den grundlæggende forudsætning er, at man kan beskrive udviklingen i de drivende kræfter systematisk.

Anvendelse af indikatorer i forudsigelser

Når man har udviklingen i de drivende kræfter, vil det ofte være muligt at forudsige påvirkningerne i form af udledninger og anvendelse af landets areal. I nogle tilfælde er det derefter også muligt direkte at bestemme påvirkningernes konsekvenser. Mange gange kan man imidlertid ikke direkte bestemme konsekvenserne, men må gå indirekte til værks ved enten at bruge påvirkningernes størrelse eller simple, let målbare forhold i miljøet som mål (indikatorer) for de mulige konsekvenser (se boks 2).

Boks 2

Hvad er en indikator?

Når man er syg og får feber, er den forhøjede kropstemperatur en vigtig indikator for at man er syg uden at den kan dog kan sige, hvad man egentlig fejler. En miljøindikator er tilsvarende en størrelse der 'tager temperaturen' på miljøproblemet.

En indikator for landbrugets påvirkning af naturen kan være mængden af det ammoniak, som fra marker og stalde spredes i luften og rammer planterne ved nedfald. I visse tilfælde får udslippet et omfang, der overstiger hvad planterne kan tåle. I dette tilfælde bruger man selve udslippet som indikator for ændringer i miljøet.

Iltkoncentrationen i bunden af Kattegat om sommeren er et eksempel på en anden slags indikator. Påvirkningen er i dette tilfælde de næringsalte, der udledes til vore havområder. Men i stedet for at nøjes med selve påvirkningen som indikator går man her et skridt videre og bruger en af de mange konsekvenser, næringsaltene kan have i havmiljøet: nemlig lavere indhold af ilt i vandet. Lavere iltindhold kan føre til, at bunddyr dør og fisk flygter, og egentlig vil man helst kunne måle og forudsige alle de forandringer, udledningen af næringsalte fremkalder. Det er imidlertid muligt at bruge iltindholdet som indikator, fordi mange af de andre forandringer følger iltindholdet på en mere eller mindre forudsigelig måde.

Et miljøproblem er ofte bestemt af flere faktorer

Der er ofte mere end en drivende kraft, som har betydning for en given miljøproblemstilling, så det kan være nødvendigt at forudsige udviklingen af en række erhverv på én gang for at få et samlet billede. Det er fx nødvendigt, når man beskæftiger sig med et emne som energi. I andre situationer er det nødvendigt at kunne adskille kræfternes indflydelse i en slags "alt-andet-lige"-undersøgelse, hvor ét erhverv og dets betydning analyseres separat.

I alle tilfælde er det nødvendigt at identificere de faktorer eller drivkræfter, der er vigtigst for den givne problemstilling, og derefter finde en metode (evt. en model) til at forudsige den fremtidige udvikling med.

Et eksempel: udvikling i naturarealet

Den måde vi bruger landets areal på, hører som nævnt til de kræfter, der driver forandringer i naturen og miljøet. Arealerne inddeles i seks hovedkategorier: bebyggelser i byer og på landet, dyrkede arealer, åben natur, skov, søer/vandløb og befæstede arealer (veje etc.). Forandringer i fordelingen mellem disse kategorier har betydning for landskabet.

Arealanvendelsens udvikling blev i 1998 analyseret i et fremtidsscenario, der gik frem til 2025, og som tog udgangspunkt i de aktuelle politiske planer, strategier osv. Undersøgelsen viste, at der bliver en stigende konkurrence om arealer. Udviklingen i bymæssig bebyggelse forventes at føre

Figur 2-2

Det danske areal er intensivt udnyttet til byer, marker og veje.

Foto (tv): Ole Malling

Foto (midt): Britta Munter

Foto (th): Britta Munter



til en vækst i byarealet på 15 % indtil 2025. Planer om fordobling af vores skovareal inden for en 100-års-periode betyder, at det stiger med ca. 30 % frem til 2025. Det dyrkede areal, dvs. det landbrugsareal, der er i omdrift, forventes at falde ca. 15 %. Det dyrkede areal udgør ca. $\frac{2}{3}$ af landet og vil være den kategori, der leverer areal til de øvrige.

En af forklaringerne på, at det dyrkede areal falder, skal findes i indsatsen for vandmiljøet. Vandmiljøplanerne betyder nemlig, at en del af arealet i omdrift forventes at blive omlagt til arealer uden for omdrift (vedvarende græs og brak), således at disse arealer kommer til at stige med 30 %. De vedvarende græsarealer, som fx findes i engområder, opfattes som en del af naturen, men for at skille dem fra den natur, som ikke har været dyrket, kaldes de ofte halv-naturarealer. Sammenlagt betyder ændringerne i landbruget en stigning i naturarealer og halv-naturarealer på ca. 50.000 ha, så de nærmer sig en størrelse på i alt 10 % af arealet.

Faldet i det dyrkede areal vil betyde et øget krav til intensivering og effektivisering af landbrugsdriften, idet man ikke forventer, at landbrugsproduktionen falder tilsvarende. Tabet af næringsstoffer og pesticider vil således alt andet lige koncentrere sig på et mindre areal. Miljøkonsekvenserne af dette vil afhænge af udvikling i teknologi og driftsformer og af lokale forhold. Og alle den slags forhold skal man tage højde for, når man laver forudsigelser af miljøkonsekvenserne.

Figur 2-3
Naturen finder vi pletvist i skove, åbne områder og ved vandet.

Foto (tv): Highlight

Foto (midt): Ole Malling

Foto (th): Highlight





Forskellige typer forudsigelser



Der findes mange slags forudsigelser: prognoser, fremskrivninger, scenarier og fremtidsbilleder. Navnene bruges ofte i flæng, men de har hver for sig nogle karakteristika, så de er faktisk forskellige.

Maleri: Poul Anker Bech
Foto: Axel Søgaard

Prognoser og fremskrivninger vil altid vise en udvikling igennem tiden. *Scenarier* er en bred betegnelse for en beskrivelse af en trinvis ændring, hvor hvert trin kan være en ændring i tid, men lige så vel en ændring i adfærd, politisk system osv. Et *fremtidsbillede* er endnu bredere og kan opfattes som en illustration af, hvad der sker, når man går fra én situation til en anden – fx fra den verden, vi kender nu, til verden om 20, 40 eller 100 år. Man kan lave flere parallelle ofte kaldet alternative fremskrivninger, scenarier og fremtidsbilleder, så brugerne kan få et indtryk af muligheder og konsekvenser af udviklingen.

Figur 3-1

Det er svært at forestille sig verden om 100 år. Vores tipoldeforældre havde næppe i deres vildeste fantasi forestillet sig, at man kunne indrette sig sådan.

Foto: Scanpix





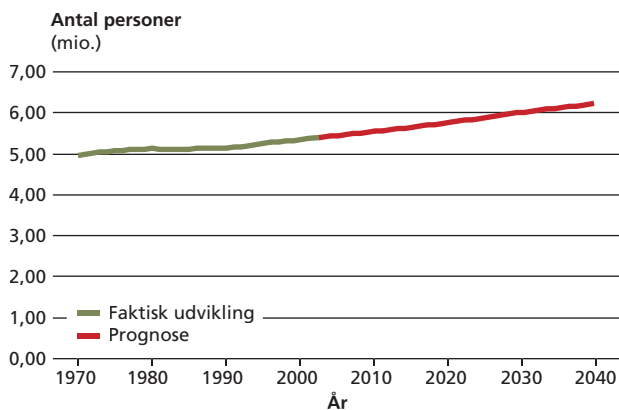
Figur 3-2
Vejrudsigten er den mest kendte prognose.

Foto: Scanpix

Prognoser

Formålet med prognoser er at give et sandsynligt billede af udviklingen, og som regel beskriver prognoser størrelser, man ikke uden videre kan ændre politisk (fx befolkningsprognoser, trafikprognoser, vejrprognoser).

Der kan naturligvis være flere forskellige prognoser, hvis man ikke er sikker på, hvad forudsætningerne skal være. Det er jo kendt fra vejrudsigterne, hvor meteorologerne ikke er helt enige om forudsætningerne og modellerne og derfor



Figur 3-3
Udviklingen i den danske befolkning fra 1970 til 2003 og befolkningsprognosen frem til 2040.

får forskellige prognoser. På miljøområdet kender man ud over vejrprognoser til prognoser for pollental, for luftforureningen i byer, farvandsudsigten og den såkaldte vandudsigt, som giver en 5-døgnsprognose for nogle bestemte vandkvalitetsindikatorer, bl.a. iltkoncentrationen.

For både luftudsigtens og vandudsigtens vedkommende er der tale om miljøproblemstillinger, som faktisk kan ændres ved politiske beslutninger. Men det er karakteristisk, at disse prognoser ligesom vejrudsigten kun gælder for en kort periode (3-5 dage), mens politisk bestemte ændringer har et meget længere sigte. Det er væsentlig kortere end tidshorizonten for evt. forbedringer af miljøkvaliteten.

Fremskrivninger

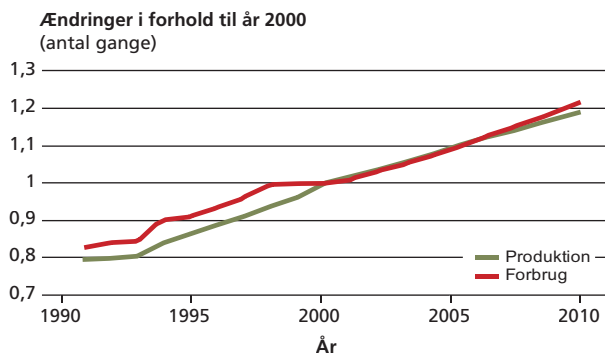
En fremskrivning forudsiger, hvordan udviklingen bliver fra et givet udgangspunkt og under forskellige antagelser om, hvad der kommer til at ske. Et eksempel på det er energifremskrivningerne, som på basis af modeller for udviklingen i erhvervene, deres energiforbrug og en række antagelser om teknologiske ændringer og politisk bestemte ændringer (fx afgifter) beskriver, hvordan man på nuværende tidspunkt tror, at energiforbruget vil udvikle sig over en årække.

Hvis man bruger de allerede kendte forhold, fx allerede vedtagne handlingsplaner og love, allerede kendt teknologi osv., som grundlag for sin fremskrivning, kalder man den en *basisfremskrivning*.

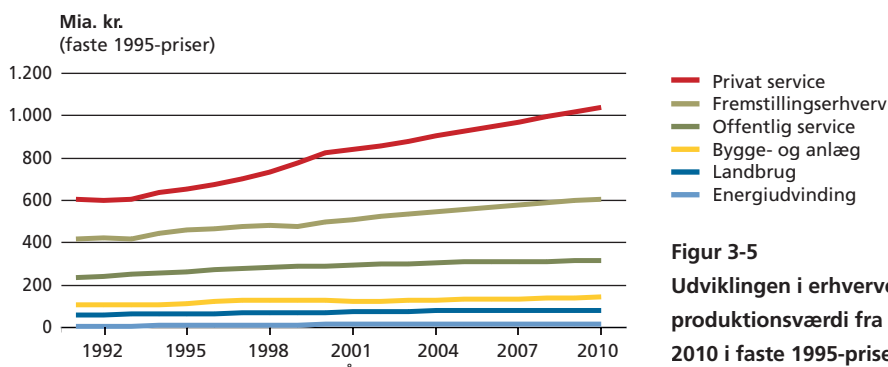
Nationaløkonomiske fremskrivninger

I Danmark laver Finansministeriet fremskrivninger af den økonomiske udvikling for landet som helhed (figur 3-4). Disse generelle økonomiske fremskrivninger bliver brugt som grundlag for at forudsige, hvad der sker i forskellige økonomiske grene af samfundet: landbruget, energiområdet, transportområdet, industrien osv. (figur 3-5).

For nogle områders vedkommende er der udviklet metoder, som gør det muligt at foretage særdeles detaljerede kvantitative fremskrivninger. På andre områder er det ikke muligt at komme med udsagn om fremtiden ud over



Figur 3-4
Udvikling i produktion og forbrug 1991-2010 i faste 1995-priser indekseret i fht. år 2000. Dvs. værdi for 2000 sat til 1, se også ved figuren i boks 1.



