

# Miljø og sundhed

Vi ved ikke meget om omfanget af miljøets betydning for sundheden. For enkelte områder er sammenhængen mellem miljø og sundhed dog kendt. Eksempelvis ved vi at partikelforening kan give luftvejs sygdomme, sollys kan give hudkræft og radon lungekræft. Anvendelse af kemiske stoffer, trafikstøj og luftforurening er de miljøfaktorer, som har størst betydning for danskernes sundhed.







## 5.1 Indledning

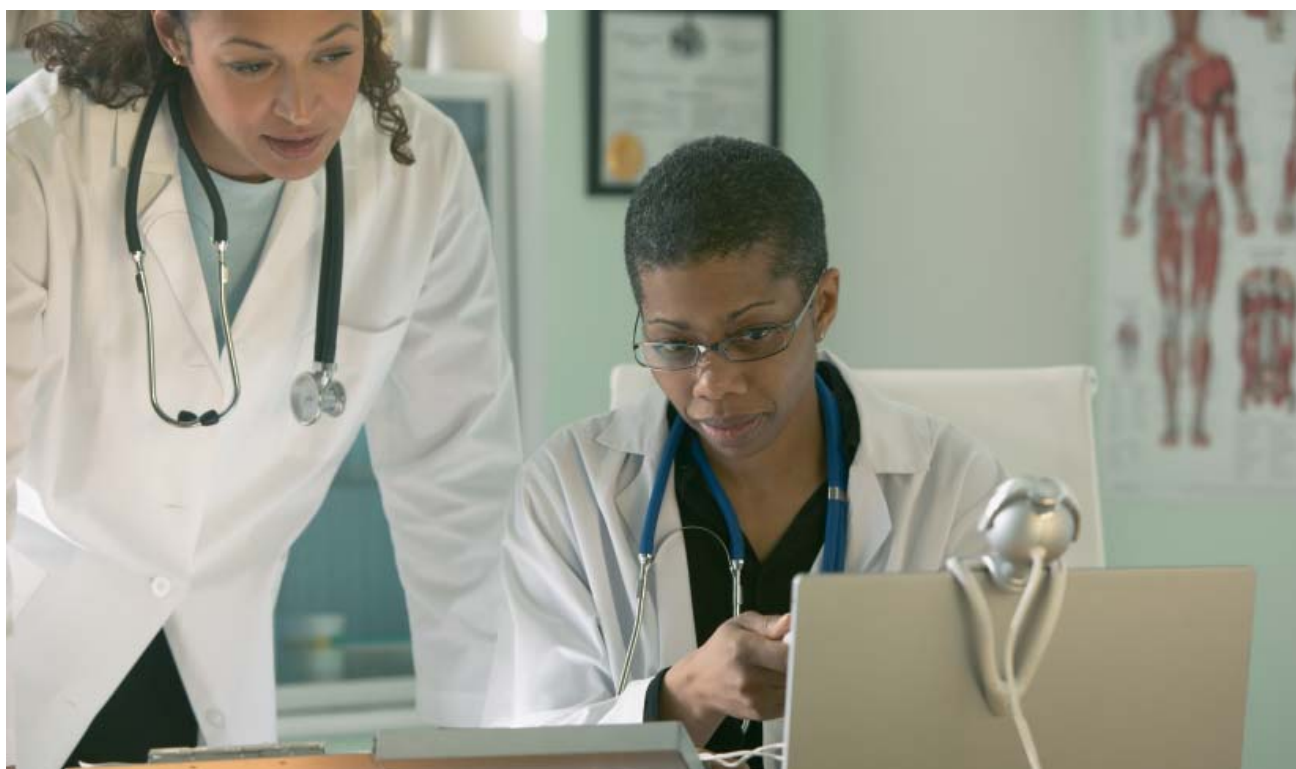
Det har længe været kendt, at miljøpåvirkninger kan forårsage, at mennesker udvikler sygdom eller får forværret en eksisterende sygdom. Fx var der en tydelig sammenhæng mellem 1950'ernes smogepisoder i London<sup>1</sup> og forekomsten af luftvejssygdomme hos borgerne i byen. Dengang var påvirkningerne så store, at man direkte kunne aflæse effekten af at mindske forureningen i sygdomsstatistikken. I dag er sammenhængen ikke så klar, bl.a. fordi stadig flere miljøpåvirkninger forekommer i koncentrationer, der ikke umiddelbart giver akutte effekter.

Der er mange eksempler på, at forskere har påvist en sammenhæng mellem eksponering og effekter på dyr og planter, mens det forholder sig anderledes med effekter på mennesker. Her er det langt mere vanskeligt at påvise en sammenhæng. Det skyldes hovedsageligt, at menneskers eksponeringsmønster er langt mere kompliceret end dyrs. Vi udsættes bl.a. for flere forskellige miljøpåvirkninger, og vi påvirkes af såkaldte livsstilsfaktorer som kost, motion, rygevaner osv.

Beskyttelse af befolkningens sundhed er et grundlæggende princip i den danske miljølovgivning. Alligevel stiger mistanken hos myndigheder og forskere om, at en række sundhedseffekter er relateret til påvirkninger fra miljøfaktorer. Det gælder fx for udviklingen i kroniske og allergiske luftvejssygdomme som astma og allergi, udviklingen i en række kræftformer, nedsat fertilitet mv. Der offentliggøres hele tiden nye rapporter, som dokumenterer sammenhænge mellem eksponering for miljøfaktorer og sundhedseffekter. Det har medført, at forståelsen for den mulige udbredelse af miljørelaterede sygdomme er steget. OECD skønner, at 2-6%<sup>2</sup> af alle sygdomme i Vesteuropa er miljørelaterede og at denne andel muligvis stiger.

Den øgede viden om sammenhænge mellem miljøfaktorer og sundhedseffekter resulterede i, at Danmark i juni 2003 fik sin første samlede strategi for miljø og sundhed. Strategien beskriver den politiske prioritering af indsatsen for at begrænse de negative påvirkninger på sundheden fra miljøfaktorer.

I det følgende kapitel tages der udgangspunkt i de prioriterede emner i den danske strategi for miljø og sundhed. I kapitlets første del beskrives de forskellige eksponeringsveje, der gives en status over udviklingen i nogle karakteristiske miljøfaktorer og det komplekse sammenspil mellem miljøfaktorer og sundhedseffekter belyses. I anden del gives en status over sammenhængen mellem nogle udvalgte miljøfaktorer og sundhedseffekter. Der sættes fokus på luftforurening – udendørs såvel som indendørs, nogle udvalgte kemiske stoffer, som mistænkes for at være hormonforstyrrende, kræftfremkaldende og have effekter på nervesystemet. Endvidere beskrives sundhedseffekter af støj. I tre eksempler belyses sammenhængen mellem miljø og sundhed mere detaljeret. Det gælder partikelforurening, phthalater og den faldende sædkvalitet hos danske mænd. I kapitlets sidste del gives et overblik over den del af miljølovgivningen, der har speciel relevans for sammenhængen mellem miljø og sundhed.



## 5.2 Samspil mellem miljøpåvirkninger og sundhedseffekter

### Miljøbetingede påvirkninger

Ved miljøbetingede påvirkninger forstås kemiske, fysiske og biologiske faktorer, som befolkningen kan udsættes for via produkter, fødevarer, arbejdsmiljøet, indeklimaet og det ydre miljø. De miljøfaktorer, der påvirker os via det ydre miljø, er kemiske stoffer i luft, jord og drikkevand, støj fra bl.a. trafikken, UV-stråling fra solen og radon fra undergrunden. Vi påvirkes også af kemiske stoffer i produkter. Det sker enten ved direkte kontakt med produktet eller ved at de kemiske stoffer afdamper fra produktet til indeklimaet. Fødevarer er ligeledes en kilde til påvirkning med kemiske stoffer og påvirkning fra sygdomsfremkaldende bakterier sker hovedsagligt via fødevarer. Sygdomsfremkaldende bakterier spredes tillige via jord og vand og forekomst af resistente bakterier i miljøet giver anledning til stigende bekymring. Udformningen af de fysiske omgivelser er også en del af de miljøbetingede påvirkninger. Men hvor de øvrige miljøfaktorer har negativ indflydelse på sundheden, kan

de fysiske omgivelser have positiv indflydelse på sundheden.

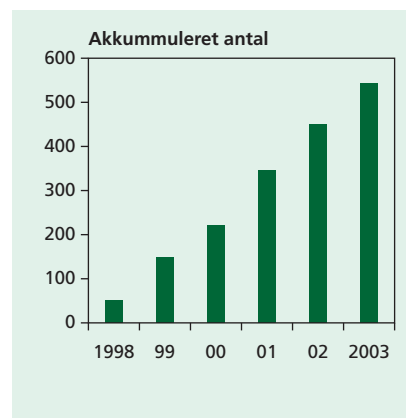
Billedet af eksponeringer og sygdomme har ændret sig radikalt op gennem det tyvende århundrede. Bedre hygiejne kombineret med udvikling af bl.a. antibiotika har betydet, at antallet af infektionssygdomme er faldet. Samtidig er vi i dag mere eksponeret for bl.a. kemiske stoffer og støj, fordi de industrielle aktiviteter er steget, vi har ændret forbrugsmønstre og adfærd og trafikken er vokset. Det har medført en stigning i visse typer af sygdomme, fx luftvejssygdomme, eller skabt grundlag for udvikling af helt nye typer af sundhedseffekter, fx hormonforstyrrende effekter.

Udviklingen i miljøkvaliteten overvåges løbende gennem landsdækkende overvågningsprogrammer. Det betyder, at vi i dag har et godt kendskab til udviklingen inden for en række miljøfaktorer. I sammenhæng med overvågninger er grænseværdier et vigtigt instrument til at mindske risikoen for sundhedsskadelige påvirkninger fra miljøfaktorer. Grænseværdier bliver

fastsat på baggrund af sundhedsbaserede risikovurderinger. I Danmark er der fastsat grænseværdier for indholdet af kemiske stoffer i fx udeluften og drikkevandet, men der er også fastsat grænseværdier for støj og indholdet af sygdomsfremkaldende organismer i badevand og fødevarer.

Figur 5.1

Udviklingen i det samlede antal drikkevandsboringer, som er lukket fordi de er forurenet med miljøfremmede stoffer, pesticider eller nitrat. Forekomst af pesticider er den hyppigste årsag til at borerne må lukkes. Kilde: Jørgensen, 2004.<sup>4</sup>



## Boks 5.1 Kemiske, fysiske og biologiske miljøfaktorer

### Kemiske stoffer

**Kemiske stoffer og produkter:** Globalt markedsføres omkring 100.000 forskellige kemiske stoffer. I Danmark markedsføres ca. 20.000 kemiske stoffer, 100.000 kemiske produkter og 200.000 varer eller industrielle produkter. I lovgivningen er stoffer normalt kategoriseret efter hvor farlige de er og hvor de anvendes, hvilket er afgørende for eksponering. Følgende kategorier anvendes:

- Industrikemikalier, fx phthalater og bromerede flammehæmmere
- Landbrugskemikalier fx pesticider og biocider
- Husholdnings- og hygiejneprodukter, fx rengøringsmidler og kosmetik
- Medicin til mennesker og dyr

### Fysiske faktorer

**Støj:** Mange mennesker eksponeres for støj. Støj kan være en belastning ved både høje og lavere niveauer.

**Stråling:** Omfatter UV-stråling fra solen, naturlig baggrundsstråling i form af kosmisk stråling, radon og gammastråling fra undergrunden og forekomst af radioaktive isotoper i fødevarer. Endvidere elektromagnetisk stråling fra bl.a. højspændingsledninger, mobilmaster og mobiltelefoner.

**Partikler:** Sundhedsskadelige partikler stammer hovedsagligt fra vejtrafikken og private brændeovne. Eksponering for partiklerne er derfor specielt et problem i byerne.

**Fysiske omgivelser:** Omfang af og afstand til natur og rekreative områder samt udformning af disse har betydning for sundheden.

### Biologiske faktorer

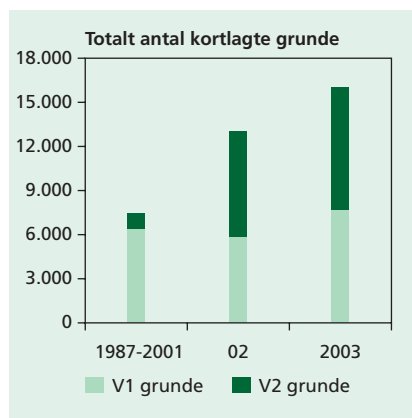
**Mikroorganismer:** Sygdomsfremkaldende mikroorganismer er fx bakterier som *Campylobacter* og *Salmonella* i fødevarer, skimmelsvampe i vandskadede bygninger og husstøvmider. De mest almindelige smitekilder for mennesker er mad og drikkevarer.

**Toxiske alger:** Et velkendt eksempel er blågrønner, der blomstrer op i gunstige perioder og frigiver giftige stoffer til vandet.

**Genmodificerede organismer (GMO'er):** Der er endnu kun begrænset viden om mulige sundhedseffekter af eksponering for GMO'er. I Danmark er der endnu kun gensejlede planter på forsøgsmarker. Eksponering finder sted via fødevarer produceret i lande, hvor der anvendes GMO'er.

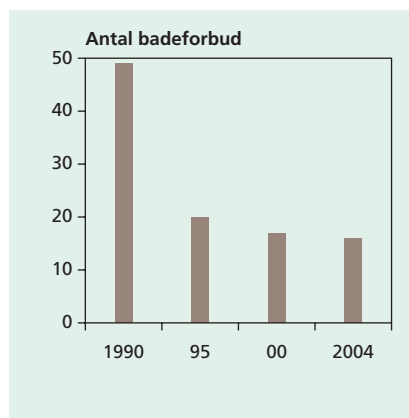
Figur 5.2

Antallet af forurenede grunde som er registreret i perioden 1987 til 2003. I Danmark foregår opsporing af forurenede grunde i to etaper. Først kortlægges grundene ud fra historiske oplysninger om tidligere forurenende aktiviteter på grunden (V1 grunde). Derefter gennemfører myndighederne en egentlig undersøgelse af de relevante grunde, som viser om grunden er forurenede (V2 grunde).  
Kilde: Miljøstyrelsen, 2005.<sup>5</sup>



Figur 5.3

Udvikling i antal forbud mod badning ved de danske strande i perioden 1990-2004. I Danmark er der 7.000 km kyststrækning, hvoraf de 5.000 km har badevand. Det er hovedsagligt spildevand i badevandet, der er årsag til de udstedte badeforbud.  
Kilde: Miljøstyrelsen, 2005.<sup>6</sup>



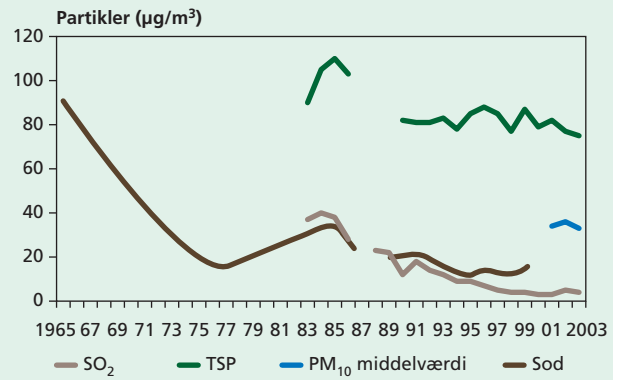
Generelt set har vi et højt beskyttelsesniveau i Danmark. Hvis myndighederne måler forhøjede værdier i fx udeluft eller drikkevand i forhold til de fastsatte grænseværdier, skal det medføre en reaktion. Fx er der, i løbet af det seneste årti, sket en markant stigning i antallet af forurenede grundvandsmagasiner, som har ført til, at de forurenede drikkevandsboringer er lukket (se afsnit 3.2). I perioden 1998 til 2003 steg antallet af lukkede drikkevandsboringer fra ca. 50 til over 500. I perioden 1992-97 registrerede myndighederne ialt 16 tilfælde af bakterieforurening fra drikkevand. Forureningen førte til ca. 6.400 sygdomstilfælde.

Myndighederne arbejder bl.a. på at sikre rent drikkevand ved at opspore forureninger, der kan sive ned til grundvandet. I de seneste to årtier har myndighederne gjort en stor indsats for at lokalisere og oprense gamle forurenede industrigrunde. Antallet af lokaliserede forurenede grunde er således fordoblet fra knapt 8.000 lokaliseret i perioden 1987-2001 til næsten 16.000 i 2003. Derudover er tillædningen af sundhedsskadelige stoffer til jorden reguleret ved at fastsætte grænseværdier for indhold af en række uønskede stoffer i spildevands-slam, som anvendes til gødning, og der er vedtaget en godkendelsesprocedure for anvendelse af pesticider i landbruget. Befolkningen bliver beskyttet mod direkte eksponering fra jordforurening, ved at myndighederne har fastsat jordkvalitetskriterier. Kriterierne er bestemt af den type af aktivitet som foregår på lokaliteten. Fx er kravene til jordkvaliteten større, hvis arealerne anvendes af fx en børnehave end hvis arealet bliver brugt til parkeringsplads (se afsnit 4.4).

I badesæsonen overvåger de danske myndigheder kvaliteten af badevandet. De udsteder badeforbud, hvis badevandet har for høje koncentrationer af sygdomsfremkaldende bakterier, og advarer badegæster, hvis der er opblomstring af giftige alger. Antallet af badeforbud er faldet i takt med

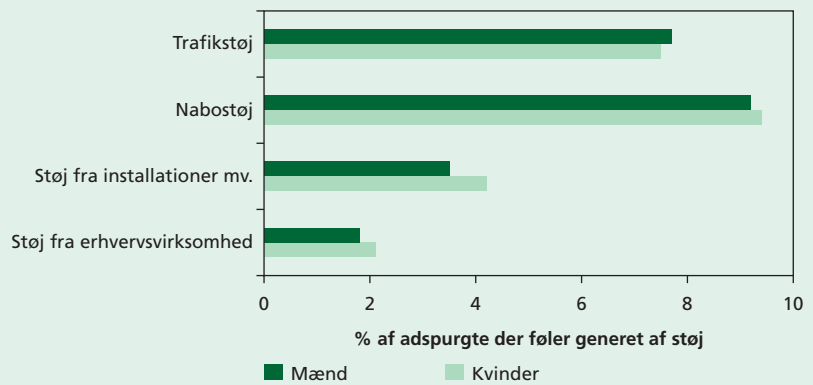
**Figur 5.4**

Koncentrationen af bl.a. svovldioxid (SO<sub>2</sub>), sod og større partikler (TSP) er faldet markant i byluftens siden midten af 1960'erne. Årsagen er, at vi har fået bedre teknologi til at rense røgen fra forbrændingsanlæggene samtidig med, at vi anvender renere brændsler. De senere år er myndigheder og fagfolk blevet opmærksomme på, at sundhedseffekter i særlig grad er kyttet til de små partikler (PM<sub>10</sub>). Fra 2005 er der fastsat nye grænseværdier gældende for PM<sub>10</sub>. Der findes endnu kun få målinger af disse partikler i byluft. Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser, 2004.<sup>7</sup>



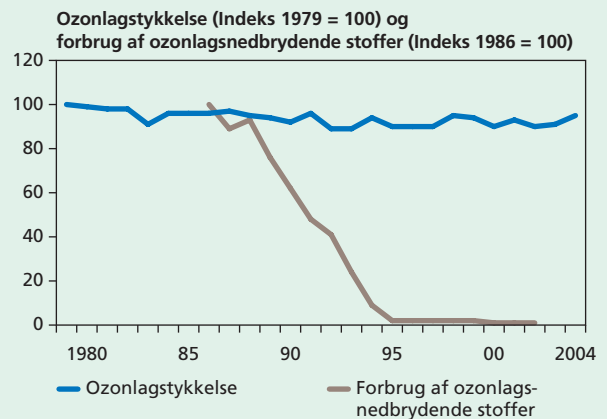
**Figur 5.5**

Andel af befolkningen i aldersgruppen 25-44 år, der føler sig generet af forskellige typer af støj, når de opholder sig i deres bolig. Fx bliver flere generet af støj fra naboerne end af støj fra trafikken. Sundhedseffekterne er forskellige og afhængige af om lydstyrken af støjen er høj eller om den opleves generende. Kilde: Keiding, 2003.<sup>8</sup>



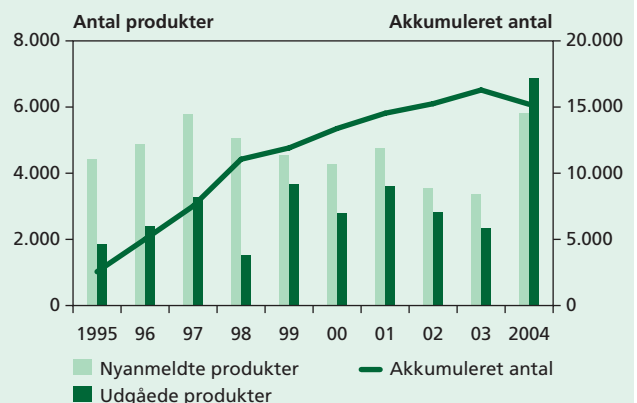
**Figur 5.6**

Udvikling i ozonlagets tykkelse over Danmark i perioden 1978-2004 samt i forbruget af ozonlagsnedbrydende stoffer. Det er endnu ikke muligt at se om faldet i ozonlagets tykkelse er standset som følge af et internationalt forbud mod udledning af stoffer, som nedbryder ozonlaget. Kilde: Danmarks Statistik, 2005,<sup>9</sup> Miljøstyrelsen, 2005.<sup>10</sup>



**Figur 5.7**

Udviklingen i det årlige antal nye kemiske stoffer som anvendes i produkter (nye anmeldelser), samt antallet af stoffer som ikke længere anvendes (udgåede anmeldelser). Totalt set anvendes langt flere nye stoffer end der udgår fra markedet. Tallene viser den samlede sum af kemikalier (akkumuleret antal), som er registreret i Arbejdstilsynets og Miljøstyrelsens fælles register – Produktregistret. Kilde: Miljøstyrelsen, 2005.<sup>11</sup>



de øgede politiske krav til rensningen af vores spildevand. I 1990 udstedte myndighederne knap 50 badeforbud, i 2004 var der under 20 forbud.

Situationen er noget anderledes for de sundhedsskadelige effekter af luftforurening. Årsagen er, at man ikke kan begrænse adgangen til brug af luften, hvis indholdet af forurenende stoffer overskrider de fastsatte grænseværdier. Myndighederne overvåger luftforureningen og på kort sigt er løsningen at udsende varsler, så folk med luftvejslidelser har mulighed for at tage deres forholdsregler. På længere sigt arbejder myndighederne på at reducere luftforureningen. Generelt set er luftforureningen faldet markant i løbet af de seneste årtier. For eksempel er udledningen af sod faldet til under en tredjedel af niveauet målt i midten af 1960'erne, og den største kilde til forurening med bly i byluften er helt forsvundet, efter at benzinselskaberne i 1994 fik forbud mod at tilsætte bly til benzin. Dertil kommer, at udledningen af en række luftforurenende stoffer som svovldioxid, nitrogenoxider og flygtige organiske kulbrinter er faldet betragteligt som et led i Danmarks opfyldelse af en række internationale forpligtelser om at begrænse luftforureningen (se afsnit 2.3). Myndigheder og fagfolk betragter dog niveauet af den nuværende luftforurening som en af de alvorligste påvirkninger af befolkningens sundhed.

Generende og sygdomsfremkaldende støjniveauer er udbredt, og mange boliger er påvirket af støj, som overskrider de anbefalede grænseværdier. Overskridelser af udendørs støjgrænser medfører ikke en direkte reaktion fra myndighederne, fordi de udendørs støjgrænser alene er vejledende. Myndighederne afhjælper således ikke automatisk støjgener fra trafikken, selvom de anbefalede grænseværdier overskrides.

Trafikken er den største kilde til støjbelastning af boliger, men beboerne bliver også generet af støj fra naboer, fra nærliggende erhvervsvirksomhed og fra installationer som afløb, radiatorer, køleskabe mv. (se afsnit 5.3).

Vi udsættes for stråling fra en række naturlige kilder, som dog kan forstærkes af vores aktiviteter. Således opkoncentreres radon i indeklimaet, hvis husenes fundamenter ikke beskytter tilstrækkeligt mod strålingen. Myndighederne overvåger ikke mængden af radon i indeklimaet, men der er fastsat vejledende værdier for, hvornår man bør søge at begrænse indholdet. I ca. 5% af de danske enfamiliehuse er radon koncentrationen over den anbefalede grænse.

Myndighederne søger indirekte at begrænse UV-strålingen ved at regulere udledningen af ozonlagsnedbrydende stoffer. Desuden rådgiver sundhedsmyndighederne om, hvordan vi kan beskytte os mod bl.a. solens skadelige stråling.

Den løbende kontrol med fødevarer betyder, at myndighederne kan beskytte befolkningen mod at indtage sundhedsskadelige fødevarer, eller de

kan give kostråd til særligt følsomme befolkningsgrupper. Fx gives der anbefalinger til gravide om at spise færre fede fisk som sild og laks under graviditeten, fordi disse fisk har et højt indhold af bl.a. dioxiner.

Selvom stadig flere produkter indeholder uønskede kemiske stoffer, ved vi ikke tilstrækkeligt meget om, hvordan stofferne påvirker os, når vi eksponeres for dem enten gennem direkte kontakt med produkter eller når stofferne afdamper. En række produkter er dog kendt for, at de kan være årsag til at mennesker udvikler allergi.

### Et komplekst samspil

Det er ofte vanskeligt entydigt at påvise en sammenhæng mellem bestemte miljøfaktorer og udvikling af sundhedseffekter. Årsagen er bl.a. at udvikling af sundhedseffekter er betinget af et komplekst samspil af virkninger af mange forskellige miljø-

Figur 5.8

Menneskets sundhed er i fokus, når der stilles krav til kvaliteten af miljøet. Indflydelse af miljøfaktorer på sundhedseffekter er et komplekst samspil mellem mange faktorer. Kilde: Modificeret efter Knudsen, 2002.<sup>21</sup>



faktorer. Derudover afhænger udvikling af en given sundhedseffekt også af en række andre forhold herunder livsstilsfaktorer, genetisk betingede forskelle, alder, køn, etc. Nogle befolkningsgrupper fx gravide, børn, gamle og allerede syge mennesker kan være særligt følsomme overfor påvirkninger. I de senere år er der kommet øget fokus på specielt børns særlige følsomhed overfor miljøpåvirkninger.

Miljøfaktorer er mistænkt for at være medvirkende årsag eller være hovedårsagen til en række sundhedseffekter. Fx stiger risikoen for at vi udvikler hudkræft, når vi eksponeres for UV-stråling og tilsvarende stiger risikoen for at vi udvikler lungekræft, når vi eksponeres for radon. Forskerne har vist, at der er en sammenhæng mellem luftforurening og udvikling af luftvejssygdomme, hjertekarsygdomme og lungekræft samt mellem eksponering for støj og forekomst af hjertekarsygdomme. Forskerne har endvidere mistanke om, at der er sammenhæng mellem sygdomme og vores eksponering for en række andre miljøfaktorer. Fx at kemiske stoffer med hormonforstyrrende effekter kan være årsag til, at mennesker udvikler en række hormonrelaterede sygdomme som brystkræft og testikel-

kræft. Vi ved dog stadig alt for lidt om hvordan miljøfaktorerne påvirker os og hvordan vi eksponeres for stofferne. Status er derfor, at vi i dag ved meget lidt med sikkerhed, men at vi har en hel del mere eller mindre veldokumenterede formodninger om sammenhænge.

### Kemiske stoffer kan måles i mennesker

Myndighederne har brug for at kende sammenhængen mellem koncentrationer af kemiske stoffer i miljøet og befolkningens eksponering for stofferne, hvis de skal lave en realistisk vurdering af en mulig sammenhæng mellem eksponering og udvikling af sundhedseffekter hos befolkningen. Det er dog vanskeligt at skaffe realistiske eksponeringsdata bl.a. fordi målinger af den individuelle eksponering er besværlig og omkostningstung. Derfor anvender myndighederne oftest målinger af koncentrationer af stofferne i miljøet, som en indikator for befolkningens eksponering.

Biomonitoring (måling direkte på mennesker) er en mere direkte måde at belyse sammenhængen mellem miljøfaktorer og sundhedseffekter. Eksponering for kemiske stoffer bliver for det meste målt i prøver af blod,

urin, fedtvæv eller modermælk. I modsætning til de omfattende monitoringsprogrammer, der er etableret til overvågning af miljøkvaliteten, foretages der endnu ikke lignende systematiske overvågninger af eksponeringsniveauer i mennesker i Danmark. De sidste par år har myndighederne dog inddraget undersøgelser af dioxiner i modermælk i forbindelse med overvågningsprogrammet for fødevarer.

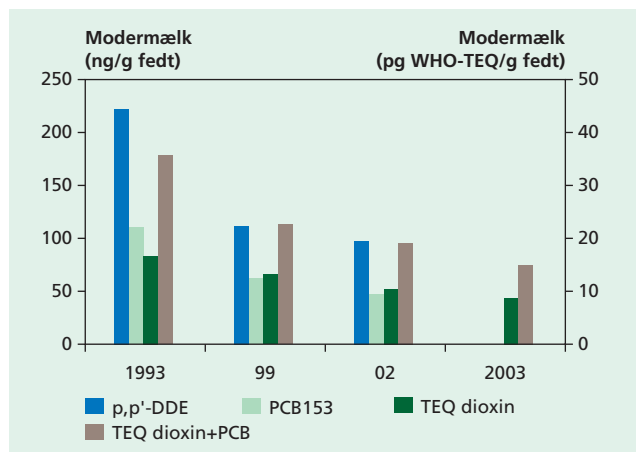
De relativt få analyser, forskerne har rapporteret, viser, at mange af de kemiske stoffer, der findes i miljøet også findes i menneskekroppen. På samme måde som mange kemiske stoffer ophobes i dyrs fedtvæv, ophobes de også i menneskers fedtvæv. Herfra udskilles de med modermælken. Modermælk er derfor en vigtig indikator på den samlede livstidseksponering indtil første ammeperiode.

Svært nedbrydelige kemiske stoffer findes i vores kroppe selv mange år efter, at brugen af dem er ophørt. Fx forbød Danmark i 1984 anvendelsen af DDT, og brugen af PCB blev forbudt i 1995. DDT er et af de tidligst udviklede pesticider og PCB'er er en gruppe af industrikemikalier, der er blevet anvendt som brandhæmmende stoffer i fx elektriske installationer. Begge stofgrupper kan give skader på

Figur 5.9

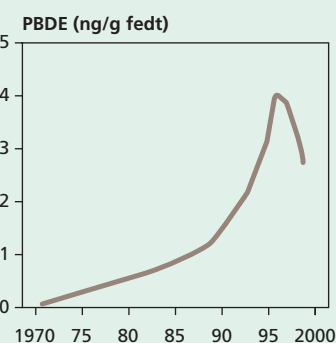
Indholdet af udvalgte miljøgifte (p,p'-DDE (nedbrydningsprodukt af DDT), PCB-153, dioxiner og dioxiner+dioxinlignende PCB'er) i modermælk fra danske kvinder fra 1992 til 2002. Koncentrationsniveauet er faldende som følge af, at DDT og PCB blev forbudt i henholdsvis 1984 og i 1995.

Kilde: Sundhedsstyrelsen og Fødevarerdirektoratet, 1999,<sup>15</sup> Fødevarestyrelsen, 2005.<sup>16</sup>



Figur 5.10

Udvikling i indhold af den brommerede flammehæmmer PBDE (ng PBDE /g mælkefedt) i svensk modermælk, fra 1972 til 2000. Kilde: Socialstyrelsen, 2005.<sup>17</sup>





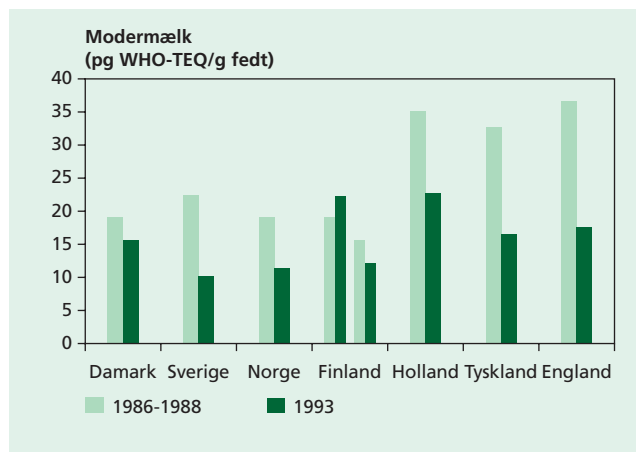
nerve-, immun- og hormonsystemet samt virke kræftfremkaldende. Disse stoffer findes stadig i modermælk, dog er koncentrationsniveauet aftagende.

Bromerede flammehæmmere er i vid udstrækning blevet anvendt som erstatning for PCB'er. Indholdet af bromerede flammehæmmere måles ikke i dansk modermælk. En svensk undersøgelse har imidlertid dokumenteret, at disse stoffer ligeledes opkoncentreres i modermælk. Det er således påvist, at indholdet af en af de mest anvendte bromerede flammehæmmere, PBDE, steg i perioden 1972-1997. Herefter blev stoffet udfaset i Sverige, hvilket afspejles i faldende koncentrationer i modermælksprøver siden 1997.

På baggrund af en generel stigning af disse stoffer i miljøet og i modermælk, indførte EU fra 2004 forbud mod brug og markedsføring af to af de mest problematiske bromerede flammehæmmere, de såkaldte penta-BDE og octa-BDE. Nye EU-regler omfatter endvidere et generelt forbud mod at anvende to andre bromerede flammehæmmere, PBB og PBDE i elektriske og elektroniske produkter pr. 1. juli 2006.<sup>15</sup>

Figur 5.11

Udvikling i indholdet af dioxiner i modermælk i Danmark og andre europæiske lande fra midten af 1980'erne til år 2002. I de nordiske og østeuropæiske lande er niveauet lavere end i de mellem og sydeuropæiske lande. For Finland er der data fra to forskellige steder. TEQ står for toxic equivalency, som er en enhed, der anvendes til at sammenligne giftigheden af blandinger af dioxiner. Dioxiner er betegnelse for en gruppe forskellige stoffer.  
Kilde: Sundhedsstyrelsen og Fødevarerdirektoratet, 1999,<sup>15</sup> Fødevarerstyrelsen, 2005,<sup>16</sup> World Health Organisation, 2003.<sup>19</sup>



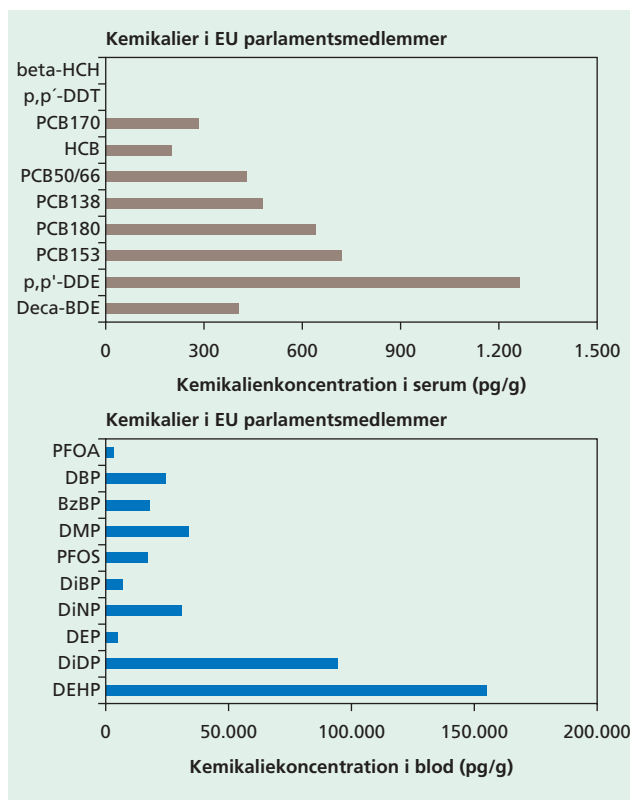
Dioxiner findes ikke alene i danske kvinders modermælk, men overalt på jorden. Der er dog store geografiske forskelle, og i Vesteuropa har koncentrationen af dioxiner i modermælk i lande som Holland, Tyskland og England været langt højere end i de nordiske lande. Denne forskel er blevet mindre som følge af begrænsninger og forbud mod anvendelse. Siden midten af 1980'erne er koncentrationen af dioxin i alle vesteuropæiske lande faldet. Dog er koncentrationen ikke faldet så meget i Danmark som i fx Sverige og Norge.

Dioxiner og dioxin-lignende stoffer er mistænkt for at kunne have negative effekter på bl.a. børns neurologiske, mentale og psykomotoriske udvikling samt effekter på forplantningssystemet.

Det generelle forureningsniveau i mennesker blev belyst ved at undersøge indholdet af en række organiske stoffer i prøver fra EU parlamentsmedlemmer i år 2003. Resultaterne viser, at samtlige parlamentsmedlemmer, der deltog i undersøgelsen, havde en række forskellige kemiske stoffer i kroppen. De stoffer, parlamentsmedlemmerne havde i de største koncentrationer, var bromerede flammehæmmere (Deca-BDE), phthalater, p,p'-DDE (nedbrydningsprodukt af DDT) og forskellige PCB'er.

Figur 5.12

Koncentrationen af kemiske stoffer i prøver af serum og blod fra EU parlamentsmedlemmer i 2003. De målte stoffer kan påvirke immunforsvaret, nervesystemet, hormonsystemet og have kræftfremkaldende virkninger.  
Kilde: World Wildlife Fund, 2003.<sup>20</sup>



## Boks 5.2 Sundhedseffekter og miljøpåvirkninger

Sammenhængen mellem forekomst af sundhedseffekter i befolkningen og miljøpåvirkninger er ofte vanskelig at etablere fordi der er så mange andre faktorer der påvirker samtidig. Nedenstående liste omfatter de sammenhænge der vides at eksistere eller er sandsynliggjort i varierende grad.

### Luftvejssygdomme inkl. astma og allergi

- Udendørs luftforurening
- Tobaksrøg i indeklimaet
- Svampesporer og husstøvmider
- Pollen samt dyrehår, pels og ekskrementer

### Hjertekarsygdomme

- Udendørs luftforurening
- Tobaksrøg i indeklimaet
- Støj

### Forplantningsproblemer

- Hormonforstyrrende stoffer, fx
  - Polychlorede biphenyler (PCB'er)
  - Dioxiner
  - DDT
  - Bromerede flammehæmmere
  - Tributyltin (TBT)
  - Nonylphenol
  - Visse phthalater
  - Resorcinol (biocid)
  - Veterinærmedicin og farmaceutiske stoffer

### Påvirkninger af nervesystemet

- En række kemiske stoffer, fx
  - Bly og kviksølv (methylkviksølv)
  - PCB'er
  - Nogle klororganiske pesticider, fx DDT

### Kræft

- UV-stråling, fx solskin
- Radon
- Tobaksrøg i indeklimaet
- Kemiske stoffer med kræftfremkaldende virkning, fx
  - Visse tungmetaller, fx cadmium, krom og arsen
  - Pesticider, fx phenoxy herbicider
  - Andre organiske forbindelser, fx visse bromerede flammehæmmere, dioxin, DDT osv.
- Hormonforstyrrende stoffer

### Immunforsvar

- UVB-stråling
- Nogle pesticider
- Hormonforstyrrende stoffer

### Infektionssygdomme

- Mikroorganismer fx i drikkevand, fødevarer og luft
- Forandringer i patogene organismers livscyclus relateret til klimændringer

### Hudsygdomme

- UV-stråling
- Kemiske stoffer, fx
  - Visse metaller, fx nikkel,
  - Pesticider, fx pentaklorofenol

### Symptomer på kemisk overfølsomhed

- Sporkoncentrationer af fx duftstoffer



### 5.3 Miljøfaktorerers indflydelse på sundheden

#### Sundhedseffekter af luftforurening

I de seneste 20-30 år er forekomsten af astma og allergiske luftvejssygdomme steget i Danmark. Astma er især steget blandt børn og unge. Sundhedsmyndighederne vurderer, at 5-7% af alle danske skolebørn lider af astma. Siden slutningen af 1990'erne er forekomsten af astma, dog ikke steget nævneværdigt. Der er i dag så mange mennesker, der lider af astma og allergiske luftvejssygdomme, at de karakteriseres som folkesygdomme.