Figur 3-5
Udviklingen i erhvervenes produktionsværdi fra 1991-2010 i faste 1995-priser. Fremskrivning fra år 2000.

ekspertvurderinger. Det kan være fordi forholdene er uforholdsmæssigt komplekse, eller fordi behovet ikke har været stort nok til, at de nødvendige metoder er udviklet.

Fremskrivningsmodeller

Fremskrivninger vil ofte være baseret på modeller: makroøkonomiske modeller, mikroøkonomiske modeller og forskellige modeller, som beskriver en given påvirkning som følger af aktiviteter i erhvervene, vort forbrug og de politisk bestemte betingelser.

Der findes fremskrivningsmodeller for landbrug, energi og transport, mens den fremtidige situation for fx industri og service kun kan vurderes ud fra den generelle økonomiske fremskrivning. Energimodellen og en af landbrugsmodellerne er satellitter til den danske nationale makroøkonomiske model (ADAM). Det er den model, Finansministeriet bruger i sit arbejde med den danske økonomi. Satellitmo-



Figur 3-6

Der er en lang tradition for at bruge modeller til at forudsige trafikudviklingen. Resultaterne bruges i planlægningen.

Foto (herover): Highlight

Foto (tv side 27): Sonja Iskov

Foto (th) side 27): Highlight

dellen for energi bliver brugt til at fremskrive energiproduktionen og energiforbruget. For landbrugets vedkommende findes der desuden en såkaldt mikroøkonomisk model (ESMERALDA), som især bliver brugt til at vurdere konsekvenserne af ændrede priser og støtteordninger.

For transportområdet findes der ligeledes en række modeller, der dækker hhv. person- og godstransport, vejtransport og jernbanetransport. De bliver bl.a. brugt til at vurdere konsekvenserne af udbygninger af vores infrastruktur; f.eks. har de været brugt til vurdering af nye broer (fx Storebæltsbroen, Øresundsbroen og Femern Bælt-broen) og udbygning af jernbanenettet (fx København-Ringsted-banen).

Alternative fremskrivninger

Fremskrivninger kan indeholde alternative udviklingsforløb, som sammenlignes indbyrdes. Det bliver dels brugt, fordi der er forskellige relevante udviklinger at vælge imellem, og dels fordi man på den måde kan analysere usikkerheden på forudsigelserne. Når man nemlig ændrer på forudsætningerne og dernæst ser, hvor meget det forandrer resultatet, får man et godt indtryk af usikkerhedernes betydning.



Scenarier og fremtidsbilleder

Scenarier bruges til at tegne et billede af en ny situation, og i nogle tilfælde viser de også, hvordan man kommer til den nye situation. De beskriver en trinvis ændring fra den nuværende situation til en situation, hvor fx en given politik er gennemført eller en bestemt teknologisk udvikling har fundet sted.

Fremtidsbilleder bliver tegnet med en bredere pensel og prøver at svare på spørgsmål i stil med "Hvor går samfundet hen?" inden for forskellige områder. De metoder, man bruger til at lave fremtidsbilleder med, kaldes fx fremtidsværksteder og fremsyn.

Basisscenarier og "Business-as-usual"-scenarier

Scenarier har som i øvrigt enhver forudsigelse et bestemt udgangspunkt, og resultaterne bliver i mange tilfælde brugt til sammenligninger. Man kan fx sammenligne startåret med slutåret eller ét udviklingsforløb med et eller flere andre. Udgangspunktet kaldes ofte basisåret.

Sammenligninger af udviklingsforløb tager udgangspunkt i, hvad man kunne kalde et basisscenario. I det indbygges de elementer man kender, politisk vedtagne handlingsplaner og andre kendte fremtidige ændringer.

Det kaldes også et "Business-as-usual" (BAU)-scenario, fordi det er en forudsigtelse baseret på anerkendte forventninger. Med basisscenariet som grundlag kan man være spekulativ og finde på nye scenarier for at undersøge idéer og forslag til forandringer.

"Alt-andet-lige"-scenarier

Scenarier bliver også brugt til såkaldte "alt-andet-lige"-undersøgelser. Her tager man udgangspunkt i et basisscenario, som jo er kendt og vel beskrevet, og laver alternative scenarier med det formål at vurdere virkningen af nogle helt bestemte tiltag eller ændringer, som man vil undersøge uden at de bliver blandet sammen med ændringer, som sker af andre grunde.

Man har fx undersøgt betydningen af EU's landbrugsreform, Agenda 2000, ved at sammenligne landbruget, som

Figur 3-7
EU's landbrugsreform
Agenda 2000 og den nye
CAP-reform undersøges ved
hjælp af scenario-beregninger.

Foto: Highlight.



det så ud i året 1995, med et landbrug, hvor de eneste ændringer er gennemførelse af landbrugsreformen. Den situation vil jo aldrig blive til virkelighed, fordi der er mange andre faktorer end lige Agenda 2000, som bestemmer landbrugets udvikling. Men den kan bruges til at finde landbrugsreformens andel af udviklingen.

Fremtidsbilleder

En helt anden type forudsigelse er de såkaldte fremtidsbilleder, der bl.a. omfatter teknologiscenarier og teknologiske fremsyn. Et fremsyn er en proces, hvor man på en systematisk måde forsøger at skue ind i fremtidens forskning, teknologi, økonomi og samfundsudvikling for at finde frem til dén forskning og dé nye teknologier, som kan forventes at rumme de mest lovende perspektiver for økonomi og velfærd, natur og miljø.

Teknologiske fremsyn bliver fx brugt til at identificere lovende nye energiteknologier eller produktionsmåder inden for industri og landbrug. De bliver brugt i arbejdet med at planlægge forsknings- og udviklingsindsatsen for at fremme sådanne teknologier.

En lignende form for fremtidsbillede fremkommer ved at bruge såkaldte fremtidsværksteder, hvor en række mennesker med kendskab til og viden om en bestemt problemstilling diskuterer og arbejder sig frem til nogle mulige udviklingsscenarier. Udgangspunktet er, at de nuværende forhold kritiseres, denne kritik bliver "vendt på hovedet", så man finder visioner som svar på kritikken, og disse visioner diskuteres, så de bliver realistiske og kan omsættes til handlingsforslag.

Metoden er bl.a. blevet brugt til at diskutere scenarier for bæredygtig udvikling i Danmark som forberedelse til den danske strategi for bæredygtig udvikling: "Fælles fremtid – udvikling i balance".

En anden metode er "tilbageskrivninger" ("backcasting" på engelsk). Her er udgangspunktet det mål, man ønsker at nå. Man undersøger så forskellige, mulige veje tilbage til nutiden og får derved belyst de ændringer og tiltag, der vil være nødvendige, hvis målet skal nås. Metoden har været brugt til analyse af bæredygtige energi- og transportfremtider.



Forudsigelse af konsekvenser for natur og miljø



En ting er at forudsige samfundets udvikling, noget helt andet er at forudsige, hvilke konsekvenser denne udvikling har for natur og miljø. Det er ikke nok at være klar over konsekvenserne i bred forstand, man skal også have mere konkrete (matematiske) beskrivelser af forholdet mellem påvirkning og konsekvens.

Maleri: Poul Anker Bech

Foto: Axel Søgaard

Miljøpåvirkning

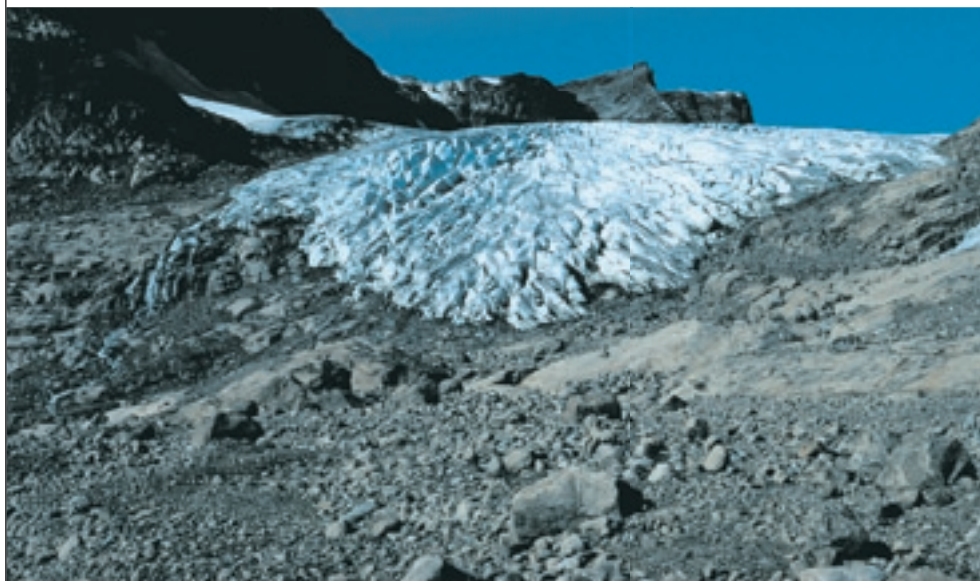
For en given miljøproblemstilling kan man opstille en årsags-virkningskæde som den, der er vist skematisk i figur 2-1. Den størrelse, man gerne vil kunne udtale sig om, vil oftest være en "tilstand" eller en "virkning".

Hvis miljøproblemstillingen er klimaforandringer, vil *tilstanden* fx være temperatur, vandstand i havet, nedbørmængde og -mønster, storme og andet vejrlig. *Virkningen* er endnu mere kompleks: ændringer i økosystemerne, oversvømmelser ved kyster og floder, tørke, ændringer i befolkningens levevilkår, fattigdom, folkevandringer m.m. Den *påvirkning*, som anses for at være hovedårsag til klimaforandringerne, er udledningen af drivhusgasser (se også boks 3 side 39).

Man forsøger at forudsige både tilstand og virkninger, men det er vanskeligt og usikkert. For alligevel at kunne følge udviklingen og for at forudsige, om klimapolitikken får udviklingen til at gå den rigtige vej, bruger man i det daglige arbejde i stedet forudsigelser af påvirkningen i form af udslip af drivhusgasser – dvs. man bruger drivhusgasudslip som indikator.

Figur 4-1
Klimaforandringerne betyder, at temperaturen stiger. Det får verdens ismasser – både gletchere og isskjolde som Grønlands indlandsis – til at smelte med stigning af havenes vandstand til følge.

Foto: Poul Johansen



**Figur 4-2**

Landbrugets udslip af ammoniak til luften påvirker naturen, fordi det virker som gødning, når det før eller siden rammer jorden.

Foto: CDanmark

Brug af udslip som indikator

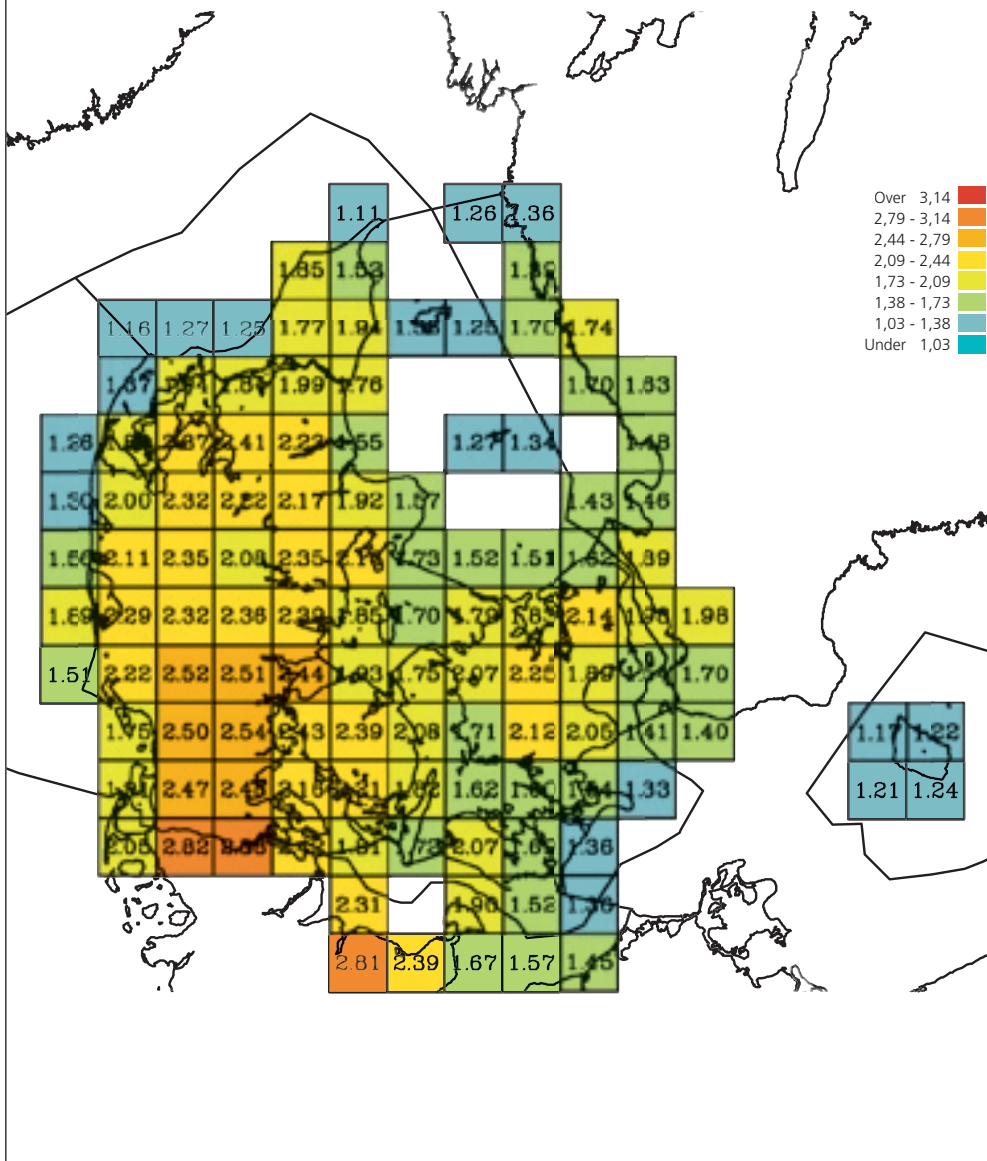
Forudsigelse af konsekvenserne for natur og miljø begrænser sig altså ofte til forudsigelse af udslippet af forurenende stoffer. Man ved, at landbruget påvirker naturen, og man kan beregne den belastning, naturen udsættes for med næringsstoffer og pesticider. Denne belastning kan herefter relateres til naturens tilstand og følsomhed. Der findes imidlertid ikke på nuværende tidspunkt matematiske ligninger (modeller), som på en enkel og direkte måde kan forudsige landbrugsdriftens virkning på naturen. For dele af problemstillingen og for enkelte led i kæden findes der dog ligninger, som især er anvendelige til scenario-beregninger.

Konsekvenser af udslip til atmosfæren

Konsekvenserne af udslip til atmosfæren viser sig først som forandret luftkvalitet. Den kan beregnes med spredningsmodeller, som herefter kan beregne nedfaldet af det forurenende stof på planter og på havet. Luftforureningens skadevirkninger på naturen kan forudsiges ved at bruge de såkaldte tålegrænser for forskellige plantesamfund. En sam-

Figur 4-3
Kort over nedfald af kvælstofforbindelser i tons kvælstof pr. km² over de danske landområder.

menligning af nedfald og tålegrenser viser, i hvilke naturområder luftforureningen er større end udvalgte plantesamfund kan tåle (tabel 4-1).



Naturtype	Areal med overskridelse af tålegrænse (%)
Overdrev	57
Hede	42
Klithede	7
Kær	11
Lobeliesøer (klart og ikke-surt vand)	100
Højmoser	100
Løvskov	63
Nåleskov	94

Tabel 4-1

Overskridelse af tålegrænsen for forsurening og næringsstofmængde i forskellige udvalgte naturtyper. Overskridelsens omfang er angivet som den andel af naturtypens samlede areal, hvorpå overskridelse forventes.

FN har gennemført en sådan beregning i Europa, og man er ved hjælp af scenarier kommet frem til såkaldte udslipslofter for forskellige typer af luftforurening for hvert enkelt land. Meningen med disse udslipslofter er, at luftforureningen begrænses, så tålegrænserne ikke overskrides. Grunden til at man er nødt til at se på luftforurening på europæisk plan er, at luftforureningen er grænseoverskridende – udslip i ét land påvirker luftforureningen i andre lande.

Konsekvenser af udslip til vandområder

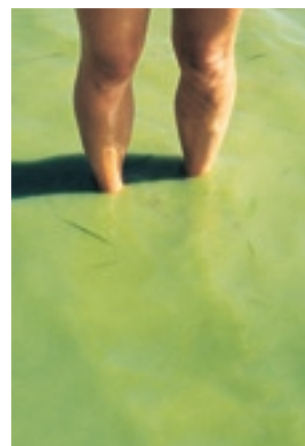
Der findes vandkvalitetsmodeller, som kan bruges til at beregne konsekvenserne af udslip til vandområder. De størrelser, man kan beregne, er bl.a. koncentrationen af de forurenede stoffer, iltkoncentrationen, algemængden og vandets klarhed. Konsekvenserne for vandplanter og dyr i vandet kan man ikke direkte beregne, men værdier som vandets klarhed og iltkoncentrationen bruges som indikatorer for påvirkningen af planter og dyr.

Vandkvalitetsmodeller bliver især brugt lokalt for et bestemt vandområde. Mange amter og kommuner bruger vandkvalitetsmodeller i deres arbejde med at forbedre miljøforholdene. Også her er der oftere tale om scenario-beregninger end egentlige fremskrivninger.

Figur 4-4

Algevækst kan være så voldsom, at man ikke kan se sine fødder på selv lavt vand.

Foto: Lars Angantyr





Forudsigelse af drivende kræfter



Dette kapitel går i dybden med to eksempler på de drivende kræfter bag miljøets udvikling: landbrug og transport. De skal dels illustrere, hvad det er, man forsøger at forudsige, dels hvor langt man i konkrete eksempler kan komme med at forudsige konsekvenserne for natur og miljø.

Maleri: Poul Anker Bech

Foto: Axel Søgaard

Landbruget påvirker miljøet på mange forskellige måder – bl.a. ved at køre over jorden med maskiner og ved at rode op i de øverste jordlag.

Foto: CDanmark



Landbrug

Forudsigelse af landbrugets udvikling er ganske kompliceret, fordi landbruget på den ene side er stærkt reguleret og påvirket af både EU-beslutninger og globale beslutninger, og på den anden side er et selvstændigt erhverv, hvor landmændenes faktiske adfærd har stor betydning.

Der laves jævnligt nye fremskrivninger for landbruget, fx når der er behov for revurdering af den førte politik eller for vurderinger af, hvad udviklingen i den omgivende verden (EU, WTO osv.) betyder for landbruget. EU's landbrugspolitik, de danske vandmiljøplaner og den danske og internationale klimapolitik er eksempler på politikker og planer, som har givet anledning til fremskrivninger af landbrugets udvikling og miljøpåvirkning.

Landbrugets miljøpåvirkning

Landbruget påvirker natur og miljø på forskellige måder, fx:

- i form af luftforurening forårsaget af udslip af ammoniak og tab af pesticider,
- bidrag til klimaforandringer på grund af udslip af drivhusgasser,
- påvirkning af grundvandet og drikkevandet på grund af nedsivning af kvælstof og pesticider,
- forurening af vandmiljøet på grund af udledninger af næringsstoffer (kvælstof og fosfor) og tab af pesticider.

Alt dette påvirker økosystemerne og naturen på land, i vandløb, søer, fjorde og have. Det kan også føre til forandringer, som har betydning for os mennesker – dels ved direkte påvirkninger af drikkevandskvaliteten og dels mere indirekte i form af negative oplevelser, fx fiskedød, grumsede søer og algeopblomstringer ved kysterne, som påvirker badevandets kvalitet.

Denne lange række af påvirkninger bliver almindeligvis ikke undersøgt samlet, fordi de omhandler flere forskellige miljøproblemstillinger og mange forskellige handlingsplaner og politikker, fx klimapolitik, vandmiljøplaner, pesticidhandlingsplaner og internationale konventioner som fx konventionen om grænseoverskridende luftforurening i Europa.

Det følgende handler om de klimaforandringer, der skyldes udslip af drivhusgasser, og den luftforurening, der skyldes tab af ammoniak fra marker og stalde. De hænger i et vist omfang sammen, fordi en ændret ammoniaktilførsel til markerne har betydning for frigivelsen af drivhusgassen lattergas fra landbrugsjorden. Skal man vurdere udslippet af drivhusgasser fra landbruget, er man altså også nødt til at tage ammoniak i betragtning.

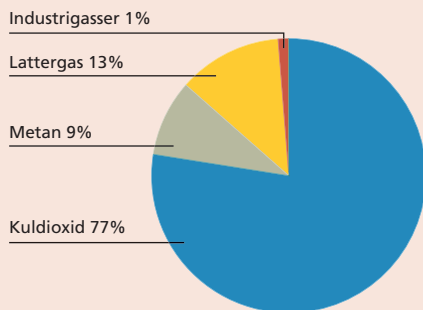
Drivhusgasudslippene fra landbruget består dels af kuldioxid (fra energiforbrug, olie, diesel mv.), dels af metan (fra dyrene) og lattergas (fra landbrugsjorden). Metanud-

Boks 3 Drivhusgasser

Navnet drivhusgasser bruges som samlebetegnelse for en række meget forskellige stoffer. Den mest kendte er kuldioxid, de andre er metan, lattergas og en gruppe stoffer, som kaldes industrigasser. Det er forskelligt, hvor stor betydning de hver især har som påvirkere af klimaet. Kuldioxid er den gas, der pr. kg har mindst indflydelse. Metan har en kraftigere virkning, idet hvert kg metan, der udledes, svarer til 21 kg kuldioxid. Derefter følger lattergas: 1 kg lattergas svarer til 310 kg kuldioxid. Industrigasserne er endnu kraftigere; 1 kg svarer til mere end 10.000 kg kuldioxid.

Når man skal finde styrken af det samlede drivhusgasudslip, regner man alle gasser om til såkaldte kuldioxidækvivalenter ved at gange med det tal, der angiver styrken af den enkelte gas i forhold til kuldioxids styrke. De således omregnede gasser omtales som kuldioxidækvivalenter.

De fire drivhusgastypers andel af det samlede drivhusgasudslip udtrykt i kuldioxidækvivalenter er vist i figuren nedenfor. Kuldioxid udgør den største andel, selvom det er den svageste af drivhusgasserne, fordi der sker så stor udledning af kuldioxid – bl.a. ved energiproduktion.



De fire drivhusgastypers andel af det samlede udslip af drivhusgasser i Danmark i 2001.

slippet afhænger bl.a. af, hvordan dyrene fodres, mens lattergasudslippet afhænger af, hvordan jorden dyrkes – bl.a. af afgrødetyper og gødskning. Samtidig med udslippet af drivhusgasser finder der udslip af ammoniak sted. Det sker dels fra dyrene og gødningslagrene og dels under og efter udbringning af gødning på markerne.

Landbruget bidrager i dag med ca. 18 % af det samlede danske drivhusgasudslip. Dyrkning af jorden udgør den største andel i form af lattergas (56 %) efterfulgt af husdyrproduktionen (32 %), mens det mindste bidrag kommer fra landbrugets energiforbrug i form af kuldioxidudslip (12%).

Basisfremskrivning

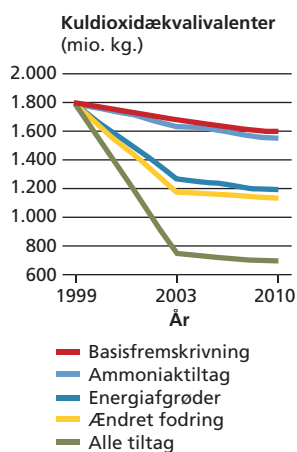
Landbrugets udvikling blev i 2001 fremskrevet til 2010 for at finde erhvervets andel af de danske drivhusgasudslip som et led i at fastlægge den danske klimapolitik. Fremskrivningen tog udgangspunkt i landbrugets situation i 1999, idet man forventede, at udviklingen over de næste 10 år ville være en fortsættelse af det, der var sket i de forrige 5-10 år. Der blev dog taget hensyn til konsekvenserne af de danske vandmiljøplaner (på det tidspunkt Vandmiljøplan I og II samt Handlingsplan for et bæredygtigt landbrug) og EU's landbrugsreform Agenda 2000.