Antallet af personer med astma er ikke alene steget i Danmark men også i resten af verden,<sup>18</sup> dog med store geografiske forskelle. Befolkningen i lande med vestlig livsstil har den største forekomst af sygdommene. Forskerne vurderer derfor, at stigningen i overvejende grad er miljø- og livsstilsbetinget, selvom genetiske faktorer har stor betydning for, hvem der udvikler luftvejssygdomme. Det er dog stadig uklart, hvor stor en rolle miljøfaktorer spiller og hvilke specifikke påvirkninger der er årsag til at flere mennesker i dag lider af astma. Forskerne mistænker især miljøfaktorer i udeluften og inde-

klimaet, for at påvirke udviklingen eller bidrage til at forværre symptomerne. Fx udslip af partikler til udeluften og afdampning af kemiske stoffer fra produkter til indeklimaet.

I dag arbejder forskerne med flere forskellige teorier, der kan forklare udviklingen i astma og allergiske luftvejssygdomme. En af dem drejer sig om at befolkningen i stigende grad udsættes for faktorer, som man ved kan fremkalde allergi, fx pollen og husstøvmider. En anden teori er, at vi oftere bliver udsat for kemiske stoffer med sygdomsfremkaldende eller sygdomsforstærkende virkning. En tredje teori er, at spædbørn ikke på samme måde i dag udsættes for bakterier/virus, som de gjorde tidligere, hvor hygiejnen var dårligere og der var mindre plads i hjemmene. De nyder derfor ikke godt af den beskyttende effekt infektioner kan have på udviklingen af allergiske sygdomme. Disse tre teorier udelukker ikke gensidigt hinanden. Det er muligt at alle tre kan bidrage til at forklare den stigende forekomst af astma og allergiske luftvejssygdomme blandt befolkningen i de vestlige lande.

#### Udendørs eksponering

Myndighederne og forskerne er generelt enige om, at luftforurening på det nuværende niveau i Danmark fører til sundhedseffekter i et ganske betydeligt omfang. Udendørs luftforurening forværrer ofte symptomer hos personer med astma og allergiske luftvejssygdomme og resulterer både i flere hospitalsindlæggelser og i flere dødsfald. Der er specielt sammenhæng mellem forværring af luftvejssygdomme hos befolkningen og eksponering for partikler i de nuværende koncentrationer og ozon i de perioder, hvor koncentrationsniveauet er forhøjet.

I de senere år har forskere og myndigheder fokuseret på partiklers bidrag til udvikling af luftvejssygdomme, specielt de fine og ultrafine partikler, dvs. partikler med en diameter på helt ned til under 2,5 og 0,1 µm i diameter (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>0,1</sub>). Myndighederne har fastsat grænseværdier for fraktionen af partikler under 10 µm i diameter (PM<sub>10</sub>). De seneste års målinger af partikler (PM<sub>10</sub>) i udeluften har vist at det kun lige netop er muligt at

overholde den fastsatte grænseværdi for årsgennemsnittet. Grænseværdien for den maximale koncentration pr. døgn blev derimod overskredet flere gange i 2003, hvor den højeste overskridelse var større end 50%.<sup>19</sup> Det samme er tilfældet for koncentrationen af ozon, hvor "informations-tærskelværdien" for smogvarsling til befolkningen, blev overskredet med op til 23%.<sup>19</sup>

Trafikken, specielt udstødning fra dieselmotorer<sup>20</sup> og røg fra brændeovne,<sup>21</sup> er den største kilde til fine og ultrafine partikler i byerne. Ozon udledes ikke direkte til luften, men dannes, når kvælstofoxider (NO<sub>2</sub>) og flygtige organiske forbindelser (VOC'er) udsættes for sollys i den nedre del af atmosfæren. Det meste ozon i Danmark er transporteret til landet med luftstrømme fra Centraleuropa.

Især udenlandske undersøgelser har i de seneste 10-15 år påvist en række sundhedsskadelige effekter af udendørs luftforurening. Der er dermed skabt et udgangspunkt for at vurdere og kvantificere effekterne også i Danmark. Forskerne mener at en gennemsnitlig stigning på 10 µg/m<sup>3</sup> ozon i 8 timer vil forøge symptomer på vejrtrækningsproblemer hos raske børn, voksne og astmatikere med 2,5%. Samtidig vurderer de, at en sådan stigning i indholdet af ozon i luften vil betyde at antallet af hospitalsindlæggelser på grund af vejrtrækningsproblemer vil stige med 2%.<sup>22</sup> Undersøgelser af partikelforurening viser samstemmende, at der er en sammenhæng mellem partikelforurening og sygelighed og dødelighed i befolkningen. Den øgede risiko gælder især for personer med luftvejslidelser og hjertekarsygdomme (se afsnit 5.4).

Luftforureningen er også medvirkende årsag til, at flere personer får lungekræft i byområderne. Byluften indeholder en række kræftfremkaldende stoffer, fx PAH'er, men hvilke stoffer, der bidrager, er endnu ikke klarlagt.

For nogle forurenende stoffer i luften er det ikke den direkte eksponering gennem luften der udgør det væsentligste problem. Udslip af dioxiner og dioxinlignende PCB'er bliver især tilgængelig via fødevarer, fordi stofferne bliver koncentreret op gennem fødekæden. Dioxiner er en gruppe ekstremt giftige stoffer, og de danske myndigheder tager forurening med dioxiner meget alvorligt ud fra sundhedsmæssige betragtninger. Fødevarerstyrelsen har beregnet at en gennemsnitsdansker hver dag indtager 5 pg TEQ pr. kg kropsvægt. Det svarer til det niveau på 2-6 pg TEQ pr. kg kropsvægt, som WHO anser for at kunne forårsage lette grader af effekter.<sup>23</sup>

#### Indendørs eksponering

Den indendørs eksponering kan være meget forskellig fra den udendørs. Indendørsluften er meget lig udendørsluften, hvis der ikke er specifikke indendørs kilder. Dog vil reaktive gasser som ozon og svovldioxid reagere med stoffer i overflader i hjemmet. Det betyder, at indendørsniveauerne for disse stoffer typisk er meget lavere end udendørsniveauerne. Imidlertid kan de indendørs koncentrationer af en række luftforureninger være meget højere end udendørs. For eksempel kan bly og PAH-holdige partikler fra bilers udstødning transporteres ind i bygninger, hvor de binder sig til husstøvet. På den måde kan de være med til at øge eksponeringen. Der er et utal af specifikke indendørs kilder, der også bidrager til luftkvaliteten, fx cigaretrøg, tændte stearinlys og afdampning fra de mange produkter, der er installeret i de danske hjem.

Gennem de seneste mange år har vi gjort forskelligt ved vores huse for at spare på energien. Herved er der bl.a. skabt et gunstigt indeklima for husstøvmider og koncentrationen af støv og kemiske stoffer er steget. En undersøgelse fra 1992 viser, at udskiftningen af luften i 85% af alle nyere enfamiliehuse er dårligere end ventilationskravet på ½ gang i timen.<sup>7</sup>

Det er velkendt, at der er en sammenhæng mellem den udendørs eksponering for pollen og udvikling af astma og allergisk betingede luftvejsygdomme. I indeklimaet kan husstøvmider, dyrehår, skimmelsvampe mv. være årsag til at mennesker udvikler luftvejsygdomme. Forskerne ved ikke præcist, i hvor stort omfang de enkelte kilder er ansvarlige for den observerede udvikling i sygdommen, men 15-20% af alle unge i Danmark har sæsonbestemt høfeber pga. pollenallergi. Det er også uklart hvor meget kemiske stoffer i indeklimaet bidrager til udviklingen. I de senere år er forskerne blevet opmærksomme på, at der muligvis kan være en sammenhæng mellem eksponering for phthalater i indeklimaet og luftvejsygdomme (se afsnit 5.4).

Passiv rygning regnes for at være en betydende miljøfaktor for eksponering i indeklimaet. Forskere har dokumenteret, at passiv rygning er årsag til alvorlige og dødelige sygdomme hos voksne, fx hjertesygdomme og lungekræft, og at luftvejsygdomme som astma og nedsat lungefunktion bliver forværret, når mennesker udsættes for tobaksrøg. Børn er særligt sårbare overfor passiv rygning og passiv rygning er en medvirkende årsag til vuggedød, udvikling af mellemørebetændelse og astmatisk bronchitis. Lægerne regner med, at ca. en tredjedel af de børn, som får astmatisk bronchitis, senere udvikler astma. Endvidere er det påvist, at gravide, der udsættes for passiv rygning, føder mindre børn. Forskerne ved endnu ikke hvor stor en del af sundhedseffekterne, der skyldes partikler i røgen eller den kemiske sammensætning af røgen. Tobaksrøg består af en kompleks blanding af kemikalier som nitrogenoxider, hydrogencyanider, PAH'er og formaldehyd – alle kemiske stoffer der har både mutagene og kræftfremkaldende effekter, samt kan fremkalde allergiske reaktioner. Antallet af børn der udsættes for tobaksrøg i hjemmet er faldet fra 57% i 1994 til 48% i 2000, og tallet falder sandsynligvis fortsat.<sup>7</sup>

Den svenske miljøstyrelse har forsøgt at kvantificere de forskellige faktorerers bidrag til forekomst og udvikling af astma og allergiske luftvejs sygdomme. Selvom tallene kun kan tolkes som bud på størrelsesordener illustrerer de meget godt de enkelte miljøfaktorerers indflydelse i forhold til andre faktorer.

Radon i indeklimaet er også blevet et stigende problem i forbindelse med at vores huse er blevet bedre isolerede. I 4,6% af de danske enfamiliehuse overstiger koncentrationen af radon, den af bygningsmyndighederne anbefalede grænse for hvornår der bør igangsættes simple foranstaltninger til at mindske indholdet (se afsnit 5.4).

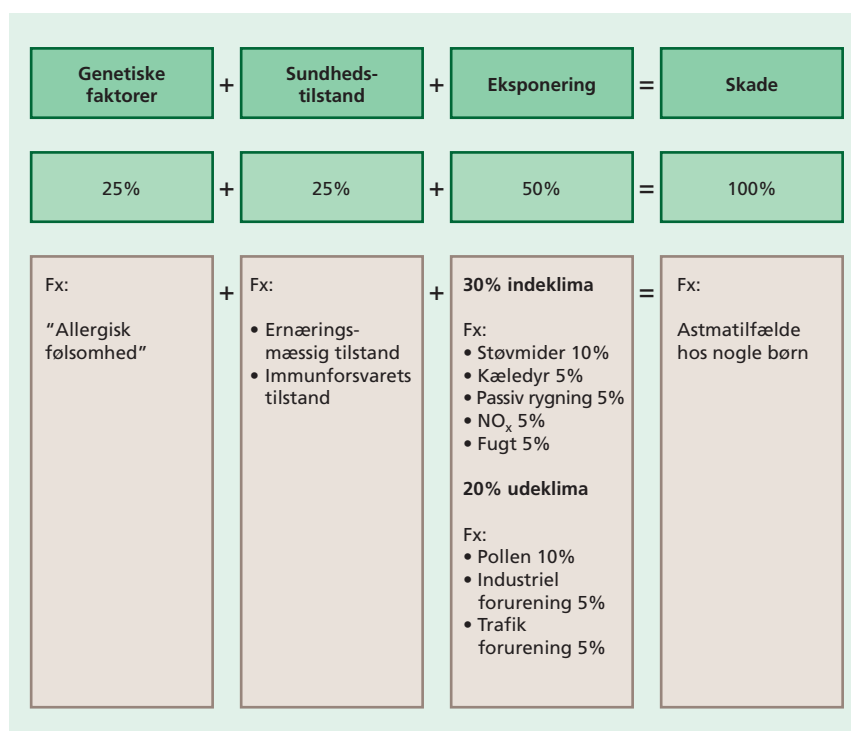
### Boks 5.3 Tiltag – astma og luftvejs sygdomme

Oversigt over nogle tiltag til at mindske forekomst af astma og luftvejs sygdomme.
Regeringens handlingsplan for en forstærket forebyggelse af astma og allergi fra 1993.
I perioden 2001-2005 er der oprettet et videncenter for allergi som led i en styrket indsats overfor kemiske stoffer i forbrugsprodukter.
Der er lovkrav om at kemiske stoffer med allergifremkaldende og irriterende egenskaber skal være forsynet med advarsel (faresymbol) på etiketten.
En EU lov foreskriver, at indholdet af allergifremkaldende parfumestoffer skal fremgå af mærkning på emballage fra 2004.
DMI udsender i samarbejde med Astma-Allergi Forbundet, dagens pollental.
Lovgivning om etablering af røgfrie miljøer i folkeskoler, ungdomsskoler, etc.
Bygningslovgivning – sundt indeklima.

Figur 5.13

Et svensk bud på en kvantificering af forskellige påvirkningsfaktorerers indflydelse på udvikling af astma og allergiske luftvejs sygdomme.

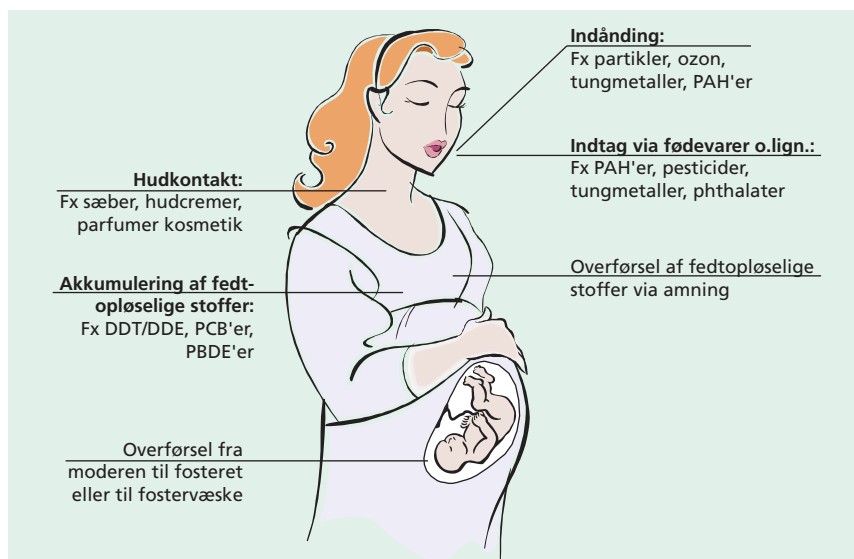
Kilde: European Environment Agency, 2001.<sup>28</sup>



Figur 5.14

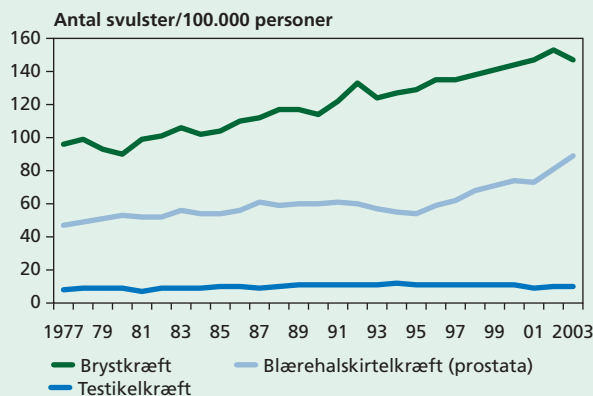
Eksponeringsveje for hormonforstyrrende stoffer og andre kemikalier. Det ufødte barn er særligt følsomt for eksponering.

Kilde: Omarbejdet efter Sharp & Irvine, 2004.<sup>34</sup>



Figur 5.15

Udvikling i hormonrelaterede kræftformer som testikel- og prostakræft samt brystkræft hos kvinder fra midten af 1970'erne til 2003. I 2003 fik 274 danske mænd konstateret kræft i testiklerne, 2.378 konstateret prostatakkræft og 3.997 kvinder brystkræft. Kilde: Sundhedsstyrelsen, 2005.<sup>29</sup>



### Boks 5.4 Tiltag – hormonforstyrrende stoffer

Oversigt over nogle tiltag til at mindske påvirkningerne fra hormonforstyrrende stoffer.

Der er udarbejdet en dansk strategi i for hormonforstyrrende stoffer, som satser på vidensopbygning, handlingsorienterede undersøgelser og regulering.

Regulering af en række stoffer, som mistænkes for at have hormonforstyrrende effekter, fx nonylphenoethoxylater, der er forbudt at anvende i bl.a. rengøringsmidler og kosmetik, og phthalater, som er forbudt at anvende i legetøj og artikler til småbørn.

EU's strategi for hormonforstyrrende stoffer fra 1999. Fokuserer på forskning, internationalt samarbejde, oplysning af befolkningen og en politisk indsats.

EU har udarbejdet en prioriteret liste over 553 stoffer, der skal undersøges for deres hormonforstyrrende virkning. På listen er identificeret 66 stoffer, som ifølge videnskabelige undersøgelser har hormonforstyrrende effekter.

### Hormonforstyrrende effekter

Indenfor de seneste 30-40 år er antallet af hormonrelaterede sundhedseffekter som brystkræft og prostatakkræft steget markant. Antallet af tilfælde af testikelkræft er endvidere højere i Danmark i sammenligning med andre lande. Sundhedsmyndighederne har også registreret flere drengbørn, som er født med misdannede kønsorganer, og danske mænd har den dårligste sædkvalitet, der er målt i verden. Flere af disse sygdomme har muligvis en fælles årsag og udtrykker måske, at der er tale om forskellige symptomer forårsaget af forstyrrelser af hormonsystemet.

I første omgang har forskere og myndigheder rettet opmærksomheden mod kemiske stoffer med hormonforstyrrende egenskaber. Den eksisterende viden er dog ikke tilstrækkelig til at forklare stigningen i sundhedseffekter. Til gengæld er det påvist, at der er en sammenhæng mellem eksponering for hormonforstyrrende stoffer og en række hormonrelaterede effekter hos dyr. Fx er en udbredt forekomst af kønsforstyrrelser hos fisk i de engelske floder sat i direkte forbindelse med eksponering for østrogene stoffer i spildevandsudledninger fra husholdninger (P-pille forbrug og restindhold i mejeriprodukter), industrikemikalier i processvand fra både papirfremstilling (klorerede dioxiner, plantesteroler og dibenzofuraner) og uldproduktion (alkylphenolpolyethoxylater).<sup>26</sup> En dansk undersøgelse<sup>27</sup> dokumenterer ligeledes kønsforstyrrelser hos fisk i to danske vandløb, og forbinder dermed hormonforstyrrende effekter med baggrundskoncentrationer i miljøet. Endvidere er der indikatorer på, at der er en sammenhæng mellem en stigende forekomst af kønsforstyrrelser hos isbjørne og et højt indhold af nogle svært nedbrydelige kemiske stoffer (POP'er) i dyrene. Laboratorieundersøgelser har ligeledes vist, at stoffer med hormonforstyrrende effekter (phthalater) påvirker kønsdifferentieringen og forplantningsevnen hos fisk.<sup>28</sup>

Der er således både fundet effekter på dyr i naturen og i laboratorieundersøgelser, der er relateret til eksponering for hormonforstyrrende stoffer. Der er derfor begrundet mistanke om, at der er en lignende sammenhæng hos mennesker. Vi ved dog stadig alt for lidt om, hvordan de hormonforstyrrende stoffer kan forstyrre hormonbalancen, hvilke stoffer det drejer sig om og i hvilket omfang mennesker eksponeres. Fx har hverken danske eller franske befolkningsundersøgelser givet forskerne noget entydigt svar på om eksponering for pesticider, der mistænkes for at have hormonforstyrrende effekter, påvirker frugtbarheden.<sup>29</sup>

Effekter af hormonforstyrrende stoffer har påkaldt sig så stor opmærksomhed, fordi skader på hormonsystemet kan medføre meget omfattende sundhedsproblemer. Hormonsystemet har en central rolle i koordinering og kontrol af de fleste funktioner i kroppen. Hormoner er bl.a. med til at styre udvikling, vækst, kønsdifferentiering, reproduktion, og adfærd hos mennesker og dyr. Nogle perioder i fostres og børns udvikling er også særligt følsomme, fx tidligt i fosterets udvikling, hvor kønsdifferentieringen foregår. Det kan få afgørende betydning for den normale udvikling, hvis fostret bliver påvirket af hormonforstyrrende stoffer i en af de følsomme perioder. Og det oven i købet selvom stofferne findes i koncentrationer, som på andre tidspunkter i livet ikke vil give effekt. Forskerne har påvist, at forstadiet til testikelkræft opstår allerede i fosterlivet eller den allertidligste barndom på grund af en fejl i en bestemt type celler i testiklerne. Alvorligheden af tidlige skader understreges også af, at de som regel er blivende skader.

Det er en relativ ny erkendelse, at den metode myndighederne normalt bruger til vurdering af risiko ved eksponering for kemiske stoffer, sandsynligvis ikke er tilstrækkelig til beskyttelse for effekter fra hormonforstyrrende stoffer. Normalt er risikovurderinger baseret på en beskrivelse

af sammenhængen mellem koncentrationen af et stof og den effekt det giver fx på mennesker. I forbindelse med påvirkninger fra hormonforstyrrende stoffer er det sandsynligvis ikke koncentrationen men tidspunktet for påvirkningen, der har betydning for effekten.

I de senere år har forskere og myndigheder fokuseret på at kortlægge de miljøfaktorer, der kan forklare de omfattende stigninger i hormonrelaterede effekter hos både mennesker og dyr. Det drejer sig bl.a. om phthalater, der er vidt udbredt i produkter og naturen, organiske stoffer, som er svært nedbrydelige og dermed opkoncentreres i naturen og menneskekroppen, fx dioxiner, PCB'er, visse klororganiske pesticider som DDT, samt visse former for medicin til mennesker og dyr. Hertil kommer de naturligt forekommende stoffer i planter samt naturlige kønshormoner fra dyr og mennesker, som udskilles med urinen til miljøet og derfor kan forekomme i relativt høje koncentrationer i tæt befolkede områder eller områder med intensivt landbrug.

Udover hormonrelaterede sundhedseffekter kan hormonforstyrrende stoffer føre til skader på både immunsystemet og nervesystemet.

### Effekter på nervesystemet

Et stigende antal kemiske stoffer er mistænkt for at kunne forårsage skader på nervesystemet. Skader som forstyrrer den naturlige udvikling og bl.a. resulterer i at børn bliver mentalt retarderede, lider af autisme, ADPH (attention deficit hyperactivity disorder), indlæringsvanskeligheder eller forsinket motorisk og sproglig udvikling. Sundhedsmyndighederne har ikke nogen opgørelser over antallet af skader på nervesystemet i Danmark, men udenlandske undersøgelser viser at det for nogle befolkningsgrupper kan dreje sig om op til 10%.<sup>32</sup>

Myndigheder og forskere har hovedsageligt deres viden om sammenhængen mellem eksponering for kemiske stoffer og udvikling af hjerneskader fra arbejdsmiljøet. I 1985 blev der anmeldt 185 hjerneskader som følge af eksponering for organiske opløsningsmidler, og i perioden 1993-1998 blev der anmeldt 245 skader som følge af eksponering for forskellige metaller.<sup>32</sup>

Sundhedsvæsenet mangler imidlertid gode metoder til at identificere hjerneskader. Opgørelserne afspejler derfor sandsynligvis kun en del af skaderne. Påvirkninger af nervesystemet viser sig endvidere ofte først

### Boks 5.5 Tiltag – nervesystemskadende stoffer

Oversigt over nogle tiltag til at mindske påvirkninger fra nervesystemskadende stoffer.

I 1994 indførte Danmark forbud mod at anvende bly i benzin. Det har medført at belastningen med bly af bybefolkningen er faldet.

Forbud mod DDT, PCB og nogle bromerede flammehæmmere har resulteret i, at koncentration i modermælk og dermed eksponering af nyfødte er faldet.

Fødevarerdirektoratet har i 2002 formuleret et kostråd til gravide og ammende kvinder om at begrænse mængden af indtag af fede fisk, fx makrel og laks.

Danmark har arbejdet aktivt for, at der i højere grad tages hensyn til nervesystemskadende effekter i forbindelse med EU's klassificering af kemiske stoffer.

Forskere og myndigheder har gjort et stort arbejde for at forbedre testmetoder til at påvise disse effekter.

langt tid efter, at en person er blevet eksponeret for de skadelige stoffer, hvilket gør det mere vanskeligt at opgøre omfanget af effekter. Dertil kommer at andre påvirkninger end miljøfaktorer ligeledes kan forårsage skader på nervesystemet.

Bly, kviksølv og PCB'er forekommer i koncentrationer i miljøet der kan medføre hjerneskader.<sup>33</sup> I 1970'erne toppede eksponeringen af befolkningen for bly i byluften som følge af, at bly blev tilsat benzinen. Forskere påviste bl.a., at der var en sammenhæng mellem en række udviklingsforstyrrelser hos børn og koncentrationen af bly i byluften. I 1994 vedtog politikerne et forbud mod tilsætning af bly til benzinen i Danmark, og eksponeringen er i dag lille.

Ligeledes viser flere undersøgelser, at der er sammenhæng mellem indholdet af DDT, pesticider og PCB'er i blod fra navlestrengen på nyfødte børn og udviklingsforstyrrelser som nedsat motorisk udvikling og indlæringsevne.<sup>34</sup>

I Danmark anvendes ca. 150 stoffer, der potentielt kan forårsage nerveskader, hvis mennesker bliver eksponeret

for tilstrækkeligt store koncentrationer. Det drejer sig om metaller, svært nedbrydelige organiske forbindelser (POP'er) som fx dioxiner, bromerede flammehæmmere og pesticider. Stoffer med hormonforstyrrende effekter er også mistænkt for at kunne medføre skader på nervesystemet.<sup>35</sup>

#### Kræftfremkaldende effekter

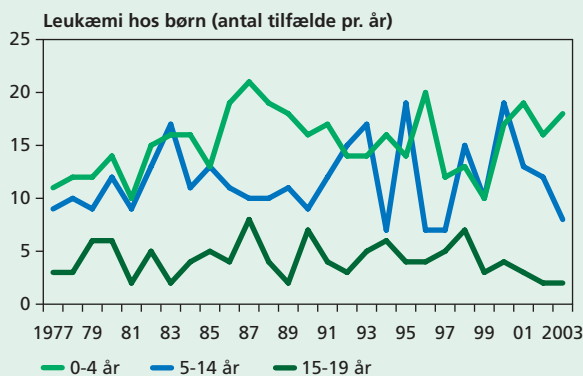
Kræft er en af de hyppigt forekommende sygdomme i Danmark. Opgørelser fra sundhedsvæsenet viser, at hver fjerde dansker dør af kræft. Kræft er den hyppigste dødsårsag for personer under 65 år. Antallet af kræfttilfælde stiger for en række kræftformer. Fx er forekomsten af lungekræft siden 1940'erne tredoblet hos mænd, mens den er ni-doblet hos kvinder. De hyppigste former for kræft hos voksne mænd og kvinder er hudkræft, lungekræft, bryst- og prostatakræft.<sup>36</sup>

Børn under 15 år får sjældent kræft, men sygdommen er alligevel den hyppigste årsag til, at børn dør i de industrialiserede lande. De hyppigste former for børnekræft er leukæmi og kræft i hjernen.<sup>36</sup>

Årsagen til, at mennesker udvikler kræft, er oftest et samspil mellem flere forskellige faktorer, både genetisk og livsstils relaterede og miljøbettingede. Forskerne kender ikke den entydige sammenhæng mellem årsag og virkning for hovedparten af de registrerede kræfttilfælde. I den nationale kræftplan fra år 2000<sup>37</sup> anslår Sundhedsstyrelsen, at knapt 10% af det samlede antal kræfttilfælde er forårsaget af miljøfaktorer, især sollys (UV-stråling), radon, passiv rygning og ultrafine partikler i luften. Forskere har påvist, at et stort antal kemiske stoffer har iboende kræftfremkaldende egenskaber. Myndighederne antager også, at eksponering for kemiske stoffer via miljøet, fødevarer og forbrugerprodukter medvirker til at antallet af kræfttilfælde er steget. Det er dog uklart, i hvor stor udstrækning mennesker eksponeres for kræftfremkaldende stoffer i koncentrationer, der kan give effekt. For kræftfremkaldende stoffer regner myndigheder og forskere dog ikke med, at der er et mindste niveau, hvorunder der ikke kan opstå skader. Ved fastsættelse af grænseværdier for kræftfremkaldende

Figur 5.16

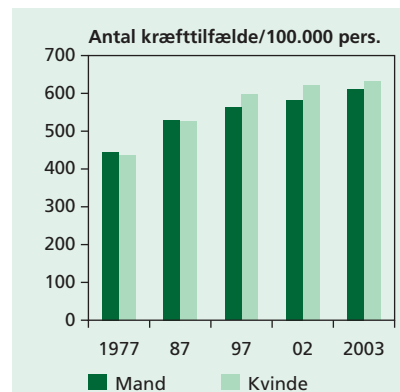
Blodkræft (leukæmi) er den mest almindelige kræftsygdom hos børn. Sygdommen rammer hvert år 40-50 børn i Danmark og er dermed ansvarlig for næsten en tredjedel af alle kræfttilfælde hos børn. Sundhedsmyndighederne kender ikke årsagen til hovedparten af kræfttilfælde hos børn. Kilde: Sundhedsstyrelsen, 2005.<sup>29</sup>



Figur 5.17

Det totale antal tilfælde af kræft for mænd og kvinder i perioden 1977 til 2003. Siden 1977 er det totale antal kræfttilfælde steget med 41%. Sundhedsmyndighederne kender ikke sammenhængen mellem årsag og virkning for hovedparten af de registrerede kræfttilfælde. Kilde: Sundhedsstyrelsen, 2005.<sup>29</sup>

Kilde: Sundhedsstyrelsen, 2005.<sup>29</sup>





## Boks 5.6 Tiltag – kræftfremkaldende stoffer

Oversigt over tiltag til at mindske påvirkninger af kræftfremkaldende stoffer.

Der er lovkrav om at mærke kemiske stoffer/produkter med kræftfremkaldende stoffer.

Der er lovkrav om, at kræftfremkaldende stoffer kun må indgå i små mængder i produkter til almindelige forbrugere.

I EU-regi er der identificeret 945 stoffer med kendt kræftfremkaldende virkning.

Kræftfremkaldende stoffer er omfattet af generationsmålet, der siger at stofferne ikke længere må anvendes i år 2020.

Stoffer med ozonlagsnedbrydende effekter er under udfasning i hele verden. Det betyder, at atmosfærens beskyttelse mod UV-stråling fra solen vil forbedres.

Bygningsreglementerne stiller anbefalede krav om hvor tæt bygningskonstruktioner mod undergrunden skal være. Dette for at forebygge radon i indeklimaet.

Der bliver flere og flere røgfri miljøer i Danmark. Fx er det forbudt at ryge på offentlige steder, hvor børn og unge færdes, såsom skoler, skolefritidsordninger etc. Det er heller ikke tilladt at ryge på offentlige arbejdspladser medmindre det foregår i dertil indrettede lokaler.

stoffer regner myndighederne således med, at der er en risiko for at udvikle kræft, såfremt der sker eksponering med kræftfremkaldende stoffer. Sædvanligvis er risikoen meget lille. Således anbefaler Verdens Sundhedsorganisationen, WHO, at der anvendes en risiko der svarer til at én person ud af en million vil udvikle kræft i løbet af en livstids eksponering ved en koncentration der svarer til grænseværdien.

Sammenhængen mellem UV-stråling og hudkræft er veldokumenteret. I Danmark får ca. 6.000 mennesker hvert år konstateret hudkræft. 80-90% af dem anses for at være relateret til UV-stråling. Specielt børn og personer med lys hud er følsomme overfor UV-stråling, fordi pigmentlaget ikke beskytter kroppen fuldt ud. Alt for meget UV-stråling kan give uønskede effekter, men vi har brug for lidt UV-lys for at kunne danne D-vitamin, der er helt nødvendig for kroppens calciumbalance og dermed udvikling af knoglestrukturen. Gennem mange år har virksomheder anvendt kemiske stoffer, der kan nedbryde ozonlaget og dermed føre til øget ultraviolet stråling, når de udledes til miljøet. Det

gælder fx anvendelse af CFC'er som kølevæske i køleskabe. I perioden 1988-1999 har virksomhederne stort set stoppet brugen af ozonlagsnedbrydende stoffer.

Sammenhængen mellem eksponering for radon og udvikling af lungekræft er ligeledes veldokumenteret. Radon, der er en luftart, dannes når naturligt forekommende radium fra undergrunden omdannes. Radon kan sive ind gennem utætte fundamenter i boligen og bliver herved koncentreret i indeluften. Kræftens bekæmpelse vurderer, at ca. 40 ekstra tilfælde af lungekræft om året skyldes eksponering for radon. De har endvidere påvist, at kombinationen af passiv rygning og radon er uheldig, fordi en samtidig eksponering giver større effekt end summen af de to påvirkninger hver for sig. Kræftens bekæmpelse anslår at kombinationseffekten giver anledning til ca. 160 ekstra tilfælde af lungekræft om året.

Undersøgelser har vist, at der er sammenhæng mellem forskellige typer af børnekræft og moderens og/eller faderens eksponering for nogle kemiske stoffer.<sup>39</sup> Det gælder fx visse pesticider og PAH'er. Disse under-

søgelser indikerer, at kræft hos børn kan være grundlagt før fødslen, og de danske myndigheder anser eksponering af fostre og spædbørn for at være højrisikotidspunkter. På grund af børns øgede vækstprocesser og celledifferentiering er det særligt vigtigt at beskytte dem overfor eksponering for kræftfremkaldende stoffer.

### Sundhedseffekter af støj

Støj kan give gener og alvorlige helbredseffekter. Mulige gener er kommunikationsbesvær, hovedpine, søvnbesvær og nedsat indlæringssevne hos børn. Helbredseffekter kan være stress, forhøjet blodtryk og øget risiko for visse hjertekarsygdomme. Støjbelastning fra det eksterne miljø dvs. udendørs er normalt ikke så kraftig, at det kan medføre høreskader.

Støj fra trafikken er den væsentligste kilde til støj i det eksterne miljø. Det er hovedsagligt i byområder, at støjbelastningen er stor og i Danmark bor ca. 3 mio. af den danske befolkning i byområder. Ca. 705.000 boliger er belastet af så kraftig støj fra vejtrafikken, at det overskrider den vejledende grænseværdi. Heraf er ca. 150.000 boliger stærkt belastet. Ca. 25.000 boliger er belastet af støj fra lufthavne over den vejledende grænseværdi, og ca. 35.000 boliger er belastet af støj fra jernbaner over den vejledende grænseværdi.<sup>40</sup>

Myndighederne har forsøgt at opgøre omfanget af helbredseffekter som følge af støj i forbindelse med, at der er udarbejdet en strategi til at begrænse vejtrafikstøj.<sup>40</sup> Det er generelt vanskeligt at påvise en entydig sammenhæng mellem støjbelastning og forekomst af helbredseffekter, da støj, som andre miljøfaktorer, kun udgør en del af belastningen. Myndighederne anslår, at 800-2.200 mennesker i Danmark årligt indlægges på sygehusene med forhøjet blodtryk eller hjertekarsygdom på grund af den ekstra belastning, vejtrafikstøj medfører. Endvidere at mellem 200 og 500 mennesker dør hvert år, tidligere end ellers, som følge af disse sygdomme.

## Boks 5.7 Tiltag – helbredsskader af støj

Oversigt over nogle tiltag til at mindske støjbelastningen.

I 2003 vedtog Regeringen en strategi for at begrænse vejtrafikstøj. Ti statslige initiativer giver sammen med et EU støjdirektiv rammerne for den fremtidige indsats for at begrænse vejtrafikstøj.

Implementering af EU's støjdirektiv om ekstern støj betyder, at der skal udarbejdes støjkort og handlingsplaner inden år 2007/2008. Støjkortlægningen er i stort omfang gennemført i Danmark.

Der er fastsat nationale, vejledende grænseværdier for støjniveauet fra udendørs støjkluder. Grænserne er 55 dB for vejtrafik, 60 dB for togtrafik, 55 dB for større lufthavne og 45 dB for mindre flyvepladser.

WHO anbefaler en grænseværdi for støj på 55 dB ved boligens facade, 30-45 dB i det indendørs miljø og 35 dB i undervisningssituationer.

Erhvervs- og boligstyrelsen har fastlagt krav til lyd kvaliteten i bygninger for at forbedre de akustiske forhold, så bl.a. nabostøj, støj fra installationer og visse former for trafik dæmpes.

Planloven indeholder retningslinier til begrænsning af støjende aktiviteter i boligområder og til kortlægning af støjforholdene ved større anlæg og virksomheder, der reguleres via VVM-redegørelser (Vurdering af Virkning på Miljøet).

Myndighederne har anvendt data fra udenlandske undersøgelser, der beskriver sammenhængen mellem støjbelastning og helbredseffekter. Der er en forøgelse af risikoen for at udvikle bl.a. blodprop i hjertet og forhøjet blodtryk på 1,8% for hver gang, støjen fra vejtrafik stiger 1 dB, hvis støjen ligger i området 51-70 dB i dagtimerne.<sup>40</sup> På grund af for få data har myndighederne kun opgjort helbredseffekter som forhøjet blodtryk og hjertekarsygdomme. Der er stor usikkerhed på resultaterne, når man opgør sundhedseffekter. Resultaterne skal derfor mere ses som størrelsesordener end faktiske værdier.

Nogle undersøgelser peger desuden på, at den største belastning af mennesker med støj sker, hvis man udsættes for støj i nattetimerne, så man får forstyrret sin nattesøvn. I dag fastsættes grænseværdier for støj som værdier for den gennemsnitlige eksponering over et døgn. Der er således ikke taget højde for eventuelle særligt følsomme perioder.

Der er stor forskel på den grad af gene enkeltpersoner oplever ved forskellige støjniveauer. Undersøgelser viser, at nogle mennesker er meget generet ved støjniveauer på 35-40 dB, mens andre ikke er generet selv ved støjniveauer over 70 dB. En international undersøgelse har vurderet resultaterne af geneundersøgelser i mange lande.<sup>41</sup> Resultaterne viser, at i gennemsnit er ca. 10% af en befolkning stærkt generet af et støjniveau på 60 dB. I en dansk undersøgelse af sundhed og sygelighed i år 2000 blev et repræsentativt udsnit af voksne danskere spurgt om, hvorvidt de havde oplevet støjgener inden for en 14-dages periode fra forskellige støjkluder, herunder trafikstøj. Resultaterne viste bl.a., at der er stor geografisk forskel på de gener, som trafikstøj medfører. I Viborg Amt var der således færrest personer, der rapporterede om støjgener (3,1%), mens der i Frederiksberg kommune var flest (13,2%).<sup>7</sup>



## 5.4 Udvikling i konkrete miljøfaktorerens betydning

### Partikler og sundhedseffekter

Siden smogepisoderne i London i 1950'erne har det været kendt, at luftforurening med små partikler kan give helbredsskader, specielt luftvejs sygdomme og hjertekarsygdomme. I de senere år har myndighederne især rettet opmærksomheden mod betydningen af partikelstørrelsen for udvikling af sundhedseffekter.<sup>42</sup>

I byområder er vejtrafikken<sup>20</sup> og brændeovne<sup>21</sup> til lokal boligopvarmning de største kilder til den menneskeskabte partikelforurening. Partiklerne udsendes i lav højde, hvor mennesker færdes, og der er derfor stor eksponering. Overalt er der samtidig en baggrundsforurening, der dels stammer fra langtransporteret luftforurening dels fra naturlige kilder som fx jordstøv.

I de senere år har ny viden om forskelle i den kemiske sammensætning af partikler i forskellige størrelser ført til en formodning om, at der også er forskelle i deres helbredseffekter.<sup>43</sup> Partiklerne består af en kompleks blanding af kemiske stoffer, alt efter hvordan de er dannet. Partiklerne består bl.a. af PAH'er, metaller, ammoniumnitrater og -sulfater. Normalt opdeles partikler efter størrelse i tre grupper: grove partikler (diameter  $<10 \mu\text{m}/\text{PM}_{10}$ ), fine ( $<2,5 \mu\text{m}/\text{PM}_{2,5}$ ) og ultrafine ( $<0,1 \mu\text{m}/\text{PM}_{0,1}$ ). Fine partikler består oftest af mere end 50% salte, fx ammoniumsulfater og -nitrater, mens de ultrafine partikler typisk består af fx PAH'er og metaller.

Den mulige sammenhæng mellem partikelstørrelse og helbredseffekter skyldes sandsynligvis, at der

er forskel på, hvor langt partiklerne kan trænge ned i luftvejene. Partikler med en diameter over  $10 \mu\text{m}$  bliver hovedsageligt deponeret i de øvre luftveje (næse/svælg), hvor de relativt hurtigt bliver fjernet af fimrehårene. Mindre partikler kan trænge længere ned i lungevævet, og nogle af dem kan diffundere over i blodbanen og bliver dermed sendt rundt i hele kroppen. Nyere data peger da også på, at de fine partikler og især de ultrafine partikler udgør den største sundhedsmæssige trussel. Forskere har påvist, at de mindste partikler påvirker både lungevævet og blodets viskositet og dermed hjertekredsløbet.<sup>42</sup>

To store amerikanske befolkningsundersøgelser udgør tilsammen den mest sikre dokumentation for vurdering af sammenhængen mellem lang tids udsættelse for fine partikler i byområder og forekomst af sundhedseffekter. Resultaterne af den første undersøgelse blev offentliggjort i midten af 1990'erne,<sup>44</sup> og de blev bekræftet ved en opfølgende undersøgelse i 2002.<sup>45,46</sup> Begge undersøgelser viser, at der er en direkte sammenhæng mellem dødelighed i byområder og koncentrationen af partikler, bestemt som PM<sub>2,5</sub>. Den øgede dødelighed kommer især til udtryk blandt personer med luftvejslidelser og hjertekarsygdomme. Forskerne tog i begge undersøgelser højde for en række samvirkende faktorer som alder, race, rygevaner, alkoholforbrug m.m. I 2002-undersøgelsen fandt forskerne også sammenhæng mellem koncentrationen af partikler og udvikling af lungekræft. Enkelte nye undersøgelser har end-

videre vist, at der er større sammenhæng mellem dødelighed som følge af lungesygdomme hos voksne og eksponering for de ultrafine partikler (PM<sub>0,1</sub>) end for de fine (PM<sub>2,5</sub>) og grove partikler (PM<sub>10</sub>).<sup>47</sup>

I en stor europæisk undersøgelse fra Erfurt, Helsinki og Amsterdam<sup>48</sup> fandt forskerne ligeledes sammenhæng mellem ultrafine partikler, PM<sub>0,1</sub> og PM<sub>2,5</sub> og i dette tilfælde ændringer i elektrokardiogram, der er indikator for truende blodprop, mens der ikke blev målt nogen sammenhæng mellem elektrokardiogrammet og de største partikler (PM<sub>10</sub>).

I Danmark har Trafikministeriet opgjort antallet af dødsfald, udvikling af luftvejssygdomme samt antal hospitalsindlæggelser som følge af luftforurening med partikler.<sup>49,50</sup> Partikler skønnes årligt at forårsage ca. 3.400 tilfælde af for tidlig død. Herudover er der årligt er ca. 3.300 flere tilfælde af kronisk bronkitis, ca. 11.600 flere

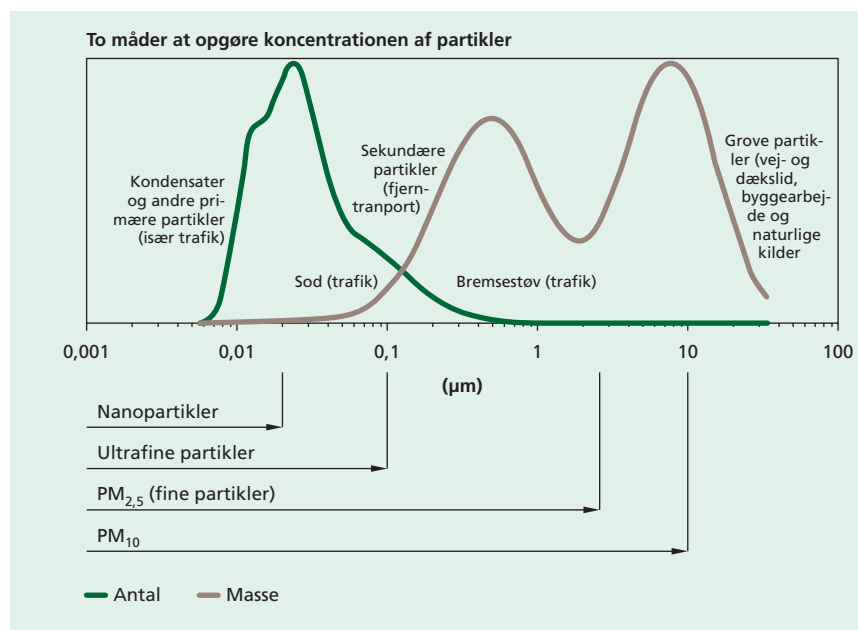
tilfælde af akut bronkitis hos børn under 15 år, ca. 2.200 hospitalsindlæggelser som følge af hjertekarsygdomme, og ca. 160.000 flere anfald af astma.

Det er mere uklart i hvor stor udstrækning eksponering for partikler i indeluften bidrager til forekomsten af sundhedseffekter. På trods af de omfattende undersøgelser af sammenhængen mellem eksponering for partikler og sundhedseffekter ved vi ikke ret meget om bidraget fra indendørs eksponering. En undersøgelse i København<sup>68</sup> af den personlige eksponering for partikler har dog vist, at det kun er om sommeren, at den personlige eksponering svarer til det udendørs bidrag.<sup>43</sup> Resten af året er det niveauet inde i boligen, der har den største betydning for den personlige eksponering. Særlig i vinterperioden er denne sammenhæng tydelig. Indendørs kilder som tændte stearinlys og passiv rygning bidrager væsentligst til den indendørs eksponering.

Figur 5.18

Skematisk tegning af størrelsesfordelingen af partikler i byluft. Den vandrette akse viser partiklernes diameter i  $\mu\text{m}$ . Den gule kurve er partiklerne opgjort som masse (vægt), og den grønne kurve er partiklerne opgjort i antal. En partikel på 10  $\mu\text{m}$  vejer lige så meget som 1 milliard partikler på 0,01  $\mu\text{m}$ .

Kilde: Wählin et al., 2004.<sup>47</sup>



### **Phthalater (blødgørere) og sundhedseffekter**

Phthalater er en gruppe af kemikalier, der har været anvendt i relativt store mængder i mere end 40 år. Phthalater anvendes i en række forskellige produkter, specielt som blødgørere i PVC-holdige produkter som fx gulv og vægbelægninger, kontorartikler som ringbind, chartekker og tape, elektriske kabler, emballage til bl.a. fødevarer, medicinsk udstyr og legetøj. I dag findes der phthalater overalt i miljøet, både udendørs og inden-dørs. Generelt gælder det, at hvor, der er udført målinger, er der også fundet phthalater. Det gælder i jord, spildevandsslam, fødevarer, kosmetik, støv, modermælkserstatning mm.

Da phthalater er så vidt udbredt i omgivelserne og i de produkter, vi omgiver os med, betyder det, at hele befolkningen bliver eksponeret for phthalater i større eller mindre udstrækning. De phthalater vi kommer i kontakt med gennem fødevarer, via hudkontakt fra kosmetikprodukter og via indeluften som følge af afdampning, har størst betydning for vores sundhed. Nogle phthalater koncentrerer op gennem fødekæden og findes derfor i mange fødevarer. Der er lavet undersøgelser af indholdet af phthalater i fødevarer i enkelte europæiske lande. I Danmark indtager vi dagligt ca. 20% (gælder for DEHP) af det tolerable daglige indtag (TDI-værdier) gennem føden. Den formodede og beregnede eksponering for phthalater bekræftes af, at forskere har fundet phthalater i både blod- og urinprøver fra mennesker<sup>51, 52</sup>. Den eksisterende viden om, hvor store mængder phthalater befolkningen faktisk udsættes for, er dog meget begrænset.

I de senere år er der kommet speciel fokus på eksponering fra støv i indeluften, som indeholder phthalater, som en mulig årsag til at mennesker udvikler astma og allergiske luftvejssygdomme.<sup>53</sup> I en ny stor undersøgelse af sammenhængen mellem phthalater i indeluften og forekomst af luftvejssygdomme hos svenske børn fandt forskerne en sammenhæng mellem specifikke phthalater (DEHP og BBzP) i støv og astma og andre allergiske symptomer.<sup>52</sup> Kilden til phthalater i støv var PVC-gulvbelægning. Forskerne fandt også, at forekomsten af allergiske reaktioner var relateret til koncentrationen, således at høj eksponering medførte øget forekomst af sygdommen. Undersøgelsen kan dog ikke anvendes til entydigt at konkludere, at phthalater er årsagen til udvikling af luftvejssygdomme. Der kan være andre faktorer, der påvirker resultatet, fx forældrenes disponering for allergi, mængden af husstøvmider mv. De danske myndigheder anser dog undersøgelsens resultater for så vigtige, at der er iværksat en udredning på området.

I Danmark er der gennemført få analyser af indholdet af phthalater i støv fra indeklimaet, men analyser har vist at phthalater bindes stærkt til støvpartikler. De få undersøgelser, der er foretaget, viser at mængden af phthalater i støv i boliger og skoler er så højt, at der er en reel risiko for, at phthalaterne har en sygdomsfremkaldende effekt hos mennesker. For eksempel er koncentrationerne af phthalater (DEHP) i danske hjem (25 boliger) på niveau med de koncentrationer, forskerne målte i de svenske hjem med syge børn. De målte koncentrationer af phthalater på danske skoler (15 skoler) er 4 gange så høje som de koncentrationer, man fandt i Sverige.<sup>56</sup>

Phthalater er ikke klassificeret på grund af deres mulige astma og allergifremkaldende effekter hos mennesker. De er klassificeret, fordi der er påvist skader på forplantningsevnen og fosterskader i dyreforsøg for nogle af stofferne.<sup>28</sup> Dyreforsøg har dog også vist, at nogle phthalater kan have allergifremkaldende egenskaber.<sup>55</sup> De sundhedsskadelige virkninger varierer således for de enkelte stoffer. Der er kun to phthalater på den danske liste over farlige stoffer, DEHP (diethylhexylphthalat) og DBP (dibutylphthalat).

Selvom der ikke er påvist nogen direkte sammenhæng mellem eksponering for phthalater og hormonforstyrrende effekter på mennesker, er der tilstrækkelig dokumentation fra dyreforsøg til at bestyrke en mistanke om, at hvis mennesker udsættes for nogle typer phthalater, kan det resultere i, at de får forringet deres forplantningsevne, og der kan ske skader på afkommet.

På den baggrund er tre phthalater, DEHP, DBP og BBP sat på EU's liste over stoffer med dokumenteret hormonforstyrrende effekt. Danmark har igangsat forskellige initiativer til at begrænse anvendelsen af stofferne. Legetøj til børn under 3 år må således ikke længere indholde phthalater. Siden 1. juli 2000 er der endvidere indført en afgift på anvendelse af phthalater i PVC-produkter, og staten giver tilskud til udvikling af erstatningsprodukter for phthalater. Resultatet af dette er, at forbruget af phthalater i Danmark er faldet fra ca. 11.000 tons i 1996 til ca. 9.900 tons i 2001, et fald på ca. 15%.

### Miljøfaktorer og nedsat sædkvalitet

Danmark har en kedelig verdensrekord, idet sædkvaliteten hos danske mænd har vist sig at være dårligst sammenlignet med, hvad der er fundet andre steder i verden. I 1992 rapporterede danske forskere, som de første, om resultater af en stor retrospektiv undersøgelse af danske mænds sædkvalitet. Resultaterne viste et fald på ca. 50% i sædkvaliteten fra 1938 til 1990. Undersøgelsen har været diskuteret med henblik på, om prøverne var repræsentative for den danske befolkning, men det står nu klart, at sædkvaliteten er bekymrende dårlig og ikke kun for danske mænd.<sup>57</sup> Lignende resultater er fundet i andre vesteuropæiske lande, selvom der er store geografiske forskelle. Fx har mænd i Finland en bedre sædkvalitet end mænd i Danmark efterfulgt af Skotland, England og Frankrig, hvor Frankrig ligger på niveau med Danmark.

Idag ved vi endnu ikke hvorfor danske mænd har så lav en sædkvalitet. De observerede geografiske forskelle, hvor især finske mænd har vist sig at have en noget bedre sædkvalitet, antyder, at årsagen er en kombination af genetiske faktorer og miljø- og livsstilsfaktorer. Eksponering for hormonforstyrrende stoffer er i denne sammenhæng kommet i søgelyset. Mistanken styrkes af, at andre funktioner i det mandlige reproduktionssystem også har udviklet sig negativt.

Det gælder bl.a. forekomsten af misdannelser på kønsorganerne og udvikling af testikelkræft.

De lave sædtal førte i 1996 til, at myndighederne etablerede et overvågningsprogram for at følge udviklingen i unge danske mænds sædkvalitet. Forsøgspersonerne er alle fra Københavns kommune. De bliver hvervet i forbindelse med, at de møder op til session. På den måde sikrer forskerne, at gruppen af forsøgspersoner er raske mænd. Konklusionen i den seneste overvågningsrapport er, at sædkvaliteten hos unge danske mænd fortsat må betegnes som dårlig, og det ikke er muligt indenfor den seneste overvågningsperiode (1996-2003) at sige noget om, hvorvidt sædkvaliteten fortsat falder.<sup>57</sup>

Hvis de danske sædtal fortolkes ud fra nyere undersøgelser om sædkvalitetens betydning for frugtbarheden, kan man frygte, at 35-45% af de undersøgte mænd kan vise sig at have frugtbarhedsproblemer. Verdenssundhedsorganisationen, WHO, har fastsat en grænseværdi for sædkvaliteten på 20 mio. sædceller pr. ml for normal frugtbarhed. En nyere dansk undersøgelse har dog vist,<sup>59</sup> at denne grænse nok er for lav, og at normal frugtbarhed nærmere er på 40 mio. sædceller pr. ml. Unge danske mænd har i gennemsnit 46 mio. sædceller pr. ml. Næsten halvdelen (41,6%) har under 40 mio sædceller pr. ml.

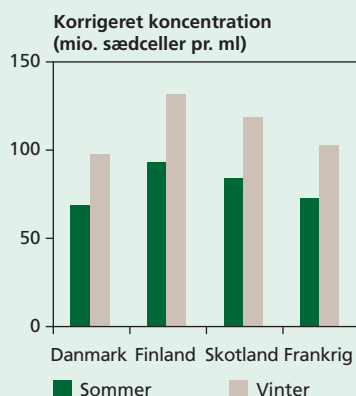
Vi ved ikke, om effekten af den dårlige sædkvalitet allerede er slået igennem. I 2002 blev 6,4% af alle nyfødte børn bragt til verden efter fertilitetsbehandling, og tendensen er, at tallet stiger. Dårlig sædkvalitet vides at være årsag til en væsentlig del af disse behandlinger. Forbedrede behandlingsmetoder samt det faktum, at kvinder og mænd er ældre, når de vælger at få børn, er også en del af forklaringen på, at antallet af behandlinger er steget.

Forskerne arbejder med en hypotese om, at hovedårsagerne til den faldende sædkvalitet skal findes i miljøpåvirkninger, der sker allerede i fostertilværelsen. De seneste 10 års forskningsresultater tyder på, at eksponering for kemikalier, der kan forstyrre den følsomme hormonelle balance især under fosterudviklingen, kan medføre nogle af de effekter på nedsat forplantningsevne, som bliver observeret i den danske befolkning i dag. Vi ved dog alt for lidt om hvilke stoffer, der forstyrrer hormonbalancen, i hvilke koncentrationer, hvordan de virker og hvilke andre faktorer, der evt. har betydning. Forskerne har også fremsat en hypotese om, at rygning under graviditeten nedsætter fertiliteten hos sønnerne. Dette kan være en mulig forklaring på forskellen mellem danske og finske mænds sædkvalitet.

Figur 5.19

Sammenligning af mænds sædkvalitet i fire europæiske byer. Resultaterne er korrigeret, så de gælder for en "repræsentativ" mand. Danske mænd har af ukendte årsager den dårligste sædkvalitet og finske mænd den bedste.

Kilde: Jørgensen et al., 2001.<sup>60</sup>





## 5.5 National og international indsats

I juni 2003 offentliggjorde regeringen den første danske strategi for en samlet indsats for miljøfaktorer påvirkning af sundheden, "Miljø og sundhed hænger sammen – Strategi og handlingsplan for at beskytte befolkningens sundhed mod miljøfaktorer".<sup>60</sup> Med strategien sætter Regeringen fokus på miljøfaktorer indflydelse på udvikling af en række sundhedseffekter. Strategien skal sikre, at indsatsen overfor miljøpåvirkninger og disses mulige sundhedseffekter bliver mere målrettet og betragtes i et tværfagligt perspektiv. Det er nemlig ofte den samlede virkning af mange enkeltpåvirkninger, der forårsager de uønskede effekter.

Strategien består af to dele. Del 1 beskriver principper og samler rækken af indsatser i en ti-punkts plan. Del 2 beskriver en handlingsplan for indsatsområderne. De ti indsatsområder er rettet dels mod nogle af de helbredseffekter, hvor miljøfaktorer antages at bidrage til sygdomme. Det inkluderer forekomst af allergi og luftvejssygdomme, hormonforstyrrende effekter samt helbredseffekter,

når mennesker udsættes for støj. Andre indsatser er rettet mod kilderne til eksponering. Det inkluderer påvirkninger fra farlige kemiske stoffer generelt og fra eksponering via udeluften og indeklimaet, sikring af rent grundvand og drikkevand samt forureningsfrie fødevarer.

Miljø- og sundhedsstrategien skal ses i sammenhæng med strategien "Sund hele livet, 2002-2010".<sup>61</sup> Denne strategi fokuserer på en indsats overfor de livsstilsbetingede faktorer indflydelse på sundheden, fx rygning, alkohol, kost og motionsvaner. Miljøfaktorer er ikke omfattet af denne strategi. Ofte kan det dog være svært at bestemme omfanget af indflydelsen af de enkelte påvirkningsfaktorer.

Miljø- og sundhedsstrategien skal også ses i relation til den danske strategi for bæredygtig udvikling fra 2001.<sup>62</sup> I denne strategi er der indarbejdet et generationsmål vedrørende kemikalier. Generationsmålet lyder som følger: "I 2020 er der ikke produkter (eller varer) på markedet som indeholder kemikalier med stærkt problematiske sundheds- eller miljø-

effekter". Generationsmålet er dermed blevet en hovedhjørnesten i den danske kemikaliepolitik. Generationsmålet har ligeledes fået betydning for de politiske mål for kvaliteten af vandmiljøet fastsat i EU's Vandrammedirektiv.

Samtidig med den danske strategi for miljø og sundhed offentliggjorde EU ligeledes en integreret strategi for miljø og sundhed i 2003 – "A European Environment and Health Strategy".<sup>63</sup> I første fase (2004-2010) fokuserer strategien på at øge viden om og indsats mod fire helbredseffekter: (1) Luftvejssygdomme, astma og allergier hos børn, (2) hjerneskader, (3) kræft hos børn, og (4) hormonforstyrrende effekter. Endvidere skal der etableres et integreret monitorings- og "respons"system. Tre pilotprojekter om dioxiner, tungmetaller og hormonforstyrrende stoffer skal danne udgangspunkt for opbygningen af et sådant system. Andre konkrete aktiviteter centrerer om at igangsætte forskningsprojekter specielt indenfor hormonforstyrrende stoffer og om at undersøge betydningen af arveanlæg

for udvikling af sundhedseffekter. Et andet element i strategien er, at der sættes fokus på fortsat at forbedre luftkvaliteten, både indendørs og udendørs samt at afholde årlige konferencer om sammenhængen mellem miljøfaktorer og sundhedseffekter specielt med hensyn til eksponering af børn.

En stor del af den danske miljølovgivning er et resultat af, at Danmark skal gennemføre de vedtagne love fra EU. EU's miljøpolitik er, som den danske miljøpolitik, i vid udstrækning bygget op omkring fastsættelse af grænseværdier og regulering af udslip fra industrielle aktiviteter, inklusive spildevandsanlæg og affaldsforbrændingsanlæg. Der er således fastsat grænseværdier for en række uønskede stoffer i luft, drikkevand, fødevarer, jord og produkter. Derudover bliver uønskede påvirkninger af anvendelse af kemiske stoffer og produkter reguleret ved, at produkterne skal klassificeres, mærkes og risikovurderes.

Den danske og EU's miljølovgivning anvender dog også en lang række andre virkemidler. Nogle er baseret på fastsættelse af normer og godkendelsesprocedurer, andre på at indgå frivillige miljøaftaler fx at øge grønne offentlige indkøb, vedtage handlingsplaner eller anvende markedsbaserede virkemidler, fx miljømærker og afgifter.

På kemikalieområdet forventes det, at der sker store ændringer i form af en kommende fælles EU-forordning, REACH (Registrering, Evaluering og Autorisation af kemikalier), som er EU's udspil til en ny kemikalierregulering.<sup>64</sup> Med REACH er der lagt op til to helt afgørende ændringer i forhold til den tidligere praksis for regulering af kemiske stoffer. Den ene er, at kemiske stoffer markedsført før 1981 også skal risikovurderes. Den anden er, at det er op til industrien at bevise, at nye og eksisterende kemiske stoffer ikke medfører miljø- og sundhedsskader. Kemikaliestrategien blev sendt i høring i 2001 og ventes vedtaget i 2006.

## Boks 5.8 Ti-punkts plan – indsats for miljø og sundhed

Den danske strategi for miljø og sundhed samler Regeringens indsats i en ti-punkts plan.

### 1 Negative påvirkninger fra kemikalier skal reduceres, og farlige stoffer skal hurtigere erstattes med mindre farlige

- Målet er at udfase kemikalier med særligt problematiske sundheds- og miljøeffekter inden 2020 i produkter og varer, samt forhindre eksponering via arbejdsmiljøet.
- Målet er, at kemikalier i affald ikke må give anledning til problematiske sundheds- og miljøeffekter.

### 2 Forekomst af allergi og luftvejslidelser skal reduceres

- Målet er at udfase de allergifremkaldende og allergiforværende stoffer.

### 3 Indsatsen overfor hormonforstyrrende stoffer skal styrkes

- Målet er at identificere og derefter erstatte de hormonforstyrrende stoffer i produkter.

### 4 Støjgener skal reduceres

- Målet er, at beskytte borgerne mest muligt mod høje og generende støjniveauer på arbejdspladsen og i fritiden.

### 5 De negative sundhedspåvirkninger fra forurening i udeluften og indeklimaet skal reduceres

- Målet er, at udledning af skadelige stoffer til luften og sundhedsskadelige effekter i befolkningen reduceres mest muligt.
- Målet er at reducere udledningen af svovldioxid (SO<sub>2</sub>), kvælstofoxider (NO<sub>x</sub>), kulbrinter (VOC) og ammoniak inden 2010 til de vedtagne nationale udslipslofter som følge af et EU direktiv.
- Målet er inden 2010 at reducere trafikens andel af luftforurening, kvælstofoxider (NO<sub>x</sub>) og kulbrinter (VOC) med 60% og partikler med 50% i fht. 1988-niveauet.
- Målet er at få større kendskab til dioxinkilder og udslip.
- Målet er at mindske indeklimaets negative påvirkning af sundheden mest muligt.

### 6 Fødevarerne skal være sikre og fri for forurening

- Målet er, at forbrugerne skal have sikre og uforurenede fødevarer således, at de overholder fastsatte grænseværdier for restkoncentrationer i fødevarer.

### 7 Grundvandet og drikkevandet skal beskyttes

- Målet er, at få større kendskab til sammenhænge mellem miljøfaktorer og sundhed således, at indsatsen kan målrettes.

### 8 Der skal forskes mere i miljøfaktorers betydning for sundheden

- Målet er, at der sker en sammenhængende, tværgående og prioriteret indsats således at negative virkninger på sundheden mindskes.
- Målet er at risici formidles så forbrugeren kan handle ud fra disse.

### 9 Samarbejde mellem myndighederne skal styrkes

### 10 Der skal fokus på miljøfaktorer og sundhed i det internationale samarbejde



## Boks 5.9 Tiltag – beskyttelse af folkesundheden

Oversigt over nogle reguleringstiltag til beskyttelse af sundheden i Danmark.

Kilde: Miljøstyrelsen, 2003.<sup>65</sup>

### Kemiske stoffer og produkter

Dansk regulering på kemikalierområdet er i høj grad knyttet til EU-reglerne. Klassificering og mærkning af kemikalier, anmeldelse af nye stoffer, begrænsninger for anvendelse samt fare- og risikovurderinger er alle områder, hvor der er fuld harmonisering i EU. Siden 1981 skal virksomheder anmelde alle nye kemiske stoffer til Miljøstyrelsen, inden stofferne bliver markedsført, og myndighederne skal foretage en risikovurdering. Mere end 75 % af de kemiske stoffer, der er på markedet idag, er ikke omfattet af nogen lovgivning og er dermed heller ikke risikovurderet.

I Danmark har myndighederne udstedt regler for at begrænse brugen af en række stoffer, fx kviksølv, bly, nogle bromerede flammehæmmere, nogle phthalater (blødgørere) mv. Det drejer sig om i alt ca. 25 forskellige stoffer/stofgrupper, som indgår i forskellige produkttyper.

Kosmetiske produkter har været reguleret i Danmark siden 1961. I 1976 vedtog EU et direktiv om kosmetik og den danske lovgivning er i overensstemmelse med direktivet.

Regulering af farlige kemiske stoffer i legetøj er underlagt et EU direktiv som blev vedtaget i 1988. Det betyder at legetøj ikke må indeholde farlige kemikalier. I 1999 blev det således forbudt at anvende phthalater i legetøj og visse småbørnsartikler.

Anvendelse af bekæmpelsesmidler (plantebeskyttelsesmidler og biocider) er underlagt EU regulering via et EU direktiv om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler fra 1991 og et EU direktiv om biocidprodukter fra 1998. Bekæmpelsesmidler skal risikovurderes og godkendes inden anvendelse og godkendelsen er tidsbegrænset.

### Luftforurening

De danske grænseværdier for luftens indhold af forskellige stoffer er alle implementering af EUs rammedirektiv for luftkvalitet fra 1996 og dets tre datter direktiver. Der er fastsat grænseværdier for luftens indhold af svovldioxid (SO<sub>2</sub>), nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>), partikler (PM<sub>10</sub>), bly, benzen, kulilte og ozon. De danske myndigheder regulerer desuden udslip af en række sundhedsskadelige stoffer ved at fastsætte begrænsninger for udslip fra punktkilder som industrivirksomheder, affaldsforbrændingsanlæg mv.

Den grænseoverskridende luftforurening betyder, at luftkvaliteten i Danmark er påvirket af, hvordan kilder, især i landene vest og syd for Danmark, er reguleret. Danmark har sammen med 54 andre lande tilsluttet sig Genevekonventionen om grænseoverskridende luftforurening med tilhørende protokoller – 8 ialt. Genevekonventionen handler om reduktion af den grænseoverskridende luftforurening i Europa og Nordamerika. På nuværende tidspunkt er der fastsat udslipbegrænsninger på en række forsurende stoffer, en række drivhusgasser, flygtige organiske forbindelser (VOC'er), en række tungmetaller, en række ozonlagsnedbrydende stoffer, en række sværtnedbrydelige organiske forbindelser (POP'er), ialt 16 stoffer inklusive PCB'er, DDT, dioxiner mv.

### Grund- og drikkevand

Kvalitetskrav til drikkevandet i Danmark er baseret på EU's drikkevandsdirektiv, som blev revideret i 1998. EU direktivet indeholder minimumskrav, og medlemslande kan frit indføre strengere krav. Miljøstyrelsen har fastsat kvalitetskriterier for en række kemiske stoffer/stofgrupper, fx tungmetaller, cyanider og fenoler.

Siden 1987 har de danske myndigheder overvåget kvaliteten af grundvandsressourcen. I Danmark gælder, at kvalitetskravene til drikkevandet skal kunne overholdes for urensset grundvand, dvs. uden særlig vandbehandling andet end iltning og filtrering.

Grundvandet beskyttes indirekte ved, at pesticider skal risikovurderes og godkendes af miljømyndighederne inden anvendelse.

Jordforureningsloven fra 2002 skal medvirke til at beskytte kvaliteten af grundvandsressourcen og dermed drikkevandet. Loven har til formål at forebygge, fjerne eller begrænse jordforurening og dermed beskytte folkesundheden.

Grundvandet beskyttes fra udslip af spildevand gennem regler for kloakanlæg.

### Kyst og ferskvand herunder badevand

Den danske lovgivning følger EU direktiver fra 1976 om kvaliteten af badevand. Der stilles krav til antallet af e.coli bakterier som overvåges i badesæsonen (1. juni til 1. september). Rent badevand sikres også ved fastsættelse af kvalitetskrav til spildevandsrensning og udledning.

### Støj

I Danmark er der vejledende grænseværdier for udendørs støj fra forskellige kilder. Flere EU direktiver om regulering af støj fra køretøjer, udendørs maskiner o.lign. er indarbejdet i dansk lovgivning. Et EU direktiv om national støjkortlægning skal indarbejdes i den danske lovgivning inden 2008. Hovedformålet med direktivet er at skabe basis for en samlet og integreret støjpolitik i EU.

## Referencer

- <sup>1</sup> Engberg, J. 1999: Det heles vel. Miljøkontrollen, Københavns Kommune.
- <sup>2</sup> Fenger, J. 2004: Luftforureningens historie. Hovedland.
- <sup>3</sup> OECD 2001: OECD environmental outlook report. <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?lang=EN&sf1=identifiers&st1=972001011p1> (05.06.2005)
- <sup>4</sup> Jørgensen, L.F. 2004: Grundvandsovervågning 2003. <http://www.geus.dk/publications/grundvandsovervaagning/g-o-2003-kap3.html> (05.06.2005)
- <sup>5</sup> Miljøstyrelsen 2005: Redegørelse om jordforurening 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004. <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7614-079-2/html/kap01.htm> (05.06.2005)
- <sup>6</sup> Miljøstyrelsen 2005: Tal for badevand 1990-2005. <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/mstmiljoedata/Badevand/badevandstal.htm> (05.06.2005)
- <sup>7</sup> Danmarks Miljøundersøgelser 2004: Luftmålinger: Slå op i database. [http://www2.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_miljoe-tilstand/3\\_luft/4\\_maalinger/5\\_database/hentdata.asp](http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoe-tilstand/3_luft/4_maalinger/5_database/hentdata.asp) (21.05.2005)
- <sup>8</sup> Keiding, L. 2003: Støj i boligen – Miljøfaktorer i danskernes hverdag – med særligt fokus på boligmiljø. Resultater fra undersøgelse af danskernes sundhed og sygelighed i 2000. Statens Institut for Folkesundhed.
- <sup>9</sup> Danmarks Statistik 2005: Tal fra statistikbanken. <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1024> (21.05.2005)
- <sup>10</sup> Miljøstyrelsen 2005: MST's hjemmeside (opdateret 20/8 2004). [http://www.mst.dk/indikator/nm/showindi.asp?indikator\\_id=311&sprog\\_id=1&produkt\\_id=2#top](http://www.mst.dk/indikator/nm/showindi.asp?indikator_id=311&sprog_id=1&produkt_id=2#top) (21.05.2005)
- <sup>11</sup> Miljøstyrelsen 2005: Ikke publiceret materiale/Lona Olsen.
- <sup>12</sup> Miljøstyrelsen 2003: Miljø og sundhed hænger sammen. Baggrund og status. Arbejdsrapport nr. 3. <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/kemi/03010000.htm> (01.06.2005)
- <sup>13</sup> Keiding L. (ed). 2003: Miljøfaktorer i danskernes hverdag – med særlig fokus på bolig miljø. Resultater fra undersøgelse af danskernes sundhed og sygelighed i 2000. Statens Institut for Folkesundhed, København.
- <sup>14</sup> Regeringen 2002: Sund hele livet – de nationale mål og strategier for folkesundheden 2002-10. <http://www.folkesundhed.dk/media/sundhelelivet.pdf> (01.06.2005)
- <sup>15</sup> Sundhedsstyrelsen og Fødevarerdirektoratet 1999: Indhold af dioxiner, PCB, visse chlorholdige pesticider, kviksølv og selen i modermælk hos danske kvinder 1993-94. [http://www.sst.dk/Borgerinfo/Graviditet\\_og\\_Boern/Boern/Amining/Modermaelk.aspx?lang=da](http://www.sst.dk/Borgerinfo/Graviditet_og_Boern/Boern/Amining/Modermaelk.aspx?lang=da) (01.06.2005)
- <sup>16</sup> Fødevarestyrelsen 2005: Chemical Contaminants, Food monitoring, 1998-2003, Part 1. Fødevarerapport 2005:01.
- <sup>17</sup> Socialstyrelsen 2005: Miljøhørsrapport. <http://www.socialstyrelsen.se/NR/rdonlyres/A4E29A85-97A6-46C9-8347-9E792285735C/3026/20051111.pdf> (01.06.2005)
- <sup>18</sup> Miljøministeriet 2002: EU-piece fra Miljøministeriet, 2002. [http://www2.mim.dk/EU\\_Formandskab/EU%20pjece.pdf](http://www2.mim.dk/EU_Formandskab/EU%20pjece.pdf) (01.06.2005)
- <sup>19</sup> World Health Organisation 2003: Health risks of persistent organic pollutants from long-range transboundary air pollution. <http://www.euro.who.int/Document/e78963.pdf> (01.06.2005)
- <sup>20</sup> World Wildlife Fund (WWF) 2003: Chemical check up. An analysis of chemicals in the blood of members of the European parliament. [http://www.wwf.dk/db/files/checkupmain\\_3.pdf](http://www.wwf.dk/db/files/checkupmain_3.pdf) (01.06.2005)
- <sup>21</sup> Knudsen, I. 2002: Risikovurdering i levnedsmidler. Miljø og Sundhed. Indenrigs- og Sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter. Formidlingsblad nr. 21.
- <sup>22</sup> Høst, A. & Christensen, A.E. 2004: Børn og allergi. Stiger forekomsten af allergi og hvorfor? <http://www.smf.dk/blad/ms04.pdf> (01.06.2005)
- <sup>23</sup> Danmarks Miljøundersøgelser 2005: Overvågning af luftkvalitet med målinger. [http://www2.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_miljoe-tilstand/3\\_luft/4\\_maalinger/default.asp](http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoe-tilstand/3_luft/4_maalinger/default.asp) (01.06.2005)
- <sup>24</sup> Danmarks Miljøundersøgelser 2005: Emissionsopgørelser. <http://www.dmu.dk/Luft/Emissionsopgørelser/> (01.06.2005)
- <sup>25</sup> Illerup, J.B., Nielsen, M. 2004: Halvdelen af udslippet af små partikler stammer fra brændefyring. DMU-nyt 8(19):1-3. <http://www.dmu.dk/Udgivelser/DMUNyt+%28nyhedsbrev%29/DMUNyt+2004/DMUNyt+19/illerup-brændeovne> (01.06.2005)
- <sup>26</sup> Miljøstyrelsen 2003: Miljø og sundhed hænger sammen. Baggrund og status. Arbejdsrapport nr. 3. <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/kemi/03010000.htm> (01.06.2005)
- <sup>27</sup> Ministeriet for familie- og forbrugeranliggender 2005: Dioxinhandlingsplan 2000-2004. Slutrapport. Danmarks Fødevarerforskning. <http://www.minff.dk/fileadmin/template/minffdk/pdf/Publikationer/dioxin-DFVFrapport20052005.pdf> (01.06.2005)
- <sup>28</sup> European Environment Agency 2001: Europe's environment: the third assessment. [http://reports.eea.eu.int/environmental\\_assessment\\_report\\_2003\\_10/en/kyiv\\_chapt\\_12.pdf](http://reports.eea.eu.int/environmental_assessment_report_2003_10/en/kyiv_chapt_12.pdf) (01.06.2005)
- <sup>29</sup> Sundhedsstyrelsen 2005: Nye kræfttilfælde. (Cancerregistret).