Tabel 5-1 sammenfatter fremskrivningen af landbrugets udvikling. Der kommer færre kvæg og flere svin, og det areal, der dyrkes konventionelt, falder til fordel for braklægning, skovrejsning og økologisk dyrkning. Fordelingen af de typer af afgrøder, som dyrkes, forudsættes at være styret af bl.a. Agenda 2000-reformen. Afgrødetyperne har betydning for natur og miljø, fordi de gødes og sprøjtes i forskelligt omfang og mønster. I forhold til udgangspunktet forventer man et vist skift fra vinterkorn mod vårsæd og et skift mod et mindre areal med græs, foderroer og ærter til fordel for korn.

Fremskrivningerne af ammoniak- og drivhusgasudslippene er foretaget ved at se på 3 konkrete år: 1999 (basisåret), 2003 og 2010.

Basisfremskrivningen viser, at drivhusgasudledningen falder frem til 2003, hvorefter det er næsten konstant (figur 5-1). Det skyldes, at der efter 2003 ikke er indregnet yderligere tiltag, som kunne reducere udslippet af metan og lat-

Figur 5-1
Fremskrivning af landbrugets drivhusgasudslip fra 1999 til 2010 fra malkekøer og jordbrug (opgjort i kuldioxidækvivalenter) med og uden mulige reduktionstiltag.



Landbrugsproduktion	Ændring i fht. 1999	Betydning
Kvæg	Fald i bestand på 1,8 % pr. år	Fald på samlet 116.000 stykker kvæg indtil 2010
Slagtesvin	Stigning i produktionen på 1,8 % pr. år	Ca. 26 mio. slagtesvin i år 2010
Det dyrkede areal	Fald på 0,3 % pr. år pga. braklægning, 17.430 ha. udtages til skovrejsning, 220.000 ha. er økologisk dyrket i 2010	Det konventionelt dyrkede areal falder ca. 22 % til 2010, det økologisk dyrkede areal udgør ca. 9 %

tergas. Det svage fald efter 2003 skyldes reduktion i landbrugsarealet og faldet i antallet af kvæg. Det samlede fald i basisfremskrivningen fra 1999 til 2010 er ca. 8 %.

Basisfremskrivningen for ammoniak viser et fald frem til 2003, som især følger af Vandmiljøplan II, mens stigningen fra 2003 til 2010 skyldes en forventet stigning i antallet af svin (figur 5-2).

Forskellige scenarier og deres miljøpåvirkning

Der er lavet tre forskellige scenarier for at undersøge mulighederne for at reducere landbrugets udslip af drivhusgasser – herunder udslippet af ammoniak:

- 1) Reduktion af metanudslip ved ændret fodring af malkekøer.
- 2) Reduktion af ammoniakfordampningen.
- 3) Dyrkning af energifgrøder.

I det første scenario øges indholdet af vegetabilsk fedt i kraftfoderet til malkekøer, hvilket betyder at deres metanudskillelse bliver mindre. Det andet scenario forudsætter en ændret håndtering af husdyrgødning, så ammoniakudslippet bliver mindre. I det sidste scenario erstattes traditionelle kornafgrøder med energifgrøder (elefantgræs), som derefter kan bruges til energiproduktion. Elefantgræsset afgiver ikke mere kuldioxid, når det forbrændes, end det optog, mens det voksede, så det kan derfor siges at være kuldioxidneutralt brændsel.

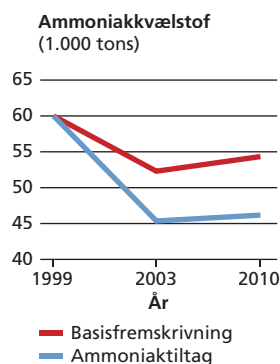
Den ændrede fodersammensætning til malkekøer giver den største reduktion i drivhusgasudslippet efterfulgt af

Tabel 5-1

Fremskrivning af landbrugets udvikling til 2010.

Figur 5-2

Fremskrivning af landbrugets udslip af ammoniak fra 1999 til 2010 med og uden mulige reduktionstiltag.



energiafgrøderne. Reduktion af ammoniakudslippet på grund af ændret håndtering af husdyrgødning betyder et fald i lattergasudslippet opgjort i kuldioxidækvivalenter på ca. 12 %. Et fald i ammoniakudslippet vil have en positiv virkning på naturen, men det kan altså også få en betydning for klimaforandringerne.

Hvis de tre scenarier lægges sammen, bliver der tale om ca. en halvering af drivhusgasudslippet. Danmark har et krav om at reducere sit drivhusgasudslip inden 2012 med ca. 25 mio. tons. De tre scenarier for landbrug giver tilsammen lidt mindre end 1 mio. tons.

Tiltagene til reduktion af ammoniakudslip betyder et fald på ca. 12-13 % i 2003 og 2010 i forhold til basisfremskrivningen. Den reduktion, der følger af de undersøgte tiltag er af samme størrelsesorden som den reduktion, man forventer som følge af Vandmiljøplan II.

Scenariernes omkostninger

Omkostningerne ved to af de tre scenarier, nemlig ændret fodring af malkekøer og reduktion af ammoniakudslip, er blevet undersøgt og sammenlignet med andre udvalgte forslag til reduktion af drivhusgasudslip (skovrejsning, udbygning af havvindmøller, udbygning af biomasseanvendelse, anvendelse af elafgifter og brændstofafgifter). Resultatet vises i tabel 5-2.

Siden er der gennemført andre undersøgelser, som kan være kommet frem til andre tal, men tallene i tabel 5-2 er sammenlignelige og kan illustrere, hvordan forudsigelser også kan bruges til økonomiske analyser. Sammenligningen kan dels vise, hvad der er mest omkostningseffektivt, dvs. hvor får man den billigste reduktion, og dels hvor store mulighederne er for faktisk at reducere drivhusgasudslippet i de forskellige scenarier. Der er jo grænser for, hvor meget man kan reducere udslippet, uden at det kommer til at betyde, at aktiviteten helt nedlægges.

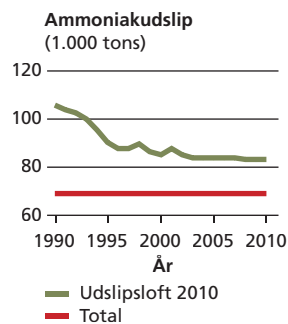
Den økonomiske opgørelse omfatter de direkte omkostninger ved scenarierne, mens de afledte gevinster som fx reduktion af luftforureningen og rekreative muligheder i nye skovområder som følge af skovrejsning ikke er taget med. Man kan se, at ammoniakscenariet er meget dyrt pr.

ton kuldioxid. De væsentligste positive miljøvirkninger af det scenario er nedsat luftforurening, som berører sårbar natur. Reduktion i drivhusgasudslip er som tidligere nævnt en sekundær virkning af ammoniakscenariet.

Landbrugsscenarierne og den danske miljømålsætning

Vurderingerne i det foregående er udelukkende sket på baggrund af ændringer i udslip – altså ændringer i en påvirkning. Det er der gode grunde til, for de nationale målsætninger for drivhusgasser og ammoniak består i hhv. et reduktionskrav til drivhusgasudslippet og et udslipsloft for ammoniakudledningen.

Reduktionskravet og udslipsloftet gælder det samlede danske udslip – altså ikke alene landbrugets. Fremskrivning af det samlede ammoniakudslip frem til 2010 ses på figur 5-3 sammen med udslipsloftet, som skal være overholdt senest i 2010. Ammoniakfremskrivningen viser, at loftet overskrides med næsten 20 %. Ammoniakudslippet stammer for 80 %'s vedkommende fra landbruget. Det bliver altså nødvendigt at iværksætte initiativer, som reducerer ammoniakudledningen fra landbruget. Scenariet i figur 5-2 er et forsøg på at vise, hvad der kan opnås ved en ændret håndtering af husdyrgødningen. Disse tiltag vil dog ikke være tilstrækkelige til at eliminere mankoen.



Figur 5-3
Udviklingen i ammoniakudslip fra 1990 til 2000 og de fremskrevne udslip frem til 2010 med angivelse af udslipsloftet. Fremskrivningen er fra 2001.

Tabel 5-2
Sammenligning af udslipsreduktion og omkostninger.

	Udslipsreduktion (mio. kg CO ₂)	Velfærdsøkonomisk omkostning (mio. kr.)	Omkostnings-effektivitet (kr. pr. kg CO ₂)
Landbrug			
Ændret fodring af malkekøer	433	233	0,5
Ammoniaktiltag	34	60	1,9
Øvrige sektorer			
Skovrejsning	26	10	0,4
Udbygning af havvindmøller	2.108	672	0,3
Udbygning med biomasse	233	140	0,6
Elafgift på privat handel og service	364	36	0,1
Øget brændstofafgift	313	1.083	3,5

Transport

Transport af mennesker og gods omfatter både lokale ture og længere rejser. Da transport foregår med forskellige midler (bil, tog, fly, skib), der belaster miljøet forskelligt, skyldes udviklingen i transportens miljøpåvirkning et samspil mellem en lang række samfundsmæssige faktorer og drivkræfter. De vigtigste drivkræfter er:

- **Økonomiske:** vækst, indkomst, erhvervsstruktur, priser.
- **Rumlige:** rejseafstande mellem boliger, virksomheder, detailhandel, fritidsfaciliteter mv.
- **Sociale/demografiske:** aldersfordeling, uddannelse, livsstil mv.
- **Tekniske:** motorteknologi, bilernes vægt og alder, krav til energiforbrug og udslip mv.
- **Politiske:** liberalisering af transportmarkeder, afgiftspolitik, lokale trafiktiltag mv.

Figur 5-4
Cykling er en transportform, som ikke skader miljøet, og som samtidig gavner sundheden.

Foto: Sonja Iskov



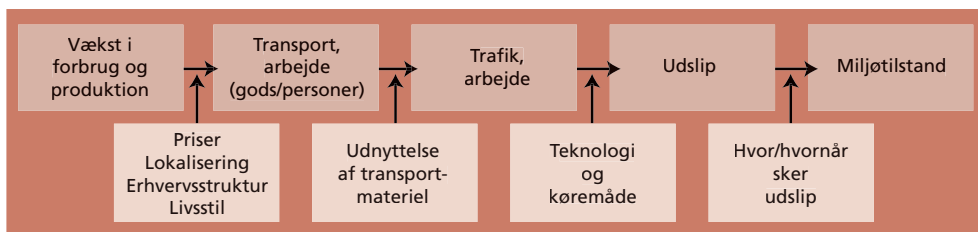
Forudsigelser af transporten og dens miljøpåvirkning er afhængige af udviklingen i disse drivkræfter, som ikke alle kan beskrives præcist. Nogle af de størrelser, man registrerer og fremskriver, er antallet af biler, bilernes størrelse og alder (bilparken), antallet af personer med kørekort og bilisternes alder. På baggrund af registreringer fra tidligere år og fremskrivninger i disse størrelser fremskrives antallet af kørte kilometer for forskellige køretøjer (størrelse og alder).

Transportens miljøpåvirkning

Transporten påvirker ligesom landbruget miljøet på flere forskellige måder, fx:

- med luftforurening på grund af udslip af kvælstofoxider og små partikler,
- med klimapåvirkning på grund af udslip af kuldioxid (drivhusgas),
- med støj og trafikdrab,
- med påvirkning af bymiljøet og naturen.

Bilparken har stor betydning for luftforureningen og for udslip af kuldioxid. Jo nyere og mindre bilerne er, jo mindre



Figur 5-5

Transportens indvirkning på miljøtilstanden er resultatet af en række bagvedliggende drivkræfter. De underliggende kasser illustrerer nogle mekanismer, som kan påvirke udviklingen.

forurener de. Der er imidlertid en tendens til, at nye biler bliver større og større, så det at de er nye i et vist omfang modvirkes af at de er tungere. I nogle tilfælde kan teknologiske løsninger give store reduktioner i miljøpåvirkningen. Det gælder fx bilernes udstødning, hvor katalysatorer har reduceret luftforureningen. På andre områder er løsningerne vanskeligere at finde eller gennemføre, og der er sket meget lidt. Det gælder fx udslip af kuldioxid, støj og påvirkning af bymiljø og natur. Her stiger påvirkningen stort set i takt med, at trafikken stiger.

Basisfremskrivning

Transport med både personer og gods har været voksende gennem hele 1900-tallet, og den forventes også at vokse i de kommende årtier. Især trafikken på vejene og i luften forventes at stige. Den økonomiske vækst er hovedårsagen til en stigende bilpark og dermed den voksende trafik på vejene. Fremskrivninger af væksten på personbilområdet følger stort set den økonomiske vækst. Fra 1988 til 2000 var væksten i biltrafikken ca. 3,5 % pr. år. I år 2000 og 2001 stagnerede biltrafikken pga. stigende benzinpriser, hvorefter den siden er steget ca. 1,5 % pr. år.

I år 2000 blev der udarbejdet fremskrivninger af udviklingen i transportsektorens udslip af kvælstofoxider og kuldioxid fra 2000 til 2030 baseret på transportens forventede udvikling og det energiforbrug, der følger med. Man regnede med en vækst i biltrafikken, som er den dominerende del af transporten, på 1,5 % pr. år. Stigningen i trafikken gælder både personbiler og lastbiler og især varebiler. Basisfremskrivningen tog virkningen af alle vedtagne krav og indgåede aftaler for transportmidlernes udslip med.

Udslippet af kvælstofoxider (figur 5-8) falder meget kraftigt på grund af skærpede krav til alle typer af biler, som

Figur 5-6

Bilernes udstødning er den vigtigste af de faktorer, hvormed transporten påvirker miljøet.

Foto: Sonja Iskov





Figur 5-7

Bilernes forurening falder, når gamle udskiftes med nye, fordi de nye biler skal opfylde skrappe miljøkrav, end de gamle skulle.

Foto: Sonja Iskov

slår igennem efterhånden som bilerne blev udskiftet med nye. Omkring 2020 flader virkningen ud, fordi stort set hele bilparken er udskiftet.

Der er opstillet miljømål for reduktion af udslippet af kvælstofoxider fra trafikken. Målet er en 40 %'s reduktion i 2000 og 60 %'s reduktion i 2010 sammenlignet med 1988. Målet i 2000 blev knap nået, hvorimod man forventer at målet for 2010 nås.

Kuldioxidudslippet (figur 5-9) er mere direkte knyttet til udviklingen i trafikken og det deraf følgende energiforbrug, fordi der ikke som for kvælstofoxiderne er fundet teknologiske metoder til at nedsætte det. Man kan ikke "rense" udstødningsgasserne for kuldioxid. Mere energiøkonomiske biler – altså biler der kan køre længere pr. liter benzin – vil naturligvis betyde en mindre kuldioxidudledning pr. kørt km. En bil, der kan køre 30 km pr. liter, udleder jo kun halvt så meget kuldioxid som en, der kører 15 km pr. liter. Udviklingen af meget energiøkonomiske biler går imidlertid ikke så hurtigt, at det er slået afgørende igennem. EU har dog indgået en aftale med bilindustrien i Europa, Japan og Korea om senest i 2008/9 at sænke nye bilers kuldioxidudslip til et gennemsnit på 140 g kuldioxid pr. kørt km. Gennemsnittet for nye biler var i 2000 170 g kuldioxid pr. kørt km.

Fra 1988 til 2000 var der en stigning i kuldioxidudslippet fra trafikken på næsten 20 %, og stigningen forventes at fortsætte. Basisfremskrivningen viser, at stigningen flader ud mellem 2005 og 2010, fordi der er taget højde for den forventede virkning af aftalerne mellem EU og bilindustrien om at sænke kuldioxidudslippet pr. kørt km for nye biler.

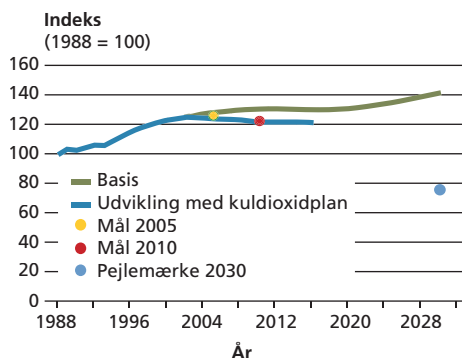
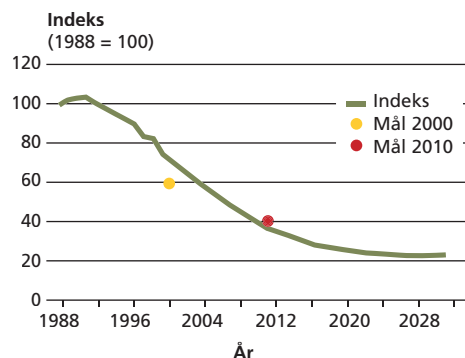
Transportscenarier og den forventede miljøpåvirkning

I 2001 blev der fremlagt en handlingsplan med mål for transportens kuldioxidudslip og et scenario for, hvordan de mål kunne nås. Handlingsplanen er siden blevet opgivet, men eksemplet illustrerer anvendelsen af scenarier.

Scenariet går til 2015. Det indeholder en række tiltag til at effektivisere transportens energiforbrug og transporten som sådan. Effektivisering af energiforbruget omfatter en oplysningskampagne om nye bilers energiforbrug, om energirigtig køreteknik (rolig kørsel bruger mindre energi) og en indsats for at overholde de gældende hastighedsgrænser (kørsel ved høje hastigheder bruger mere energi). Effektivisering af transporten som sådan handler om fremme af cykeltrafik, fremme af miljøvenlig godstransport og udarbejdelse af transportplaner. Hvert enkelt element reducerer kuldioxidudslippet med mellem 0,5 og 2 %.

Scenariet kunne sikre det daværende mål, som går ud på, at der i 2005 skal være sket en stabilisering af udslippet af kuldioxid fra transporten på niveauet for 2003. Det ville også sikre opfyldelse af målet for 2010, som forudsatte en reduktion på 7 % i forhold til basisfremskrivningen. Efter 2010 forudsagdes kuldioxidudslippet at stige igen, hvis der ikke kom nye forslag til reduktion af udslippet fra transport.

Man har siden opgivet at operere med specifikke mål for reduktion af transportens kuldioxidudslip. Strategien er nu at sikre, at målene nås gennem reduktioner i de sektorer og lande, hvor det kan ske med den laveste omkostning (bl.a. via køb af udslipsrettigheder).



Figur 5-8 (tv)
Fremskrivning fra år 2000
af udslip af kvælstofoxider
fra trafikken med vedtagne
tiltag set i forhold til gæl-
dende danske mål.

Figur 5-9 (th)
Fremskrivning fra år 2000
af transportens kuldioxid-
udslip i forhold til mål og
pejlemærker i 2001-hand-
lingsplanen.

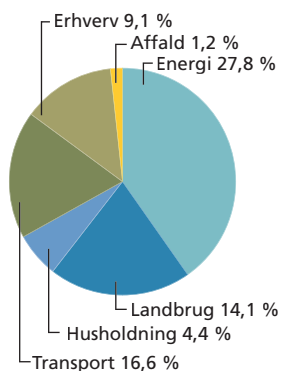


Forudsigelse af miljøforandringer



Slutmålet med miljøforudsigelser er at kunne forudsige, hvordan miljøet forandrer sig i bestemte situationer. I dette kapitel beskrives to eksempler på sådanne forudsigelser: klimaforandringer og naturforandringer.

Maleri: Poul Anker Bech
Foto: Axel Søgaard



Figur 6-1
De danske udslip af drivhusgasser i 2001 fordelt på aktiviteter/erhverv.

Figur 6-2
En af de forventede virkninger af klimaforandringerne er, at der kommer flere storme.

Foto: Scanpix



Klima

Allerede fra midten af 1800-tallet var man klar over, at atmosfærens indhold af kuldioxid var afgørende for Jordens varmebalance. Men først i 1980'erne kom der en politisk erkendelse af, at et stigende kuldioxidindhold kunne være et problem. Man fandt også ud af, at der er andre forbindelser end kuldioxid, nemlig metan og lattergas og industrigasser, der har betydning for klimaet (se også boks 3 side 39).

Klimaforandringerne er globale – virkningen i det enkelte land hænger sammen med aktiviteter i alle de andre lande, men indsatsen for at bremse virkningen skal gøres i det enkelte land. Det handler dels om at reducere udslippet af drivhusgasser og dels om tilpasninger, som afbøder virkningen af klimaforandringerne.

Udslippet af drivhusgasser stammer fra afbrænding af olie, kul og gas – altså fra energiforbruget og fra landbruget, hvor metan og lattergas frigives fra husdyr og landbrugsjord (se også side 40). Den største kilde til udslip af drivhusgasser er energiforbruget, som fører til udledning af kuldioxid. Metan og lattergas udgør ca. 20 % af det samlede drivhusgasudslip, og kuldioxid næsten 80 %. De sidste få procent er udslip af industrigasser.

Fremskrivinger af udslip

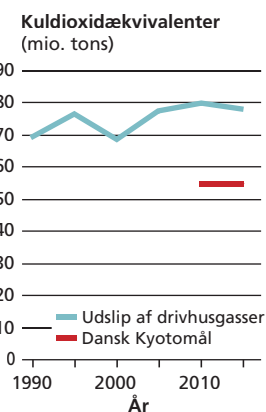
Udslippet af drivhusgasser fremskrives løbende i Danmark, så man kan holde øje med, hvordan det går i forhold til de mål, Danmark skal opfylde ifølge internationale aftaler.

En fremskrivning af energiforbruget og de dermed forbundne udslip af kuldioxid og andre drivhusgasser frem til 2012 tager udgangspunkt i Finansministeriets økonomiske fremskrivning, det Internationale Energiagenturs skøn over udviklingen i energipriserne, og en forventning om at effektiviteten i energiproduktionen også bliver bedre i fremtiden som følge af den teknologiske udvikling (figur 6-3). Dertil kommer Trafikministeriets fremskrivning af trafikken og fremskrivninger af udslippet af metan og lattergas fra landbruget. Dette kan betegnes som en basisfremskrivning og skal, da den er baseret på en lang række antagelser, ikke forveksles med en prognose.

Forventningerne til energiforbruget er, at det kan holdes i ro fra 2000 og frem bortset fra områderne transport, handel og service. Det skyldes dels en forventning om højere energipriser end i 1990'erne og dels forskellige former for besparelse på el, gas og varme samt tilskud til energieffektiviserende investeringer i erhvervene. Energiforbruget forventes at blive mere effektiv og få et lavere forbrug af kul og olie ved hjælp af udbygning af kraftvarmeanlæg og vindmøller og overgang fra kulfyring til fyring med naturgas. Forbruget af olie er i høj grad styret af transporten, så olieforbruget stiger på trods af, at færre boliger opvarmes med olie. Udbygning af den vedvarende energi, især vindkraft, men også brug af biomasse i kraftvarmeværkerne og mindre forbrug af kul og olie som følge af skift til naturgas medvirker alle til at reducere kuldioxidudslippet.

Ifølge Kyotoprotokollen skal Danmark reducere sine udslip fra ca. 70 mio. ton i 1990 til ca. 55 mio. ton i 2012. Sammenlignes fremskrivningen med dette mål, ses der på nuværende tidspunkt med de forskellige planer, som er kendt, en manko svarende til 25 mio. tons kuldioxid. Der er altså lang vej endnu. Fremskrivinger er her helt essentielle for at kunne følge udviklingen og tage de nødvendige forholdsregler så Kyotomålene kan nås.

Figur 6-3
De danske drivhusgasudslip og en fremskrivning fra 2001 frem til 2015 sammenholdt med målene i Kyotoprotokollen.



Forudsigelse af klimaforandringer

Fremskrivninger af udslip i det enkelte land og på verdensplan danner baggrund for fremtidsvurderinger af klimaforandringerne, fx fremskrivninger og scenarier for den globale gennemsnitstemperaturs udvikling (figur 6-4), temperaturændring og nedbørsændring i forskellige dele af verden på forskellige årstider (figur 6-5) og andre afledte størrelser, fx vandstandsstigninger.

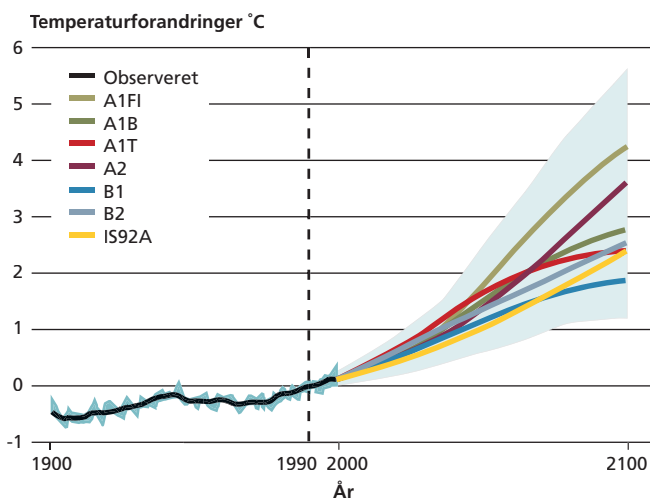
FN's klimapanel (IPCC) beregner klimaforandringerne og deres virkninger med verdensomspændende klimamodeller og mere detaljerede modeller for de forskellige dele af verden.