- [http://www.sst.dk/Informatik\\_og\\_sundhedsdata/Download\\_sundhedsstatistik/Kraeft/Kraeft\\_2.aspx](http://www.sst.dk/Informatik_og_sundhedsdata/Download_sundhedsstatistik/Kraeft/Kraeft_2.aspx) (01.06.2005)
- <sup>30</sup> Bjerregaard, P. & Korsgaard, B. 1999: Østrogene virkninger i vandmiljøet. Det Strategiske Miljøforskningsprogram. [http://info.au.dk/smp/smp\\_dk/ProgrammetsCentre/c10/c101/poulbjdk.pdf](http://info.au.dk/smp/smp_dk/ProgrammetsCentre/c10/c101/poulbjdk.pdf) (01.06.2005)
- <sup>31</sup> Christiansen, L.B., Winther-Nielsen, M. & Helweg, C. 2002: Feminisation of fish - The effect of estrogenic compounds and their fate in sewage treatment plants and nature. Syddansk Universitet; DHI - Vand & Miljø, Miljøstyrelsen. Miljøprojekt, 729. <http://www.mst.dk/udgiv/Publications/2002/87-7972-305-5/pdf/87-7972-306-3.pdf> (09.08.2005)
- <sup>32</sup> Bjerregaard, P. 1999: Forskning i hormonforstyrrende stoffer, østrogene virkninger i vandmiljøet og hvilke stoffer og stofgrupper har østrogen virkning? Det Strategiske Miljøforskningsprogram. [http://info.au.dk/smp/smp\\_dk/ProgrammetsCentre/c10/c101/poulbjdk.pdf](http://info.au.dk/smp/smp_dk/ProgrammetsCentre/c10/c101/poulbjdk.pdf) (01.06.2005)
- <sup>33</sup> Bonde, J.P., Ernst, E., Jensen, T.K., Hjollund, N.H., Kolstad, H., Henriksen, T.B., Scheike, T., Giwercman, A., Olsen, J. & Skakkebak, N.E. 1998: Relation between semen quality and fertility: a population-based study of 430 first-pregnancy planners. *Lancet* 352: 281-285.
- <sup>34</sup> Sharpe and Irvine 2004: How strong is the evidence of a link between environmental chemicals and adverse effects on human reproductive health? *British Journal of Medicine* 328;447-451.
- <sup>35</sup> Miljøstyrelsen 2005: Hormonforstyrrende stoffer. <http://www.mst.dk> (01.06.2005)
- <sup>36</sup> EEA and WHO 2002: Children's health and environment: A review of evidence. [http://reports.eea.eu.int/environmental\\_issue\\_report\\_2002\\_29/en/eip\\_29.pdf](http://reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_29/en/eip_29.pdf) (01.06.2005)
- <sup>37</sup> Ribas-Fito, N., Cardo, E., Sala, M., de Muga, M.E., Mazon, C., Verdu, A., Kogevinas, M., Grimalt, J.O. & Sunyer, J. 2003: Breastfeeding, exposure to organochlorine compounds, and neurodevelopment in infants. *Pediatrics*:111:580-585
- <sup>38</sup> Hass, U. & Filinska, M. 2003: Effekter på hjernens udvikling og funktion efter udsættelse for kemiske stoffer med hormonlignende virkninger. *Miljø og Sundhed* 23: 12-19. Indenrigs- og sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter.
- <sup>39</sup> Sundhedsstyrelsen 2005: Cancerregistret 2003 (Foreløbig opgørelse). [http://www.sst.dk/publ/tidsskrifter/nyetal/pdf/2005/09\\_05.pdf](http://www.sst.dk/publ/tidsskrifter/nyetal/pdf/2005/09_05.pdf) (01.06.2005)
- <sup>40</sup> Sundhedsstyrelsen 2000: Den nationale kræftplan. <http://www.cancer.dk/cancer/nyheder/vi+mener/national+kraeftplan1.asp#> (01.06.2005)
- <sup>41</sup> Kræftens bekæmpelse 2005: <http://www.cancer.dk/> (01.06.2005)
- <sup>42</sup> European Commission 2004: Technical working group on priority diseases, subgroup childhood cancer. [http://europa.eu.int/comm/environment/health/pdf/childhood\\_cancer.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/health/pdf/childhood_cancer.pdf) (01.06.2005)
- <sup>43</sup> Miljøministeriet, Finansministeriet, Trafikministeriet, Indenrigs- og Sundhedsministeriet, Justitsministeriet, Økonomi- og Erhvervsministeriet 2003: Forslag til strategi for begrænsning af vejtrafikstøj. Strategi for begrænsning af vejtrafikstøj – delrapport 2 – Støj, gener og sundhed. <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7614-077-6/html/kap06.htm> (01.06.2005)
- <sup>44</sup> Miedema, H.M.E. & Oudshoorn, C.G.M. 2001: Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives* 109(4): 409-416.
- <sup>45</sup> Loft, S., Raaschou-Nielsen, O., Hertel, O. & Palmgren, F. 2003: Sundhedsmæssige effekter af partikulær luftforurening. *Miljø og Sundhed* 2: 13-19. Indenrigs- og Sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter. <http://www.ismf.dk/blad/index.html> (01.06.2005)
- <sup>46</sup> Illerup, J.B. & Nielsen, M. 2004: Halvdelen af udslippet af små partikler stammer fra brændefyring. *DMUnyt* 8(19):1-3.
- <sup>47</sup> Wählin, P., Palmgren, F. & Glasius, M. 2004: Luftbårne partikler og sundhed – Hvilke partikler? *Miljø og Sundhed* 24: 3-10. Indenrigs- og Sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter. <http://www.ismf.dk/blad/index.html> (01.06.2005)
- <sup>48</sup> Dockery, D.W., Pope A.C. III & Xu, X. 2003: An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *New England J. Medicine* 360: 1753-1759.
- <sup>49</sup> Pope, C.A. III, Thun, M.J. & Namboodiri, M.M. 1995: Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *American J. Respiratory Critical Care Medicine*. 151: 669-674.
- <sup>50</sup> Pope, C.A. III, Burnett, R.T., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K. & Thurston, G.D. 2002: Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 287: 1132-1141.
- <sup>51</sup> Ibaldo-Mulli, A., Wichmann, H.E., Kreyling, W. & Peters, A. 2002: Epidemiological evidence on health effects of ultrafine particles. *J. Aerosol Medicine* 15:189-201.
- <sup>52</sup> Pekkanen, J., Peters, A., Hoek, G., Tiittanen, P., Brunekreef, B., de Hartog, J., Heinrich, J., Ibaldo-Mulli, A., Kreyling, W.G., Lanki, T., Timonen, K.L. & Vanninen, E. 2002: Particulate air pollution and risk of ST-segment depression during repeated submaximal exercise tests among subjects with coronary heart disease: the exposure and risk as-

- assessment for fine and ultrafine particles in ambient air (ULTRA) study. *Circulation* 20(106):933-938.
- <sup>53</sup> Palmgren, F., Wåhlin, P., Berkowicz, R., Hertel, O., Jensen, S.S., Loft, S. & Raaschou-Nielsen, O. 2001: Partikel-filtre på tunge køretøjer i Danmark. Luftkvalitets- og sundhedsvurdering. Danmarks Miljøundersøgelser. 94 s. Faglig rapport fra DMU nr. 358. [http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrappporter/rapporter/FR358.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rapporter/FR358.pdf)
- <sup>54</sup> Trafikministeriet 2003: Partikelredegørelse. <http://www.trm.dk/sw1388.asp> (01.06.2005)
- <sup>55</sup> Bornehag, C.-G., Sundell, J., Weschler, C.J., Sigsgaard, T., Lundgren, B. Hasselgren, M., Hägerhed-Engman, L. 2004: The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environmental Health Perspectives*.
- <sup>56</sup> Poulsen, O.M., Nielsen, G.D., Poulsen, L.K., Ladefoged, O. & Schneider, T. 2003: Center for Miljø og Luftveje – Phthalater og allergi. *Miljø og Sundhed* 2: 13-19. Indenrigs- og Sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter. <http://www.ismf.dk/blad/index.html> (01.06.2005)
- <sup>57</sup> Clausen, P.A., Gunnarsen, L., Müller, A.K., Nielsen, E., Ladefoged, O., Flyvholm, M.A. & Poulsen, O.M. 2003: Eksponering for phthalater. *Miljø og Sundhed*, Supplement nr. 2: 46-51. Indenrigs- og Sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter. <http://www.ismf.dk/blad/index.html> (01.06.2005)
- <sup>58</sup> Nielsen, G.D., Larsen, S.T., Clausen, S.K. & Poulsen, O.M. 2003: Miljøadjuvansers betydning for udvikling af luftvejsallergi. *Miljø og Sundhed* supplement nr. 2: 40-46. Indenrigs- og Sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter. <http://www.ismf.dk/blad/index.html> (01.06.2005)
- <sup>59</sup> Jørgensen, N., Jensen, T.K., Andersson, A.-M., Carlsen, E., Asklund, C., Petersen, J.H., Keiding, N. & Skakkebak, N.E. 2004: Undersøgelse af sæd kvaliteten hos unge danske mænd fra normalbefolkningen. 3. rapport. Afd. for Vækst og Reproduktion, Rigshospitalet i samarbejde med Miljøstyrelsen og Sundhedsministeriet.
- <sup>60</sup> Jørgensen, N., Andersen, A.G., Eustache, F., Irvine, D.S., Suominen, J., Petersen, J.H., Andersen, A.N., Auger, J., Cawood, E.H.H., Horte, J.A., Jensen, T.K., Jouannet, P., Keiding, N., Vierula, M., Toppari, J. & Skakkebak, N.E. 2001: Regional differences in semen quality in Europe. *Human Reproduction* 16(5): 1012-1019.
- <sup>61</sup> Bonde, J.P., Ernst, E., Jensen, T.K., Hjollund, N.H., Kolstad, H., Henriksen, T.B., Scheike, T., Giwercman, A., Olsen, J. & Skakkebak, N.E. 1998: Relation between semen quality and fertility: A population-based study of 430 first-pregnancy planners. *Lancet* 352: 1172-1177.
- <sup>62</sup> Regeringen 2003: Miljø og sundhed hænger sammen - Strategi og handlingsplan for at beskytte befolkningens sundhed mod miljøfaktorer. <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/kemi/03010000.htm> (01.06. 2005)
- <sup>63</sup> Regeringen 2002: Sund hele livet – de nationale mål og strategier for folkesundheden 2002-10. <http://www.folkesundhed.dk/media/sundhelelivet.pdf> (01.06. 2005)
- <sup>64</sup> Regeringen 2003: Verdenstopmødet i Johannesburg og Danmarks strategi for bæredygtig udvikling.
- <sup>65</sup> COM 2004: The European Environment & Health Action Plan 2004-2010. Commission of the European Communities. Final 416. <http://www.folkesundhed.dk/media/sundhelelivet.pdf> (01.06.2005)
- <sup>66</sup> KOM 2003: Forslag til Europa-Parlamentet og Rådets forordning om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH). Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber 644 endelig. <http://europa.eu.int/eur-lex/da/com/pdf/2003/act0644da03/1.pdf> (01.06.2005)
- <sup>67</sup> Miljøstyrelsen 2003: Gennemgang af miljøreguleringen med fokus på sundhedsaspekterne. Miljøprojekt nr. 843. <http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2003/87-7972-883-9/pdf/87-7972-884-7.pdf> (09.08.2005)

## Danmark og det globale miljø

Danmarks indsats for miljøet ses af mange som forbilledlig. Men selvom vi har fået styr på en række miljøproblemer herhjemme gennem bedre lovgivning, oplysning og ny teknologi, er Danmark stadig et af de lande i verden, der målt pr. indbygger bidrager mest til den globale forurening.







## 6.1 Indledning

De foregående kapitler har beskrevet den danske natur- og miljøtilstand ud fra en national synsvinkel. Der er påvist fremgang på en række miljøområder samtidig med, at forbrug og produktion generelt er steget.

I dette kapitel fokuseres der på Danmarks miljøtilstand og indsats på miljøområdet set i et internationalt perspektiv. Mange miljøspørgsmål har fået en global dimension, og Danmark har en indflydelse på miljøets tilstand, ikke bare i Danmark, men også ud over landets grænser. Konsekvenserne af danske udslip af drivhusgasser er

ikke umiddelbart synlige i vores nærhed, men bidrager til globale klimaændringer. Luftforurening fra danske aktiviteter og udledning af næringsstoffer eller anden forurening til havet har konsekvenser, der er grænseoverskridende. Endvidere baserer vores produktion og forbrug sig i høj grad på produkter, der er lavet på fabrikker i udlandet, og på import af råstoffer, der er udvundet i udenlandske miner, og som følgelig påvirker miljøtilstanden uden for Danmark.

Dertil kommer, at Danmark i stigende grad deltager i og er forpligtet

af det internationale miljøsam arbejde. Danmark har tiltrådt en række miljøkonventioner under FN, fx om klima og biodiversitet, og dansk miljøpolitik afhænger af EU's politik på området, fx EU's bæredygtighedsstrategi. Danmark yder også miljøbistand til udviklingslande.

Dette kapitel sætter fokus på Danmarks miljøpræstation sammenlignet med andre lande, på Danmarks globale miljøpåvirkning, danske aktiviteterets påvirkning af miljøet uden for landets grænser og på Danmarks rolle på den internationale miljøscene.



## 6.2 Miljøets tilstand i Danmark sammenlignet med andre lande

Vi er kommet langt med at løse en række miljøproblemer i Danmark fx med at rense spildevandet, sætte filtre på skorstene og bruge færre giftige pesticider i landbruget. På den anden side er Danmark et af de lande i verden, som har det højeste forbrug af varer, ressourcer og energi. Det fører til en stor belastning af miljøet og naturen både inden for landets grænser og globalt.

Hvordan klarer Danmark sig på miljøområdet i forhold til andre lande? Er vi et foregangsland, når det drejer sig om at bekæmpe forureningen? Svaret er ikke entydigt, som det vil fremgå af de følgende afsnit.

### Energi og klima

Målt pr. indbygger har Danmark et af verdens højeste udslip af drivhusgasser. Det skyldes et relativt højt energiforbrug, og at hovedparten af energien kommer fra afbrænding af fossile brændsler. Det danske udslip af CO<sub>2</sub> har siden 1990 svinget mellem 10 og 14 tons pr. indbygger pr. år, hvilket overstiger det europæiske gen-

nemsnit, men dog overgås af USA (ca. 20 tons), Canada (16-17 tons) og de olieproducerende arabiske lande (15-70 tons CO<sub>2</sub> pr. indbygger).<sup>1</sup> Globalt set er den gennemsnitlige udledning af CO<sub>2</sub> knap 4 tons pr. person pr. år.

For at begrænse forbruget af fossile brændsler har Danmark gennem mange år gjort en indsats for at fremme vedvarende energi, især vindenergi, og spare på energien fx ved at isolere boliger og bruge miljømærkede varer. Siden 1970'erne har Danmark været en af verdens største producenter af vindmøller, og i 2003 dækkede vindenergien 17% af det danske elforbrug,<sup>2</sup> hvilket er den højeste andel i verden. Den danske vindenergi-kapacitet steg med 8% i 2003, men den globale kapacitet stiger endnu hurtigere med ca. 25% årligt. Tyskland, USA, Spanien og Indien i nævnte rækkefølge har i dag de største markeder for vindenergi.<sup>3</sup>

Ligesom en række andre industrialiserede lande har Danmark gennem Kyoto-protokollen forpligtet sig til at reducere udslippet af drivhusgasser

frem mod år 2008-2012. I en europæisk sammenhæng vurderer Det Europæiske Miljøagentur, at Danmark er et af de lande, der ser ud til at have sværest ved at nå reduktionsmålet. Men Danmark er også – med et reduktionsmål på 21% – et af de lande, der har forpligtet sig til den største reduktion.

For at nå målet gør Danmark, som et af få EU-lande, i betydeligt omfang brug af de såkaldte Kyoto-mekanismer, dvs. muligheden for at få reduceret det nationale udslip ved at finansiere projekter, der begrænser CO<sub>2</sub>-udslippet i udlandet. Fx støtter Danmark opførelsen af en vindmøllepark i Estland, og kan derved trække ca. 400.000 tons CO<sub>2</sub> fra det nationale klimaregnskab. Danmark deltager som medlem af EU i de kommende forhandlinger i FN om nye mål for reduktion af drivhusgasudslippet efter 2012.



## Transport

Som beskrevet i afsnit 1.4 og 1.5 har trafikens omfang i Danmark været konstant stigende gennem de seneste årtier. Den udvikling er Danmark ikke ene om. Ønsket om øget fremkommelighed gælder verden over. I EU-15 steg transportens omfang med 16% for persontransport (bil, bus og tog) og 28% for godstransport (lastbil, tog og flodpram) fra 1992 til 2002.<sup>4</sup> I Danmark var stigningen hhv. 16% og 24%. I store vækstlande som Indien, Kina og Brasilien antages transportstigningen at være væsentligt højere end i Europa.

I EU's Bæredygtighedsstrategi fra 2001 er det målsætningen, at transporten så vidt muligt skal omlægges fra vej- og flytransport til mere miljøvenlige transportformer som jernbane, skib og kollektiv transport. For den

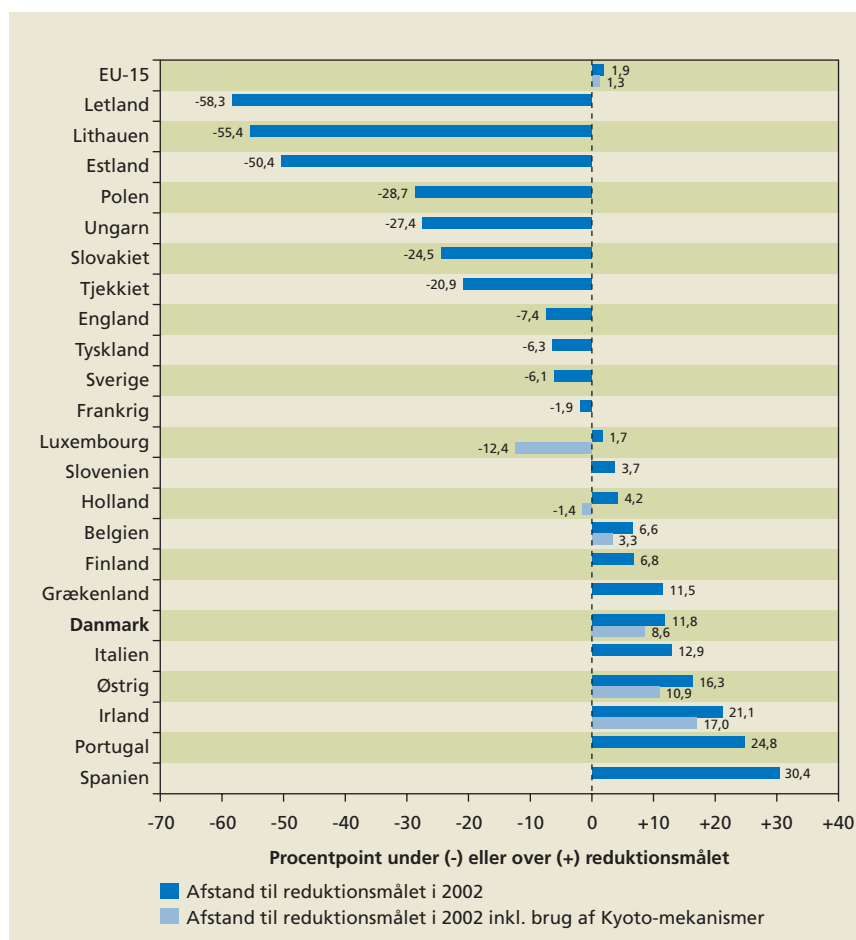
private transport foregår hovedparten imidlertid i bil både i Danmark og de fleste andre industrialiserede lande. Andelen af kollektiv trafik i Danmark har siden starten af 1990'erne ligget på omkring 20% af persontransporten (flytrafik og færger er ikke medregnet). Dette niveau er sammenligneligt med vores vestlige nabolande, hvori især østeuropæiske lande har en højere andel af kollektiv trafik, fx Ungarn 39%, Polen 23% og Tyrkiet næsten 50%, selvom andelen her er faldende.<sup>4</sup>

Den danske bilpark er de seneste 10 år steget fra 310 til 350 personbiler pr. 1.000 danskere. Der er dog stadig længere mellem bilejerne i Danmark end i mange andre industrialiserede lande. Fx er der 450 biler pr. 1.000 indbyggere i Sverige, 530 i Tyskland og 770 i USA.<sup>1</sup> Høje danske bilafgifter

og et udbygget kollektivt transportsystem er væsentlige dele af forklaringen på, at antallet af personbiler er forholdsvis lavt i Danmark.

For den danske godstransport gælder, at en stigende del transporteres med lastbil i stedet for med jernbane, hvilket er imod intentionen i EU's Bæredygtighedsstrategi. I EU-landene fragtes i gennemsnit 17% af godset med tog, mens andelen i Danmark er 9%.<sup>4</sup> De relativt korte afstande i Danmark, medvirker til, at jernbanegodstransport har vanskeligt ved at konkurrere med lastbiler.

Generelt ses en tæt sammenhæng mellem økonomisk vækst og stigningen i transporten. Vækstraten i BNP (bruttonationalproduktet) for både Danmark og de fleste andre europæiske lande er tæt koblet til væksten i transportarbejdet. EU's medlemslande



Figur 6.1

EU-landenes afstand til Kyoto-protokollens mål om reduktion af udslip af drivhusgasser. Indikatoren angiver afstanden i procentpoint mellem den aktuelle udledning i 2002 og den udledning, der skulle have været i 2002, hvis reduktionsmålet skal nås i 2010 baseret på en lineær fremskrivning. Spanien er længst fra, og Danmark er sytten længst fra at nå reduktionsmålet. Mange af de østeuropæiske lande har et udslip af drivhusgasser, der allerede er under målet, hvilket skyldes store energieffektiviseringer efter Murens fald. Nogle lande, deriblandt Danmark, gør brug af de såkaldte Kyoto-mekanismer, hvor det nationale regnskab for udslip af drivhusgasser kan forbedres gennem finansiering af CO<sub>2</sub>-reducerende tiltag i udlandet. I de lyseblå søjler er medregnet brug af Kyoto-mekanismerne i den lineære fremskrivning.




Kilde: Det Europæiske Miljøagentur, 2004.<sup>11</sup>

**Tabel 6.1**

Danmarks miljøpræstation sammenlignet med andre lande i EU (2002). I denne sammenligning af Danmark med andre EU-lande ses det, at Danmark klarer sig bedre end EU-gennemsnittet for fem ud af 15 udvalgte miljøindikatorer, mens Danmark klarer sig dårligere end EU-gennemsnittet for seks indikatorer. Samlet set ligger Danmark og Tyskland under EU-gennemsnittet, mens Polen er tæt på gennemsnittet, og Sverige og Italien ligger bedre end gennemsnittet. Indikatorerne er udvalgt med det mål at give et bredt billede af landenes miljøpræstation set i forhold til sektorer miljøbelastninger, forbrugsmønstre og tiltag for at forbedre miljøet.

Kilder: Diverse faktaark og statistikker fra Eurostat, Det Europæiske Miljøagentur og OECD.

	Danmark	Sverige	Tyskland	Italien	Polen	EU (25 lande)
<b>Energi</b>						
Bruttoenergiforbrug (tons olieækvivalenter pr. indb.)	3,7	5,8	4,2	3,0	2,3	3,7
Energieffektivitet (tons olieækvivalenter pr. mio. kr. BNP)	14,6	27,0	21,9	18,5	59,0	23,4
Vedvarende energi <sup>1</sup> (% af bruttoenergiforbrug)	12,4	27,6	3,1	5,4	4,7	5,7
<b>Luftforurening</b>						
Udslip af drivhusgasser (tons CO <sub>2</sub> -ækvivalenter pr. indb.)	12,7	7,8	12,3	9,6	10,0	10,7
Udslip af forsurende gasser (tons syreækvivalenter pr. indb.)	2,1	1,2	1,1	1,3	2,2	1,6
Biler med katalysator <sup>2</sup> (% af bilpark)	71	78	89	68	45	72
<b>Transport</b>						
Persontransport <sup>3</sup> (tusinde km i bil, bus og tog pr. indb.)	13,6	12,7	10,3	14,0	5,6	11,0
Andel kollektiv transport <sup>3</sup> (% tog og bus)	18,2	17,0	17,3	17,6	21,8	17,0
Godstransport (tusinde tons-km pr. indb.)	4,5	6,2	5,1	3,7	3,2	4,5
<b>Landbrug</b>						
Afdampning af ammoniak fra husdyrbrug <sup>4</sup> (kg NH <sub>3</sub> pr. ha landbrugsareal)	37,2	15,0	50,8	31,5		25,3
Pesticidforbrug <sup>5</sup> (kg aktivstof pr. ha landbrugsareal)	1,1	0,5	1,7	5,0	0,6	2,2
Økologisk landbrug (% af landbrugsareal)	6,7	13,5	4,1	8,9	0,3	3,4
<b>Forbrug og affald</b>						
Ressourceforbrug <sup>2</sup> (tons materialer pr. indb.)	23,1	21,5	17,7	11,4		15,5
Dagrenovation (kg affald fra husholdninger, erhverv mv. pr. indb.)	670	440	590	520	270	520
Spildevandsrensning <sup>6</sup> (% af befolkning, der er tilknyttet rensningsanlæg)	87	86	93	60	52	70
<b>Samlet</b>						
Gennemsnit af de 15 indikatorer <sup>7</sup>						

	Mere end 10% bedre end EU-gennemsnit
	EU-gennemsnit ± 10%
	Mere end 10% dårligere end EU-gennemsnit

<sup>1</sup> Inkl. vind- og solenergi, vandkraft og afbrænding af biomasse og affald

<sup>2</sup> Tal fra 2001. EU: EU-15

<sup>3</sup> EU: EU-15+H+CZ+PL+SK+SLO

<sup>4</sup> EU: EU-15

<sup>5</sup> EU: EU-15+H+CZ+PL+SK

<sup>6</sup> DK: 1998, S: 2000, D: 2002, I: 1995, PL: 2001. EU: EU-15+H+CZ+PL

<sup>7</sup> De 15 indikatorer er vægtet ligeligt ved at tildele blå 1 point, sandfarvet 0 point og brun -1 point.

efterlever derved ikke målet i EU's Bæredygtighedsstrategi om at afkoble transportens vækst og miljøbelastning fra den økonomiske vækst.

### Landbrug

Dansk landbrug er blandt verdens mest højteknologiske og effektive. Knap to tredjedele af Danmarks areal er opdyrket, hvilket er en af de højeste andele i Europa. Den danske svineproduktion er på 25 mio. slagtesvin årligt med en stigende tendens. Målt pr. indbygger er det verdens højeste efterfulgt af Holland, der producerer 1 slagtesvin pr. indbygger mod Danmarks 5. Danmark har også en relativ høj produktion af kvæg (mejeriprodukter) og fjerkræ.

Igennem de seneste 15 år er der ved vandmiljø-, pesticid- og ammoniakhandlingsplaner gennemført en række tiltag for at mindske landbrugets forurening (se afsnit 1.3). Derved er landbrugets brug af gødning og pesticider nedsat, og udledninger af næringsstoffer til vandmiljøet og udslip til luften af ammoniak og metan er reducerede. I de omkringliggende lande med en intensiv landbrugsproduktion er der gennemført tilsvarende tiltag for at mindske landbrugets forurening. I Holland faldt udslippet af ammoniak med 45% fra 1990 til 2002, mens faldet i Danmark i samme periode var 26%. Det mindre fald i Danmark skyldes bl.a. en stigende produktion af svin i perioden, mens produktionen i Holland har været faldende.<sup>5</sup>

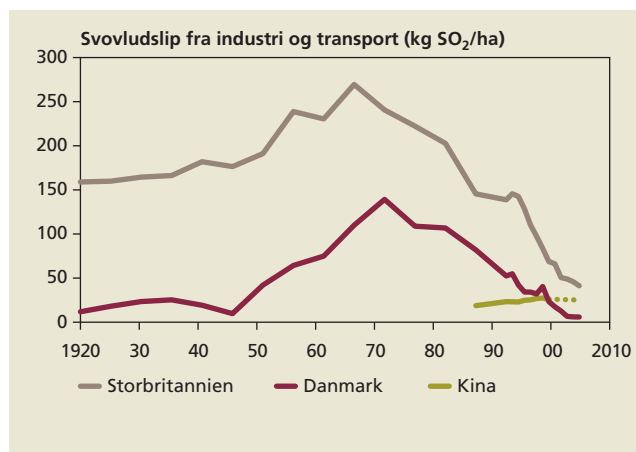
En del af EU's landbrugsstøtte går til ekstensivt landbrug. Forudsætningen for at modtage denne form for støtte er, at lokale myndigheder udpeger landbrugsarealer, hvorpå der kan dyrkes miljøvenligt eller ekstensivt. I 2002 var 25% af det samlede landbrugsareal i de 15 gamle EU-lande udpeget som ekstensivt. Sverige, Finland, Østrig og Luxembourg har udpeget mere end 80% af deres landbrugsareal, hvorimod Danmark ligger blandt de laveste med 11%.<sup>6</sup> Tallene afspejler, at kun en mindre del af det danske landbrugsareal dyrkes ekstensivt.

Der sker også en grøn udvikling af det danske landbrug. Godt 6% af landbrugsarealet dyrkes økologisk. Det er næsten dobbelt så meget som gennemsnittet i EU, men mindre end fx Sverige (13%), Schweiz (10%) og

Figur 6.2

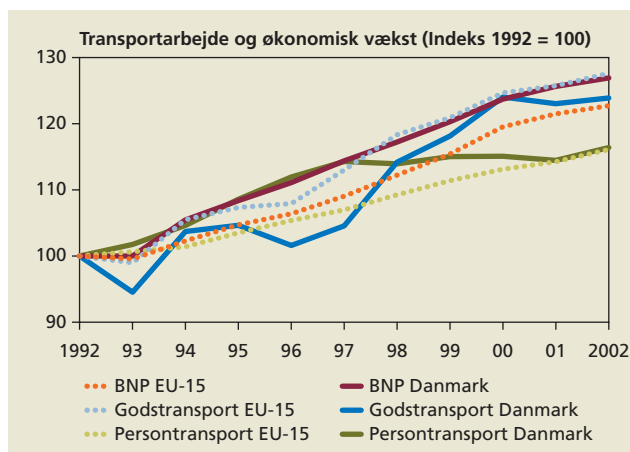
I årene efter Anden Verdenskrig steg det danske udslip af svovldioxid kraftigt som følge af industrialisering og øget transportbehov. Udviklingen vendte i starten af 1970'erne, idet man bl.a. begyndte at installere afsvovlingsanlæg og reducere brugen af kul til fordel for naturgas og olie. Det danske udslip har siden 2000 ligget på 6 kg SO<sub>2</sub> pr. hektar. Også Storbritannien og de fleste andre lande i Europa har reduceret SO<sub>2</sub>-udslippet dramatisk, hvorimod SO<sub>2</sub>-udslippet er stigende i udviklingslande som Indien og Kina. I Kina steg udslippet fra 19 kg SO<sub>2</sub> pr. ha i 1985 til 26 i 1997. Der er tvivl om, hvorvidt udslippet er steget yderligere de senere år. Det er Kinas officielle mål at reducere til 19 kg SO<sub>2</sub> pr. ha inden 2005. Det skal ske ved at lukke kulminer, effektivisere energiproduktionen og udbygge vandkraften.

Kilder: FN, 2004,<sup>12</sup> Mylona, 1996<sup>13</sup> og Streets et al., 2000.<sup>14</sup>



Figur 6.3

Både i Danmark og i EU ses en tæt kobling mellem stigning i bruttonationalprodukt (BNP) og transportarbejde. Det stigende transportarbejde fører til øget miljøbelastning, og transportsektoren er den sektor i EU, der har den største vækst i energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udledning. Kilde: EU, 2004.<sup>4</sup>



Østrig (10%).<sup>7</sup> Produktionen af økologiske varer i Danmark steg kraftigt i 1980-90'erne men er i de seneste par år stagneret (se afsnit 1.3). Dyrkning af økologiske afgrøder er i stærk fremgang i USA, Sydamerika og Østeuropa og i mindre vækst i de fleste vesteuropæiske lande.

### Affald og forbrug

Affaldsmængderne fra danske husholdninger stiger fortsat. Hver dansker smider i dag 1,5 kg affald ud om dagen, hvilket er 13% mere end i 1994. Ifølge OECD er danskerne blandt de lande i verden, der producerer mest affald.<sup>8</sup>

Ifølge Miljøstyrelsens basisfremskrivning af affaldsmængderne forventes den totale mængde af husholdningsaffald i Danmark at øges med en fjerdedel frem til 2020. Tilsvarende forudser OECD, at mængden af affald fra husholdninger vil stige med ca. 30% i OECD-landene og 60% udenfor OECD frem mod år 2020. De stigende affaldsmængder afspejler en stigning i det private forbrug. Sammenlignet med andre lande gør Danmark forholdsvis store bestræbelser på at håndtere affaldet via en høj grad af forbrænding og genanvendelse.

Danmark er således det eneste land i verden, hvor under 10% af dagrenovationen ender på lossepladsen. I de fleste andre lande ender over halvdelen af det indsamlede affald på lossepladsen. Hovedparten af den danske dagrenovation forbrændes, mens omkring 16% genanvendes.<sup>9</sup> Genanvendelsesgraden ligger tæt på det europæiske gennemsnit, der dog spænder vidt – fra 8% i Grækenland til 60% i Østrig.<sup>10</sup>

Indsamling og genanvendelse af papir, glas og emballage er udbredt i Danmark, Tyskland og Sverige, hvormod indsamling i Italien, Spanien, Grækenland og de nye EU-lande er mere begrænset.

Figur 6.4

I dag renses næsten 90% af det danske spildevand på kommunale rensningsanlæg mod godt 50% i 1970'erne. Samme udvikling er sket i de fleste andre industrialiserede lande med Holland, Schweiz, Tyskland og Sverige i top, hvormod kun lige over halvdelen af spildevandet renses i Spanien, Polen og Grækenland, 20% i Tyrkiet og Mexico, og endnu mindre i de fleste udviklingslande.<sup>15</sup> Billedet viser et rensningsanlæg i Gryfice, Polen.





### 6.3 Danmarks globale miljøaftryk

Varer, ydelser og arbejdskraft udveksles i større og større omfang – på kryds og tværs af kontinenter og landegrænser. Kaffebønner eksporteres fra Mellemamerika til Europa, svinekød fra Danmark til Japan, computersoftware fra Indien til USA, legetøj fra Kina til Danmark, råolie fra Mellemøsten til Vesten osv. Ifølge WTO er verdenshandelen steget med 270% siden 1980.

Den øgede globale samhandel betyder, at mange varer og industriers miljøpåvirkning har en global karakter. Hvis en dansker fx køber en computer, vil brugen af den føre til en belastning af miljøet i form af strømforbrug og bortskaffelse af den gamle. Men der vil også være en miljøpåvirkning i forbindelse med produktionen af computeren. Det kan være på en fabrik i Taiwan og ved udvinding af metallerne i en afrikansk mine. Miljøpåvirkningen sker fra "vugge til grav", dvs. fra udvinding af råmaterialer til udsmidning. At have en computer i et dansk hjem påvirker ikke bare miljøet herhjemme men også globalt.

Der findes forskellige metoder og indekser til at opgøre et lands eller en befolknings samlede globale miljøpåvirkning. Metoderne tager udgangspunkt i forskellige faktorer og giver derfor ikke nødvendigvis samme billede.

#### Vægten af produktion og forbrug

En metode til at vurdere et lands samlede miljøpåvirkning er at opgøre vægten af de varer og ressourcer, som befolkningen forbruger. Regner man det hele med og lægger vægten af de ressourcer, som Danmark selv udvinde fra naturen (119 mio. tons), sammen med vægten af de varer og materialer, vi importerer (46 mio. tons), var det danske forbrug på 165 mio. tons i 2001.<sup>16</sup> Dette tal eller indeks kaldes også for DMI ("Direct Material Input"). Det svarer til, at hver dansker bruger ca. 31 tons materialer om året, hvilket er ca. 8 tons mere end i starten af 1980'erne.

Udvinding af sten, grus og ler i Danmark udgør den største del (61 mio. tons) af det danske DMI. Der-

næst kommer fossile brændsler, foder og fødevarer. Det danske DMI er et af Europas højeste kun overgået af Norge (pga. olien) og Finland (pga. skovdrift). Det gennemsnitlige DMI i EU er 16 tons pr. indbygger; altså godt det halve af det danske.<sup>16</sup>

Målt i tons udgør fossile brændsler den største del af Danmarks udenrigshandel. Danmark havde en nettoeksport af olie og gas på 8 mio. tons i 2001, men importerede til gengæld 7 mio. tons kul til landets kraftvarmeværker. Samlet set eksporterer Danmark næsten lige så meget (41 mio. tons), som vi importerer (46 mio. tons). Det viser – ifølge denne beregningsmetode – at Danmark ikke i væsentlig grad trækker mere på andre landes ressourcer end udlandet trækker på danske ressourcer.

Udover at angive materialernes direkte vægt kan man også medregne den "økologiske rygsæk". Den økologiske rygsæk er det ekstra ressourceforbrug, der følger med fremstilling af en råvare udover varens egen vægt. Fx går der tre kg ressourcer (brudt

klippemateriale mv.) til at fremstille et kg jern, fire kg træ til at fremstille et kg bøgetømmer, 250 kg råalm til at fremstille et kg kobber og hele 400 tons til at fremstille et kg guld.<sup>17</sup> Den økologiske rygsæk kan også beregnes for færdige produkter. Den økologiske rygsæk for en computer er beregnet til 1,5 ton – ca. 100 gange mere end computerens egen vægt. Det skyldes især indholdet af metaller, der er udvundet ved minedrift, samt brug af kemikalier og plast.

Hvis vi medregner den økologiske rygsæk i DMI, får vi indekset TMR ("Total Material Requirement"), der betegner et lands totale træk på indenlandske og udenlandske ressourcer. Danmarks TMR er beregnet til 369 mio. tons eller ca. 68 tons pr. indbygger (1997),<sup>18</sup> hvilket er mere end det dobbelte af DMI. Heraf importeres 200 mio. tons svarende til 54% af TMR. For DMI udgør importen derimod kun 28%. Det indikerer, at de varer og materialer, Danmark importerer, har en tungere økologisk rygsæk, end de varer og materialer, der udvindes og produceres her-

hjemme. Det skyldes især den danske import af kul, metaller, ædelstene og forarbejdede varer som biler, elektronik og kunstgødning, der alle har en tung økologisk rygsæk. Danmarks udvinding af sten, grus og ler og produktion af fødevarer har derimod en relativt lille økologisk rygsæk.

TMR har tidligere været en af de danske indikatorer for bæredygtig udvikling. Men problemer med at beregne materialernes økologiske rygsække har ført til, at TMR ikke længere er medtaget. Kun få lande har beregnet deres TMR, mens DMI er beregnet for de fleste i-lande og nogle u-lande.

Samlet set giver DMI og TMR et billede af en befolknings materielle forbrug, både set i forhold til landets egne ressourcer og i forhold til de ressourcer, som man må trække på i udlandet. En begrænsning i metoden er, at miljøeffekten af forskellige materialer ikke er ens. Fx vejer kemikalier ganske lidt, men har en større og anden miljøpåvirkning pr. kg end fx udvinding af sten og grus. Dette aspekt tages der ikke hensyn til i beregningen af DMI og TMR.

Et fald i DMI (eller TMR) samtidig med en vækst i økonomien er et signal om en ændring i et lands produktionsstruktur over imod en mindre andel af materiel produktion og en større andel af produktion af tjenesteydelser. DMI i Danmark steg imidlertid med 16% fra 1990 til 2001.

### Det økologiske fodspor

Begrebet "det økologiske fodspor" blev introduceret i starten af 1990'erne<sup>19</sup> og anvendes af en række miljøforskere og -aktører, bl.a. WWF Verdensnaturfonden, til at illustrere, hvor bæredygtig verdens og de enkelte landes udvikling er. Et lands fodspor angiver det samlede globale areal, der er nødvendigt for at dække befolkningens forbrug.

Hver dansker har et beregnet økologisk fodspor på 6,4 hektar, udregnet i 2001.<sup>20</sup> Det svarer til, at den danske befolkning tilsammen beslaglægger et areal på 34 mio. ha, hvilket er otte gange mere end Danmarks landareal og 80% mere end biokapaciteten, der er en udregning af et lands samlede biologisk produktive areal (land og hav).

Figur 6.5

Danmarks udvinding og forbrug af ressourcer som olie, gas, råstoffer, tømmer og landbrugsafgrøder var i 2001 på 119 mio. tons. Udvinning af sten, grus og ler, der anvendes indenfor byggeindustrien, udgør den største del af det danske materialeforbrug. Dernæst kommer fossile brændsler, foder og fødevarer. Danmarks samlede forbrug (egen udvinding + import) er på 165 mio. tons materialer, svarende til at hver dansker bruger 31 tons materialer om året. Hvis man fra dette fratækker eksporten, der især udgøres af olie og gas, får man det indenlandske forbrug, der er på 124 mio. tons.