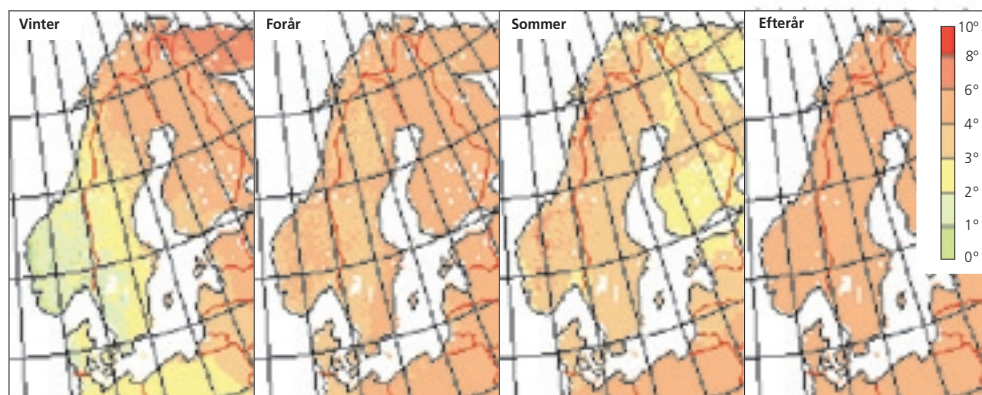
Forskere rundt omkring i verden overvåger, hvad der faktisk sker af forandringer, som kan forklares som klimaforandringer, og prøver også at forudsige, hvad klimaforandringerne kan betyde for økosystemerne og for menneskers levevilkår. Der er en løbende debat om, hvorvidt det man ser, faktisk skyldes forandringer i klimaet, og hvad man kan forvente sig i fremtiden.

Forudsigelse af klimaforandringer er et meget kompliceret og usikkert forehavende, men én ting er man nogenlunde enige om, nemlig at årsagen til de forandringer, man kan konstatere, er de forøgede udslip af drivhusgasser. De kan forudsiges nogenlunde sikkert.

Figur 6-4

Fremskrivning af temperaturstigninger i IPCC's klimascenarier. De forskellige scenarier afspejler forskellige typer af udvikling i verden. De elementer, man varierer, er økonomisk vækst, udviklingens bæredygtighed, globalisering og regional udvikling. Det lysegrønne felt dækker alle kombinationer af modeller og scenarier.





Figur 6-5
Forskel mellem beregnet
middeltemperatur i Skan-
dinavien omkring år 2075
og nutidens (1990) middel-
temperatur. Tal i grader C.

Natur

Al natur i Danmark er i større eller mindre grad præget af menneskets tilstedeværelse. De mindst påvirkede områder er naturarealer som moser og klitter. I midterfeltet ligger heder og vedvarende græsningsarealer, som ikke dyrkes nu, men som alligevel er eller har været præget af landbrugsproduktionen. Disse arealer kaldes også samlet for halvnaturarealer og inddeles typisk i naturtyperne hede, overdrev, strandeng og fersk eng. Mest påvirkede er dyrkede marker, bebyggede arealer, veje og lignende.

Udvikling i arealanvendelse

Undersøgelser af udviklingen i arealanvendelsen over de sidste 200 år viser, at der er sket en intensivering og en udvidelse af de dyrkede landbrugsarealer. Moderne metoder til dræning, gødskning og pløjning har gjort det muligt at opdyrke tidligere natur- og halvnaturarealer, der i dag udgør under 9 % af landets samlede areal.

Inden for de seneste år er modsatte tendenser begyndt at gøre sig gældende for dele af landbrugsarealet. Ny natur opstår på steder, hvor landbrugsproduktionen eksintensiveres for at genoprette vådområder eller beskytte grundvandet, eller fordi arealet lægges brak. Samtidig øges dog arealpresset på naturen gennem fortsat udbygning af vejnettet og udvidelse af bolig- og erhvervsområderne. Disse ændringer påvirker de vilde dyrs og planters levesteder (se boks 4).

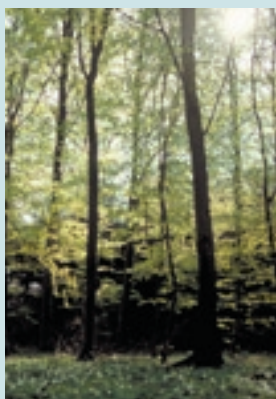
Boks 4

Planters udbredelse

De vilde dyrs og planters udbredelse i Danmark afhænger i høj grad af, at der findes egnede levesteder og muligheder for at færdes rundt i landskabet. Her spiller halvnatuarealerne en vigtig rolle, idet de er levested for en meget stor del af Danmarks vilde dyr og planter, og i særlig grad de sjældne arter.

Områder med de samme økologiske forhold (jordbund, nedbør osv.) vil typisk være bevokset med den samme karakteristiske blanding af planter. Man kalder sådanne blandinger for plantesamfund. I databasen **DANVEG (Danske Vegetationstyper)** findes oplysninger om mere end 9000 vegetationsanalyser fra danske naturtyper inddelt i sådanne plantesamfund. Ved at gruppere analyserne kom man frem til en inddeling med 130 plantesamfund, som er grupperet i 30 overordnede samfund inden for naturtyperne skov, klit, højmose, eng og kær, strandeng, overdrev og hede.

I DANVEG beskrives de kår, der typisk betinger eller begrænser plantesamfundenes eksistens. Vigtige kårfaktorer er på den ene side naturgrundlaget, karakteriseret ved fysisk og kemiske forhold såsom jordbund, fugtighed, kalkindhold, terrænhældning og lignende. På den anden side spiller påvirkninger som følge af fx landbrugsdrift også en meget væsentlig rolle. Således reducerer dræning den naturlige fugtighed og truer vådbunds- og mosearterne. Græsning eller høslæt hindrer opvækst af træer og tilgroning til skov. Gødskning begunstiger næringsstofkrævende arter på bekostning af nøjsomhedsplanterne, herunder mange sjældne eller truede arter. Hertil kommer indgreb som pløjning, udsåning eller træplantning, alt sammen påvirkninger der forrykker den eksisterende økologiske balance og ændrer den biologiske mangfoldighed.



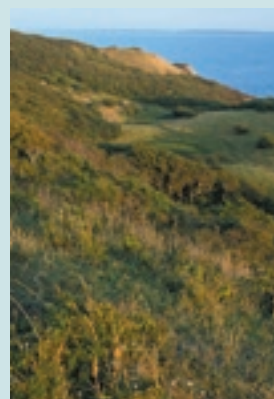
**Dansk højstammet
bøgeskov**

Foto: CDanmark



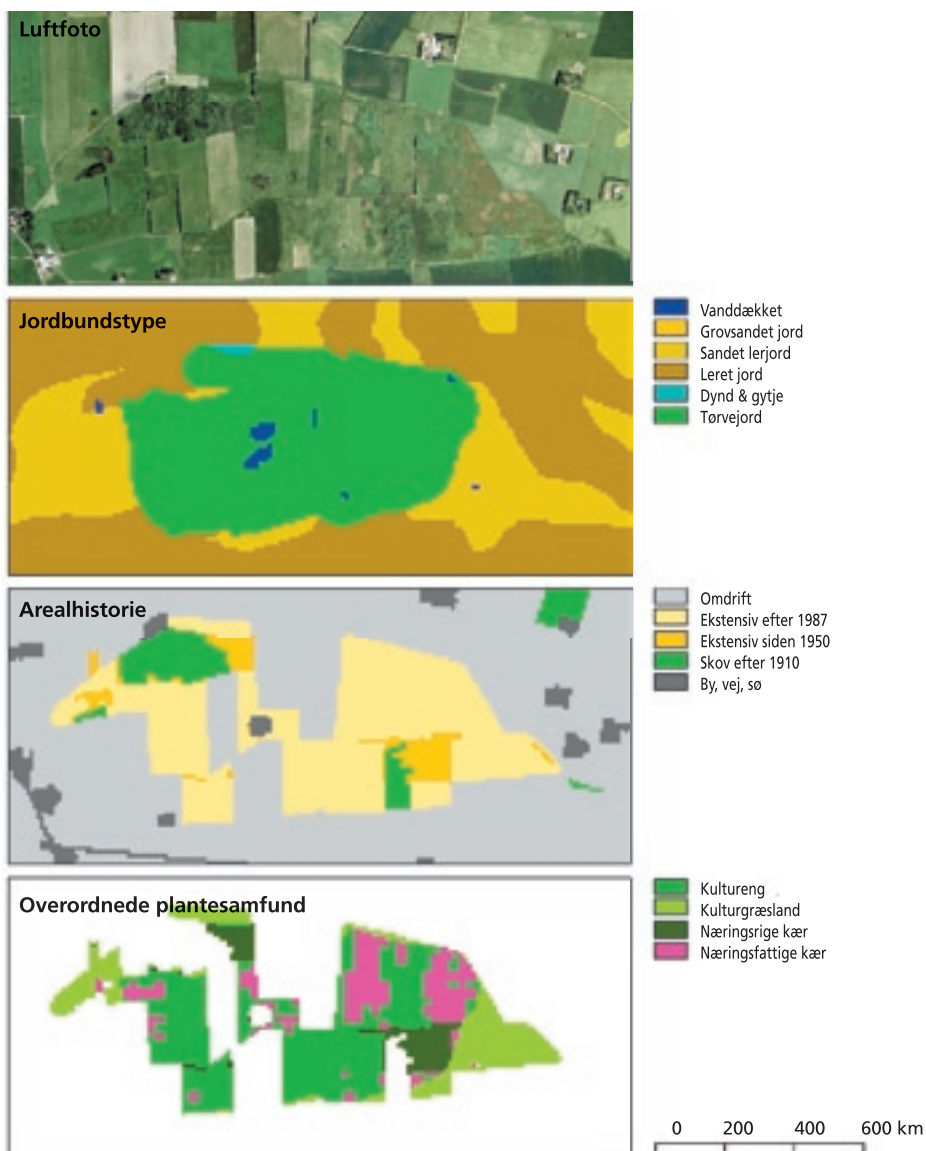
**Kystområde med åbent
sand**

Foto: Ole Malling



**Kuperet moræne-
landskab**

Foto: Ole Malling



Figur 6-6

Et lille kortudsnit taget fra Bjerringbro-området. Øverst et luftfoto, der illustrerer landskabets udseende og kompleksitet. Ud fra en fysisk-kemisk beskrivelse af naturgrundlaget i kombination med arealanvendelsen kan man inddеле arealerne i en række forskellige klasser, der relateres til de plantesamfundstyper, der er identificeret i DANVEG-databasen (boks 4). De midterste kort gengiver to af de kårfaktorer, der indgår i kortlægningen. Nederste kort viser den udbredelse af fire overordnede plantesamfund, som man kan regne sig frem til med Biotopmodellen (se næste side).

Forudsigelse af naturforandringer

For at vurdere konsekvenser af ændringer i landskabet er der udviklet en såkaldt biotopmodel. Modellen kan forudsige ændringer som følge af menneskers udnyttelse af landskabet ud fra kort over vigtige faktorer med indflydelse på planternes fordeling. Modellen er udviklet med udgangspunkt i et større område på tværs af Jylland med varierende landskabstyper. Den fokuserer på planter, da vegetationen danner første led i fødekæden og dermed fødegrundlag og levested for dyrene.