Danmark har en nettoeksport af olie og gas, men importerer til gengæld kul til landets kraftvarmeværker.

Sammenlignet med andre europæiske lande har Danmark et af de højeste ressourceforbrug – næsten det dobbelte af EU-gennemsnittet. Norges høje forbrug skyldes landets olieudvinding.

Internationale betegnelser:

DE = "Domestic Extraction"

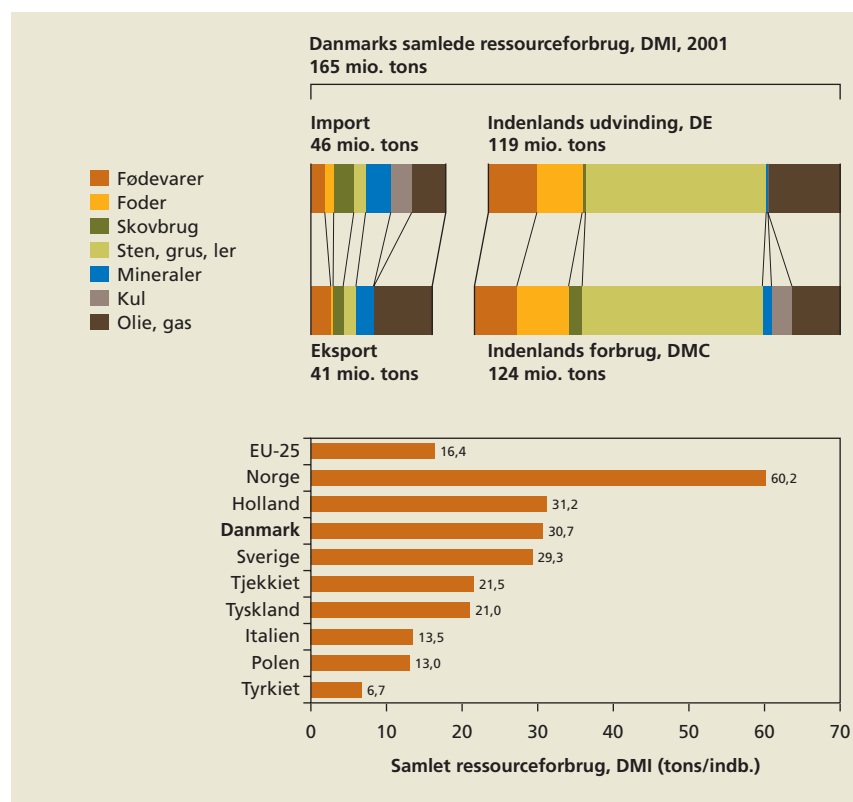
DMC = "Domestic Material Consumption"

DMI = "Direct Material Input"

DMI = DE + Import

DMC = DE + Import – Eksport

Kilder: Eurostat, 2004<sup>16</sup> og Moll, 2003.<sup>24</sup>



At det økologiske fodspor er større end biokapaciteten betyder, at Danmark enten tærer på egne naturressourcer hurtigere end de kan gendannes eller beslaglægger bioproduktive arealer i udlandet. Eller begge dele.

Målt pr. indbygger har USA, De Forenede Arabiske Emirater og Kuwait de største fodspor i verden (9,5-9,9 ha pr. indbygger). Lavest ligger Somalia og Afghanistan med hhv. 0,4 og 0,3 ha pr. indbygger. I gennemsnit er det økologiske fodspor 2,2 ha pr. verdensborger.<sup>20</sup>

Det totale globale fodspor er steget med 70% siden 1970; fra 7,8 mia. ha til 13,5 mia. ha. Jordklodens samlede biokapacitet er beregnet til 11,3 mia. ha, hvilket er omkring en fjerdedel af

Jordens overflade. Menneskets økologiske fodspor overskrider således Jordens biokapacitet med 21%. Det betyder, at mennesket tærer på Jordens naturkapital hurtigere end den genskabes.

Metoden har dog nogle begrænsninger. Fx er det ikke muligt at tage højde for giftigheden af kemikalier eller arters uddøen i fodsporet. Modsat er energidelen blevet kritiseret for at være overestimeret, idet energiproduktionen fra fossile brændsler omregnes til det skovareal, der er nødvendigt for at opsuge CO<sub>2</sub> fra energiproduktionen eller erstatte de fossile brændsler med biomasse som energikilde. Hvis man i stedet regnede med, at energien kunne produceres

med fx vindmøller, ville det krævede areal være op mod en faktor 100 mindre.<sup>21</sup> Det ville have stor betydning for det samlede fodspor, idet energidelen udgør op mod halvdelen af dette.

Det økologiske fodspor er et pejlemærke for et lands samlede indenlandske og udenlandske ressourceforbrug. Et land kan sammenlignes med andre lande og forbruget kan ses i forhold til landets egen naturkapital. Samlet set har Danmark et af verdens største fodspor, og det danske ressourceforbrug skal – ifølge denne beregningsmetode – næsten halveres for at undgå, at Danmark tærer på egen og andre landes naturkapital.



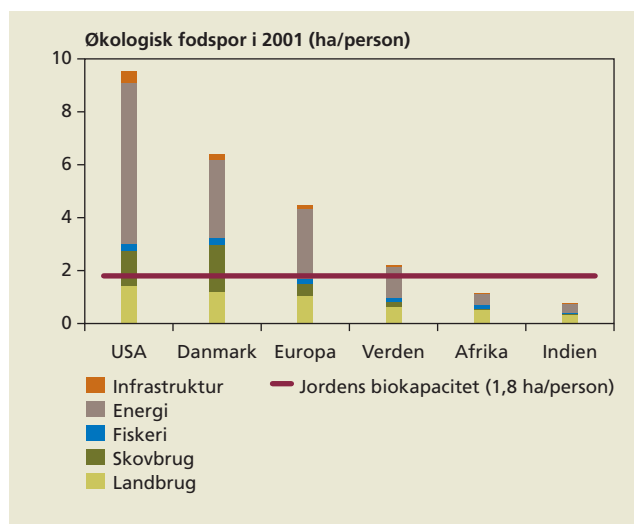
Figur 6.6

Danmark er et ressourcefattigt land, når det drejer sig om forekomst af kul og metaller. Vi må importere kul, jern, aluminium, kobber, guld, sølv og ædelstene og er på den måde afhængige af minedrift i udlandet. For mange lande udgør minedrift en stor påvirkning af miljøet, idet udvindingen er energi- og kemikaliekrevende ligesom affaldsmængderne fra det brudte materiale er store.

Det totale ressourceforbrug ved minedrift (bl.a. kemikalier, overjord og brudt klippemateriale) er langt større end det udvundne metals færdige vægt. Eksempelvis går der 5 tons ressourcer til at fremstille 1 ton aluminium, mens faktoren er 250 for kobber, 9.600 for sølv og 390.000 for guld.<sup>17</sup>

Bag en guldring på 10 gram ligger der således et totalt ressourceforbrug på næsten 4 tons. Det ekstra ressourceforbrug kaldes den "økologiske rygsæk", der ikke er umiddelbart synlig, men har en stor betydning i lande med minedrift.

Sydafrika er den største guldproducent i verden med 14% af verdensproduktionen i 2004.<sup>25</sup> Guldminerne er af stor betydning for landets økonomi og beskæftiger 400.000 mennesker. Men store bjerge med kemikalieforurenet jord er blevet et almindeligt syn og et stort problem, fordi jorden er for giftig til at kunne anvendes eller beboes.



Figur 6.7

Det økologiske fodspor er her angivet som det areal, der er nødvendigt for at dække en gennemsnitsindbyggers forbrug. Danmarks økologiske fodspor er 6,4 ha pr. indbygger, hvilket er tre gange højere end verdensgennemsnittet og næsten fire gange højere end Jordens biokapacitet. Danmarks egen biokapacitet er imidlertid 3,5 ha pr. person, hvilket betyder at Danmarks natur er omkring dobbelt så ressourcerig som verdensgennemsnittet. Ifølge denne metode skulle Danmark nedsætte forbruget fra 6,4 ha til 3,5 ha for ikke at tære på egen eller andre landes naturkapital.

Energiforbruget er angivet som det skovareal, der er nødvendigt for at dække energiforbruget med biomasse. Energiforbruget udgør den største andel af danskerne forbrug. Dernæst følger skovbrug (brug af tømmer, papir, juletræer m.v.) og landbrug (fødevarer og foder).

Infrastruktur står for bebyggelse, veje og jernbaner m.v.  
Kilde: Verdensnaturfonden WWF, 2004.<sup>20</sup>

## Indeks for miljømæssig bæredygtighed

Ved at udvælge en række miljøindikatorer og vægte dem indbyrdes i ét samlet indeks, kan man få et mål for et lands samlede miljøprofil. Netop dette princip bygger det internationale indeks ESI på. ESI står for Environmental Sustainability Index og er konstrueret ved at tage gennemsnittet af 76 indikatorer for miljøkvalitet, forurening, menneskets sundhed, social og institutionel kapacitet, økonomisk velstand og global deltagelse.

ESI blev senest offentliggjort i 2005 på baggrund af en omfattende indsamling af data dækkende en ti-års periode. Ud af 146 lande ligger Danmark på en 26. plads på ESI-listen.<sup>22</sup> En høj befolkningstæthed, et højt ressourceforbrug og en lav forekomst af naturområder trækker fra i Danmarks ESI-værdi, mens effektiv regulering og et højt vidensniveau tæller på plussiden.

Øverst på listen ligger Finland, Norge og Uruguay. De lande, der ligger bedst placeret er kendetegnet ved at have mange naturområder, en lav befolkningstæthed og en effektiv håndtering af miljø- og udviklingsproblemer.

ESI har – ligesom det økologiske fodspor, den økologiske rygsæk og de indeks, der er baseret på massestrømsberegninger fx DMI – skabt en del debat i medierne og blandt fagfolk. Et af de vigtigste kritikpunkter mod ESI er, at indekset favoriserer de industrialiserede lande ved at medtage for mange indikatorer for økonomisk velstand (fx BNP) og teknologisk udvikling. Forskerne bag ESI argumenterer imidlertid for, at de har anvendt de typer data, der er tilgængelige, og at der trods alt er 11 ikke-OECD-lande på top 20.

Der er også udviklet andre metoder og indeks til at beskrive miljømæssig bæredygtighed. Men for mange af disse mangler en konsensus om deres anvendelighed. Ofte er datagrundlaget også sparsomt. Det gælder eksempelvis det hollandsk udviklede Naturkapital-indeks (NKI).<sup>22</sup> Indekset opgøres som produktet af naturens kvantitet (areal af naturområder i %) og naturens kvalitet (forekomst af udvalgte arter i %). Hollands NKI er for år 2000 beregnet til 18 % ud fra et samlet naturareal på 41 % og en gennemsnitlig naturkvalitet på 44 %. I

1900 var Hollands NKI 55 %, altså et drastisk fald over 100 år. Hidtil er NKI kun beregnet for Holland, idet beregningen af naturkvalitet er kompliceret og dækker over opgørelser af mange plante- og dyrearter.

## Samlet vurdering

De her beskrevne indeks, DMI, TMR, det økologiske fodspor og ESI, er blandt de mest anvendte til at beskrive et lands overordnede miljøprofil. Generelt ligger Danmark i den tunge ende af disse miljøindeks. For DMI ligger Danmark sjettesidst ud af 28 europæiske lande og for det økologiske fodspor niendesidst ud af 147 lande. Det afspejler, at danskerne har et højt forbrug af ressourcer. Bedre ser det ud for ESI, hvor Danmark er nummer 26 ud af 146 lande. Det skyldes, at der i ESI udover ressourceforbrug og miljøtilstand også vægtes hensyn til miljøregulering, vidensniveau og økonomisk velstand – tre områder, hvor Danmark klarer sig relativt godt.

Figur 6.8

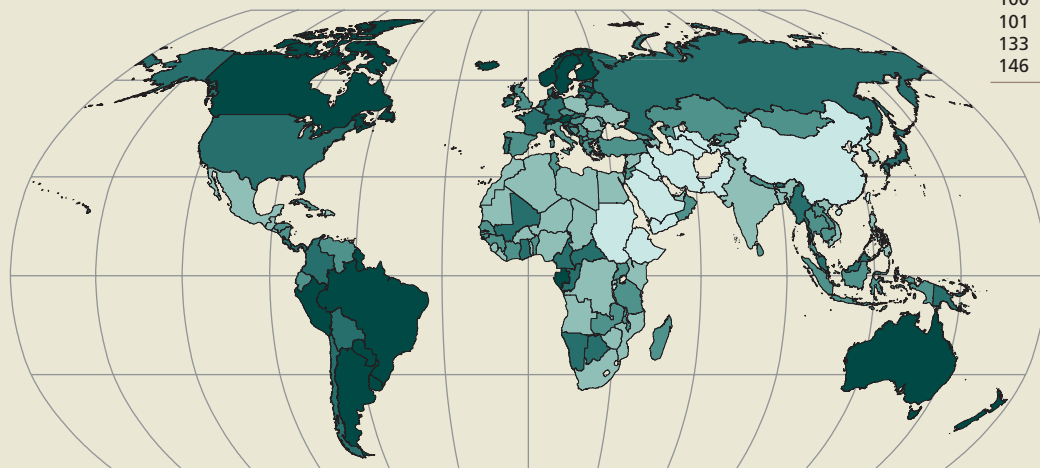
Kortet viser landenes Environmental Sustainability Index (ESI) værdi angivet ved en farve. Jo højere værdi, jo tættere er landet på en miljømæssig bæredygtig udvikling.

Finland har den højeste score på ESI, 75,1 ud af 100 mulige points. De lande, der ligger i top fem, er – ifølge forskerne bag undersøgelsen – alle kendetegnet ved at have mange naturområder, en lav befolkningstæthed og en effektiv regulering af miljø- og udviklingsområdet.

Danmark ligger nummer 26 ud af listens 146 lande. Effektiv regulering og et højt vidensniveau tæller på plussiden, mens en høj befolkningstæthed, et højt ressourceforbrug og en lav forekomst af naturområder trækker fra i Danmarks ESI-værdi.

Kilde: Yale og Columbia Universiteter, 2005.<sup>22</sup>

Placering	Land	ESI points
1	Finland	75,1
2	Norge	73,4
3	Uruguay	71,8
4	Sverige	71,7
5	Island	70,8
26	Danmark	58,2
31	Tyskland	56,9
45	USA	52,9
100	Kenya	45,3
101	Indien	45,2
133	Kina	38,6
146	Nordkorea	29,2



Environmental Sustainability Index (ESI) 2005

59,7 - 75,1 Mest bæredygtig  
52,5 - 59,6  
46,6 - 52,4  
40,5 - 46,2 Mindst bæredygtig  
29,2 - 40,0





## 6.4 Udflytning og globalisering

Set på lokalt niveau er forureningen i Danmark generelt faldet. Tiltag som rensning af spildevand og filtrering af skorstensrøg har reduceret den mest synlige forurening. Men en del af forklaringen på en forbedret miljøpræstation i Danmark skal også findes i en ændret international arbejdsdeling, hvor den mere miljøtunge produktion flytter fra de industrialiserede lande til udviklingslande og lavtlønslande i bl.a. Asien og Sydamerika.

Det er især lavere løn- og produktionsomkostninger, der er drivkraft bag udflytningen. Men miljøproblemerne følger ofte med. Landene i Nord bliver renere, mens landene i Syd bliver mere forurenede.

### Den miljøtunge industri lukker i Danmark

En række forurenende produktioner som skibsværfter, garverier, papirmøller og gødningsfabrikker findes stort set ikke længere i Danmark. Det betyder ikke, at den miljøbelastende produktion ikke længere eksisterer; den findes bare i stigende omfang uden for Danmark.

Det gælder fx inden for skibsindustrien, hvor produktion og skrotning i dag især foregår i Asien. Tidligere havde Danmark en række større skibsværfter, men de måtte lukke i 1980-1990'erne som følge af øget global konkurrence. Lindøværftet er det eneste betydende skibsværft, der er tilbage. Produktionen af skibe – og derved også en relativ forurenende industri med et højt energi- og ressourceforbrug – er flyttet sydøstpå til lande som Sydkorea, Taiwan og Kina.

Et andet eksempel er læderindustrien, hvor Danmark indtil 1990'erne havde adskillige garverier, der bl.a. anvendte miljøskadelige krom-forbindelser til at garve skind. I dag er der kun et par mindre garverier tilbage, og ingen af dem anvender krom. De øvrige garverier er flyttet til Østeuropa og Asien.

De sidste danske papirmøller, der producerede papirmasse ud fra træ, lukkede i 1990'erne. I dag er papirindustrien blevet effektiviseret og samlet på større fabrikker, bl.a. i Sverige og Finland. Derved er det lykkedes at reducere brugen af vand og kemi-

kalier, der ellers tidligere udgjorde en stor miljøbelastning.

Også en række kemifabrikker er inden for de seneste ti år lukket i Danmark. Det gælder Sojakagefabrikken i København og Proms Kemiske Fabrik i Sydsjælland, og i 2004 lukkede den sidste danske gødningsfabrik i Fredericia.

Lukning og udflytning af den miljøtunge del af dansk industri er en medvirkende årsag til, at miljøtilstanden er forbedret i Danmark. De varer som Danmark tidligere fik produceret på forurenende virksomheder herhjemme, importeres i dag i højere grad fra virksomheder i udlandet.

### Outsourcing til lavtlønslande

Outsourcing, dvs. virksomheders udflytning af jobopgaver til andre lande, er en anden væsentlig drivkraft bag den nye globale fordeling af forurenende produktion og aktiviteter. Virksomheder i EU vælger i højere grad at flytte den arbejdstunge del af deres produktion til lavtlønslande i Asien og til dels i Sydamerika og Afrika.

Da der ikke eksisterer nogen officiel dansk registrering af outsourcing, er det svært at sige noget samlet om omfanget, men spørgeskemaundersøgelser indikerer en stigning de seneste år.<sup>26</sup> I en undersøgelse fra 2004 fremgår, at 68 % af danske virksomheder med over 20 ansatte har udflyttet aktiviteter inden for de seneste tre år.<sup>27</sup> Især udflytning af produktion til lavtlønslande som Kina, Indien og de nye EU-medlemslande er i stærk vækst. 46 % af de danske virksomheder har udflyttet til lavtlønslande de seneste tre år, og 72 % forventer at gøre det i de kommende tre år.

Eksempelvis har Royal Copenhagen flyttet dele af produktionen af porcelæn til Thailand, Ecco får produceret sine sko i bl.a. Indonesien, GN Netcom har flyttet sin produktion af trådløse headsets til Kina, og Lego har planer om at flytte produktionen til

Kina. Også landbruget outsourcer, fx har Poldanor, ejet af danske svineproducenter, etableret en produktion af 400.000 slagtesvin årligt i Polen.

Det er ønsket om lavere løn- og produktionsomkostninger, der er årsagen til, at danske virksomheder udflytter en række jobfunktioner. Gennemsnitslønnen er seks gange lavere i Kina og 20 gange lavere i Indien end i Danmark.<sup>28</sup> Endvidere fremmes outsourcing af, at det op gennem 1980-90'erne er blevet væsentligt billigere at transportere varer over lange afstande.

#### Forbrugets globale miljøcyklus

Danmark importerer en række forbrugsgoder fra udlandet, fx tropisk træ, eksotiske frugter, elektronik, hårde hvidevarer, biler og legetøj. Mange af disse varer er blevet meget billige – en dvd-afspiller kan fås for under 500 kr., en t-shirt til 30 kr. eller et styk-

ke plastlegetøj til 10 kr. Det betyder, at mange danskere har mulighed for et højt forbrug af disse varer.

I selve brugsfasen af et produkt er miljøbelastningen ofte af mindre karakter, på nær produkter, der har et højt energiforbrug. Miljøbelastningen finder i højere grad sted dér, hvor produkterne fremstilles, hvor råstofferne udvindes og forarbejdes, og hvor produkterne i sidste ende skrottes eller smides ud. For mange forbrugsgoder foregår de nævnte faser af produktets livscyklus i udlandet, mens selve brugsfasen er i Danmark.

Vores viden om, hvilken miljøbelastning, der følger med produktion i udlandet af varer til det danske marked, er begrænset. Der findes ikke et samlet billede af, hvilken miljøregulering og -kontrol, der gælder for produktion af de varer, vi importerer fra udlandet.

Varer produceret i Europa er som oftest underlagt samme miljøregulering som i Danmark, mens varer fra en række udviklings- og lavtlønslande produceres under mindre strenge miljøkrav. Det kan betyde problemer med forurenede spildevand, højt energiforbrug, luftforurening og miljøfarligt affald.

I det følgende gives eksempler på sammenhængene mellem danske aktiviteter og forbrug og miljøpåvirkninger i udlandet.



**Figur 6.9**

Forureningen af Københavns Havn er faldet de senere år som følge af lukning af forurenende industri som Sojakagefabrikken. Vandet er blevet så rent, at kommunen har kunnet åbne havnebade.

I Shanghai er billedet det modsatte. Stor afhængighed af kul som energikilde både til den hastigt stigende industri og til private husholdninger har ført til omfattende problemer med smog i byen. Ligeledes er byens floder og havnebassin stærkt forurenede.

Mange udviklingslande som Kina oplever i disse år en kolossal vækst i industriproduktionen og dermed i forureningen. I mange i-lande er forureningen fra industrien derimod faldende.

## Elektronikindustrien tynger miljøet i Asien

Danmark havde i 1960-1970'erne flere radio- og fjernsynsfabrikker. Senere kom også virksomheder, der producerede datamaskiner (computere). Det er nu fortid. Elektronikproduktion (og -skrotning) foregår i dag først og fremmest i Asien, hvilket betyder, at en stor del af miljøpåvirkningen inden for elektronikindustrien ligger langt fra Danmark. Selv europæiske firmaer som Nokia, Siemens og B&O har placeret de fleste produktionsfaciliteter i Asien.

Den overvejende miljøbelastning fra elektronikprodukter som computere og mobiltelefoner ligger i forbruget af miljøskadelige stoffer som bromerede flammehæmmere, tungmetaller og PVC, i energiforbruget ved produktion og anvendelse, samt når produktet ender som affald.

Metallerne til det elektroniske udstyr udvindes i miner spredt over hele verden. Her er der en omfattende miljøbelastning fra et højt energi- og kemikalieforbrug, ligesom affaldsmængderne, dvs. det brudte klippe-materiale, er store.

Det meste af verdens elektronikskrot ender i Kina, Indien og Vestafrika, hvor metaller, glas og plastik udvindes fra skrottet. Det foregår ifølge en rapport fra FN's miljøprogram ofte under ringe hensyn til miljø og arbejdsmiljø.<sup>29</sup> Computer-chips og

kondensatorer smeltes over glødende kul for at udvinde guld. Ledninger brændes af for at fjerne plastikken fra kobberet. Herved udsendes giftige dioxindampe. Og det, der ikke kan bruges, kasseres i lokalområdet, der således forurenes med tungmetaller og andre skadelige stoffer.

Elektronikindustrien er et eksempel på en industricyklus, hvor miljøbelastningen kun i mindre grad findes i det land, hvor varen anvendes. Danmarks import af elektronisk udstyr som fjernsyn, mobiltelefoner og mp3-afspillere ligesom eksporten af elektronisk skrot er årsag til påvirkninger af miljøet i udlandet, især i Asien. Den globale miljøeffekt ved elektronikprodukter kan mindskes ved, at Danmark og andre lande stiller miljøkrav til produkterne og i højere grad selv håndterer eller genbruger kasseret udstyr.

## Tekstilindustrien er global

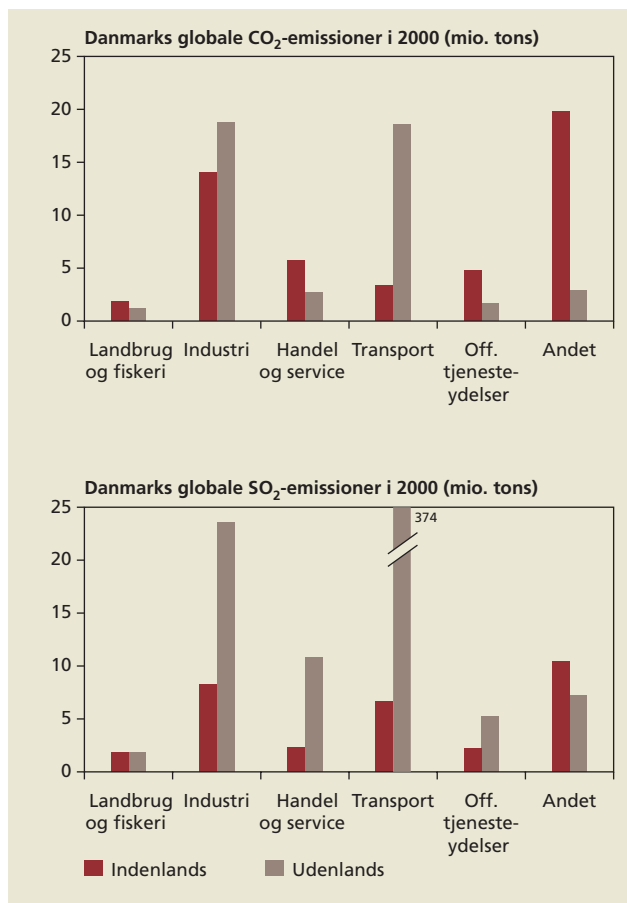
Danskernes tøjforbrug indebærer en væsentlig miljøpåvirkning i de lande, der dyrker bomuld, og i de lande, der har tekstilindustri. En dansker køber i gennemsnit 13 kg tøj og fire par sko om året. Tøjet bliver ofte designet i Danmark, mens produktionen foregår i udlandet. Leverandører af tøj og tekstiler er i dag geografisk meget spredt. En stor produktion af færdige tekstilvarer finder sted i Asien, de baltiske lande og Polen, og bomuld dyrkes i store dele af verden.

Dyrkning af bomuld er en af de mest miljøbelastende former for landbrug. Omkring 10% af det globale forbrug af pesticider anvendes på bomuldsmarkerne, selv om bomuld kun optager 2,5% af det opdyrkede areal.<sup>30</sup> Omkring en fjerdedel af det globale forbrug af insektmidler anvendes på bomuld. Dertil anvendes der i gen-

Figur 6.10

Forurening fra danske aktiviteter og virksomheder sker ikke bare her i landet men også i udlandet. Det gælder ikke mindst i forhold til luftforurening. Af Danmarks samlede globale udslip af CO<sub>2</sub> sker 52% indenlands og 48% udenlands. For udslippet af SO<sub>2</sub> sker kun 7% indenlands, mens 93% er udenlands. Den udenlandske forurening skyldes primært vores import af industrivarer, foder, mineraler m.v., der forårsager en forurening i de lande, hvor produkterne er fremstillet.

Transportsektoren adskiller sig fra de andre sektorer ved naturligt at have en stor aktivitet og derved forurening i udlandet. Således sker 85% af transportsektorens CO<sub>2</sub>-udslip og 98% af SO<sub>2</sub>-udslippet i udlandet. Det skyldes især bidraget fra skibstransporten, hvor Danmark har verdensomspændende aktiviteter. Skibe sejler på fuelolie, der er langt mere svovlholdig end brændstof til fx biler. Derfor står dansk skibstransport for 82% af det samlede danske SO<sub>2</sub>-udslip men kun for 19% af CO<sub>2</sub>-udslippet. Udenrigsflyvning er ikke medtaget i figuren. Kilde: Danmarks Statistik, 2004.<sup>35</sup>



nemsnit 8.000 liter vand til at dyrke 1 kg bomuld. Mange steder anvendes også kunstgødning.

Bomuldsdyrkingen udgør således en stor belastning af miljøet. Indien, Kina, USA og Pakistan har den største bomuldsproduktion (tilsammen 65% af verdensproduktionen), men også mange mindre udviklingslande producerer bomuld.

Udbredelsen af gensplejsede bomuldsplanter (den såkaldte Bt-bomuld, der har fået indsat et gen, der producerer en insektgift) har været stigende gennem de seneste år. I 2004 var 26% af verdens bomuld gensplejset.<sup>31</sup>

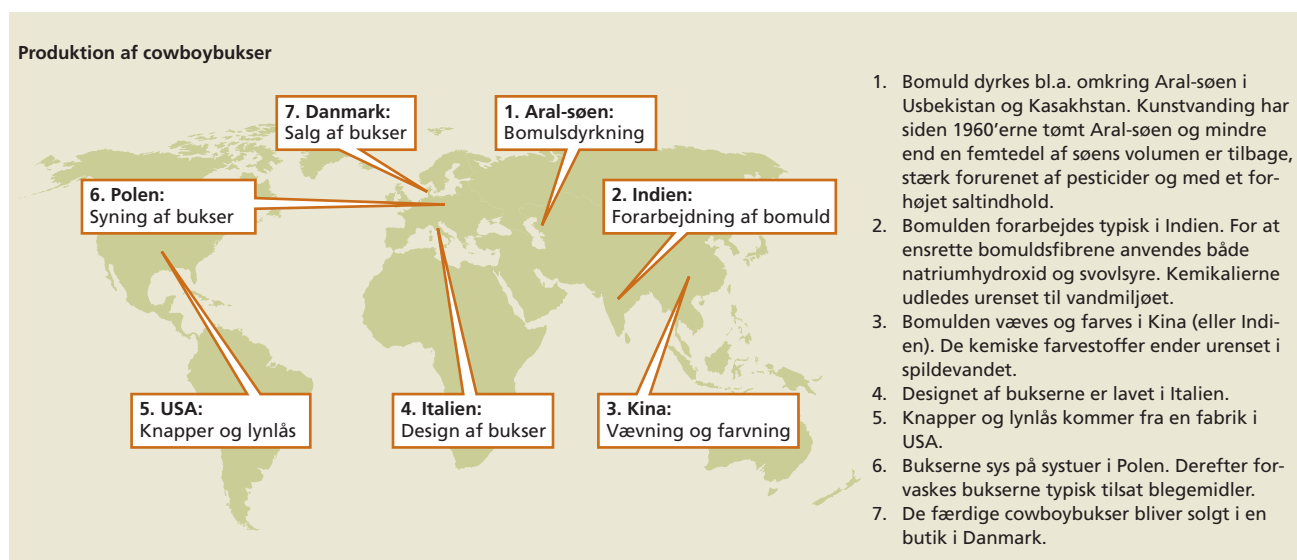
66% af den kinesiske bomuld er gensplejset, mens kun 6% af den indiske er gensplejset. Der er uenighed om, hvorvidt gensplejset bomuld er bedre for miljøet end den konventionelle bomuld.

En del tøj fremstilles af kunstfibre som polyester. Polyester fremstilles ud fra olie og kræver altså energi. Til gengæld er der intet forbrug af pesticider og kunstgødning.

Tekstilindustrien anvender en række kemikalier. Der anvendes farver med tungmetaller, fx krom, bly, tin og nikkel og også azofarvestoffer, der kan være kræftfremkaldende. Der an-

vendes klor til blegning og formaldehyd til at gøre bomulden "strygefri".

Danskernes tøjforbrug indebærer således en miljøpåvirkning i de lande, der dyrker bomuld, og i de lande, der har tekstilindustri. Der findes forskellige miljømærker rettet mod tekstiler. EU's miljømærke Blomsten og det nordiske Svanen sikrer, at tøjet overholder en række miljøkrav. Udbuddet af økologisk tøj er stigende. Importører af tekstiler kan også efterspørge håndplukket bomuld, hvor anvendelse af sprøjtemidler er reduceret eller ikke anvendt.



Figur 6.11

Verdenskortet viser, hvordan miljøpåvirkningen ved produktion af et par cowboybukser kan fordele sig globalt.



Figur 6.12

Transporten er blevet væsentlig billigere de seneste 10 år, hvilket har ført til en øget fragt af varer på kryds og tværs af Jorden. Værdien af international handel med fødevarer er tredoblet siden 1960, og volumen er firedoblet. Figuren viser forskellen i transportindholdet for fødevarer, der enten importeres til eller er produceret i Danmark.

Kilde: Tilpasset efter Jones, 2001.<sup>36</sup>

## Dyrkning af sojabønner i Sydamerika

Dansk landbrug er i dag en sektor domineret af en stor handel med udlandet. Hvor danske landmænd tidligere var næsten selvforsynende med foder til husdyrene, importeres i dag store mængder fodringredienser. Det gælder de proteinrige sojabønner, der anvendes i foder til svin, kyllinger og kvæg. I 2004 importerede dansk landbrug 1,7 mio. tons sojakage fra Sydamerika.<sup>32</sup> Hovedparten (ca. 85 %) kommer fra Argentina, der har satset voldsomt på sojadyrkning. Den danske import af sojabønner svarer til et dyrkningsareal på næsten 1 mio. ha soja eller ca. 30 % af Danmarks landbrugsareal.

Argentina har øget sojaproduktionen fra 0,1 mio. ha i 1970 til 14 mio. ha i 2004.<sup>33</sup> Især omlægning af græsningsarealer og rydning af skov har banet vejen for sojaproduktion, og sojamarer optager nu et større areal end alle andre afgrøder til sammen. Hovedparten af sojabønnerne er gensplejse, så de kan modstå sprøjtemidlet Roundup og dyrkes intensivt i monokulturer.

Den argentinske sojaproduktion ventes at stige som følge af øget

global efterspørgsel og vil i de kommende år stå for omkring en tredjedel af Argentinas eksportindtægter.

Eksemplet illustrerer hvorledes, der er en udveksling imellem produktions- og forbrugssystemer i forskellige lande, så naturen i et land er påvirket af produktions- og forbrugsmønstre i andre lande. Dansk landbrug er afhængig af udenlandske naturressourcer, men udvekslingen går videre. Næsten 90 % af indtjeningen på svinekød kommer fra eksport til japanske, amerikanske og europæiske forbrugere, der således har en indirekte indflydelse på den danske miljøtilstand. Svinene selv optager ikke megen plads, men mængden af gylle, der spredes på markerne, udgør en væsentlig belastning af den danske natur og af vandmiljøet (som beskrevet i afsnit 1.3).

### Turisme belaster feriesteder

I 1950-60'erne begyndte turismen for alvor at udvikle sig i Danmark med fremvæksten af velfærdssamfundet og forbedrede transportmuligheder, så både bil-, bus- og flyture blev mere almindelige. Med charterrejserne blev udlandsrejser overkommelige at betale for de fleste, og mange danskere

fik mulighed for at tage flyet til steder som Costa del Sol og Mallorca.

I dag er fjernere rejsemål som Thailand, Cuba og amerikanske storbyer blevet almindelige, ligesom det er blevet populært at tage flyet på weekendtur til fx London, Paris eller New York. I 2003 foretog danskerne 3,3 mio. ferierejser til udlandet (med mindst fire overnatninger). Det er en stigning på 14 % på fem år og en tredobling siden de første tællinger blev lavet i 1972.<sup>34</sup>

Turisme kan være en stor miljømæssig belastning både for lokalområdet og for det globale miljø.

Miljøproblemer som øget vandforbrug, spildevandsudledning og affaldsproduktion belaster lokalsamfundene. Det ses tydeligt på masseturist-destinationer som Gran Canaria og Bali. Ligeledes er mange unikke turistmål naturområder, som ikke kan tåle påvirkning fra selv få turister. Transporten af turister, især flytrafikken, kræver store mængder fossilt brændstof. Den globale effekt af dette er øget udledning af CO<sub>2</sub> og dermed bidrag til drivhuseffekten.

Figur 6.13

Det globaliserede landbrug; fra argentinsk sojamarke til europæisk supermarked. Soja dyrkes i Argentina. Danske svin fortærer sojaen. Europæiske forbrugere spiser svinekødet. Efterspørgsel på svinekød har stor betydning for miljøet både i Danmark og Argentina.  
Kilde: Danmarks Statistik, 2005.<sup>32</sup>

#### Soja dyrkes i Argentina

- 14 mio. ha dyrkes med soja
- skov og pampas ryddes
- miljøet forurenes med sprøjtegifte



#### Svin produceres i Danmark

- 25 mio. slagtesvin produceres pr. år
- miljøet belastes med 9 mia. liter gylle pr. år
- miljøet forurenes med ammoniak og kvælstof



#### Forbrug af dansk svinekød

- Tyskland: 290.000 tons
- Storbritannien: 270.000 tons
- Japan: 240.000 tons





## 6.5 Danmarks rolle på den globale miljøscene

Miljøpolitik er i høj grad et internationalt anliggende. Efter FN's Verdensmøde om miljø og udvikling i Rio de Janeiro i 1992 er der vedtaget en række globale miljøkonventioner, fx om beskyttelse af biodiversitet og reduktion af udslippet af drivhusgasser. I EU reguleres miljøområdet i vid udstrækning på fællesskabs niveau.

Danmarks internationale profil på miljøområdet er et resultat af den aktive politik, som Danmark fører på området, fx gennem vores deltagelse i det internationale miljøsam arbejde og gennem vores miljøbistand til udviklingslande. Profilen skabes imidlertid også af, at Danmark fremstår som et eksempel på et land, hvor et højt velstandsniveau er kombineret med en relativ høj miljøeffektivitet.

### Danmarks internationale miljøengagement

Internationalt har Danmark gennem flere år arbejdet for en stærk global struktur til at fremme en bæredygtig udvikling, herunder fremme af internationalt miljøsam arbejde og -regulering. Danmark har underskrevet en

række internationale miljøkonventioner og -aftaler, eksempelvis Kyoto-aftalen om reduktion af drivhusgasser, aftaler om sikring af biodiversitet, Basel-konventionen om grænseoverskridende transport af farligt affald, en række konventioner på kemikalieområdet og Johannesburg-aftalen om bæredygtig udvikling.

Danmark har sammen med andre EU-lande været drivkraften bag vedtagelsen af Kyoto-aftalen, der sætter reduktionsmål for en række i-lande. Aftalen trådte i kraft i 2005 efter, at Rusland underskrev aftalen, i modsætning til USA. Danmark vil arbejde for, at også store lande som USA, Kina og Indien forpligter sig til at begrænse udslippet af drivhusgasser, når nye reduktionsmål skal forhandles i de kommende år.

Danmark har været drivkraft bag og var i 1998 vært for vedtagelsen af Århus-konventionen, der sikrer befolkningens ret til at få adgang til miljøoplysninger, til at deltage i miljøbeslutninger og til at klage og få afgørelser prøvet ved domstolene. Danmarks erfaringer med åbenhed i forvaltningen

har spillet en vigtig rolle. I dag har 45 lande fra Europa og det tidligere Sovjetunionen underskrevet aftalen.

Danmark og de fleste andre EU-lande, en række sydamerikanske lande, Canada, Kina, Sudan, Tunesien m.fl. har vedtaget nationale strategier for bæredygtig udvikling som anbefalet i Rio.<sup>37</sup> Strategierne, der for hovedpartens vedkommende blev præsenteret ved Rio+10-topmødet i Johannesburg i 2002, spænder fra generelle hensigtserklæringer til mere konkrete mål og tidsplaner for at nå en bæredygtig udvikling.