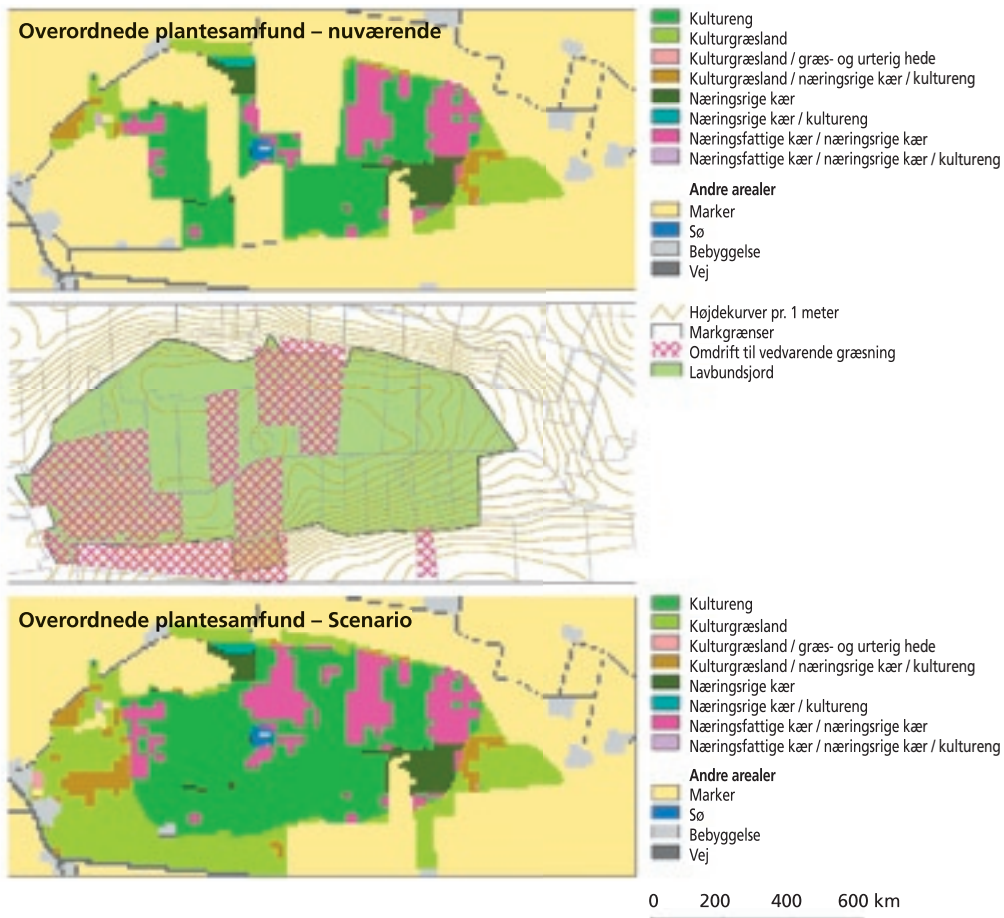
Biotopmodellen sammenholder levestederne og kårfaktorene og kortlægger den forventede udbredelse af plantesamfund på landskabsniveau (se også boks 4). Figur 6-6 på forrige side viser som et eksempel et kortudsnit med to af kårfaktorerne – jordbundstype og arealhistorie – og et kort med den beregnede udbredelse af fire overordnede plantesamfund på vedvarende græsningsarealer.

Biotopmodellen forudsiger plantesamfundenes udbredelsesmuligheder ud fra de givne faktorer og er dermed en typisk scenario-model. Luftfotografiet i figur 6-6 viser kompleksiteten i et stykke dansk landskab, mens de to efterfølgende kort er eksempler på forenklinger af det komplekse billede med fokus på jordbundsforhold og arealhistorie. Modellens udsagnskraft – dvs. hvor korrekt kortet over udbredelse af plantesamfundene er – afhænger af graden af forenkling og af kvaliteten af de oplysninger, den baseres på. Resultaterne vil derfor altid være behæftet med usikkerhed.

Scenarier

I scenario-studier kan Biotopmodellen forudsige mulige ændringer som følge af fx ekstensivering af landbrugsdriften eller ændret landskabsforvaltning. Det vil typisk være et skift fra omdrift til vedvarende græsning, en ændret arealhistorie eller en anden fugtighed. Modellen bruges til at give et bud på ændringernes art og omfang, fx vegetationen på arealerne uden for omdrift. Ændringerne kan have forskellige konsekvenser for plantesamfundene, afhængig af de øvrige kårfaktorer, der findes på dele af de berørte arealer.

Figur 6-7 viser et eksempel på et scenario for samme område som det, der er vist i figur 6-6. Det øverste kort viser



Figur 6-7

Eksempel på, hvordan Biotopmodellen kan anvendes til scenario-studier af konsekvenser af ændret landbrugsmæssig arealanvendelse. Ændringerne fra øverste til nederste kort afspejler et skift fra marker i omdrift til vedvarende græsning på arealer mærket med rød skravering på det midterste kort.

de beregnede overordnede plantesamfund i nutidssituationen. I scenariet antages det, at arealer i omdrift skifter anvendelse til vedvarende græsning, hvis de ligger på sandjord, på tidligere lavbundsarealer eller er skrånende (skraveret på midterste kort). Nederst ses så situationen i scenariet, hvor der fremkommer større ensartede arealer. Det ses endvidere, at modellen ikke altid giver et entydigt svar, men for enkelte arealer angiver to eller flere overordnede



Figur 6-8

Skov og strand i kuperet terræn – efter de flestes mening prototypen på dansk natur.

Foto: Highlight

plantесamfund. Det skyldes en begrænsning i Biotopmodellens kortgrundlag, idet der ikke findes kort, der afspejler alle kårffaktorer i DANVEG.

Ændringerne i de overordnede samfund ses i tabel 6-1. Når arealer i omdrift ekstensiveres, er det fortrinsvis de almindeligt udbredte plantесamfund, der kan forventes, hvorimod de mere sjældne, næringsstoffattige samfund vil få en ringere andel af de nye arealer.

Overordnede plantесamfund	Areal (ha)		
	Nu	Scenario	Ændring ^{*)}
Marker i omdrift	9.433	6.450	-20,7 %
Kulturreng	1.829	2.892	7,4 %
Kulturgræsland	709	2.100	9,7 %
Kulturgræsland / græs-urterig hede	0	15	0,1 %
Kulturgræsland / næringsrige kær / kulturreng	173	368	1,4 %
Næringsrige kær	295	295	
Næringsrige kær / kulturreng	22	22	
Næringsfattige kær / næringsrige kær	688	1.001	2,2 %
Næringsfattige kær / næringsrige kær / kulturreng	8	8	
Skove	653	653	
Bebyggelse, veje og søer	570	570	
Ukendt	20	26	> 0,1 %
Sum	14.400	14.400	

^{*)} Ændring set i forhold til det samlede areal på 14.400 hektar.

Tabel 6-1

Sammenligning af de beregnede overordnede plantесamfund og andre arealer i den nuværende situation og et tænkt scenario (se figur 6-7). Ikke alle plantесamfund er repræsenteret i det udvalgte område.



Fremtiden for forudsigelser



Der bliver af forskellige grunde udarbejdet og anvendt flere og flere forudsigelser. Derfor får de større og større betydning for os – og derfor er det vigtigt, at man sørger for, at de er troværdige, at man holder sig deres evt. politiske baggrund for øje, og at man hele tiden videreudvikler de metoder, der bruges til at frembringe dem.

Maleri: Poul Anker Bech

Foto: Axel Søgaard

Anvendelsen er stigende

Man kan spørge sig selv om det er behovet, der er vokset, eller det er mulighederne for at lave forudsigelser, der er årsag til, at de bliver brugt i stigende omfang. Men det er et faktum, at forudsigelser, eller "outlooks" som man også kalder dem, på miljøområdet bliver brugt mere nu end for fem år siden. De bliver dels brugt til fremskrivninger af udslip, så Danmark kan vise og i øvrigt selv følge med i, hvordan overholdelse af EU-direktiver for fx luftforurening og klima forløber, og dels i planlægningen af nye miljøinitiativer som fx vandmiljøplanerne. EU-direktiverne forlan-



ger ligefrem, at landene jævnlige udarbejder fremskrivninger, så det er muligt at følge med i det enkelte lands fremskridt.

Scenarier og fremskrivninger bliver også i stigende omfang brugt i forskning og udvikling, fx når en forskningsindsats skal tilrettelægges, og i et større perspektiv når man skal finde ud af, hvad fremtidens forskning skal handle om.

Og det er ikke kun i Danmark man vil se frem. Den Europæiske Miljøtilstandsrapport, som udgives af det Europæiske Miljøagentur (EEA), kaldes en "State and outlook" rapport og FN's miljøorganisation UNEP udgiver sine overvejelser om miljøets tilstand på Jorden ved såkaldte "Global Environmental Outlook" (GEO)-rapporter.



Forudsigelser bruges bl.a. i udarbejdelsen af vandmiljøplanerne.

Foto: Highlight

Forudsigelser skal være konsistente

Mulighederne for at lave forudsigelser er blevet bedre i takt med, at modeller og andre redskaber forbedres, og i takt med, at der sker en erfaringsudveksling mellem deltagerne hver gang der bliver lavet nye forudsigelser. Der er stor erfaring med fremskrivninger på energiområdet, og tankegangen derfra breder sig til andre områder. Energi er et område, hvor resultaterne af fremskrivningerne kan gribe ind i mange af samfundets aktiviteter: erhvervspolitisk, forbrugerpolitisk og miljøpolitisk. Der vil derfor være mange modsatrettede interesser til at vurdere resultaterne. Et af nøgleordene i forbindelse med at sikre, at fremskrivningerne giver et troværdigt billede – og faktisk bliver brugt – er konsistens. Det vil sige, at alle dele af en forudsigelse skal hænge sammen indbyrdes, og hænge sammen med virkeligheden.

Det energiforbrug, en landbrugsfremskrivning kommer frem til, skal eksempelvis være i overensstemmelse med den generelle energifremskrivning, og de scenarier man laver, skal tage højde for, at det, man fjerner ét sted, kan dukke op et andet sted. Hvis man fx reducerer ammoniakfordampningen fra marker og stalde, dukker ammoniakken i stedet for op i flydende form og ender måske som kvælstof i grundvand, vandløb og søer. Hvis ikke man er meget påpasselig med at sikre konsistens, kan der opstå "huller", når man nødvendigvis kun ser på en del af en samlet problemstilling.

Det enkelte erhverv kan have en interesse i at "slippe af med" et problem ved at skubbe det over på andre erhverv eller over på et andet område. Diskuterer man fx montering af partikelfiltre for at reducere partikelforurening fra dieselmotorer, er der en vis usikkerhed omkring fordelingen af det samlede dieselforbrug mellem lastbiler på vejene og andre arbejdskøretøjer (kraner, traktorer osv.). Transportinteresser vil være tilbøjelige til at skubbe så meget af forbruget over på arbejdskøretøjerne som muligt for at forsøge at reducere problemet og reducere omkostningerne ved at skulle montere filtre på lastbilerne. Resultatet kan blive, at arbejdskøretøjernes andel bliver urealistisk høj og der bliver skabt et kunstigt "hul" for forureningen, hvis ikke man sikrer sig at der er konsistens i fremskrivningerne.

Kan forudsigelser være objektive?

Overskriftens spørgsmål rører ved en anden problemstilling: "Hvem er det, der formulerer forudsætningerne for fremskrivningerne og scenarierne?" Vedtagne politikker og handlingsplaner og det, der tidligere blev omtalt som anerkendte forventninger fx formuleret i business-as-usual-scenarier, er i udgangspunktet enkle at håndtere i den sammenhæng. Det stiller sig noget anderledes med alternative scenarier.

Det er politikerne, der tager den endelige beslutning på grundlag af bl.a. forudsigelser, men allerede formuleringen af scenarierne kan være politisk, fordi man fx kan udelade at undersøge muligheder, man ikke bryder sig om. Er der fx modstand mod at indføre nye afgifter, kan man undlade at undersøge dette virkemiddel, selvom det kunne vise sig at være det mest omkostningseffektive middel.

Basisfremskrivinger og basisscenarier er som regel udtryk for anerkendte forventninger og forudsætninger, mens scenarier ikke nødvendigvis vil være det. Det er ikke i sig selv et problem eller diskvalificerende for forudsigelserne, så længe man gør sig klart, at det er sådan.

Forskning og udvikling af grundlag og metoder

Der sker en løbende udvikling og forbedring af grundlaget for og metoderne bag forudsigelser. Den egentlige forskningsindsats, som grundlæggende kan forbedre metoderne, sker hovedsageligt i internationalt regi. Fx har EU et stort behov for at kunne vurdere, hvordan de planer og politikker, fællesskabet foreslår, kommer til at virke generelt i Europa og i de forskellige egne. Der foregår derfor en række forskningsaktiviteter på europæisk plan, som skal udvikle modeller og andre metoder til at foretage fremskrivninger og formulere og undersøge scenarier, fx for at vurdere, hvorvidt fremtidig udvikling i arealanvendelsen vil være bæredygtig.