EU har vedtaget en fælles bæredygtighedsstrategi, der bygger på det princip, at "økonomiske, sociale og miljømæssige virkninger af alle politikker skal undersøges samordnet og tages i betragtning, når der træffes beslutninger."<sup>38</sup> Der skal således tages miljøhensyn i alle EU's politikområder. Mere konkret sigter EU's bæredygtighedsstrategi fx på at styrke udviklingen af vedvarende energi, så den dækker 22% af EU's elforbrug senest i 2010, og at stoppe nedgangen i den biologiske mangfoldighed senest i 2010.

Meget af den danske lovgivning på miljøområdet er baseret på fælles bestemmelser i EU. Det gælder i forhold til beskyttelse af naturområder (EU-habitater) og vandmiljø, GMO- og kemikaliepolitik og fremme af miljøvenligt landbrug. Danmarks miljøpolitik er en integreret del af EU's politik og også af de internationale miljøaftaler under FN.

### Danmarks miljøbistand

I erklæringen fra FN's miljøkonference i Rio i 1992 står der bl.a.:

- miljøpolitik skal ses som en integreret del af udviklingspolitik
- alle lande har et fælles, men differentieret, ansvar for at løse de globale miljø- og udviklingsproblemer
- udviklingslandene har et særligt behov for hjælp, for at de kan blive i stand til at leve op til og iværksætte de vedtagne miljømæssige mål.

Som et af de eneste lande fulgte Danmark aktivt op på denne erklæring og iværksatte fra 1994 en særlig

miljøbistand til en række lande i Sydøstasien og det sydlige Afrika i tillæg til den generelle udviklingsbistand. Miljøbistanden var fra starten rettet mod den offentlige miljøadministration, men inddrager også det private erhvervsliv og NGO'er. Bistanden omfatter vidensopbygning og demonstrationsprojekter i tilknytning hertil.

Sigtet er at bidrage til, at udviklingslandene tilegner sig viden om de industrialiserede landes fejltagelser på miljøområdet og integrerer miljøhensyn så tidligt som muligt i den økonomiske udviklingsproces. Derved vil fattigdomsbekæmpelse og velstandsudvikling kunne ske med baggrund i så bæredygtige produktions- og forbrugsmønstre som muligt. En del af sigtet med miljøbistanden er også at gøre udviklingslandene i stand til at leve op til de internationale miljøaftaler under FN.

Den samlede danske miljøbistand steg fra omkring 100 mio. kr. i begyndelsen af 1990'erne til sit højeste niveau på knap 2 mia. kr. i 2001. Samme år toppede også den samlede

udviklingsbistand inkl. miljøbistand med 13,6 mia. kr. svarende til 1,03% af Danmarks bruttonationalindkomst (BNI).<sup>39</sup> Siden er miljøbistanden blevet reduceret til knap 1 mia. kr. årligt og udgjorde sammen med udviklingsbistanden 0,84% af BNI i 2004. FN anbefaler, at de rige lande yder minimum 0,7% af BNI i udviklingsbistand.

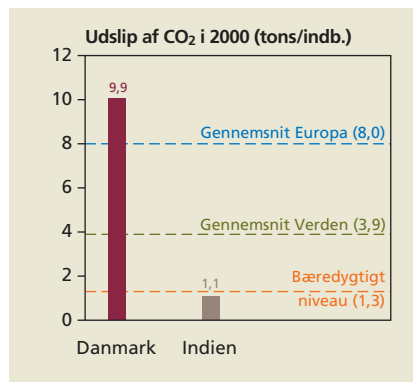
### Danmark som forbillede

Danmark har som tidligere beskrevet i dette kapitel en vis international betydning i forhold til fremme af en effektiv miljøregulering og i forhold til udvikling af miljøteknologier som vindmøller og spildevandsrensning. På den anden side er Danmark et eksempel på et land, der set fra et miljøsynspunkt, ikke fremstår entydigt positivt. Danmarks og andre industrialiserede landes "forbrugersamfund" står for en livsstil og kultur, der medfører et højt forbrug af materielle goder som bolig, bil, hårde hvidevarer, elektronik, tøj, rejser osv. samt af energi og råstoffer til at holde forbruget i gang.

Figur 6.14

Ifølge Kyoto-aftalen skal Danmark inden 2008-2012 have reduceret udslippet af drivhusgasser med 21% i forhold til basisåret 1990. Indien og andre udviklingslande har derimod ingen reduktionsmål som følge af deres relativt lave udslip. Udslippet af CO<sub>2</sub> er – målt pr. indbygger – ni gange større i Danmark end i Indien. Men set ud fra Indiens absolutte udslip er det relevant, at Indien også forpligter sig til at begrænse udslippet af drivhusgasser i kommende forhandlinger af Kyoto-protokollen.

Et bæredygtigt niveau angiver, at CO<sub>2</sub>-indholdet i atmosfæren stabiliseres på 500 ppm i år 2125.<sup>42</sup> I dag er det 380 ppm mod 280 ppm i præ-industriell tid.  
Kilde: FN, 2004.<sup>1</sup>

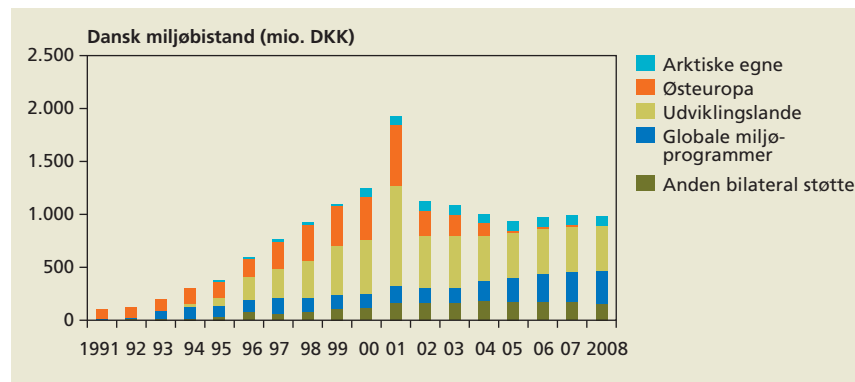


Figur 6.15

Den danske miljøbistand voksede kraftigt gennem 1990'erne, indtil den i 2001 udgjorde knap 2 mia. kr. årligt. Herefter blev miljøbistanden beskåret i 2002 og har siden været faldende til ca. 1 mia. kr. i 2004. Ifølge Finanslovforslaget for 2005 vil miljøbistanden fastholde dette niveau fremover.

Miljøbistanden til udviklingslandene tog for alvor fart fra 1994 som en opfølgning på Rio-konferencen om miljø og udvikling i 1992. Bistanden ydes bilateralt til en række lande i Sydøstasien og i det sydlige Afrika. Danmark yder tillige multilateral støtte til udviklingslandene gennem bidrag til eksempelvis FN's miljøprogram UNEP. Endelig ydes der bilateral udviklingsbistand med et særligt miljømæssigt sigte til specifikke programsamarbejdslande (Egypten, Bhutan, Nepal, Nicaragua og Bolivia).

Miljøstøtten til Østeuropa har været rettet mod at løse akutte miljøproblemer og at gennemføre EU's miljøregler i kandidatlandene. Dansk støtte til Østeuropa er under udfasning. Bistanden til de arktiske egne går primært til miljøprojekter i Grønland samt til overvågning af den grænseoverskridende forurening. Denne bistand har haft et uændret omfang siden 2000.  
Kilde: Finansministeriet, 2005.<sup>43</sup>





Figur 6.16

Forbrugersamfundet har sine rødder i det 20. århundredes Nordamerika, Vesteuropa og Japan, men er på vej mod en global udbredelse i det 21. århundrede. Man taler i dag om den "globale forbrugerklasser", som dækker over mennesker med et forbrug på mere end 20 dollars dagligt, hvilket gælder stort set alle danskere.<sup>44</sup> Forbrugerklassen er skønnet til at omfatte 1,7 mia. mennesker ud af klodens godt 6 mia. indbyggere. Modsat lever 2,7 mia. mennesker – fortrinsvis i udviklingslandene – på et eksistensminimum med mindre end 2 dollars om dagen til rådighed.<sup>45</sup>

I dag lever næsten halvdelen af verdens 1,7 mia. forbrugere i udviklingslandene, og udviklingen ventes at eksplodere i lande som Kina, Indien og Brasilien, der gerne vil opnå samme levestandard som de rige lande i Vesten. Eksempelvis kommer der hver dag 11.000 nye biler på de kinesiske veje, og inden 2015 vil der være 150 mio. biler i Kina mod 10 mio. i 2002.<sup>44</sup> Inderne køber 10.000 nye motorcykler om dagen, og landet har verdens hurtigst voksende telemarked med 1 million nye mobilabonnenter om måneden.<sup>46</sup> Unge overalt i verden forfølger vestlig levestil, hvilket bl.a. indebærer et højt materielt forbrug. I 1999 åbnede det første indkøbscenter i Indien; i dag har landet mere end 150.

World Watch Institute skønner, at den globale forbrugerklasser vil stige fra 1,7 mia. mennesker i dag til mindst 2 mia. i 2015. FN's prognose forudsiger, at verdens samlede befolkning vil stige fra 6,1 mia. i 2000 til 8,9 mia. i 2050.

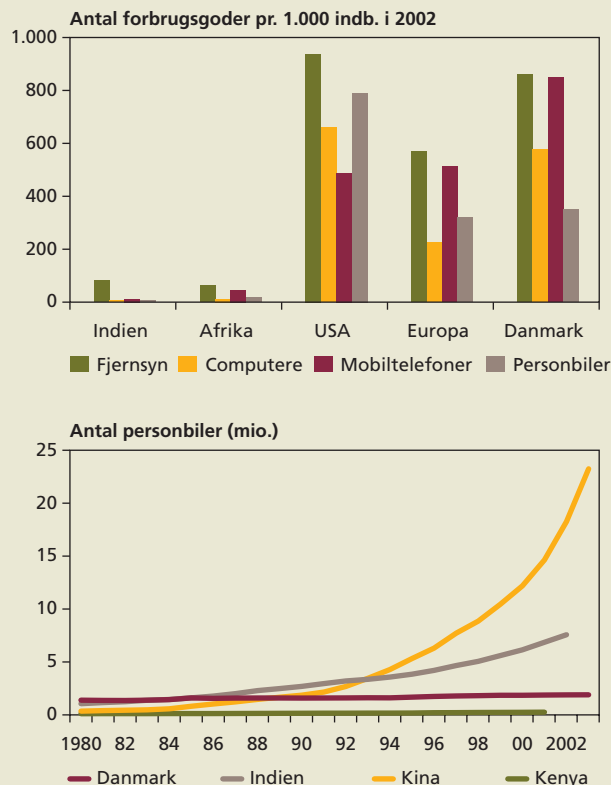
De industrialiserede landes forbrugersamfund virker som et forbillede for mindre velhavende lande. Mange udviklingslande ønsker at nærme sig en livskvalitet, med det forbrug det indebærer, som landene i Vesten. Økonomisk vækst er en målsætning for alle lande ikke mindst for udviklingslandene. OECD-landenes økonomi har de seneste år haft en gennemsnitlig vækstrate i BNP på et par procent årligt, mens Kina, Indien og Brasilien har nogle af verdens højeste vækstrater med hhv. 9,5%, 7% og 5% i 2004.<sup>40</sup>

Spørgsmålet er naturligvis om, udviklingslandene kan opnå et velferdsniveau på linie med de industrialiserede landes uden, at presset på ressourcer og miljø vil stige til et uacceptabelt niveau. Begrebet Det Økologiske Råderum, der blev introduceret af miljøorganisationen Friends of the Earth International ved Rio-topmødet i 1992, antyder, at vores belastning af miljøet kan sammenlignes med et økonomisk budget. Hvis vi overskrider vores økologiske råderum, vil fremtidige generationers mulighed for at få samme levestandard som vores aftage. Der er altså et loft over, hvor meget de rige landes borgere kan forbruge.

Denne problematik berøres i den danske Strategi for Bæredygtig Udvikling,<sup>41</sup> hvor et af målene er at afkoble forurening og ressourceforbrug fra den økonomiske vækst. Det er tanken, at vækst, beskæftigelse og udviklingen af bæredygtige teknologier skal gå hånd i hånd, og at ressourceeffektiviteten i den i forvejen relativt miljøeffektive produktion i Danmark i løbet af de næste 20-30 år skal øges med en faktor 4. Det kunne eksempelvis være en fordobling af økonomien (BNP) samtidig med en halvering af ressourceforbruget. Målet er sat for at gøre de danske produktions- og forbrugsmønstre mere bæredygtige, men de teknologiske landvindinger vil også kunne tjene som inspiration for andre lande.

Figur 6.17

Der er stor forskel på hvor mange forbrugsgoder befolkningen i rige og fattige lande har. Eksempelvis er Danmarks bilflåde på knap to millioner personbiler, altså næsten to biler pr. fem indbyggere. Hvis der skulle være samme andel af biler i Indien som i Danmark, ville der køre 380 mio. biler rundt i Indien mod de seks mio., der skønnes at være i dag. Tilsvarende skulle Kina have 460 mio. personbiler mod skønnet 10 mio. i dag.  
Kilde: FN, 2004,<sup>1</sup> International Telecommunications Union, 2004,<sup>47</sup> Kinas Statistik, 2004<sup>48</sup> og Danmarks Statistik, 2004.<sup>32</sup>





## Referencer

- <sup>1</sup> FN 2004: GEO data portal. [geodata.grid.unep.ch](http://geodata.grid.unep.ch) (20.05.2005).
- <sup>2</sup> Energistyrelsen 2004: Energistatistik 2003.
- <sup>3</sup> World Wind Energy Association 2004: Worldwide wind energy capacity at 39.151 MW – 7.981 MW added in 2003. [http://www.wwindea.org/pdf/press/PR\\_Fig2004\\_070305.pdf](http://www.wwindea.org/pdf/press/PR_Fig2004_070305.pdf) (20.05.2005).
- <sup>4</sup> Europa-Kommissionen, Generaldirektoratet for transport og energi 2004: European Union energy and transport in figures. [http://europa.eu.int/comm/dgs/energy\\_transport/figures/pocket-book/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/figures/pocket-book/index_en.htm) (29.08.2005).
- <sup>5</sup> Hollands Landbrugsministerium 2005. <http://www.minlnv.nl> (24.06.2005).
- <sup>6</sup> Europa-Kommissionen, Generaldirektoratet for landbrug 2004: Rural development monitoring data system CAP-IDIM 2002.
- <sup>7</sup> Lampkin, N. 2005: Europe – the development of organic farming between 1985 and 2003. Institute of Rural Studies, Wales Universitet. <http://www.organic.aber.ac.uk> (20.05.2005).
- <sup>8</sup> OECD 2004: Environmental data – waste.
- <sup>9</sup> Miljøstyrelsen 2004: Affaldsstatistik 2003.
- <sup>10</sup> Eurostat 2004: Affaldsstatistik. <http://epp.eurostat.cec.eu.int> (05.07.2005).
- <sup>11</sup> Det Europæiske Miljøagentur 2004: Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2004.
- <sup>12</sup> FN 2004: UNECE/EMEP activity data and emission database. <http://webdab.emep.int> (20.05.2005)
- <sup>13</sup> Mylona, S. 1996: Sulphur dioxide emissions in Europe 1880-1991 and their effect on sulphur concentrations and depositions. *Tellus* 48B: 662-689.
- <sup>14</sup> Streets, D.G., Tsai, N.Y., Akimoto, H. & Oka, K. 2000: Sulfur dioxide emissions in Asia in the period 1985-1997. *Atmospheric Environment* 34: 4413-4424.
- <sup>15</sup> OECD 2004: Environmental data – inland waters.
- <sup>16</sup> Eurostat 2004: Economy-wide material flow accounts and indicators of resource use for the EU-15: 1970-2001.
- <sup>17</sup> Eurostat 2001: Material use indicators for the European Union, 1980-1997 (af Bringezu, S. & Schütz, H fra Wuppertal Institutet). Eurostat Working Paper 2/2001/B/2.
- <sup>18</sup> Pedersen, O.G. 2002: DMI- og TMR-indikatorer for Danmark 1997. Danmarks Statistik.
- <sup>19</sup> Rees, W.E. & Wackernagel, M. 1994: Ecological footprints and appropriated carrying capacity. I Folke, C., Hammer, M., Jansson, A.M. & Costanza, R. (ed.); *Investing in natural capital*. Island Press, USA.
- <sup>20</sup> WWF Verdensnaturfonden 2004: Living planet report. <http://www.panda.org> (20.05.2005).
- <sup>21</sup> Institut for Miljøvurdering 2002: Assessing the ecological footprint. <http://www.imv.dk> (20.05.2005).
- <sup>22</sup> Yale og Columbia Universiteter 2005: Environmental sustainability index. [www.yale.edu/esi](http://www.yale.edu/esi) (20.05.2005).
- <sup>23</sup> Brink, B. ten 2000: Biodiversity indicators for the OECD environmental outlook and strategy. Institut for Sundhed & Miljø, Holland. <http://www.rivm.nl> (09.08.2005).
- <sup>24</sup> Moll, S. 2003: Direct material consumption faktaark. Wuppertal Institutet, Tyskland.
- <sup>25</sup> Goldsheet Mining Directory 2005: World gold production. <http://www.goldsheetlinks.com/production.htm> (20.05.2005).
- <sup>26</sup> Det Økonomiske Råd 2004: Dansk økonomi efterår 2004.
- <sup>27</sup> Dansk Industri 2004: Globale muligheder og vækst – en analyse af danske virksomheders outsourcing.
- <sup>28</sup> Union Bank of Switzerland 2003: Prices and earnings – a comparison of purchasing power around the globe.
- <sup>29</sup> FNs Miljøprogram 2004: Vital Waste Graphics.
- <sup>30</sup> FAO 2004: Statistisk database. <http://faostat.fao.org> (20.05.2005).
- <sup>31</sup> The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications 2004: Global status of commercialized biotech/GM crops 2004.
- <sup>32</sup> Danmarks Statistik 2005: Statistikbanken. <http://www.statistikbanken.dk> (20.05.2005).
- <sup>33</sup> Argentinas Landbrugsministerium 2005: Estimaciones agrícolas mensuales. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/agricultura/otros/estimaciones/comunicado.php> (20.05.2005).
- <sup>34</sup> Danmarks Statistik 2004: Ferie- og forretningsrejser, diverse år.
- <sup>35</sup> Danmarks Statistik 2004: Input-output tables 2002. Kapitel 8.
- <sup>36</sup> Jones, A. 2001: Eating oil: food supply in a changing climate. *Sustain*, Storbritannien.
- <sup>37</sup> FN 2004: National sustainable development strategies: The global picture 2003. <http://www.un.org/esa/sustdev> (20.05.2005).
- <sup>38</sup> Det Europæiske Råd 2001: Formandskabets konklusioner, Göteborg, juni 2001.
- <sup>39</sup> Danida 2005: Danidas årsberetninger, diverse årgange. <http://www.danida.dk> (17.06.2005).
- <sup>40</sup> OECD 2005: Economic outlook 77. <http://www.oecd.org> (25.05.2005).
- <sup>41</sup> Regeringen 2002: Danmarks nationale strategi for bæredygtig udvikling: Fælles fremtid – udvikling i balance. Erstatte den tidligere regerings 2001: Udvikling med omtanke – fælles ansvar.
- <sup>42</sup> Matthews, B. 2004: Java klimamodellen. <http://www.chooseclimate.org> (20.05.2005).

- <sup>43</sup> Finansministeriet 2005: Finanslov 2004, Finanslovforslag 2005 samt regnskaber.
- <sup>44</sup> World Watch Institute 2004: State of the World.
- <sup>45</sup> Verdensbanken 2005: World development indicators.  
<http://www.worldbank.org/data/wdi2005> (20.05.2005).
- <sup>46</sup> Waldman, A. 2003: Despite widespread poverty, a consumer class emerges in India. New York Times, 20. oktober 2003.
- <sup>47</sup> International Telecommunications Union 2004. Telecommunication indicators.  
<http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics> (20.05.2005).
- <sup>48</sup> Kinas Statistik 2004: China Statistical Yearbook.  
<http://www.stats.gov.cn/english/statisticaldata/yearlydata/yb2004e/indexeh.htm> (10.08.2005).

# Natur, miljø og økonomi

Hvordan omsættes viden om naturens og miljøets tilstand til faktisk miljøpolitik? Samfundsøkonomisk analyse kan kortlægge, hvordan en politik vil påvirke velfærden i samfundet, og kan være et vigtigt input til en politisk prioritering af miljøindsatsen. Den bør dog ikke stå alene.







## 7.1 Indledning

En miljøtilstandsrapport giver et overblik over en række centrale miljøindikatorer, og viser hvordan udviklingen har været, og vil kunne forventes at blive i den umiddelbare fremtid. Når et sådant vidensgrundlag skal omsættes til konkret natur- og miljøpolitik af beslutningstagerne, skal der prioriteres mellem de forskellige problemer og løsninger. Selv om der er mange gode formål, vil der være grænser for, hvor meget der kan løses ad gangen, inden for de rammer der er til rådighed.

Det videnskabelige overblik over problemernes størrelse, omfang og effekter er grundlaget for en prioritering. Men der er andre faktorer, som er væsentlige at inddrage før beslutningerne træffes, fx etiske overvejelser samt hensynet til økonomiske konsekvenser og internationale forpligtelser.

Etiske overvejelser kan indebære overvejelser om, hvad vi har pligt til at gøre, hvem vi har pligt til at beskytte og hvad konsekvenserne af vores handlinger bliver. Samfundsøkonomiske beregninger kan bidrage med beregninger af konsekvenserne

af en given politik, i form af direkte og indirekte omkostninger og gevinster for samfundet. Samfundsøkonomisk analyse forsøger at opregne alle samfundets fordele og ulemper ved et projekt eller en politik. Derfor indgår alle effekter, der har betydning for samfundets samlede velfærd, både de effekter der omsættes på et marked og de effekter der ikke omsættes på et marked.

Dette kapitel vil gennemgå, hvordan samfundsøkonomisk analyse kan inddrages i sammenhæng med det videnskabelige vidensgrundlag og etiske værdier. Der vil især blive fokuseret på mulige styrker og begrænsninger ved samfundsøkonomisk analyse. Formålet med dette kapitel er først og fremmest at give et indblik i samfundsøkonomisk analyses mulige rolle, når den natur- og miljøpolitiske indsats skal fastlægges. Det er således ikke intentionen at forsøge at komme med forslag til konkret prioritering eller størrelsesorden af indsatsen.

Et fuldstændigt overblik over den samfundsmæssige betydning af den danske natur- og miljøindsats vil kræ-

ve mange flere og grundigere samfundsøkonomiske analyser, end der eksisterer i dag. Derfor er intentionen med de eksempler, der bliver inddraget undervejs i kapitlet, først og fremmest at illustrere mulighederne og begrænsningerne for samfundsøkonomiske analyser – og ikke at fokusere på eksemplernes konklusioner.

Hvordan samfundsøkonomisk analyse indgår i den dynamik, der findes mellem miljøet og samfundet, kan man illustrere med den såkaldte DPSIR-model (Driving, Pressure, State, Impact, Respons), som er beskrevet i indledningen af rapporten. Her kan man se hvordan menneskelig aktivitet påvirker miljø og natur og derved har effekter på økosystemerne og samfundet. Disse forandringer giver anledning til politisk prioritering, opstilling af mål og iværksættelse af tiltag på miljøområdet og inden for andre samfundssektorer. Tiltagene forventes efterfølgende at virke tilbage på såvel samfundet som miljøtilstanden. Samfundsøkonomisk analyse kan anvendes til at opgøre værdien af effekterne på både naturen og men-

nesker, og dermed fungere som input til den efterfølgende politiske beslutningsproces.

Dette kapitels afsnit er delt op på følgende måde: Først for den teoretisk interesserede læser en kort gennemgang af det teoretiske grundlag for samfundsøkonomisk analyse, derefter en præsentation af samfundsøkonomisk analyses anvendelse ved prioritering såvel mellem konkrete løsningsmuligheder til specifikke miljøproblemer som på tværs af miljøområder. I det næste afsnit udvides horisonten til sammenligning på tværs af samfundssektorer, og dernæst følger en diskussion af betydningen af en national afgrænsning, samt hvordan prioritering over tid behandles i samfundsøkonomisk analyse. Mange af styrkerne og svaghederne ved samfundsøkonomisk analyse er gennemgående på tværs af de enkelte underafsnit. De bliver dog så vidt muligt behandlet under de afsnit, hvor de er mest fremtrædende.



## 7.2 Grundlaget for samfundsøkonomisk analyse

Samfundsøkonomisk analyse er baseret på velfærdsøkonomisk teori. Denne teori tager udgangspunkt i nytteetik og baserer sig grundlæggende på optimering af nytte. Nytte er et mål for velfærd eller lykke (se boks 7.1). Goder kan forøge nytte, både fysiske goder som køleskabe og mere uhåndgribelige goder som renere luft. Velfærdsøkonomisk teori er normativ, dvs. at den forsøger at foreskrive hvad samfundet bør gøre, i modsætning til at være beskrivende. Teoriens vurderinger er baseret på en etisk værdinorm om at sørge for mest mulig samfundsmæssig velfærd.<sup>1</sup> I dette kapitel vil velfærdsøkonomisk og samfundsøkonomisk analyse blive behandlet synonymt.

Samfundsøkonomisk analyse beskæftiger sig med et tiltags velfærdsmæssige konsekvenser for befolkningen. Det er således den samlede ændring af nytte for samfundet, der beregnes. Her anvendes såkaldte beregningspriser, der principielt bør afspejle befolkningens marginale nytte af projektets/tiltagets konsekvenser. Den marginale nytte antages i vel-

færdsøkonomisk teori at være aftagende med stigende indkomst. Dvs. at 100 kr. ekstra indkomst vil give større stigning i nytte for den, der ikke har så meget i forvejen, som for den der har meget.

Budgetøkonomisk analyse tager derimod udgangspunkt i de netto-udgifter eller nettoindtægtstab målt i markedspriser, der er forbundet med et tiltag. Budgetøkonomisk analyse er relevant for at kunne vurdere, om et nærmere angivet budget kan overholdes og er samtidigt et udtryk for den konkrete fordeling mellem de enkelte aktører.<sup>2</sup>

Individets præferencer, dvs. ønsker og behov, og den nytte individet opnår ved at få dem indfriet, er udgangspunktet for velfærdsøkonomisk teori. Enhver opgørelse af værdi i velfærdsøkonomisk forstand vil være relativ – altså hvor stor en værdi et gode har i forhold til et andet. En absolut værdiopgørelse er derfor ikke mulig her.<sup>3</sup> En forudsætning for opgørelse af værdi i velfærdsøkonomisk forstand er derfor, at man kan substituere mellem goder, dvs. erstatte et gode med

et andet, enten i produktionen eller forbruget. Ifølge denne tankegang kan værdien af det gode man er villig til at opgive til fordel for en ekstra enhed af et andet gode bruges som måleenhed på værdien af sidstnævnte. Her anvendes i praksis penge, fordi det er en måleenhed, der er nem at dele op, og fordi den er så udbredt i praksis i forbindelse med udveksling af goder.<sup>3</sup> Velfærdsøkonomisk teori anvendt på natur og miljøområdet bygger derfor på en antagelse om, at det er muligt at substituere natur og miljø med andre goder, og at natur blot er en type gode blandt flere. Det betyder i princippet, at man kan erstatte en del af et rekreativt område med producerede goder, fx en svømmehal.

Ifølge ren utilitarisme (se boks 7.1) vil antagelsen om aftagende marginal nytte betyde, at en omfordeling burde finde sted, så mere velstillede individer forpligter sig til at give af deres indkomst til mindre velstillede individer med højere marginal nytte af indkomst.<sup>1</sup> Normalt afgrænser velfærdsøkonomi sig dog til at se på kriterier for optimal anvendelse af

## Boks 7.1 Udvalgte etiske retninger

**Nytteetikken** er en af flere former for konsekvensetik, hvor det relevante kriterium, for hvornår en handling er moralsk rigtig, er den konsekvens handlingen har.<sup>6</sup>

En underkategori af nytteetikken er utilitarismen. Denne baserer sig på princippet om, at den mest ønskværdige handling vil være den, der fører til størst mulig samlet nytte, som er et udtryk for den velfærd, livskvalitet eller lykke, som opnås i samfundet som helhed. Ifølge utilitarismen i sin mest rendyrkede form er fordelingen af nytten kun relevant, for så vidt en omfordeling medvirker til en større samlet nytte.

Der findes dog andre udgaver af nytteetikken, hvor man udover at fokusere på den samlede nytte også anser fordelingen af denne nytte som vigtig. Nytteetik er som udgangspunkt antropocentrisk.<sup>6</sup> Dvs. at det er en etik, der tillægger naturen eller miljøet værdi alene ud fra menneskelige interesser.

**Pligtetikken** lægger i modsætning til nytteetikken vægt på en handlingens art, samt hvilket sindelag der ligger bag handlingen. Det er derfor hensigten med de enkelte handlinger, der afgør, om en adfærd er moralsk eller ej, og i mindre grad konsekvenserne af disse.<sup>6</sup>

Ifølge pligtetikken kan der opstilles principper for handling, der er uafhængige af hvilke konsekvenser handlingen har. Et eksempel på et sådant princip kunne være et retfærdighedsprincip, der som udgangspunkt kunne have en pligt til at beskytte de svageste individer.<sup>7</sup>

Pligtetik behøver ikke at være antropocentrisk, men kan også være biocentrisk eller økocentrisk, dvs. at naturen eller miljøet tillægges egen moralsk status og dermed egen værdi.

samfundets ressourcer uden hensyn til indkomstfordelingen.<sup>4</sup> Velfærdsøkonomisk teori bygger desuden på en række antagelser, bl.a. om at individer handler konsekvent rationelt ud fra faste præferencer, og at fuldkommen konkurrence vil føre til bedst mulig udnyttelse af samfundets begrænsede ressourcer.<sup>5</sup> Korrektion af markedet kan dog stadig komme på tale, hvis der er tale om markedsfejl, som er særdeles udbredt netop i forbindelse med miljøproblemer. Målet i denne tankegang er dog stadig at få markedet til at fungere optimalt.

Antagelserne bag velfærdsøkonomisk teori er blevet kritiseret på en række punkter, som vil blive gennemgået i forbindelse med beskrivelsen af analyser og eksempler i dette kapitel.





### 7.3 Økonomisk analyse indenfor miljøområdet

#### Analyse af enkelte miljøproblemer

Ved relativt velafgrænsede miljøproblemer kan samfundsøkonomisk analyse bruges til at besvare spørgsmål om, hvor og hvordan der bør gribes ind. Samfundsøkonomisk analyse kan således angive, hvor man får størst effekt af indsatsen, og dermed medvirke til at målene nås så effektivt som muligt.

Den mest velegnede samfundsøkonomiske analyse, når det drejer sig om at løse et konkret problem, er en omkostningseffektivitetanalyse. Med denne analyse kan det identificeres, med hvilken strategi eller indsats en given miljøgevinst kan opnås med de færrest mulige ressourcer. Det gøres ved at vurdere miljøeffekten i forhold til omkostningerne.

I forbindelse med økonomiske evalueringer af vandmiljøplanerne blev omkostningseffektiviteten beregnet for de enkelte indsatser, fx målt som kr. pr. kilo reduceret kvælstof. Ved at sammenligne omkostningseffektiviteten kan det måles, hvor man får størst resultat for en given omkostning, og dermed hvad den mest effektive stra-

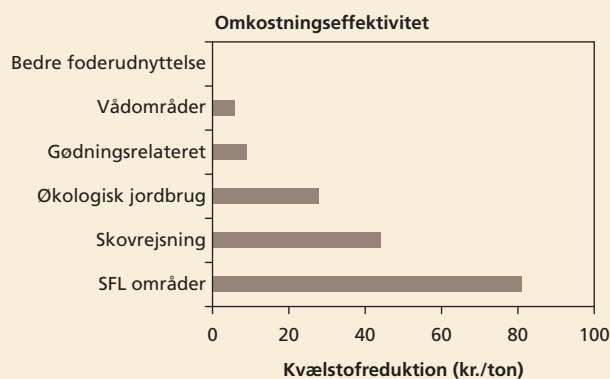
tegi til at opnå målet er. Hvis målet er givet, som det var i vandmiljøplanerne, bestemmer valget af mere eller mindre effektive tiltag, hvor dyrt det samlede projekt bliver.

De nyeste budgetøkonomiske beregninger af hvad det gennemsnitligt har kostet at reducere et kilo kvælstof i landbruget ved forskellige typer af tiltag i Vandmiljøplan II viser, at omkostningen varierede fra 0 kr. pr. kg for bedre foderudnyttelse op til 81 kr. pr. kg for ordninger, der vedrører særligt følsomme landbrugsområder (SFL). Analysen viser, at der er nogle

typer af reguleringer, der er mere omkostningseffektive i forhold til begrænsning af kvælstofudledninger end andre ud fra et budgetøkonomisk synspunkt. Det vil sige, at den mest optimale udnyttelse af statens midler på området ifølge denne analyse har været regler om foderudnyttelse, vådområder og gødningsrelaterede tiltag. Det vil kræve en egentlig samfundsøkonomisk analyse at vurdere tiltagene indbyrdes i forhold til den optimale udnyttelse af samfundets ressourcer.

Figur 7.1

Tiltagene i Vandmiljøplan II har meget forskellig omkostningseffektivitet, dvs. hvor stor kvælstofreduktion man får pr. investeret krone.  
Kilde: Jacobsen, 2004.<sup>9</sup>



Beregningen er foretaget på baggrund af naturvidenskabelige opgørelser over effekten af de enkelte tiltag og viden om, hvad de har kostet. Den videnskabelige usikkerhed, der knytter sig til disse opgørelser, gælder derfor også den økonomiske analyse. Desuden har antagelserne bag målinger og modeller, der er anvendt, også betydning for analysen. Det er derfor vigtigt, at også økonomiske analyser lægger antagelser og usikkerheder åbent frem.

Denne analyse af omkostnings-effektiviteten af reduktion af kvælstofudledning i landbruget er derudover et eksempel på en bagudrettet analyse. Ved fremadrettede analyser, som kan være mere anvendelige til at guide den politiske proces, er der i endnu højere grad tilknyttet uvidenhed og usikkerhed til de mulige effekter. Her kan det være nødvendigt at lave fx scenarieanalyser for flere forskellige mulige resultater. Egentlig uvidenhed om effekter er det i sagens natur vanskeligt at tage højde for i analyserne. Det må håndteres ud fra generelle principper om risikohåndtering og forsigtighed af de politiske beslutningstagere.

En anden kritik man kan rejse af denne type analyser er, at de forskellige alternativer udelukkende er vurderet ud fra en enkelt variabel – i dette tilfælde reduktion i kvælstofudledningen. Der kan være andre argumenter for at anvende nogle af de tiltag, som umiddelbart giver mindst kvælstofreduktion for den samme omkostning. Fx har vandmiljøplanernes arealrelaterede tiltag givet mere økologisk landbrug og mere skov. Disse arealer har en række fordele for natur og miljø, som ikke er regnet med ind i denne økonomiske beregning af omkostningseffektivitet. Det er netop en begrænsning ved omkostningseffektivitetsanalysen, at den ikke er velegnet til at sammenligne alternativer med flere forskellige typer af fordele. Det er dog muligt at indregne nogle øvrige effekter af en indsats. Fx har Energistyrelsen beregnet omkostningerne

ved at nå CO<sub>2</sub>-reduktionsmål via skovrejsning og heri indregnet værdien af friluftsliv som en positiv effekt, der mindsker nettoomkostningen.<sup>8</sup>

For at vurdere de enkelte indsatser i forhold til hinanden bør de positive effekter, der er ved alle de forskellige tiltag som fx rekreative værdier, naturværdier, CO<sub>2</sub>-effekter og ændringer i tilførsel af andre stoffer som fosfor eller pesticider, ideelt set indregnes. Hvis de øvrige effekter regnes med, kan det derfor rykke den interne balance mellem hvilke virkemidler, der er omkostningseffektive. Denne type udvidede omkostningseffektivitetsberegninger er imidlertid mere komplicerede og datakrævende. Man skal derfor som bruger af denne analyse være opmærksom på, hvilke øvrige effekter der er regnet med. Især når beregningerne vedrører tiltag, der har effekter på mange forskellige områder samtidig.

#### **Økonomisk vurdering af miljøproblemers relative betydning**

Udover at vurdere den mest effektive indsats kan samfundsøkonomisk analyse især benyttes til at vurdere om et projekt skal gennemføres eller ej, dvs. om de samfundsøkonomiske fordele ved et miljøprojekt står mål med omkostningerne. Dette er noget en omkostningseffektivitetsanalyse ikke kan afgøre, og som en cost-benefit analyse i stedet kan hjælpe med. Et eksempel kan være en vurdering af målene på vandmiljøområdet. Her vil en cost-benefit analyse fx kunne give et bud på, i hvor høj grad det er en samfundsøkonomisk god ide at forbedre vandmiljøets tilstand, eller den kan bruges til at vurdere enkelte projekter, som fx genopretningen af Skjern Å (se afsnit 3.3).

Derudover kan samfundsøkonomisk analyse benyttes til at beregne, hvor stor indsatsen skal være, dvs. hvor meget man skal sætte ind, og hvor rent der skal være. Det kræver dog, at et naturvidenskabeligt vidensgrundlag er til stede. Samfundsøkonomisk analyse kan altså principielt beregne den økonomisk optimale

målsætning for et miljøområde. I eksemplet med vandmiljøet kan disse analyser beregne det økonomisk optimale mål for vandkvaliteten i danske søer, vandløb og fjorde. Det sker gennem en afvejning af de goder et rent vandmiljø repræsenterer, sammenholdt med samfundets omkostninger eller velfærdstab ved at gribe ind, fx overfor landbruget.

Endelig kan denne type analyser også benyttes til at sammenligne på tværs af miljøproblemer, og vurdere om det ene eller det andet miljøprojekt skal gennemføres først, og hvad den relative vigtighed af problemerne er. Det kunne fx være, at analyserne viste, at en indsats overfor forurenede søer er yderst fordelagtig. Men derfor kan det stadig være relativt mere fordelagtigt at sætte ind overfor andre miljøproblemer som fx luftforurening først. I praksis vil man vælge at gribe ind overfor mange problemer samtidig, men de økonomiske analyser kan give et fingerpeg om problemernes indbyrdes betydning.

#### **Cost-benefit analyser**

Cost-benefit analysen var oprindeligt tiltænkt som vurderingsmetode af enkeltstående projekter ligesom omkostningseffektivitetsanalysen. Med denne metode forsøges det at opregne omkostninger og fordele ved tiltag på forskellige områder. Som nævnt i afsnit 7.2 omregnes det hele i pengeenheder, så man kan sammenligne på tværs af alle de forskellige områder. Hensigten er, at alle omkostninger og fordele for hele samfundet skal tælle, hvilket betyder at også eksternaliteter skal medregnes. Dette begreb dækker over de konsekvenser et tiltag medfører, som ikke handles på et marked. Det kan fx være skadevirkninger ved udledning af kvælstof til vandmiljøet, eller ved udledning af ultrafine partikler fra dieselmotorer. Derfor falder eksternaliteter uden for en almindelig budgetøkonomisk analyse. Inddragelsen af eksternaliteter bliver derfor den vigtigste egenskab ved cost-benefit analysen.<sup>10</sup> Disse eksternaliteter kan

både være positive, som fx nytten af et genoprettet naturområde, eller negative, som fx nytтетabet ved støjgenner fra en motorvej.

I økonomiske analyser inddrages især de naturværdier, der relaterer sig til menneskers anvendelse af naturen, også kaldet brugsværdier. Direkte brugsværdier er fx materiale fra naturen som tømmer eller fisk. Brugsværdier kan også være rekreative værdier, dvs. den nytte mennesker oplever i naturen i form af aktiviteter som fiske-ri, badning, gåture mv. Økonomien kan også inddrage værdier, der ikke direkte er relateret til en anvendelse af naturen, såkaldt 'eksistensværdi'. Eksistensværdi betyder, at et individ oplever en tilfredshed ved bevidstheden om et naturgodes blotte eksistens. Den rene eksistensværdi er uafhængig af individets egen – eller andres – nuværende eller fremtidige brug af godet.<sup>11</sup>

En stor forskel til omkostningseffektivitetsanalysen er derfor, at cost-benefit analysen forsøger at indregne følger-virkninger på miljø og natur direkte gennem værdisætning, og samtidig sætter størrelsen af omkostningerne i relation til de fordele, der kommer ud af indsatsen. Mens omkostningseffektivitetsanalysen kan hjælpe til at vælge mellem forskellige instrumenter til løsning af et miljøproblem, er det set fra et nytteetisk synspunkt kun cost-benefit analysen, der kan sige om en given natur- og miljøindsats er vigtig eller ej. Ideelt set kan cost-benefit analysen vise, om et givet natur- og miljøprojekt er en samfundsmæssig god investering, idet den vil kunne bidrage med viden om hvad samfundet kunne have fået ud af at anvende de involverede ressourcer i deres bedst mulige alternative anvendelse.

#### Vurdering af enkelte projekter

I forbindelse med genetableringen af Skjern Å blev projektets samfundsøkonomiske betydning vurderet i en cost-benefit analyse. Projektets omkostninger blev beregnet og sammenlignet med de positive effekter på

natur og miljø, som blev værdisat ved hjælp af flere forskellige metoder.

Omkostningerne bestod af: anlægsomkostninger, omkostninger ved nedlæggelse af eksisterende dambrug, indtægtstab ved tab af landbrugsjord og andre afledte virkninger. Projektets positive effekter bestod af: sparede udgifter til pumpning og kørsel, mindsket forurening med næringsstoffer, klimagasser og organisk stof, fremtidig tagrørsproduktion, mindsket oversvømmelsesrisiko, eksistensværdi af øget biodiversitet og endelig rekreative værdier af øget jagt, lystfiskeri og friluftsliv generelt. Værdien af fordelene er opgjort ved hjælp af forskellige metoder. Bl.a. ved overførsel af værdier fra andre sammenlignelige studier, også kaldet benefit-transfer.

I økonomisk værdisætning er primære værdisætningsstudier den ideelt set bedste metode til at bestemme et områdes naturværdier, men samtidig er disse studier yderst ressourcekrævende. Ved benefit-transfer udnytter man de ressourcekrævende værdisætningsstudier, der allerede er udført. Ud fra en række kriterier for sammenlignelighed, overfører man værdiestimer til den nye undersøgelse. Det stiller således krav til, at områderne skal være sammenlignelige mht. fx socio-økonomiske forhold, miljøforholdenes ensartethed osv. I Skjern Å projektet blev der anvendt værdiestimer, der byggede på undersøgelser af et naturområde i England.

Analysen konkluderede, at genopretningen af Skjern Å samlet set kan ses som en god investering for samfundet – og at næsten halvdelen af fordelene udgøres af de rekreative værdier samt jagt og fiskeri. Den samlede beregning for projektet viste et positivt overskud af projektet i alle scenarier med uendelig tidshorizont. I dette eksempel er den samlede velfærdsstigning på 225 mio. kr. Forholdet mellem fordele og udgifter, kaldet benefit-cost-forholdet, er dermed 1,84.<sup>12</sup>

I cost-benefit analyser på natur- og miljøområdet er det som oftest vanskeligt at sætte en værdi på alle

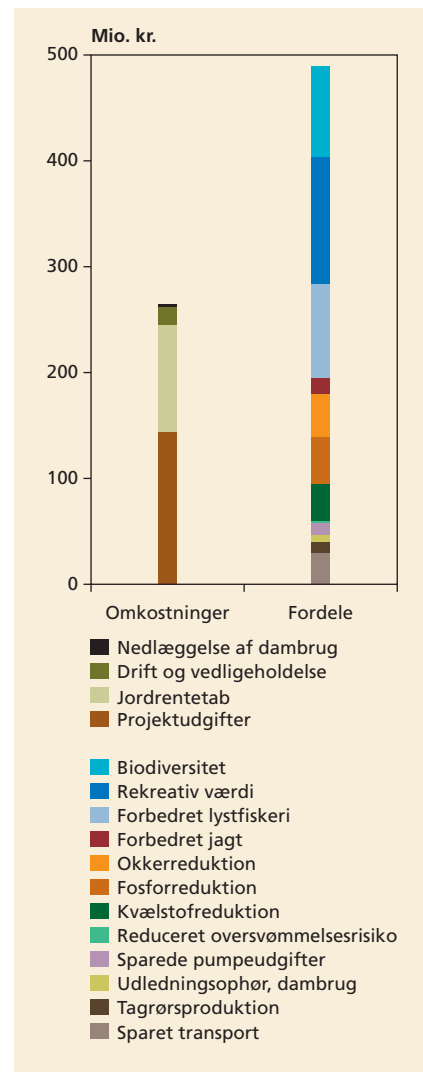
fordele og ulemper, som det blev forsøgt i analysen af Skjern Å. Det er som regel lettere at beregne omkostningssiden, mens det er vanskeligt at værdisætte fordele for natur og miljø, da de ikke handles på et marked. Konsekvensen er, at egentlige cost-benefit analyser er relativt få, mens der oftest laves en slags omkostningsanalyse, hvor kun omkostninger og nogle af de kvantificerbare fordele værdisættes.

Institut for Miljøvurderings samfundsøkonomiske analyse af engangs-embalage kan benyttes som eksempel på vanskeligheden ved at kvantificere

Figur 7.2

Fordele og omkostninger ved Skjern Å projektet beregnet med uendelig tidshorizont og 3% diskontering.

Kilde: Dubgaard et al., 2002.<sup>12</sup>



alle fordele og ulemper i praksis.<sup>13, 14</sup> Dette projekt havde til formål at undersøge, om pantsystemet på engangsemballage er en samfundsøkonomisk god ide. Projektet gennemgik afbrænding af engangsemballagen sammen med det øvrige husholdningsaffald som alternativ til genanvendelse af engangsemballage.

Ifølge undersøgelsen er omkostningerne for at genanvende plastflasker (PET-flasker) i pantsystemet over 13.000 kr. pr. ton. De tilsvarende omkostninger for at afbrænde flaskerne er ca. 1.000 kr. pr. ton. Dermed er den samlede difference ca. 12.000 kr. pr. ton, hvilket svarer til merudgiften ved at indsamle et ton plastflasker i det nuværende pantsystem frem for at bortskaffe dem med husholdningsaffaldet. For aluminiumsdåser er forskellen ca. 11.500 kr. pr. ton, for ståldåser ca. 6.000 kr. pr. ton og for engangsglas er besparelsen ved forbrænding kun ca. 900 kr. pr. ton.

Rapporten konkluderede, at det danske samfund i alt havde meromkostninger til indsamling i pantsystemet på i alt 50-60 mio. kr. om året, i forhold til at afbrænde dåserne og anden emballage i husholdningsaffaldet.<sup>14</sup> Rapporten skabte debat vedrørende aluminiumsdåser, idet det blev fremført at aluminiumsdåser i husholdningsaffaldet skaber problemer for affaldsforbrændingen på

enkelte danske anlæg. En revision af beregningen viste, at det ikke havde væsentlig betydning for resultatet.<sup>15</sup>

De afledte effekter i form af øgede mængder emballage i den danske natur er ikke regnet med i rapporten. Det skyldes, at det er vanskeligt at kvantificere hvor stor effekt pantsystemet har på mængden af affald i naturen samt mangel på viden om befolkningens betalingsvillighed.

Derudover inkluderer rapporten ikke de dåser, der importeres fra fx Tyskland. Dåser, der stammer fra udlandet, er mængdemæssigt dominerende i forhold til dåser solgt i Danmark. Det danske retursystem indsamler kun en mindre del af de udenlandske dåser, da de ikke giver pant i systemet. Aluminium fra disse dåser udgør derved et større miljøproblem end de danske dåser.

Man kan ikke konkludere, hvad der er den bedste strategi for håndtering af udenlandske dåser ud fra Institut for Miljøvurderings analyse. Det ville kræve yderligere analyser af mulige strategier for indsamling af disse dåser. Desuden er frivillig indsamling, som vi kender for fx papir og plast, ikke analyseret som alternativt scenarium i rapporten. Det er derfor muligt, at afbrænding i affaldssystemet ikke er den optimale løsning for aluminiumsdåser generelt. Rapporten konkluderer blot, at det formentlig er

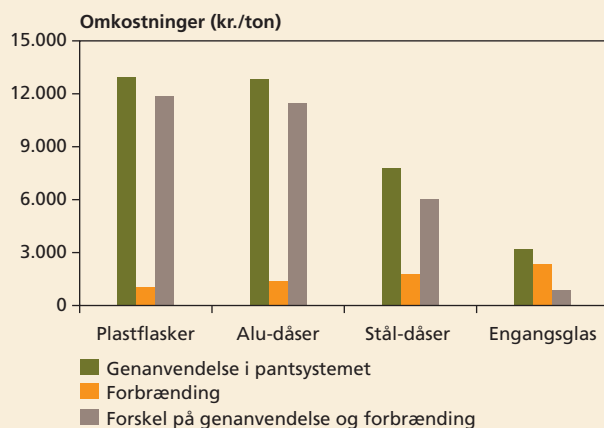
at foretrække frem for det nuværende dyre retursystem – med forbehold for de ikke-værdisatte effekter.

Analyser, hvor alle effekter ikke er værdisat, kan ideelt set bibringe viden om, hvor stor værdi, der skal tillægges bestemte goder eller principper, før projektet er en god investering i økonomisk forstand (med de usikkerheder der er knyttet til analysen). I dette eksempel er det derfor op til beslutningstagerne at vurdere, om en reduktion i mængden af aluminiumsaffald i naturen står mål med meromkostningen til retursystemet pr. år.

Der findes en række indirekte metoder til at finde værdien for samfundet af fx de rekreative værdier eller eksistensværdien af natur- og miljøgoder. Disse værdier kan derefter indgå i en cost-benefit analyse. Værdierne kan enten opgøres indirekte ved at undersøge hvor meget huspriser afhænger af nærheden til skov eller strand, men de kan også undersøges vha. spørgeskemaer eller interviews. I denne type undersøgelser forsøger man at fastslå, hvor vigtigt problemet er for den gennemsnitlige borger. Det kan være baseret på spørgsmål om hvor meget ekstra borgeren hypotetisk ville betale i skat for at få mere af et miljøgode eller mindre af en type forurening. I den sammenhæng spiller den enkelte interviewede persons viden om emnet ind, hvilket medfører

Figur 7.3

Resultater af en analyse af omkostninger i det danske pantsystem for engangsemballage. Kilde: Vigsø & Andersen, 2002.<sup>14</sup>



en balancegang for undersøgeren. På den ene side bør den interviewede person have tilstrækkelig med information til at kunne forstå og svare på spørgsmålene. På den anden side må undersøgeren ikke manipulere med personens opfattelse af emnet og på den måde risikere at tilsidesætte dennes egentlige ønsker og holdninger. Undersøgelserne giver gennem estimater af marginal betalingsvilje et mål for befolkningens nytte af et miljøtiltag, som kan sammenlignes med omkostningerne forbundet med det.<sup>1</sup>

### Fastlæggelse af økonomisk optimale mål

Principielt kan cost-benefit-analyse også bruges til at beregne hvor stor indsatsen mod et problem bør være, dvs. hvor rent der skal være. Dette kaldes med et fagudtryk 'det optimale niveau af forurening'. Baggrunden for dette begreb er, at den økonomiske teori samt beregninger viser, at det er relativt billigere at begynde at rense den første del af en forurening end det er at fjerne den sidste rest. En af grundene er den meget intuitive, at når der er meget forurening, er det lettere at få rensset noget af forureningen, end når der er meget lidt eller mere spredt forurening. Det betyder, at man ifølge velfærdsøkonomisk tankegang kun skal rense, så længe omkostningen ved at fjerne fx et kilo af et uønsket

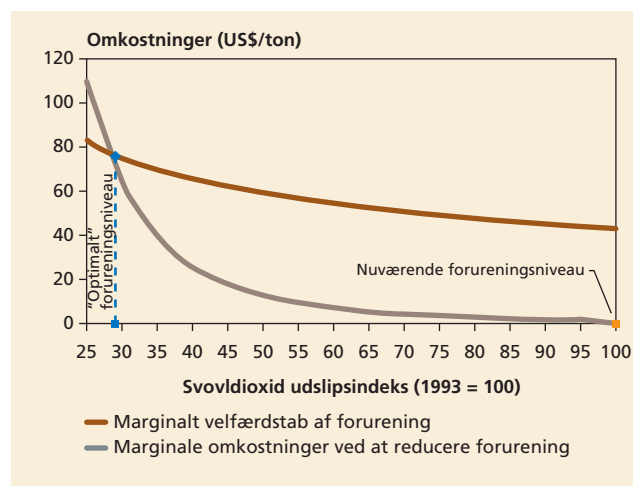
stof, er mindre end skadevirkningen for samfundet ved ikke at rense yderligere et kilo. Det vil dog stadig kunne betyde, at nogle stoffer, der er meget uønskede, skal fjernes helt, hvis den skade de forårsager er stor nok, eller at det kan være nødvendigt at forebygge ved fx at forbyde stoffer.

En sådan beregning af optimalt niveau for luftforurening med svovldioxid (SO<sub>2</sub>), er gennemført for den kinesiske by Zhengzhou.<sup>16</sup> Byens industri udleder årligt ca. 45.000 tons svovldioxid til atmosfæren. Koncentrationen af svovldioxid i byen er ca. 90 µg pr. m<sup>3</sup>. Det kan beregnes at over 400 af byens ca. 1,8 mio. indbyggere (i 1993) dør årligt som følge af denne koncentration af svovldioxid. Derudover bliver mange tusind ramt af luftvejsslidelser.

Ved niveauet af udledninger af svovldioxid i 1993 er udgiften ved at reducere en enhed af forurening opgjort til ca. 1,7 US\$ (grå kurve), mens fordelene ved at undgå skaderne ved en reduktion på en enhed er opgjort til 50 US\$ (gylde kurve). Det betyder, at de sparede omkostninger ved at forene en enhed mindre er meget større end prisen for at reducere forureningen. Det kan altså betale sig at reducere forureningen så længe fordelene ved at reducere en enhed mere er større end prisen for at gøre det. Det punkt, hvor kurverne mødes, er netop

der, hvor det ikke længere kan svare sig at reducere skadevirkningerne af forureningen, fordi prisen bliver for høj. Ifølge figuren er det optimale niveau for svovldioxid udledning i Zhengzhou ca. 28% af udledningen i dag. Nogle af de værdier der er benyttet i analysen er omdiskuterede, og eksemplets resultat er derfor ikke nødvendigvis retvisende. Analysen er udelukkende præsenteret som et illustrativt eksempel på denne type beregning. De præcise værdier for skadernes omfang er formentlig større, og derfor vil et optimalt niveau for udledninger være endnu lavere. Som alle andre økonomiske analyser er resultatet derfor afhængigt af valg af hvilke data og antagelser, der anvendes i analysen. Det stiller store krav til den naturvidenskabelige viden om effekter, deres årsag og omfang, samt til de økonomiske beregninger af skadevirkninger. Derfor er det vigtigt at alle antagelser for beregningerne præsenteres.

Princippet kan også overføres til andre miljøproblemer, der ikke omhandler forurening. Fx kan lignende metoder bruges til at være med til at fastlægge målsætninger for naturbevarelse eller genanvendelse af affald efter samme principper. De konkrete målsætninger bliver som regel truffet på politisk niveau, ud fra bl.a. ekspertvurderinger af hvad naturen kan tåle.



Figur 7.4  
Beregning af optimalt niveau for svovldioxid-udledninger i den kinesiske by Zhengzhou.  
Kilde: Dasgupta et al., 1997.<sup>16</sup>

### Vurderinger på tværs af miljøproblemer

Hvis man ønsker at fordele samfundets ressourcer i overensstemmelse med, hvor de kan give størst mulig samfundsmæssig nytte, kan cost-benefit analysen principielt løfte et niveau op over enkelt-projektvurdering og bidrage til en prioritering på tværs af miljøområder. Det er således ikke tilstrækkeligt at vurdere de enkelte projekter alene. Hvis mange projekter vurderes at være rentable, må de også prioriteres efter relativ indbyrdes vigtighed. Projekter med store fordele i forhold til omkostninger bør ideelt set gennemføres først.

Desuden kan viden om de enkelte miljøprojekters betydning ikke ses isoleret fra de totale ressourcer, der benyttes på området. Det er naturligvis vigtigere at øge effektiviteten på et

område, hvor der bruges mange ressourcer, end at vurdere enkelte projekter med meget små omkostninger.

Som en første indikator på hvordan samfundets nuværende omkostninger på miljøområdet er fordelt, kan man se på fordelingen af det offentlige (stat, amt og kommuners) drift- og kapitaludgifter på miljøområder. Affald og spildevand er nogle af de områder, hvor der i dag anvendes flest ressourcer. Tallene dækker kun over det offentlige direkte miljøudgifter og er derfor ikke udtryk for hele samfundets prioritering af miljøindsatsen. Den private sektor og husholdningerne har således også store udgifter på miljøområdet. Dertil kommer, at disse tal er budgetøkonomiske, og derfor ikke er udtryk for en egentlig velfærdøkonomisk omkostning. Derfor vil en samfundsøkonomisk analyse kunne hjælpe til at afgøre, hvordan denne prioritering enten kan underbygges eller ændres, så samfundet får mest muligt ud af den samlede indsats. Det kunne i dette tilfælde tyde på, at det er meget vigtigt at sikre omkostningseffektive løsninger især på affalds- og spildevandsområdet. Det er dog i praksis forbundet med store vanskeligheder at udføre cost-benefit analyser på dette niveau på grund af manglende information og store usikkerheder.

#### Metodekritik

Der findes en række praktiske og principielle kritikpunkter af samfundsøkonomiske cost-benefit analyser. Nogle af kritikpunkterne relaterer sig især til kritik af den grundlæggende velfærdøkonomiske teori. En grundlæggende diskussion er fx, om det overhovedet giver mening at lave sammenligninger af forskellige individers nytte. Velfærdsteori bliver også kritiseret for at have for simple forudsætninger – fx at individer i praksis ikke handler rationelt, og derfor ikke opfylder antagelsen for analysen om en rationel optimering af egen nytte.<sup>1</sup> Det kan desuden være diskutabelt at vurdere livskvalitet ud fra størrelsen af forbrug.

Det er også omdiskuteret at sætte monetære enheder på ikke-omsættelige værdier som fx en gåtur i skoven. Dette er dog ikke det samme som at sætte priser på. Enheden kroner og ører er i denne forbindelse en abstraktion, da det bruges som beregningspris, og derfor ikke et udtryk for, at der er tale om værdier der er til salg eller lignende. Kritikere af metoderne har derfor ret i, at naturen ikke er eller skal være til salg. Det er hverken intentionen med de økonomiske metoder eller muligt for dem at sætte værdi på hele naturen. Dette følger af, at en værdiopgørelse skal være relativ. Det giver altså kun mening at regne på enkelte projekter eller begrænsede ændringer.

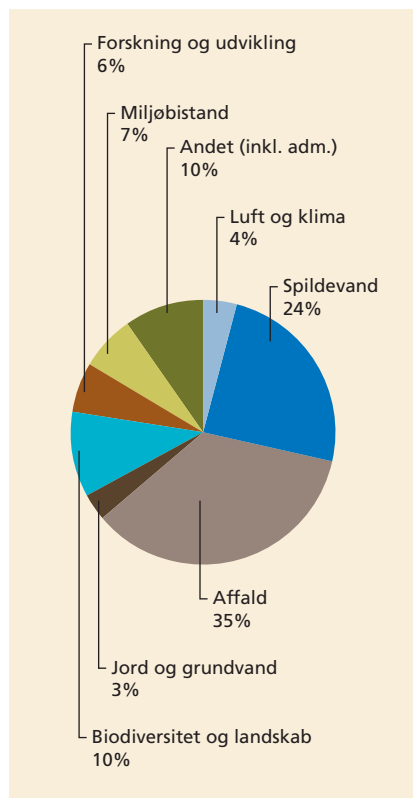
Cost-benefit analyser, der er baseret på betalingsvillighed, kan kritiseres for at være udemokratiske. Det skyldes, at velhavende individer har større betalingsevne og dermed får relativ stor indflydelse på resultatet. I en cost-benefit analyse bør der principielt korrigeres, således at de mål for betalingsvillighed, der indgår i analysen ikke er afhængig af individets betalingsevne. I praksis er det i flere studier antaget, at indkomstforskellene i Danmark er så små, at man ikke foretager denne korrektion.

En grundlæggende kritikpunkt af de miljøøkonomiske værdisætningsmetoder relaterer sig til det antropocentriske udgangspunkt, dvs. at det kun er menneskers ønsker og behov der inddrages i analysen. I et biocentriske eller økocentriske natursyn tillægges naturen derudover en iboende, egen værdi, som er uafhængig af menneskers erkendelse. Det antropocentriske udgangspunkt betyder, at man ikke kan inkludere en sådan ikke-menneskerelateret iboende værdi af natur i økonomiske analyser. Det er altså op til brugerne af analyserne, herunder beslutningstagerne, evt. at inddrage sådanne øvrige etiske overvejelser.

Antagelsen om, at alle goder i økonomiske analyser skal være substituerbare, da man ellers ikke kan måle

Figur 7.5

Fordeling af udgifterne i stat, amt og kommune til miljøområdet (foreløbige tal, 2003). Hertil kommer udgifter i den private sektor og husholdningerne.  
Kilde: Danmarks Statistik, 2004.<sup>17</sup>



deres økonomiske værdi, kan også kritiseres. Substitution med andre goder er ikke altid mulig eller samfundsmæssig acceptabel. Dette kan skyldes emnets videnskabelige kompleksitet, usikkerheder eller at konsekvenserne er irreversible, dvs. en situation hvor en ændring ikke kan genoprettes efterfølgende.<sup>18</sup> En højmosé er fx dannet gennem flere hundrede år, og den kan i praksis ikke genskabes, når først den er borte. Det er altså en situation, hvor man ikke kan substituere tilbage igen, når først man har drænet mosén.

De værdisætningsstudier, der bygger på interviewundersøgelser af folks betalingsvillighed, kan kritiseres for, at den enkelte interviewperson ikke altid har tilstrækkelig information eller forståelse af miljøets og naturens kompleksitet. Det betyder, at vedkommende træffer sine valg på et ufuldstændigt grundlag, og det begrænser hvilke spørgsmål, der kan stilles, når der ønskes meningsfulde svar i interviewundersøgelser. Derfor kan der argumenteres for, at der i en række tilfælde ikke skal prioriteres på baggrund af befolkningens ønsker på natur- og miljøområdet, men at prioriteringen bør baseres på ekspertvurderinger.

En yderligere kritik af værdisætningsmetoder er relateret til benefit-transfer metoden, som fx blev benyttet i Skjern Å projektet. Kritikken er især rettet mod den praktiske anvendelse af metoden. Der er således ofte uenighed om, hvorvidt kriterierne for at kunne overføre værdiestimer er opfyldt. Det drejer sig fx om, at de konkrete miljøforhold eller socio-økonomiske forhold, i det område hvor værdisætningsstudiet er udført, ikke kan sammenlignes med det område som estimerne overføres til.

At stille spørgsmålet "hvor rent skal det være" – eller hvad den "optimale forurening" er – kan virke i modstrid med fx pligtetik, fordi det indikerer, at det kan betale sig at forurene. Begrundelsen for "optimal forurening" er som tidligere nævnt, at det meget sjældent kan betale sig

at nedsætte forureningen eller den skadelige aktivitet fuldstændigt. Det udelukker dog ikke, at det kan være nødvendigt at forebygge. Dette område er et eksempel på, at nytteetikken i sin yderste konsekvens kan tillade nogle skader, som tilhængere af visse pligtetiske principper kan finde uacceptable.

### Opsummering

Omkostningseffektivitetsanalysen kan være et godt instrument til at effektivisere indsatsen for at løse et bestemt miljøproblem. Men det kan ikke alene ud fra denne analyse afgøres, hvor vigtigt problemet er sammenlignet med andre miljøproblemer. Ligeledes kan man ikke kan afgøre, om et tiltag overhovedet bør gennemføres. Det følger af, at alle fordelene ved projektet ikke værdisættes og det derfor ikke kan afgøres, om tiltaget samlet set er en samfundsmæssig god ide. Dette er til gengæld noget en cost-benefit analyse kan hjælpe med. En omkostningsanalyse har sin primære berettigelse, når et mål allerede er veldefineret. Cost-benefit analysen kan derimod ses som et direkte input til en natur- og miljøpolitisk prioriteringsproces. Her kan opgørelsen over de samfundsmæssige fordele og omkostninger af forskellige miljøprojekter bidrage til fastlæggelse af politiske målsætninger. Hvis analysen udføres på en åben og gennemskelig baggrund, er det et af de få redskaber, der kan give et samlet overblik over både omkostninger og fordele og samtidig give et bud på deres indbyrdes betydning. Som kritikken af analysemetoden illustrerer, har den dog også visse begrænsninger, bl.a. som følge af dens nytteetiske grundlag. Dette er et argument for, at den kun kan være et af flere input til prioriteringsprocessen.



## 7.4 Sammenligning af miljøområdet med andre samfundssektorer

### Økonomisk analyse på tværs af sektorer

Hver gang, der træffes et valg, foregår der en prioritering – bevidst eller ubevidst. Når der tilføres ressourcer til et område for at løse et problem, medfører det dermed, at der er mindre opmærksomhed og færre ressourcer at bruge på andre områder og problemer. Det betyder med andre ord, at et hvert valg samtidig medfører et fravalg. Selv hvis store budgetforøgelser blev bevilget på miljøområdet eller generelt, ville det være relevant at stille spørgsmålet om, hvilke emner der kræver størst eller hurtigst opmærksomhed. Svaret vil afhænge af mange andre overvejelser end økonomiske, men viden om hvilke økonomiske konsekvenser, der kan være af de forskellige valg, vil forbedre det samlede beslutningsgrundlag.

Samfundsøkonomisk cost-benefit analyse bliver oftest brugt til at sammenveje de forskellige typer af samfundsmæssige gevinster og omkostninger i forbindelse med enkeltprojekter – fx Øresundsforbindelsen.

Ligesom det er tilfældet inden for miljøområdet, kan man, hvis man ønsker at fordele samfundets ressourcer i overensstemmelse med, hvor de kan give størst muligt samfundsmæssig nytte, principielt lave cost-benefit analyser på alle områder, og anvende resultaterne som bidrag til en prioritering mellem områderne. Hvis en cost-benefit analyse skal bruges på et så overordnet niveau, bør alle effekter i princippet tælles med (sundhedseffekter, miljøeffekter mv.). I praksis bliver man dog ofte nødt til kun at tage de vigtigste med.

Et af de få forsøg, der har været på systematisk at sammenligne forhold mellem fordele og omkostninger på forskellige politikområder, var Copenhagen Consensus, som blev afholdt af Institut for Miljøvurdering i maj 2004. Otte økonomiske eksperter forsøgte at prioritere mellem løsninger indenfor ti af verdens største problemer med udgangspunkt i en tankegang baseret på cost-benefit-analyse. Copenhagen Consensus havde som hypotetisk udgangspunkt at prioritere yderligere

Tabel 7.1

Benefit-cost forhold for forskellige projekter i ikke-prioriteret rækkefølge fra Copenhagen Consensus konferencen, maj 2004. Der er forskellige antagelser bag analyserne af de enkelte projekter, herunder variation i den anvendte diskonteringsrate.  
Kilde: Lomborg, 2004.<sup>19</sup>

Projekt	Benefit-Cost forhold
<b>Klimaændringer</b>	
Optimale CO <sub>2</sub> afgifter	0,5
Kyoto-protokol	0,4
Risikoværdimodel	0,7
<b>Sygdom</b>	
Malariakontrol	0,9-3,6
HIV/AIDS kontrol	52,5
Øget sundhedshjælp	2,6
<b>Underernæring og sult</b>	
Reduktion af lav fødselsvægt	0,58-4,93
Forbedret baby- og børneernæring	4,8-7,35
Reduktion af jern og vitaminmangel	4,3-43
Investering i landbrugsteknologi	8,5-14
<b>Kloakering og vand</b>	
Lokalt forvaltede vandforsyninger	4,9
Simple vandteknologier	7



50 mia. dollars i international hjælp og bistand fordelt over en tidshorisont på 4 år (hvilket svarer til en ekstrabevilling på ca. 20 % årligt i forhold til de nuværende ca. 68 mia. dollars årligt), ud fra et grundlæggende præmis om begrænsede ressourcer. Løsningsforslagene var for en stor dels vedkommende beregnet som fordele og omkostninger inden for en række store globale initiativer indenfor fx sundhed og miljø. Herfra blev forholdet mellem fordele og omkostninger (benefit-cost-forhold) af yderligere investeringer opgjort. Disse spænder fra under 1, dvs. omkostningerne er større end fordelene, til over 50, dvs. meget store fordele i forhold til omkostninger.

#### **Kritik i forbindelse med samfundsøkonomisk analyse på tværs af sektorer**

Ved at sammenligne en række forskellige benefit-cost-forhold stilles man overfor spørgsmålet, om midler der i dag bruges på et problem med fordel kunne være brugt bedre til en målrettet indsats på et andet område. Dette er et spørgsmål, som kan være i konflikt med pligtetiske principper, som foreskriver, at man har pligt til at tage sig af et problem uanset omkostningerne.

Ulempen ved en sådan bred sammenligning er især, at det er mere standardiseret at beregne og værdisætte effekter i form af tid, arbejdskraft eller dødsfald i fx trafikanalyser eller på sundhedsområdet end de mere svært målelige fordele i relation til natur, miljø og kultur. Værdien af miljøprojekter kan derfor blive undervurderet, fordi en del af fordelene ikke så let kan gøres op, og indimellem helt udelades af analysen (som dog derved ikke bliver en fuldstændig cost-benefit analyse). Dette kan bruges som argument for at tage selv usikre estimater for fordele ved miljøpolitik med.

Det er heller ikke uden problemer at værdisætte skader på menneskers liv og helbred. Ofte benyttes det teoretiske begreb værdi af statistisk liv

som en metode til at værdisætte en forandring i dødsrisiko.<sup>20</sup> Begrebet og dets anvendelse er genstand for en del kritik, bl.a. ud fra etiske betragtninger om det problematiske i at sætte tal på menneskeliv.<sup>21</sup> Dog skal begrebet mere fortolkes som en måde at værdisætte ændringer i risici, snarere end en egentlig værdi på menneskeliv, hvorfor navnet kan være lidt misvisende. En anden generel kritik mod overordnede cost-benefit-lignende analyser på tværs af sektorer, som fx Copenhagen Consensus er, at problemerne bliver for komplekse til, at enkelte problemer kan analyseres isoleret. Der er mange eksempler på, at både sociale problemer og miljøproblemer spiller sammen på komplekse måder. De forskellige sektorer påvirker altså hinanden på en ikke-forudsigelig måde. Derfor er der også kritikere, der i stedet anbefaler helhedsorienterede løsninger på komplekse problemer. Sådanne løsninger kan fx være strukturelle ændringer eller såkaldte integrerede løsninger, hvor miljøforbedringer tænkes ind i alle niveauer, også på andre politikområder.

En anden måde at analysere spillet mellem miljø og samfund er opstået som en del af en global analyse af jorden som ét sammenhængende økosystem.<sup>22</sup> Set i dette perspektiv er integrerede løsninger, der sigter mod flere aspekter af problemerne, mest effektive. Miljøændringer i form af fx ændringer i klima, arealanvendelse og ferskvandsområder skyldes både sociale, økonomiske og strukturelle problemer.<sup>22</sup> Desuden vil effekter af fx klimaændringer kunne forstærke effekten af sociale problemer og sult i udsatte områder, og øge risikoen for at disse områder ender i en spiral af dårlig udvikling.<sup>23</sup> Til dette formål kan fx syndromanalyser anvendes. I sådanne studier grupperes case-studier i typiske funktionelle mønstre, som kan modelleres med økonomiske modeller. Baseret på modellerne kan man identificere hvilke forhold, der kan føre til øget sandsynlighed for et økonomisk og/eller miljømæssigt

sammenbrud, samt identificere de regioner der er mest følsomme overfor bestemte kritiske faktorer.<sup>22</sup> Der har været fremført kritik af det grundlæggende præmis, at der er begrænsede midler til rådighed, og at indsatsen som følge heraf må prioriteres så målrettet, som det var tilfældet i Copenhagen Consensus. Desuden er det blevet argumenteret, at nogle af de mere strukturelle ændringer er forholdsvis effektive og billige at indføre, og derfor ikke nødvendigvis trækker ressourcer væk fra andre indsatser.<sup>24</sup>

Ideelt set bør alle områder analyseres efter sammenlignelige principper, før man kan udtale sig fornuftigt om, hvilke områder der evt. er over eller underprioriterede. Det betyder, at det kan anses som problematisk, hvis man laver økonomiske analyser alene på et område, og lader dette danne grundlag for en prioritering overfor andre områder. Generelt er afgrænsningen af analysefeltet væsentlig for resultatet, når man ønsker at lave sammenligninger og prioriteringer. Det er kun de analyserede problemers indbyrdes betydning der analyseres, og ikke deres relation til andre områder uden for analysen. Dette er generel kritik af at foretage sammenligninger og prioriteringer på et overordnet niveau, mere end en kritik af de økonomiske analyser som sådan.

#### **Opsummering**

Når man bevæger sig op på et så overordnet niveau som sammenligning af forskellige samfundssektorer, er det åbenlyst, at der i endnu højere grad er mange hensyn at tage, og mange mulige kriterier at prioritere ud fra. Når der ydermere introduceres flere mulige fejlkilder og usikkerheder pga. det overordnede niveau, er det klart, at cost-benefit-analysen har sine begrænsninger som prioriteringsinstrument på dette plan. Dette gælder dog for alle prioriteringsmekanismer anvendt på dette niveau.



## 7.5 Miljøeffekternes geografiske og tidsmæssige fordeling

### Nationalt og globalt miljø

Det er kendetegnende for natur- og miljøområdet, at mange af effekterne er grænseoverskridende eller globale. Det gælder fx direkte luftbåren forurening med nitrogen og svovlforbindelser, der kan lede til forurening over store afstande eller CO<sub>2</sub> udledninger, der giver globale klimaeffekter. Samtidig har en stor del af de produkter, vi forbruger i Danmark, indirekte miljøeffekter i oprindelseslandet i forbindelse med fremskaffelse, forarbejdning og transport af produkterne. Endelig er der også miljøeffekter, der optræder i Danmark, men skyldes aktiviteter i andre lande som fx den del af partikelforureningen i Danmark, der kommer fra Sydeuropa.

Politiske beslutninger indenfor, eller med effekter på, natur- og miljøområdet vil dermed typisk også have betydning for miljøet uden for Danmarks grænser. Derfor er det væsentligt at stille spørgsmålene: Hvor i verden bliver miljøet påvirket som følge af vores beslutninger? Og: hvem får gavn eller lider skade af den mil-

jøpolitik vi fører i Danmark? For at kunne svare fyldestgørende på disse spørgsmål er man nødt til at kende de grænseoverskridende miljøeffekter, som skyldes beslutninger, der træffes i Danmark. Men det kan være en vanskelig opgave at inddrage disse effekter på passende vis i beslutningsgrundlaget.

I samfundsøkonomisk cost-benefit analyse af projekter benyttes som udgangspunkt en national afgrænsning.<sup>3</sup> Det er dermed kun konsekvenser for det danske samfund, der i første omgang indgår i danske cost-benefit analyser. Det betyder også, at vurderinger af konsekvenserne er baseret på den danske befolknings ønsker – dvs. præferencer.<sup>25</sup> En del af begrundelsen for denne afgrænsning er, at det er de nationale økonomiske ressourcer, der reelt rådes over, og det er dem, der skal fordeles på bedst mulig vis.

Den nationale afgrænsning er som regel ikke problematisk mht. de direkte budgetøkonomiske konsekvenser, men mht. de miljømæssige konsekvenser er en national afgrænsning

mere vanskelig. Der kan argumenteres for, at Danmark har et moralsk ansvar for at vise hensyn til udlandet i forbindelse med grænseoverskridende forurening, som kommer fra danske aktiviteter, og Danmark har tilsluttet sig adskillige internationale forpligtigelser til at tage disse hensyn. Men hvad angår forurening, der opstår fra produktion i udlandet, er der forskellige syn på om det bør inddrages i analysen eller ej.<sup>25</sup> Et argument for ikke at inddrage miljøeffekter, som opstår ved en udenlandsk produktion er, at det er produktionslandets eget ansvar, at disse miljøeffekter inddrages. Det vil sige, at værdien af eksternaliteterne inddrages i produktionen – fx gennem skatter – således at eksportpriserne afspejler miljøbelastningen.

I Institut for Miljøvurderings samfundsøkonomiske analyse af engangsemballage<sup>14</sup> (se afsnit 7.3) blev der i hovedscenariet anlagt en national afgrænsning, således at det kun var ressourceforbruget i Danmark og udledningerne i Danmark,

der indgik i beregningerne. Netop i forbindelse med aluminium, som indgår i beregningerne, er det et normalt argument for genanvendelse, at der er ressourceforbrug og forurening forbundet med udvinding og produktion af ny aluminium. Men de afledte omkostninger forbundet med ressourceforbruget og forurening er netop ikke med i analysen, fordi de foregår udenfor Danmarks grænser. Argumentet for dette er, som nævnt ovenfor, at det er udlandets eget ansvar, at produktionen tager hensyn til miljøet og at miljøbelastninger er medregnet i produktpriserne. I virkeligheden er der desværre mange produkter, hvis priser ikke afspejler, at produktionen har negative miljøeffekter. Det gælder måske især, hvis de kommer fra økonomisk trængte udviklingslande, men også i Danmark har vi produktion med miljømæssige eksternaliteter, der ikke er internaliseret i priserne, bl.a. landbrugsproduktion.

Dertil kommer, at det i en cost-benefit analyse ikke er givet, at en reduktion i forbruget som følge af genanvendelse i Danmark giver anledning til en reduktion af den primære produktion i udlandet. Det afhænger helt af, hvordan den udenlandske producent reagerer.<sup>25</sup> Resultatet kan fx være, at varerne i stedet sælges til andre lande, eller at priserne ændres og øger afsætningen til eksisterende eller nye aftagere. Her adskiller cost-benefit analyse sig i nogen grad fra livscyklusanalyse (se senere), som implicit antager, at et kilo aluminium forbrugt mindre i Danmark, medfører et kilo mindre produceret aluminium, og dermed har en miljøeffekt i udlandet.

Der findes en række argumenter for ikke at lave nationale afgrænsninger. Cost-benefit analysens overordnede resultater er principielt uafhængig af hvem, der nyder godt af projektet og hvem, der lider skade og skal kompenseres. De nationale afgrænsninger er i den sammenhæng alene politiske konstruktioner.<sup>3</sup> Men det stiller temmelig store krav og besværliggør analyserne væsentligt, hvis man

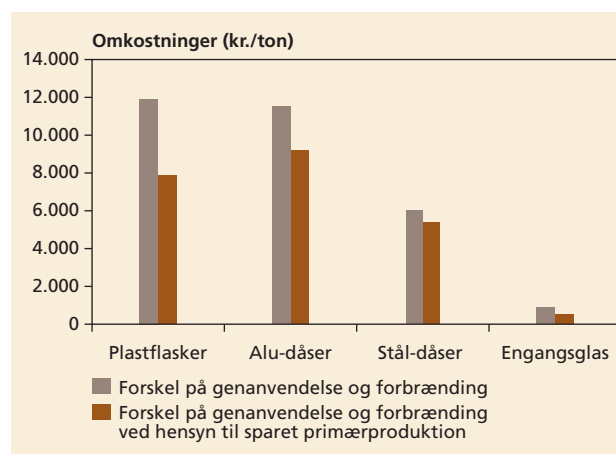
ønsker at inddrage den udenlandske miljøbelastning direkte i cost-benefit analyserne. Det skyldes bl.a., at en værdisætning af miljøbelastninger i udlandet ikke kan baseres på den danske befolknings præferencer, men skal baseres på de udenlandske befolkningers præferencer.

Hvis man undlader at inddrage den grænseoverskridende miljøbelastning på grund af de store krav til den omfattende analyse, vil der være risiko for, at der overvejende vælges projekter, hvis miljøbelastning overgår til udlandet enten i form af udledninger eller som følge af produktion.<sup>25</sup> Det kan derfor være yderst relevant at undersøge, om de afledte miljøeffekter af produktion af ny aluminium i sig selv er store nok til at kunne retfærdiggøre at vælge en anden strategi. I dette tilfælde bør man ideelt set huske at inddrage værdien for produktionslandet af at have en aluminiumsproduktion og den økonomiske vækst, den medfører.

Første skridt i sådan en undersøgelse vil være at lave en konsekvensbeskrivelse, der er nødvendig for at have et overblik over de fysiske effekter – også dem der ikke kan værdisættes eller vælges fra af andre årsager. Ofte vil man stoppe efter dette skridt, og blot lade en sådan konsekvensbeskrivelse supplere den nationalt afgrænsede samfundsøkonomiske analyse. Hvis der er grænseoverskridende effekter vil det ideelle næste

skridt være at lave en fuld samfundsøkonomisk analyse på fx EU-niveau eller globalt plan. En alternativ pragmatisk løsning kan være at dansk forurening, der har konsekvenser i udlandet (fx. SO<sub>2</sub>-udledning) inddrages, mens miljøbelastning i udlandet som følge af en udenlandsk produktion af varer ikke inddrages, ud fra den betragtning, at den er udlandets eget ansvar.

Et andet muligt skridt vil være ikke at lave en decideret udvidelse af cost-benefit analysen udover den nationale afgrænsning, men i stedet at lave en slags følsomhedsberegning af, hvordan konklusionerne af en undersøgelse ændrer sig, hvis man ændrer på den geografiske afgrænsning og også indregner værdier af de primære virkninger i udlandet. Dette blev gjort i det nævnte genbrugsemballageeksempel. Her blev forureningen fra den primære produktion inddraget for at se, om det gav anledning til ændrede konklusioner. Dog blev værdierne for skader i udlandet sat til danske værdier, og fordele ved produktionen blev ikke regnet med. Havde værdien for skader været sat efter oprindelseslandets præferencer, havde de formentlig været lavere. Derfor blev resultaterne af denne analyse mere et udtryk for det maksimale niveau for omkostningerne ved aluminiumsproduktionen end en egentlig fuld udvidelse af den geografiske afgrænsning.



Figur 7.6

De samfundsøkonomiske omkostninger ved genanvendelse og forbrænding af husholdningsaffald med og uden antagelse om sparede udledninger som følge af sparet primærproduktion. Kilde: Vigsø & Højgaard, 2003.<sup>15</sup>

Ifølge analysen ændrer de sparede miljøeffekter som følge af den sparede primærproduktion i udlandet ikke meget ved resultaterne for genanvendelse.<sup>14</sup> Samlet set er der en øget global udledning ved forbrænding i forhold til genanvendelse, men dette ændrer ifølge studiet ikke ved den samfundsøkonomiske konklusion om, at genanvendelse er væsentligt mere omkostningsfuldt.

Under alle omstændigheder er en klar systemafgrænsning, også geografisk, en fordel der letter sammenligningsgrundlaget for samfundsøkonomiske analyse, uanset hvilken metode der benyttes. Det er en god ide for at undgå misforståelser, for at gøre det lettere at sammenligne med andre analyser og for at undgå, at omkostninger og gevinster bliver talt med mere end én gang. Som minimum bør de primære udenlandske konsekvenser som sagt beskrives i en samfundsøkonomisk analyse.

Samfundsøkonomisk analyse kan dermed i princippet inddrage miljøproblemer på tværs af landegrænser. Men den egentlige håndtering af internationale miljøproblemer varetages oftest gennem aftaler og konventioner. Fx er Kyoto-protokollen, hvor de forskellige parter har indgået forpligtelser til reduktion af CO<sub>2</sub>-udledningen, ikke bestemt ud fra en samfundsøkonomisk analyse af, hvor meget hvert land bør reducere.

Netop CO<sub>2</sub>-udledning er et godt eksempel på en udledning med globale afledte effekter. Her er effekten den samme uanset hvor på kloden udledningen finder sted. En national afgrænsning betyder ikke nødvendigvis, at disse forpligtelser skal udmønte sig i en indsats inden for landets grænser. I stedet kan man koncentrere sig om at finde den billigst mulige måde at opfylde disse forpligtelser. Det betyder, at man principielt kan føre dansk miljøpolitik ved at støtte projekter, der nedbringer CO<sub>2</sub>-udledning i andre lande i stedet for i Danmark, fx via kvotehandel. Det kan dog blive opfattet som værende i

strid med et pligtetisk baseret princip om, at forureneren betaler. I den sammenhæng kan det, set fra et nytteetisk udgangspunkt, være relevant via de miljøøkonomiske metoder at beregne, hvad dette princip koster ekstra i forhold til de billigere løsninger, hvor Danmark lægger en del af sin klimapolitiske indsats i udlandet.

Et andet aspekt af grænseoverskridende miljøproblemer er som nævnt miljøeffekter i Danmark, der skyldes aktiviteter i andre lande. Her kan samfundsøkonomisk analyse i nogen grad bruges til at beregne, om en dansk indsats i udlandet kan være en god investering – også for den danske befolkning. Fx kan det vise sig relativt billigt at hjælpe de øvrige Østersølande med at reducere udledninger af næringssalte, da effekterne på Østersøens miljø også gavner den danske befolkning. Derudover kan der være eksportgevinster ved at yde miljøbistand i udlandet, uanset om det har miljøeffekter, der gavner Danmark eller ej.

Håndteringen af geografisk afgrænsning i samfundsøkonomisk analyse bliver indimellem udsat for kritik. Livscyklusanalyse er en af de foretrukne metoder til at analysere bl.a. grænseoverskridende forurening. Livscyklusanalyser er udviklet inden for ingeniørvidenskaben til analyser af tekniske problemstillinger, og opgør samtlige materialestrømme i fysiske mål fra produktion til bortskaffelse af produkter. Derfor kaldes den også "vugge til grav" analyse. Livscyklusanalyser inddrager typisk ikke ressourceforbruget af realkapital, arbejdskraft og arealanvendelse, men er koncentreret om udslips- og materialestrømme. Hertil kommer, at livscyklusanalyse inddrager konsekvenser på tværs af landegrænser. Den miljøøkonomiske cost-benefit analyse er dog ikke i teorien i modstrid med livscyklusanalyse. Den opgørelse af konsekvenser der finder sted i forbindelse med en cost-benefit analyse kan fx bygge på en livscyklusanalyse.

Det kan være vanskeligt i praksis at foretage samfundsøkonomisk analyse på internationalt niveau. Et stort informationsbehov betyder, at der vil være store usikkerheder forbundet med analyser, der prøver at dække internationale effekter af forurening. Dette er en af grundene til, at der ofte laves nationale afgrænsninger i samfundsøkonomiske analyser, med de muligheder og begrænsninger dette medfører.

### **Sammenligning af det nutidige og fremtidige miljø**

Ofte når der skal prioriteres inden for natur- og miljøområdet, er det et spørgsmål om hvordan man skal handle her og nu i forhold til fremtiden. Ligesom når der skal prioriteres mellem en miljøindsats i Danmark overfor en international miljøindsats kan dette i høj grad ses som et spørgsmål om fordeling. Her drejer det sig ikke kun om fordeling mellem mennesker og lande lige nu, men også mellem forskellige generationer.

Bæredygtighed kan ses som et princip om retfærdig fordeling mellem generationer. Der er dog flere tolkninger af hvordan et sådant princip skal udmøntes i virkelig politik – ikke mindst afhængig af det etiske udgangspunkt.<sup>26</sup> Det vil dog føre for vidt at komme ind på alle dimensioner af og indgangsvinkler til bæredygtighed i dette kapitel.

En indgangsvinkel til fordeling over tid, der er særlig relevant i forbindelse med formålet med dette kapitel er diskontering. Diskontering drejer sig om, hvordan man i såvel budgetøkonomiske som velfærdsøkonomiske analyser vægter omkostninger og gevinster over tid. Når en given miljøindsats skal prioriteres over tid, er usikkerhed derudover et centralt emne, som derfor vil blive diskuteret her.

### **Diskontering**

Diskontering, eller nedskrivning, af alle beløb, der falder i fremtiden, er en bevidst vægtning af fremtidige værdi-

er. Det betyder, at alle udgifter og alle indtægter, der optræder i fremtiden, regnes tilbage til en nutidsværdi, som er en brøkdel af den fremtidige værdi. Til det benyttes en rentesats, kaldet diskonteringsraten. På den måde vælger man at vægte fordele og ulemper for fremtidige generationer lavere end for tidligere generationer. Ifølge Finansministeriet bør diskonteringsraten i danske samfundsøkonomiske analyser p.t. være 6%.<sup>27</sup>

I mange natur- og miljøprojekter vurderer man nogle omkostninger for samfundet, som falder i dag i eller inden for overskuelig fremtid. Mange positive effekter for miljøet optræder imidlertid længere ude i fremtiden. Omkostningerne, som falder tidligt, tæller med til næsten fuld pris, mens fordelene tæller meget lidt i regnskabet, fordi de falder længere ude i fremtiden og dermed som følge af diskonteringen vægtes mindre.

Diskontering betyder, at nutidsværdien af en omkostning eller gevinst på 100 kr., som man får om fx 50 år, er 6 kr. ved 6% diskontering, 23 kr. ved 3% diskontering og 100 kr. ved 0% diskontering.

Valget af at vægte fremtidige generationers forbrug lavere end den nuværendes er baseret på en forventning om, at de vil være rigere, end vi er nu. Diskontering kan derfor ses som en særlig udmøntning af bæredygtighed:

Hvis det er den nuværende generation, der forventes at få det laveste velfærdsniveau, er det derfor den generation, der først og fremmest skal sikres mod ikke at blive diskrimineret, og det kan altså gøres ved at vægte denne generations forbrug højest.

Det er dog vigtigt at skelne mellem, om det er fremtidige generationers nytte eller om det er deres forbrug man diskonterer. At diskontere fremtidige generationers nytte vil sige, at deres nytte er mindre vigtig end vores. Dette er en holdning, der deles af de færreste. Men selv hvis fremtidige generationers nytte ikke bliver diskonteret, vil man ud fra et nytteetisk udgangspunkt godt kunne argumentere for at diskontere deres forbrug, hvilket skyldes, at de vil have en lavere marginal nytte af et øget forbrug. Det betyder at samme forøgelse af forbruget medfører en mindre nytte for den fremtidige generation, der forventes at være rigere, end for den nutidige generation, der har mindre. Usikkerhed kan derudover også bruges som argument for at diskontere.

Hvis man ikke deler forventningen om, at fremtidige generationer bliver rigere end den nuværende, vil det betyde, at der skal diskonteres negativt eller slet ikke. Forventningen om, at fremtidige generationer bliver rigere, er baseret på historisk viden om, hvordan udviklingen indtil nu

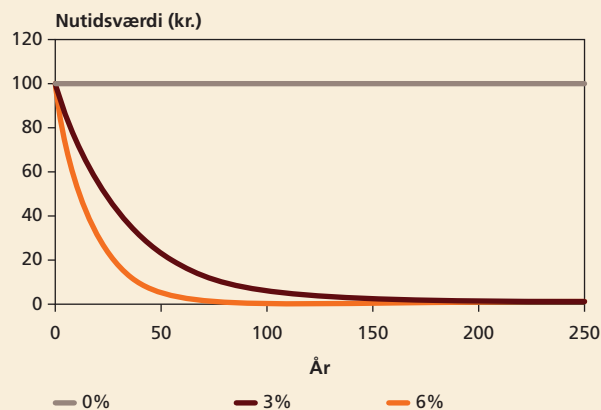
er foregået. Men om den fremtidige udvikling vil foregå efter samme mønster, med det meget høje befolkningsniveau og forbrugsniveau vi har globalt i dag, er usikkert, men er dog set med mange økonomers øjne det bedste bud.

I eksemplet i tabel 7.1 blev benefit-cost-forholdene på flere forskellige projekter, der blev analyseret i Copenhagen Consensus, præsenteret. I tabel 7.2 præsenteres tallene for klimaprojekter ved hhv. 1,5 og 3,5% diskontering.

Tallene i tabel 7.2 viser, hvor afgørende en rolle diskonteringsraten spiller for bedømmelsen af et projekt. Projekter hvor omkostningerne er større end fordelene ved 3,5% diskontering ændres til at fordelene er flere gange større end omkostningerne ved 1,5% diskontering. Også de øvrige benefit-cost-forhold i tabel 7.1 bliver anderledes ved ændringer i diskonteringsraten, men det særlige ved de klimarelaterede projekter er, at vores nuværende valg først kan ændre udviklingen på længere sigt, på grund af den store tidsforsinkelse der er mellem udledning af CO<sub>2</sub> og ændringer i atmosfæren. Netop når omkostningerne ligger tidligt, men fordelene først viser sig senere, vil en høj diskonteringsrate betyde, at projektet vil blive set som en relativt dårlig investering.

Figur 7.7

Konsekvenser af diskontering: Nutidsværdien af 100 kr., som det antages, at man får en gang i fremtiden.



Tabel 7.2

Benefit-cost forholdet for de tre typer af klimaprojekter på Copenhagen Consensus konferencen, maj 2004, udregnet med to forskellige diskonteringsrater. Tidshorisont 300 år. Kilde: Lomborg, 2004.<sup>19</sup>

Projekt	Benefit-Cost-forhold	
	3,5% diskontering	1,5% diskontering
Optimale CO <sub>2</sub> afgifter	0,5	2,1
Kyoto-protokollen	0,4	1,8
Risikoværdi-model	0,7	3,8

Et andet argument for at diskontere er, at der vil være alternativomkostninger ved at investere i et givent projekt, som bør afspejles i den samfundsmæssige diskonteringsrate. Disse implicitte omkostninger vil være afkastet på det projekt, man vil være nødt til at tage ressourcer fra og derfor ikke kan gennemføre, fordi de samlede ressourcer er begrænsede. Ved at sørge for kun at investere i projekter, der opfylder et vist afkastkrav, vil en større vækst i forbrugsmuligheder over tid dermed kunne blive sikret, end hvis der bliver investeret i projekter, der ikke opfylder afkastkravet.

Det er dog relevant at nævne, at denne tankegang baserer sig på de tidligere nævnte antagelser om mulighed for erstatning af dele af naturkapitalen, fx udtømmelige ressourcer, med menneskeskabt kapital, da det her antages at være underordnet, hvilken kapital, der er til stede i fremtiden, bare de samlede forbrugsmuligheder forbedres. Der sker altså en afvejning af nutidige afsavn i form af opsparing og fremtidig gevinster i form af forbedrede forbrugsmuligheder.<sup>26</sup>

Diskontering ud over den nære fremtid er dog kontroversielt. En begrænsning ved politik og planlægning på langt sigt er fx, at fremtidige generationers ønsker og behov ikke kendes i dag, og at der i det hele taget er stor usikkerhed – ikke mindst om hvilke forbrugsmuligheder fremtidige generationer vil stå over for. Desuden er der mange forskellige fortolkninger af, hvordan man sikrer retfærdig fordeling over tid, samt hvad det er, der skal fordeles retfærdigt.

Der kan derfor være andre etiske og principielle grunde til at gennemføre en given politik på trods af, at en samfundsøkonomisk analyse anbefaler det modsatte. Der kan fx eksistere andre principper om forsigtighed, om at forurenere skal betale, eller andre principper for fordeling end dem en nytteetisk tilgang gør gældende. Desuden er der, som tidligere nævnt, afhængig af etisk udgangspunkt, forskellige holdninger til, i hvor høj grad erstatning af natur med anden kapital bør tillades. Derfor kan det blive set som problematisk at anvende cost-benefit analyser på projekter, der har

omkostninger og gevinster længere ude i fremtiden.

Spørgsmålet er også, hvordan man overhovedet skal måle hvordan velfærd og forbrug ændrer sig over tid. Der kan fx være tale om, at den økonomiske vækst sker på bekostning af afledte miljøeffekter, som ikke er regnet med i dag. Det er også et åbent spørgsmål om man får alle dimensioner af livskvalitet med, når der kun fokuseres på forbrug og andre økonomiske indikatorer.

### Usikkerhed

Der er usikkerhed forbundet med alle typer af analyser, men det kan især få stor betydning når man forsøger at lave forudsigelser, der strækker sig over lang tid. Desuden kan der være videnskabelig usikkerhed fx på klimaoområdet: Hvor store klimaforandringer vil der blive, hvordan vil de blive fordelt og hvor stor effekt de vil have på fremtidig velfærd? Derudover er der usikkerhed om, hvordan samfundet vil se ud i fremtiden, hvilket bl.a. vil have betydning for hvor stor kapacitet man vil have for at kunne tilpasse



sig klimaforandringer og for hvilke typer af naturressourcer, der vil være mest brug for. Derfor er fremadrettede analyser, hvor man analyserer effekter af tiltag, der endnu ikke er gennemført også mere vanskelige og usikre end bagudrettede analyser.

Selvom alle disse usikkerheder kan virke meget uoverskuelige, og informationsgrundlaget ikke er det bedste, bliver man nødt til at tage stilling til dem allerede nu. Det er fx vigtigt at danne sig et overblik over hvor stor indflydelse disse usikkerheder vil kunne have på resultatet af fx en cost-benefit analyse.

Der kan være vidt forskellige holdninger til usikkerhed i samfundet. Én måde at udtrykke en særlig holdning til usikkerhed er gennem anvendelse af forsigtighedsprincippet. Det er et meget anvendt princip til at håndtere, at ikke alle typer af usikkerhed kan kvantificeres og give et klart svar på hvor sandsynlig et scenarium er. Der kan derfor være brug for et princip for at håndtere mistanke om problemer af ukendt art og omfang. Derfor har forsigtighedsprincippet vundet indpas som en måde til at beskytte mennesker og miljø mod potentielt store effekter med ukendt sandsynlighed. Det er dog vigtigt at gøre sig klart, at der vil kunne være en alternativomkostning ved at benytte forsigtighedsprincippet, da man dermed kan afskære sig fra andre handlinger, som ville kunne forventes at lede til større samlet nytte. Dette skal ses i sammenhæng med forskellen mellem nytteetikens fokus på størst mulig nytte og pligtetikens fokus på principper (uanset konsekvenserne heraf).

En anden mulig strategi i forhold til at anvende et forsigtighedsprincip, er at bruge en optionstilgang. Her forsøger man at forholde sig aktivt til usikkerhed igennem investeringer, der gør det muligt at forholde sig til så mange af de mulige udfald som muligt, dvs. at man ikke lægger sig fast på kun en strategi, men holder mange muligheder åbne, fx ved at undgå handlinger, som har irreversi-

ble konsekvenser. Dette kan ses som en slags strategisk fleksibilitet, hvor der sættes en særlig optionsværdi på muligheden for at kunne reagere på ny information i fremtiden.<sup>28</sup>

Optionstilgangen kan således ses som en reaktion på irreversibilitet, som på natur- og miljøområdet kan betyde udtømmning af naturressourcer eller overskridelse af naturlige tålegrænser. Irreversibilitet kan som tidligere nævnt ses som et argument imod at tillade fuldstændig substitution af naturkapital med andre typer af kapital. Optionstilgangen kan tolkes som en økonomisk tilnærmelse til denne tilgang. Her bliver der nemlig sat en værdi på ikke at erstatte den naturkapital, som ikke umiddelbart kan genskabes, med menneskeskabt kapital.

Det er vigtigt, at en cost-benefit analyse bliver suppleret med en følsomhedsanalyse, der kan vise, hvor robust resultatet er overfor ændringer i de parametre, der indgår i analysen. Hvis sandsynligheden for at parametrene ændrer sig derudover kendes, kan man lave en risikoanalyse, der kan give et billede af, hvor sikkert resultatet af analysen er.

### Opsummering

Det kan være en vanskelig opgave at inddrage grænseoverskridende miljøproblemer i samfundsøkonomiske analyser. Man kan i denne sammenhæng skelne mellem direkte grænseoverskridende forurening som skyldes produktion i Danmark, og forurening i udlandet der opstår i forbindelse med produktion af produkter der forbruges eller anvendes i Danmark. I det første tilfælde kan det ses som et direkte dansk ansvar, at den skade man påfører andre inddrages i beslutningerne. I tilfælde af miljøbelastning i forbindelse med en udenlandsk produktion, er det ifølge denne tankegang i første omgang udlandets eget ansvar at inddrage miljøbelastningen, så den afspejles i eksportpriserne. Hvis man foretager en national afgrænsning i forbindelse

med samfundsøkonomiske analyser af et projekt, der har effekter ud over den danske grænse, bør man dog som minimum foretage en beskrivelse af de internationale konsekvenser.

Mange effekter af natur- og miljøpolitik optræder ikke kun nu og her – men i fremtiden. Samfundsøkonomisk analyse tager højde for dette ved brug af en diskonteringsrate. Baggrunden herfor er bl.a. en forventning om, at fremtidige generationer er rigere, end vi er nu. Diskonteringsprocessen sætter fokus på, at det kan være nødvendigt at prioritere projekter med mere umiddelbare fordele frem for projekter med fremtidige gevinster, men med store omkostninger nu og her. Diskontering ud over den nære fremtid er dog kontroversielt, bl.a. fordi fremtidige generationers ønsker og behov ikke kendes, og fordi estimer af omkostninger og gevinster på meget langt sigt uvægerligt vil være meget usikre.

For beslutninger med virkninger, der strækker sig over lange tidsperioder, kan det diskuteres, hvor meningsfyldt et resultat en cost-benefit-analyse vil komme med. Både diskonteringsraten og estimerne for omkostninger og gevinster vil næsten uvægerligt være meget usikre. Som konsekvens heraf skal man passe på med at tillægge resultatet af en sådan analyse mere vægt end analysen kan bære, når den skal indgå i et beslutningsgrundlag.



## Afrunding

Formålet med dette kapitel har været at give læsere af "Natur og Miljø 2005" en forståelse for hvordan samfundsøkonomisk analyse sammen med den videnskabelige viden om miljø og natur og etiske overvejelser indgår i det beslutningsgrundlag, som natur- og miljøpolitikken bygges på. Kapitlet har således gennemgået nogle af de væsentlige aspekter ved samfundsøkonomisk analyse ved at forsøge at balancere dens fordele med de kritikpunkter metoden og dens bagvedliggende velfærdsøkonomiske fundament rejser.

Når natur- og miljøpolitikken skal fastlægges fremadrettet, er det klart, at der vil være usikker viden om, hvad de præcise virkninger vil være af politikken. Derfor er det mere van-

skeligt at lave samfundsøkonomiske analyser af potentielle politikker end tilbageskuende analyser af hvordan virkningen af en historisk politik har været. Dette gælder dog både naturvidenskabelige og samfundsøkonomiske analyser.

Samfundsøkonomisk analyse kan og skal ikke alene udgøre beslutningsgrundlaget for natur- og miljøpolitikken, men den er en vigtig information til den prioriteringsproces, der altid vil finde sted. Men netop som følge af de forskellige usikkerheder og kritikpunkter, er det vigtigt at metoden anvendes med stor omtanke og ikke tilskrives en mere afgørende vægt i beslutningerne end den i hvert enkelt tilfælde kan bære. Mest oplagt er det at anvende en samfundsøkonomiske

cost-benefit analyse på enkeltprojekt-niveau. Men det er også muligt at bruge samfundsøkonomisk analyse i forbindelse med mere overordnede prioriteringer – fx mellem miljøområder. Informationskravet er dog stigende i takt med, at analysen bliver bredt ud. Dette stiller store krav til selve udførelsen og til selve tolkningen af resultaterne fra analysen. Det er således vigtigt, at der er overensstemmelse mellem på den ene side sikkerheden og kvaliteten i de enkelte analyser og på den anden side den betydning analyserne tillægges i beslutningsgrundlaget.



## Referencer

- <sup>1</sup> Dubgaard, A., Kallesøe, M.F., Petersen, M.L., Damgaard, C.K. & Erichsen, E. 2002: Velfærd og økonomi i relation til biologisk mangfoldighed og naturbeskyttelse. Samfundsvidenskabelig serie 8. Institut for Økonomi, Skov og Landskab. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole.
- <sup>2</sup> Trafikministeriet 2003: Manual for samfundsøkonomisk analyse – anvendt metode og praksis på transportområdet. Trafikministeriet.
- <sup>3</sup> Pearce, D. 2001: Annex II: Integrating cost-benefit analysis into the policy process. in: Howard, A., Pearce, David W., Ozdemiroglu, E., Seccombe-Hett, T., Wieringa, K., Streefkerk, C.M., and de Hollander, A.E.M.: Valuing the benefits of environmental policy: The Netherlands. RIVM report 481505 024 RIVM.
- <sup>4</sup> Wilhjelmudvalget 2001: Natur, Økonomi og velfærd. Rapport fra Wilhjelmudvalgets arbejdsgruppe vedrørende økonomi og velfærd. Skov- og naturstyrelsen.
- <sup>5</sup> Dubgaard, A. 2003: Opgørelse af naturværdier i penge. Wilhjelmudvalgets konference om Natur, velfærd og økonomi, Landstingssalen Christiansborg, 16. januar 2001 KVL, Sektion for økonomi.
- <sup>6</sup> Husted, J. & Lübcke, P. 2001: Politikens filosofihåndbog.
- <sup>7</sup> Dubgaard, A. 1996: Økonomi, miljø og etik. Økonomi & Politik 2:4-16.
- <sup>8</sup> Regeringen 2003: En omkostnings-effektiv klimastrategi. <http://www.fm.dk>
- <sup>9</sup> Jacobsen, B.H. 2004: Økonomisk slutevaluering af Vandmiljøplan II. Rapport nr. 169. Fødevarøkonomisk Institut. [http://www.vmp3.dk/Files/Filer/Slutrapporter/Rapport\\_nr\\_169.pdf](http://www.vmp3.dk/Files/Filer/Slutrapporter/Rapport_nr_169.pdf)
- <sup>10</sup> Hanley, N. & Spash, C.L. 1993: Cost-Benefit Analysis and the Environment. Cheltenham, UK. Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing Company.
- <sup>11</sup> Bateman, I.J., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroglu, E., Pearce, D.W., Sugden, R. & Swanson, J. 2002: Economic evaluation with stated preference techniques. A manual. UK: Edward Elgar.
- <sup>12</sup> Dubgaard, A., Kallesøe, M.F., Petersen, M.L. & Ladenburg, J. 2002: Cost-benefit analyse af Skjern-Å-Projektet. Samfundsvidenskabelig serie 9. Institut for Økonomi, Skov og Landskab. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole.
- <sup>13</sup> Vigsø, D. 2004: Deposits on single use containers – a social cost-benefit analysis of the Danish deposit system for single use drink containers. Waste Management and Research 22:477-487.
- <sup>14</sup> Vigsø, D. & Andersen, H.T. 2002: Pant på engangsemballage? En samfundsøkonomisk analyse af pantordningen for engangsemballage til øl og sodavand. Institut for Miljøvurdering.
- <sup>15</sup> Vigsø, D. & Højgaard, B. 2003: Tillægsnotat om forbrænding af aluminiumsdåser – tillægsnotat til "Pant på Engangsemballage?". Institut for Miljøvurdering.
- <sup>16</sup> Dasgupta, S., Wang, H. & Wheeler, D. 1997: Surviving Success: Policy Reform and the Future of Industrial Pollution in China. World Bank Research Department Working Paper No. 1856.
- <sup>17</sup> Danmarks Statistik 2004: Statistisk tiårsoversigt 2004. Tema om arbejdsstyrken. <http://www.dst.dk>
- <sup>18</sup> Naturrådet 2001: Etik, prioritering og naturkvalitet. [http://www.naturraadet.dk/t\\_natur-politik/natr%C3%A5d\\_COST-benefit\\_110601\\_endelig%20version.pdf](http://www.naturraadet.dk/t_natur-politik/natr%C3%A5d_COST-benefit_110601_endelig%20version.pdf)
- <sup>19</sup> Lomborg, B. (Ed.) 2004: Global Crises, Global Solutions. Cambridge: Cambridge University Press.
- <sup>20</sup> Petersen, M.L. 2004: Værdien af statistisk liv til brug i miljøøkonomiske analyser. Notat til Institut for Miljøvurderings miljøøkonomiske værktøjskasse. Institut for Miljøvurdering.
- <sup>21</sup> Ackerman, F. & Heinzerling, L. 2004: Priceless. On knowing the price of everything and the value of nothing. New York: The New Press.
- <sup>22</sup> Steffen, W., Sanderson, A., Tyson, P.D., Jäger, J., Matson, P.A., Moore III, B., Oldfield, F., Richardson, K., Schnellhuber, H.J., Turner II, B.L. & Wasson, R.J. 2004: Global Change and the Earth System. A Planet Under Pressure. Global Change – The IGBP Series Berlin: Springer.
- <sup>23</sup> Lüdeke, M.K.B., Moldenhauer, O. & Petschel-Held, G. 1999: Rural poverty driven soil degradation under climate change: the sensitivity of the disposition towards the Sahel Syndrome with respect to climate. Environmental Modeling and Assessment 4:315-326.
- <sup>24</sup> Okech-Owiti, Thomas, R. & Navarro, R. 2004: Nairobi Konsensus. En vision fra Syd på de globale udfordringer. Global Ansvarlighed / Global Conscience 23.-24. maj 2004. <http://www.ms.dk/Kampagner/GlobalConscience/nairobiconsensus.htm>
- <sup>25</sup> Møller, F., Andersen, P., Grau, P., Huusom, H., Madsen, T., Nielsen, J. & Strandmark, L. 2000: Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter. Danmarks Miljøundersøgelser; Miljøstyrelsen; Skov- og Naturstyrelsen. <http://www.dmu.dk>
- <sup>26</sup> Dubgaard, A., Sandøe, P., Gamborg, C. & Larsen, A. 1999: Bæredygtighed – økonomi, etik og energi. 137.
- <sup>27</sup> Finansministeriet 1999: Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger. Finansministeriet.
- <sup>28</sup> Dixit, A.K. & Pindyck, R.S. 1994: Investment under Uncertainty. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

# Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser – DMU – er en forskningsinstitution i Miljøministeriet.  
DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 46 30 12 00  
Fax: 46 30 11 14

*Direktion  
Personale- og Økonomisekretariat  
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afd. for Systemanalyse  
Afd. for Atmosfærisk Miljø  
Afd. for Marin Økologi  
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afd. for Arktisk Miljø*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejlsøvej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 89 20 14 00  
Fax: 89 20 14 14

*Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afd. for Marin Økologi  
Afd. for Terrestrisk Økologi  
Afd. for Ferskvandsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 12-14, Kalø  
8410 Rønne  
Tlf.: 89 20 17 00  
Fax: 89 20 15 15

*Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet*

## Publikationer:

DMU udgiver populærfaglige bøger ("MiljøBiblioteket"), faglige rapporter, tekniske anvisninger samt årsrapporter.  
Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.  
I årsrapporten findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

## Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

### 2004

- Nr. 509: Persistent organic Pollutants (POPs) in the Greenland environment - Long-term temporal changes and effects on eggs of a bird of prey. By Sørensen, P.B. et al. 124 pp. (electronic)
- Nr. 510: Bly i blod fra mennesker i Nuuk, Grønland – en vurdering af blyhagl fra fugle som forureningskilde. Af Johansen, P. et al. 30 s. (elektronisk)
- Nr. 511: Fate of mercury in the Arctic (FOMA). By Skov, H. et al. 54 pp. (elektronisk)
- Nr. 512: Krondyr, dådyr og sika i Danmark. Forekomst og jagtlig udnyttelse i jagtsæsonen 2001/02. Af Asferg, T., Olesen, C.R. & Andersen, J.P. 41 s. (elektronisk)
- Nr. 513: Marine områder 2003 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Af Ærtebjerg, G. et al. 121 s. (elektronisk)
- Nr. 514: Landovervågningsoplande 2003. NOVA 2003. Af Grant, R. et al. 118 s. (elektronisk)
- Nr. 515: Søer 2003. NOVA 2003. Af Jensen, J.P. et al. 85 s. (elektronisk)
- Nr. 516: Vandløb 2003. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (red.) 54 s. (elektronisk)
- Nr. 517: Vandmiljø 2004. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Af Andersen, J.M. et al. 100,00 kr.
- Nr. 518: Overvågning af vandmiljøplan II – Vådområder. Af Hoffmann, C.C. et al. 103 s. (elektronisk)
- Nr. 519: Atmosfærisk deposition 2003. NOVA 2003. Af Ellermann, T. et al. 45 s. (elektronisk)
- Nr. 520: Atmosfærisk deposition. Driftsrapport for luftforurening i 2003. Af Ellermann, T. et al. 78 s. (elektronisk)
- Nr. 521: Udvikling og afprøvning af metoder til indsamling af flora og fauna på småstenede hårbundshabitater. Af Dahl, K. et al. 85 s. (elektronisk)
- Nr. 522: Luftkvalitet langs motorveje. Målekampagne og modelberegninger. Af Jensen, S.S. et al. 67 s. (elektronisk)
- Nr. 523: ExternE transport methodology for external cost evaluation of air pollution. Estimation of Danish exposure factors. By Jensen, S.S. et al. 44 pp. (electronic)
- Nr. 524: Råstofaktiviteter og natur- og miljøhensyn i grønland. Af Boertmann, D. 2005. 101 s. (elektronisk)
- Nr. 525: Screening of “new” contaminants in the marine environment of Greenland and the Faroe Islands. By Vorkamp, K. et al. 97 pp. (electronic)

### 2005

- Nr. 526: Effekter af fiskeri på stenrevs algevegetation. Et pilotprojekt på Store Middelgrund i Kattegat. Af Dahl, K. 16 s. (elektronisk)
- Nr. 527: The impact on skylark numbers of reductions in pesticide usage in Denmark. Predictions using a landscape-scale individual-based model. By Topping, C.J. 33 pp. (electronic)
- Nr. 527: The impact on skylark numbers of reductions in pesticide usage in Denmark. Predictions using a landscape-scale individual-based model. By Topping, C.J. 33 pp. (electronic)
- Nr. 528: Vitamins and minerals in the traditional Greenland diet. By Andersen, S.M. 43 pp. (electronic)
- Nr. 529: Mejlgrund og lillegrund. En undersøgelse af biologisk diversitet på et lavvandet område med stenrev i Samsø Bælt. Af Dahl, K., Lundsteen, S. & Tendal, O.S. 87 s. (elektronisk)
- Nr. 530: Eksempler på økologisk klassificering af kystvande. Vandrammedirektiv-projekt, Fase IIIa. Af Andersen, J.H. et al. 48 s. (elektronisk)
- Nr. 531: Restaurering af Skjern Å. Sammenfatning af overvågningsresultater fra 1999-2003. Af Andersen, J.M. (red.). 94 s.
- Nr. 532: NOVANA. Nationwide Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description - Part 1. By Svendsen, L.M. & Norup, B. (eds.). 53 pp., 60,00 DKK.
- Nr. 533: Fate of mercury in the Arctic (FOMA). Sub-project atmosphere. By Skov, H. et al. 55 pp. (electronic)
- Nr. 534: Control of pesticides 2003. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T., Petersen, K.T. & Christoffersen, C. 32 pp. (electronic)
- Nr. 535: Redskaber til vurdering af miljø- og naturkvalitet i de danske farvande. Typeinddeling, udvalgte indikatorer og eksempler på klassifikation. Af Dahl, K. (red.) et al. 158 s. (elektronisk)
- Nr. 536: Aromatiske kulbrinter i produceret vand fra offshore olie- og gasindustrien. Test af prøvetagningsstrategi. Af Hansen, A.B. 41 s. (elektronisk)
- Nr. 537: NOVANA. National Monitoring and Assessment Programme for the Aquatic and Terrestrial Environments. Programme Description - Part 2. By Svendsen, L.M., Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Norup, B. (eds.). 137 pp., 100,00 DKK.
- Nr. 538: Tungmetaller i tang og musling ved Ivituut 2004. Johansen, P. & Asmund, G. 27 s. (elektronisk)
- Nr. 539: Anvendelse af molekylærgenetiske markører i naturforvaltningen. Af Andersen, L.W. et al. 70 s. (elektronisk)
- Nr. 540: Cadmiumindholdet i kammusling *Chlamys islandica* ved Nuuk, Vestgrønland, 2004. Af pedersen, K.H., Jørgensen, B. & Asmund, G. 36 s. (elektronisk)
- Nr. 541: Regulatory odour model development: Survey of modelling tools and datasets with focus on building effects. By Olesen, H.R. et al. 60 pp. (electronic)
- Nr. 542: Jordrentetab ved arealekstensivering i landbruget. Principper og resultater. Af Schou, J.S. & Abildtrup, J. 64 s. (elektronisk)
- Nr. 544: Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2004, Part 1 Measurements. By Kemp, K. et al. 64 pp. (electronic)



Hvordan står det til med miljøet? Det forsøger rapporten 'Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand' at besvare.

Rapporten sammenfatter den eksisterende viden om de centrale udviklingstendenser i miljøets og naturens tilstand i Danmark. Den beskriver også, hvorledes udviklingen i miljøet hænger sammen med udviklingen i samfundet, og hvordan denne udvikling påvirker den menneskelige sundhed.

Rapporten er opdelt i syv kapitler. Det første handler om, hvordan udviklingen i samfundet påvirker miljø og natur. De tre næste kapitler omhandler luft, vand og landets miljø og natur. Det femte kapitel beskriver sammenhængene mellem miljø og sundhed, og er en nyskabelse som et selvstændigt kapitel. Det gælder ligeledes det sjette kapitel, som beskæftiger sig med Danmark i en international sammenhæng på miljøområdet. Det sidste kapitel handler om samfundsøkonomisk analyses mulige rolle i fastlæggelsen af natur- og miljøpolitik, og er forfattet af Institut for Miljøvurdering.

Rapporten er den fjerde danske miljøtilstandsrapport. Den er udarbejdet af Danmarks Miljøundersøgelser i samarbejde med de øvrige enheder i Miljøministeriet. De tidligere miljøtilstandsrapporter udkom i 1993, 1997 og 2001.