Litteratur

Referencer

Andersen, J.M., Bruun, H.G., Jensen, J.D., Wier, M., Sørensen, P.B., Rolev, A.-M., Conley, D.J., Hertel, O., Frohn, L.M. & Asman, W.A.H. (2000).

Økonomiske og miljømæssige konsekvenser af markedsordningerne i EU's landbrugsreform. Agenda 2000. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 308: 63 s.

Bach, H., Christensen, N. & Kristensen, P. (red.) (2001). Natur og Miljø 2001. Påvirkninger og tilstand. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 385: 368 s. Internet udgave.

Christensen, L. & Gudmundsson, H. (2003). Modelanalyser af mobilitet og miljø. Slutrapport fra ALTRANS og AMOR II. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 447: 116 s.

Dalgaard, T., Kjeldsen, T., Rasmussen, B.M., Fredshavn, J.R., Münier, B., Schou, J.S., Dahl, M., Wiborg, I.A., Nørmark, P. & Hansen, J.F. (2004).

ARLAS' scenariesystem. Et grundlag for helhedsorienterede konsekvensvurdringer af ændringer i arealanvendelsen. I: Hansen, J.F. (red): Arealanvendelse og landskabsudvikling Fremtidsperspektiver for natur, jordbrug, miljø og arealforvning. Danmarks Jordbrugsforskning. – DJF rapport. Markbrug 110: 97-128.

Groth, N.B., Hedegaard, M.B., Holmberg, T., Höll, A. & Petersen, H.S. (1998).

Arealanvendelsen i Danmark 1995-2025. Den nuværende og fremtidige arealanvendelse belyst som led i en vurdering af de økologiske råderum. By- og Landsplanserien, nr. 2.

http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoetilstand/3_luft/4_udsigt/default.asp

Illerup, J.B., Birr-Pedersen, K., Mikkelsen, M.H, Winther, M., Gyldenkærne, S., Bruun, H.G. & Fenhann, J. (2002). Projection Models 2010. Danish Emissions of SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃. National Environmental Research Institute. – NERI Technical Report 414 : 192 pp. Internet udgave

Jensen, J.D., 1996.
An Applied Econometric Sector model for Danish Agriculture (ESMERALDA). Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, rapport nr. 90.

Münier, B. (2004).
Plantesamfundene og landskabstruktur ved ændret arealanvendelse. I: Hansen, J.F. (red): Arealanvendelse og landskabsudvikling Fremtidsperspektiver for natur, jordbrug, miljø og arealforvaltning. Danmarks JordbrugsForskning. – DJF rapport Markbrug 110: 71-80.

Münier, B., Birr-Pedersen, K. & Schou, J.S. (2004).
Combined ecological and economic modelling in agricultural land use scenarios. – Ecological Modelling 174(1-2): 5-18.

Münier, B., Nygaard, B., Ejrnæs, R. & Bruun, H.G. (2001).
A Biotope Landscape Model for Prediction of Semi-Natural Vegetation in Denmark. – Ecological Modelling 139(2-3): 221-233.

Møller Andersen, F. (ed.); Werner, M.; Jensen, J.D.; Jensen, T.S.; Henriksen, G.T.; Olsen, A.; Illerup, J.B.; Nielsen, C.; Winther, M. Environmental satellite models for ADAM. (Statistics Denmark, Copenhagen, 2001) 110 p.

Møller Andersen, F.; Fenhann, J.; Larsen, H.V.; Schleisner, L.
A scenario model for the generation of waste. (Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, 1999) (Environmental project, no. 434) vp.

Pedersen, O., Møller, F. & Christensen, N., 2002. Informationsgrundlaget for integreret miljøplanlægning. Rapport fra Danmarks Statistik og Danmarks Miljøundersøgelser.

Regeringen, 2002. Danmarks strategi for bæredygtig udvikling. Fælles fremtid – udvikling i balance.

www.vandudsigten.dk

Ordliste

Biodiversitet: Det samme som biologisk mangfoldighed, dvs. antallet af dyre- og plantearter og antallet af individer pr. art inden for et givet område.

Biotop: Naturområde med et bestemt, karakteristisk plante- og dyreliv. Eksempler er hede, bøgeskov, overdrev. Området afgrænses naturligt af lokalklimaet, jordbundens beskaffenhed, plante- og dyrelivet m.m.

Hydrologi: Læren om vands fysiske og kemiske egenskaber, fx saltholdighed, temperatur, bevægelser, vægtfylde og meget andet.

Kvantitativ: Præcist målelig; kommer af ordet kvantitet, der betyder mængde, antal og lignende. I en kvantitativ fremskrivning kan der sættes præcise tal på de forskellige oplysninger, fx antal biler. I modsætning hertil står en *kvalitativ* fremskrivning, hvor man kun kan udtale sig om tendenser, fx om der bliver flere eller færre biler.

Modeller: Efterligninger af virkeligheden, der gør det muligt at foretage undersøgelser og analyser, som ikke kan lade sig gøre i virkeligheden. Fx kan man ved hjælp af en model undersøge, hvad konsekvensen af et fordoblet kvælstofudslip vil blive for naturen. Modeller er som regel matematiske ligninger, der knytter de forskellige forhold sammen, så man kan udføre egentlige beregninger.

Næringsstoffer: De mineraler, en plante foruden vand og kuldioxid skal bruge for at kunne gro. Som regel mener man kun kvælstof og fosfor, når man taler om næringsstoffer, og det er da også de to næringsstoffer, planterne bruger i størst mængde, men de behøver mange andre mineraler også (fx kalium, mangan, zink og kobber). Kaldes også næringsssalte eller plantenæringsstoffer.

Omdrift: Om landbrugsarealer, der bruges til vekslende afgrøder i modsætning til at blive brugt til vedvarende græs.

Pesticider: Kemiske stoffer, der bruges til at bekæmpe sygdomme, skadedyr og ukrudt i afgrøder. Kaldes også plantebeskyttelsesmidler og deles traditionelt i ukrudtsmidler (herbicide), insektbekæmpelsesmidler (insekticide), svampebekæmpelsesmidler (fungicide) og midler mod gnavere som fx mus (rodenticide).

Plantesamfund: Bevoksning bestående af nogle bestemte plantearter, der optræder sammen alle steder, hvor nogle bestemte vækstbetingelser (jordbund, klima og lignende) forekommer.

Tålegrænser: Den mængde kvælstof, et bestemt økosystem hvert år kan tåle pr. hektar uden påviselige forandringer.

Industrigas: Industrielt fremstillet drivhusgas; omfatter flere forskellige såkaldte halocarboner eller CFC'er, hvoraf freon er det bedst kendte.

Stikordsregister

A

Absolut afkoblet · 10
ADAM · 25
Afgifter · 12
Afgørelsetyper · 40
Afkobling · 10
Alt-andet-lige-scenarier · 28
Ammoniakudslip · 40
Arealanvendelse
 konsekvenser af ændringer i ·
 59
 udvikling i · 18, 53

Arealkategorier · 18
Atmosfære, udslip til · 33

B

Backcasting · 29
Basisfremskrivning · 24
 for drivhusgasudslip · 51
 for landbruget · 40
 for transport · 45
Basisscenarier · 27
Basisår · 27
BAU-scenarier · Se business-as-usual-scenarier
Befolkningsprognose · 23
Bilpark · 44
Biltrafik, udvikling af · 45
Biotopmodel · 56
Business-as-usual-scenarier · 27
Byareal · 19

D

DANVEG · 54

Delvist afkoblet · 10
Drivende kræfter · 16, 17, 45
Drivhusgasser · 39
 og klimaforandringer · 50
Drivhusgasudslip
 basisfremskrivning for · 51
 danske mål for · 42
 fremskrivning af · 40
 fra landbruget · 39
 fra trafik · 20

E

Ekspertvurderinger · 25
Energiafgrøder · 41
Energiproduktion, udvikling i · 51
Erhvervspolitik · 12
ESMERALDA · 26

F

Forbrug · 10
Forbrugsudvikling · 25
Forudsigelser · 6
 anvendelse af · 13
 objektivitet af · 65
Fremskrivninger · 22, 24
 alternative · 26
Fremskrivningsmodeller · 25
Fremsyn · 27
 teknologiske · 29
Fremtidsbilleder · 22, 27, 29
Fremtidsværksteder · 27, 29

H

Halv natur · 19, 54

Husdyr, udvikling i antal · 40
Husdyrgødning · 41

I

Indikator · 17, 33
Industrigasser · 39

K

Katalysatorer · 12
Klimaforandringer · 32, 39, 50
 forudsigelser for · 52
 og drivhusgasser · 50
Klimamodeller · 52
Konsekvenser · 17
 forudsigelse af · 33
Konsistens · 64
Kraftfoder · 41
Kuldioxid · 39
Kuldioxidudslip · 39, 46
 fremskrivning af · 45, 47
 Kyotomål for · 51
 udvikling i · 10
Kuldioxidækvivalenter · 39
Kvælstofnedfald · 34
Kvælstofoxidudslip
 fremskrivning af · 45, 47
 reduktionsmål for · 46

L

Landbrug · 16
 basisfremskrivning for · 40
 miljøpåvirkning fra · 33, 38
Landbrugsareal
 udvikling i · 53

ændringer i · 40
Landbrugsscenarier · 41, 43
omkostninger ved · 42
Lattergas · 39
Lattergasudslip · 39
Luftudsigt · 24

M

Makroøkonomiske modeller · 25
Metan · 39
Metanudslip · 39
Mikroøkonomiske modeller · 25
Miljøpåvirkning · 11
Miljøforandringer · 49
Miljømålsætning, danske · 43
Miljøpolitik · 12
Miljøproblemer · 10
Miljøpåvirkning · 32, Se også
 påvirkning
 landbrugets · 38
 trafikkens · 44
Miljøtilstand · 32
 forudsigtelse af · 17
 og samfundsudvikling · 16
Miljøvirkning · 32
Modeller · 25

N

Nationaløkonomiske fremskrivninger · 24
Naturareal · 18

Naturforandring · 53
 forudsigtelse af · 56
 scenarier for · 56
Naturpåvirkning · 11

O

Objektive forudsigtelser · 65
Omkostningseffektivitet · 42
Outlook · 62

P

Plantesamfund · 54
 ændringer i · 59
Privatforbrug · 10
Produktionsudvikling · 25
Produktionsværdiudvikling · 25
Prognoser · 22, 23
Påvirkninger · 17
 af miljøet · 11
 af naturen · 11

R

Røgrønsning · 12

S

Scenarier · 22, 27
 alt-andet-lige- · 28
 basis- · 27
 business-as-usual- · 27
 for landbrugets udvikling · 41
 for transporten · 47

teknologi- · 29
Skovareal · 19
Spildevandsrensning · 12
Spredningsmodeller · 33

T

Teknologiscenarier · 29
Teknologiske fremsyn · 29
Temperaturforandringer · 52
Tilbageskrivning · 29
Transport
 basisfremskrivning for · 45
 drivkræfter bag · 45
 miljøpåvirkning fra · 44
 scenarier for · 47
Tålegrænseoverskridelse · 35
Tålegrænser · 33

U

Udslip
 som indikator · 33
 til atmosfæren · 33
 til vådområder · 35
Udslipsloft · 35, 43
Udslipsrettigheder · 47

V

Vandkvalitetsmodeller · 35
Vandområder, udslip til · 35
Vejrudsigt · 23

Miljøscenarier

Red. Hanne Bach

I vores samfund anvendes forudsigelser i form af prognoser, fremskrivninger, fremtidsbilleder og scenarier i stor stil som grundlag for meningsdannelse og beslutningstagen. Især scenarierne vinder frem, men hvad er det egentlig for noget? Og hvor gode er de?

I denne bog får man klar besked om:

- de forskellige typer forudsigelser og deres anvendelse
- de forudsætninger, forudsigelserne bygger på
- forudsigelser af samfundets udvikling
- forudsigelser af udviklingens konsekvenser for natur og miljø
- forudsigelser af miljøforandringer

Bogens generelle oplysninger får "kød og blod" fra en række konkrete eksempler på scenarier, der har været anvendt inden for f.eks. landbrug, energi, trafik og luft. Desuden belyses scenariers rolle i miljøadministrationen og miljøpolitikken.

ISBN 87-7739-736-3



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet