

Miljø og samfund

- en status over udviklingen i
miljøtilstanden i Danmark

Faglig rapport fra DMU nr. 93



Miljø og samfund

- en status over udviklingen i
miljøtilstanden i Danmark

Faglig rapport fra DMU nr. 93

Redaktører:

Niels Christensen

Henrik Paaby

John Holten-Andersen

Afdeling for Systemanalyse

Datablad

Titel: Miljø og samfund
Undertittel: - en status over udviklingen i miljøtilstanden i Danmark

Forfattere: Niels Christensen, Henrik Paaby, John Holten-Andersen (redaktører)
Afdelingsnavn: Afdeling for Systemanalyse.

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 93

Udgiver: Miljøministeriet,
Danmarks Miljøundersøgelser ©

Udgivelsesår: Dec. 1993

Layout: Lene Olsen og Lonni Andersen
Tegninger: Mary Imer Sørensen og Dorte Nilausen

Abstract: Rapporten sammenfatter den eksisterende viden om nogle centrale udviklingstendenser i miljøets og naturens tilstand, og sammenknytter disse tendenser med udviklingen indenfor nogle af de samfundssektorer, som bidrager mest til belastningen.

Bedes citeret: Christensen, N., Paaby, H. & Holten-Andersen, J. (red) (1993): Miljø og samfund - en status over udviklingen i miljøtilstanden i Danmark. Danmarks Miljøundersøgelser. 160 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 93.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Emneord: Miljøtilstand, naturkvalitet, miljøbelastning, forurening.

ISBN: 87-7772-130-6
ISSN: 0905-0815X
Papirkvalitet: 115g Dalum Offset
Tryk: Notex - Tryk og Design a-s
Oplag: 2.500 eks.
Sideantal: 160
Pris: kr. 125,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

Købes hos: Danmarks Miljøundersøgelser
Afdeling for Systemanalyse
Frederiksborgvej 399
Postbox 358
4000 Roskilde
Tlf. 46 30 12 00 - Fax 46 30 11 14

Forord

Denne status over miljøets tilstand er udarbejdet af DMU på opdrag af, og i et tæt samarbejde med det øvrige Miljøministerium. DMU har ansvaret for den redigering, der er foretaget, og for de endelige formuleringer i rapporten.

Sigtet med rapporten er at sammenfatte resultaterne af den forskning og overvågning, der foregår på miljøområdet, og på denne måde etablere et fagligt grundlag for den *overordnede* politiske prioritering af miljøindsatsen. Rapporten må således ses som et supplement til den lange række af mere specialiserede rapporter, der beskriver del-problemer i relation til miljøtilstandens og miljøindsatsens udvikling. Rapporten er et forsøg på, at imødekomme det voksende politiske ønske om at få et bedre grundlag for at kunne foretage en løbende tværgående vurdering af målsætninger og virkemidler i miljøpolitikken.

Netop for at muliggøre en sådan løbende revurdering af miljøindsatsen er det meningen, at denne status skal gentages med mellemrum.

Det er første gang DMU og Miljøministeriet udarbejder en statusrapport af den karakter, som her præsenteres. Rapporten er således ikke en traditionel miljøtilstandsrapport, der "blot" sammenstiller eksisterende data over udviklingen i luftmiljøet, vandmiljøet osv. Det er forsøgt i rapporten, at sammenkæde udviklingen indenfor nogle centrale miljøtemaer, med udviklingen i nogle af de samfundssektorer, som bidrager mest til miljøbelastningen. Denne sammenkædning er bl.a. begrundet i den stigende tendens til, at implementeringen af miljømålsætninger overdrages til de ansvarlige sektorministerier. For at bevare overblikket over udviklingen, er det derfor vigtigt løbende at sammenholde de gennemførte sektortiltag med den faktiske udvikling i miljøet.

Der har været mange personer involveret i udarbejdelsen af denne rapport, som er blevet til på ganske kort tid. Jeg vil gerne benytte anledningen til at takke alle bidragsydere for deres indsats.

Henrik Sandbech
Direktør
DMU

Redaktion og følgegruppe

Redaktionsgruppe:

De enkelte afsnit i denne rapport er udarbejdet af en redaktionsgruppe :

John Holten-Andersen, formand, Afd. for Systemanalyse, DMU
Niels Christensen, redaktionsansvarlig, Afd. for Systemanalyse, DMU
Henrik Paaby, Afd. for Systemanalyse, DMU
Eli Skop, Afd. for Systemanalyse, DMU
Frits Møller Andersen, Afd. for Systemanalyse, DMU
Henrik Gudmundsson, Afd. for Systemanalyse, DMU
Peter Kristensen, Afd. for Ferskvandøkologi, DMU
Torkel Gissel Nielsen, Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi, DMU
Jes Fenger, Afd. for Forureningskilder og Luftforurening, DMU
Lise W. Kristiansen, Afd. for Forureningskilder og Luftforurening, DMU
Betty B. Mogensen, Afd. for Miljøkemi, DMU
Torben Ballegaard, Afd. for Flora- og Faunaøkologi, DMU
Bjørn M. Petersen, Afd. for Flora- og Faunaøkologi, DMU
Jørgen Skou, Sekretariatet, Miljøstyrelsen
Peter Gravesen, Kvartærgeologisk Afdeling, DGU
Olaf Christiani, Naturovervågningskontoret, Skov og Naturstyrelsen

Redaktionssekretariat:

Rapporten er sammenskrevet af et redaktionssekretariat, der har det endelige ansvar for rapportens struktur og indhold:

John Holten-Andersen, Afd. for Systemanalyse, DMU
Niels Christensen, Afd. for Systemanalyse, DMU
Henrik Paaby, Afd. for Systemanalyse, DMU

Følgegruppe:

Koordineringen på tværs i Miljøministeriet er varetaget af en følgegruppe:

John Holten-Andersen, formand, DMU
Niels Christensen, sekretær, DMU
Bjarne Madsen, DGU
Peder Agger, Skov og Naturstyrelsen
Robert Heidemann, Miljøstyrelsen
Bente Nielsen, Departementet

Grafik og sats:

Lene Olsen, Afd. for Systemanalyse, DMU
Lonni Andersen, Afd. for Systemanalyse, DMU
Mary Imer Sørensen, Grafisk Værksted, DMU
Dorthe Nilausen, Grafisk Værksted, DMU

INDHOLD

side

1. INDLEDNING	11
1.1 Rapportens struktur og idè	11
1.2 Sammenfatning	12
1.2.1 Det miljømæssige perspektiv	12
1.2.2 Det samfundsmæssige perspektiv	15
2. MILJØTILSTANDEN	21
2.1 Luftforurening - globale effekter	21
2.1.1 Baggrund og problemformulering	21
2.1.2 Drivhuseffekten	21
2.1.3 Nedbrydningen af ozonlaget	28
2.2 Luftforurening - regionale effekter	31
2.2.1 Baggrund og problemstilling	31
2.2.2 Effekter på miljøet	31
2.2.3 Forureningsudslip og niveauer	37
2.2.4 Den miljøpolitiske indsats	41
2.3 Bymiljø	45
2.3.1 Baggrund og problembeskrivelse	45
2.3.2 Byens struktur og funktion	45
2.3.3 Byens erhverv	45
2.3.4 Byens trafik	46
2.3.5 Byernes luftforurening	49
2.3.6 Miljøindsatsen i byerne	52
2.4 Eutrofiering	55
2.4.1 Baggrund og problembeskrivelse	55
2.4.2 Vandløbenes tilstand	55
2.4.3 Miljøtilstanden i de danske søer	59
2.4.4 Miljøtilstanden i de danske fjorde og kystnære områder	61
2.4.5 De åbne havområder	62
2.4.6 Kilder til tilførsel af næringsstoffer til de danske søer og vandløb	64
2.4.7 Udledningen af næringsstoffer til de marine områder	65
2.4.8 Genskabelse af en god miljøtilstand i vandområderne	67
2.4.9 Politisk-administrative forhold om de danske vandområder	67
2.5 Grundvand - en sårbar naturressource	69
2.5.1 Baggrund og problembeskrivelse	69
2.5.2 Grundvandsressourcens udnyttelse	69
2.5.3 Forurening af grundvandet	71
2.5.4 Grundvandstrategi og handlingsplaner	75

2.6 Biodiversitet	77
2.6.1 Baggrund og problemstilling	77
2.6.2 Værdisætning af biodiversitet	77
2.6.3 Danmarks biotoper - tilstand og udvikling	78
2.6.4 Udviklingen i Danmarks bestande af vilde planter og dyr	82
2.6.5 Oversigt over påvirkningsfaktorerne	84
2.6.6 Naturforvaltning, nationalt og internationalt	85
2.7 Miljøfremmede stoffer	89
2.7.1 Baggrund og problembeskrivelse	89
2.7.2 Tungmetaller	89
2.7.3 Pesticider	93
2.7.4 Organiske miljøgifte (PCB, DDT, Lindan, Dioxin)	97
2.7.5 Lovgivning og regulering	100
3. SAMFUNDETS MILJØPÅVIRKNINGER	103
3.1 Den generelle samfundsøkonomiske udvikling	105
3.1.1 Baggrund og problembeskrivelse	105
3.1.2 Demografiske forhold	105
3.1.3 Økonomisk vækst og erhvervsstruktur	105
3.2 Energisektoren	109
3.2.1 Baggrund og problembeskrivelse	109
3.2.2 Det internationale perspektiv	109
3.2.3 Danmark's energiforbrug og -forsyning	110
3.2.4 Energisektorens miljøproblemer	113
3.2.5 Handlingsplaner	114
3.3 Transport	117
3.3.1 Baggrund og problembeskrivelse	117
3.3.2 Udviklingen i transport og trafikarbejdet	117
3.3.3 Bilparken	119
3.3.4 Vejnettet	121
3.3.5 Ture og rejser	121
3.3.6 Transportsektorens energiforbrug	121
3.3.7 Transportens luftforurening	122
3.3.8 Handlingsplaner og politik	123
3.4 Produktion i det åbne land - landbrug og skovbrug	127
3.4.1 Baggrund og problembeskrivelse	127
3.4.2 Produktionsstrukturen	127
3.4.3 Land- og skovbrugets samfundsøkonomiske betydning	131
3.4.4 Land- og skovbrugets miljøpåvirkninger	131
3.4.5 Handlingsplaner for Land- og skovbruget	134

3.5 Industrien	137
3.5.1 Baggrund og problembeskrivelse	137
3.5.2 Industriens strukturelle udvikling	137
3.5.3 Industriens miljøbelastning	138
3.5.4 Regulering af industriens miljøbelastning	144
3.6 Husholdninger	147
3.6.1 Baggrund og problembeskrivelse	147
3.6.2 Udviklingen i husholdningernes samlede forbrug	147
3.6.3 Husholdningernes vandforbrug og spildevandsudledninger	148
3.6.4 Husholdningernes affaldsproduktion	149
3.6.5 Forbrug og udledning af miljøfremmede stoffer fra husholdningerne	150
3.6.6 Handlingsplaner for husholdningernes miljøbelastning	151
Referencer	153

1. Indledning

1. Indledning

"Miljø og samfund - en status over udviklingen i miljøets tilstand i Danmark" har vi kaldt denne rapport. Rapporten sammenfatter den eksisterende viden om nogle centrale udviklingstendenser i miljøets og naturens tilstand og sammenknytter disse tendenser med udviklingen indenfor nogle af de samfundssektorer, som bidrager mest til belastningen.

1.1 Rapportens struktur og ide

Genstanden for rapporten er det danske miljø og det danske samfund. Men da det danske miljø påvirkes af verden omkring os, og da det danske samfund ligeledes påvirker miljøet udenfor vore grænser, trækkes der i rapporten adskillige tråde ud til de internationale problemstillinger.

Det er en vanskelig opgave at beskrive den komplekse vekselvirkning mellem menneske og miljø. De økologiske processer og sammenhænge i vore omgivelser er mangfoldige og komplekse - det samme gælder strukturen og udviklingsprocesserne i vort samfund. Den gensidige vekselvirkning mellem disse to systemer er ikke trivielt. En sammenfattende beskrivelse af denne vekselvirkning må nødvendigvis blive en *redigeret* beskrivelse, hvor forfatterens opfattelse af, hvad der er de centrale sammenhænge, præger fremstillingen. Denne rapport's oplysninger er baseret på mange års forskning, overvågning samt på kontrollerede statistiske data. DMU står inde for den redigering der er foretaget - på det billede der tegnes af situationen. Det er efter vor opfattelse et sandt billede udfra vores nuværende viden. Men vi er klar over, at andre forfattere kunne tegne et andet billede. Debat og diskussion af de "billeder" som tegnes på grundlag af data og statistik, er et uomgængeligt led i vor søgen mod større forståelse.

Når man skal beskrive vekselvirkningen mellem to systemer - miljøet på den ene side, samfundet på den anden - så er spørgsmålet: hvor skal man tage sit udgangspunkt?

Man kan starte i miljøet: I luftmiljøet, i vandmiljøets forskellige forgreninger, i jordmiljøet -

og så trække forbindelserne herfra ind til de forskellige aktiviteter i samfundet, der er årsag til problemerne. Eller man kan starte i samfundet: I landbruget, industrien, energisektoren, transportsektoren, husholdningerne - og trække forbindelserne ud til miljøet.

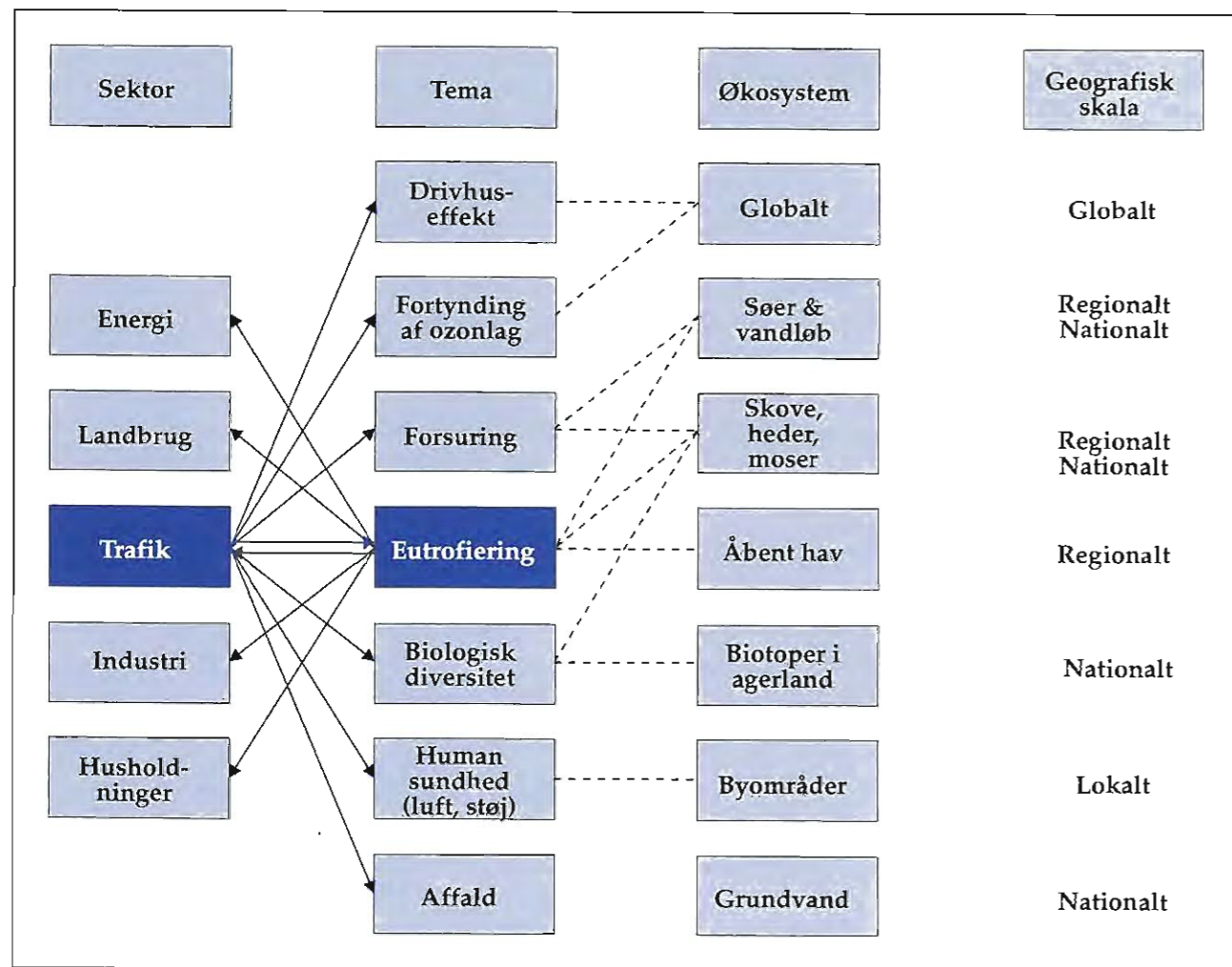
Den første tilgang giver et godt overblik over tilstanden i miljøet - mens overblikket over belastningerne og deres sammenhæng med samfundsstrukturen og samfundsudviklingen bliver mere diffus. Tager man omvendt udgangspunkt i den samfundsmæssige struktur, vil man få et godt overblik over de teknologiske, økonomiske og organisatoriske sammenhænge, der ligger bag miljøbelastningerne, og som miljøpolitikken søger at regulere. Men overblikket over effekterne på miljøet bliver mere uklart.

I denne rapport har vi forsøgt at skabe en syntese mellem disse to indfaldsvinkler:

I kapitel 2 tager vi udgangspunkt i miljøproblemerne - i miljøets tilstand - og trækker forbindelser til de samfundsaktiviteter, der er årsag til problemerne. I kapitel 3 er udgangspunktet samfundet opdelt i en række sektorer. I dette kapitel beskrives sammenhængen mellem den teknologiske og økonomiske udvikling i samfundet og de belastninger af miljøet, denne afstedkommer.

Som omtalt ovenfor er en sammenfattende beskrivelse som den foreliggende en *redigeret* beskrivelse, hvor fokus rettes mod nogle udvalgte problemstillinger og sammenhænge. I beskrivelsen af sammenhængen mellem miljø og samfund er der lagt vægt på nogle centrale *temaer*, som præger fremstillingen i både kapitel 2 og 3. De temaer der særligt er lagt vægt på er: Globale luftforureningseffekter, regional luftforurening med særlig vægt på forsurening, det lokale miljø med særlig vægt på byen, næringsstofbelastning, grundvandsressourcen, biodiversitet og miljøfremmede stoffer. I figur 1.1 er det illustreret hvorledes sammenhængen mellem miljøets medier og samfundets sektorer forbindes gennem nogle udvalgte temaer.

Den valgte metode med at fremstille problemerne ud fra to udgangspunkter - miljøet på den ene side og samfundet på den anden - betyder, at der bliver visse gentagelser i de to



Figur 1.1. Principskitse for rapportens sammenknytning af miljøets økosystemer og samfundets sektorer gennem udvalgte temaer. I figuren er de gensidige relationer specielt illustreret for sektoren trafik og temaet eutrofiering. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

kapitler. Til gengæld håber vi, at det samlede produkt giver et mere helstøbt billede af den komplekse problemstilling, som emnet omfatter.

1.2 Sammenfatning

I det følgende præsenteres i koncentreret form det billede af "miljø og samfund", som detaljeres og nuanceres i de efterfølgende kapitler.

1.2.1 Det miljømæssige perspektiv

Klimændringer: Der er enighed blandt klimaforskere om, at den forøgede drivhuseffekt er reel, og at den indebærer en tendens til en gennemsnitlig global temperaturstigning med en heraf følgende omfattende indflydelse på klodens klima, udbredelsen af polernes ismasser og stigning af verdenshavens niveau. Der

er endvidere enighed om, at årsagen til denne effekt er menneskets udledning af drivhusgasser, først og fremmest CO₂, der helt overvejende kommer fra brugen af fossile brændsler. Mængden af drivhusgasser i atmosfæren er steget med ca. 50% over det sidste 100 år, og stigningen fortsætter med ca. 0.5% om året. Det der er usikkert er, hvor stor en temperaturstigning drivhuseffekten vil afstedkomme og hvilke præcise virkninger, dette vil have. FN's ekspertpanel har vurderet den globale temperaturstigning til mellem 1.5°C og 4.5°C i løbet af det 21. århundrede.

Drivhuseffekten er sat meget højt på den internationale politiske dagsorden, men det er endnu ikke lykkedes at opnå afgørende fremskridt i reduktionen af forbruget af fossile brændsler på globalt plan.

Heller ikke i EF er det lykkedes at opnå enighed om en fælles CO₂-afgift, som anses for at være et nødvendigt middel til at bremse væksten i forbruget af fossile brændsler. I Danmark fastholdes målsætningen om en 20%-reduktion i CO₂-udledningerne fra 1988 frem mod år 2005. Realiseringen af dette mål kræver dog skærpede tiltag.

Det beskyttende stratosfæriske ozonlag er under fortsat nedbrydning først og fremmest i de polare og nordlige områder. Årsagen hertil er udledningen af Chlor-Fluor-Carboner (CFC'ere) til atmosfæren. Gennem en række stadige skærper af Montreal-protokollen, sidst ved et møde i København i 1992, er det lykkedes at sikre en afvikling af disse udledninger. Danmark har lige fra starten haft en ledende rolle i opnåelsen af disse resultater, og som følge heraf er dansk industri langt fremme mht. teknologisk omstilling til CFC-frie alternativer. Selv om de indgåede aftaler overholdes, vil effekterne på ozonlaget kunne mærkes i mindst 50 år frem i tiden.

Den regionale luftforurening: Foruden de globale klimaeffekter har udledningen af stoffer til atmosfæren også regionale og lokale effekter. Dette skyldes udledningen af forsurende stoffer, især svovl og kvælstofforbindelser, samt andre stoffer som tungmetaller, diverse kulbrinter (VOC'er) m.v., som har miljø- og sundhedsskadelige effekter. Gennem internationale aftaler er det lykkedes at opnå en markant reduktion i udledningen af svovlforbindelser i Europa, mens udledningen af kvælstofforbindelser (NO_x og NH₃) endnu ikke er blevet reduceret. Den samlede forsurende effekt er således blevet reduceret, men langt fra til et niveau der beskytter mod fortsatte effekter på følsomme økosystemer. Skader på norske og svenske søer og på nåletræsskove især i det centrale Europa er derfor fortsat udbredt. Også i Danmark er særligt følsomme økosystemer mærket af forsurende og luftbåren deposition af næringsstoffer. Det gælder søer i det kalkfattige midt- og vestjylland, det gælder heder og højmoser samt nåletræsbevoksninger på sandede jorder.

Med hensyn til tungmetaludledninger fra industri- og kraftværker er der sket en markant reduktion og for VOC (VOC = Volatile Organic Compounds) har man på Europæisk plan (i regi af ECE afsluttet forhandlingerne om en reduk-

tionsplan. VOC bidrager til dannelse af jordnært ozon, som er miljø- og sundhedsskadelig. I det centrale Europa er der forhøjede ozonkoncentrationer og tendensen er stigende.

Byernes miljø: Luftforurening har tidligere haft betydelige lokale sundhedseffekter ikke mindst i byerne. Gennem skærpede udledningskrav til virksomheder og kraftværker, gennem krav til skorstenhøjder og gennem udflytning af forureningstung industri er det i stor udstrækning lykkedes at dæmpe disse problemer. Undtaget fra denne generelle udviklingstendens er trafikens udledning af NO_x'er, kulbrinter og partikler, som har været stigende i løbet af 80'erne.

Skærpede krav til bilerne forventes i takt med at bilparken udskiftes, at føre til en halvering af disse udledninger frem til år 2010. Trafikken i byerne vil dog fortsat give miljøproblemer, ikke mindst fordi denne forventes fortsat at stige i 90'erne. Trafikken skaber stærke barriereeffekter i forhold til byens indre liv, den er årsag til trafikskader og til hovedparten af byens støjproblemer. Omkring 500.000 boliger er udsat for trafikstøj på over 55dB(A), et niveau hvor ca. 15% føler sig generet. Støjproblemet er politisk anderkendt som alvorligt, og i de sidste 10-15 år er en række tiltag blevet gennemført. Disse har nedbragt antallet af hårdt belastede boliger, men det har været vanskeligt at opnå afgørende generelle forbedringer, ikke mindst på grund af væksten i trafikken.

Et andet alvorligt problem i byen er forbundet med "fortidens synder": de mange forurenede grunde, som hovedsageligt er lokaliseret i gamle industriområder. En række byers grundvand er derfor truet, og visse steder i realiteten opgivet. Dette gælder bl.a. i det københavnske område. Hertil kommer, at de forurenede grunde lægger begrænsninger på arealanvendelsen i byerne. Den hidtidige indsats har for det meste bestået af registrering af problemets omfang, mens man endnu ikke er kommet alvorligt igang med en egentlig oprydningsindsats. Dette hænger bl.a. sammen med, at en gennemgribende oprydning med den kendte teknologi er forbundet med meget store samfundsøkonomiske omkostninger.

Med til billedet af byen hører også, at byen er og har været genstand for mange stærke

miljøbegrundede initiativer. På grund af byens koncentration af mennesker og virksomheder er mange miljøproblemer forbundet med byens liv - men samtidig giver netop denne koncentration mulighed for, at løse nogen af problemerne. Således er Danmarks foregangsrolle mht. at begrænse energiforbruget i stor udstrækning et resultat af indsatsen omkring kraftvarmeudbygningen i byerne. Tilsvarende forhold gælder for udbygningen af spildevandsrensningen og for affaldshåndteringen. Disse indsatser, der især er rettet mod byen, vil fortsat kunne styrkes. En mere samlet fokusering på "byøkologiske" eksperimenter og initiativer i 90'erne vil kunne give fortsat dynamik til miljøindsatsen i byerne.

Vandmiljøet - eutrofiering: Vandmiljøet har tiltrukket stor offentlig opmærksomhed de sidste 10 år - og fokus har særligt været rettet mod næringsstofbelastningen. Vandmiljøplanen var i 80'erne den største samlede miljøpolitiske satsning i Danmark. Den sigtede mod at rette op på såvel den forværrede miljøtilstand i de indre farvande, der primært skyldes kvælstofudledninger, som den dårlige tilstand i søerne, der primært skyldes fosforudledningerne. Koncentrationen af fosfor i søerne er faldet op igennem 80'erne og yderligere efter Vandmiljøplanens vedtagelse i 87, først og fremmest pga. reduktioner i belastningen fra byspildevand. Imidlertid er det endnu ikke lykkedes at opnå de ønskede målsætninger for vandkvaliteten - fosforkoncentrationerne er fortsat for høje. Dette skyldes delvist tidligere udledt fosfor, som er ophobet i sedimentet (bundlaget) og nu frigives. Men dertil kommer at udledningerne fra spredt bebyggelse samt fra landbruget endnu ikke er reduceret.

Mht. til de kystnære områder og det åbne hav er der endnu kun sporadiske tegn på forbedringer. I enkelte områder, f.eks. Limfjorden, er der tegn på, at bundplanterne igen er begyndt at brede sig til områder, hvor de tidligere fandtes, men dette er ikke nogen generel tendens. Udledningen af kvælstof via vandløb til det marine miljø er ikke nedbragt. Omkring 70% af tilførslerne fra land kan tilskrives landbruget, og Vandmiljøplanens mål om en halvering heraf er langt fra at blive opfyldt.

Grundvandet: Danmark har en enestående grundvandsressource i store mængder af meget

høj kvalitet sammenlignet med andre lande. 99% af vort vandforbrug dækkes således af grundvand. Denne situation er imidlertid udsat for en række trusler. Således er der i 13% af landets grundvandsforekomster fundet nitratkoncentrationer over den tilladte grænseværdi på 50 mg/l. Disse forekomster findes fortrinsvis i Midtjylland, Djursland og ved Aalborg, og skyldes en kombination af landbrugspraksis og jordbundsforhold. I forbindelse med Handlingsplanen for et Bæredygtigt Landbrug, er det besluttet at gennemføre en særlig indsats på ca. 50.000 ha i disse områder, hvor landmændene bliver tilbudt kompensation for at reducere gødnings- og pesticidforbruget.

For nylig er der endvidere fundet pesticider i en række overvågningsboringer samt, i meget lave koncentrationer, i visse drikkevandsboringer. Det er fortsat ikke helt klart, hvordan pesticider transporteres til og gennem grundvandsmagasinerne, samt hvilke kilder stofferne stammer fra. Foruden nitrat og pesticider trues grundvandet af udsivning af organiske forbindelser fra punktkilder, især kemikalieforurenede grunde. Visse steder er belastningen så kraftig, at afværgeforanstaltninger som op-pumpning af vand omkring kilden ikke har været tilstrækkelig. I disse tilfælde har man måttet lukke drikkevandsboringer, således i Esbjerg og omkring København.

For landet som helhed er der fortsat grundvand nok til at dække det aktuelle forbrug. Der er imidlertid store lokale og regionale forskelle i både grundvandsdannelse og i de muligheder, som de geologiske forhold åbner for indvindingen af vand. Visse steder, bl.a. på Sjælland, medfører vandindvindingen, at grundvandsspejlet er sænket med 5-10 meter, hvilket giver anledning til tørlægning af vandløb i sommerperioder og reducere af vådområder. Desuden kan der blive tale om saltvandsindtrængning/-optrængning samt om sulfatdannelse. Det er derfor nødvendigt at anvende en differentieret indsats overfor grundvandsproblemerne. Dertil kommer, at variationer i nedbørsforholdene, som det er observeret gennem det sidste århundrede, kan være betragtelige og have stor indflydelse på grundvandsdannelsen og dermed ressourcens størrelse. I øjeblikket er vi inde i en forholdsvis nedbørsrig periode sammenlignet med tidligere, men historien viser, at dette hurtigt kan ændre sig. En nedbørsfattig periode af nogle

års varighed vil få afgørende indflydelse på grundvandsressourcens størrelse.

Biodiversitet: Danmarks dyrkede areal har i dette århundrede ligget forholdsvis konstant på ca. 60% af landet. Samtidig med at der er sket en stærk udvidelse af det bebyggede areal, er der imidlertid sket en tilsvarende reduktion i naturområder og i ekstensivt udnyttede arealer. Naturtyper som ferske enge og strandenge, overdrev, heder, moser, vandhuller, små vandløb, hegn og krat er således gået kraftigt tilbage. Dette har efterladt et mere ensformigt landskabsbillede med færre levesteder for vilde dyr og planter. Det mere industrielt orienterede landbrug samt den fragmentering af naturen, som er et resultat af byudviklingen og udbygningen af transportinfrastrukturen udgør et yderligere pres mod faunaen. En række plantearter og dyrearter er således gået kraftigt tilbage. Det gælder typisk for planter og dyr knyttet til hede og til vådområder. Det vurderes at 456 arter er akut truede, 880 er sårbare og 1146 er sjældne. Siden 1850 er 353 arter forsvundet fra Danmark og i 80'erne forsvandt 5 arter.

For at imødegå denne udvikling - som er udtryk for en generel international tendens - er der såvel nationalt som internationalt indgået en række aftaler og iværksat en række tiltag. Biodiversitetskonventionen, som udsprang af FN's konference om miljø og udvikling i Rio de Janeiro i 1992, forpligtiger sammen med en række mere specifikke konventioner landene til at beskytte den biologiske mangfoldighed. I Danmark er der gennemført en særlig beskyttelse af omkring 10.000 km² vådområder af særlig betydning for fuglelivet; der er i Naturbeskyttelsesloven indført en generel beskyttelse af eksisterende heder, moser, vådområder, søer, vandløb og lignende biotoper; der er gennemført fredninger af omkring 4% af landets areal samt af en række dyre og plantearter. I tilgift til denne defensive beskyttelsesindsats, er der formuleret mere offensive målsætninger om skovrejsning - en fordobling over de næste 80-100 år - samt naturgenopretning. Fra 1989-92 blev der således årligt brugt omkring 130 mio.kr. til reetablering af søer, vandløb, vandhuller mv.

Miljøfremmede stoffer: Der anvendes omkring 20.000 kemiske stoffer i Danmark, i EF skønnes tallet at være omkring 100.000. Hovedparten

heraf anvendes dog i relativt begrænsede mængder. Omkring 2-3000 af stofferne produceres i mængder på over 1000 tons indenfor OECD-området. For nye stoffer der tilføres markedet, foregår den lovpligtige regulering på basis af laboratiemæssige undersøgelser af stoffernes egenskaber, hvor der lægges vægt på stoffernes toksiske egenskaber, deres nedbrydelighed i miljøet og deres evne til at ophobes i biologisk materiale. For disse stoffer er der lovmæssig pligt til, at oplyse om disse egenskaber. For kemiske stoffer, der har været markedsført før 1981, er der ingen tilsvarende strenge regler, og kun et begrænset antal af disse stoffer er grundigt undersøgt.

Kun for et fåtal af stofferne er det muligt, at foretage en systematisk overvågning af deres forekomst i miljøet. En sådan overvågning er til en vis grad gennemført for visse tungmetaller, organiske miljøgifte og pesticider. For tungmetallerne bly, cadmium og kviksølv er der sket en markant nedgang i udledningerne - især til luften, og den luftbårne forurening er tilsvarende reduceret. Imidlertid er tungmetaller ophobet i miljøet, bl.a. i marint sediment. Derfor ses ikke en tilsvarende nedgang i koncentrationerne i f.eks. fisk. Tilsvarende forhold gælder for en række organiske miljøgifte som PCB, DDT, og Lindan, hvis anvendelse er blevet forbudt, men som stadig cirkulerer i miljøet, dog i faldende koncentrationer.

Pesticider anvendes idag i reducerede mængder sammenlignet med slutningen af 70'erne. Til gengæld er deres effektivitet øget. Målt i biologisk aktivitet (den såkaldte behandlingshyppighed) er der ikke fundet nogen nedadgående tendens, og målsætningen i Pesticid-handlingsplanen er ikke opfyldt på dette punkt.

1.2.2 Det samfundsmæssige perspektiv

Den generelle samfundsmæssige udvikling: I perioden fra 1970 til idag er værdien af den samlede produktion i samfundet målt i faste priser steget fra ca. 500 mia. kroner til ca. 780 mia. kroner i 1992. En vækst på ialt 57%. Værdien af industriens produktion er i faste priser steget med ca. 35% i perioden, landbrugets afgrødeproduktion er i mængder steget med 150%, svineproduktionen med 60% mens

mælke- og oksekødsproduktionen har været omtrent konstant. Beskæftigelsesmæssigt har der været et markant fald i landbruget, et lille fald i industrien og en vækst i privat og offentlig service. Denne samfundsøkonomiske udviklingstendens beskrives som et skift fra et industrisamfund til et servicesamfund.

Der er imidlertid ikke noget, der tyder på, at dette servicesamfund i sig selv er et mindre ressourcetrækkende og mindre miljøbelastende samfund. Indtil videre er udviklingen af servicesamfundet foregået hånd i hånd med en stigende materiel produktion.

Energien: På trods af en kraftig vækst i produktionen over de sidste 20 år, er det lykkedes at holde energiforbruget på et nogenlunde konstant niveau gennem en målrettet energipolitisk indsats. Den væsentligste årsag hertil er reduktionen i husholdningernes forbrug af energi til opvarmning, som i 80'erne er faldet med 30% pr. m² boligareal. Til gengæld er husholdningernes energiforbrug til transport og el-forbrug steget. Erhvervene, som står for 2/3 af landets energiforbrug, har formået at blive mere energieffektive. Dette gælder særligt primærerhvervene og industrien - mens servicesektoren (der repræsenterer 50% af erhvervenes energiforbrug) ikke har øget deres energieffektivitet. Samlet set har væksten i erhvervenes produktion, trods øget effektivitet, ført til et stigende energiforbrug. Energihandlingsplanen fra 1990 opererer med en målsætning om en 30% reduktion af CO₂-udslippet fra energiforbruget (eksklusiv drivmidler til transport) i år 2005 i forhold til 1988. Da transportsektorens udslip ventes at stige, vil den totale effekt være en reduktion på ca. 20%. Den seneste vurdering fra energiministeriet anslår, at det bliver meget svært at nå disse mål uden yderligere tiltag. Derfor har Energiministeren i november 1993 fremsat en række love, som skal medvirke til at nå målsætningerne.

Transport: Trafikken er i 80'erne steget med 40% målt efter antal kørt kilometer, altså en vækst der er mere end dobbelt så kraftig som den almindelige realøkonomiske udvikling. Denne vækst langt udover den generelle økonomiske udvikling skyldes især, at personer og gods transporteres over længere afstande. Som følge af udviklingen har transportsektoren

stået for en stigende andel af udslippene af CO₂, NO_x samt kulbrinter. Denne udvikling forventes at fortsætte for CO₂, idet transportens udledning forventes at stige med 20% fra 1990 til 2010. Dette tal forudsætter dog en kraftig forbedring af bilernes energieffektivitet. For udledningerne af NO_x, kulbrinter, partikler og CO vil påmontering af katalysatorer på nye biler ifølge beregninger føre til mere end en halvering over de næste godt 15 år.

Landbrug og skovbrug: Landbruget har siden 1970 været præget af stærkt stigende produktion, især af planteprodukter og svinekød; et stærkt fald i antallet af især de mindste bedrifter og i beskæftigelsen; en stigning i bedrifternes størrelse, en kraftig specialisering i bedrifterne og en geografisk koncentration af planteproduktion i øst- og kvæghold i vestdanmark. Den stigende mængdemæssige produktion er fulgt af faldende priser, således at landbrugets samlede andel af bruttofaktorkomsten i perioden er faldet fra omkring 6% til 3%. Den stigende produktion har været betinget af bl.a. et stigende forbrug af handelsgødning, især i 70'erne. Samtidig har den stigende svineproduktion ført til en voksende mængde husdyrgødning. Beregninger viser, at det især er på bedrifter med et stort dyrehold, at udnyttelsesgraden af kvælstof er lille. Husdyrgødningen anvendes ikke effektivt, og udvaskningen af kvælstof fra landbruget er ikke faldende. Målsætningen i Vandmiljøplanen var en reduktion med 127.000 tons. De igangværende initiativer, herunder EF's landbrugsreform, anslås efter en foreløbig vurdering at reducere udledningerne med ca. 50.000 tons.

Den kraftige vækst i landbrugets produktion har skabt problemer med fødevareroverskud i EF. Tendensen i EF's landbrugspolitik fremover går derfor på at dæmpe produktionsvæksten. Dette søges gennemført bl.a. ved, at overføre landbrugsjord til anden anvendelse, herunder skovbrug. I Danmark er det hensigten at fordoble skovarealet over de næste 80-100 år. Dette sker bl.a. på baggrund af skovens positive virkning på natur og miljø - samt deres værdi som rekreative områder. Der er dog et finansieringsproblem mht. at realisere denne målsætning, idet faldende verdensmarkedspriser for træ og cellulose gør det lidt attraktivt idag at rejse skov. En fordobling af skovarealet over 80-100 år, svarer til gennem-

snitligt ca. 5000 ha skovtilplantning om året. I de seneste år har den samlede statslige og private skovrejsning været på under 2000 ha om året.

Industri: Som nævnt tidligere, har industrien fra 1970 til 1992 haft en vækst i produktionsværdien i faste priser på ca. 35%. Dette er sket med en arbejdsstyrke der er faldet fra 560.000 til ca. 500.000. Næringsmiddelindustri, metalindustri og kemisk industri er de dominerende, og står tilsammen for 75% af produktionsværdien. Industriens udledninger af miljøskadelige stoffer fra deres fremstillingsprocesser er over de sidste 10 år reduceret meget markant. Dette er især sket gennem installering af rensningsudstyr, bedre styring af processerne og i nogen grad gennem nye og renere processer. Selv om der fortsat findes problemer med udledninger fra industrivirksomheder, så knytter interessen sig i stigende grad til industriens ressourceforbrug - herunder energiforbruget - samt de producerede varers videre skæbne, herunder affaldsproblemerne.

Husholdningerne: Husholdningernes forbrug er fra 1981 til 1991 steget med ca. 20% målt i faste priser. Den kraftigste vækst er sket på områder som medicin, transport, fritidsvarer og udlandsturisme. På energiområdet har husholdningerne, som tidligere nævnt, reduceret energiforbruget til opvarmning, mens det er steget til transport og el-forbrug. Vandforbruget har været stagnerende eller svagt faldende; 93% af husholdningerne er idag tilsluttet rensningsanlæg, og disse vil med Vandmiljøplanens gennemførelse have mekanisk, biologisk og kemisk rensning. Affaldsmængderne fra husholdningerne stiger fortsat, men en stigende del heraf forbrændes eller genanvendes. Ifølge Regeringens Handlingsplan for Affald og Genanvendelse, er det målet at øge genanvendelsen af husholdningernes affald fra de nuværende 16% til 50% i år 2000. Husholdningerne bruger en stor mængde miljøfremmede stoffer til vask, rengøring, vedligeholdelse af bolig og bil mm.

Generel sammenfatning

For en række af de miljøtemaer der er beskrevet i afsnit 1.2.1 skyldes de konstaterede effekter samtidige belastninger fra flere sektorer i samfundet. I en række tilfælde, hvor der er en simpel sammenhæng mellem årsag og

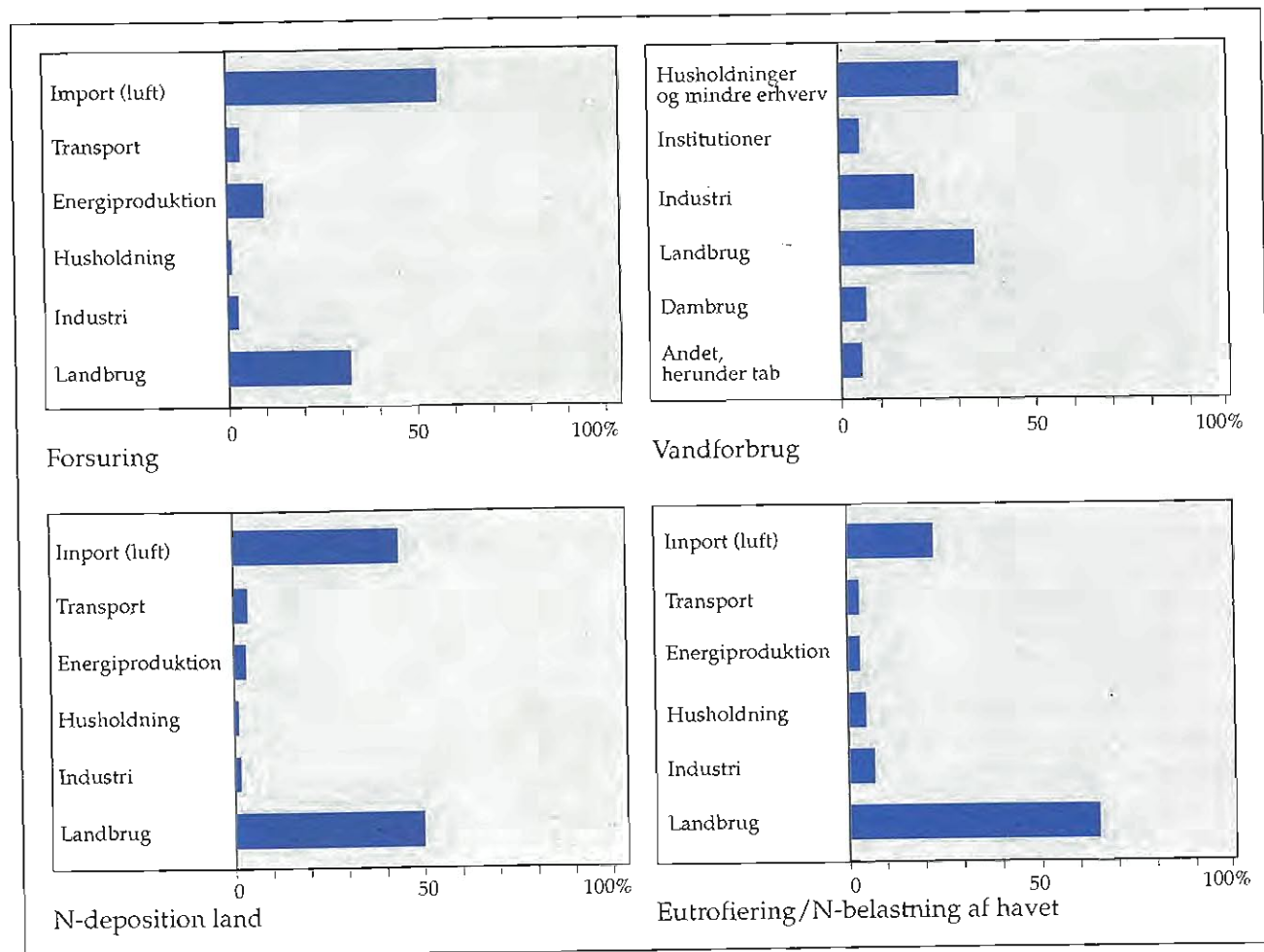
virkning, kan de enkelte sektorers relative bidrag til den totale belastning kvantificeres. Dette gælder således for sektorenes bidrag til forureningen, eutrofieringen af landmiljøet og det marine miljø samt for udnyttelsen af vandressourcerne. For disse temaer er der i figurene 1.2 - 1.5 tegnet nogle sektorprofiler, der angiver de relative bidrag fra de ovenfor beskrevne sektorer. Endvidere er de internationale kilders bidrag angivet.

Som det fremgår af disse sektorprofiler er "importens" bidrag til belastningen af det danske miljø meget betydeligt for luftbåren kvælstofdeposition og forurening. Med til dette billede hører, at Danmark tilsvarende står for en betydelig "eksport" af de samme problemer.

Skal der tegnes et sammenfattende billede af udviklingen i samspillet mellem samfund og miljø, kan det konstateres, at de sidste 10-20 års miljøindsats har haft en ganske mærkbar indflydelse på samfundsudviklingen, og på en række miljøbelastninger fra samfundet. Det er lykkedes i stor udstrækning, at få kontrol med de direkte udledninger fra industrien og fra husholdningerne. En række miljøfarlige stoffer er blevet forbudt eller kraftigt reduceret i anvendelse. Det er lykkedes til en hvis grad, at afkoble den økonomiske udvikling med energiforbruget, således at energiforbruget har været stabiliseret, til trods for en stigende produktion. Overalt i samfundet er der sat processer og aktiviteter igang, der søger at reducere miljøbelastningen og ressourceforbruget. Disse initiativer kan på mange områder mærkes ude i miljøet. Den luftbårne forurening med f.eks. svovl og tungmetaller er mærkbart reduceret. Vore søers og vandløbs belastning med fosfor er faldet markant. En række meget miljøfarlige organiske miljøgifte er under afvikling.

For en række af disse forbedringer går der imidlertid mange år, før en egentlig effekt i miljøets kvalitet kan registreres. Det skyldes at den forgangne udvikling har ophobet stoffer i miljøets forskellige recipienter, som det vil tage mange år at fjerne gennem naturens egne rensningsprocesser. Dette gælder eksempelvis CFC'ere i stratosfæren, fosfor i søerne, tungmetaller i marint sediment, PCB i havet osv. På en række områder er det imidlertid meget svært, at notere nogen fremgang. Det gælder udledningen af nitrat til det vandige miljø,

2. Miljøtilstanden



Figur 1.2. Sektorprofiler for udvalgte temaer, der viser sektorernes relative bidrag til belastningen - jf. iøvrigt de respektive afsnit i rapporten. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

sikringen af et varieret landskab og en alsidig flora og fauna. Det gælder kontrol over trafikens og affaldsproduktionens vækst, og det gælder generelt mærkbare reduktioner i samfundets ressourceforbrug. På energiområdet er det lykkedes, at blive mere energieffektive og specielt på boligopvarmningen at gennemføre egentlige reduktioner. Men den generelle økonomiske vækst opvejer den øgede effektivitet, og det viser sig at være overordentlig svært med de hidtidige virkemidler, at opnå en egentlig reduktion. Det er således generelt karakteristisk for de områder, hvor det er svært at notere en fremgang, at det netop er områder, hvor mennesket og samfundet står over nogle fundamentale valg mellem vort nuværende forbrugs- og produktionsmønster på den ene side, og natur og miljø på den anden.

2.1 Luftforurening - globale effekter

2.1.1 Baggrund og problemformulering

Menneskets aktiviteter er nu vokset til et niveau, hvor de mærkbart påvirker atmosfærens sammensætning. Tilstedeværelsen i atmosfæren af en række menneskeskabte gasser kan dels have betydning for klimaet gennem en forøgelse af drivhuseffekten, dels nedbryde det ozonlag i atmosfæren, som beskytter livet på jorden mod solens ultraviolette stråler.

Drivhuseffekten i sig selv er et naturligt fænomen og en nødvendig forudsætning for at opretholde livet på jorden. Så hvad der i denne sammenhæng menes med "drivhuseffekt" er *den forøgede virkning* af de menneskeskabte gasudslip og andre aktiviteter. Det er således ikke længere et spørgsmål om jordens middeltemperatur er steget inden for de sidste 100 år, men mere i hvilket omfang denne stigning er menneskeskabt, eller skyldes naturlige klimavariationer, og hvor alvorlige konsekvenserne vil være forskellige steder på jorden af en fortsat temperaturstigning.

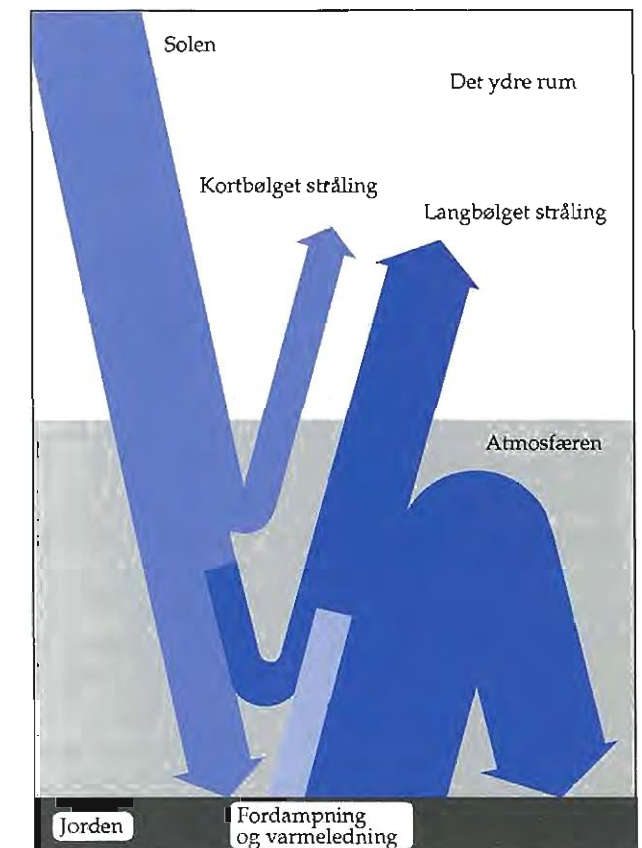
Drivhuseffekten og Nedbrydning af ozonlaget skal ses i sammenhæng, idet de delvis bliver sammenkoblet gennem en række fysiske og kemiske reaktioner i atmosfæren, og ved at nogle gasformige forbindelser både påvirker drivhuseffekten og ozonlaget. Det gælder f.eks. især de såkaldte CFC'er (chlorofluorocarboner og haloner). Der er fuld enighed om, at CFC i sig selv både kan forøge drivhuseffekten og medføre nedbrydning af ozonlaget i den øvre del af atmosfæren (stratosfæren), hvorimod det er mere usikkert hvordan de to fænomener påvirker hinanden.

Antagelig kan en udtynding af ozonlaget reducere den globale opvarmning ved jordoverfladen som følge af drivhuseffekten. Herved bliver den effektive drivhusvirkning af CFC mindre end hidtil antaget. Samtidig med ozon-udtyndingen i stratosfæren er der registreret stigende ozon-koncentrationer i den jordnære del af atmosfæren (troposfæren) som skyldes de stigende menneskeskabte udslip af kvælstofoxider og kulbrinter. Man ved at ozon er en drivhusgas, men dens effektive virkning

omregnet til CO₂-ækvivalenter, er endnu ikke endelig fastlagt.

2.1.2 Drivhuseffekten

FN's panel af rådgivende eksperter i klimaspørgsmålet (IPCC), er enige om at den forøgede drivhuseffekt kan føre til klimaforandringer på jorden. Dog savnes et bevis for at den konstaterede temperaturstigning på 0.3 - 0.6 C i løbet af de sidste hundrede år skyldes menneskelige aktiviteter. Et sådant bevis kan næppe heller tilvejebringes inden for de kommende 10 år, - dertil er de naturlige variationer i den globale middeltemperatur alt for store. I dag skal der således træffes beslutninger om at reducere udslippet af drivhusgasserne uden et egentligt bevis som grundlag, men som en sikkerhedsforanstaltning.



Figur 2.1.1. Jordens energibalance. Ca. 2/3 af den kortbølgede solindstråling absorberes af jorden og dens atmosfære, og tilbagesendes som langbølget stråling. Drivhusgasserne er i stand til i særlig grad at absorbere den langbølgede stråling fra jorden. Øges gaskoncentrationen, vil der indstille sig en energiligevægt på et højere temperaturniveau - jorden opvarmes. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

Årsagerne til drivhuseffekten

Jordens klima og dermed dens temperatur bestemmes af jordens energibalance. Kun ca 1/3 af den kortbølgede solindstråling til jorden tilbagesendes til verdensrummet som kortbølget energi, resten absorberes i atmosfæren, i havet eller af landmasserne (figur 2.1.1). Den indkommende solstråling går ret let gennem atmosfæren, hvorimod det meste af den reflekterede eller emitterede stråling er langbølget, som i højere grad absorberes af gasserne i atmosfæren - herunder de menneskeskabte drivhusgasser. Nettovirkningen af dette forhold er en opvarmning af jorden, og betegnes som drivhuseffekten. Helt uden atmosfære, og dermed drivhuseffekt, ville jorden således være ca. 35 grader koldere.

Drivhusgasserne.

De vigtigste drivhusgasser er kuldioxid (CO₂), metan (CH₄), lattergas (N₂O) og CFC'er.

Brugen af fossile brændsler som kul, olie og naturgas er hovedårsagen til den øgede drivhuseffekt. Der frigøres drivhusgasser som CO₂, N₂O og CH₄, samt NO_x og letflygtige organiske forbindelser (VOC) som indirekte bidrager til dannelsen af drivhusgassen ozon.

Rydningen af jordens skove for at øge tømmerproduktionen og skaffe større arealer til landbrugsformål, er en anden vigtig årsag. Det skønnes at mellem 15 og 25% af den aktuelle stigning i CO₂-koncentrationen, og måske opimod 10% af CH₄, skyldes denne årsag. Gennem fotosyntesen forbruger skoven kuldioxid til opbygning af sin biomasse. I den modne skov er der ligevægt mellem produktion og forbrug af CO₂, men fældes eller afbrændes skoven, resulterer dette i en nettofrigørelse af CO₂ fra de ryddede arealer gennem nedbrydningen af organisk stof i jorden.

Produktion af fødevarer er en tredje vigtig årsag, som skønnes at være ansvarlig for ca. halvdelen af det menneskeskabte CH₄-udslip og også en væsentlig del af udslippet af N₂O. Disse udslip er øget samtidig med stigningen i det samlede areal med risdyrkning, det øgede husdyrbrug og den stigende anvendelse af kvælstofgødning. CH₄ dannes ved nedbrydning af organisk stof i bl.a. våde rismarker under

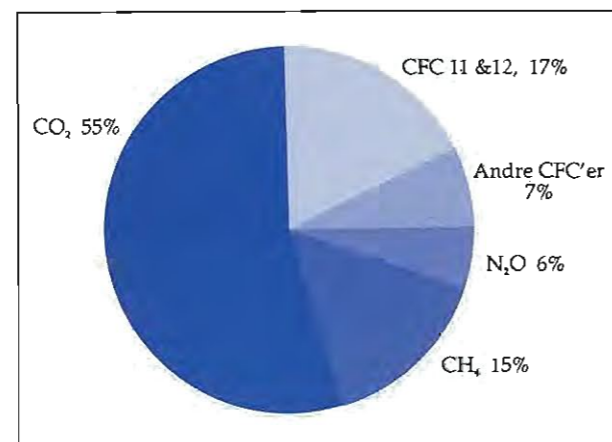
iltfrie forhold, og dannes også under forgæringen i husdyrs drøvtyggertarm. N₂O dannes når kvælstofholdige gødninger øger jordens koncentration af nitrat, som under iltfattige forhold kan omdannes til gasformigt N₂O (denitrifikation).

En fjerde vigtig årsag er industriens brug af CFC'er til forskellige formål (jf. afsnit 2.1.3). CFC er en ren menneskeskabt drivhusgas, som ikke naturligt forekommer i atmosfæren.

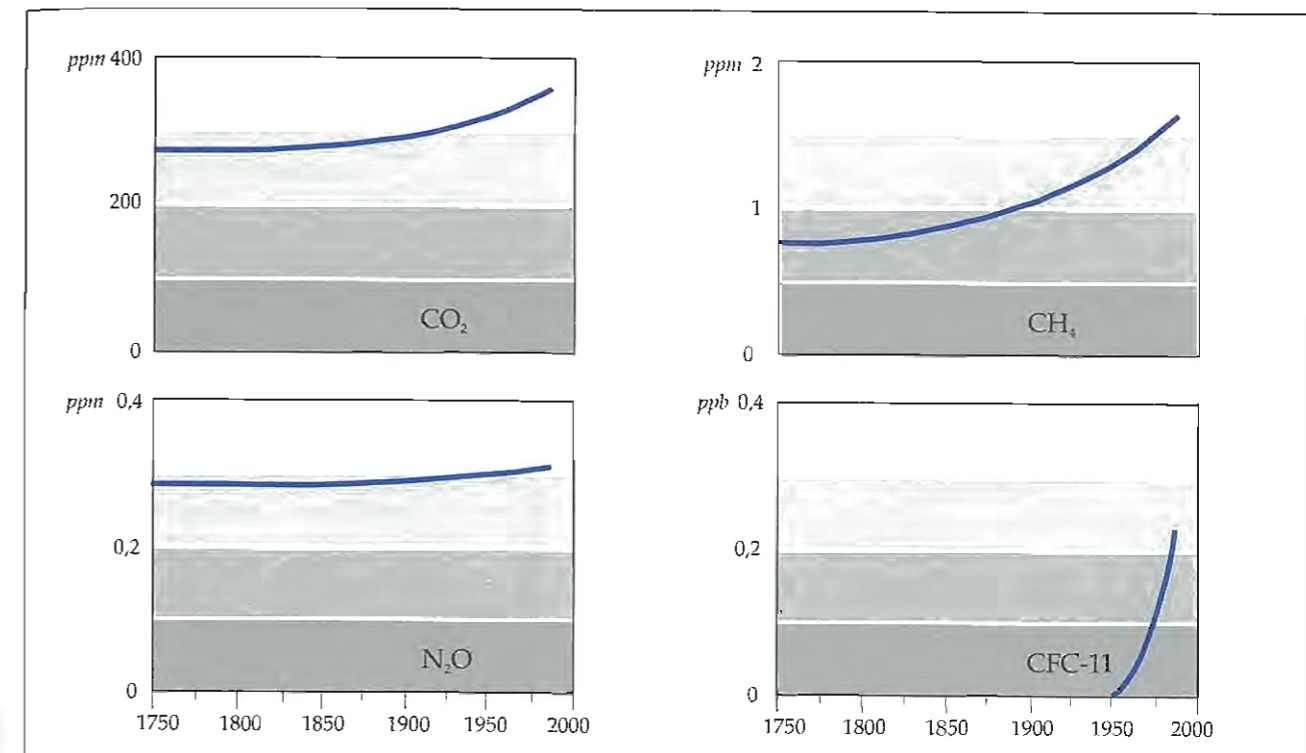
De globale udslip.

De forskellige drivhusgasser har ikke samme effekt pr. kg udsendt stof. Afgørende er deres koncentration i atmosfæren samt deres evne til at absorbere langbølget energistråling. Lige så vigtig er gassernes levetid i atmosfæren, som er bestemmende for, hvor store koncentrationer der kan opbygges over en given tidshorizont.

Levetiden i atmosfæren for en given gas bestemmes af balancen mellem de væsentligste kilder og vigtigste dræn som for CO₂ udgøres af oceanerne, atmosfæren eller hele biosfæren. CO₂, CFC og N₂O har alle en lang levetid, og fjernes kun langsomt fra atmosfæren. Ændres udslippet af disse stoffer kan der derfor gå flere 10-år eller århundreder før den atmosfæriske koncentration er fuldt tilpasset den nye ligevægt. Såfremt det menneskeskabte CO₂-udslip således reduceres til nul i 1993, vil omkring 50% af forøgelsen skabt forud for dette år stadig kunne observeres ved år 2100.



Figur 2.1.2. De væsentligste drivhusgassers relative bidrag til den forøgede drivhuseffekt, beregnet som CO₂-ækvivalenter (GWP-index, Global Warming Potentials). (Kilde: IPCC, 1990).



Figur 2.1.3. Væksten i de vigtigste drivhusgasser. Enheder: CO₂, CH₄ og N₂O: volumenkoncentration angivet i ppm, CFC (CFC-11): volumenkoncentration i ppb. (Kilde: IPCC, 1990).

- CO₂-koncentrationen stiger aktuelt med ca. 0.5% om året og bidrog gennem 80'erne med ca. 55% til væksten i drivhuseffekten,
- CH₄ stiger for øjeblikket med ca. 0.75% om året, og bidrog gennem 80'erne med ca. 15% til væksten i drivhuseffekten,
- N₂O stiger med 0.2-0.3% årligt og bidrog gennem 80'erne med ca. 6% til væksten i drivhuseffekten,
- CFC-gasserne steg indtil 1990 med ca. 4% om året, og bidrog gennem 80'erne med ca. 24% til væksten i drivhuseffekten. Efter 1990 er stigningstakten aftaget.

Box 2.1.1. Væksten i koncentrationen af de vigtigste drivhusgasser.

Normalt sammenlignes stoffernes bidrag til den globale opvarmning over en tidshorizont på 100 år beregnet som CO₂-ækvivalenter ved hjælp af en effektivitetsfaktor, GWP, "Global Warming Potential" (figur 2.1.2). Det skal bemærkes, at beregningerne i figur 2.1.2 er baseret på denne aktivitetsfaktor som opgivet af IPCC i 1990. De har senere vist sig at være behæftet med væsentlige usikkerheder (IPCC 1992).

Siden begyndelsen af industrialiseringen i forrige århundrede, er drivhusgasserne i atmosfæren øget med 50%, beregnet som CO₂ ækvivalenter, skønt CO₂ alene kun er øget med

25%, - de andre drivhusgasser har altså samlet haft en højere stigningstakt. Koncentrationen i atmosfæren af de fleste drivhusgasser stiger for øjeblikket (figur 2.1.3 samt box 2.1.1). Det gælder også CFC, selv om udslippet forventes at falde til noget nær nul omkring år 2000, som følge af de internationale aftaler om at afvikle disse stoffer for at beskytte ozonlaget (jf. afsnit 2.1.3).

Klimaændringer - scenarier

En vurdering af den menneskelige påvirkning af jordens klima, og forsøg på at fremskrive udviklingen, falder i tre trin:

- antagelser om udviklingen i befolkningstal, energiforbrug, fødevarerproduktion m.m. og beregning af de deraf følgende udslip af drivhusgasser (scenarier),
- vurdering af den fremtidige sammensætning af atmosfæren, baseret på det globale stofkredsløb,
- og endelig de egentlige modelberegninger af klimaet, der udføres på store EDB-anlæg.

De klimamodeller der idag anvendes til dette formål er yderst komplekse, og er baseret på et system af usikre forudsætninger som er stærkt forenklet i forhold til den verden de skal beskrive.

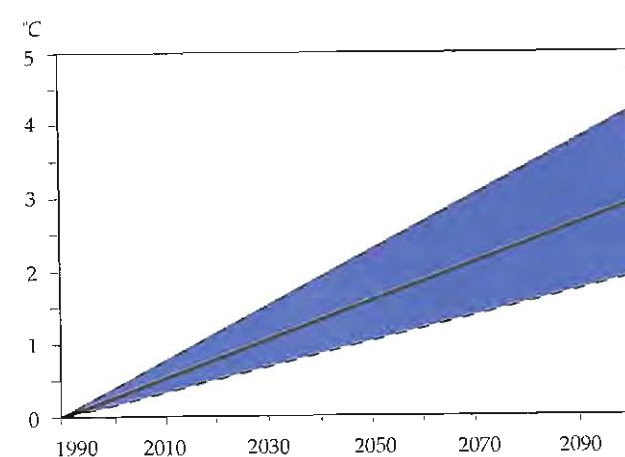
Der er især en række usikkerheder knyttet til beskrivelsen af selve klimasystemet. De store oceaner kan absorbere store mængder varmeenergi og CO₂, som er den væsentligste drivhusgas. Omkring halvdelen af det menneskeskabte CO₂-udslip kan måske absorberes af havene og den terrestriske del af biosfæren i løbet af det næste århundrede. Imidlertid vil opvarmningen af havene øge mængden af vanddamp, som også er en drivhusgas, og opvarmningen af de polare tundra-områder kan øge udslippet af CH₄, som vil forstærke drivhuseffekten. Et øget skydække kan påvirke en temperaturstigning, men størrelsen, ja selv fortegnet på temperaturændringen, er usikker. Virkningen vil bl.a. afhænge af skyernes højde og det tidspunkt hvor det optræder.

I august 1990 udsendte det internationale klimapanel, IPCC, sin første rapport, hvor den fremtidige udvikling blev beskrevet ved hjælp af forskellige scenarier. I grundscenariet, det såkaldte "Business-as-usual scenario", er udviklingen i verden fremskrevet til år 2100, bl.a. baseret på fortsat kul-intensiv energiproduktion og uden kontrol af udslip af metan og lattergas fra landbrugsproduktion.

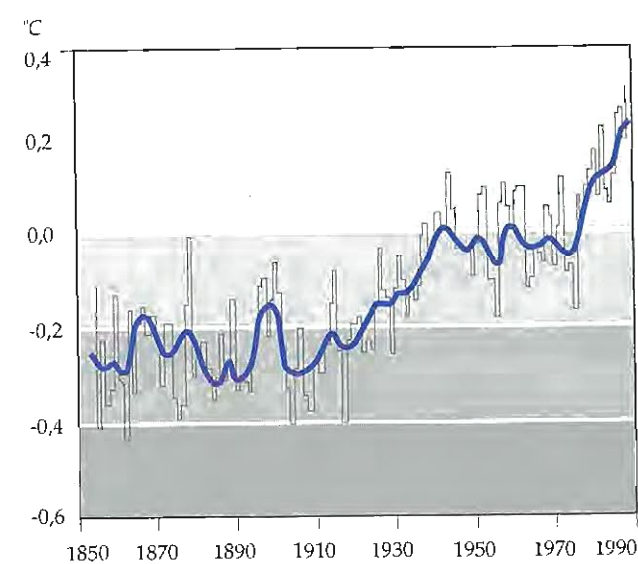
Modelberegningerne i 1990 viste, at jordens middeltemperatur kunne stige ca. 4°C fra 1850 til år 2100 - en beregning der dog var behæftet med en væsentlig usikkerhed. I andre scenarier, hvor der forudsættes mere eller mindre drastiske indgreb overfor udslip af drivhusgasser kan udviklingen forsinkes - men ikke helt undgås.

De nyeste modelberegninger tager i højere grad end tidligere hensyn til atmosfærens varmeudveksling med oceanerne. Det syntes at medføre en langsommere opvarmning frem mod midten af næste århundrede end tidligere beregnet, og omkring år 2100 vil jordens middeltemperatur ifølge beregningerne være steget 3°C i forhold til nu (figur 2.1.4).

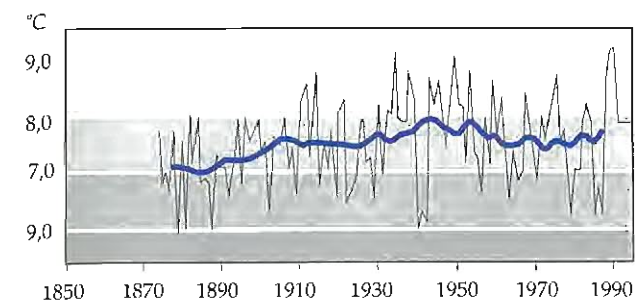
Tilsyneladende er den globale temperatur allerede steget ca. ½°C (figur 2.1.5). Det er stort set i overensstemmelse med modelberegningerne, men kan også skyldes naturlige klimavariationer. Derimod er temperaturen i Danmark ikke steget siden 1940 (figur 2.1.6).



Figur 2.1.4. Beregnede stigninger i jordens middeltemperatur for "Business-as-usual" scenariet. Den fuldt optrukne kurve viser det sandsynligste forløb. Det blå felt angiver den formodede usikkerhed. (Kilde: IPCC, 1992).



Figur 2.1.5. Udviklingen i verdenstemperaturen siden 1850 angivet som afvigelsen fra middeltemperaturen 1951-1980. (Kilde: J. Fenger, U. Torp (red.), 1992).



Figur 2.1.6. Temperaturudviklingen i Danmark inden for de sidste godt 100 år, angivet som årsmiddelværdi og som glidende 20 års middel. (Kilde: J. Fenger, U. Torp (red.), 1992).

Virksomheder af klimaændringer

De beregnede temperaturstigninger vil være ledsaget af ændringer i vindsystemer og nedbørsmønstre, som samlet kan have konsekvenser for landbrug, skovbrug, fiskeri og på naturen. Undersøgelser foretaget af det internationale "Institute for Applied Systems Analysis" i Østrig, viser således at de større vegetationszoner i Europa vil flyttes omkring 1100 km nordpå ved en gennemsnitlig temperaturstigning på 5°C og en forøgelse af nedbøren på 10%. For dansk landbrug kan der være fordele i form af en forlænget vækstsæson. Således vil grænsen for det område hvor majs kan modnes, flytte sig fra den nordlige del af Tyskland til midten af Skandinavien. Der kan dog også være ulemper i form af øget udbredelse af skadedyr og plantesygdomme.

Selvom nettoresultatet kan være en fordel for enkelte lande, herunder Danmark, må man frygte at de beregnede klimaændringer generelt vil belaste fødevarerproduktionen - specielt i de centrale områder af de store kontinenter som f.eks. USA, der risikerer at blive ramt af tørke.

Mange ulemper vil kunne modvirkes ved f.eks. kunstvanding eller ændringer i valg af afgrøder, men for de naturlige økosystemer og skovene vil en menneskelig indgriben være mere vanskelig. Det er således tvivlsomt om de mulige klimaændringer vil være så langsomme at en løbende tilpasning er mulig, når plantebælterne flytter nordpå.

Klimaændringer vil ikke alene i sig selv påvirke miljøet, de vil også kunne ændre andre miljøpåvirkninger. Således vil et varmere og mere fugtigt klima accelerere luftforureningens materialenedbrydning, forøge vegetationens

følsomhed overfor påvirkningen af luftforurening, og endvidere kunne påvirke bl.a. udvaskningen af næringssalte.

Stigende vandstand i havene kan medføre problemer som forøget kysterosion, belastning af digesystemer og direkte oversvømmelse af ubeskyttede, lavtliggende arealer. Indtrængning af saltvand kan også true drikkevandsforsyningen og følsomme økologiske systemer i kystområderne. I Europa er en række floddeltaer udsatte, men de alvorligste belastninger vil formentlig ske i U-landene, hvor man ikke behersker den nødvendige teknologi til kystbeskyttelse. Et koralø-rige som Maldiverne, hvor 200.000 mennesker bor på 200 øer med en gennemsnits højde på 1-1,5 m over havoverfladen, er direkte truet med udslettelse.

Vurderinger af klimaændringer for et lille land som Danmark, der tilmed ligger i et grænseområde mellem ocean og kontinent, er meget usikre. På basis af de seneste beregninger skønnes det dog, at i løbet af de næste hundrede år vil temperaturen om sommeren kunne stige 1-3°C og temperaturen om vinteren 2-5°C. Samtidigt kan nedbøren blive mellem 0 og 20% større.

Oversigt over danske drivhusgasudslip

Der foreligger en samlet opgørelse over de nationale udslip af de vigtigste primære drivhusgasser for 1989 (tabel 2.1.1), omfattende kuldioxid (CO₂), metan (CH₄), lattergas (N₂O) og de to vigtigste chlorfluorcarboner CFC-11 og CFC-12.

Kun for metan og lattergas er det totale udslip fra både naturlige og menneskeskabte kilder forsøgt estimeret. For CFC'erne er det nuværende nettoforbrug angivet som udslip, skønt et givent forbrug først resulterer i et udslip efter en vis tidsforsinkelse. For kuldioxid er det kun muligt at anslå det menneskeskabte nettoudslip.

Kuldioxid er den vigtigste af de menneskeskabte drivhusgasser, med energisektoren som den største bidragsyder (jf. afsnit 3.2, energisektoren). Danmarks udslip af CO₂ har i de sidste 15 år stort set holdt sig konstant på ca 60 mio ton årligt, med mindre variationer som primært skyldes varierende opvarmningsbehov,

og import/export af elektricitet mellem Danmark og udlandet. CO₂-udslippet var således særligt lavt i opgørelsesåret 1989, hvor el-importen fra udlandet var stor. CO₂-udslippet fra industrien omfatter et bidrag fra cementproduktionen af størrelsesordenen 1 mio tons årligt. Gas-udslippene fra "proces energi", som primært stammer fra industrien, er også særskilt angivet.

Opgørelsen af de såkaldte biogene kilder og dræn for kuldioxid er usikre estimater. De omfatter principielt en totalopgørelse af CO₂-bindingen til opbygning af biomasse gennem planternes fotosyntese, og af CO₂-frigørelsen gennem afbrænding af biomasse eller nedbrydning af organisk stof i jorden.

Det samlede biogene landbrugsbidrag er således opgjort til omkring 3,5 mio. tons,

medens kulstof svarende til 2,6 mio. tons årligt bindes i skovene, - primært som følge af en udvidelse af skovarealet. Plantning af nye skove kan således i en årrække medføre en kulstofbinding svarende til omkring 4% af de menneskeskabte udslip - men er ikke en varig løsning.

Det skal understreges, at i tabel 2.1.1 er landbrugets CO₂-udslip som følge af det direkte energiforbrug tilskrevet de forskellige energisektorer, ligesom udslippet fra det indirekte forbrug af energi til produktion af landbrugets hjælpestoffer (kunstgødning mv.), ikke er opgjort særskilt (jf. afsnit 3.4).

Metan er i det store og hele af organisk oprindelse, hvad enten det udsendes fra menneskeskabte- eller naturlige kilder. Udslippet fra naturlige og landbrugsrelaterede kilder er langt

Sektor	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC-11	CFC-12
Kraftværker	20704	0,06	0,66		
Kullagring		16,00			
Fjernvarme	4315	0,01	0,13		
Proces energi (industri)	10160	0,07	0,38		
Individuel opvarmning	7683	1,78	0,29		
National transport	10223	6,93	4,28		
Brug af biomasse	-2389				
Gasnettet		8,45			
Industri (cementproduktion)	917	0,04		1,359	0,450
Losseplads		310,00			
Spildevand		1,60			
Landbrug (biogent)	3500	262,00	14,60		
Skovbrug	-2600	-3,00	0,60		
Naturlige økosystemer		350,00	4,20		
Total national emission	52513	953,94	25,14	1,359	0,450
International transport	4777	0,61	2,49		
Global emission 10 ³	26000	300,00	6,00	0,300	0,400
Dansk nationalt bidrag (%/∞)	2,0	3,20	4,20	4,500	1,100
+ international transport (%/∞)	0,2	0,20	0,40		

Tabel 2.1.1. Oversigt over udslippet af de vigtigste drivhusgasser fordelt på kilder, og det danske bidrag til det globale udslip. Estimerede værdier for 1989. Enhed: 1000 ton/år. Udslippene af metan (CH₄) og lattergas (N₂O) er behæftet med stor usikkerhed. Udslippet fra lossepladser er således sikkert overvurderet. (Kilde: J. Fenger, J. Fenhann og N. Kilde, 1990).

større end udslippene fra energi- og industri-sektoren. De største bidrag kommer fra naturarealerne, med et anslået totalt årligt udslip på omkring 350.000 ton.

Udslippene fra landbruget er store, og forøgelse af plantemateriale i kvægs drøvtygger-tarm og afdampning fra gylle bidrager samlet med omkring 260.000 ton. Det samme gælder, et beregnet metanudslip på 310.000 t. fra lossepladser, der dog formentlig er overvurderet.

Lattergas dannes ved forbrænding af kul og olieprodukter med transport som den vigtigste kilde, og udsendes også fra forskellige biogene kilder som landbrug, skovbrug og naturlige økosystemer, - med landbruget som den, totalt set, største kilde. Det er især landbrugets anvendelse af kvælstofholdige gødninger, som gennem en denitrifikation af nitrat i jorden bidrager til N₂O-udslippet.

De chlorerede kulbrinter, og her specielt CFC-forbindelserne, er nærmere omtalt i afsnit 2.1.3.

I tabel 2.1.2 er alle væsentlige udslip omregnet til ækvivalenter kuldioxid, beregnet for en tidshorisont på 100 år, og fordelt på sektorer. Beregningerne er baseret på "global warming potentials", som angivet af IPCC i 1990.

Kilder	Udslip	Relativt bidrag
Elektricitetsproduktion	23	24
Rumopvarmning	14	15
Procesenergi (inkl. industri)	23	24
National transport	20	21
Landbrug (biogent)	11	12
Affald	7	7
Skovbrug (biogent)	-3	-3
Total CO ₂ -ækvivalenter	95	100

Tabel 2.1.2. Oversigt over danske drivhusgasudslip af menneskeskabt oprindelse. Enhed: mio ton CO₂/år, samt det relative bidrag (%). (Kilde: J. Fenger, J. Fenhann & N. Kilde, 1990).

Det fremgår at de energirelaterede aktiviteter, som rumopvarmning og el-produktion, samlet bidrager med næsten 40% af udslippet, men at også transportsektorens andel på ca. 20% er væsentlig.

Det industri-relaterede bidrag (proces-energi m.v.) omfatter også CFC, og udgør næsten en fjerdedel af det samlede udslip. Den planlagte afvikling af CFC vil i sig selv halvere udslippet fra denne sektor.

Det biogene bidrag fra landbruget er et usikkert skøn, hvor det dog er indiskutabelt at metanbidraget fra husdyrholdet er en væsentlig kilde, som kan reduceres ved øget anvendelse af husdyrgødning til biogas.

Den miljøpolitiske indsats.

FN's Klimakonvention: I forbindelse med FN's verdenskonference om miljø og udvikling i juni 1992, underskrev 154 lande, herunder Danmark, FN's rammekonvention, som pålægger landene at stabilisere udslippet af CO₂ og andre drivhusgasser. Formålet er at stoppe den menneskelige indgriben i klimasystemerne, og bringe den nuværende stigningstakt i atmosfærens indhold af menneskeskabte drivhusgasser til ophør.

Den hidtidige danske indsats til begrænsning af udslippet, har koncentreret sig om kuldioxid, og tiltagene er især indeholdt i Energi-ministeriets handlingsplan, "Energi 2000", og Trafikministeriets transporthandlingsplan (jf. afsnit 3.2 og 3.3).

Realiseres målene i disse handlingsplaner, vil det sikre at Danmark opfylder sin målsætning om en reduktion af CO₂-udslippet med 20% i år 2005 i forhold til niveauet i 1988. Med underskrivelsen af klimakonventionen har Danmark desuden bundet sig til at opfylde klimakonventionens forpligtigelse for de industrialiserede lande til at stabilisere udslippet af CO₂ og andre drivhusgasser som ikke er omfattet af Montreal-protokollen (CFC'erne), inden år 2000 i forhold til 1990. Den nationale målsætning forventes "automatisk" at opfylde denne forpligtigelse. Endelig vil den være et vigtigt bidrag til opfyldelse af EF's fælles målsætning om stabilisering af CO₂-udslippet i år 2000 på 1990 niveauet.

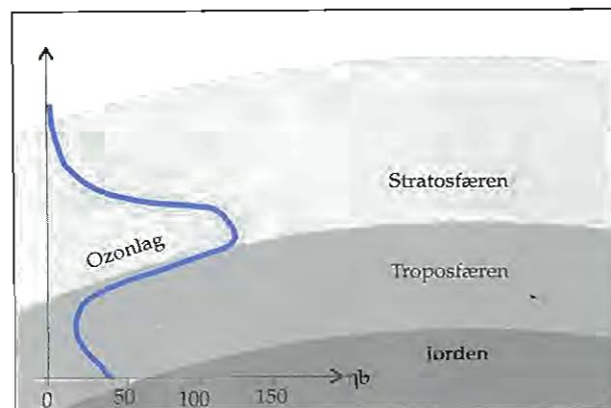
I den danske målsætning om reduktion af CO₂-udslippet, indgår ikke den forventede binding af CO₂ i biomasse ved en udvidelse af skovarealet. Som en konsekvens af kravene om en nedsat landbrugsproduktion (jf. afsnit 3.4) er det en målsætning at fordoble det danske skovareal inden for en trægeneration, d.v.s. i løbet af 80 - 100 år. Når CO₂-bindingen er på sit højeste, vil denne udvidelse svare til 5% af det årlige menneskekabte udslip, men vil efter ca 150 år være udlignet af skovens eget CO₂-udslip. Der er således tale om en engangseffekt, som kan give en frist til iværksættelse af mere vedvarende løsninger. En miljømæssig sidegevinst ved at øge skovarealet, udgøres af de øgede muligheder for at substituere fossilt brændsel med drivhusneutralt biobrændsel.

For de øvrige drivhusgasser, metan og lattergas, er der ikke opstillet konkrete målsætninger, men det overvejes i øjeblikket om aktiviteter iværksat i anden sammenhæng kan opfylde klimakonventionens forpligtigelse om en stabilisering af udslippet inden år 2000.

En af de vigtigste kilder til metan-udslip er således afdampning fra lossepladser. Ved iværksættelse af Miljøministeriets handlingsplan for affald og genanvendelse, vil der ske en væsentlig reduktion i mængderne af deponeret organisk affald, og dermed i potentialet for metandannelse. En forventet øget indsats rettet mod ventilering af lossepladser og opsamling af skraldgas til anvendelse i energiproduktionen, vil også reducere udslippet. En øget anvendelse af husdyrgødning og organisk affald til biogas, vil virke i samme retning. Den samlede effekt forventes at være, at klimakonventionens forpligtigelse rigeligt kan opfyldes på dette område.

2.1.3 Nedbrydningen af ozonlaget

Det såkaldte ozonlag er lokaliseret til mellem 20 og 40 km over jordens overflade, stratosfæren, som indeholder omkring 90% af alt atmosfærisk ozon (figur 2.1.7). Det har længe været kendt, at ozon filtrerer den skadelige ultraviolette stråling fra solen (UV-stråling), og at ozonlaget periodisk kunne udtyndes, men indtil 1970'erne betragtede man det som et fænomen hvor ozon naturligt blev regenereret, og hvor ozon-koncentrationen over en længere årrække var konstant.



Figur 2.1.7. Ozonlagets lokalisering i stratosfæren, som indeholder 90% af alt atmosfærisk ozon. Enhed: ozons partialtryk angivet i nanobar. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

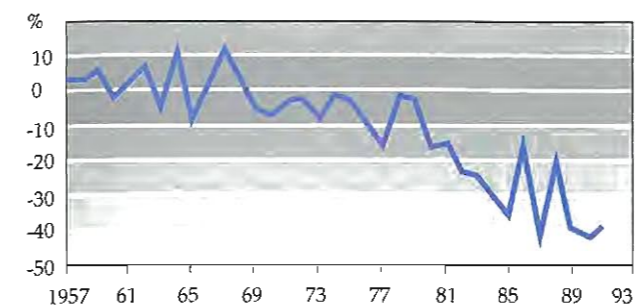
Siden midten af 70'erne er der imidlertid over Antarktis observeret flere ekstreme tilfælde af ozonlagnfortyndning (ozon huller). I oktober måned, d.v.s. i den sydlige halvkugles forår, blev der i årene 1987, 1989, 1990, 1991 og 1992 således observeret en reduktion på omkring 50% eller mere. Over Europa er der inden for de sidste 10 år konstateret et fald på omkring 6 - 7%. Faldet er størst om vinteren og det tidlige forår, som dog er de perioder hvor den ultraviolette stråling fra solen er mindst.

I 1991 fastslog WMO (World Meteorological Organisation) at der nu var dokumentation for en ozonlagnfortyndning i forårs- og sommermånederne på både den nordlige- og sydlige halvkugles mellem- og polnære breddegrader, ligesom det var konstateret i vinterperioden på den sydlige halvkugle, hvor tendensen er stærkest (figur 2.1.8). I 1992 og 1993 blev ozonhullet yderligere forstærket.

Virkningerne af forøget UV-stråling.

Den samlede mængde ozon som sollyset passerer, bestemmer hvor meget UV-stråling der når jordoverfladen. Det er blevet påvist at 1% formindskelse af ozonlaget resulterer i en ca. 2% forøgelse af den såkaldte UVB-stråling, der er den mest kritiske.

UV-stråling vides at have en række skadelige virkninger på mennesker. Selv kortvarige eksponeringer kan medføre forbrændinger og sneblindhed. Ved længere udsættelse kan der



Figur 2.1.8. Faldet i stratosfærens ozon-indhold fra slutningen af 60'erne over antarktisk. Enhed: Det relative fald i % af middelværdien for 1957-1978. (Kilde: WMO 1992).

optræde ældning af huden, hudkræft, grå stær og nedsættelse af immunforsvaret.

En eventuelt forøget UV-stråling vil ligeledes påvirke både terrestriske og akvatiske økosystemer. Specielt kan man frygte for en reduktion af dannelsen af phytoplankton i havet, der er ansvarlig for mere end halvdelen af den totale biomasseproduktion i verden. Indirekte vil en forøget UV-stråling nær jordoverfladen kunne have skadelige virkninger gennem en forøget fotokemisk aktivitet, som kan øge dannelsen af bl.a. ozon.

Årsagerne til nedbrydningen.

Det er fastslået at de menneskeskabte udslip af klor- og bromholdige forbindelser (CFC og haloner) er den væsentligste årsag til udtyndingen af ozonlaget, og at udviklingen vil fortsætte så længe koncentrationen i atmosfæren af disse stoffer fortsat stiger (jf. figur 2.1.3). En koncentration i atmosfæren af klor på ca. 2 ppb, som var niveauet før udviklingen startede, anses for at være en kritisk grænseværdi (critical level). Dette niveau betragtes som det langsigtede mål der skal nås gennem de internationale aftaler om at reducere udslippet.

De ozonnedbrydende stoffer omfatter bl.a. de såkaldte haloner, CFC, tetrachlormethan, 1,1,1-trichlorethan og methylbromid. Halonerne anvendes i brandslukningsmateriel. CFC'erne anvendes i skumplast, køleskabe og opløsningsmidler, mens tetrachlormethan og trichlorethan anvendes som affedtnings- og opløsningsmiddel i industrien. Også desinfektionsmidlet methylbromid er ozonlagnnedbrydende. Det samme gælder HCFC som i en

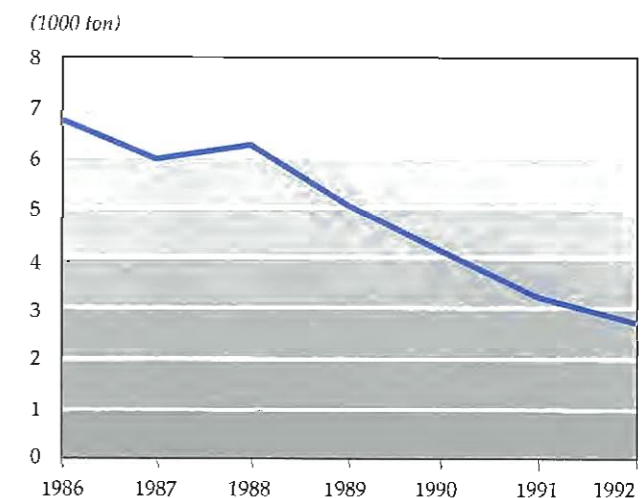
vis udstrækning har erstattet CFC, men som har en mindre nedbrydningseffekt.

De ozonnedbrydende stoffer er typisk karakteriseret ved at være kemisk stabile, med en lang atmosfærisk levetid. De har ikke alle samme effekt, og for at kunne sammenlignes, omregnes deres virkning til ODP-enheder, der er et mål for den langsigtede effekt på ozonlaget i forhold til CFC-11, der har fået tildelt en ODP-værdi på 1.

Den miljøpolitiske indsats

I Danmark blev det forbudt at bruge CFC i spraydåser til de fleste formål i 1987. Der er fastlagt en afviklingsplan for de forskellige anvendelser af CFC og andre ozonnedbrydende stoffer i løbet af 1990'erne. Målet er at afvikle brugen af disse stoffer så hurtigt som muligt, og planen er for de fleste stoffers vedkommende hurtigere end krævet i den sidst reviderede montreal-protokol og af EF - det gælder f.eks. for methylbromid og HCFC, som søges afviklet i henholdsvis 1998 og år 2002. I Danmark blev det samlede forbrug af ozonnedbrydende stoffer, omregnet til ton CFC-11 ækvivalenter, reduceret med ca. 60% i perioden 1986 - 1992 (figur 2.1.9).

Mange af de ozonlagnneutrale alternativer til CFC, Haloner m.v. er udviklet af dansk industri i samarbejde med teknologiske institut-



Figur 2.1.9. Danmarks forbrug af ozonnedbrydende stoffer i perioden 1986-1992. Enhed: Ton CFC-11 ækvivalenter (ODP-vægtede enheder, Ozon Depletion Potentials). (Kilde: Miljøstyrelsen).

ter og Miljøministeriet. Der er i mange tilfælde ydet økonomisk støtte fra "Udviklingsprogrammet for reduktion af CFC-forbruget", der administreres af Miljøstyrelsen.

De internationale aftaler: Den oprindelige Montreal protokol af 1987 til udbygning af den oprindelige Wien konvention til beskyttelse af ozonlaget, binder landene til at halvere forbruget af de 5 vigtigste CFC'er i 1998 og stabilisere forbruget af 3 haloner i 1992, begge dele med udgangspunkt i forbruget i 1986. Protokollen er pr. 1. september 1993 ratificeret af 112 lande, herunder Danmark, samt af EF.

I 1990 i London blev den oprindelige protokol revideret, og stofreguleringen skærpet væsentligt. Nye CFC'er og andre ozonnedbrydende stoffer blev tilføjet, og afviklingshastigheden blev øget for de stoffer der var omfattet af 1987-protokollen. 1990-protokollen er pr. 1. september 1993 ratificeret af 67 lande, herunder Danmark samt EF.

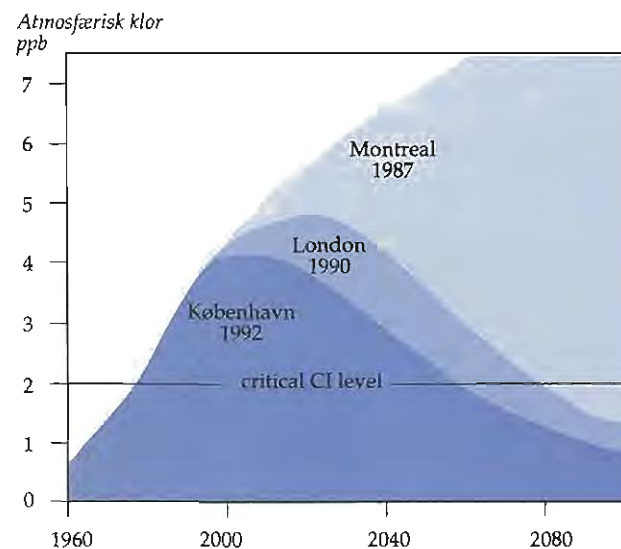
I 1992 i København blev stofreguleringen igen skærpet. HCFC, HBFC og methylbromid blev tilføjet, så alle kendte vigtige ozonnedbrydende stoffer nu er omfattet af protokollen.

CFC	75% i 1994 100% i 1996
Haloner	100% i 1994
1,1,1-trichlorethan	50% i 1994 100% i 1996
Tetrachlormethan	85% i 1995 100% i 1996
Methylbromid	stabilisering i 1995
HCFC	stabilisering i 1996 35% i 2004 65% i 2010 90% i 2015 99.5% i 2020 100% i 2030
HBFC	100% i 1996

Tabel 2.1.3. Afviklingen af ozonnedbrydende stoffer i henhold til aftalerne indgået på mødet i København 1992. (Kilde: Miljøstyrelsen).

Forbruget af de forskellige stoffer skal efter 1992-revisionen begrænses eller afvikles som angivet i tabel 2.1.3.

Den skærpede regulering af de stoffer der allerede var omfattet af 1990-protokollen gælder for de lande der har ratificeret 1990-protokollen. Pr. 1. september 1993 har 6 lande ratificeret 1992-protokollen.



Figur 2.1.10. Atmosfærisk klor, og den beregnede effekt på udviklingen som konsekvens af de internationale aftaler. Enhed: Volumenkoncentration af klor i ppb. (Kilde: WMO 1992).

Det er især beslutningen på mødet i København i 1992 om en hurtigere afvikling af CFC og haloner der er vigtig, idet disse to stofgrupper samlet bidrager mest til udslippet af klor og bromforbindelser. Den aktuelle koncentration af klor i atmosfæren er således på mere end 3.6 ppb, og koncentrationen forventes at stige yderligere de næste 10 år. Som det fremgår af figur 2.1.10, vil kun den skærpede regulering efter Københavns-aftalen kunne forhindre at koncentrationen når et niveau på måske 5 ppb, for derefter at falde og nå ned på den kritiske grænse på 2 ppb engang ind i midten af næste århundrede.

2.2 Luftforurening - regionale effekter.

2.2.1 Baggrund og problemstilling

Det stigende forbrug af fossile brændsler som kul og olie er en vigtig årsag til luftforurening. Effekterne af denne forurening kan være begrænset til de tæt beboede byområder nær forureningskilderne (jf. afsnit 2.3, "Bymiljøet"). Men de luftforurenende stoffer kan også spredes over landegrænserne til et større geografisk område, og indgår dermed i den såkaldte grænseoverskridende luftforurening.

Svovldioxid (SO₂) og nitrogenoxiderne NO og NO₂, som er eksempler på nogle af de såkaldte primære forureningskomponenter, kan eksistere i luften i op til nogle få dage, og kan under transporten over flere tusinde kilometer omdannes kemisk til svovlsyre og salpetersyre.

En anden primær forureningskomponent er ammoniak (NH₃) der hurtigt omdannes til ammonium, og som efter afsætning på jorden kan omdannes (nitrificeres) til salpetersyre.

Det er virkningerne af disse primære forureningskomponenter og deres reaktionsprodukter, som efter afsætning på søer og skove betegnes som "forsuring". Den registrerede skovdød i Central- og Østeuropa og de "døde" søer i Skandinavien og Canada, er eksempler på sådanne effekter hvor forsuring i hvert fald er en medvirkende årsag. De intensive dyrkningsmetoder i moderne skovbrug i Europa bidrager f.eks. også til en forsuring af skovjorden.

Nogle af de luftforurenende stoffer har betydning for flere forureningsproblemer. Nitrogenoxiderne bidrager f.eks. således til dannelsen af ozon der er en drivhusgas, men som også kan skade skovens træer og anden vegetation, samt påvirke menneskers sundhed. Under indvirkning af sollys reagerer NO₂ med luftens ilt og letflygtige kulbrinter (VOC) under dannelse af ozon (O₃).

Endelig bidrager kvælstofoxiderne, sammen med ammoniak fra landbruget, til en overgødskning (eutrofiering) af skoven og mange af vores naturligt næringsfattige naturtyper,

og sammen med fosfor bidrager de til eutrofiering af vandmiljøet (jf. afsnit 2.4).

Det kompleks af atmosfærekemiske reaktioner og effekter som de forurenende stoffer deltager i, er illustreret i figur 2.2.1.

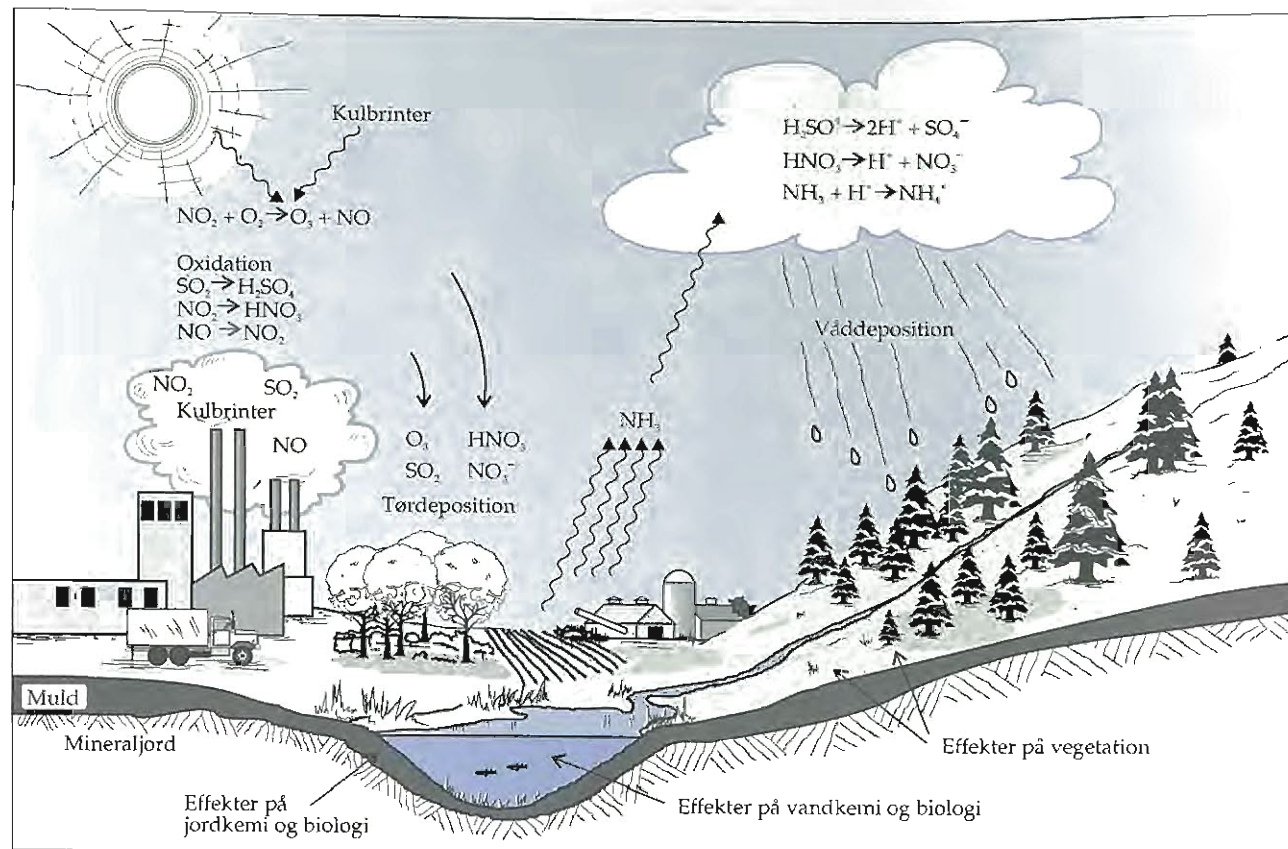
Ved udgangen af 1970'erne blev forsuring bredt anerkendt som et alvorligt regionalt miljøproblem i Europa og Nordamerika. Som et resultat heraf blev større forsknings- og overvågningsprogrammer iværksat for at kortlægge hele forureningskæden af de forurenende stoffer fra udslip til effekter i miljøet. Denne indsats har nu dannet baggrund for de internationale forhandlinger og aftaler om at reducere udslippet af de primære forureningskomponenter, for at bringe den samlede belastning ned i nærheden af hvad der betegnes som den kritiske tålegrænse for miljøet, d.v.s. en belastning under hvilken der ikke længere kan registreres en skadelig påvirkning.

2.2.2 Effekter på miljøet

Regionale effekter af luftforurening, kan groft inddeles i direkte effekter, som opstår ved en direkte kontakt med de luftbårne stoffer, og indirekte effekter som først udvikles efter at stofferne er deponeret på jord- eller vandområder. Direkte effekter optræder f.eks. som skader på træer og afgrøder, der har optaget høje koncentrationer af gasformig luftforurening gennem bladernes spalteåbninger. De indirekte effekter ytrer sig oftest som forsuring eller eutrofieringseffekter.

Effekterne af en forsuring afhænger af en kombination af to faktorer: størrelsen af den sure deposition, og en naturlig stedbunden følsomhed eller evne til at modvirke forsuringen hos det pågældende jord- eller vandmedie (systemets bufferevne). I områder med en jordbund hvor mineralerne let forvitrer eller som har et højt kalkindhold, vil den sure deposition således relativt let neutraliseres. Søerne i det sydlige Skandinavien, hvor forsuringseffekter første gang blev observeret, var således lokaliseret til områder hvor både depositionen og følsomheden var høj.

I de følgende afsnit gennemgås luftforureningens påvirkninger af søer og vandløb, skovene, den naturlige vegetation samt det dyrkede land.



Figur 2.2.1. Efter udslippet til atmosfæren kan svovldioxid, kvælstoffer og ammoniak gennem spredning, omdannelse og afsætning påvirke miljøet i et større regionalt område. (Kilde: E. Nygård, 1989).

Forsuring af søer og vandløb.

I store dele af Nordeuropa og Nordamerika er der i løbet af de sidste 20-30 år konstateret en tiltagende forsuring af søer og vandløb og en række drastiske biologiske forandringer. En væsentlig årsag til disse effekter ved man i dag er det stigende nedfald af sure svovl- og kvælstofforbindelser.

Andre faktorer i oplandet til søer og vandløb har imidlertid også stor indflydelse på om vandet forsures, herunder jordens forvittringsevne, vegetationens samlede bladareal som er bestemmende for tørdepositionens størrelse, samt arealudnyttelsen og ændringer i denne. En øget skovtilplantning på tidligere landbrugsjord forsurer således jorden, idet der ved skovning af træer fjernes basiske næringssalte. Jordens basemætning falder og afstrømningsvandet forsures, idet jordens neutralitet ikke længere vedligeholdes gennem kalkning.

Forsuringen af søer og vandløb er en fremadskridende proces, som kan opdeles i tre faser:

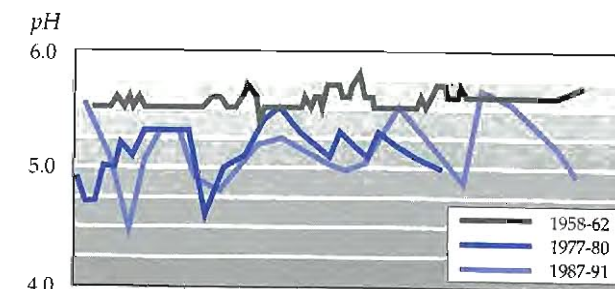
1. Hvis undergrundens mineraler i oplandet er let forvitrende, vil afstrømningsvandet i begyndelsen være karakteriseret ved et højt indhold af bikarbonat, der vil virke som stødpude mod en forsuring. Med tiden reduceres bikarbonat koncentrationen og stødpudekapaciteten, men ingen biologiske effekter registreres i dette stadie.
2. Bikarbonat koncentrationen er faldet til et så lavt niveau at store tilførsler af hydrogen ioner med afstrømningsvandet ikke længere neutraliseres, og pH falder. Perioder med kraftig regn eller tørbrud vil være ledsaget af store pH-variationer som direkte kan fremkalde massedødsfald af fisk, eller forstyrre deres reproduktionsevne. Dette moderate forsuringssadie er karakteriseret ved at pH i vandet på intet tidspunkt af året er lavere end 5.5.

3. Vandets pH har stabiliseret sig omkring 4.5. Opløste humusstoffer og aluminium forbindelser begynder at fungere som stødpude mod en yderligere forsuring, og koncentrationen af aluminium på ionform er øget til et niveau der er giftigt for mange levende organismer. Stort set alt fiskeliv er forsvundet i dette forsuringssadie. Samtidig er der sket en indvandring af syretolerante mosser på søbunden på bekostning af andre bundplanter. Mange vigtige hvirvelløse dyr og alger er forsvundet, og nedbrydningen af organisk stof går langsommere, således at søerne er blevet fattigere på arter og mindre produktive.

I Danmark modtager de fleste søer og vandløb den største vandmængde via tilstrømning fra grundvandet, der har en høj pH-værdi og et stort indhold af bikarbonat på grund af jordlagenes høje kalkindhold. Derfor er størstedelen af de danske ferskvandsområder ikke forsuringstruede. Undersøgelser har dog vist, at en del stødpudefattige søer i de kalkfattige hede-, skov- og klitområder i Midt- og Vestjylland er forsurrede eller forsuringstruede, med pH-værdier omkring 5 eller derunder, og med mere eller mindre markante biologiske forandringer. Grane Langsø (figur 2.2.2) er et eksempel på en sådan sø, hvor det har været muligt at konstatere en tydelig forsuring på grund af ældre tidsserier af pH-målinger.

Tilsvarende er der konstateret forsuringstendenser i flere midtjyske vandløb. I Skærbækken, som afvander et hedeområde uden andre væsentlige forsuringsskilder end luften, er pH over en tolv-årig periode faldet fra ca. 5,8 til 5,5.

I Norge og Sverige er jordlagene gennemgående tyndere og kalkfattige, og en væsentlig større del af nedbøren tilføres søer og vandløb ved direkte overfladeafstrømning. Dette er de vigtigste årsager til, at depositionen af forsurende stoffer fra atmosfæren nu anslås at have forsuret henved 14.000 af Sveriges 85.000 søer med en overflade over 1 hektar, og at forsuringen i følge beregninger vil ramme yderligere 20.000 svenske søer i løbet af de næste årtier, hvis nedfaldet af sure stoffer fra atmosfæren ikke nedbringes med mindst 50%. Tilsvarende skønnes det, at ca. 2000 norske fiskebestande allerede er ved at være udryddet af forsuring.



Figur 2.2.2. Grane Langsø. 3 tidsserier af pH-målinger, som hver dækker ca. 5 år fra henholdsvis omkring 1960, 1980 og 1990. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser og Århus Amt).

Påvirkning af skovene

En af de mest omdiskuterede effekter af luftforurening på regional skala er de omfattende skader på skovene, der i de sidste 10-20 år har ramt store dele af Europa og Nordamerika. Dårlig trivsel og misvækst har været kendt igennem århundreder, og har hidtil været tilskrevet naturlige årsager som ekstreme vejrforhold og insektangreb, eller menneskeskabte påvirkninger som intensiverede dyrkningsmetoder og lokalt udslip af luftforurening.

Den seneste tids skader på skovene adskiller sig fra tidligere ved, at skaderne nu udvikles i et hurtigere tempo og omfatter større arealer og flere træarter. Desuden optræder skaderne under vidt forskellige klima-, højde- og jordbundsforhold, og har varierende symptomer og styrke selv inden for samme bevoksning, hvor ældre træer og træer i bevoksningsrandene synes mest udsatte.

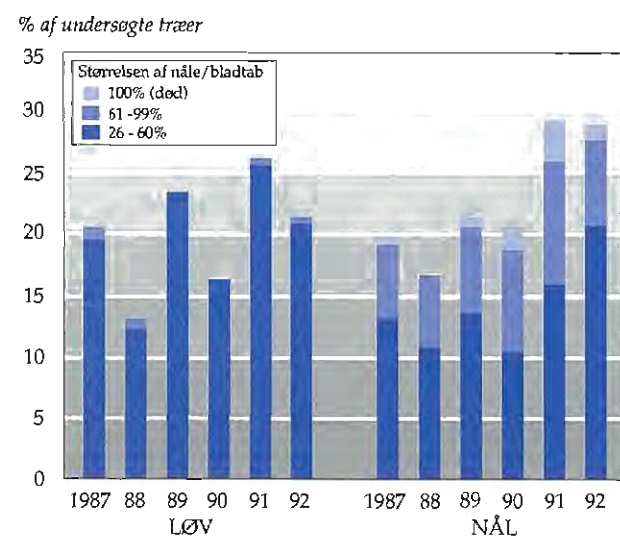
De skadede træer er kendetegnet ved symptomer som misfarvning og tab af nåle og blade, misvækst af rødder, stammer og grene og egentlig trædød. Skaderne har været mest markante hos nåltræer, men er også iagttaget hos mange løvtræer. Generelt er nåltræer mere udsatte for at få luftforureningsskader end løvfældende træer.

Siden begyndelsen af 1980'erne har skovenes sundhedstilstand været fulgt gennem årlige overvågninger i en række europæiske lande. Overvågningen, som i dag dækker ca. 80% af Europas skove, fordelt på 28 lande, er baseret på standardiserede opgørelser af misfarvning og tab af nåle/blade på udvalgte træer i udvalgte skove. Træerne betragtes som skadede

ved et nåle-/bladtab på 25% og derover og som sunde ved et nåle-/bladtab på under 25%. I 1991 viste overvågningen, at ca. en femtedel af samtlige nåle- og løvtræer i Europa var skadede med et nåle-/bladtab på over 25%. Resultatet af overvågningen i Danmark i 1992, fremgår af figur 2.2.3.

Nåletab og -misfarvning er ikke specifikke effekter af luftforurening, og generelt kan overvågningen ikke sige noget om årsagerne til eventuelle forandringer i træernes sundhedstilstand. Skovens følsomhed mod forurening er afhængig af en række faktorer som træartsvalget, dyrkningsmetode, en række jordbunds-faktorer, samt klima og de stress-påvirkninger klimatiske variationer kan udøve.

Skaderne på skovene i Europa lader sig derfor ikke forklare på baggrund af enkelte af ovennævnte faktorer eller enkelte luftforurenings-faktorer, idet disse vil variere fra sted til sted. I et europæisk perspektiv synes der dog at være enighed om at tillægge *den sure nedbør, den øgede kvælstofdeposition* samt de *fotokemiske oxidanter (ozon)* en væsentlig betydning. I det følgende gennemgås effekterne af disse påvirkninger.



Figur 2.2.3. Skovenes sundhedstilstand i Danmark 1987-1992. Mens der ikke er en klar udviklings-tendens for løvtræerne, ses der for nåltræerne en mindre forbedring af tilstanden i 1992 i forhold til den negative udvikling, som næsten har præget hele perioden. (Kilde: Skov- og Naturstyrelsen, 1992).

Forsuring af jorden: I europæiske nåleskove vil skovens egen produktion af syre under nor-

male driftsomstændigheder blive neutraliseret af forvitningsprocessernes stødpudevirkning. Imidlertid kan den atmosfæriske syredeposition være lig med, eller væsentlig større end skovens egen produktion, hvilket øger risikoen for at stødpudekapaciteten overskrides. Dette medfører en sænkning af jordens pH, faldende basemætning og øget udvaskning af basiske stødpudesalte som kalium, kalcium og magnesium, samt en tilsvarende mindskning af jordens næringssaltlager af de samme emner.

Jordforsuringen er en fremadskridende proces, og i et slutstadium vil også aluminium blive udvasket og eventuelt tilført søer og vandløb i giftige koncentrationer. Også træernes finrødder vil blive påvirket af forhøjede aluminiumkoncentrationer.

I de skandinaviske lande, herunder Danmark, er det først og fremmest svovl-depositionen som bidrager til jordforsuringen. Sulfat-svovl tilbageholdes ikke i jorden men udvaskes, ledsaget af kalium, kalcium og andre kationer i mængder proportionalt med sulfat-udvaskningen.

Den maksimale svovldeposition, hvor forvitringen lige akkurat kan holde takt med den samlede syrebelastning, betegnes som *den kritiske svovlbelastning*. Denne grænse antages at ligge på 300-800 mg svovl pr. m² i de sårbare granit- og gnejsområder som dominerer de nordiske fjeldområder, og hvor grænsen overskrides med 75% eller mere. På de sandede jorder med nåleskov i det sydvestlige Danmark er den kritiske belastningsgrænse også af størrelsesorden 300-800 mg svovl/m²/år, men arealerne modtager nærmere 2 gange denne mængde (jf. figur 2.2.14).

Kvælstofmætning: Kvælstof har hidtil været betragtet som den væsentligste vækstbegrænsende faktor inden for skovbruget, og er det fortsat i det nordlige skandinavien, hvor et øget atmosfærisk nedfald har ført til øget tilvækst. Øges kvælstoftilførslen ud over en vis grænse, vil skoven ophøre med at reagere med øget tilvækst og afgive kvælstof i form af øget nitratudvaskning, med en heraf følgende risiko for jord- og ferskvandsforsuring.

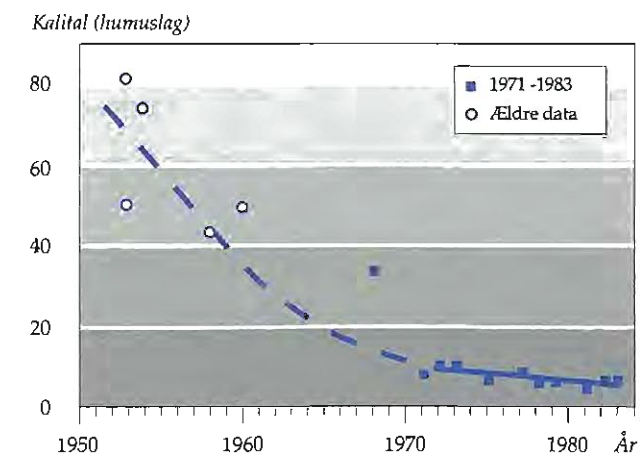
Inden dette punkt nås, kan der optræde forstyrrelser i form af en kvælstofinduceret mangel på næringsstoffer som kalium, fosfor,

magnesium og mikronæringsstoffer, som nu bliver vækstbegrænsende. En kvælstof- eller forureningsinduceret magnesiummangel medfører således gulfarvning af ældre nåleårgange, der betragtes som et vigtigt symptom på skadede nåltræer i Centraleuropa. Andre symptomer på "kvælstofmætning" er mindsket modstandskraft mod tørke og frost, øget følsomhed mod insektangreb og en ændring af skovens bundflora i en retning mod mere næringskrævende arter.

Kvælstof spiller en vigtig rolle i forsureningen af jorden mange steder i Centraleuropa og i et land som Holland. I Danmark samt Syd- og Mellemsverige har kvælstoftilførslen fra atmosfæren nærmet sig en kritisk tålegrænse for nåleskove. Tålegrænsen for *eutrofiering* af skove, som anslås til 15-20 kg N/ha/år (tabel 2.2.1), tangeres eller overskrides flere steder i disse områder. Tålegrænsen for *forsuring* fastsættes som den samlede virkning af kvælstof og svovl, og denne grænse vil i nogle tilfælde medføre en lavere grænse for kvælstoftilførslen.

Et varsel om at også nåleskoven på de sandede jorder i Danmark nærmer sig en grænse for hvor meget kvælstof der kan optages, fremgår også af undersøgelser af hedeskovenes vedproduktion. Indtil slutningen af 70'erne var kvælstof den vigtigste vækstbegrænsende faktor. Efter denne periode reagerede skovene på tilført kvælstofgødning med en med årene stigende negativ væksteffekt. Dette omslag tolkes som induceret kaliummangel, fremkaldt af en øget kaliumudvaskning og et faldende kaliumindhold i jorden - et forhold som er blevet registreret på såvel gødede som ugødede referencearealer over en periode på 30 år (figur 2.2.4).

Direkte effekter af luftforurening: Gasformige luftforureninger som Ozon, svovldioxid og kvælstofoxider påvirker direkte træernes nåle og blade, og kan når de optræder samtidigt, forstærke hinandens virkninger (kombinations-effekter). Ved behandling af træer med gasformig luftforurening under kontrollerede forsøgsforhold, har det været muligt at fremkalde lignende symptomer, som dem der observeres i skovene. Forsøgstræerne er dog næsten aldrig sammenlignelige med skovtræerne, så forsø-



Figur 2.2.4. Udviklingen i jordens kaliumindhold udtrykt ved kalital i ugødede referencearealer for perioden 1971-1983, sammenholdt med ældre analyseresultater fra hedeskovene. (Kilde: J. Lundberg & P.F.V. Ravnsbæk, 1992).

gene kan ikke bruges til at vurdere gassernes generelle betydning for skaderne på skovene. Herhjemme har ozon utvivlsomt direkte effekter på skovene, da der hvert år i træernes vækstsæson måles koncentrationer over grænsen for hvornår der opstår direkte effekter på træer (jf. afsnit 2.2.3, fotokemiske oxidanter).

Den naturlige vegetation

En række næringsfattige økosystemer som heder og højmoser er særligt følsomme over for ændringer i den atmosfæriske deposition, da tilførslen af vand og næringsstoffer overvejende sker fra atmosfæren, og da vegetationen er tilpasset lave kvælstofmængder. Ifølge de seneste opgørelser, er op imod 80% af de udryddelsestruede plantearter i Europa tilknyttet næringsfattige lokaliteter.

På danske heder, der har en rig bevoksning af rensdyrlav og hedelyng, er der blevet konstateret skader på laverne og en stigende indtrængning af græsser og hedebuske. Tilgroningen er sket på bekostning både af de langsomt voksende laver og af hedelyngen, og har vist sig at være sammenfaldende med forhøjede kvælstofkoncentrationer i laverne og jordbunden. En tilsvarende udvikling har fundet sted på de hollandske lyngheder, hvor to trediedele af hederne i dag er overvokset med græs. Direkte effekter af ozon antages

Økosystem	Belastningsgrænse	Kendetegn
Skov:		
Nåleskov på sur jord	15 - 20, #	} Ændringer i bundflora, inkl. svampe ?
Løvskov på sur jord	< 15 - 20, #	
Skov på kalkholdig jord/uskadet skov på sur jord	?	
Heder:		
Heder på tør bund	15 - 20, ##	} Tilbagegang af følsomme arter, invasion af græsser
Heder på fugtig bund	17 - 22, ##	
Artsrige heder (og sure græsningsarealer)	< 20, #	
Arktiske og alpine heder	5 - 15, (#)	
Enge/overdrev:		
Artsrige, på kalkholdig bund	14 - 25, ##	} Nedsat artsrigdom, invasion af græsser
Artsrige, på neutral eller sur bund	20 - 30, #	
Bjergområder	10 - 15, (#)	
Vådområder:		
Søer og vandløb i kalkfattige områder	5 - 15, ##	} Tilbagegang af bundplanter Nedsat artsrigdom, invasion af græsser
Moser	20 - 35, #	
Højmoser	5 - 10, #	

Tabel 2.2.1. Kritiske belastningsgrænser for kvælstof (kg N pr. hektar pr. år) i land- og vandøkosystemer; ## pålidelige, # relativt pålidelige, (#) bedste gæt. (Kilde: P. Grennfelt & E. Thömelöf, 1992).

også at have indflydelse på forskydningen i hedens plantearter.

Det er beregnet, at hvis den karakteristiske flora på hederne ikke skal forandres på længere sigt, må nedfaldet af kvælstof fra atmosfæren ikke må overstige 15-20 kg N/ha/år, og denne grænse er i dag tangeret eller overskredet flere steder i den sydlige del af Skandinavien og i store dele af det øvrige Europa (tabel 2.2.1).

Undersøgelser af plantevækstens sammensætning på 21 danske højmoser har ligeledes dokumenteret indvandring af ikke naturligt hjemmehørende og mere næringskrævende plantearter som græsser, birk og pil på højmosen. Det er beregnet, at hvis denne type vegetationsforandringer skal undgås, bør ned-

faldet af kvælstof over højmoserne ikke bør overstige 5-10 kg pr. hektar pr. år (tabel 2.2.1). Denne belastningsgrænse er allerede i dag overskredet i store dele af Europa, inklusiv hele Danmark.

Det dyrkede land

Luftforureningen påvirker også de opdyrkede landbrugsarealer, men belastningen af jorden er af ringe betydning. Af den samlede syreproduktion i jorden stammer 80 - 90% således fra tilførslen af handels- og naturgødning - en forsurende, som i øvrigt modvirkes gennem rutinemæssig kalkning.

Det atmosfæriske kvælstofnedfald er også uden praktisk betydning som plantenæringsstof i

landbrugsproduktionen, da det kun udgør en lille del af planternes samlede kvælstofbehov. Svovl har dog vist sig at være en undtagelse. Da svovlforureningen i Danmark var på sit højeste, fik svovlkrævende afgrøder som raps og kål på denne måde dækket deres svovlbehov uden supplerende gødningstilførsel af svovl. Nu er den atmosfæriske svovldeposition i Danmark imidlertid faldet så meget, at det atter er blevet nødvendigt at tilføre svovl til disse afgrøder.

De direkte effekter af gasformig luftforurening på landbrugsafgrøder skønnes derimod at være af langt større betydning for jordbrugsproduktionen. I planternes vækstsæson domineres luftforureningen af ozon i de danske landområder - ligesom i store dele af det øvrige Europa og Nordamerika. Ozon er meget giftig for mange afgrøder og andre planter, og giver effekter som visne blade og nedsat vækst af rødder og frugter. Giftvirkningen forøges yderligere af, at ozon forekommer i de højeste- og mest skadelige - koncentrationer i fuldt dagslys og i sommerhalvåret, d.v.s. når planterne er mest aktive. Afgrøder som bønne, havre, kartoffel og spinat er endda meget ozonfølsomme og får bladskader selv ved relativt lave koncentrationer.

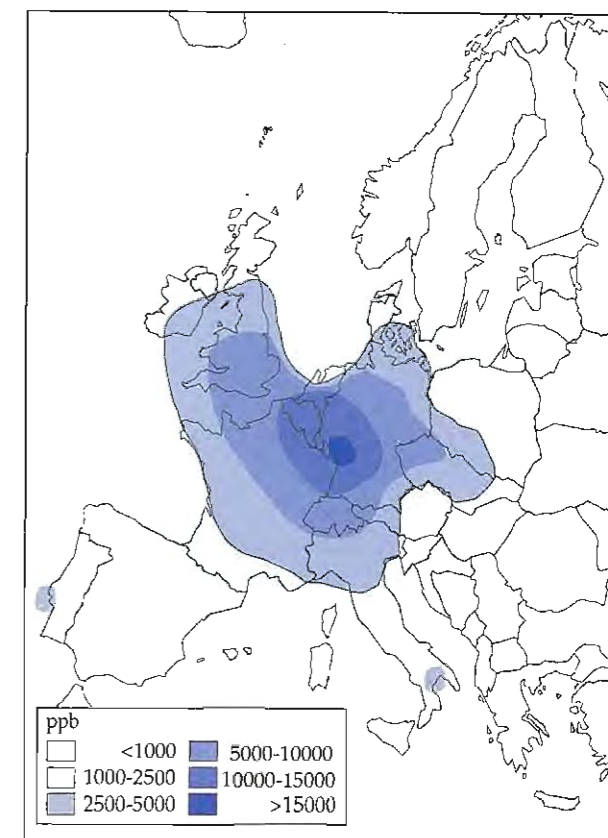
De forekommende niveauer af ozon i Danmark kan, ifølge belastningsforsøg, antages at nedsætte udbyttet af almindelige afgrøder med op til 10%. Endvidere er det fundet, at ozon kan øge planternes følsomhed over for både tørke og angreb af bladlus, hvilket vil være med til at nedsætte høstudbyttet yderligere. Der har endnu ikke været foretaget økonomiske overslag i Danmark, men svenske beregninger anslår, at ozon årligt fører til et tab i det nationale svenske høstudbytte på mere end en milliard kroner regnet i verdensmarkedspriser.

I modsætning til Centraleuropa forekommer svovl- og kvælstofholdige gasser i Danmark kun i planteskadelige koncentrationer tæt på store kilder som f.eks. motorveje, fabrikker og kraftværker. I danske landområder er koncentrationerne af disse gasser i vækstsæsonen så lave (i gennemsnit under 5-10 ppb i dagtimerne), at de ikke anses for at kunne give direkte skader på afgrøder.

2.2.3 Forureningsudslip og niveauer

Fotokemiske oxidanter (ozon)

Dannelsen af ozon er i kemisk henseende et væsentligt mere komplekst fænomen end dannelsen af de forsurende svovl- og kvælstof forbindelser. Under indvirkning af sollys reagerer kvælstofdioxid med en række letflygtige organiske forbindelser (VOC), metan og kulmonoxid under dannelsen af ozon. WHO's korttidsgrænseværdi (timeværdi) på 75-100 ppb til beskyttelse af menneskets sundhed mod ozon, overskrides mange steder i det centrale Europa, og det samme gør langtidsgrænseværdien på 25 ppb for hele vækstsæsonen til beskyttelse af vegetationen. Fra et baggrundsniveau på omkring 10 ppb er ozonkoncentrationen steget til omkring 25 ppb inden for det sidste århundrede, og med spidsværdier på 100 ppb eller mere hyppigt forekommende over Centraleuropa (figur 2.2.5).



Figur 2.2.5. Udbredelsen af forhøjede ozon koncentrationer over Europa. Enhed: summen af alle ozon koncentrationer (timeværdier), som overskrider 75 ppb i løbet af en sommerperiode. (Kilde: D. Simpson, 1991).

I det nordlige Europa forekommer sådanne episoder sjældent, og når de optræder da hyppigst i forbindelse med langtransport sydfra, eller under særlige højtryksforhold, hvor der også i Danmark er målt koncentrationer på 100-150 ppb. I danske baggrundsområder ligger det gennemsnitlige ozonniveau på omkring 20 ppb om vinteren og 30 ppb om sommeren, og time-spidsværdier på henholdsvis ca. 40 ppb og 65 ppb (98% fraktil).

De flygtige organiske forbindelser (VOC), er en væsentlig medvirkende faktor ved dannelsen af ozon. VOC'er udsendes fra en række naturlige kilder, i særdeleshed nåletræer, men også fra andre vegetationsflader. Blandt de menneskeskabte kilder er vejtrafik ansvarlig for omkring halvdelen af udslippet, resten kommer i det væsentligste fra forskellige industrielle og private aktiviteter. Indtil nu har de europæiske udslip været voksende, men indførelsen af katalysatorer på biler og brug af renere teknologi i industrien vil sandsynligvis ændre denne tendens.

Udviklingen i forureningsudslippet

De dominerende kilder til de luftforureninger der indgår i den grænseoverskridende luftforurening, er alle forbundne med brugen af fossilt brændsel. Ammonium stammer dog hovedsageligt fra landbrugets produktion og udspreddning af husdyrgødning, og afsættes også relativt tæt på kilderne i forhold til svovldioxid og kvælstofoxiderne samt deres reaktionsprodukter.

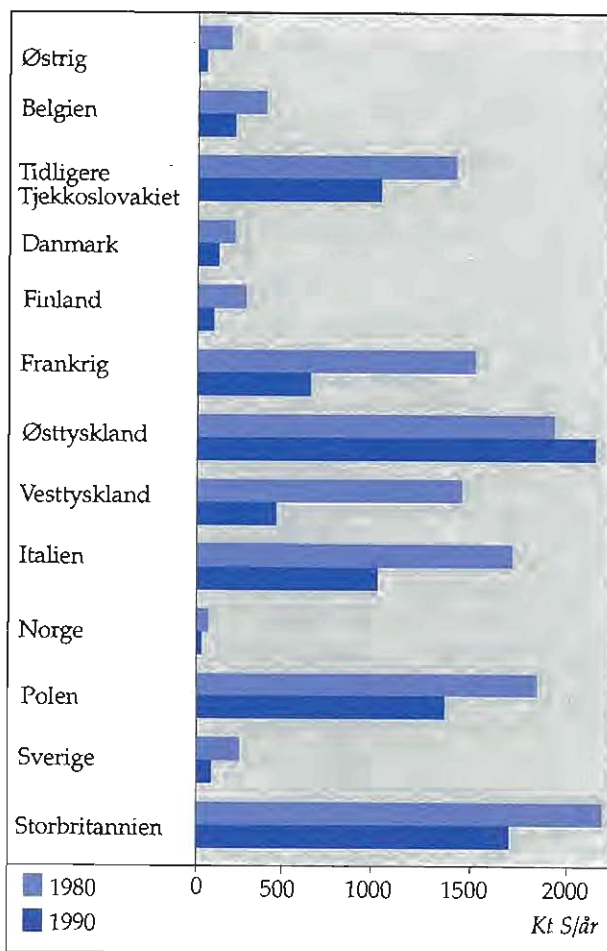
Det samlede forbrug af kul og olie i Europa, og dermed udslippet af svovldioxid, var temmelig konstant i den første halvdel af århundredet, men voksede til næsten det dobbelte op mod 70'erne. I de senere år har der imidlertid været en generel reduktion i udslippene baseret på en mere effektiv regulering af svovlindholdet i brændsler, et skift fra olie og kul til svovlfri energikilder (naturgas og atomenergi) og stigende brug af røggasrensning.

Det forventes, at i 1993 vil det totale svovludslip i Øst- og Vesteuropa være 20% lavere end i 1980, men med betragtelige forskelle mellem de enkelte lande. Indtil nu (1991) har f.eks. Frankrig mere end halveret sit udslip,

og den vestlige del af Tyskland har reduceret sit til omkring en tredjedel i forhold til 1980 (figur 2.2.6).

Når man skal vurdere mulighederne for yderligere reduktioner skal det tages i betragtning, at det nuværende energiforbrug pr. indbygger i de europæiske lande varierer betragteligt. Udtrykt i tons olieækvivalenter pr. indbygger er det europæiske gennemsnit omkring 3,3. I det tidligere Østtyskland er det næsten 6, men i Frankrig under 3. Selvom man ser bort fra forskellige energibehov på grund af forskelle i national infrastruktur, er der således uudnyttede muligheder for et mere effektivt energiforbrug.

I Danmark steg det totale udslip af svovldioxid indtil 1977. Reduktionen i den efterfølgende

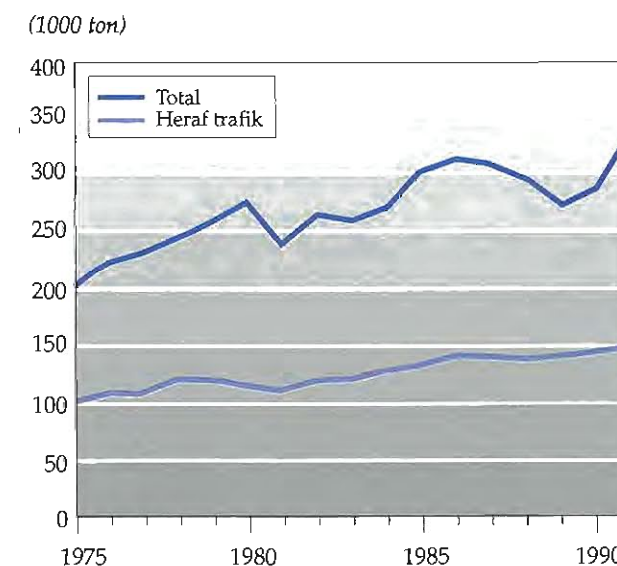


Figur 2.2.6. Eksempler på nationale udslip af svovldioxid i Europa i 1980 og i 1991. For Tyskland er der foretaget en opdeling i det tidligere Østtyskland og Vesttyskland. Enhed: 1000 ton (kt) svovl pr. år. (Kilde: Det Europæiske Monitorings- og Evalueringsprogram (EMEP)).

periode (figur 3.2.10, afsnit 3.2.4) skyldes strengere lovgivning om de fossile brændsler, brændselssubstitution og en forøget energieffektivitet (jf. afsnit 3.2).

Udviklingen i NO_x-udslippet i Europa har ikke udvist nogen klar tendens, og for Europa som helhed har der i perioden 1980 - 1991 kun været udsving på nogle få procent. Dog er NO_x-emissionerne fra trafikken stigende, og denne tendens forventes at fortsætte på grund af det stigende transportarbejde.

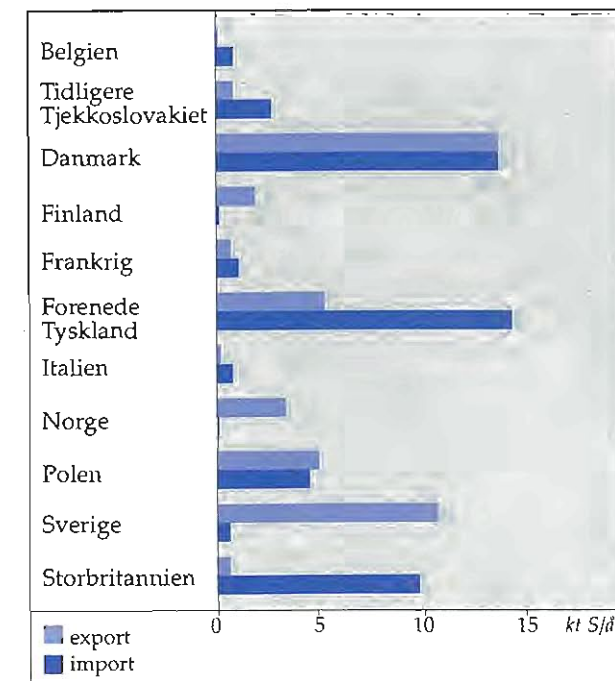
Som det fremgår af figur 2.2.7, viser det totale danske udslip af kvælstofoxider en stigende tendens for perioden 1975 - 1991, og siden 1972 er det samlede udslip steget godt 50%. Kilderne til NO_x-udslippet er i al væsentlighed kraftværkerne og transportsektoren, der hver bidrager med godt 45% af udslippet, og stigningen skyldes da også den kraftigt stigende anvendelse af el og transportenergi (jf. afsnit 3.2 og figur 3.2.10). Der er heller ikke en klar tendens i udslippet af ammoniak i Europa, og for regionen som helhed udgør ammoniakudslippet 12% af NO_x-udslippet, beregnet som rent kvælstof. Lande som Holland og Danmark med store kvæg- og svinehold udsender dog mere NH₃-N end NO_x-N, - for Danmarks vedkommende således af størrelsesordenen 130.000 ton NH₃-N og 100.000 ton NO_x-N (1991).



Figur 2.2.7. Danmarks totaludslip af kvælstofoxider for perioden 1975-1991, og transportsektorens andel heraf. (Kilde: J. Fenhann & N.A. Kilde, Forskningscenter Risø, 1993).

Atmosfærisk nedfald

Nedfaldet af svovl. Svovl-udslippet i Europa er størst i et bælte strækkende sig fra industriområderne i Midtengland over Holland-Belgien og Ruhrdistriktet til Østtyskland og Polen, og udslippet lavt i yderområderne, specielt i Nordskandinavien. Dette mønster går til en vis grad igen i afsætningen af svovl (figur 2.2.14),



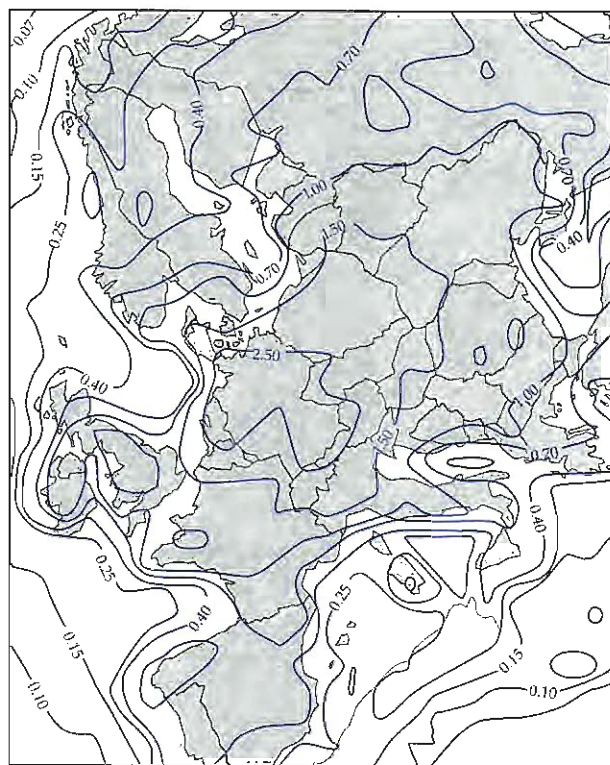
Figur 2.2.8. Danmarks export- og import af svovl til og fra en række betydende lande i Europa (1991). Bemærk at diagrammet er opbygget så Danmarks export og import af svovl er ens: Af det svovl, der udsendes i Danmark afsættes 13% inden for landets grænser. Enhed: 1000 ton (kt) svovl pr. år; 1 kt. svovl svarer til omkring 1% af det danske udslip. (Kilde: Det Europæiske Monitorings- og Evalueringsprogram (EMEP)).

men er dog kraftigt påvirket af at Europas vejr er domineret af vind fra vest. I Danmark er vestlige vinde således dobbelt så hyppige som nordlige, og de er også generelt kraftigere.

Eksempelvis betyder dette, at forureningen med svovlforbindelser i England kun kommer til at svare til ca. 30% af de nationale udslip. I Norge derimod er nedfaldet af udenlandsk oprindelse mere end fire gange højere end det nationale og med et engelsk bidrag, der er langt større end bidragene fra de øvrige Skandinaviske lande - hvilket iøvrigt demonstrerer, at en isoleret nordisk indsats overfor

gensidig grænseoverskridende luftforurening vil være af yderst beskeden betydning.

For Danmark fremgår det af figur 2.2.8, at kun 13% af det svovl, der afsættes, stammer fra danske kilder, og at de væsentligste importbidrag kommer fra England og Tyskland. Bidrag fra alle andre lande er små eller helt forsvindende, - det gælder f.eks. også Polen, der kun bidrager med 7% af det svovl, der afsættes i Danmark. Det svovl, der udsendes i Danmark, afsættes fortrinsvis i Sverige, Polen og det tidligere Sovjetunionen.



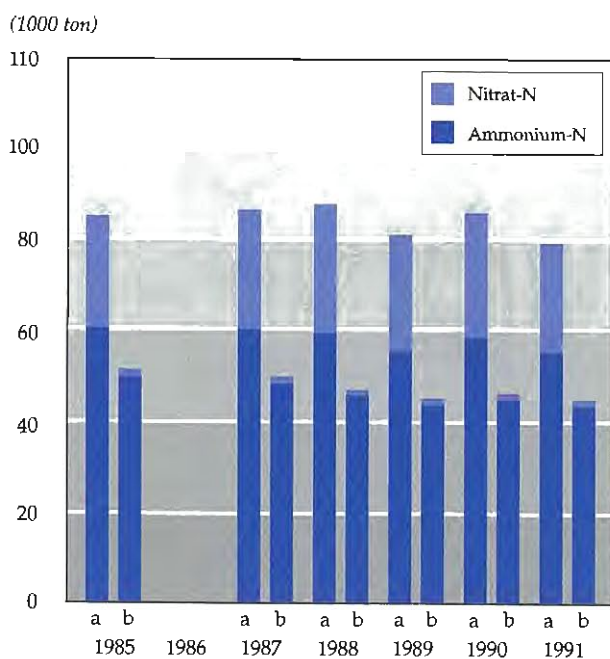
Figur 2.2.9. Beregnet kvælstofnedfald for Europa 1991, omfattende oxideret N (nitrat-N) og reduceret N (ammoniak-N). Enhed: gram kvælstof pr. m² pr. år. (Kilde: H. Sandnes, 1993).

Nedfald af kvælstof. Det geografiske mønster for kvælstofoxidudslippet og nedfaldet i Europa er stort set det samme som for svovlforbindelserne. Udslippene er dog relativt mindre i Østeuropa, hvor der er mindre biltrafik. Det beregnede nedfald, - hvor både bidraget fra kvælstofoxiderne og ammoniak indgår, - fremgår af figur 2.2.9.

Som det ses, er der et tydeligt maksimum over det centrale Europa. Til forskel fra svovlnedfaldet er kvælstofnedfaldet ikke blevet mindre i de senere år, og i områder som det sydlige Norge og Mellemsverige er det tværtimod

steget gennem 80'erne. Kvælstofforbindelsernes andel af det sure nedfald over det sydlige Skandinavien er derved steget på bekostning af svovlet, og udgør nu godt en trediedel.

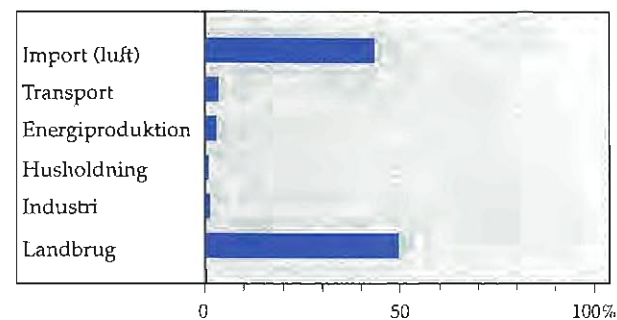
Det beregnede nedfald af kvælstof på det samlede danske landareal har gennem de senere år ligget relativt konstant på ca. 80.000 ton (figur 2.2.10), eller ca. 20 kg N/ha/år. I Danmark er udslippet af NO_x-N og NH₃-N af sammenlignelig størrelsesorden. Da levetiden i atmosfæren af ammoniak og ammonium er relativt kort, er imidlertid næsten 80% af nedfaldet af dansk oprindelse, hvorimod mindre end 10% af NO_x-depositionen, beregnet som nitrat-N, - stammer fra Danmark, resten indgår i den grænseoverskridende luftforurening.



Figur 2.2.10. Totalnedfaldet af kvælstofforbindelser i Danmark (a) og det nationale bidrag til dette (b), beregnet for ammonium-N (reduceret kvælstof) og Nitrat-N (oxideret kvælstof). (Kilde: Det Europæiske Monitorings- og Evalueringsprogram (EMEP)).

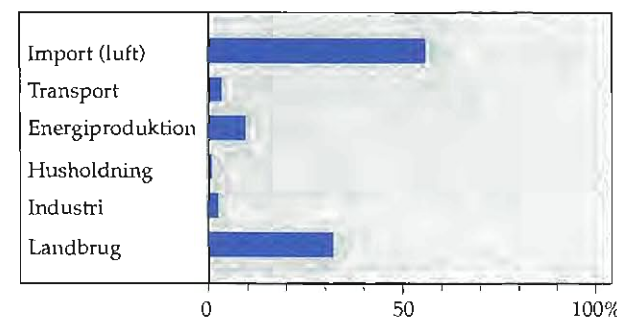
Nationale kilder - sektorprofiler: Udslippet af svovl- og kvælstofforbindelser, og de væsentligste udviklingstendenser i dette udslip fra de vigtigste samfundssektorer, er behandlet i rapportens kapitel 3 i de respektive sektorafsnit. Den beregnede deposition af kvælstof, og det nationale bidrag hertil fra sektorer som landbrug, energi og trafik, kan benyttes som indikator for disse kilders belastning eller eutrofiering af vore næringsfattige naturtyper (figur 2.2.11).

På tilsvarende måde kan de samme kvælstofkilder, suppleret med svovlbidraget fra energiproduktionen, industri, husholdninger m.v. benyttes som indikatorer for disse kilders bidrag til det sure nedfald under omregning af sulfat-svovl, ammonium-N og nitrat-N til syreækvivalenter (potentiel aciditet), figur 2.2.12.



Figur 2.2.11. Sektorprofil. Det relative bidrag til kvælstofdepositionen fra væsentlige danske kilder som transport, energiproduktion, husholdninger (rumopvarmning), industri (procesenergi) og landbrug, sammenholdt med det importerede luftbidrag. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser)

Det fremgår, at landbruget tegner sig for ca. 50% af det samlede kvælstofnedfald over det danske landområde, og at det grænseoverskridende bidrag er af næsten samme størrelsesorden. Landbruget bidrager med næsten 1/3 af det samlede sure nedfald, hvorimod det samlede udslip af SO₂ og NO_x fra energiproduktionen bidrager med mindre end 10%.



Figur 2.2.12. Sektorprofil. Det relative bidrag til det sure nedfald (potentiel aciditet) fra danske kilder som transport, energi, husholdninger, industri og landbrug, sammenholdt med det importerede luftbidrag. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

2.2.4 Den miljøpolitiske indsats

Kritiske belastningsgrænser

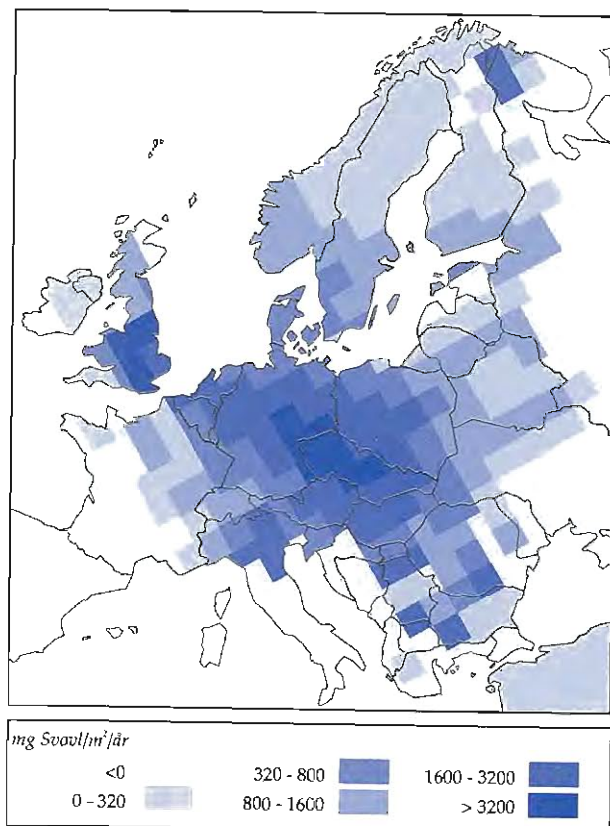
Kritiske belastningsgrænser eller *tålegrænser* er et relativt nyt værktøj i det internationale arbejde med at bekæmpe effekterne af grænseoverskridende luftforurening. En kritisk belastningsgrænse kan enten referere til en luftkoncentration (*critical level*) eller en deposition (*critical load*) af en forureningskomponent og udtrykker, hvor stor en påvirkning et givet økosystem kan tåle gennem længere tid uden at lide skade.

Da evnen til at modstå effekter af luftforurening varierer fra økosystem til økosystem og fra område til område, kræves der specielle målemetoder og matematiske modeller for at beregne de kritiske belastningsgrænser. Som udgangspunkt tages der i fastsættelsen af tålegrænser for de enkelte luftforureninger også hensyn til effekter af andre luftforureninger. Den kritiske tålegrænse for atmosfærisk tilført syre kan således beregnes som tålegrænsen for svovl, ved bestemte forudsætninger om kvælstofforbindelsernes syrebidrag. Ligeledes er der lagt op til en løbende revision af tålegrænserne, så de til stadighed afspejler den nyeste viden på området (se tabel 2.2.1).

De hidtidige beregninger viser, at de kritiske grænseværdier er overskredet mange steder i Europa (jf. afsnit 2.2.2), og at der kræves en meget stor reduktion i udslippet af forsurende stoffer til atmosfæren for at undgå overskridelser af de kritiske belastningsgrænser (figur 2.2.13 og 2.2.14).

De internationale aftaler

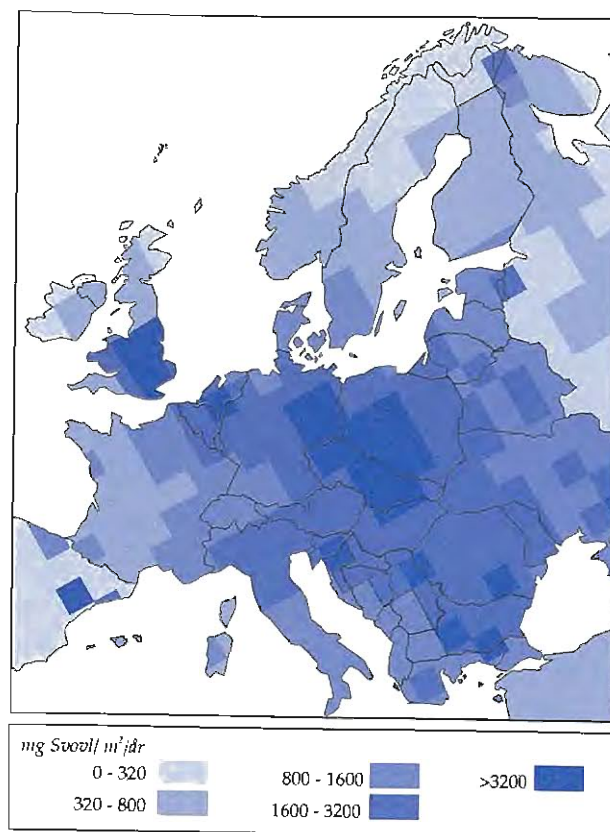
Internationalt er der indgået en række aftaler om nedbringelse af den grænseoverskridende luftforurening. *Svovlprotokollen* blev formuleret i 1985 i tilknytning til Konventionen om Langtransporteret Grænseoverskridende Luftforurening under De Forenede Nationers Økonomiske Kommission for Europa (ECE) og er siden blevet underskrevet af 18 lande, inklusiv Canada. Ifølge protokollen er de underskrivende lande forpligtet til inden 1993 at nedbringe svovludslippet med 30% i forhold til niveauet i 1980. En del af landene har



Figur 2.2.13. Overskridelsen af den kritiske tålegrænse for svovl i Europa, 1990 (den kritiske svovldeposition, 5 percentil). Enhed: mg svovl/m²/år. (Kilde: ECE, Coordination Center for effects).

allerede opnået større reduktioner end 30%, mens andre lande i bl.a. Østeuropa ikke har kunnet leve op til dette endnu.

Protokollen genforhandles i år, og vil blive baseret på miljømål, der i højere grad end hidtil tilgodeser de kritiske belastningsgrænser og de regionale variationer i forsuringsbidraget fra svovl og kvælstof i Europa. De igangværende forhandlinger er baseret på et forslag om at reducere overbelastningen med svovl med 60% som et gennemsnit for de europæiske lande. Forslaget, som bygger på princippet om at reducere de steder hvor virkningen vil være størst, og hvor man får mest svovl fjernet pr. investeret krone, betyder for Danmarks vedkommende en reduktion på hele 87% i svovludslippet i forhold til 1980 niveauet, i følge det oprindelige udspil fra ECE. Forslaget har som konsekvens for Danmark at svovlnedfaldet reduceres til noget nær tålegrænsen, hvilket i forhold til det nuværende niveau (figur 2.2.14) er en halvering.



Figur 2.2.14. Svovldepositionen i Europa, 1990. Enhed: mg svovl/m²/år. (Kilde: ECE, Coordination Center for effects).

Hvis energiplan 2000 følges, vil svovludslippet i år 2000 være ca 75% lavere end i 1980, omend planerne for at nå dette mål endnu ikke er færdige. Hvis forslaget om en 87% reduktion skal nås, vil dette stille krav om yderligere reduktioner i svovludslippet. I øjeblikket, november 1993, undersøges gennemførligheden af at reducere Danmarks svovludslip med 80% i år 2005 i forhold til 1980.

I følge *NO_x-protokollen*, der blev vedtaget under UN-ECE i 1988, forpligtes de 25 underskrivende lande (inklusive Canada og USA) til senest i 1994, at fastfryse udslippet af kvælstofoxider, på det niveau der var gældende i et frit valgt basisår mellem 1980 og 1986. Mange af disse lande, heriblandt de nordiske, har erklæret, at de vil reducere deres NO_x-udslip med yderligere 30%.

Under ECE er en *VOC-protokol* blevet vedtaget. Ifølge denne skal der opnås en 30% reduktion fra alle nationale kilder inden år 2000 i forhold

til 1985. Nationalt er det besluttet at Danmark skal nå dette mål, men aftalen er endnu ikke blevet ratificeret af de deltagende lande.

En særlig protokol under det Europæiske Monitorings og Evalueringsprogram (*EMEP*) under UN-ECE er blevet underskrevet af 30 lande, og har til formål at følge luftkvaliteten i Europa på ialt 100 målestationer i 25 lande. Herigennem kan de internationale aftalers virkningen på den grænseoverskridende luftforurening følges løbende.

2.3 Bymiljø

2.3.1 Baggrund og problembeskrivelse

Med 4% af landets areal og ca. 85% af landets befolkning repræsenterer byerne i Danmark med deres koncentration af bygninger, veje og andre transport- og forsyningsanlæg, en betydelig samfundsøkonomisk værdi. Byerne danner samtidig rammerne om en række vigtige funktioner for befolkningen som boliger, fritid, transport og produktionsvirksomhed, - aktiviteter der hver især stiller krav til og påvirker byens miljø. Begrebet "bymiljø" omfatter af samme grund en række kvalitative værdier som vanskeligt lader sig måle og veje, og som ikke behandles særskilt i dette afsnit, - men som ikke desto mindre opleves og værdsættes af de mennesker der bor og færdes i byerne.

I byerne koncentrerer samfundets omsætning af en række væsentlige ressourcer som drikkevand, energi og råmaterialer til erhvervene. Gennem omdannelsen til varer og serviceydelser, og befolkningens efterfølgende forbrug, returneres disse ressourcer til omgivelserne i form af forureningsudslip og affald. Af samme grund var det da også i byerne i Europa at miljøets forringelse første gang blev erkendt, og hvor forureningens virkninger først blev synlige. Luftforurening blev således indtil for få årtier siden betragtet som et rent byfænomen, der lod sig løse ved at sprede forureningen fra tilstrækkeligt høje skorstene.

I følge FN's befolkningsopgørelser er den del af jordens befolkning som bor i byerne blevet tredoblet i løbet af perioden 1950 - 1990. Denne tendens forventes at fortsætte i resten af dette århundrede - især i udviklingslandene, hvor FN anslår at 45% af befolkningen vil leve i byerne omkring år 2000, mod 75% af befolkningen i den industrialiserede del af verdenen.

Byerne, med deres høje koncentrationer af mennesker og økonomiske aktiviteter, kan således - og i stigende omfang - betragtes som væsentlige bidragsydere til de lokale, regionale og globale miljøproblemer.

De regionale og globale miljøproblemer er behandlet i de foregående afsnit. I dette afsnit vil de miljøproblemer som især har deres oprindelse og virkninger i selve bymiljøet blive gennemgået.

2.3.2 Byens struktur og funktion

De seneste 50 års byudvikling i Danmark har været baseret på en funktionel planlægning og opdeling af byen, hvor områder med boliger og fremstillingserhverv blev adskilt i selvstændige kvarterer. Efter 1960, hvor bilen blev det dominerende transportmiddel, forstærkedes denne opdeling og de enkelte bydeles karakter af boligområder, industriområder, indkøbscentre og fritidsarealer blev skærpet.

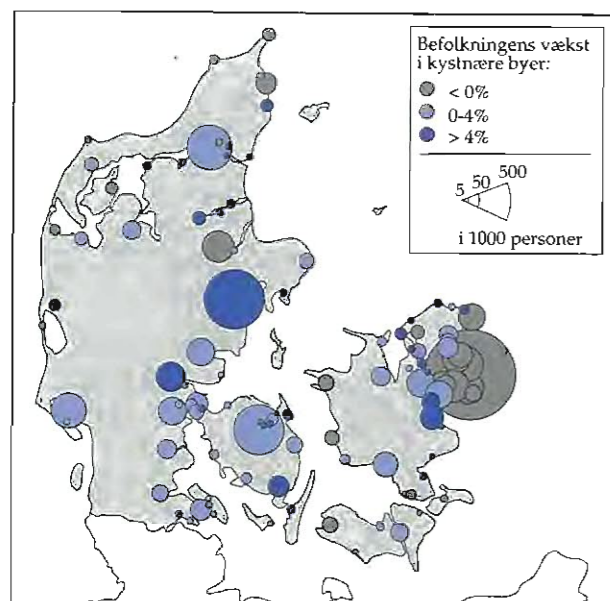
De erhvervs- og miljømæssige fordele denne byudvikling understøttede, skabte imidlertid samtidig en række utilsigtede nye problemer, som f.eks. øget transportbehov mellem bolig og arbejde, øde erhvervs- og centerområder i aften- og nattetimerne samt boligområder uden liv i dagtimerne og med et ringe udbud af sociale og kulturelle aktiviteter.

I de seneste årtier har der været en tendens til at byvæksten er aftaget og erstattet af fornyelse inden for de eksisterende byområder. Byvæksten er dog fortsat i mange kystlokaliserede byer, hvilket f.eks. gælder en by som Århus (figur 2.3.1), hvorimod befolkningstallet i København går tilbage.

2.3.3 Byens erhverv

I løbet af de sidste 50 år er der sket en betydelig udflytning af fremstillingserhvervene, bort fra bycentrene i de større byer, og for landet som helhed, en udflytning fra øst mod vest. Hvor industrien for 20 - 30 år siden havde sit tyngdepunkt i hovedstadsregionen og de større byer, er tyngdepunktet nu flyttet mod vest, og dermed også de miljøproblemer der tidligere i særlig grad belastede hovedstadsregionen (jf. iøvrigt afsnit 3.5).

Denne udflytning er bl.a. sket som følge af manglende udvidelsesmuligheder i byområderne, men er også sket på grund af de miljøproblemer som naboskabet til boliger i nogle tilfælde gav anledning til. Virksomhederne



Figur 2.3.1. Befolkningstal og vækst i befolkningerne i en række kystnære danske byer fra 1986-1992. (Kilde: Danmarks Statistik og Miljøministeriet).

flyttede tidligere ud til erhvervsområderne i de større byers udkanter. På grund af den stærke byvækst i perioden er boligerne imidlertid fulgt med, og i en række tilfælde er erhvervsområder, der rummer forurenende virksomheder, med tiden blevet omgivet af boligområder.

Renere produktionsmetoder og bedre rensningsteknologi vil i et vist omfang kunne løse sådanne konflikter i fremtiden, men der vil fortsat være forurenende virksomheder som ikke hensigtsmæssigt kan lokaliseres nær områder med forureningsfølsom arealanvendelse.

Forurenede jordarealer

Industriens udflytning har afsløret, at en stor del af de efterladte grunde er så stærkt forurenede at de ikke uden betydelige og kostbare afværgeforanstaltninger kan anvendes til andre formål.

Arealerne er især forurenede med organiske forbindelser som klorerede opløsningsmidler, tjærestoffer, pesticider og olie og benzin, men også med tungmetaller og cyanider. I flere tilfælde har nedsivning til grundvandet medført at vandforsyningen ikke har kunnet baseres på vandindvinding inden for eller i nærheden af byzonen. Der findes ingen samlet opgørelse over vandforsyningsboringer der er

lukket på grund af forurening fra sådanne punktkilder, men antallet er anseeligt og voksende, - specielt i Københavnsområdet (jf. afsnit 2.5).

Der er idag i landet som helhed registreret ca. 2.600 gamle industrigrunde og lossepladser (affaldsdepoter), hvoraf ca. halvdelen er lossepladser. I løbet af de næste 5 - 10 år, når amterne har afsluttet en igangværende undersøgelse, forventes tallet at nå op i nærheden af 10.000 depoter, af hvilke de to tredjedele antagelig vil være industrigrunde, og flertallet af disse beliggende i eller i nærheden af byområder - og ofte kystnært.

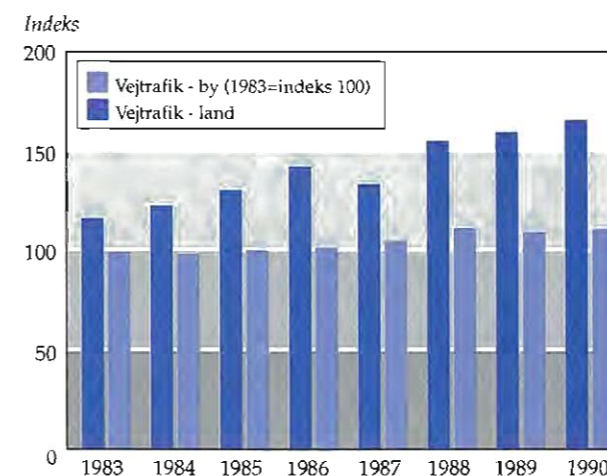
Staten og amterne anvender idag ca. 150 mio. kr. om året til oprydning af affaldsdepoterne. Oprydningen foretages dels for at sikre den nuværende arealanvendelse, dels af hensyn til grundvandsbeskyttelsen og i visse tilfælde også af hensyn til beskyttelsen af vandmiljøet.

2.3.4 Byens trafik

Trafikanlæg til såvel privat som kollektiv transport beslaglægger ca. en 1/4 af det samlede areal i byerne. Det er byernes småveje der bidrager mest til det samlede areal. De væsentlige trafikveje, som er dimensioneret til at klare bolig-arbejdsstedstrafikkens spidsbelastninger, udgør kun en mindre del af arealet. Trafikken mellem bolig og arbejdssted i Danmark er iøvrigt karakteriseret ved at der i gennemsnit er mindre end 2 personer pr. bil, og ved at denne ringe kapacitetsudnyttelse desuden i de senere år har vist en faldende tendens (jf. afsnit 3.3).

Især inden for de sidste 10 år er der registreret en stærk stigning i vejtrafikken i Danmark, som er ansvarlig for hovedparten af det samlede transportarbejde. 40% af landets trafik foregår i byområderne. Sammenlignes trafikudviklingen i byerne med trafikken uden for byerne, viser opgørelser for de seneste 10 år at udviklingen har været stærkere på landet end i byerne (figur 2.3.2).

Trafikken i byerne anses for den væsentligste kilde til belastning af bymiljøet med en række påvirkninger, blandt andet støj, luftforurening, utryghed, barrierevirkninger og forringelser af det visuelle miljø. En række af disse påvirkninger behandles i det følgende.



Figur 2.3.2. Vejtrafikens udvikling by/land for perioden 1983-1990. (Kilde: Trafikministeriet og Miljøministeriet).

Støjforhold

Trafikken er langt den mest udbredte kilde til støjgener. Vejtrafikstøjen er mest dominerende men også støj fra tog- og flytrafik giver anledning til problemer. Trafikstøjen er normalt ikke så høj at den medfører høreskader, men den generer mange mennesker i og omkring deres bolig:

- folks aktivitetsmuligheder påvirkes, man åbner f.eks. sjældnere vinduer, går mindre udendørs, forstyrres i samtale og har sværere ved at falde i søvn,
- helbredet påvirkes, for nogle forringes det almene velbefindende, flere søger læge eller indlægges på grund af dårlige nerver, og flere indtager beroligende medicin eller sovepiller,
- ændret adfærd for at modvirke støjen, f.eks. ændret boligindretning, lydisolering og ønske om at flytte.

Støjen måles i decibel (dB(A)), som er en måleenhed hvor støjen vægtes efter ørets følsomhed for forskellige lydfrekvenser. Undersøgelser af vejstøj viser, at ved støjniveauer omkring 55 dB(A), der til planlægningsformål betragtes som tilfredsstillende, er mellem 10 og 25% af beboerne generet. Ved støjniveauer over 65 dB(A) har mellem 25 og 50% af beboerne nedsat alment velbefindende. Dette betegnes i planlægningen som et uacceptabelt støjniveau. For togstøjen er de tilsvarende niveauer 5 dB(A) højere.

Opgørelser viser, at der er forskel på belastningen med vejtrafikstøj i forskellige byer. Jo større by, des større andel af boligerne er generet af støj. 75% af boligerne i Københavns kommune har således en støjbelastning på over 55 dB(A). På landet og i landsbyerne gælder dette kun omkring 10% af boligerne. En nylig undersøgelse har vist at omkring 34% af Københavnerne føler sig udsat for støj fra trafik i deres bolig. Dette er i følge undersøgelsen den hyppigst forekommende gene i boligen.

Støjniveauer over 65 dB(A) er registreret langs stort set alle gader med gennemgående trafik i byernes centrale dele. Særlig høje er støjniveauerne langs de gamle indfaldsveje til byerne, hvor bebyggelsen fra gammel tid ligger ud langs vejen og trafikken stadig er meget stor. Desuden findes de langs gennemfartsgaderne i bykernerne og i tætte boligområder fra omkring århundredskiftet.

Skøn over støjbelastninger er behæftet med betydelig usikkerhed. Den nyeste opgørelse tyder på, at der i de seneste 15 år er sket et fald i antallet af boliger, der er belastet med støj fra vejtrafik. Således er antallet af boliger med over 65 dB(A) ifølge de nyeste skøn ca. 145.000 mod ca. 225.000 i tidligere skøn. Samlet skønnes knap 500.000 boliger at være belastet med vejtrafikstøj på over 55 dB(A).

En række af de trafikale ændringer der er gennemført i de seneste årtier, har utvivlsomt medvirket til at reducere generne. Herunder hører indførelsen af lavere hastighedsgrænser i 80'erne, samt gennemførelse af en lang række trafiksaneringer i de mest støjbelastede byområder.

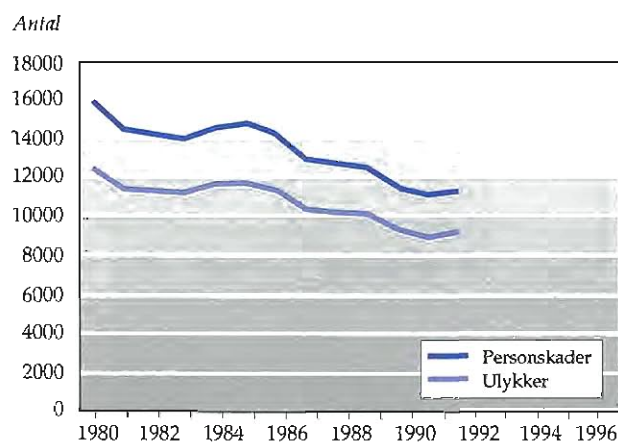
Der foregår for øjeblikket en nærmere gennemgang af vejtrafikgenerne, som de forventes at udvikle sig fremover.

Udover vejtrafikken er også et stort antal mennesker generet af flystøj og togstøj. Nyere opgørelser viser at togstøj over 60 dB(A) rammer ca. 40.000 boliger, og at flystøjen tilsvarende berører omkring 40.000 boliger omkring de større lufthavne og flyvepladser. Et udredningsarbejde om mulighederne for at reducere støjen omkring Københavns lufthavn i kastrup, hvor langt de fleste flystøjramte boliger ligger, er afsluttet i 1993.

Trafiksikkerhed

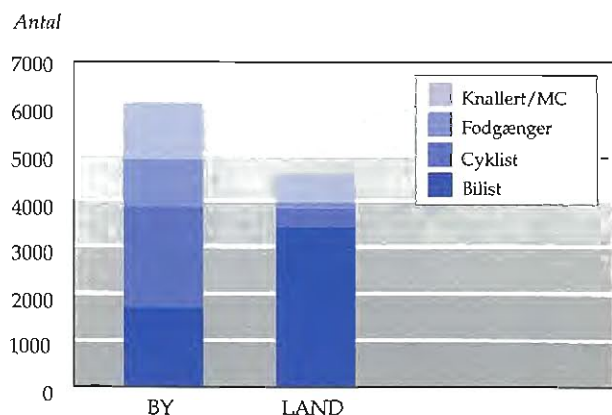
Antallet af ulykker og antallet af dræbte og tilskadekomne har været faldende gennem en længere årrække. I 1991 blev 606 mennesker dræbt i vejtrafikken, 6.231 blev alvorligt skadet, og 4.031 blev lettere skadet. Tallene repræsenterer alene de uheld, der rapporteres af politiet. Undersøgelser foretaget på sygehuse af indbragte på skadestuer tyder på, at omkring 20% af de skader, der fører til skadestuebesøg er med i den officielle statistik. For de alvorligt skadede og dræbte dækker statistikken dog væsentligt bedre.

Uheldsmønstret afviger meget mellem by- og landområder. 57% af alle personskader sker i byerne, og kun 43% udenfor byerne. Dette skyldes blandt andet de mange konfliktmuligheder, som den blandede bytrafik repræsenterer. Til gengæld er det kun 36% af trafikdrabene, der sker i byerne. Den lavere fart er en vigtig årsag til at de uheld der sker i byerne er mindre alvorlige. Det er i langt højere grad fodgængere og cyklister end bilister og passagerer i bil, som kommer til skade i byerne (figur 2.3.3 og 2.3.4).

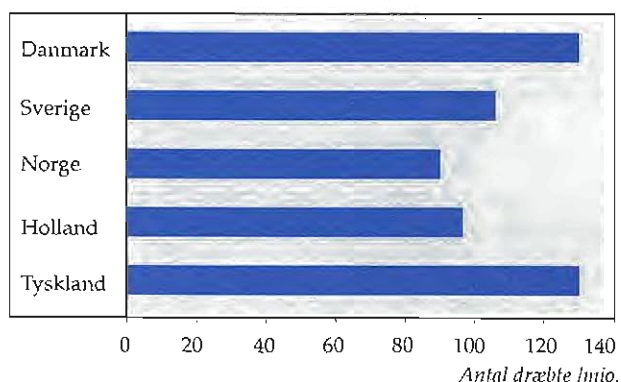


Figur 2.3.3. Udviklingen i antal ulykker og antal personskader 1980-1991. (Kilde: Danmarks Statistik).

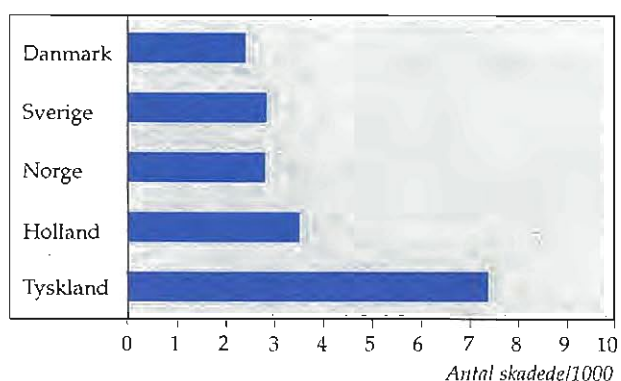
Antallet af trafikulykker i Danmark adskiller sig noget fra mønstret i de øvrige nordeuropæiske lande. Sammenlignes antallet af trafikdræbte pr. mio indbyggere ses det, at niveauet i de andre lande er lavere. I Norge er antallet kun 2/3 af det danske, og niveauet i Sverige og Holland er 3/4 af det danske. Tyskland (Vest) ligger på samme niveau som Danmark.



Figur 2.3.4. Uheldsmønstret adskiller sig væsentligt mellem land og by. (Kilde: Danmarks Statistik).



Figur 2.3.5. Antal dræbte i trafikken pr. 1000 indbyggere i en række lande 1989. (Kilde: Danmarks Statistik).



Figur 2.3.6. Antal personskader i trafikken pr. 1000 indbyggere i en række lande 1989. (Kilde: Danmarks Statistik).

Til gengæld er det samlede antal personskader lavere i Danmark end i de øvrige lande. Der foreligger ikke nogen entydig forklaring på disse forskelle. Der kan være tale om forskelle i det indsamlede datamateriale. Normalt anses statistikken for antallet af dræbte at være mere pålidelig end den tilsvarende for de lettere personskader (figur 2.3.5 og 2.3.6).

2.3.5 Byernes luftforurening

Luftforureningen i de største danske byer undersøges af Danmarks Miljøundersøgelser i det såkaldte landsdækkende luftkvalitetsmåleprogram, som startede i sin nuværende form i 1981. For tiden (1993) måles luftforureningen i 6 danske byområder: Københavnsområdet, Odense, Fredericia, Esbjerg, Aarhus og Aalborg.

Forureningskilder.

Luftforureningen i byerne er især bestemt af summen af bidrag fra 3 hovedkildetyper:

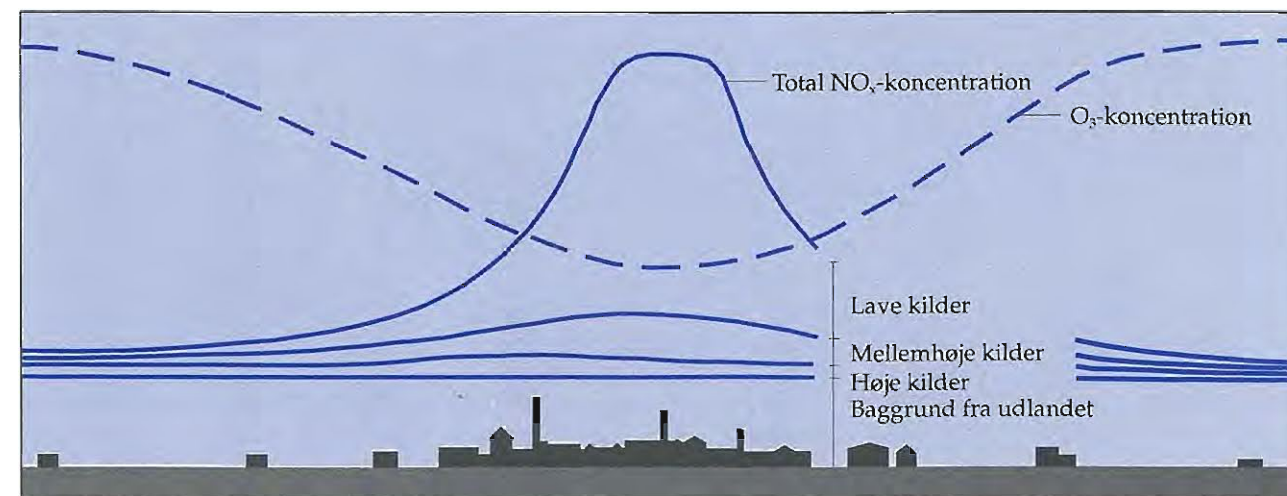
- trafik,
- anden lokal forurening,
- langtransporteret forurening.

Trafik: Fælles for både benzin og dieselmotorer er at de bruger et let brændsel med et relativt lavt svovlindhold og at forbrændingen i motorerne sker ved relativt høj temperatur, hvorved noget af luftens kvælstof oxideres til kvælstofoxider (NO_x), især kvælstofmonooxid (NO). NO oxideres ret hurtigt videre til kvælstofdioxid (NO_2), som sundhedsmæssigt er mere skadeligt end NO . Ved kørsel med dårligt justerede motorer og ufuldstændig forbrænding, udsendes tillige kulmonoxid (CO) og kulbrinter (CH). Flygtige organiske forbindelser (VOC) udsendes fra trafikken i mængder svarende til ca. 50% af det totale menneskeskabte udslip. Afbrænding af benzin tilsat tetraalkylbly, resulterer i et udslip af bly.

Anden lokal forurening: Et andet menneskeskabt bidrag til forureningen i byerne stammer fra industrien, kulfyrede kraftvarmeværker og den generelle boligopvarmning, som følge af forbrænding af naturgas, kul og olieprodukter. Olie og kul indeholder svovl, der udsendes som SO_2 , og under forbrændingen udsendes tillige kvælstofoxider, hvoraf størstedelen er NO . Brændeovne o.l. kan på grund af den ofte dårlige forbrænding give betydelige bidrag af kulbrinter i villakvarterer.

Da vi i Danmark ikke har nogen sværindustri af betydning, stammer kun en mindre del af af den industrielle forurening fra selve industriprocesserne, - størstedelen kommer fra energiproduktion og opvarmning. Der er således ingen generelle problemer med udslip af tungmetaller, - hvilket ikke udelukker lokale problemer omkring industrielle punktkilder.

Langtransporteret forurening: Der transporteres en del luftforurening ind over Danmark fra de tæt befolkede industriområder i alle dele af det nordlige Europa, - fra Rusland i øst til Storbritannien i vest. Det er igen især de komponenter der stammer fra forbrændingen af fossilt brændstof, som dominerer. Desuden kan der være bidrag af f.eks. tungmetaller fra industrielle processer og affaldsforbrænding. Forurening fra store elværker og affaldsforbrændingsanlæg i Danmark udsendes i så stor højde, at forureningen spredes effektivt. Den vil i byområder optræde på samme måde som den grænseoverskridende forurening.



Figur 2.3.7. Koncentrationen af kvælstofoxider ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) i by og på land. Forureningsniveauet er højt i byen med dominerende bidrag fra lave kilder (biler), og langt lavere på landet, hvor langtransporteret forurening fra udlandet dominerer. Koncentrationen af ozon (O_3), der nedbrydes af NO ved omdannelsen til NO_2 , er lav i byen og højere på landet. (Kilde: J. Fenger, 1992).

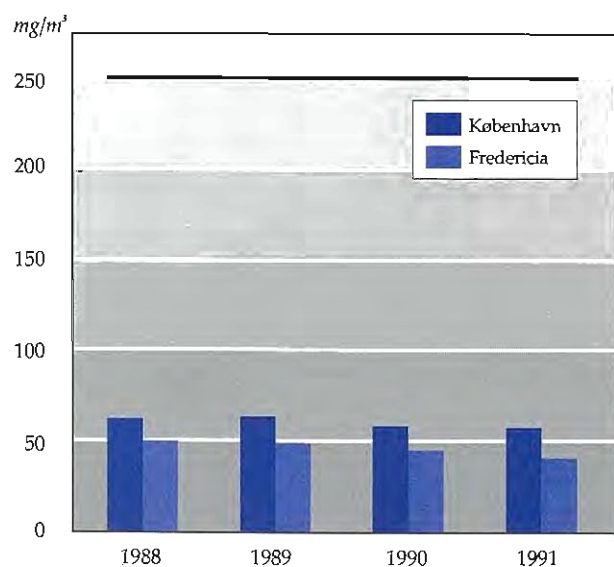
Stof	Måleperiode (timer)	Statistik	Grænseværdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Beregningsperiode	Reference
SO ₂	24	50-perc.	80	1/4 - 31/3	(1)
		98-perc.	250		
		50-perc.	130	1/10 - 31/3	
Svævestøv (TSP)	24	Middel	150	1/4 - 31/3	(1)
		95-perc.	300		
Bly		Middel	2	1/1 - 31/12	(2)
NO ₂	1	98-perc.	200	1/1 - 31/12	(3)
		50-perc.	50 (*)		
		98-perc.	135 (*)		

(*) vejledende værdi

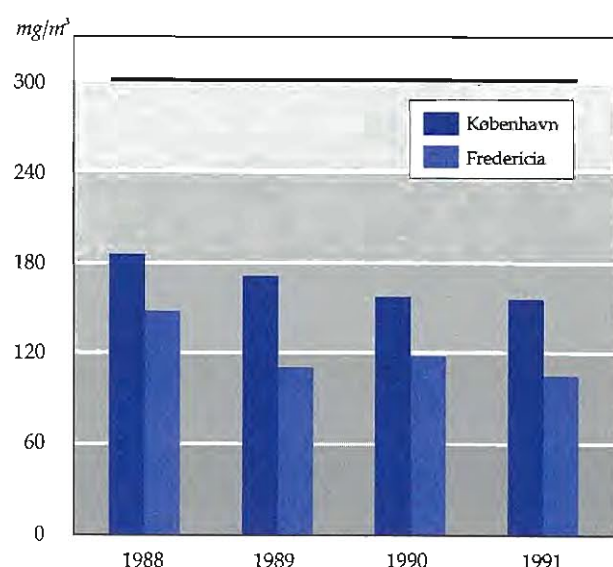
Tabel 2.3.1. Gældende grænseværdier i Danmark. Referencer: (1) Bekendtgørelse nr. 836 af 10. december 1986 fra Miljøministeriet; (2) EF direktiv 82/884/EØF af 3. december 1982; (3) Bekendtgørelse nr. 119 af 12. marts 1987 fra Miljøministeriet. (Kilde: K. Kemp m.fl., 1993).

Station	Ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Kulmonoxid ($\text{mg}(\text{CO})/\text{m}^3$)		
	Middel	Max. 8 timer	Max. time	Middel	Max. 8 timer	Max. time
1103	11	52	62	2.2	9.4	28
3003	27	88	97			
WHO		100-120	150-200		10	30

Tabel 2.3.2. Årsmiddelværdier for 1990 fra H.C. Andersens Boulevard (station 1103) og Skovbo (station 3003) og WHO's tilsvarende guidelines. (Kilde: K. Kemp m.fl., 1993).



Figur 2.3.8. Koncentration af SO₂ (årsværdier), målt i København og Fredericia. Indlagt vandret linie: bindende grænseværdi (98-perc.). (Kilde: Luftforurening i danske byer. DMU, LMP II, 1987-1991).



Figur 2.3.9. Koncentration af svævestøv (årsværdier), målt i København og Fredericia. Indlagt vandret linie: bindende grænseværdi (95-perc.). (Kilde: Luftforurening i danske byer. DMU, LMP II, 1987-1991).

Den samlede forurening med kvælstofoxider og kulbrinter i det nordlige Europa er bestemmende for den regionale ozon-koncentration, således som den forekommer og registreres i danske baggrundsområder. I byerne vil denne ozon-koncentration være bestemmende for dannelsen af NO₂, idet ozon reagerer med NO fra bilernes udstødningsskiver under dannelsen af NO₂ (figur 2.3.7). Indførelse af katalysatorer på biler, og virkningen på NO₂-koncentrationen, vil således også afhænge af de internationale bestræbelser på at regulere disse forureninger.

Effekter og grænseværdier

I det landsdækkende luftmåleprogram overvåges den generelle luftforurening i udvalgte byer. Formålet med programmet er at bestemme koncentrationen af potentielt toksiske stoffer, så deres virkninger på mennesker, dyr eller planter kan bedømmes. Det er dog forureningens betydning for menneskers helbred der har været bestemmende for fastlæggelsen af grænseværdier for de enkelte stoffer.

Grænseværdierne fremkommer normalt ved at dividere de laveste koncentrationer som medfører påviselige sundhedsskader med en sikkerhedsfaktor på mellem 2 og 10. De mest omfattende og oftest benyttede anbefalinger til grænseværdier er udarbejdet af WHO, som EF landene, og dermed Danmark, har benyttet som basis for fastsættelsen af bindende og vejledende grænseværdier. I tabel 2.3.1 summeres de for tiden gældende grænseværdier.

Grænseværdier for stoffer med en akut påvirkning af mennesker, som f.eks. NO₂, bliver typisk angivet som en korttids-middelværdi, der kun sjældent må overskrides. For NO₂ er 98-percentilen således en bindende grænseværdi (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) der angiver at 98% af timeinddelværdierne i en beregningsperiode på 1 år er mindre end grænseværdien, som altså højst må overskrides i 2% af tiden.

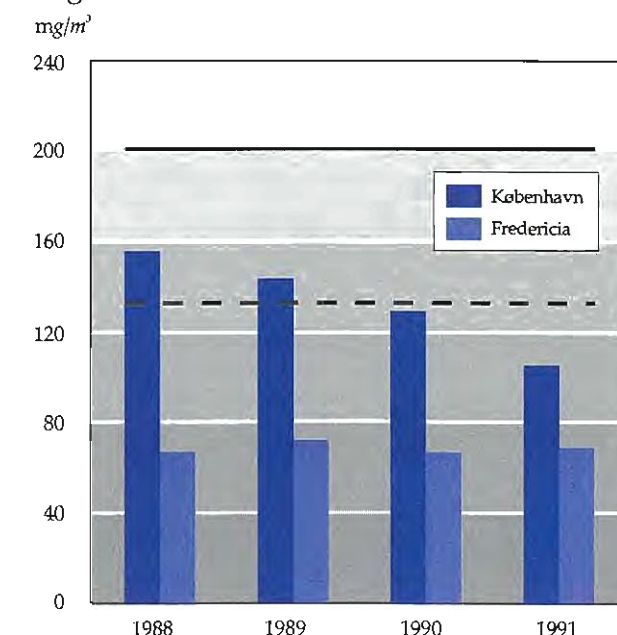
Forureningsniveauer - udviklingstendenser

Den følgende gennemgang af udvalgte forureninger er baseret på resultaterne fra det landsdækkende måleprogram. De måleresultater der er lagt til grund for gennemgangen og

sammenlignet med grænseværdier, er hentet fra målestationer i København og Fredericia, som repræsenterer stationer med relativt høje (København) og lave (Fredericia) forureningsniveauer. Vurderingen af udviklingstendenser er primært baseret på resultater fra stationer med lange tidsserier.

Svovldioxid: som det fremgår af figur 2.3.8 er de målte koncentrationer lave, og overskrider ikke gældende grænseværdier. Siden den første energikrise i begyndelsen af 1970'erne har luftforureningen med svovldioxid været faldende på grund af faldende udslip, til trods for et stigende energiforbrug igennem hele perioden. Det skyldes en mere effektiv udnyttelse af energi- og varmeproduktionen, en bedre udnyttelse af brændslet, anvendelse af naturgas samt bedre kontrol med forureningskilderne.

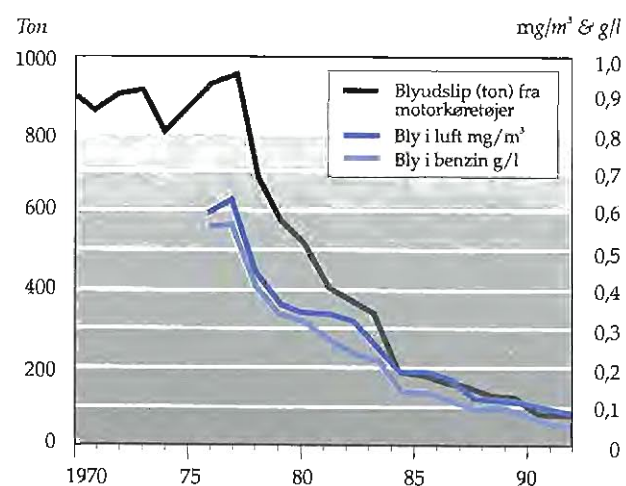
Svævestøv: Forureningen med svævestøv viser samme udviklingstendens som svovldioxid, - og årsagen er den samme. Som det fremgår af figur 2.3.9 overskrides grænseværdien ikke, men svævestøv er den forureningskomponent der, efter NO₂, - kommer tættest på grænseværdien. Det målte støv repræsenterer en uspecifik sammenblanding af bidrag fra flere kilde typer, hvor den største enkeltkilde er opvirket jordstøv, som i sig selv næppe udgør nogen sundhedsrisiko.



Figur 2.3.10. Koncentration af NO₂ (årsværdier), målt i København og Fredericia. Vandret linie: bindende grænseværdi, stiplede linie: vejledende grænse (98-perc.). (Kilde: Luftforurening i danske byer. DMU, LMP II, 1987-1991).

Kvælstofoxider: Som det fremgår af figur 2.3.10 er der ingen problemer med at overholde den bindende grænseværdi på 200 ug(NO₂)/m³. De vejledende grænseværdier er derimod tangeret på flere stationer med stærk forurening. I 1991 var det dog kun i København værdierne nåede op i nærheden af de vejledende grænser, men formentlig høje nok til at fremkalde gener hos personer som i forvejen har luftvejsbesvær - som f.eks. astmapatienter.

Bly: Som det fremgår af figur 2.3.11 er koncentrationen af bly inden for de sidste 15 år faldet med næsten en faktor 10. Vejtrafikken har været den væsentligste kilde, og udslippet er reduceret drastisk i takt med at den afgiftsmæssige differentiering på blyfri og blyholdig benzin er slået igennem. I 1978 indførtes en grænse for blyindholdet på 0,40 g/liter. Dette blev reduceret til 0,15 gram/liter for al benzin i 1984. I 1986 indførtes en afgiftsdifferentiering på 25 øre. I 1990, i forbindelse med nedsættelsen af afgifterne, blev afstanden øget til 65 øre. Den danske differentiering er større end i de fleste andre lande. I dag udgør salget af blyfri benzin omkring 80% af salget. Udviklingen i udslippet af bly viser resultatet af denne politik.



Figur 2.3.11. Blykoncentrationen i luften, indholdet i benzin samt den samlede blyemission for perioden 1970-1991. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

Andre stoffer: Tabel 2.3.2 viser for 1990 koncentrationen af kulmonoxid og ozon sammenholdt med WHO's vejledende grænseværdier. Det skal især bemærkes at ozon koncentrationerne er større på baggrundsstationen (Skovbo) uden for København, end i centrum af København

(H.C. Andersens Boulevard). Det viser at der er en netto nedbrydning af ozon i byområdet, sandsynligvis med omdannelsen af NO og O₃ til NO₂ som den væsentligste proces.

2.3.6 Miljøindsatsen i byerne

Der er taget en række initiativer til at imødegå miljøbelastningen i byområderne og til at fremme en mere hensigtsmæssig udnyttelse af ressourcerne. Dette gælder såvel lokalt som på statsligt plan, og det involverer miljøforholdene i forbindelse med både erhverv, trafik og boligområder.

Ser man på trafikens gener, er mange kommuner i gang med konkrete tiltag for at mindske generne, som led i samlede handlingsplaner for trafik og miljø. Fra statslig side støttes dette arbejde med vejledning, rådgivning og kontante midler fra blandt andet Miljøministeriets trafik- og miljøpulje. Der lægges vægt på at opfatte bytrafikken og dens problemer som en helhed, der må ses i sammenhæng med den samlede byudvikling. Det er målet, at alle kommuner med over 10.000 indbyggere, som led i kommuneplanlægningen, skal udarbejde og gennemføre lokale handlingsplaner til forbedring af trafiksikkerhed, luftkvalitet, støj, mv. En lang række kommuner er allerede i gang med dette arbejde.

Støj: I transporthandlingsplanen fra 1990 er fastlagt, at der skal ske en reduktion af antallet af støjramte boliger med mere end 55 dB(A). Desuden er fastlagt et konkret mål for reduktion af antallet af boliger med over 65 dB(A). Målet svarede i 1990 til omkring en halvering af det på daværende tidspunkt opgjorte antal støjramte boliger. Der er siden iværksat en række initiativer, der skal medvirke til at reducere støjbelastningen. Blandt andet er der igangsat et program for støjbekæmpelse langs det overordnede statslige vejnet (jf. iøvrigt afsnit 3.3).

Luftforurening: På længere sigt forventes det at bilernes katalysatorer vil reducere NO-udslippet fra trafikken væsentligt, hvorimod en effektiv begrænsning af NO₂ koncentrationerne kun kan ske gennem en koordineret international indsats som reducerer såvel udslippene af NO som de basisstoffer der fører til dannelsen

af ozon (VOC). Ligesom for SO₂, er der en international aftale om at reducere NO_x emissionerne fra kraftværker, og for VOC'erne er der internationalt vedtaget en VOC-protokol, efter hvilken der skal opnås en 30% reduktion fra alle nationale kilder inden år 2000 i forhold til udslippet i 1985 (jf. afsnit 2.2 og 3.2).

I 1987 blev der som en forsøgsordning i Danmark startet en national smogvarsling. Man taler om smog episoder, når et uheldigt sammenfald af specielle meteorologiske forhold lejlighedsvis giver anledning til meget høje koncentrationer af enkelte stoffer, som kan begrunde en advarsel til folk om at færdes i særligt ramte områder i byerne. Forsøgsordningen forventes gjort permanent, og kommer til at omfatte stofferne SO₂ og NO₂ samt ozon (O₃).

Byøkologiske initiativer: Den øgede opmærksomhed om byernes samlede ressourceforbrug har ført til gennemførelsen af en lang række byøkologiske projekter. Byøkologi udtrykker en sammenfattende og tværgående tænkemåde, hvor byen i miljømæssig forstand betragtes som en helhed. Et væsentligt formål er at nedbringe byens forbrug af fysiske ressourcer, og samtidig reducere mængden af affaldsstoffer. Byøkologien har desuden til formål at fremme anvendelsen af sunde materialer i byggeriet og fremme byens grønne træk. De gennemførte projekter har typisk rettet sig mod forbedring af enkelte bygninger, vandbesparelser, vedvarende energi, affaldsløsninger, mv. Der er nu nedsat et rådgivende udvalg om byøkologi under Miljøministeriet, som skal vurdere det byøkologiske arbejde i sin helhed. Udvalget skal blandt andet vurdere om der er byøkologiske hensyn, der i dag ikke varetages tilstrækkeligt gennem eksisterende sektorvise ordninger, og om der er behov for særlige byøkologiske initiativer. Samtidig er der igangsat projekter i udvalgte kommuner, som har til formål at udvikle kommuneplanlægningen, for at sikre en mere sammenhængende varetagelse af miljøhensynet i byerne.

2.4 Eutrofiering

2.4.1 Baggrund og problembeskrivelse

Vore vandområder - vandløb, søer, fjorde, kystnære og åbne havområder - er en vigtig del af den danske natur. I de seneste årtier er der konstateret en række forringelser i miljøtilstanden i disse vandområder i form af øget algevækst, iltsvind, fiskedød m.v. Den dårlige miljøtilstand må især tilskrives en forøget kvælstof- og fosfortilførsel til vandmiljøet (eutrofiering).

Væksten af planktonalger og andre planter i vort vandmiljø er hovedsagelig styret af næringsstofferne, kvælstof (N) og fosfor (P). Under naturlige forhold er både næringsstofftilførslen og væksten af vandplanter forholdsvis ringe, og der er et alsidigt og stabilt plante- og dyresamfund. Ved øget næringsstofftilførsel kan dette stabile samfund bringes ud af balance. Mange steder i de kystnære områder fører en øget næringsstofftilførsel til en stigning i væksten af etårige bundplanter, nogle gange med masseforekomst af trådalger. Masseforekomster af trådalger forringer livsvilkårene for bundens dyreliv og for fiskenes gyde- og opvækstmuligheder. Ved endnu højere næringsstofftilførsel øges mængden af planktonalger kraftigt, og vandet bliver uklart, således at levebetingelserne for planter og dyr forringes yderligere. Det uklare vand bevirker, at sollyset ikke kan trænge ned til bundplanterne og disse forsvinder. Fiskebestanden ændres til arter, som er favoriseret af det uklare vand, i søer således masseforekomst af skalle og brasen, og i de kystnære områder hundestejler og kutling. Disse fisk spiser dyreplanktonet i vandet, hvorved mængden af planktonalger øges yderligere. I de dybe søer og åbne havområder vil en større mængde af planktonalgerne bundfældes, og der vil være et forøget iltforbrug, som igen kan resultere i iltsvind og fiskedød.

Eutrofiering defineres i denne sammenhæng som: "En berigelse af vandmiljøet med næringsstoffer, der fører til en øget produktion af planktonalger og højere vandplanter, som igen fører til en forringelse af vandkvaliteten og en reduktion i værdien af den udnyttelse, som foregår af vandområdet". Generelt er de negative effekter af

eutrofieringen størst i de danske søer, fjorde, samt i de kystnære og åbne havområder.

Generelt øges næringsstofftilførslen med stigende menneskelig aktivitet i oplandet til vandområderne. Gennem dette århundrede er bybefolkningen steget fra omkring 2/5 til mere end 4/5 af befolkningen, samtidig er der bygget kloaksystemer, og industriproduktionen samt husholdningernes forbrug er drastisk forøget. Dette har resulteret i meget større mængder af spildevand og dermed også af næringsstoffer, og vore effektive kloaksystemer har bevirket, at hovedparten af spildevandet nu føres direkte ud i vandområderne. En vigtig brug af vandområderne i dette århundrede har således været til bortskaffelse af vort spildevand. Tilsvarende er landbrugets struktur ændret og effektiviteten kraftigt øget. Store dele af landbrugsarealerne er drænet og mange af vore moser, damme og søer er forsvundet. Herved er evnen til at tilbageholde næringsstoffer "på landjorden", før de føres ud i vandområderne, kraftigt reduceret.

Den vigtigste ændring i landbrugspraksis er dog det kraftigt forøgede gødningsforbrug (jvf. afsnit 3.4). I de seneste 30 år er der næsten sket en fordobling af gødningstilførslen til landbrugsjorden, som igen har betydet en kraftig forøget udvaskning af næringsstoffer. Landbruget er således den vigtigste kilde til tilførsel af kvælstof til vandområderne. I de følgende afsnit gennemgås den nuværende tilstand og udviklingen i denne for hvert af vandområderne vandløb, søer, fjorde og kystnære områder samt de åbne havområder.

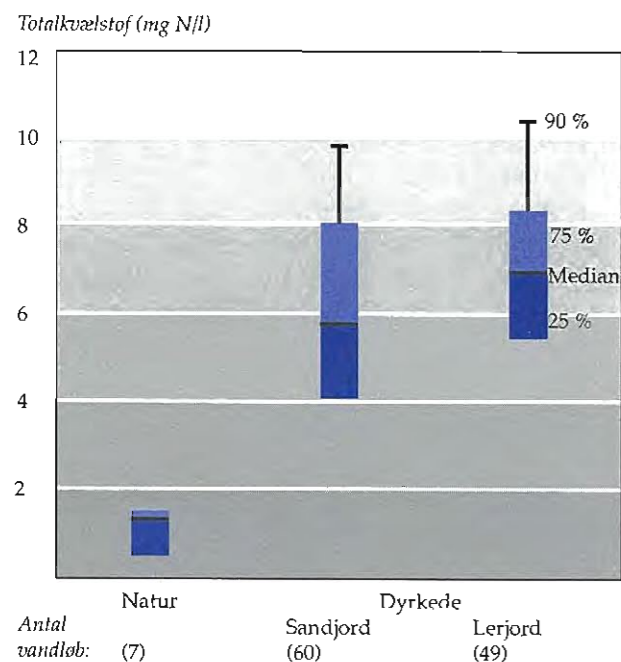
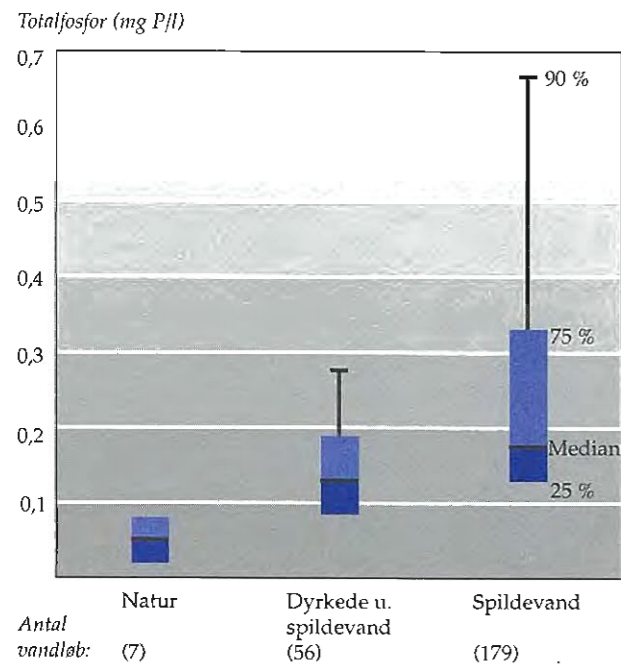
2.4.2 Vandløbenes tilstand

I vandløb er miljøtilstanden påvirket af næringsstoffudledning, men generelt er andre faktorer, f.eks. udledning af organisk stof og vandløbets fysiske tilstand mere betydende for miljøtilstanden. For en nærmere beskrivelse af miljøtilstanden i vandløb henvises til bl.a. Miljøministeriet (1993) og Svendsen mfl. (1993).

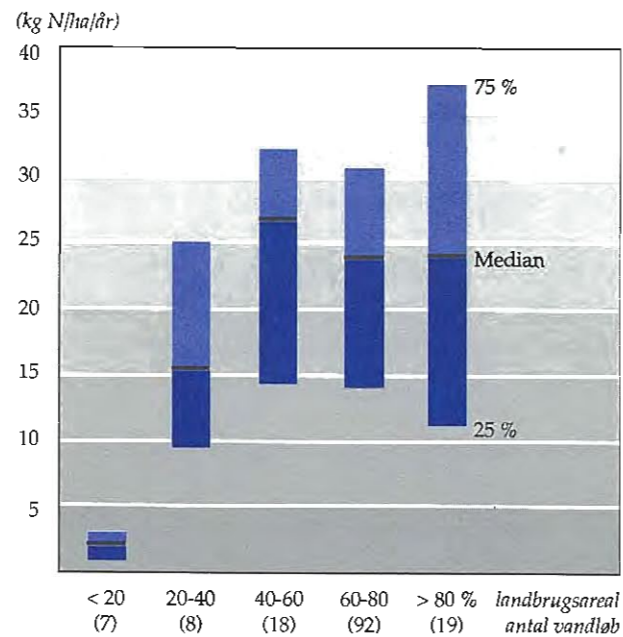
Næringsstoffer i vandløb

Vandløbene transporterer hovedparten af de næringsstoffer, som tilføres søerne og de kystnære havområder. Næringsstoffniveauet

i vandløbet er en funktion af de forskellige menneskelige aktiviteter i oplandet. I vandløb, der afvander naturoplande, er koncentrationen af næringsstoffer lavere end i vandløb i dyrkede oplande uden udledninger af spildevand (figur 2.4.1). I oplande med udledninger fra punktkilder, dvs. kommunale renselanlæg, industri eller dambrug, er koncentrationen af



Figur 2.4.1. Årsmiddelkoncentration af totalfosfor og -kvælstof i vandløb med henholdsvis natur oplande, dyrkede oplande uden spildevandsudledninger og oplande med spildevandsudledninger. 25%, median, 75% og 90% betyder at henholdsvis 25%, 50%, 75% og 90% har årsmiddelkoncentration mindre end det angivne niveau. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).



Figur 2.4.2. Sammenhæng mellem arealafstrømning af nitratkvælstof og procent af arealet, der er opdyrket. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

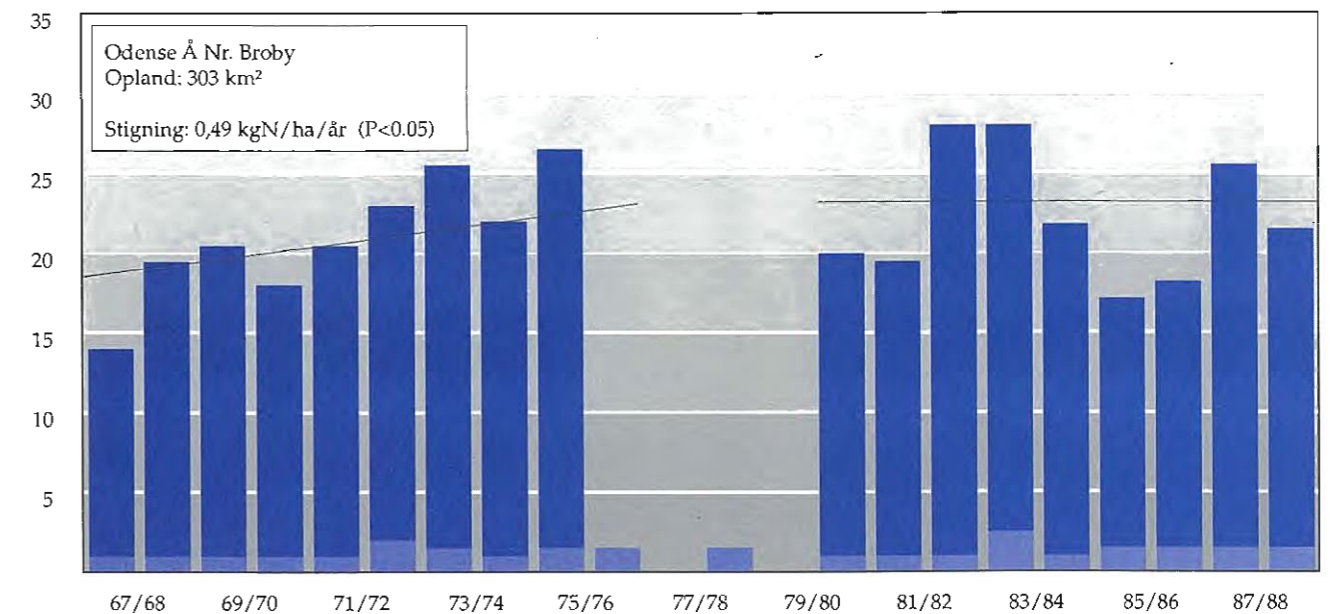
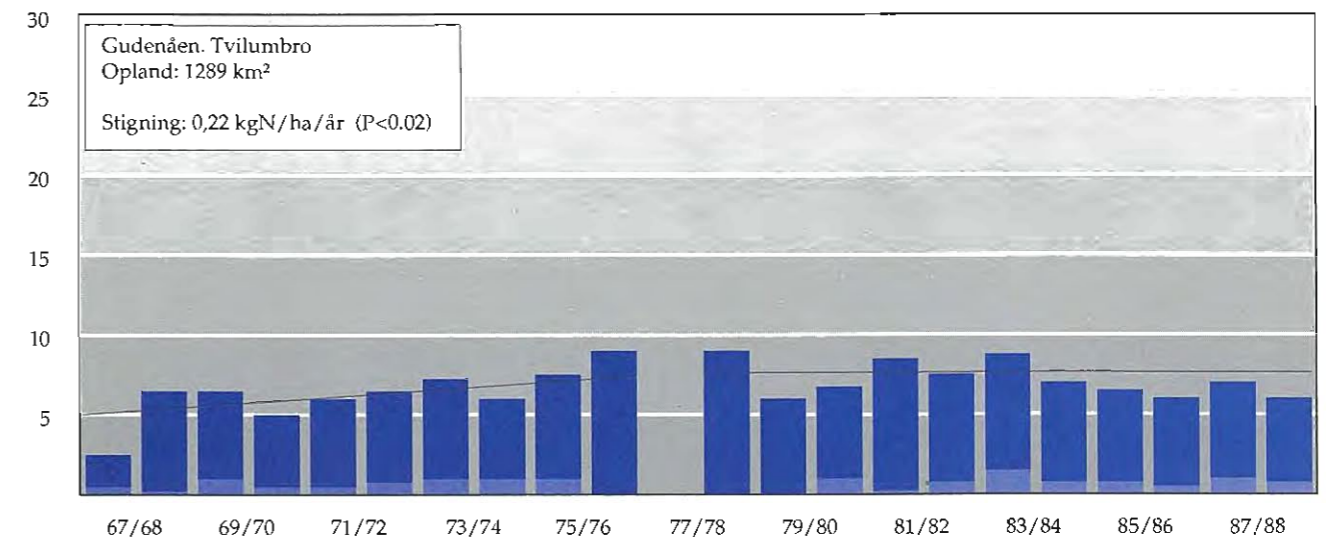
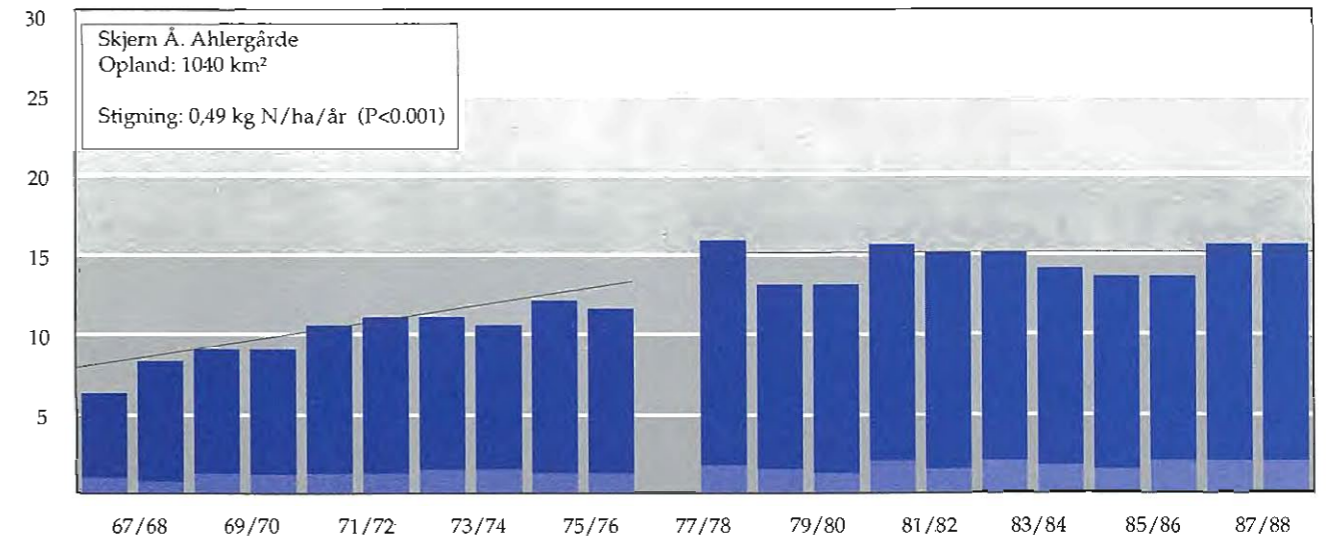
næringsstof meget afhængig af punktkildens relative størrelse.

Fosforniveauet er således 2.5 gange højere i vandløb med dyrkede oplande i forhold til naturvandløb, og i de spildevandspåvirkede vandløb kan fosforkoncentrationen være meget høj, 1-5 mg P/l.

Kvælstofkoncentrationen og afstrømningen i vandløbene er især bestemt af dyrkningsgraden i oplandet (figur 2.4.2). I områder med ringe dyrkningsgrad er arealafstrømningen af kvælstof lav, mens vandløb der afvander områder med mere end 60% opdyrket, generelt har betydeligt højere arealafstrømninger (gennemsnitlig er 65% af Danmarks areal opdyrket).

Udvikling i kvælstof og fosforkoncentration i vore vandløb

I slutningen af sidste århundrede blev koncentrationen af kvælstof målt i de seks store vandløb Suså, Odense Å, Storå, Skjern Å, Konge Å og Gudenå (Westermann 1898). Sammenlignes disse koncentrationer med koncentrationen af kvælstof i 1991, er der i de undersøgte vandløb sket en fordobling i koncentrationen af kvælstof.



Figur 2.4.3. Afstrømningskorrigeret arealafstrømning af nitratkvælstof i Skjern Å, Gudenå og Odense Å i perioden 1967-89. (Kilde: Kristensen et al., 1990).

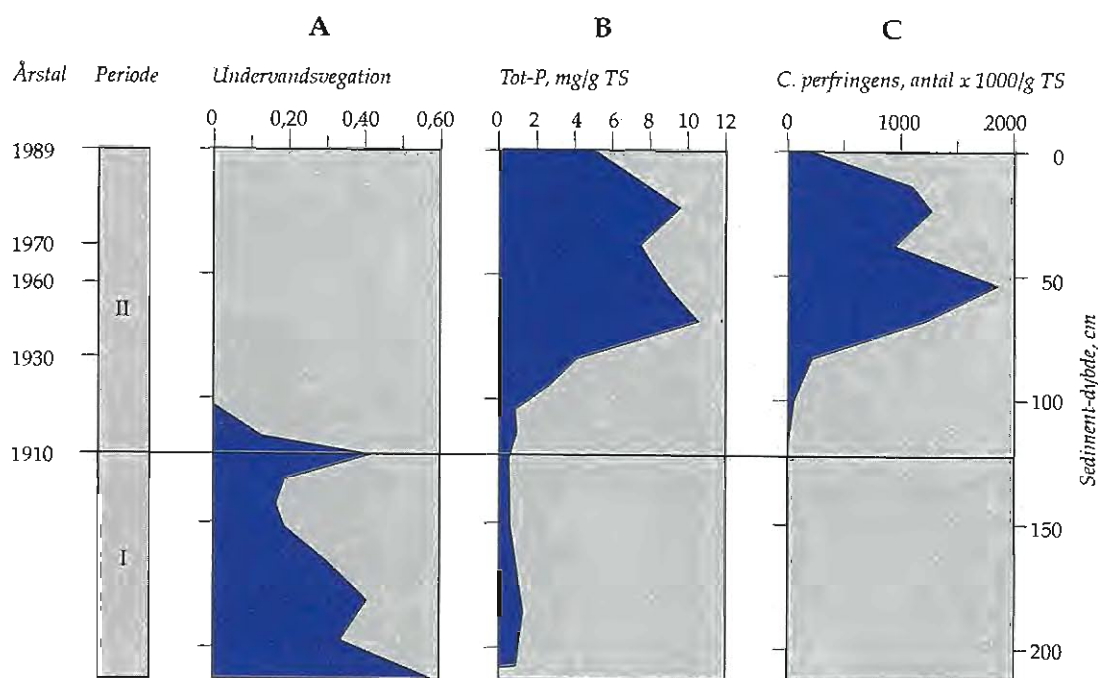
Søllerød Sø, Nordsjælland, er et illustrativt eksempel på udvikling i miljøtilstanden i danske søer. I hele dette århundrede har søen fået tilført spildevand og er i dag stærkt eutrofiert. Spildevandet blev indtil 1924 ledt urensset til søen. I 1924 blev Kirkeskovens renseanlæg taget i brug og spildevandet blev mekanisk og biologisk rensset. I 1975 blev spildevandet fra renseanlægget afskåret fra søen. Søllerød Sø har efter den tid stadig i perioder modtaget spildevand fra overløbsbygværker. I dag har søen høje fosforkoncentrationer og en generel dårlig miljøtilstand.

På søbunden aflejres der hvert år omkring 1 cm nyt materiale; derfor kan en borekerne ned gennem søbunden og en analyse af materialet i de forskellige dybder fortælle noget om udviklingen. Hovedstadsrådet og CowiConsult foretog i 1990 en sådan undersøgelse, og de vigtigste resultater resumeres kort.

I lagene fra før ca. 1910 findes der mange rester af undervandsplanter (A) - en klar indikation på at der tidligere var udbredt forekomst af undervandsplanter i søen. I lagene efter 1910 forsvinder resterne af undervandsplanterne.

Søbundens indhold af totalfosfor stiger kraftigt efter 1930 og indholdet er specielt højt i perioden fra ca. 1950 og frem med en lille nedgang i de øverste cm, som følge af den reducerede fosfortilførsel. Årsagen til dette forhold er afskæringen af det meste af spildevandet i 1975 (B).

Søbundens indhold af sporer fra menneskets tarmbakterie *Clostridium perfringens* viser en udvikling svarende til fosfor - og årsagen er den samme (C).



Box 2.4.1. Udvikling i Søllerød Sø's miljøtilstand gennem dette århundrede. (Kilde: Københavns Amt, Fredensborg Amt & Roskilde Amt).

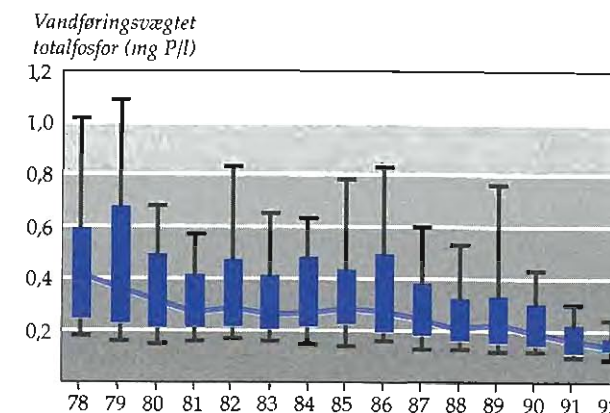
I Gudenå, Skjern Å og Odense Å har man målt koncentrationen af kvælstof siden 1967. I perioden 1967-78 var der en signifikant stigning i arealafstrømningen af kvælstof på omkring 3% pr. år (figur 2.4.3). Denne stigning er sammenfaldende med en stigning i forbruget af kvælstofgødning. I de seneste 15 år har der været et nogenlunde konstant gødningsforbrug, og en analyse på et større antal vandløb viser da også, at transporten (korrigeret for år til år forskelle i afstrømning) har været konstant og høj i perioden 1978-92. En vurdering af kvælstoftransporten i jyske og fynske vandløb i ni-års perioden forud for Vandmiljøplanen, og i fem-års perioden efter planen, viser et lidt højere niveau de seneste fem år (tabel 2.4.1). Der er altså i vandløbene ingen tegn på at kvælstofudvaskningen er faldet.

Region	1979-1987	1988-1992
Vestjylland	12,7	13,3
Østjylland	16,0	17,7
Fyn	18,8	19,5

Tabel 2.4.1. Afstrømningskorrigerede arealafstrømning af nitratkvælstof i perioden før Vandmiljøplanens vedtagelse og i perioden derefter. (Kilde: Kronvang et al., 1992).

Koncentrationen af fosfor i de danske vandløb steg generelt indtil slutningen af 1970'erne. Derefter er der i en stor del af de danske vandløb i de seneste 10-15 år observeret et markant fald i koncentrationen af fosfor. I 109 vandløb var der i perioden 1978-91 et statistisk signifikant fald i 64% af vandløbene, mens der i 31% ikke var nogen signifikant ændring i koncentrationsniveauet og i 5% er der observeret en stigende koncentration. For 50 vandløb med målinger i alle årene 1978-92 er faldet i koncentrationsniveauet vist på figur 2.4.4.

Fosforkoncentrationen er generelt faldet mere i de store end i de små vandløb. Det konstaterede fald i fosforkoncentrationen kan næsten udelukkende tilskrives en mindre udledning af fosfor fra punktkilder, især renseanlæg, og er dermed en effekt af både Vandmiljøplanen og øvrige tiltag for at reducere fosforudledninger til vandmiljøet.



Figur 2.4.4. Ændringer i den vandføringsvægtede koncentration af totalfosfor i 50 danske vandløb over perioden i 1978-92. For de enkelte år er 10-, 25-, 50- (median linie), 75- og 90- percentiler angivet. (Kilde: Svendsen et al., 1993).

2.4.3 Miljøtilstanden i de danske søer

Danmark har omkring 470 søer større end 5 ha (50.000 m²). Størstedelen af de danske søer er lavvandede med middeldybde mindre end 3 meter. Denne søtype er i upåvirket tilstand karakteriseret ved at have udbredt dække af bundplanter, fordi sollyset i de klarvandede søer kan nå store dele af søbunden. Fiskebestanden består af rovfiskene aborre og gedde, mens mængden af skalle og brasen er lav.

I dag er miljøtilstanden i mange af de danske søer dårlig. Søerne er generelt meget næringsrige med høje koncentrationer af fosfor og kvælstof, og store mængder af planktonalger og uklart vand. I søerne er det især fosforniveauet, der er bestemmende for miljøtilstanden. Hovedparten af søerne har i dag fosforkoncentrationer højere end 0,1 mg P/l, og kvælstofkoncentrationer højere end 2 mg N/l. Vandets gennemsigtighed er ringe, og sigt dybden (vandets klarhed) er i sommerperioden generelt mindre end 1 m. Få af søerne har udbredt forekomst af bundplanter, og i de fleste søer er fiskebestanden domineret af skalle og brasen. I en stor del af søerne er der i sommerperioden opblomstring af blågrøn-alger, som kan danne et grønt malingsagtigt lag på vandoverfladen, og i nogle tilfælde kan disse alger være giftige for køer, hunde og mennesker.

	Dybdegrænse (m)	Kilde	Total fosfor (mg P/l)	
			1895-1912	1980'erne
Brabrand Sø	til bund > 1,5	1	<< 100	920
Silkeborg søer på Gudenåen	2-3(4)	1	< 20-75	115-175
Bagsværd sø	2	2	< 75	250
Lyngby sø	3,5	2	< 20-50	140
Gundsømagle sø	til bund >2	3	<< 75	1280
Sjælsø	3-3,5	3	< 20-50	225
Vejle sø	2,5	3	< 50-75	600
Farum sø	6,5-7	2	< 10-30	120
Søllerød sø	5,4	3	< 20-40	950
Furesø	7-7,5	2	< 10-30	90

Tabel 2.4.2. Målt dybdegrænse for undervandsplanter og skønnet fosforkoncentration i en række søer ved århundredeskiftet, sammenholdt med målte fosforkoncentrationer i søerne i 1980'erne. (Kilde 1: Baagøe og Kølpin Ravn (1895); 2: Boye-Petersen (1917); 3: CowiConsult (1990)).

Udviklingen i miljøtilstanden

I starten af dette århundrede målte man ikke koncentrationen af næringsstoffer i søvandet, men der er rapporteret fra en række botaniske ekskursioner til de danske søer, og ved at sammenligne med miljøtilstanden i dag, kan der fås et indblik i hvorledes tilstanden er ændret; tilsvarende kan f.eks. planterester i søbunden fortælle om miljøtilstanden tidligere (box 2.4.1). Omkring århundredeskiftet havde hovedparten af de danske søer udbredt dække af bundplanter ud til vanddybder på 3 m eller mere (tabel 2.4.2). I dag har de fleste af søerne ingen eller kun ringe udbredelse af bundplanter. Eksempelvis beskriver Baagøe og Kølpin Ravn fra en ekskursion til jyske søer og vandløb i 1895 (1895):

"Til Belysning af den Dybde, hvortil de forskellige Vegetationer gaa, kunne vi meddele følgende Tal fra Silkeborgsøerne. Rørbevoksningerne naa ud til 2^m; dette gjælder saavel *Scirpus* som *Phragmites*, naar de findes i rene Bestande. *Myriophyllum* og *Ceratophyllum* (bundplanter (red.)) gaa 1^m dybere. Dybder større end 3^m ere vegetationsløse... Et enkelt Sted i den østlige Ende af Silkeborg Langsø fandt vi på 4^m Dybde Dyndbund med *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton crispus* og *lucens*."

I dag er miljøtilstanden forringet og meget få af 'Silkeborg søerne' har undervandsvegetation. Udbredelsen af undervandsvegetation kan omregnes til en skønnet fosforkoncentration i

søvandet i perioden omkring århundredeskiftet og sammenlignes med den målte fosforkoncentration i 1980'erne (tabel 2.4.2). Søerne havde således tidligere en fosforkoncentration generelt mindre end 0,05 mg P/l. Sammenlignet med forholdene i dag er der i de fleste af søerne sket en mangedobling af fosforniveaet.

Forværringen i miljøtilstanden er sket gradvist fra århundredeskiftet og frem til midten af 1970'erne, dog især fra starten af 1950'erne, hvor man begyndte at bruge fosfatholdigt vaskepulver i husholdningerne, samtidig med at mængden af spildevand blev øget kraftigt. I 1970-80'erne blev fosfortilførslen til en række søer reduceret, enten ved afskæring af spildevand, eller ved etablering af fosforrensning på spildevandsanlæggene.

En analyse af udviklingen i 55 søer fra 1970'erne til slutningen af 1980'erne viste en markant generel reduktion i fosforkoncentrationen, idet mediankoncentrationen faldt fra 0,24 mg P/l i 1972-79 til 0,18 mg P/l i 1985-89. Siden 1989 er miljøtilstanden blevet fulgt i 37 repræsentative danske søer i forbindelse med Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Resultaterne af disse standardiserede undersøgelser viser, at fosforkoncentrationen i søerne er faldet yderligere fra 1989 til 1991.

Men i mange tilfælde er fosfortilførslen ikke nedbragt tilstrækkelig til, at der kan opnås en tilfredsstillende miljøtilstand. I dag har mange af de danske søer et fosforniveau højere end 0,125 mg P/l, og generelt skal koncentrationen

bringes ned under 0,08-0,1 mg P/l, hvis der skal ske markante forbedringer i miljøtilstanden i retning af færre planktonalger, herunder især færre blågrønner, og dermed mere klart vand og flere undervandsplanter, samt en bedre balance mellem rovfisk og byttefisk. I de dybere søer skal fosforniveaet være betydeligt lavere, omkring 0,02-0,04 mg P/l, for at resultere i en tilsvarende forbedring af miljøtilstanden som i de lavvandede søer.

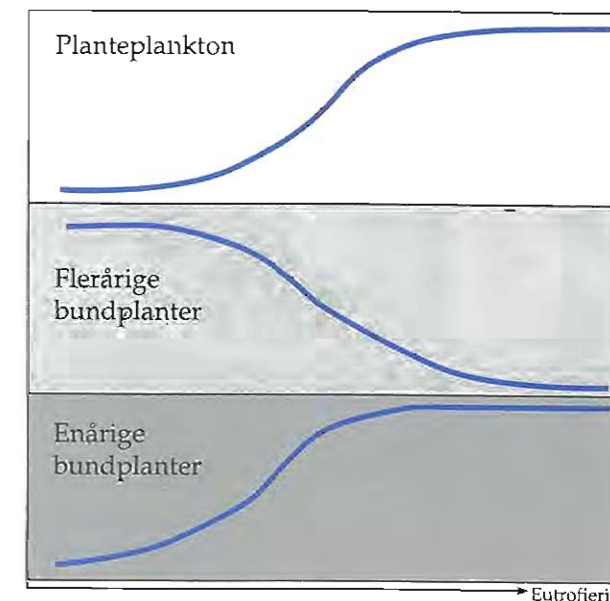
2.4.4 Miljøtilstanden i de danske fjorde og kystnære områder

Danmarks lange kystlinie og det store antal fjorde gør disse vandområder til en karakteristisk og vigtig del af den danske natur. De danske kystnære områder kan beskrives som lavvandede, åbne økosystemer. Tidevand, bølger, vandstuvninger og ferskvandstilførsel via åerne bevirker, at vandudskiftningen er stor. Næringsstofftilførslen sker især via ferskvandstilførsel, fra omkringliggende vandområder og via atmosfærisk nedfald.

I de lavtvandede kystområder med lave koncentrationer af næringsstoffer, har flerårige bundplanter som f.eks. ålegræs og fasthæftede alger stor betydning (figur 2.4.5). Disse områder er vigtige områder for fiskenes gydning og fiskeyngelens opvækst. Ved øget næringsstofniveau ændres bundvegetationen til etårige trådalger, sommetider med masseforekomst. Disse masseforekomster skaber væsentligt forringede betingelser for bundens dyreliv og fiskene og kan på forholdsvis lavt vand være medvirkende til iltvind og forekomst af svovlbakterier (liglagen) på bunden. Trådalgerne besværliggør kystfiskeriet, medfører lugtgener og et generelt uæstetisk indtryk af kysterne.

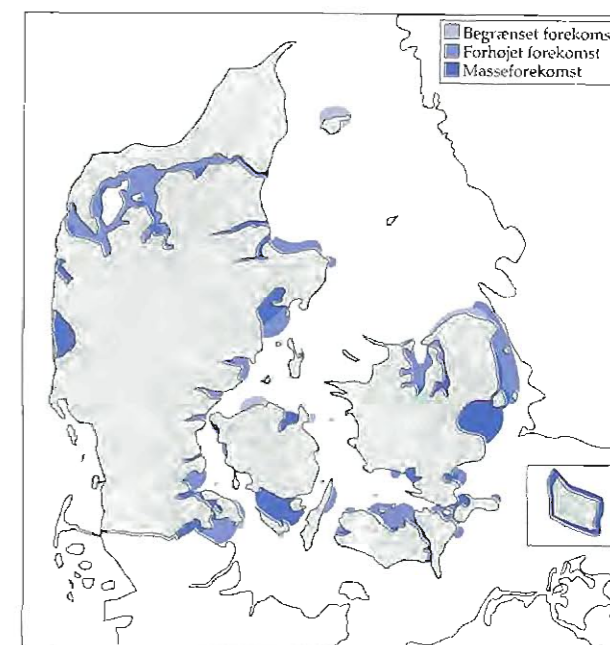
Udviklingen i miljøtilstanden

Miljøtilstanden i vore fjorde og kystnære områder er markant forringet gennem dette århundrede. Eksempelvis var dybdegrænsen for ålegræs i Århus Bugt i starten af dette århundrede omkring 11,5 m, mens der i 1989 ikke blev fundet ålegræs dybere end 6,5 m. I Lillebælt er arealet dækket af ålegræs mere end halveret og dybdegrænsen reduceret med 2-4 m. Bundplanterne er i nogle fjorde næsten helt forsvundet. Eksempelvis er der i Limfjorden,

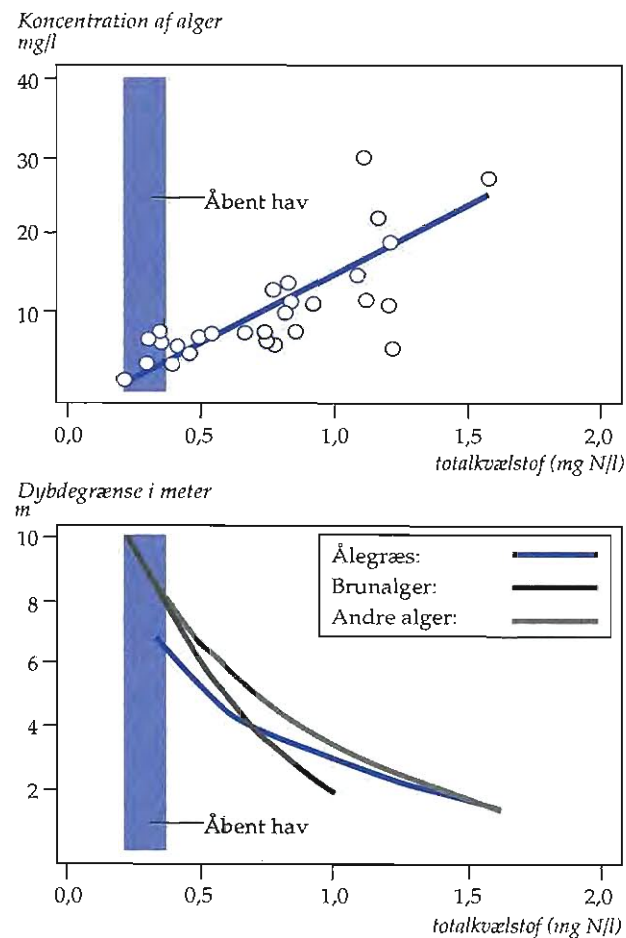


Figur 2.4.5. Principskitse for eutrofiering i kystnære områder. (Kilde: Borum et al., 1991).

Nissum Fjord og Ringkøbing Fjord gennem 1970'erne og 1980'erne observeret en markant nedgang i udbredelsen af bundplanter. De østjyske fjorde (Mariager, Randers, Horsens, Vejle, Åbenrå, og Flensborg Fjorde) er karakteristisk langstrakte med de indre mest næringsstofpåvirkede dele til de mindre påvirkede ydrefjorde. I disse fjorde er der få arter (3-9) af undervandsplanter inderst og flere arter (12-22) yderst, også en indikation på effekten af øget næringsstofftilførsel.



Figur 2.4.6. Områder med registreret forekomst af eutrofieringsbetingede trådalger (1989-91). (Kilde: Ærtebjerg et al., 1992).



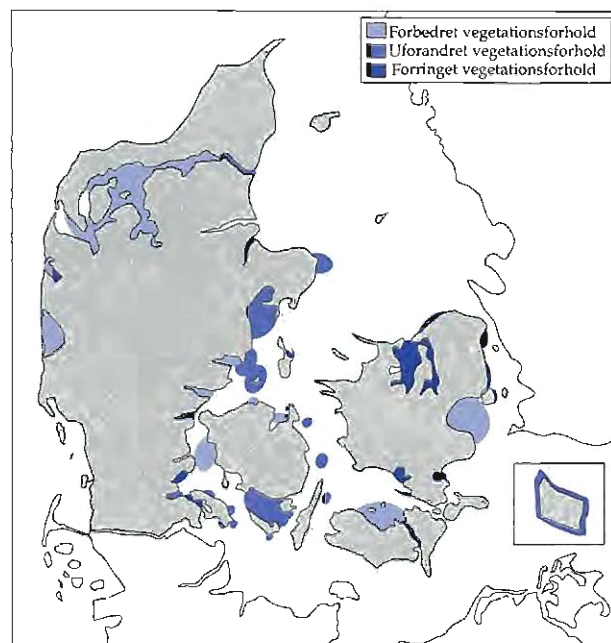
Figur 2.4.7. Sammenhængen mellem kvælstofkoncentration, koncentration af planktonalger og dybdeudbredelsen af bundplanter. (Kilde: Borum et al., 1990).

I mange af de mere lukkede fjorde og kystnære områder optræder der ofte masseforekomst af eutrofieringsbetingede trådalger (figur 2.4.6).

I fjorde og kystnære områder er det især kvælstofniveauet, som er bestemmende for mængden af planktonalger og for dybdegrænsen for udbredelsen af bundplanter (figur 2.4.7).

Indenfor de sidste 3-4 år er tilbagegangen i bundplanterne stabiliseret i en række områder, og nogle steder har den bredt sig. Eksempelvis i Limfjorden, hvor mængden af planktonalger og de enårige alger er reduceret, mens ålegræsset igen har bredt sig til områder, hvor det tidligere fandtes (figur 2.4.8). Den positive udvikling er især betinget af en mindre kvælstoftilførsel især på grund af mindre nedbør de seneste år og mindre fosforudledninger fra punktkilder.

Koncentrationen af kvælstof og fosfor i det vand, der via vandløb eller spildevandsud-



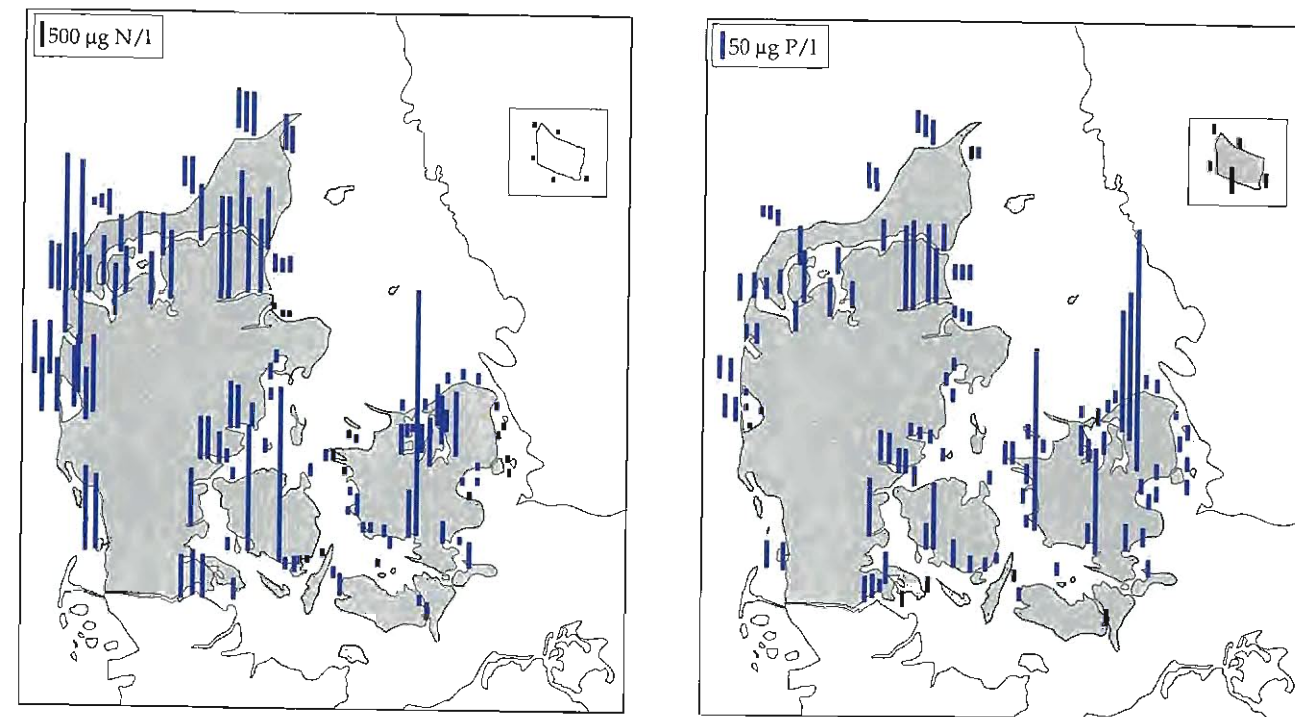
Figur 2.4.8. Oversigt over vegetationsudviklingen i de danske farvande de sidste 5-6 år (Kilde: Ærtebjerg et al., 1992).

ledninger strømmer til havet, er meget højere end i havvandet. Herved øges indholdet af næringsstoffer i de kystnære vandområder, hvorefter der ud mod det åbne hav sker et fald i koncentrationen som følge af fortynding, omsætning og bundfældning.

Påvirkningen af de enkelte kystnære vandområder med næringsstoffer er især afhængig af størrelsen af oplandet til vandområdet og vandudskiftningen i vandområdet. Eksempelvis vil relativt lukkede vandområder som Ringkøbing Fjord, Nissum Fjord, de østjydske Fjorde, Roskilde Fjord, Isefjorden og Limfjorden være kraftigt påvirket af vandløbene og punktkilderne, der udleder til disse vandområder, mens næringsstofftilførslen for de mere åbne kystområder, som eksempelvis Vesterhavs- og Østersøkysten, dels er afhængig af de lokale udledninger, og dels afhængig af tilførslen fra de tilgrænsende havområder (figur 2.4.9).

2.4.5 De åbne havområder

De danske farvande omfatter tre hovedområder: De ydre farvande dvs. Nordsøen og Skagerrak, de indre farvande dvs. Kattegat, Bælterne og Bælthavet, og Østersøen. Omkring 25% af det danske landareal afvander til



Figur 2.4.9. Koncentrationsniveau af kvælstof og fosfor i de kystnære områder 1989. (Kilde: Ærtebjerg et al., 1990).

Nordsøen, omkring 70% af landarealet til de indre farvande deriblandt de fleste af de større byer, og kun omkring 3% af landarealet til Østersøen. Næringsstofftilførslen fra Danmark vil derfor især påvirke de indre farvande, mens næringsstoffniveauet i Nordsøen og Østersøen især er bestemt af de samlede udledninger fra alle de omkringliggende lande.

De åbne havområder har for det meste så store vanddybder, at der ikke findes bundplanter. Den biologiske struktur er i de frie vandmasser domineret af planktonalger og dyreplankton, og der findes generelt et rigt bunddyrsamfund. En del af planktonalgeproduktionen omsættes af dyreplankton, mens resten synker ned til bunden, hvor den omsættes af bunddyr og bakterier under forbrug af ilt. I havområder med lavt næringsstoffniveau er der i de fleste tilfælde gode iltforhold ved bunden, og der findes et rigt dyresamfund med mange forskellige arter. Størstedelen af bunddyrene er føde for en række fisk. Ved øget næringsstoffniveau øges produktionen af planktonalger og en større del synker ned til bunden, som igen omsættes under et større iltforbrug end før. Forekommer der samtidig en stabil lagdeling af vandmasserne, med ringe tilførsel af ilt fra overfladen til bundvandet, vil et iltvind kunne

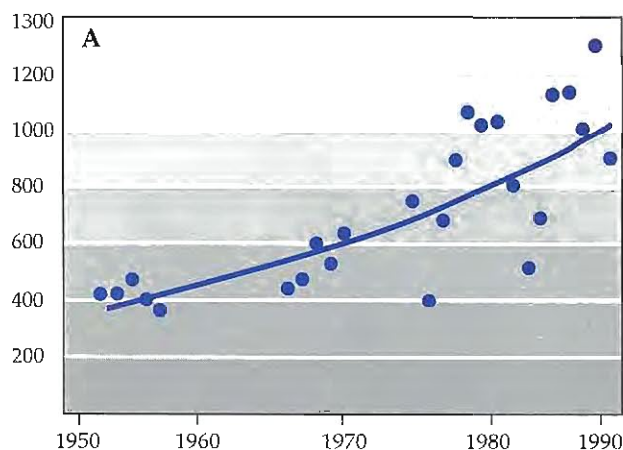
udvikles. Et iltfattigt miljø går hårdest ud over bunddyrene. Fiskene bliver ofte berørt senere end bunddyrene, da de kan flygte fra iltvind. Efterhånden som tilstedeværelsen og sammensætningen af bunddyr ændres som følge af hyppige iltvind, forringes fødegrundlaget for fiskene. Ved udbredt iltvind, ledsaget af svovlbrinteudvikling, kan fiskene blive "fanget", og hændelser med fiskedød indtræffe.

Udvikling i miljøtilstanden

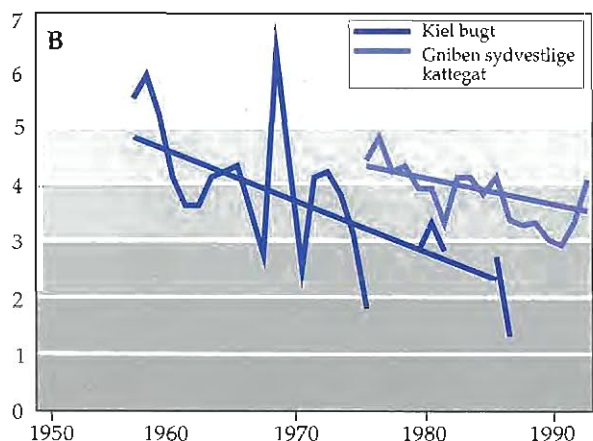
En markant stigning i produktionen af planktonalger i de åbne havområder er observeret siden starten af 1950'erne og til slutningen af 1980'erne (figur 2.4.10A). Tilsvarende er der i samme periode påvist et væsentligt fald i bundvandets iltindhold (figur 2.4.10B). Der har altid været iltvind i særlige "huller" i de danske havområder, hvor bundvandet ikke bliver udskiftet over længere perioder, men i 1980'erne har iltvindene været hyppigere, længerevarende og kraftigere end tidligere.

I de områder, der har været væsentlig påvirket af de kritiske iltforhold i 1980'erne, er biomassen af bunddyr faldet. Fiskeriet efter spisefisk er også påvirket, eksempelvis er

Primær produktion (mg C/m²/d)

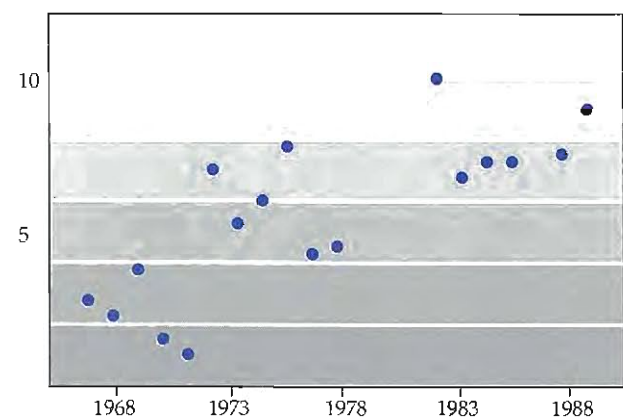


mg O₂/l



Figur 2.4.10. A. Udvikling i planktonalgernes produktion i perioden 1950 - 90. (Kilde: Richardson & Ærtebjerg mfl., 1991); B. Udvikling i iltindhold i september måned i bundvandet i Kiel Bugt 1957 - 86. (Kilde: Hansen, 1991) og i bundvandet i det sydvestlige Kattegat (Gniben) 1974 - 92.

Nitrat (µmol N/l)



Figur 2.4.11. Udvikling i vinterkoncentration (middelværdi af jan.-feb.) af nitrat i overfladelaget (0 - 10m) i perioden 1969 - 89 i det østlige Kattegat ved Fladen. (Kilde: Kronvang et al., 1993).

fangsterne af rødspætter og torsk i de indre farvande faldet kraftigt, hvilket synes at hænge sammen med de hyppige iltsvind, især fordi fiskenes fødegrundlag ændres eller forsvinder.

I de indre farvande er de ældste målinger af kvælstof fra slutningen af 1960'erne, med den længste tidserie fra Fladen i det østlige Kattegat (figur 2.4.11). Tilsvarende, som for vandløbene, ses en væsentlig stigning i kvælstofniveauet fra starten af 1970'erne til et højt niveau i slutningen af 1980'erne.

2.4.6 Kilder til tilførsel af næringsstoffer til de danske søer og vandløb

Fosfor

Samlet er kilderne til fosfortilførslen (1991) til vandløb og søer henholdsvis 50% fra byspildevand, 22% fra landbrug, 15% fra spredt bebyggelse og det naturlige baggrundsbidrag er kun 13% af den nuværende tilførsel (figur 2.4.12A).

Da søerne er kraftigt påvirket af fosforudledninger i oplandet, er der for hovedparten af søerne, som tidligere modtog stor tilførsel fra spildevandsanlæg, foretaget indgreb for at nedbringe tilførslen fra anlæggene, enten ved at indføre bedre rensningsforanstaltninger eller føre udledningerne uden om søerne. Således modtager hovedparten af vore søer i dag ikke tilførsler fra punktkilder, men den dårlige miljøtilstand skyldes især for høje næringsstofudledninger fra landbruget og spredt bebyggelse. Den gennemsnitlige fordeling af tilførsel af fosfor til vore søer viser, at landbrug og spredt bebyggelse er den vigtigste enkeltkilde (figur 2.4.12B). Fosfortilførslen fra spildevandsanlæg og dambrug er også væsentlige kilder, men har mere lokal betydning. Eksempelvis modtager kun tre af søerne på figur 2.4.12B tilførsel fra dambrug, men for disse søer er miljøtilstanden markant påvirket af fosfortilførslen fra dambrug.

En analyse af hvilke tiltag, der kan gennemføres for at begrænse næringsstofftilførslen af især fosfor viste, at der skal sættes effektivt ind for at begrænse punktkildeudledninger, dvs. spildevand og dambrug, men at der samtidig også skal foretages indgreb for at begrænse

tilførslerne fra de dyrkede arealer og spredt bebyggelse.

Kvælstof

Hovedparten af kvælstoffet i vore vandløb og søer kommer fra udvaskning fra de dyrkede arealer, omkring 60-80%, hvorimod tilførslen fra punktkilder generelt er af mindre betydning (figur 2.4.12).

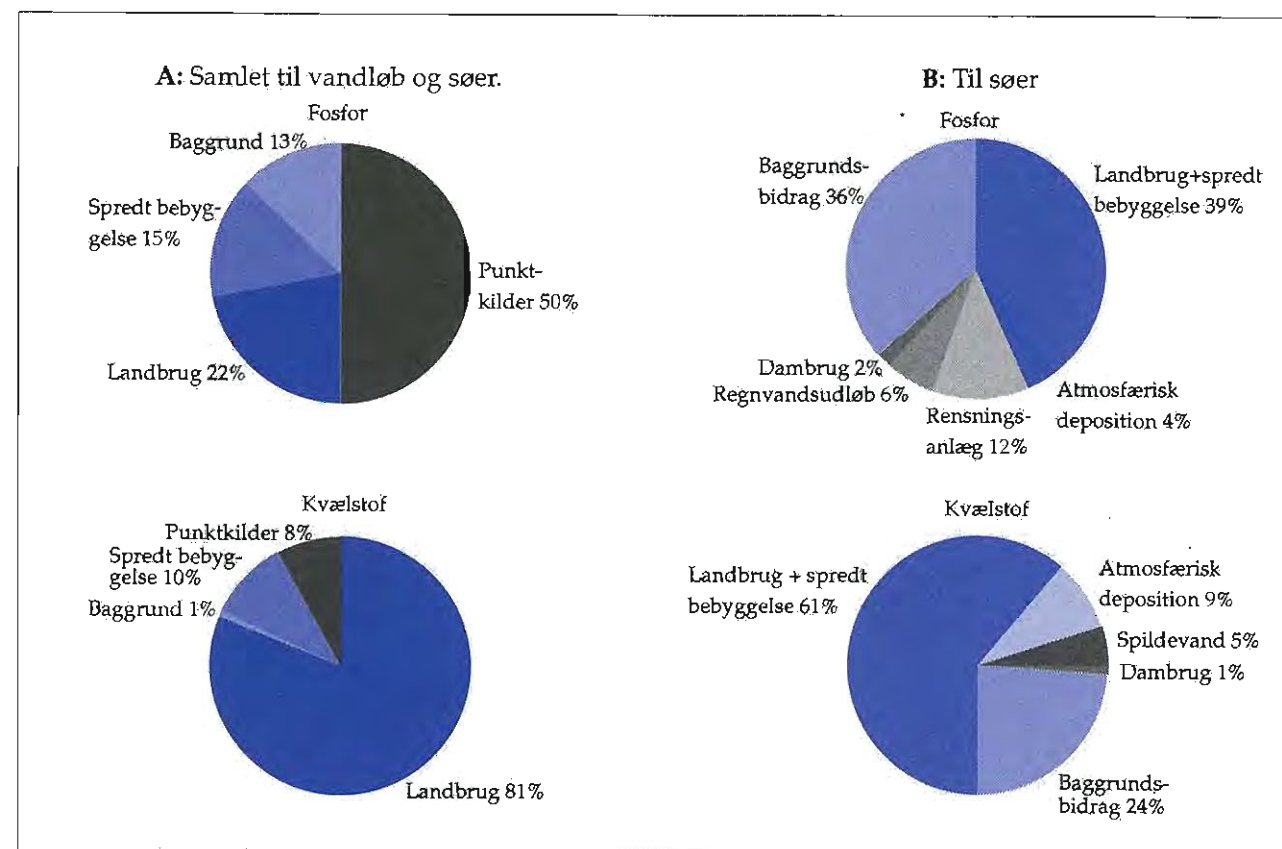
2.4.7 Udledningen af næringsstoffer til de marine områder

De marine områder modtager næringsstoffer fra de omkringliggende havområder via vandløb og direkte udledninger fra punktkilder især kommunale spildevandsanlæg, industriudledninger og havdambrug, samt via atmosfærisk deposition direkte på havoverfladen. Det indstrømmende vand fra de omkringliggende

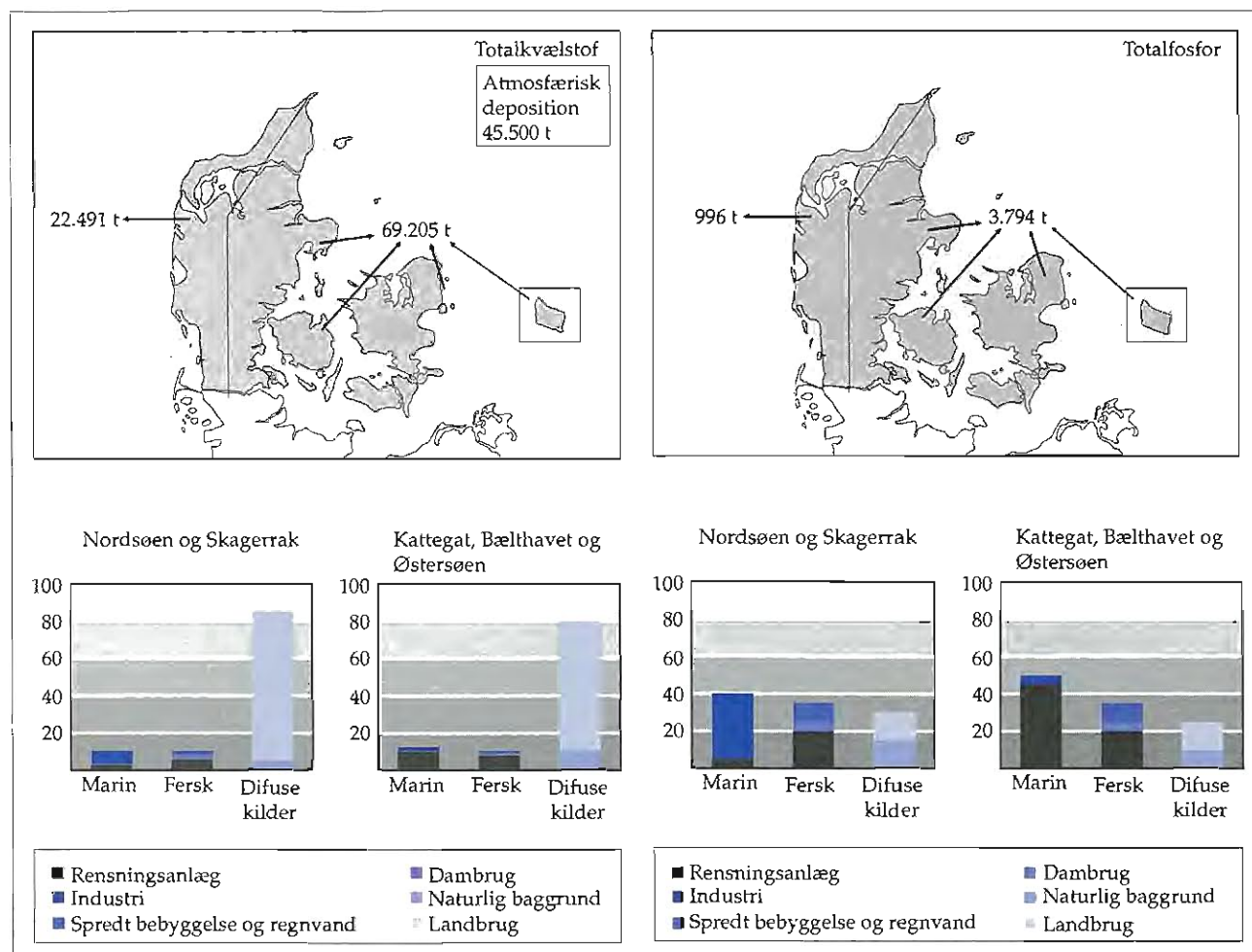
havområder har generelt lavere koncentrationer, end der findes i de danske farvande, og den forhøjede koncentration må således især tilskrives tilførsler fra Danmark. Udledninger fra Danmark påvirker især de indre farvande. Omkring 75% og 80% af henholdsvis kvælstof- og fosforudledningerne fra Danmark tilføres de indre farvande (figur 2.4.13).

Kvælstoftilførsel fra land: Udledninger fra landbruget er den vigtigste kilde til kvælstoftilførslen til de danske farvande, omkring 69% af tilførslen fra land kan tilskrives landbruget. Punktkilderne udgør henholdsvis 9% udledt inde i landet til vandløb og 14% som direkte udledninger til de kystnære områder. De resterende 8% er den naturlige baggrundstilførsel.

Kvælstoftilførsel via *atmosfærisk deposition* er også en vigtig kilde (figur 2.4.13). Omkring 25% stammer fra fordampningen af ammoniak fra landbruget, og ca. 10% har sin oprindelse i nationale udslip af kvælstofoxider fra trans-



Figur 2.4.12. Kildefordeling af fosfor og kvælstoftilførsel (1991) både (A) samlet til vandløb og søer og (B) den gennemsnitlige fordeling til 37 repræsentative danske søer (overvågningssøerne). (Kilde: Kronvang et al., 1992; Kristensen et al., 1992).



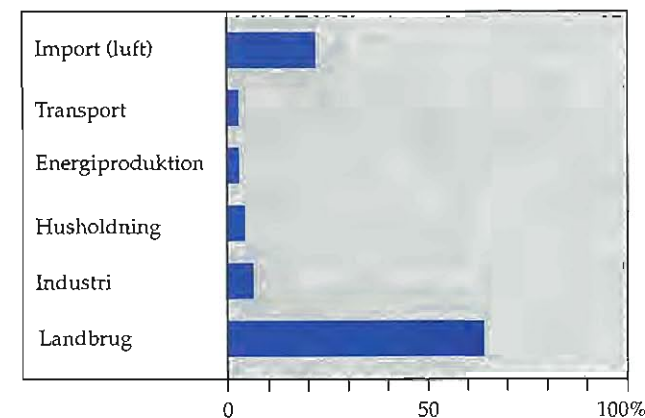
Figur 2.4.13. Tilførelse af kvælstof og fosfor til de danske marine områder. På figuren er angivet kildefordelingen af tilførelsen via vandløb og direkte udledninger til henholdsvis Nordsøen og Skagerrak, samt de indre farvande plus Østersøen. (Kilde: Kronvang et al., 1993, men opdateret med 1991 data).

port- og energisektorens afbrænding af kul- og olieprodukter. De resterende 2/3 af det atmosfæriske nedfald er langtransporteret import via luften fra andre lande.

Sektorprofil, figur 2.4.14: Den landbaserede kvælstoftilførelse til havet udgjorde i 1991 ca. 92.000 ton, hvor til skal lægges en tilførelse fra atmosfæren på 45.500 ton, som samlet tilførte havet ca. 137.000 ton kvælstof. Det relative bidrag fra væsentlige samfundssektorer er domineret af et bidrag fra landbruget på 64%, hvorimod de nationale energirelaterede bidrag samlet kun bidrager med mindre end 4%. Det langtransporterede luftbidrag på mere end 20% af den samlede tilførelse til havområderne udgør en anden væsentlig enkeltpost i regnskabet.

Fosfortilførelse til marine områder

Omkring 80% af fosfortilførelsen til de marine områder kommer fra punktkilder, omkring 11% kommer fra landbruget, og såfremt Danmark var ubeboet ville fosforudledningen være mindre end 10% af den nuværende (figur 2.4.13). Til Nordsøen og Skagerrak er både rensningsanlæg og industriudledninger de vigtigste kilder, men også spredt bebyggelse og dambrug er en vigtig fosforkilde. Til de indre farvande er rensningsanlæg den vigtigste enkeltkilde med omkring 75% af den samlede tilførelse.



Figur 2.4.14. Sektorprofil. Tilførelsen af kvælstof til havet fra atmosfæren og landbaserede kilder. Det relative bidrag fra væsentlige sektorer sammenholdt med det importerede luftbidrag. Baggrundstilførelsen fra land og importen med havstrømme til danske farvande er ikke medregnet. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

2.4.8 Genskabelse af en god miljøtilstand i vandområderne

Den første betingelse for, at miljøtilstanden i vore vandområder kan forbedres er at tilførelsen af næringsstoffer nedbringes. En række tiltag som følge af Vandmiljøplanen og amternes målsætninger for vandmiljøet har og vil medføre en nedsættelse af tilførelsen, men i mange tilfælde er reduktionen ikke tilstrækkelig, og yderligere tiltag kan være nødvendige.

Såfremt næringsstofftilførelsen nedbringes, er det et spørgsmål om hvor lang tid, der efterfølgende vil gå før en ny og bedre miljøtilstand opnås. Den mængde næringsstoffer som er ophobet i vandløb er generelt ringe, opholdstiden er kort, og næringsstoffniveauet i vandløbene vil derfor hurtigt falde til et lavere niveau bestemt af tilførelsens størrelse. I søer og marine områder kan genskabelsen af en bedre miljøtilstand imidlertid tage betydelig længere tid.

I mange søer er der ophobet store fosformængder i søbunden, som langsomt frigives til søvandet i en periode, selv efter at tilførelsen fra omgivelserne nedsættes. Efter en periode vil den ophobede fosformængde i søbunden være udvasket. Mange danske søer med tidligere stor fosfortilførelse lider i dag under denne interne fosforfrigivelse, og for nogle søer

kan der gå mange år før "fortidens synder" er udvasket. I perioden med dårlig miljøtilstand er søens biologiske struktur også ændret.

Fiskebestanden er ændret fra aborre og gedde til dominans af skalle og brasen og mange steder er undervandsplanterne forsvundet. Det kan tage lang tid før, at den biologiske struktur ændres som følge af nedsat næringsstoffniveau, og i nogle tilfælde kan det være nødvendigt at hjælpe søen i den rigtige retning med forskellige tiltag eksempelvis opfiskning af skidtfisk, udsætning af rovfisk og udplantning af undervandsplanter.

I de kystnære områder vil næringsstoffniveauet relativt hurtigt nedbringes på grund af det større vandskifte, men i disse vandområder kan der også være en biologisk træghed, f.eks. kan ålegræs- og bunddyrssamfundet have svært ved at reetableres. I de åbne havområder er det uklart, hvor hurtigt en forbedring vil kunne forventes, bl.a. vil næringsstoffrigivelse fra bunden påvirke miljøtilstanden i en periode.

2.4.9 Politisk-administrative forhold om de danske vandområder

I dag udføres tilsynet og iværksættelse af tiltag for at forbedre vandområdernes miljøtilstand i et samarbejde mellem kommunerne, amterne og Miljøministeriet. Kommunerne har ansvaret for rensningsanlæg og tilsyn med landbrugsejendomme. Amterne fører tilsyn med miljøtilstanden i de enkelte vandløb, søer, fjorde og kystnære områder, mens miljøtilstanden i de åbne danske farvande overvåges af Miljøministeriet i samarbejde med vore nabolande. For hvert enkelt vandområde (søer, vandløb, fjorde og kystnære områder) har amterne i regionplanerne fastsat målsætninger for miljøtilstanden. Hovedparten af vandområderne har i dag dårligere miljøtilstand end de fastsatte målsætninger, eksempelvis opfylder henholdsvis mindre end 40% af vandløbene og kun omkring 30% af søerne de fastsatte målsætninger, og den generelle målsætning om et upåvirket eller svagt påvirket dyre- og planteliv i de danske farvande er ikke opfyldt i de fleste kystnære områder og i store dele af de åbne farvande.

Vandmiljøplanen

De alvorlige tilfælde af iltvind i de danske farvande i midten af 1980'erne medførte, at Vandmiljøplanen blev vedtaget i 1987. Målet med planen var at nedbringe udledningen af kvælstof og fosfor til vandmiljøet med henholdsvis 50 og 80%, blandt andet ved en bedre spildevandsrensning og en nedbringelse af landbrugets samlede forbrug af gødning. Sideløbende med Vandmiljøplanen vil de påbudte tiltag for at opfylde målsætningerne i amternes regionplaner og de vedtagne planer for en bæredygtig landbrugsudvikling, også være med til at mindske tilførslen af næringsstoffer til vandområderne.

Som en følge af Vandmiljøplanen, blev der i samarbejde mellem Miljøministeriet og amterne etableret en landsdækkende overvågning af vandmiljøet. Overvågningsprogrammet omfatter en systematisk indsamling af informationer om størrelsen af og kilderne til næringsstofftilførslen til vandmiljøet. Oversigter over miljøtilstanden og ændringer i denne udarbejdes, og danner grundlag for en årlig redegørelse om miljøtilstanden i vore vandområder. Beslutningsgrundlaget for, om der er behov for at iværksætte yderligere foranstaltninger for at forbedre kvaliteten af vandmiljøet, er bl.a. baseret på disse redegørelser.

I dag er Vandmiljøplanens mål for reduktion af udledningerne af næringsstoffer fra punktkilder, især renseanlæg og industriudledninger, næsten opfyldt. Hermed er tilførslen af fosfor til vandmiljøet markant nedbragt, og i en række vandområder er miljøtilstanden som følge heraf forbedret. Der er derimod ikke sket nogen nedgang i udledninger fra landbruget, og derfor er kvælstoftilførslen til vandområderne på samme niveau som før Vandmiljøplanen blev iværksat i 1988.

I en række vandområder, bl.a. mange søer og lukkede fjorde, vil tiltagene i Vandmiljøplanen ikke være tilstrækkelige til at opnå en miljøtilstand, som svarer til målsætningerne i amternes regionplaner. For disse vandområder vil det være nødvendigt med yderligere tiltag, især med henblik på at nedbringe bidraget fra de dyrkede arealer og fra spredt bebyggelse.

Internationale konventioner og aftaler

For at forebygge forureningen af vore farvande samarbejder Danmark med de omkringliggende lande i en række konventioner og andre samarbejdsorganisationer.

I Helsingsfors-kommissionen, der dækker Østersøen, Bælterne og Kattegat, er det aftalt at udledningerne af næringsstoffer, tungmetaller og andre miljøgifte inden 1995 skal halveres i forhold til udledningerne i sidste halvdel af 1980'erne. I foråret 1992 er der udarbejdet et Miljøinvesteringsprogram for Østersøen, som sigter mod genopretning af den økologiske balance i havområdet.

I Paris-kommissionen, som dækker det nordvestlige Atlanterhav, Nordsøen, Skagerak og Kattegat, er det aftalt at udledningerne af næringsstoffer til de enkelte farvandsområder skal nedbringes således, at eutrofiering undgås. Specielt for Nordsøen er der via Nordsøkonferencen indgået aftale om en halvering af næringsstofftilførslen til områder, hvor der er fare for forurening. I både Paris-kommissionen og Nordsøkonferencen er det aftalt at nedbringe udledningen af miljøfremmede stoffer.

Som følge af vor egen Vandmiljøplan og de internationale aftaler om nedbringelse af udledninger af næringsstoffer, vil der forhåbentlig ske en markant reduktion i næringsstofniveauet i vore farvande, og en deraf følgende forbedring af miljøtilstanden.

2.5 Grundvand - en sårbar naturressource

2.5.1 Baggrund og problembeskrivelse

Grundvand udgør grundlaget for vandforsyningen i Danmark. Ca. 99 % af vandforbruget er baseret på grundvand, og denne store procentvise grundvandsudnyttelse giver Danmark en særstilling blandt lande vi normalt sammenligner os med. Vi har tidligere betragtet vore vandressourcer som godt beskyttede og af en god kvalitet, og har taget det som en selvfølgelighed, at vi på landsplan har haft rigeligt med vand til diverse formål.

Op gennem 60'erne og 70'erne skete der imidlertid en kraftig stigning i behovet for vand til husholdning, industri og landbrug, - et behov som dengang forventedes at ville stige yderligere. Samtidig forbedredes analyseteknikkerne, og dermed mulighederne for nøjere at vurdere grundvandets kvalitet.

På denne baggrund blev der gennem 1980'erne påbegyndt systematiske og omfattende undersøgelser af forureningstilstanden i grundvandet. De mulige kilder blev søgt identificeret, og de begrænsninger disse ville sætte for udnyttelsen af grundvandsressourcen blev vurderet. Afværgende- og forebyggende tiltag er blevet iværksat overfor en lang række forureningskilder, der udgør en trussel for grundvandet: Nedsivning fra lossepladser, landbrugets gødnings- og pesticidforbrug, deponering og spild fra industriproduktion m.v.

Selv om grundvandsressourcen kun langsomt fornyes gennem nedbøren, er der på landsplan dog stadig rigelige ressourcer af tilstrækkelig god kvalitet, men regionalt og lokalt mange steder, er der knaphed på vand. Nyere undersøgelser har samtidig vist, at grundvandskvaliteten stedvis lokalt og regionalt er truet af forurenende stoffer, enten direkte på grund af nedsivning fra forurenede jordarealer, men også indirekte fremkaldt på grund af en overudnyttelse af vandressourcen.

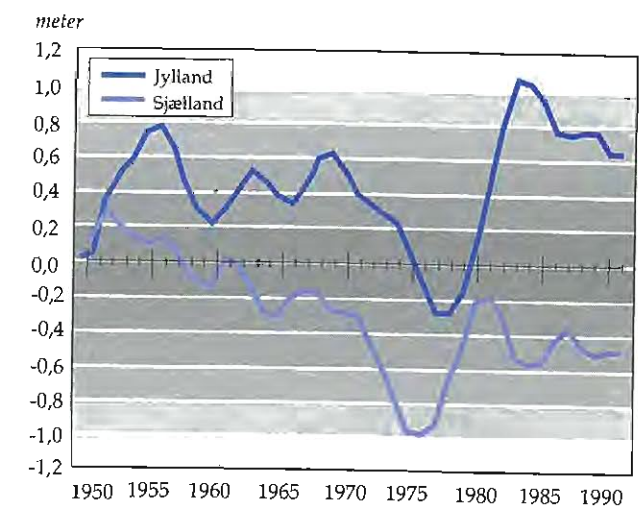
Problemerne anses for så alvorlige, at der i rapporter fra Vandrådet i 1992, og fra Miljøstyrelsen i 1993 er påpeget et behov for en ny landsdækkende strategi for vandindvinding

og en prioriteret indsats over for truslerne mod grundvandet. En sådan plan vil indebære væsentlige ændringer i vandplanlægningen og i de centrale myndigheders vandpolitik.

2.5.2 Grundvandsressourcens udnyttelse

Den eksisterende grundvandsressource er på landsplan vurderet til at være væsentlig større end den samlede indvundne vandmængde. Det meste af det ferskvand der anvendes i Danmark er oppumpet grundvand, mens overfladevand kun anvendes i særlige tilfælde, hvor det er nødvendigt at supplere grundvandet.

Ændringer af grundvandsspejlet: Grundvandsressourcens kvalitet og størrelse er afhængig af de klimatiske og geologiske faktorer i de forskellige dele af landet. Pejlinger af grundvandstandens højdevariationer er et udtryk for ændringer i ressourcens størrelse, og hvordan den varierer med den faldne nedbør.

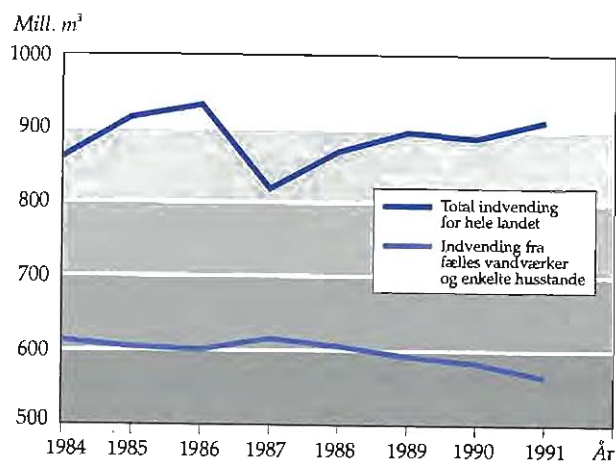


Figur 2.5.1. Ændringer i grundvandsspejlet i Jylland og på Sjælland for perioden 1950-1991. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1993, efter Christensen, 1992).

Ændringerne i grundvandstand og nedbør (figur 2.5.1) afspejler også de områder i landet, hvor der kan være resourceproblemer, som f.eks. Sjælland hvor indvindingen i nedbørsfattige områder medfører en betydelig sænkning af grundvandsspejlet. I Jylland derimod findes generelt et stabilt grundvandsniveau. Typisk har grundvandstanden været stigende som følge af den øgede nedbør gennem de sidste 25 år, men der har også været tørre år

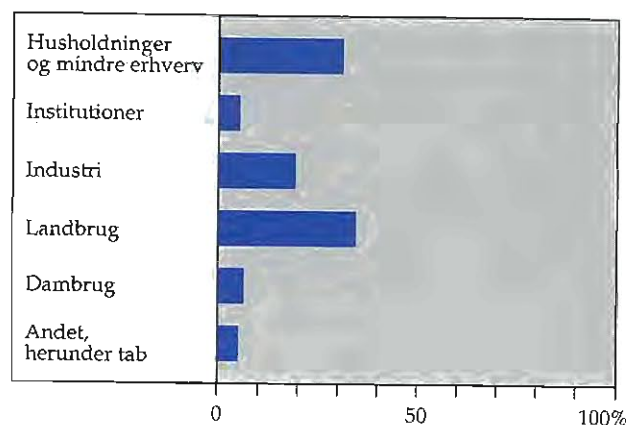
med nedbørsunderskud (1975 -1979), og våde år (1981 - 1982) som slår igennem på kurven. Fra slutningen af 1980'erne synes grundvandstanden igen at falde svagt i hele landet.

Udviklingen i vandforbruget: Indvinding og forbrug af ferskvand har været stigende igennem 1970'erne, mens det har været stagnerende gennem 1980'erne og starten af 1990'erne. På figur 2.5.2 ses udviklingen i indvinding af ferskvand fra 1984-1991, som på landsplan viser en variation omkring 900 mill. m³ pr. år.



Figur 2.5.2. Den totale indvundne ferskvandsmængde for årene 1984-1991. (Kilde: David, 1991, Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1991, Dansk Vandteknisk Forening, 1991 og Miljøstyrelsen, 1990).

Ved tidligere beregninger er den totale indvundne vandmængde opgjort til 1.2 mia m³. På grund af vanskeligheder med at opgøre bidragene fra landbrugets markvanding og industri, er der som disse sektorer forbrug benyttet de totale tilladte indvundne mængder, som imidlertid kun sjældent er blevet forbrugt. Indvindingen fra offentlige og private fællesvandværker og husholdninger viser en faldende tendens fra 1987 til 1991. Indvindingen herfra anvendes for en stor del til drikkevand. I den samme periode har der således været en forøget indvinding af vand til markvanding, industri og andre formål. Dog viser f.eks. 1987 sig at være et år med en lav indvinding, hvilket især skyldes et lavt forbrug til markvanding. På figur 2.5.3 ses fordelingen af vandforbruget opdelt på sektorer for 1988, hvor dog især industriens og landbrugets andele er beregnet med stor usikkerhed.



Figur 2.5.3. Sektorprofil. Vandforbruget i 1988 fordelt relativt på særlige sektorer. (Kilde: Danmarks Geologiske Undersøgelse).

Klimaændringer: Inden for de sidste 125 år er der målt betydelige svingninger i nedbørens størrelse, og dens betydning for grundvandsressourcen er blevet påvist. Der er f.eks. påvist en meget nedbørsfattig periode lige før århundredeskiftet, og inden for de sidste 25 år kendes en periode med ringe nedbør.

Ved de fremtidsscenerier der blev opstillet i Miljøministeriets rapport "Drivhuseffekt og klimaændringer" fra 1992, blev der forudsagt en fremtidig stigende nedbør på op til 20% frem til år 2080, der således skulle medvirke til at sikre det fremtidige vandforbrug. Måleresultaterne fra de lange nedbørstidsserier viser imidlertid, at tørkeperioder med betydelig effekt på grundvandsstanden kan forekomme i perioder med stigende nedbør. Dette forhold må nødvendigvis indgå i overvejelserne, når den fremtidige vandressourceplanlægning foretages.

Mulighederne for indvinding af grundvand styres af de klimatiske og geologiske forhold, mens tendenserne i det faldende forbrug af drikkevand til husholdningerne bl.a. er et resultat af sparetiltag og forbrugerens øgede miljøbevidsthed.

Følggevirkningerne af en overpumpning fra grundvandsmagasinerne

Grundvandsressourcen i Danmark er ikke på landsplan præget af for stor vandindvinding, men der er dog en række lokale og regionale forhold som begrænser udnyttelsen. Vandindvindingen kan også være begrænset af uønske-

de naturligt forekommende stoffer eller af punkt- eller fladeforurening af grundvandet.

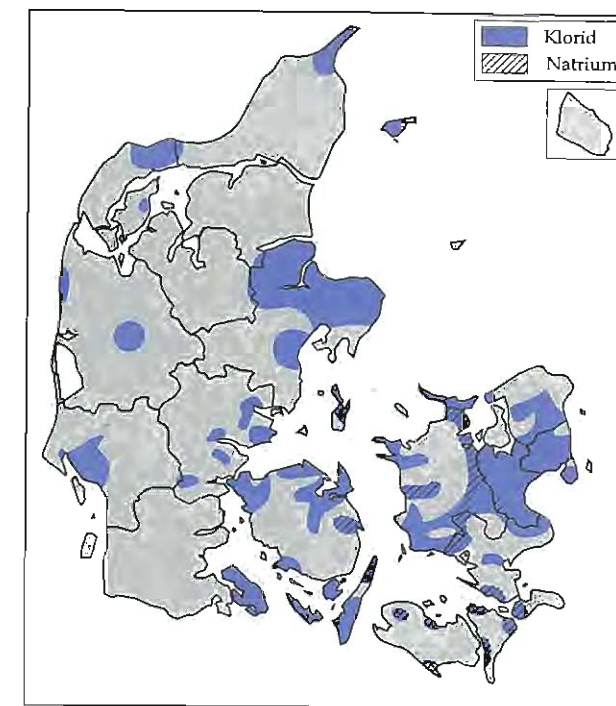
Ved indvinding af større grundvandsmængder sænkes grundvandsspejlet i oplandet omkring vandindvindingsboringerne. Vandspejl og trykforhold ændres mest i magasiner med spændt vandspejl, f.eks. i sand- og kalkmagasiner under lerlag (oftest Østdanmark), og mindst i sandmagasiner med frit vandspejl (oftest Vestdanmark).

De fysiske konsekvenser af en grundvands-sænkning kan være, at vandløb og vådområder bliver tørlagte i sommerperioden i lerede oplande, hvor der ikke tilføres vand fra drænsystemerne i oplandet, og hvor sommervandføringen normalt er lille og grundvandsfødt. Problemet er især kendt fra Sjælland, hvor vandindvinding fra kildepladser anlagt ved vandløb afsænker grundvandsspejlet med op til 5-10 meter under vandløbene.

En anden uheldig konsekvens af for stor oppumpning af grundvand kan være, at der trækkes dybtliggende salt grundvand op til boringerne. Salt grundvand findes i Danmark under ferskvandslagene i dybder fra havniveau til ca. 250 meter under havniveau. I kystnære grundvandsmagasiner og på mindre øer kan havvand trænge ind i de ferskvandsførende lag ved overpumpning (figur 2.5.4).

Ligeledes kan en uheldig boringskonstruktion give anledning til at salt grundvand trænger op gennem dybe boringer, især hvor lavpermeable lag er gennemboret, og hvor saltvands- og ferskvandsførende magasiner derfor er i kontakt med hinanden. Andre steder i Danmark begrænses vandindvindingen af at såkaldt brunt vand trækkes ind mod indvindingsboringerne ved overpumpning. Brunt vand dannes ved opløsning af organisk stof fra f.eks. tørveholdige lag i undergrunden.

Direkte ændring af grundvandskvaliteten i forbindelse med sænkning af vandspejlet kan opstå, hvor der introduceres iltrige forhold i et grundvandmiljø hvor der før var iltfattige forhold. Der kan f.eks. dannes sulfat ved iltning af svovlkis og andre svovlforbindelser. Sulfat er dog ikke et sundhedsfarligt stof i de mængder der normalt frigives, men der kan i forbindelse med iltning af svovlkis frigives uønskede stoffer som nikkel og arsen.



Figur 2.5.4. Områder udpeget af Amterne, hvor saltindholdet i grundvandet eller store grundvands-sænkninger aktuelt eller potentielt kan være begrænsende for drikkevandsforsyningen. (Kilde: Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1991).

En for stor indvinding i områder med ringe nedbør og med begrænset nydannelse af grundvand (Østdanmark), kan også trække forurenede vand fra nærliggende forurenede grundvandsmagasiner ind mod kildefelterne. Dette kan medføre spredning af forurenede grundvand over store områder, som f.eks. i Københavnsområdet, hvor stort set alle grundvandsmagasiner er påvirket, eller forurenede af bl.a. organiske mikroforurenende stoffer.

2.5.3 Forurening af grundvandet

Nitrat i grundvandet.

Kvælstofudvaskningen fra landbrugsarealer er den primære årsag til grundvandets forurening med nitrat. Størrelsen af nitratindholdet i grundvandet bestemmes af den geokemiske sammensætningen af de jordlag det nitratholdige nedsivningsvand gennemstrømmer på vej mod grundvandsmagasinerne. Hvis der findes reducerende stoffer, f.eks. organisk stof og pyrit i jordlagene under rodzonen, vil en større eller mindre mængde nitrat blive reduceret til luftformig kvælstof. Hvor der ikke er redu-

cerende stof tilstede, eller hvor strømnings-hastigheden er for stor, vil der findes nitratholdigt grundvand.

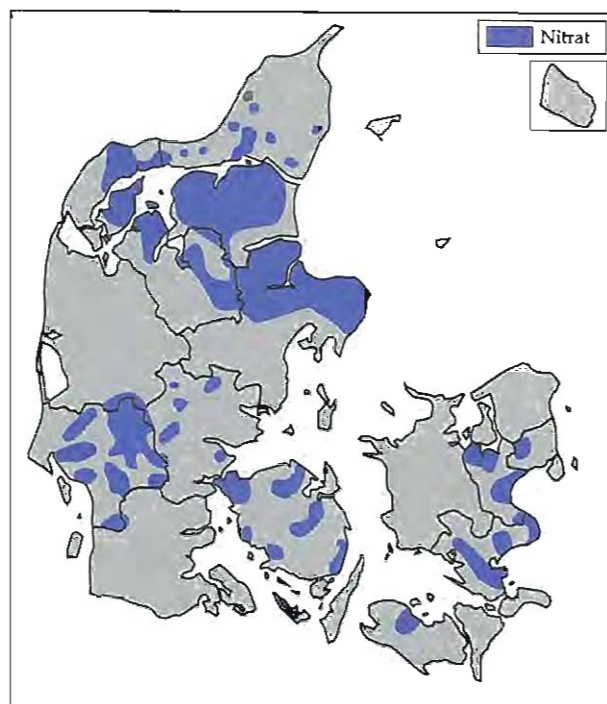
De gennemsnitlige koncentrationer af nitrat i nedsivningsvand fra dyrkede arealer har været væsentligt højere gennem de sidste 30 år end tidligere på grund af ændret dyrkningspraksis i landbruget. Tidligere var et alsidigt sædskifte med en større andel af vedvarende græs almindeligt, og husdyrholdet var mere jævnt fordelt på landsdelene. De ændrede dyrkningsforhold har medført, at landbrug med ren planteavl har haft et stort behov for at tilføre kvælstofgødning, mens landbrug med stort husdyrhold ikke har kunnet udnytte husdyrgødningen optimalt, hvorved fladebelastningen med nitrat generelt er steget (jf. afsnit 2.4 og 3.4).

Datagrundlaget fra det grundvandsovervågningsprogram, som blev påbegyndt under vandmiljøplanen og som strækker sig over perioden 1989-91, er endnu ikke stort nok til at signifikante stigninger eller fald i nitratholdet i magasinerne kan erkendes. Mange steder vil det vand der forlod rodzonen i 1987 endnu ikke være nået til grundvandsmagasinerne. De klimatiske forhold kan samtidig ofte betinge en større variation i udvaskningen af kvælstof, end den der med sikkerhed kan tilskrives en ændret landbrugspraksis, som typisk afspejles i tidsserier over 4-10 år.

Som en generel vurdering af analyserne fra hele måleperioden ses dog tendenser mod et fald i grundvandet gennemsnitlige nitrathold i Midt- og Vestjylland, der domineres af sandede og sårbare grundvandsmagasiner hvor både nedbør og husdyrhold er stort. Omvendt synes nitratholdet i det nydannede grundvand i store dele af resten af landet at være uændret, eller at være steget svagt.

På landsplan er nitratkoncentrationen i grundvandet under 1 mg nitrat/l i ca 50% af vandprøverne fra målestationer i overvågningsområderne. Ca 22 % ligger over den vejledende værdi for drikkevand på 25 mg NO₃/l, mens ca 13 % ligger over den højst tilladelige værdi på 50 mg NO₃/l.

Fordelingen af prøver med nitrathold over 50 mg/l viser, at langt de fleste observationer findes i Jylland og kun ganske få på Sjælland.



Figur 2.5.5. Lokaliseringen af områder, hvor nitratholdet i grundvand aktuelt eller potentielt kan være begrænsende for drikkevandsforsyningen. (Kilde: Danmarks Geologiske Undersøgelse, 1991).

Det største antal observationer i hovedreservoirer med forhøjet nitrat, hvorfra der indvindes drikkevand, ligger i Midtjylland, på Djursland, på Nordsø og ved Ålborg (figur 2.5.5).

De seneste tørre somre har reduceret planternes optagelse af kvælstof, og kvælstofindholdet i rodzonen har derfor været stort i efterårsperioden. Da efterårene samtidig har været lune, har mineraliseringen af kvælstof, hvorved der dannes nitrat, kunnet foregå i jorden gennem en usædvanlig lang periode.

Betydningen af denne øgede tilførsel af nitrat til nedsivningsvandet og grundvandet og af andre klimatiske effekter, afvejet i forhold til den betydning landbrugets gødningspraksis har, lader sig først afklare når der foreligger analysedata for kvælstof fra en længere årrække, med mere sædvanlige klimatiske betingelser.

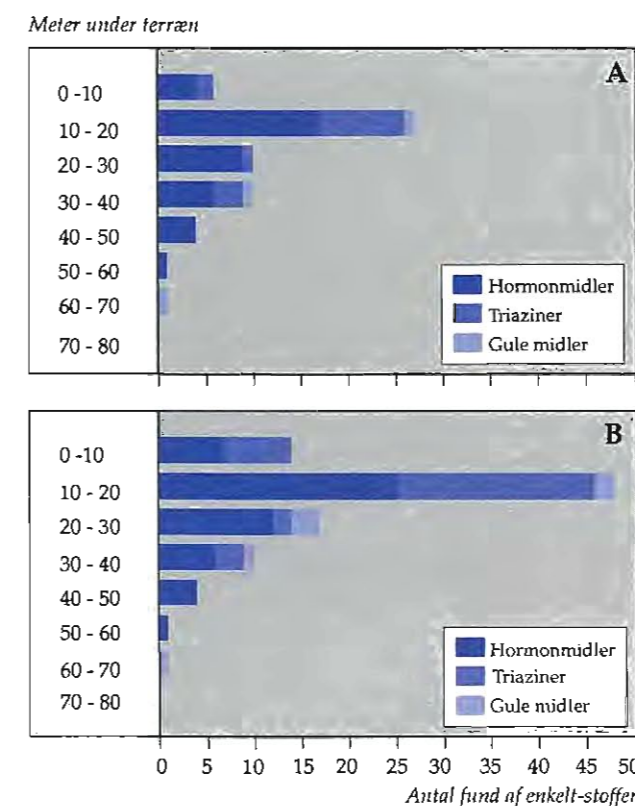
Pesticider i Grundvand.

Grundvandsovervågningen i Danmark omfatter bla. overvågning af 8 bekæmpelsesmidler som

er udvalgt fordi de i særlig grad er mobile i jorden. De 8 pesticider kan opdeles i 3 grupper: Hormonmidler (phenoxysyrer), gule midler (phenoler) samt triaziner. To af stofferne er i dag udgået af handlen, mens der er restriktioner for anvendelsen af et triazin (jf. afsnit 2.7).

Amternes analyser af grundvand fra det nationale overvågningsprogram viser, at 5-7% af de undersøgte overvågningsboringer indeholder rester af især 4 pesticider. Pesticiderne er fundet i sandlag uden lerdæklag, i sandlag og -lenser under moræneler samt i kalk og sandsten.

Pesticiderne er i særlig grad fundet i grundvand dannet efter 1953 i de øvre dele af grundvandsmagasinerne. På landsplan er pesticiderne således særlig fundet i Østjylland og på øerne, men der er dog fundet triaziner enkelte steder i den vestlige del af Jylland, hvor disse stoffer har været anvendt i skovdrift. Antallet af pesticidfund i overvågningsprogrammet og



Figur 2.5.6. Antallet af pesticidfund i grundvandet i overvågningsprogrammet (A), og det samlede fund fra overvågningsprogrammet og råvandskontrollen (B). Enheder: meter under terræn, antal fund af enkelt-stoffer. (Kilde: Danmarks Geologiske Undersøgelse).

i prøver fra råvandskontrollen fremgår af figur 2.5.6.

Sammenholdes pesticid- og nitrathold i grundvand ses, at hormonmidlerne særligt forekommer i nitratholdigt og iltfattigt grundvand i grundvandsmagasiner under lerlag. Triazinerne forekommer både i nitratholdigt og iltigt grundvand, f.eks. også hvor grundvandsmagasinerne har frit grundvandsspejl. Denne fordeling kan antagelig forklares ved at hormonmidler nedbrydes i iltrige jord- og grundvandsmiljøer, men kun langsomt i iltfattige, mens triazinerne er relativt modstandsdygtige overfor nedbrydning i begge miljøer. Hormonmidlernes kemiske sammensætning og overfladespænding medfører, at disse midler, antagelig under uheldige klimaforhold, kan transporteres til underliggende grundvandsmagasiner med nedsivningsvand gennem sprækker i selv tykke morænelerslag.

Som en konsekvens af pesticidfundene i grundvandsovervågningen, har en række amter startet analyseprogrammer, der omfatter råvandsprøver fra drikkevandsboringer.

En undersøgelse fra Fyns Amt (1993), viser, at der er fundet pesticider på ca 20 % af udvalgte vandværker. Langt de fleste fund er dog under den tilladte grænseværdi på 0.1 µg/l for drikkevand. Fyns Amt har til undersøgelsen udvalgt boringer med et nitrathold større end 5 mg/l, hvilket viser, at vandprøverne stammer fra iltrige grundvandsmiljøer. Analyserne fra 14 boringer, hvor der er påvist pesticider, viser, at der i 1 boring blev fundet hormonmidler i grundvand med 5 mg NO₃/l, mens der i de resterende blev påvist triaziner.

Københavns Amt (1993) fandt et pesticidindhold i 3 boringer ud af 26 undersøgte. I yderligere 6 boringer blev der påvist mulige nedbrydningsprodukter. I de 3 tilfælde blev der fundet hormonmidler i iltfattigt grundvand.

Storstrøms Amt har undersøgt 25 boringer med ungt nitratholdigt grundvand i områder med høj nitratbelastning. Der blev fundet triaziner i 7 vandværksboringer, og i en af disse desuden et hormonmiddel.

Pesticidfundene i råvand og i overvågningsboringer rejser spørgsmålet om, hvordan

pesticiderne transporteres til- og gennem grundvandsmagasinerne, og om stofferne stammer fra punkt- eller fladebelastning. Overvågningsboringerne repræsenterer oftest kun små vandvolumener i magasinerne, og indholdet af pesticider er almindeligvis lavt. Det er desuden ofte ikke muligt at genfinde stofferne ved gentagne prøveudtagninger. De manglende genfund kan skyldes at pesticidindholdet i grundvandet varierer med tiden for en given boring, hvilket også kendes fra nitratbelastede arealer (pulserende koncentrationer).

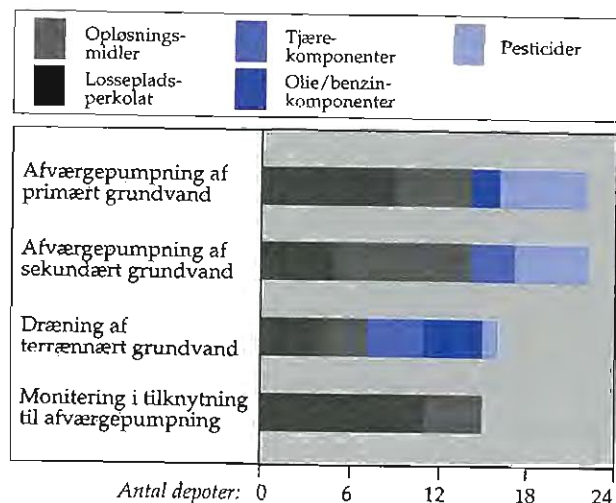
Råvand udtaget fra vandværker repræsenterer derimod store vandmængder, der indvindes fra hele magasinvolumet. Gentagne analyser viser, at pesticiderne genfindes i råvandet i koncentrationer, der er konstante. Dette tyder på, at både flade- og punktforureninger som gartnerier, planteskoler og nedgravet affald måske kan spille en rolle i forbindelse med boringer der indvinder større vandmængder og som påvirker større arealer, mens resultaterne fra overvågningen antagelig oftest repræsenterer en varierende fladebelastning. Da to af de pesticider, der i dag er målt i grundvandet, er taget ud af anvendelse, vil stofindholdet af disse antagelig mindskes fremover.

De registrerede fund af pesticider i grundvandet indikerer antagelig også, at der fremover kan forventes nye fund af andre og tidligere anvendte pesticidtyper.

Forureningen fra punktkilder.

Ved en opgørelse over forurenede jordarealer i 1987 (Lossepladsprojektet), blev det vurderet at der fandtes mere end 3000 kemikaliegrunde og gamle lossepladser i Danmark. Senere opgørelser i amterne viser, at dette tal snarere overstiger 10.000. Disse punktforureninger omfatter primært organiske forureninger som klorerede opløsningsmidler, tjærestoffer, pesticider og olie/benzin, men også uorganiske forureninger som tungmetaller og cyanider samt mikrobiologiske/bakteriologiske forureninger (figur 2.5.7).

Punktkilderne udgør et reelt problem, hvor alle de ovennævnte forureningstyper kan medføre alvorlig forurening af eksempelvis underliggende grundvandsmagasiner. Det er dog de



Figur 2.5.7. Antallet af affaldsdepoter, hvor der er igangsat eller planlagt igangsat afværgespumpning eller dræning af forurenede grundvand pr. 1. juli 1990, fordelt på forskellige typer af forureninger og grundvandsforekomster. (Kilde: Dansk Amtsvandinspektørforening, 1990).

klorerede opløsningsmidler, der hidtil har givet de største problemer for indvinding af grundvandet.

Punktforureninger i og omkring byområderne, især industrigrunde, har i flere tilfælde medført så alvorlige forureningsproblemer for grundvandet, at vandforsyningen ikke kan baseres på vandindvinding indenfor eller i umiddelbar nærhed af byzonen. Eksempler på dette er bl.a. lukningerne af vandindvindingsboringer i Herlev og Esbjerg. Årsagen til lukningen er i begge tilfælde forhøjede koncentrationer af klorerede opløsningsmidler i grundvandet. Der findes ingen samlet opgørelse over vandforsyningsboringer, der er lukket pga. forurening fra punktkilder, men antallet er anseligt og voksende, specielt i Københavnsområdet.

De afværgesforanstaltninger, der idag anvendes hyppigst, er pumpninger og bortgravning, som er omkostningskrævende og/eller ikke særligt effektive. Det skal derfor vurderes nøje om det er hensigtsmæssigt at anvende sådanne i hver enkelt situation, eller om eventuelle alternative metoder er mere hensigtsmæssige.

Det er de organiske stoffer, der ofte udgør den største miljøbelastning fra lossepladserne. I nogle tilfælde forekommer der organiske forureninger, der er vanskeligt nedbrydelige, og som i visse tilfælde kan opholde sig årevis i grundvandsmagasinerne uden nævneværdig nedbrydning - eksempelvis de klorerede op-

løsningsmidler. Disse stoffer kræver speciell opmærksomhed, da risikoen for forurening af vandindvindingsboringer her er specielt stor. Der er imidlertid også eksempler på at der kan foregå en betydelig nedbrydning af miljøfremmede stoffer, når disse udsættes for en vekselvirkning af iltfattige/iltrige forhold. Iiltrige grundvandsmagasiner kan der således nedstrøms for f.eks. lossepladser udvikles iltfattige zoner, som dannes når organisk stof fra husholdningsaffald nedbrydes. Sådanne zoner (redox-zoner) har en positiv effekt på de miljøfremmede stoffers nedbrydning. Denne selvrensningseffekt er det i øvrigt vigtigt at tage i betragtning, når man skal vurdere hvilke afværgesforanstaltninger der skal iværksættes for lossepladser.

2.5.4 Grundvandstrategi og handlingsplaner

Landbrug

I handlingsplanen for et bæredygtigt landbrug (jf. afsnit 3.4) er det fastlagt, at der skal gøres en særlig indsats for at beskytte grundvandet i de følsomme vandindvindingsområder i Nordjylland, Århus og Viborg amter omfattende ca. 50.000 ha. De planlagte foranstaltninger har til formål at begrænse nitratkoncentrationen i det vand der forlader rodzonen, til 50 mg. pr. liter, svarende til den tilladte maksimale koncentration i drikkevand. Dette mål skal opfyldes ved, at landmændene i de udpegede områder får tilbudt kompensation for at gennemføre de nødvendige foranstaltninger. Områdeudpegningen i de nordjyske amter er påbegyndt i sommeren 1992.

Braklægning af landbrugsjorden i henhold til braklægningsordningen under EF's landbrugsreform, kan bidrage til en beskyttelse af grundvandsressourcerne. Dette gælder især såfremt braklægningen foretages uden for landbrugets omdriftsarealer, (permanent braklægning) i de særlige grundvandsfølsomme områder.

I overensstemmelse med *pesticidhandlingsplanens målsætninger* (jf. afsnit 2.7) falder forbruget af aktivstoffer, uden at den såkaldte behandlingshyppighed, som er et mål for sprøjtningsintensiteten, reduceres tilsvarende. Dette afspejler et øget forbrug af lavdosismidler, hvilket sandsynligvis betyder, at en mindre

mængde vil nå grundvandet. Det er imidlertid ikke nødvendigvis ensbetydende med, at den sundhedsmæssige risiko formindskes tilsvarende, idet denne afhænger af stoffernes egenskaber.

I overensstemmelse med *handlingsplanen for en bæredygtig landbrugsudvikling* vil den hidtidige frivillige undervisning af erhvervsmæssige brugere af bekæmpelsesmidler blive gjort obligatorisk, og der vil blive indført krav om sprøjtejournal.

Vor viden om omfanget af pesticidernes trussel mod grundvandet er endnu mangelfuld. Der er derfor iværksat en række forskningsprojekter, der har til formål at klarlægge, i hvor stor udstrækning pesticider har mulighed for at forurene grundvandet. Der sker endvidere en intensivering af grundvandsovervågningen, idet analysehyppigheden forøges i en række områder.

Depoter

Målsætningen med de initiativer, der sættes i værk indenfor depotområdet, er at afværge skadelige virkninger på mennesker og miljø. Dette indebærer, at depoterne lokaliseres og registreres, og at der ryddes op på depoterne til et miljømæssigt og sundhedsmæssigt forsvarligt niveau. Oprydningen på depoterne foretages dels af hensyn til den nuværende arealanvendelse, dels af hensyn til grundvandsbeskyttelsen og i visse tilfælde af hensyn til beskyttelsen af recipienterne.

Der er idag registreret ca. 2.600 affaldsdepoter (gamle industrigrunde og lossepladser). Af disse er ca. halvdelen lossepladser. Om 5-10 år, når amterne har afsluttet deres kortlægning, forventes antallet at nå op mod 10.000 depoter, af hvilke de to tredjedele antagelig vil være industrigrunde. Det er overvejende sandsynligt, at flertallet af disse depoter ligger i eller i nærheden af byområder og ofte kystnært.

Staten og amterne anvender i dag ca. 150 mio.kr. om året til oprydning af affaldsdepoterne. En væsentlig del af de samlede midler anvendes med henblik på at begrænse forurening af grundvandet. Miljøstyrelsen har endvidere indgået en aftale med Oliebranchens Miljøpulje, der skal sikre en hurtig og effektiv

oprydning af gamle benzinstationer, der bl.a. truer grundvandet.

Udpegning af indvindingsområder

Indsatsen mod grundvandsforurening skal prioriteres. Grundlaget for denne prioritering vil være en udpegning i hver region af de grundvandsressourcer, der fremover skal danne grundlag for vandforsyningen. Udgangspunktet herfor bør være en sikring af tilstrækkelige uforurenede vandressourcer til dækning af det forventede fremtidige behov. Disse vandressourcer vil dels være indeholdt i allerede udnyttede indvindingsområder, dels i nye indvindingsområder.

Til hjælp for denne udpegning har Miljøstyrelsen igangsat det såkaldte "Depot- og Grundvandsprioriteringsprojekt" til 12 mio. kr., der skal udvikle operationelle redskaber til brug for den landsdækkende udvælgelse af de fremtidige indvindingsområder, og til brug for prioriteringen af oprydningen af affaldsdeponterne.

Der er således et behov for at udarbejde vejledninger til brug for en kortlægning af grundvandsressourcerne, vurderinger af deres sårbarhed og udpegning af de indvindingsoplande hvor der er et behov for en hurtig oprensning, og oplande hvor afværgeforanstaltninger ikke kan begrundes.

Vandplan Sjælland: De sjællandske amter har påbegyndt udarbejdelsen af en samlet plan for forvaltningen af vandressourcerne på Sjælland. Planen skal omfatte en opgørelse af ressourcerne på Sjælland, en opgørelse af det nuværende og fremtidige vandbehov, en vurdering af forureningsrisikoen ved de nuværende kildepladser og på baggrund heraf en vurdering af behovet for nye kildepladser.

Vandbesparelser.

Hvis samfundet får bedre "vand-vaner", vil dette medføre en mindre belastning af grundvandet, og dermed også af vandmiljøet som helhed. Derfor er de kampagner der finder sted for at spare på vandet i bl.a. husholdningerne af stor betydning.

2.6 Biodiversitet

2.6.1 Baggrund og problemstilling

Den globale befolkningsvækst, og den øgede økonomiske aktivitet der følger heraf, resulterer i en forarmelse af naturen. Tusindvis af plante- og dyrearter er truede af udryddelse. Kun en mindre del af disse er truede pga. direkte udnyttelse. Langt hovedparten er truet af uddøen som et resultat af, at de naturtyper eller økosystemer de er en del af påvirkes, eller forsvinder på grund af menneskets behov for plads og ressourcer.

Biodiversitet, eller biologisk mangfoldighed, er variationen af livsformer i vore omgivelser, hvad enten disse omgivelser er naturlige eller menneskeskabte. Ved biodiversitet forstås ikke alene mængden af forskellige arter, men også variationen af de forskellige organisationsniveauer arterne er en del af: 1) Variationen af arvemassen inden for en art eller population, 2) det komplekse af arter der definerer et økosystem, 3) de økosystemer eller biotoper der indgår i større landskabsøkologiske enheder, og som øverste niveau hele den globale biosfære hvis stabilitet de underliggende niveauer er afhængige af og iøvrigt en forudsætning for.

Det skal understreges, at variationerne på alle disse niveauer er en grundlæggende del af biodiversitetsbegrebet. Bevaring af en arts arvelige variation er således en forudsætning for dens fremtidige tilpasningsmuligheder i et skiftende miljø, men det vil oftest være tilpasningsevnen og stabiliteten af det økosystem arten er en del af, som er bestemmende for om dens udviklingsmuligheder overhovedet kommer til udtryk.

Mange typer af miljøændringer, menneskeskabte eller naturlige, vil føre til fremgang for nogle arter og tilbagegang for andre. Hvis denne forskydning i artssammensætningen er af omfattende karakter, vil arterne i tilbagegang blive truede. Faldende populationsstørrelse øger risikoen for indavl og sygdomme, og øger arternes sårbarhed over for miljøforandringer. Relativt store udsving i populationsstørrelserne på grund af svingende fødemuligheder, år-til-år forandringer i vejret, epidemier og mange

andre forhold er samtidig en naturlig del af dynamikken i en population. Langtidsbetragtninger er derfor nødvendige for at kunne konkludere om der er tendens til frem- eller tilbagegang for en given art.

2.6.2 Værdisætning af biodiversitet

Bibeholdelse af biologisk mangfoldighed kan vurderes og værdisættes ud fra forskellige kriterier. Overordnet kan biodiversitet værdisættes ud fra en økonomisk-, en rekreativ/æstetisk-, en etisk eller en økologisk synsvinkel.

Tabet af biodiversitet kan sættes i relation til en række *økonomiske faktorer*, herunder menneskets direkte udnyttelse af en række arter som naturressourcer til produktion af fødevarer, tøj, tømmer, energiforbrændere, medicin mv., hvor arternes tilbagegang vokser i takt med beslaglæggelsen af arealer til disse formål. For jordens landområder som helhed skønnes det således at 40% af den totale primærproduktion planterne leverer gennem fotosyntesen beslaglægges til direkte eller indirekte humankonsum. Indirekte har arterne også en økonomisk værdi gennem leveringen af en række "økologiske service-ydelser": Det hydrologiske kredsløb vedligeholdes til produktion af drikkevand, gennem det bio-geokemiske kredsløb sikres vedligeholdelsen af jordens frugtbarhed mv.

Biodiversitet kan også ansues i relation til *den rekreative værdi* tilstedeværelsen af forskellige arter og landskaber har. De fleste mennesker har behov for en vis variation i deres omgivelser. Dette behov gælder måske i særdeleshed den natur, der benyttes til forskellige fritidsaktiviteter. Denne æstetiske synsvinkel på biodiversitet kan også omfatte organismer man ikke umiddelbart ser. F.eks. har bevidstheden om tilstedeværelsen af de store hvaler i verdenshavene, elefanterne i Afrika, men også den fortsatte tilstedeværelse af f.eks. odder i Danmark, stor æstetisk betydning for mange mennesker. Derimod nyder f.eks. de fleste insekter og krybdyr ikke den samme bevågenhed.

Biodiversitet kan vurderes ud fra en ren *etisk holdning*, som værdsætter og sidestiller alle livsformer, i modsætning til både den økonomiske og æstetiske indfaldsvinkel. Naturen og

alle dens livsformer har en værdi i sig selv som skal respekteres uafhængigt af mennesket, og uden hensyntagen til den evt. betydning for menneskeheden. Alle livsformer er vigtige, men beskyttelsen af dem skal målrettes mod at undgå et tab af arter. Denne grundholdning støttes af FN's Charter for naturen, og af Rio Konventionen af 1992. Bevarelsen af jordens biodiversitet skal sikres gennem øget overvågning/registrering af udryddelsestruede arter og deres levesteder globalt, nationalt og lokalt, og gennem naturpleje og oprettelse af nationalparker og genbanker.

Ud fra en økologisk synsvinkel er det derimod ikke et mål i sig selv at undgå at arter uddør. Hovedparten af alle de arter der har eksisteret på jorden gennem tiderne er uddøde, og arternes tilpasning, uddøen og udviklingen af nye arter gennem den naturlige selektion, sikrer livets opretholdelse. Hvad der kan bekymre er snarere den stærkt øgede hastighed hvorved udryddelsen foregår idag, på grund af den øgede menneskelige aktivitet, og den indsnævring af mange arters genetiske variationsbredde som forringer deres tilpasnings- og udviklingsmuligheder.

Biodiversitet betragtes ikke kun som en forudsætning for menneskelig aktivitet eller et etisk mål, men ses også som et produkt af at mennesket har påvirket jorden gennem årtusinder, og at målet for en bevaringsstrategi skal være at denne co-evolution skal fortsætte på en bæredygtig måde. Ud fra en økologisk angrebsvinkel skal der i forvaltningen af naturressourcerne også fokuseres på de nøglearter, der har afgørende betydning for opretholdelsen af de væsentlige økosystemers struktur og funktion, og de menneskelige indgreb i stof- og energikredsløbet som kan påvirke økosystemernes stabilitet og regenerationsevne.

2.6.3 Danmarks biotoper - tilstand og udvikling

Forsvundne biotoper og biotopforringelser på grund af menneskelig aktivitet er de væsentligste årsager til den forskydning i artssammensætningen, der er sket i Danmark i dette århundrede. I det følgende diskuteres aspekter af disse ændringer, og hvor det er muligt beskrives udviklingen ved hjælp af forskellige nøgletal. Det sikreste udsagn om årsagerne til

denne forskydning, fås ved at betragte ikke blot én men flere arters antal og udvikling. Et eksempel på dette kan ses i afsnittet om ynglefugle.

Agerlandets småbiotoper

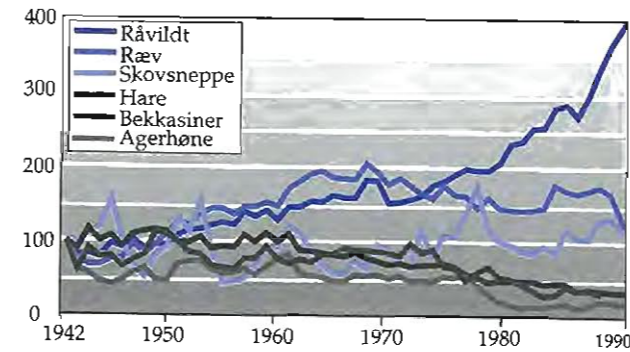
Småbiotoperne udgøres af de små udyrkede områder i agerlandet. Tilstedeværelsen af disse biotoper er en afgørende forudsætning for, at en lang række vilde dyr og planter kan eksistere i det danske agerland. Småbiotoperne udgør samtidig reservater for agerlandets flora og fauna, der er truet på de oprindelige voksesteder. Som eksempel kan nævnes overdrevenes vegetation. Småbiotoperne udgør også en vigtig brik som spredningskorridorer, og er dermed med til at bevare genetisk sunde populationer.

Agerlandets småbiotoper kan deles ind i to hovedgrupper; de linieformede, der omfatter hegn, skel, grøfter, vejrabatter mv. og de arelle småbiotoper, som vandhuller, gravhøje, småmoser mv. Udviklingen for småbiotoperne har været meget forskellig i tidsmæssig og geografisk henseende. Som helhed synes udviklingen i Østdanmark at være præget af et fortsat tab af især våde småbiotoper, hvilket formentlig skyldes den fortsatte kraftige strukturrationalisering i landbruget.

På de vestjydske - magre jorder - har udviklingen været præget af fremgang for både våde- og tørre småbiotoper. Dette kan måske tolkes som et tegn på en begyndende braklægning og marginalisering af landbrugsjorden, med heraf følgende fremgang for småbiotoperne. Samlet er der dog i dette århundrede sket en voldsom tilbagegang i agerlandets indhold af småbiotoper (tabel 2.6.1.).

Søer og damme	69%
Moser	60%
Grøfter og vandløb	60%
Hegn og diger	41%
Veje incl. markveje	28%

Tabel 2.6.1. Tilbagegangen i agerlandets småbiotoper i perioden 1884-1974. (Kilde: Agger & Brandt).



Figur 2.6.1. Vildtudbyttet 1942 - 1992. Jagtudbyttet gennem en periode på 50 år for 6 udvalgte arter. Enhed: Index, 1942 = 100. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

Vildtudbyttestatistikkerne for arter tilknyttet agerlandet, som f.eks. hare og agerhøne, viser en fortsat tilbagegang der delvis kan tilskrives tilbagegangen for de tørre småbiotoper (figur 2.6.1).

Udviklingen for de våde småbiotoper kan illustreres ved at se på udviklingen for padderne, der er afhængige af vandhullerne som ynglested. Samtlige 14 arter af padder der findes i Danmark, er optaget på listen over særligt beskyttelseskrævende arter. Statistikker over trusler mod padderne viser, at de største trusler er opfyldning af vandhuller, eutrofiering pga. tilførsel af markdrænvand og husspildevand, udsætning af fisk, andehold og ophør af kvæggræsning. Et stigende problem er fragmentering af landskabet pga. vejanlæg og stigende trafik, der hindrer padderne i at vandre frem og tilbage mellem ynglevandhullerne. Den aktuelle situation for mange padder er, at de lever i isolerede bestande med stigende problemer med indavl og risiko for at uddø lokalt.

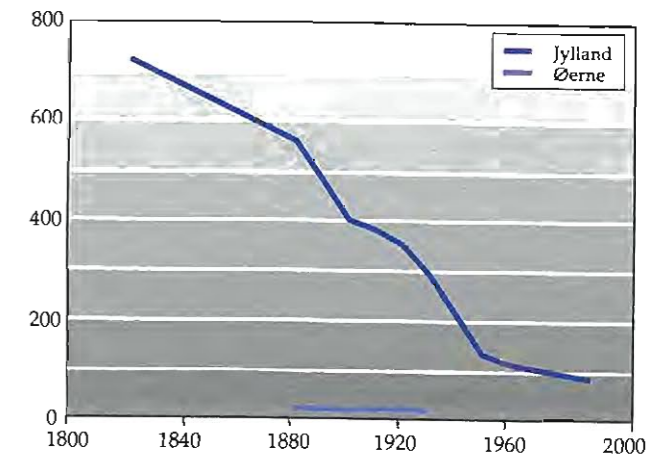
Strandenge, ferske enge, overdrev og heder

Strandenge, ferske enge, overdrev og heder hører til blandt de mest truede naturtyper i Danmark. Mange af de dyre- og plantearter, der er afhængige af disse naturtyper er derfor truet af udryddelse. En del arter er allerede forsvundet fra den danske natur.

Uden en menneskeskabt påvirkning, i form af f.eks. afgræsning, slåning eller afbrænding, vil de fleste af disse lokaliteter radikalt skifte

karakter pga. tilgroning og opvækst af træer og buske.

Et andet fælles træk ved de ovennævnte naturtyper er at de alle arealmæssigt er gået stærkt tilbage. I år 1800, hvor hedens udbredelse var på sit højeste, udgjorde den således 40-50 pct. af det jyske landskab. I 1950 var denne andel faldet til ca. 2 pct. På øerne har heden som naturtype kun haft mindre betydning (figur 2.6.2). På Bornholm dog op til 20 pct. af arealet.

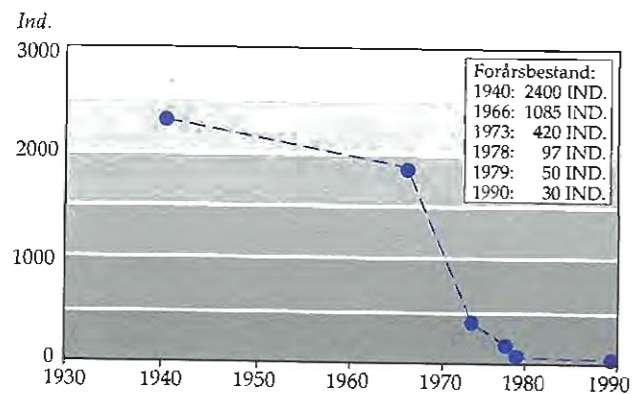


Figur 2.6.2. Hedearealets udvikling i Danmark 1822-1990. Enhed: 1000 ha. (Kilde: Skov- og Naturstyrelsen).

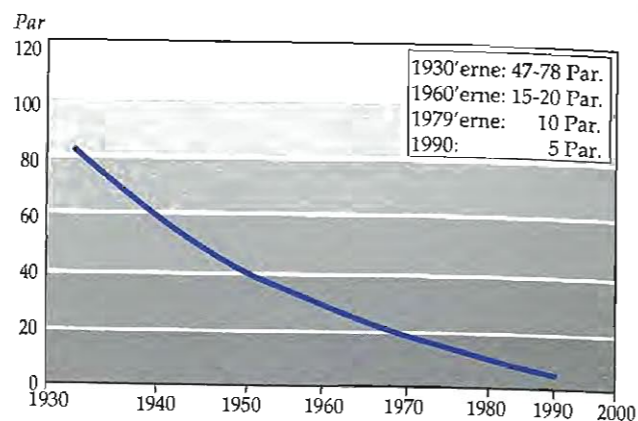
Den markante arealmæssige tilbagegang for de nævnte naturtyper, har resulteret i en tilsvarende nedgang for den flora og fauna der er tilknyttet disse områder. I det østlige Jylland er f.eks. Guldblomme, som er en af hedens karakterplanter, således gået stærkt tilbage. På øerne er arten næsten forsvundet. Kun i det nordlige og vestlige Jylland findes der stadig mange lokaliteter med Guldblomme.

Hedens fugleliv domineres af ganske få karakterarter. Som indikatorarter for hedelokaliteter og deres tilstand kan benyttes Krikand, Hjejle, Tinksmed, Stor Regnspove, Urfugl, Trane, Mosehornugle og Stor Tornskade. Alle disse arter er i tilbagegang, undtagen Stor Regnspove.

Urfugl og Hjejle hører til de mest truede af hedefuglene (figur 2.6.3 og 2.6.4), hvilket kan tilskrives deres afhængighed af den oprindelige åbne, fugtige og bærige hede. Kun ved en meget stærk indsats for bevarelse og genskabelse af hedeområder kan disse arters overlevelse i Danmark sikres.

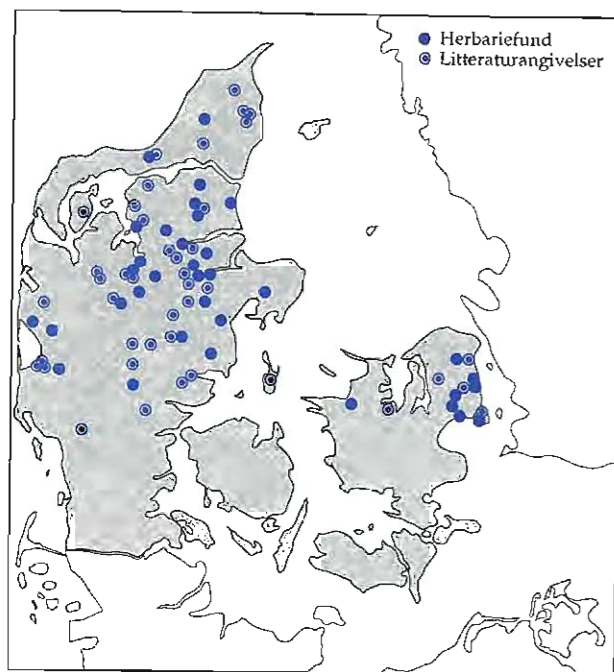


Figur 2.6.3. Bestandændring hos Urfugl i perioden 1930 - 1980. (Kilde: L.G. Larsen, 1980 og Skov- og Naturstyrelsen).

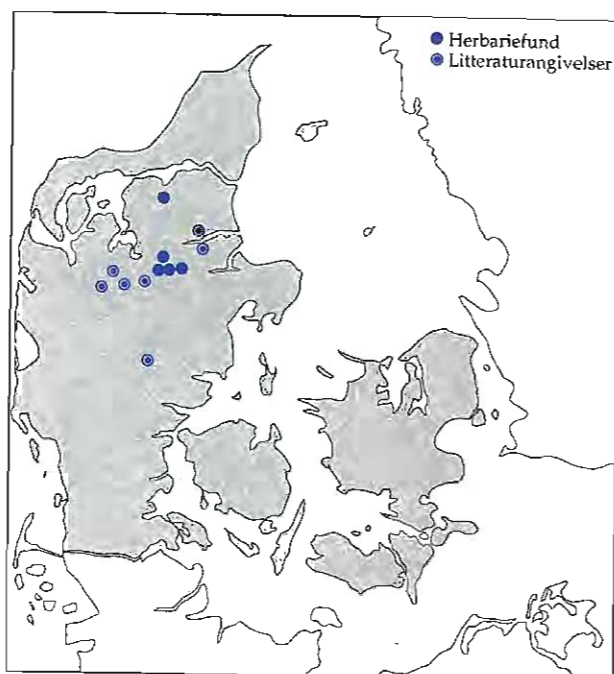


Figur 2.6.4. Bestandændring hos Hjejele i perioden 1930 - 1980. (Kilde: L.G. Larsen, 1980 og Skov- og Naturstyrelsen).

(A) Udbredelse før 1943.



(B) Nuværende kendte lokaliteter.



Figur 2.6.5. Udbredelsen af Gul Stenbræk før 1943 (A), og nuværende kendte lokaliteter (B). (Kilde: Wind 1988 og A. Hansen et al. 1989).

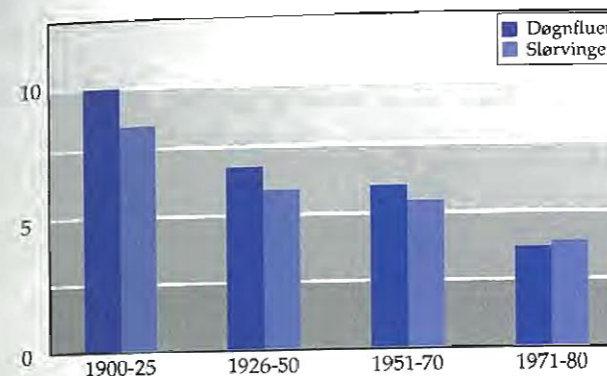
Ferske vådområder

De ferske vådområder kan indeles i moser, kildeområder, vandløb og søer.

Højmoser defineres som moser, der kun modtager vand og næringsstoffer fra atmosfæren. Højmosernes antal er gået meget kraftigt tilbage i nyere tid, hovedsageligt på grund af tørvegravning. Således var der i 1919 668 højmoser større end 5 ha, og i 1989 var der 9 tilbage.

I modsætning til højmoser modtager kærmoser vand og næringsstoffer fra det omkringliggende grundvand. Kærene deles almindeligvis i rigkær og fattigkær efter mængden af tilgængeligt næringsstof. Kærene har antageligt fulgt den almindelige tilbagegangstendens for de mere ekstensivt udnyttede naturtyper, men der findes ikke konkrete tal herfor.

Kildeområder er i vort intensivt dyrkede landbrugsland et sårbart og truet landskabselement. Pga. grundvandssænkning, dræning



Figur 2.6.6. Vandløbsfaunaens udvikling i perioden 1900 - 1980. Enhed: det gennemsnitlige antal arter pr. lokalitet. (Kilde: C.F. Jensen & F. Jensen, 1980).

og efterfølgende tilgroning er mange kildeområder forsvundet. Gul Stenbræk er sammen med bl.a. Piberensermos karakterplanter for kildeområder. Arterne, der betragtes som levn fra istiden, forekommer i Danmark således kun i forbindelse med de sommerkølige kilder. Gul Stenbræk er fredet og optaget på listen over truede planter (figur 2.6.5).

I dette århundrede er der sket en udpræget forarmelse af faunaen i de danske vandløb, hvor hovedårsagerne er organisk forurening, hårdhændet oprensning, udretning og okkerbelastning. Et stigende problem udgør mindsket vandføring, især p.g.a. grundvandssænkning. De fysiske forhold i et vandløb er især af stor betydning for artssammensætningen, så et ellers rent vandløb kan være meget artsfattigt. I figur 2.6.6 ses udviklingen i artsrigdom for insektgrupperne døgnfluer og slørvinger for en samling repræsentative vandløbslokaliteter. De fleste arter indenfor disse grupper stiller store krav til vandløbskvaliteten og er derfor velegnede indikatorarter for en forringelse af denne.

Løvskove og nåleskove

Siden det ordnede skovbrug slog igennem i starten af forrige århundrede, er skovarealet femdoblet. Men rester af eller genetiske efterkommere af den skov der stod dengang er små og spredte. Kun ca 1800 ha findes tilbage i statsskovene, og anslået omkring 30.000 ha ialt inden for det samlede skovareal.

Det samlede skovbevoksede areal i Danmark udgjorde ved den seneste skovtælling i 1990 ca. 417.000 ha, hvilket er en stigning på knap 3% i forhold til den forrige skovtælling i 1976.

I forhold til 1976 er arealet med løvtræ i 1990 steget med godt 4%. Arealet med nåltræ er stort set uændret i den samme periode, men er iøvrigt steget markant siden århundredskiftet (figur 3.4.10). Inden for de to grupper er der dog sket markante forskydninger mellem de forskellige træarter. Inden for løvskovsarealet er f.eks. bøgens andel faldet med 4%, mens arealet med andet løvtræ er steget med næsten 15% i perioden 1976 - 1990.

Skovtællingen i 1990 er foretaget før iværksættelsen af forskellige skovfremmende foranstaltninger i form af naturforvaltningsloven og løvstøtteordningen. I de kommende år må det således forventes at skovarealet bliver øget yderligere, samt at andelen af løvtræ og arealet med naturskov øges, - jævnfør iøvrigt afsnit 3.4.

Landskabets fragmentering

Et moderne kulturlandskab har en mosaikstruktur, der består af små og store felter af forskellige naturtyper. Vores arealanvendelse, og det vil især sige land- og skovbrug, bebyggelser og større vej anlæg, splitter landskabet op i fragmenter. Det bevirker at mange biotyper arealmæssigt reduceres og isoleres. Yderligere forringes mange biotopers biologiske kvalitet af øget fragmentering.

En klar konsekvens af landskabsfragmentering er øget genetisk isolation, især for organismer med begrænsede spredningsmuligheder. Genetisk isolation kan, især i mindre populationer, medføre indavl der kan resultere i nedsat levedygtighed og formeringsevne.

En stærk fragmentering af biotoperne påvirker den biologiske mangfoldighed, idet organismer fra såkaldt naturlige biotoper, ikke i tilstrækkeligt omfang vil være i stand til at udveksle gener over et stærkt fragmenteret landskab. De er derfor mere udsatte for lokal uddøen, samtidig med at fragmenteringen hæmmer en genindvandring fra naboområderne.

2.6.4 Udviklingen i Danmarks bestande af vilde planter og dyr

Vildtet

Jagtudbyttet kan for mange vildtarter fungere som et barometer for udviklingen i bestandene. Den procentdel af de enkelte bestande udbyttet udgør, er forskellig fra art til art. Procentdelen vil endvidere oftest ændre sig i løbet af en årrække, f.eks. pga. ændringer i såvel jagttider og jagttraditioner som arternes forekomst.

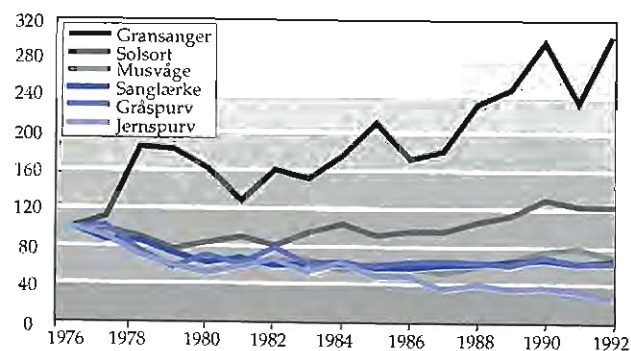
Agerhøne og Hare er begge knyttet til agerlandet, og nedgangen i udbyttet for disse arter afspejler en reel nedgang i bestandene (figur 2.6.1). Hovedårsagen til denne nedgang må anses for at være den intensivering og omlægning af jordbruget, der har fundet sted fra omkring 1960 (jf. afsnit 3.4), hvilket i grove træk modsvarer af nedgangen i jagtudbyttet fra omkring dette tidspunkt.

Også Bekkasinerne (Enkeltbekkasin og Dobbeltbekkasin) er antalsmæssigt gået tilbage, - en nedgang som blandt andet skyldes tilbagegangen i udbredelsen af deres foretrukne biotoper. Disse er først og fremmest vådområder og i nogen udstrækning heder.

I modsætning til de ovenstående arter har rådyret og i nogen grad ræven vist sig at være mere tilpasningsdygtig over for de landskabsændringer, der er sket.

Ynglefugle

Dansk Ornitologisk Forening har siden 1976 registreret svingninger i bestandene af en lang række arter, baseret på observationer landet over (figur 2.6.7).



Figur 2.6.7. Udvikling i udvalgte fuglebestande for perioden 1976 - 1992. Enhed: Index, 1976 = 100. (Kilde: Dansk Ornitologisk forening).

Det er imidlertid vanskeligt at adskille langtidstendensen fra indflydelse fra korttidsændringer, som f.eks. variable vejrforhold. Mange af især de mindre standfugle og kortdistancetrækkere som f.eks. Gærdesmutte og Fuglekonge går antalmæssigt tilbage efter en streng vinter. Også vejrforholdene om sommeren har betydning. Ved at foretage en såkaldt "Principal Komponent Analyse" har det vist sig muligt at adskille korttidsvariationen fra langtidstendensen. Det følgende giver hovedtendenserne fra en sådan analyse foretaget på 21 arter.

For arter tilknyttet agerlandet som Vibe, Sanglærke Landsvale, Tornirisk, Tornsanger, Bomlærke og Gulspurv er der en generel samlet tendens til tilbagegang frem til midten af 80'erne, og herefter en svag stigende tendens, som kan være begrundet i de senere års milde vintre.

Mange af de fugle, der er tilknyttet villahaver og byområder, har vist en langtidstendens til fremgang. Dette gælder Husskade, Bogfinke, Skovspurv, Sangdrossel, Solsort og Gærdesmutte. En del af forklaringen på denne fremgangstendens kan være den store udstykning af nye villagrunde siden 1950'erne. Årsagen kan være at denne udstykning slår igennem med en vis forsinkelse, da haverne skal have tid til at gro op for at udgøre gode levesteder for fuglene. Dog har Musvit og Gråspurv vist en tilbagegangstendens.

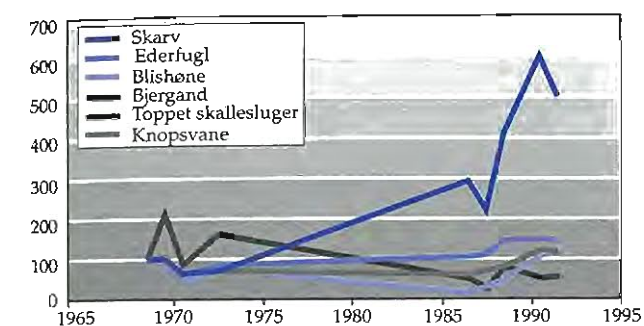
For skovfuglenes vedkommende har Musvåge, Jernspurv og Fuglekonge vist en tendens til tilbagegang, mens Havesanger, Stor Flagspætte og Gransanger har en fremgangstendens.

Vandfugle

De danske farvande udgør et af de vigtigste overvintringsområder i Nordeuropa for andefugle og andre vandfugle. Derfor har Danmark en særlig international forpligtelse til at forvalte fuglene og deres levesteder.

Eutrofiering, olieforurening samt forstyrrelser, herunder jagt og andre fritidsaktiviteter, er væsentlige trusler mod vandfuglene. Eutrofiering kan forringe eller ødelægge fødegrundlaget i et område, og forstyrrelser kan betyde, at fuglene undgår visse områder.

Generelt er de nordeuropæiske bestande af andefugle dog stabile eller i fremgang. Dette forhold er der mange årsager til. En af de væsentlige er, at mange arter yngler i arktiske og subarktiske områder, som endnu er mindre berørt af menneskelig aktivitet. Dog er bestande af følgende andefugle sårbare eller har særlige behov for beskyttelse: Sædgås, Kortnæbbet Gås, Lysbuget Knortegås og Taffeland.



Figur 2.6.8. Udviklingen i bestandene af overvintrende vandfugle for perioden 1968 - 1992. (Enhed: index. 1968 = 100). (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

I figur 2.6.8 ses udviklingen i vinterbestanden i de danske farvande af 6 udvalgte vandfuglearter. De kolde vintre i 1969/70 og i midten af firserne havde en negativ indflydelse på bestandene. Især er blishønen påvirket af strenge vintre.

Bjergandens bestandsmæssige nedgang i danske farvande afspejler ikke en nedgang i hele den europæiske bestand, men derimod en geografisk omfordeling. Således har der i de senere år været en stigning i antallet af bjergænder der overvintrer i Holland og i mere østlige dele af Østersøen. Dette eksempel understreger vigtigheden af at vurdere en bestandsudvikling både i regional og global sammenhæng.

Truede plante- og dyrearter

Siden 1974 er der regelmæssigt udkommet lister over truede plante- og dyregrupper i Danmark - de såkaldte rødlistor. Selvom en art registreres som truet i Danmark er det ikke nødvendigvis udtryk for at artens eksistens som sådan er truet. Det viser sig imidlertid, at rødlistor fra lande med sammenlignelige forhold med hensyn til landskabsform, erhvervsstruktur mv. på mange punkter er ens. De omfatter de samme artsgrupper og afspejler

de samme typer af problemer. Rødlistor giver derfor et fingerpeg om hvordan naturbeskyttelsen bør prioriteres internationalt, hvis den skal være effektiv også i forhold til arternes samlede udbredelse, men det er naturligvis en forudsætning at naturbeskyttelsesindsatsen internationaliseres, sådan som det er tilfældet i konventionssammenhæng.

I 1986 og 1991 er der udgivet samlede lister for en stor del af de forekommende plante- og dyregrupper.

Rødlisten publiceret i 1991, indeholder 3176 beskyttelseskrævende arter. Dette svarer til 34 % af arterne i de pågældende plante- og dyregrupper. Af disse er 456 arter vurderet som akut truede, 880 som sårbare og 1146 som sjældne. De øvrige beskyttelseskrævende arter er ikke udsat for umiddelbar risiko for udryddelse, men vurderes som særligt hensyns- eller ansvarskrævende i international sammenhæng. 353 arter er forsvundet fra Danmark siden 1850.

Bl.a. ved at anvende rødlistor ved prioritering af naturbeskyttelsesindsatsen er det lykkedes at vende udviklingen for nogle truede arter. Som eksempel kan nævnes odderen, hvor tilpasning af fiskeredskaber, og etablering af faunapassager ved vejanlæg, har reduceret væsentlige dødsårsager for odderne. Den voldsomme tilbagegang er standset og måske vendt til en lille fremgang.

Ved oprensning og etablering af ynglevandhuller til klokkefrøen, samt ved opdræt og genudsætning er det lykkedes at stoppe bestandens voldsomme tilbagegang og endda tilvejebringe en fremgang. Knortegåsen og skarven er blevet jagtfredede, og bestandene er som følge heraf øget markant. Ændring af driften af voksestedet for den sjældne orkidé Horndrager har bevirket at den tidligere kendte bestandstørrelse er blevet genoprettet.

På trods af denne indsats i de senere år er listen over truede arter stadig lang. Også en række mere almindelige arter er i voldsom og vedvarende tilbagegang. 5 arter er forsvundet fra Danmark i perioden fra 1980-85 til 1990, og en dominerende part af de øvrige arter på listen er inde i en negativ bestandsudvikling og i fare for at forsvinde fra landet.

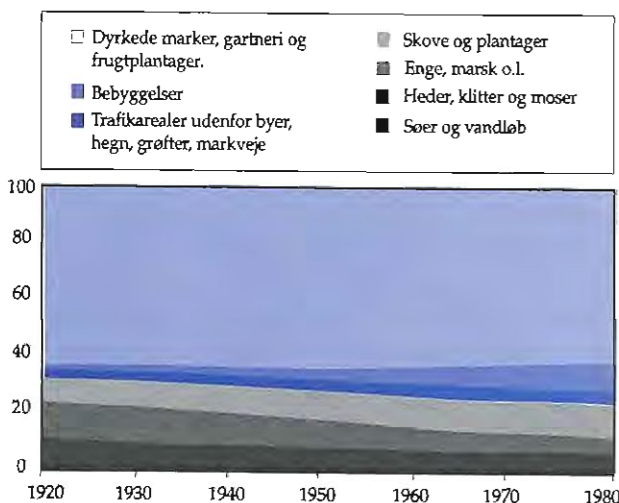
2.6.5 Oversigt over påvirkningsfaktorerne

Den menneskelige påvirkning af arternes forekomst og udbredelse, af biotoperne og landskabet, kan ske gennem en forurening af miljøet, eller påvirkningen kan ske gennem ændringer i arealanvendelsen. De væsentligste samfundsaktiviteter i denne sammenhæng er land- og skovbruget, trafikken og det pres på naturen som vores friluftsliv medfører.

Ændringer i arealanvendelsen: Arealanvendelsen i Danmark har i dette århundrede gennemgået store forandringer, som i hovedtræk er gengivet i figur 2.6.9.

De dyrkede marker, incl. gartneri og frugtplantager, udgjorde i perioden en ret konstant andel af Danmarks areal på omkring 60%, hvorimod de mere ekstensivt udnyttede områder (enge, marsk, heder, klitter, moser o.l.) blev mere end halveret i samme periode.

Der er i dette århundrede sket en meget stor stigning i den del af arealet, der anvendes til forskellige former for bebyggelser samt trafikarealer, og det er hovedsageligt tidligere landbrugsarealer, der er gået til dette formål. Dette er der så arealmæssigt kompenseret for ved inddragelse af ekstensivt udnyttede områder til dyrkning gennem dræning af vådområder og jordforbedring af sandede marginaljorde.



Figur 2.6.9. Udvikling i arealets benyttelse i Danmark 1920 - 1980. (Kilde: Danmarks Statistik).

De ekstensivt udnyttede områder har vital betydning for en lang række plante- og dyrearter, hvoraf mange er sårbare eller direkte truede. En betydelig del af den forskydning, der er sket i artssammensætningen i den

danske natur, kan tilskrives den her skitserede ændring i arealanvendelsen.

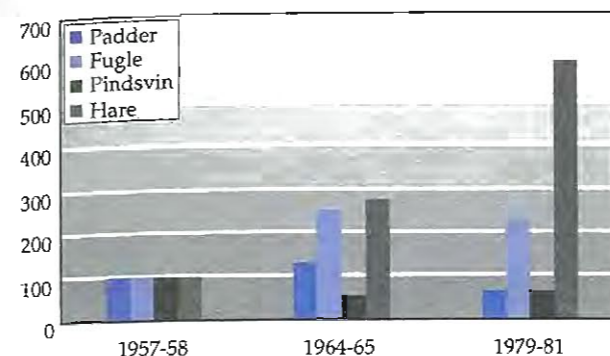
Intensiveret land- og skovbrug: Indenfor landbrug og skovbrug har der i dette århundrede foregået en betydelig intensivering af driften med heraf følgende ændringer i driftsformen. For landbrugets vedkommende er udviklingen foregået mod færre, men større brug. På markniveau er denne udvikling fulgt op af en udvikling mod større marker, dræning af vandlidende jorde, brug af mere handelsgødning, intensiveret anvendelse af pesticider og dyrkning af samme afgrøde på den enkelte mark i gentagne år (ændring af sædskiftet).

Undersøgelser over ukrudtsfloraen i danske sædskiftemarken viser ingen tegn på, at det samlede antal ukrudtsarter i konventionelt dyrkede landbrugsarealer på landsplan er gået tilbage siden 1960'erne. Men arterne forekommer generelt med væsentlig mindre hyppighed end tidligere, og ukrudtfloraens værdi som fødegrundlag for agerlandets fugle og insekter synes dermed reduceret.

Undersøgelser over ændringer i jordens pulje af ukrudtsfrø i danske marker i perioden 1964 - 89 viser imidlertid at der på markniveau er sket et betydeligt fald i antallet af arter repræsenteret som levende frø. Fra 1964 til 1989 var antallet af marker med mindst 10 arter således faldet fra 92% til 27%.

Det intensiverede skovbrug, der har været præget af driftsøkonomiske hensyn, har medført en udvikling hvor homogene, intensivt drevne bevoksninger af nåletræ er blevet prioriteret. Set i sammenhæng med fraværet af en egentlig urskov i Danmark, samt den indtil nu manglende beskyttelse af tidligere tiders skov, har dette været årsagerne til forarmelsen af biodiversiteten i de danske skove.

Trafik: Det anslås, at der årligt trafikdræbes i størrelsesordenen 8-10 millioner pattedyr, fugle og padder på de danske veje. Småfugle og padder udgør langt størstedelen, hvorimod de noget større dyrearter kun indgår med en lille procentdel af dette tal (figur 2.6.10). Tallene i figur 2.6.10 er baseret på en undersøgelse fra et relativt lille geografisk område, så den generelle gyldighed for landet som helhed er usikker.



Figur 2.6.10. Index for trafikdræbte dyr i perioden 1957-1981. (Kilde: L. Hansen, 1982).

Antallet af trafikdræbte fugle og harer synes at stige i takt med den øgede trafikmængde. Stigningen er for harenes vedkommende endda sket i en periode, hvor harenes antal er formindsket meget. Foruden den direkte virkning i form af øget dødelighed, har trafikken også en nok så alvorlig, men mere indirekte virkning ved at "fragmentere" dyrenes levesteder.

Turisme og friluftsliv: Med befolkningens ændrede fritidsmønstre og bedre befordringsmuligheder, samt stigningen i turismen, er der sket en forøgelse af friluftslivet, som forventes at fortsætte. Hermed øges også efterspørgslen efter egnede arealer til friluftslivet, og presset på plante- og dyrelivet i form af øget slitage på vegetationen og forstyrrelse af dyrene.

De danske skove spiller en vigtig rolle for friluftslivet, og den almindelige dansker tilbringer ca. 30 timer årligt i skoven, hvilket svarer nogenlunde til den tid der tilbringes ved de danske strande. De bynære skove har særlig stor betydning, idet hovedparten af alle skovbesøg finder sted inden for en radius af 10 km fra skovgæsternes bopæl. Mange forskellige, og ofte konfliktende interesser er knyttet til naturområder som skovene, f.eks. orienteringsløb, fugleture, svampeindsamling, jagt og ridning.

2.6.6 Naturforvaltning, nationalt og internationalt

Det internationale samarbejde

Bevaring af den biologiske mangfoldighed er et emne for internationalt samarbejde, da udbredelsen og forekomsten af arter og natur-

typer i mange tilfælde deles mellem flere lande, hvor det er erkendt at bevarelsen af disse er et fælles ansvar, der skal samarbejdes om.

Danmarks internationale forpligtelser og samarbejde om biologisk mangfoldighed følger af en række konventioner, aftaler og EF-reguleringer. Den seneste og mest omfattende er *Biodiversitetskonventionen*, som udsprang af FN's konference om miljø og udvikling i Rio de Janeiro i 1992.

Konventionen, som tager sit udgangspunkt i bæredygtighedsbegrebet, har vidt forgrenet betydning for bl.a. landbrug, fiskeri, skovbrug, handelsforhold og bistand til andre lande. De nationale rettigheder til egne naturressourcer, ikke mindst genressourcerne, fastslås som et princip. Landene forpligtes til at udarbejde nationale strategier for bevarelse og bæredygtig udnyttelse af den biologiske mangfoldighed.

Ifølge *Ramsar-konventionen* om beskyttelse af vådområder af international betydning, skal Danmark udpege mindst et område og beskytte dets økologiske værdier. Der er udpeget 27 områder, som ialt dækker 735.000 ha.

Efter *EF-fuglebeskyttelsesdirektivet* skal der indføres en beskyttelse af en række truede eller sårbare fuglearter, hvilket er implementeret gennem jagtlovgivningen. Endvidere skal der udpeges et antal beskyttelsesområder, hvor der ikke må foretages væsentlige ændringer i den økologiske tilstand. Der er udpeget 111 områder omfattende ca 9400 km², hvor de 27 Ramsar-områder indgår.

Ifølge *Bern-konventionen* - Den Europæiske Naturbeskyttelseskonvention - er Danmark forpligtet til at beskytte vilde dyr og planter og deres naturlige levesteder.

I EF er bestemmelser tilsvarende Bern-konventionen ved at blive gennemført i medfør af Habitat-direktivet, der udover at kræve en specifik beskyttelse af truede arter, også kræver udpegning af særlige bevaringsområder for en række naturtyper og arter af fællesskabsbetydning. I dette netværk af bevaringsområder - NATURA 2000 - indgår også EF-fuglebeskyttelsesområderne.

Bevaringsområderne skal sikres mod forringelser af områdernes naturtyper og forstyrrelser af de arter, for hvilke områderne er udpeget. Forslag til danske bevaringsområder skal udarbejdes inden juni 1995.

Gennem *Washington-konventionen* og nogle opfølgende EF-forordninger beskyttes især truede arter fra troperne, men også vores hjemlige rovfugle, ved forbud mod handel. Endvidere begrænses handelen med mindre truede arter.

Efter *Bonn-konventionen* om beskyttelse af vandrende arter af vilde dyr skal landene bl.a. bestræbe sig på at indgå aftaler for arter, hvis bevaringsstatus ville blive gavnnet af sådanne aftaler. Der er indgået en aftale om spættet sæl i Vadehavet, og der er ved at blive indgået aftaler om beskyttelse af europæiske flagermus, og om beskyttelsen af små hvaler i Østersøen og Nordsøen. En aftale om beskyttelse af vandfugle der trækker mellem Europa/Asien og Afrika, er ved at blive indgået.

Den nationale indsats for bevarelse af biologisk mangfoldighed

Som opfølgning af Biodiversitetskonventionen har Skov- og Naturstyrelsen fået til opgave at udarbejde en national strategi for bevaring af biologisk mangfoldighed til udgivelse i starten af 1994. Eksisterende elementer der skal indgå i denne strategi er bl.a.:

Udover de generelle og særdeles vigtige beskyttelseshensyn, der tages gennem planlovgivningen og den amtslige og kommunale planlægning, bygger sikringen af den biologiske mangfoldighed især på den generelle og specifikke biotopsbeskyttelse, suppleret med naturpleje og naturgenopretning samt artsbeskyttelse.

Af stor betydning er selvfølgelig også udøvelsen af de primære erhverv landbrug, skovbrug, fiskeri og råstofindvinding og den regulering disse erhverv er underkastet, men det vil føre for vidt at komme ind på dette i denne sammenhæng.

Den generelle biotopsbeskyttelse i *Naturbeskyttelsesloven* omfatter heder, moser, strandenge og strandsumpe, overdrev samt ferske enge

større end 2500 m², søer større end 100 m² samt større vandløb. Loven beskytter disse områder mod indgreb, der ændrer deres tilstand, men tillader sædvanlig drift af områderne. Dertil kommer *skovlovens* bestemmelser om, at skov skal vedblive at være skov (fredskovsplikten), samt denne lovs beskyttelse af egekrat og skovens småbiotoper.

En særlig indsats for at bevare genressourcerne for træarter og skovens dyre- og planteliv, udføres gennem Naturskovstrategien, hvor målsætningen er inden år 2040 at tilstræbe et areal med naturskov, urørt skov samt stævnings- og græsningsskov på mindst 40.000 ha eller 10 % af det nuværende skovareal.

Fredninger er gennemført for områder der omfatter ca 4% af landets areal og vil fremover blive gennemført for en række områder, der ikke sikres tilstrækkelig beskyttelse på anden vis efter eksisterende handlingsplaner for fredninger på land og på havet.

En specifik beskyttelse af vigtige ynglebiotoper er etableret gennem ca 80 vildtreservater, hvor fugle og pattedyr beskyttes mod forstyrrelser i yngletiden. En yderligere udbygning af beskyttelsen af de trækkende og rastende vandfugle, som danske farvande er så vigtige for, er den igangværende etablering af jagt- og forstyrrelsesfri kerneområder i de marine EF-fuglebeskyttelsesområder.

Alle arter af pattedyr og fugle er i princippet fredet efter jagtloven, og for de arter der kan tåle en jagt-beskatning er der så fastsat jagttider. Af andre arter er bl.a. alle padder og krybdyr og alle orkideer fredet.

For at bevare kulturbetingede naturtyper som overdrev, strandenge og heder er det nødvendigt at disse områder drives ekstensivt landbrugsmæssigt, eller at der udføres naturpleje. Amtene har i perioden 1989 - 1991 plejet mere end 10.000 ha, og staten udfører regelmæssig pleje af ca 32.000 ha.

For at forbedre naturgrundlaget foretages der naturgenopretning og skovrejsning. Målsætningen for skovrejsningen er en fordobling af skovarealet indenfor en trægeneration (80-100 år) svarende til etablering af ca 5000 ha skov om året, fordelt ligeligt mellem privat skovbrug og staten. Denne målsætning er dog end ikke

halvt opfyldt bl.a. på grund af skovbrugets aktuelle økonomiske problemer.

Ødelagte eller stærkt forstyrrede naturområder er blevet naturgenoprettet med en gennemsnitlig årlig indsats på 130 mill kr i 1989-92, bl.a. til etablering af søer, gravning af vandhuller, førstegangspølse af kulturbetingede naturtyper på mere end 7000 ha.

Endelig skal nævnes braklægningsordningerne som følge af EF's landbrugsreform, hvor der med indførelsen af de generelle muligheder for 5 årige brakaftaler er mulighed for en positiv udvikling i agerlandet med et varieret islæt af relativt artsrige brakmarker.

2.7 Miljøfremmede stoffer

2.7.1 Baggrund og problembeskrivelse

Der anvendes i EF omkring 100.000 kemiske stoffer, hvoraf de 20.000 også skønnes anvendt i Danmark. De fleste af disse stoffer er miljøfremmede. Nye stoffer skal undersøges for sundheds- og miljømæssige egenskaber, før de markedsføres, men den tilgængelige viden om de eksisterende stoffer er mangelfuld. Inden for EF arbejder man på at forbedre datagrundlaget for de eksisterende stoffer, idet man prioriterer de stoffer højest, som produceres i store mængder, dvs. over 1.000 tons pr. år. Oplysningerne skal i fremtiden i højere grad indgå i en samlet betragtning af produkter og materialer, hvor miljøbelastningen knyttet til et produkt skal vurderes ud fra en livscyklusanalyse, hvori indgår produktion, anvendelse, bortskaffelse og mulighed for genanvendelse.

Miljøfremmede stoffer bliver brugt i alle sektorer af samfundet. Som led i produktion og anvendelse vil der ske en spredning af kemiske stoffer til både luft, jord og vand, og dette kapitel vil derfor gå på tværs af den tema og sektoropdelte struktur i rapporten.

Det er umuligt systematisk at overvåge hele universet af miljøfremmede stoffer. En stor del af reguleringen af kemiske stoffer er derfor idag baseret på laboratorieforsøg, modelberegninger samt forsigtighedsprincippet. For en række stoffer der er særligt farlige, som er blevet tilført miljøet før en egentlig lovgivning trådte i kraft eller hvis anvendelse anses for uomgængelig (bl.a. pesticider) har der gennem årene været gennemført en overvågning og hertil knyttet miljøkemisk forskning. Det drejer sig især om tungmetaller, pesticider og visse organiske miljøgifte.

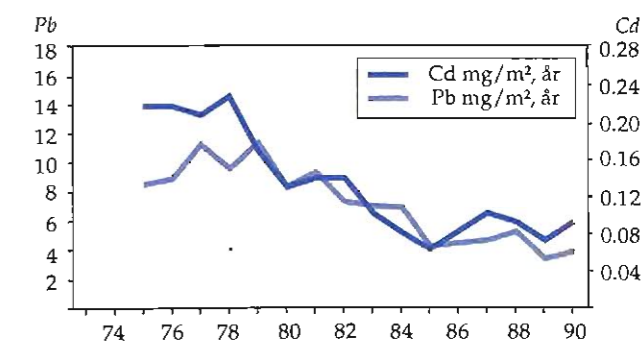
I dette afsnit omtales et udvalg af disse stoffer og deres forekomst i miljøet, samt den regulering der er blevet iværksat for at begrænse deres effekter. En lang række stoffer, som i øvrigt er prioriteret på grund af f.eks. deres kræftfremkaldende eller allergifremkaldende virkninger, er ikke nærmere behandlet (jf. i øvrigt afsnit 3.5. "Industri")

2.7.2 Tungmetaller

Tungmetaller er miljøgifte, som ikke nedbrydes men ophobes i miljøet. Metallerne opkoncentreres i fødekæden, hvor de sidste led, herunder mennesker, er særligt udsatte for skadelige effekter. I dette afsnit er bly, cadmium og kviksølv udvalgt blandt tungmetallerne til beskrivelse af udviklingen i belastningen af miljøet og mennesket. Hos mennesker kan store mængder cadmium i organismen medføre nyre- og leverskader og store mængder bly og kviksølv kan medføre skader på nervesystemet.

Atmosfærisk nedfald

Undersøgelser af det atmosfæriske tungmetalledfald i Danmark viser omtrent en halvering af nedfaldet af såvel bly som cadmium i perioden fra 1975 til 1990, se figur 2.7.1.

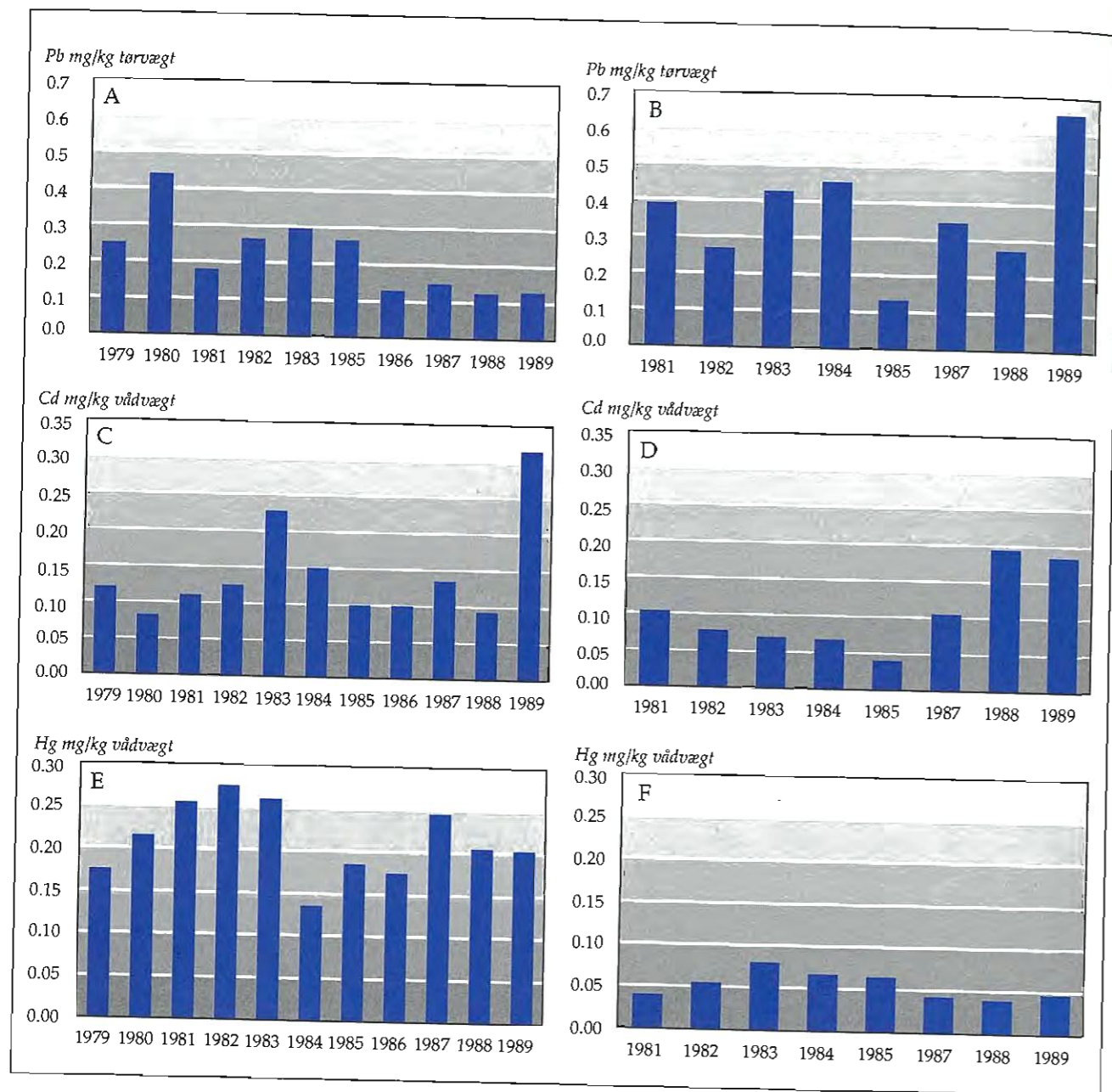


Figur 2.7.1. Atmosfærisk nedfald af bly og cadmium i Danmark. (Hovmand, 1992).

Tungmetaller i vandmiljøet

Transporten af tungmetaller i miljøet fra vand til sediment foregår hovedsagelig gennem sedimentation af tungmetaltholdigt organisk materiale, og samtidig sker der en udveksling af tungmetallerne mellem vandet og sedimentet. Tungmetallerne kan optages direkte af de organismer, der lever i sedimentet, og derfra kan de spredes til resten af det marine fødenet.

Tungmetalkoncentrationen i stationært levende fisk kan benyttes som indikator for områder, der er påvirket af menneskelige aktiviteter. I figur 2.7.2 er angivet indholdet af bly, cadmium og kviksølv i rødspætter eller



Figur 2.7.2. Koncentrationen af tungmetaller i fiskevæv fra danske farvande. A: Bly i skrubber fra Øresund (lever). B: Bly i rødspætter fra Nordsøen (lever). C: Cadmium i skrubber fra Øresund (lever). D: Cadmium i rødspætter fra Nordsøen (lever). E: Kviksølv i skrubber fra Øresund (muskel). F: Kviksølv i rødspætter fra Nordsøen (muskel). (Kilde: Jørgensen og Pedersen, 1993).

skrubber fra henholdsvis Øresund og Nordsøen.

Af figuren fremgår, at blykoncentrationen i fiskelever er faldet i Øresund i den sidste halvdel af 1980'erne, mens en tilsvarende reduktion tilsyneladende ikke er sket i Nordsøen. Indholdet af cadmium i fisk er stigende både i Øresund og Nordsøen. Den store reduktion i forbruget af bly og cadmium slår

ikke igennem i indholdet af disse tungmetaller i skrubber og rødspætter. Dette hænger sammen med at skrubber og rødspætter lever i sedimentet. Den gennemsnitlige sedimentation i Danmark udgør 1 mm om året, men bunddyrenes aktivitet medfører en opblanding af de øverste 3-4 cm af sedimentet. Det betyder, at de fisk og andre dyr, der lever i sedimentet, fortsat er belastet af de sidste 30-40 års forurening.

For kviksølv ses en signifikant højere koncentration i Øresund end i Nordsøen, selv om de store udledninger af kviksølv i Københavns havn er standset i midten af 70'erne.

Tungmetaller i landmiljøet

Bly

Blybelastningen af landbrugsjorden skyldes hovedsageligt nedfald fra atmosfæren, deponering af spildevandsslam og tilførsel med gødning etc. Størrelsen af de enkelte bidrag fremgår af tabel 2.7.1.

Den mængde slam som spredes ud på dyrkningsjorden, må forventes at stige kraftigt i de kommende år, som følge af stigende affaldsmængder med stigende bortskaffelsesproblemer til følge. Grænseværdien for hvor meget bly, der må tilføres jorden med slam, spildevand og kompost, er 120 mg/kg tørstof. I dyrkningsjorden er grænseværdien 40 mg/kg tørstof. Det faktiske indhold af bly i jorden ligger på ca 1/2 af den fastsatte grænseværdi.

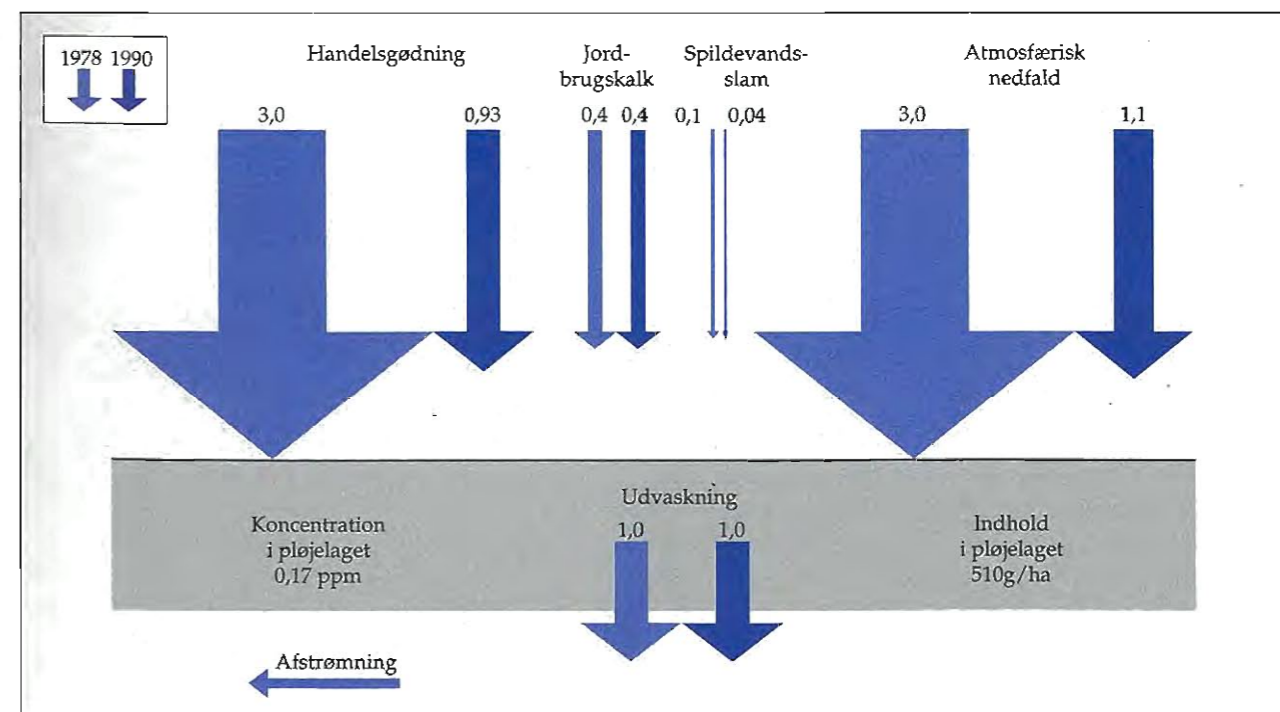
Kilde	Tons bly/år*
Atmosfærisk nedfald	300
Udspredning af slam på dyrkningsjord	8-27**
Gødning, foderstoffer og kalk	28-180

* Alle opgørelser er behæftet med en betydelig usikkerhed.
** Heri er ikke indregnet bly fra komposteret affald.

Tabel 2.7.1. Blydeponering på landjorden i Danmark, 1985. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1989).

Cadmium

Den dominerende kilde til tilførsel af cadmium til landbrugsjord er atmosfærisk nedfald og anvendelsen af kunstgødning. Figur 2.7.3 viser cadmiumbalancen for Danmarks landbrugsareal. Det fremgår at tilførslerne er faldet med en faktor 2.6 i perioden 1978-90, dog med undtagelse af tilførslen med jordbrugskalk. Med disse reduktioner er der fortsat en gennemsnitlig stigning på 0,3% i pløjelagets cadmiumindhold, svarende til en fordobling af indholdet i løbet af 350 år.



Figur 2.7.3. Den gennemsnitlige cadmiumbalance for dansk landbrugsjord (g Cd/ha/år). (Kilde: Miljøstyrelsen, 1993).

Grænseværdien for hvor meget cadmium, der må tilføres jorden med slam, spildevand og kompost, er 1,2 mg/kg tørstof. I dyrkningsjorden er grænseværdien 0,5 mg/kg tørstof. Det faktiske indhold af cadmium i jorden er på 0,11-0,32 mg/kg tørstof.

Kviksølv

Kviksølv tilføres landbrugsjord gennem atmosfærisk nedfald og gødning. Tidligere bidrog desuden bekæmpelsesmiddelansættelsen til forureningen, men salg og anvendelse af kviksølvforbindelser til bekæmpelsesmiddelformål blev forbudt efter d. 31.3.92 ifølge et EF-direktiv.

Grænseværdien for hvor meget kviksølv, der må tilføres jorden med slam, spildevand og kompost er 1,2 mg/kg tørstof. I dyrkningsjorden er grænseværdien 0,5 mg/kg tørstof. Det faktiske indhold af kviksølv i jorden ligger på 0,01-0,1 mg/kg tørstof.

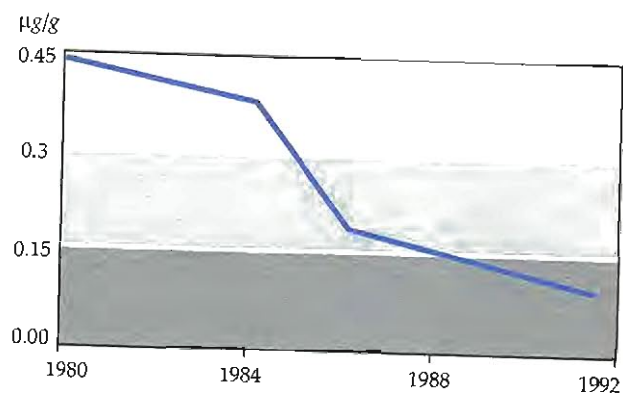
Menneskets tungmetalbelastning ved indtagelse med kosten.

Den største belastning af mennesker med tungmetaller sker via fødevarerne.

Bly

Bly i grønsager stammer hovedsageligt fra atmosfærisk nedfald. Det betyder at man vil forvente et højt blyindhold i grønsager, som har en lang vækstperiode og/eller stor overflade, som f.eks. spinat og grønkål. I figur 2.7.4 er blykoncentrationen i grønkål afbildet over en årrække, og det fremgår at blykoncentrationen er faldende. Faldet i blykoncentration afspejler, at der er sket et kraftigt fald i luftens indhold af bly (jf. figur 2.3.11 afsnit 2.3).

Undersøgelser fra Levnedsmiddelstyrelsen viser, at der efter 1983 er et signifikant lavere indhold af bly i levnedsmidler i almindelighed, end der var før 1983.



Figur 2.7.4. Bly i grønkål 1980 - 91, alle tal er i µg/g (Kilde: Levnedsmiddelstyrelsen, 1990 og 1992).

Cadmium

Cadmium optages i afgrøder hovedsageligt fra dyrkningsjorden, hvilket resulterer i et forventet højt indhold i rodgrønsager. Levnedsmiddelstyrelsen har undersøgt indholdet af cadmium i levnedsmidler igennem en årrække, og der er ikke tegn på, at koncentrationen ændrer sig. I gulerødder har koncentrationen f.eks. været ca. 0,04 mg/kg i perioden 1980-91.

Som det fremgik af figur 2.7.3 sker der ikke noget fald i koncentrationen af cadmium i dyrkningsjorden, og dette forhold afspejles også i cadmiumindholdet i levnedsmidler.

Kviksølv

Kviksølv i levnedsmidler stammer overvejende fra fisk, hvor kviksølv næsten udelukkende findes som organisk bundet methylkviksølv, der især akkumuleres i fedtvæv. I andre levnedsmidler findes kviksølv primært som mindre giftigt uorganisk kviksølv. I figur 2.7.2 er kviksølvkoncentrationen i rødspætter fra Nordsøen afbildet, og det fremgår, at koncentrationen stort set er konstant.

Forbrug af tungmetaller

I tabel 2.7.2 er det omtrentlige forbrug af bly, cadmium og kviksølv i Danmark angivet.

Blyforbruget i Danmark anses for svagt faldende. Et markant fald i forbruget af især benzinadditiver skønnes delvist opvejet af et øget forbrug til andre formål. Det direkte

Tungmetalforbrug (ton)			
År	Bly	Cadmium	Kviksølv
1977			31
1980		110	
1982-83			16-20
1985	21.000-25.000		
1990	20.800-24.600	49	10-13

Tabel 2.7.2. Det omtrentlige bly-, cadmium og kviksølvforbrug i Danmark. I forbruget er kun medtaget det tilsigtede forbrug. Det utilsigtede forbrug der skyldes at en række tungmetaller forefindes som forureninger i andre varer og produkter er ikke medtaget. (Kilde: Miljøstyrelsen).

udslip til luften er markant nedsat på grund af reduktionen af blyindholdet i benzin (jf. figur 2.3.11).

Forbruget af cadmium er blevet mere end halveret i forhold til 1980, især fordi anvendelsen af cadmium i plast er blevet reduceret kraftigt i 80'erne, og forbruget ophørte næsten totalt fra 1992. Til gengæld ses der nu en kraftig stigning i forbruget af cadmium til de genopladelige nikkel-cadmiumbatterier, og selv om man forventer at omkring 75% af de kasserede batterier bliver indsamlet, kan den resterende del betyde en øget mængde cadmium i affaldet.

For kviksølv har der også været en nedgang i forbruget indenfor de sidste 10 år, som hovedsagelig skyldes en reduktion i anvendelsen af amalgamfyldninger og engangs-batterier.

2.7.3 Pesticider

Pesticider eller bekæmpelsesmidler anvendes i jordbruget især til bekæmpelse af ukrudt, sygdomme eller skadedyr (tilsammen benævnt skadedyr).

I Danmark anvendes ca. 100 forskellige aktivstoffer af pesticider i jordbruget. Aktivstofferne har vidt forskellige egenskaber, og dermed forskellige effekter i miljøet. Aktivstofferne

DDT og lindan, der nedbrydes langsomt, omtales i afsnit 2.7.4 om organiske miljøgifte.

Landbrugsarealet udgør i Danmark ca. 60% af det samlede areal. I gennemsnit kan hele landbrugsarealet sprøjtes ca. 3 gange årligt med pesticider anvendt i de foreskrevne doseringer.

Pesticider spredes også udenfor de områder, hvor de anvendes. F.eks. viser både danske og udenlandske undersøgelser fund af pesticider i grundvand og overfladevand. Flere udenlandske undersøgelser viser endvidere fund af pesticider i regnvand.

Pesticiders påvirkning af miljøet kan deles op i direkte effekter og indirekte effekter. De direkte effekter er bestemt af de enkelte aktivstoffers iboende egenskaber, som f.eks. giftighed overfor dyr og planter. De indirekte effekter er en følge af, at fødegrundlaget for en række dyr fjernes, når f.eks. ukrudt, svampe og insekter sprøjtes væk. De er således tæt knyttet sammen med den tiltænkte effekt af midlerne.

Når pesticider rammer jorden, udsættes de for en række påvirkninger, som er bestemmende for deres videre skæbne i miljøet. Stoffernes nedbrydningshastighed og deres binding til jordpartikler er vigtige, når det drejer sig om risikoen for at stofferne bliver transporteret ned til grundvandet. Forekomsten af pesticider i grundvandet behandles i afsnit 2.5 om grundvand.

Forbruget af pesticider viste i begyndelsen af 80'erne en stærkt stigende tendens. For at nedsætte pesticiders belastning af miljø og sundhed, udarbejdede den daværende miljøminister i 1986 en handlingsplan for nedsættelse af forbruget af bekæmpelsesmidler.

Pesticidresistente skadedyr inden for jordbrugerhvervet

Pesticider virker ved at hæmme eller stoppe dannelsen af stoffer, der er livsvigtige for de skadedyr, der ønskes bekæmpet. For eksempel stopper visse fungicider en normal udvikling af celler eller forhindrer celledeling. Når pesticidet kommer i kontakt med skadedyret, vil denne oftest gå til

grunde. Ind imellem kan der dog opstå nogle ændringer (mutationer) i skadevoldernes arveanlæg, således at de bliver istand til at modstå pesticidet. Hvis levedygtigheden af disse mutanter er god, vil gentagne behandlinger bevirke en kraftig selektion, således at den resistente population kommer til at dominere. I praksis vil man så observere, at pesticidet ikke længere har den ønskede effekt. For pesticider med ens virkningsmekanisme kan der opstå krydsresistens, således at ingen midler af den pågældende type er effektive. I sidste ende kan det medføre, at landmanden står uden mulighed for at bekæmpe en bestemt skadevolder, eller man kan måske blive nødsaget til at anvende alternative midler med dårligere sundhedsmæssige eller miljømæssige egenskaber.

Det mest udbredte eksempel på resistens i Danmark er konstateret hos knækkefodsygesvampen, der angriber korn. Forbruget af benzimidazolprodukter til bekæmpelse af knækkefodsyge steg betydeligt i begyndelsen af 80'erne, og fra 83-84 kunne der konstateres et kraftigt fald i midlernes effekt over for sygdommen.

Resistensudvikling overfor herbicider(ukrudtbekæmpelsesmidler) forekommer mere sjæl-

dent. Overfor en af de nye typer af herbicider, sulfunylurea, er der udviklet resistens hos fuglegræs efter årlig anvendelse af denne type middel på den samme mark i 7 år under dyrkningsbetingelser, der yderligere fremmede risikoen for resistens.

Blandt insekter i væksthuse er resistensdannelse ikke ualmindelig, men på friland har man her i landet kun fundet resistens hos den udbredte ferskenbladlus.

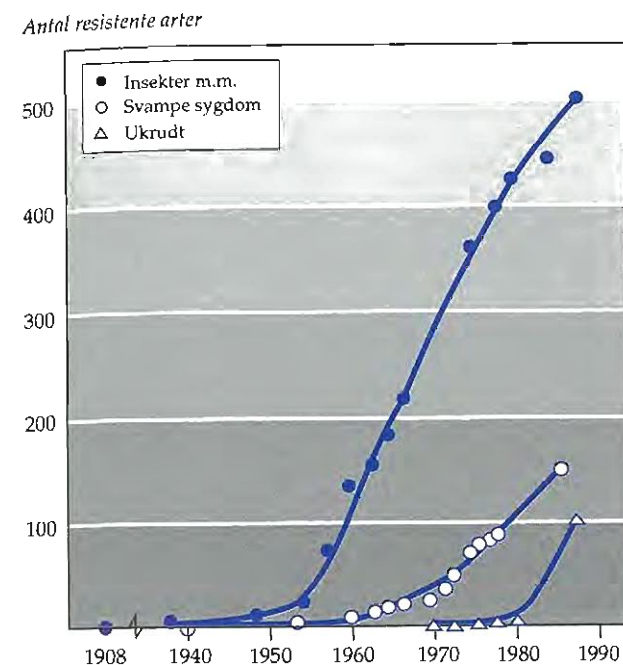
Fra Danmark er der kendt en række tilfælde af pesticidresistens inden for de 3 hovedgrupper af pesticider (tabel 2.7.3). Der foretages ingen systematisk overvågning af pesticidresistensen hos alle kombinationer af pesticid og skadevolder, men ved begrundet mistanke om resistensudvikling, foretages der en monitoring af omfanget.

I Danmark er omfanget af resistente skadevoldere forholdsvist begrænset, sammenlignet med omfanget i andre lande.

Dette skyldes flere forhold, der bl.a hænger sammen med den danske dyrkningspraksis, sædskifte og bekæmpelsesstrategier. I tropiske og subtropiske lande, hvor der er større problemer med skadedyr end i Danmark, er

Produkt, der har udviklet resistente organismer.	Skadevoldere, der har vist pesticidresistens i Danmark.
Herbicider: (ukrudtsmidler) Triaziner (atrazin, simazin)	Alm. brandbæger, Hvidmelet Gåsefod, Enårig rapgræs, Kirtel Dueurt
Sulfonylurea produkter (Glean, Ally m. fl).	Canadisk Bakkestjerne, Sort Natskygge Fuglegræs
Insekticider: (insektmidler) Pyrethroider Pirimicarb Phosformidler	Fersken bladlus Fersken bladlus Fersken bladlus
Fungicider: (svampemidler) Benzimidazol (Benlate, carbendazim, m.fl) Phenylamider (Ridomil) Dicarboximider (Rovral, Ronilan) DMI- midler (Bayfidan, Tilt, m.fl)	Knækkefodsyge, gråskimmel, æbleskurv, sneskimmel Kartoffelskimmel Gråskimmel på tomat Meldug (nedsat følsomhed)

Tabel 2.7.3. Forekomst af resistente arter i Danmark. (Kilde: Statens Planteværnscenter, 1993).



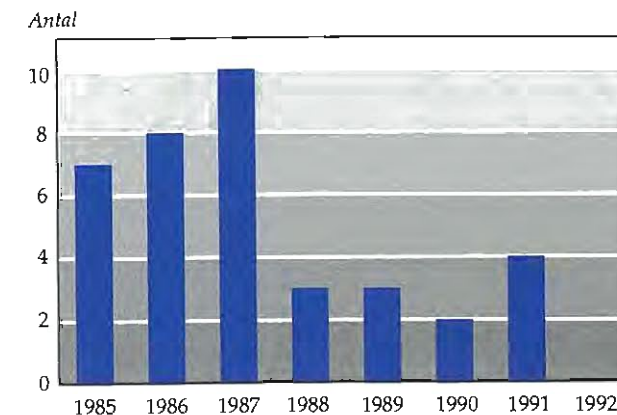
Figur 2.7.5. Den globale udvikling i forekomsten af resistente arter. (Kilde: Jodie og LeBaron, 1990).

der store problemer med resistente insekter (figur 2.7.5). Resistensproblemet udgør her en miljømæssig trussel, idet det tvinger til konstant introduktion af nye typer pesticider, måske med ukendte virkninger.

Forgiftning af vildt med pesticider

Vildt, som bliver fundet døde i naturen, bliver ofte indleveret til Statens Veterinære Serumlaboratorium, hvor dyrene bliver undersøgt. Hvor der er mistanke om forgiftning, forsøger man at finde frem til hvilket giftstof, der er tale om, f.eks. viste et tilfælde med forgiftning af omkring 50 gæs i 1990 at kunne spores til en sneglegift, som var anvendt på en mark, hvor gæssene fouragerede.

Figur 2.7.6 viser antallet af forgiftningstilfælde med parathion diagnosticeret ved Statens Veterinære Serumlaboratorium i årene 1985-92. Hvert enkelt tilfælde kan omfatte fra et enkelt til 100 dyr eller flere. Det er i de fleste tilfælde fugle. Brugen i Danmark af dette giftige insektmiddel har været faldende, og det er fra 1993 ikke længere i handlen. Det er dog stadig tilladt at anvende parathion fra tidligere indkøb. Som det fremgår af figuren er antallet af forgiftningstilfælde med parathion faldende, og de skulle nu forsvinde helt.



Figur 2.7.6. Antallet af forgiftningstilfælde af vildt med parathion. (Kilde: Statens Veterinære Serumlaboratorium).

Pesticider i vandløb

Pesticider er fundet i vandløb i flere lande. Fra sprøjtede marker kan pesticider udvaskes til dræn eller transporteres med den overfladiske afstrømning. Ved påfyldning og rengøring af sprøjter kan vand fra vaskepladsen via drænrør føre pesticider ud i vandløbene, som også kan modtage pesticider fra vinddrift under selve sprøjtingen.

I Danmark er forekomsten af 11 udvalgte herbicider undersøgt i to vandløb. Der findes flest herbicider i det sene efterår og i det sene forår, hvor sprøjteintensiteten er størst. Koncentrationerne ligger mellem 0,02 µg/l og 7,3 µg/l. De højeste koncentrationer registreres i de samme perioder, hvor der er et stort antal herbicider i vandløbene. Det er især phoxysyreherbiciderne MCPA og mechlorprop, der findes i koncentrationer over 1 µg/l. Disse herbicider virker hæmmende på alger i koncentrationer på 100-200 mg/l, altså ved væsentligt højere koncentrationer end de fundne. Der mangler viden om de mulige langtidsvirkninger som følge af gentagne påvirkninger af flere herbicider i lave koncentrationer.

Træbeskyttelsesmidler

Træbeskyttelsesmidler, som trænger ind i træet og beskytter det mod angreb af svamp og/eller insekter, har siden 1980 skullet godkendes som bekæmpelsesmidler. Midler til trykimprægning har udgjort en meget væsentlig del af træbeskyttelsesmidlerne. Brugen af trykimprægneret træ er især på-

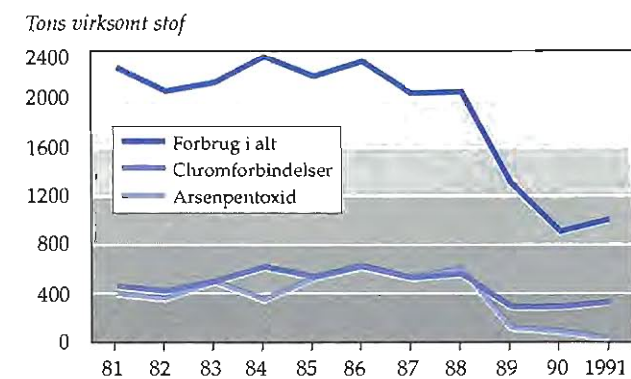
krævet for træ, der skal være i kontakt med jord eller vand, men i mange tilfælde er trykimprægneret træ også blevet brugt på steder, hvor den høje beskyttelsesgrad ikke var nødvendig. I 1980 var trykimprægneringsmidler med chrom, kobber og arsen de mest anvendte midler.

Arsen og chrom(VI) anses for at være kræftfremkaldende, og Miljøstyrelsen har derfor ønsket at få reduceret brugen af disse midler, og i sidste ende få dem erstattet med mindre sundhedsskadelige midler.

Ud over de sundhedsmæssige problemer er der problemer med bortskaffelse af træaffald og gammelt træ fra nedrivning af huse, elmaster, gamle hegn mm. Ved forbrænding af træet vil arsen, chrom og kobber blive spredt via luften, og den tiloversblivende aske vil være giftig på grund af indholdet af tungmetaller.

Af figur 2.7.7 fremgår udviklingen i salg af træbeskyttelsesmidler.

Den generelle nedgang i forbruget skyldes lavere doseringer for en del af det behandlede træ. Der er fundet erstatningsstoffer for arsen, og efter 1992 er dette stof ikke længere godkendt som bekæmpelsesmiddel. Der er endnu ikke fundet erstatningsstoffer for chromforbindelser, men ifølge en brancheaftale mellem Miljøstyrelsen og branchen skal brugen af chrom afvikles inden 1997.

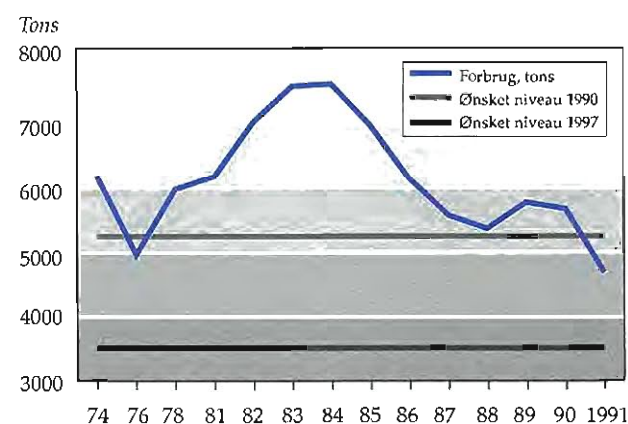


Figur 2.7.7. Udvikling i salg af træbeskyttelsesmidler og deres indhold af arsen og chrom 1981 - 91. (Kilde: Stat 1981 - 91).

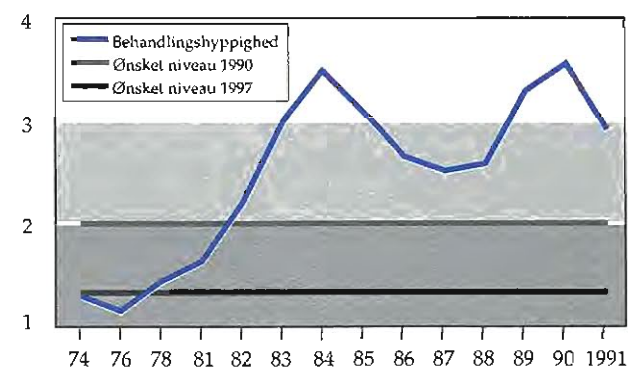
Pesticidhandlingsplanen

I miljøministerens bekæmpelsesmiddelhandlingsplan fra 1986 er det målsætningen, at bekæmpelsesmiddelforbruget (gennemsnitsforbruget i 1981-85) skulle nedsættes med 25% inden 1990 og yderligere med 25% inden 1997. Reduktionen skulle ske både målt som mængden af aktivt stof og som behandlingshyppighed. Behandlingshyppigheden angiver, hvor mange gange landbrugsarealet kan behandles med bekæmpelsesmidler i løbet af et år, hvis man benytter den anbefalede dosering, og er dermed et udtryk for hvor virksomt bekæmpelsesmidlet er. Midlerne til at opnå de ønskede mål var især rådgivning, vejledning og forskning.

Det fremgår af figur 2.7.8, at reduktionen i forbruget af pesticider ikke er så langt fra målsætningen, mens figur 2.7.9 viser at behandlingshyppigheden er meget langt fra at opfylde de opstillede krav. Når forbruget



Figur 2.7.8. Landbrugets pesticidforbrug 1974 - 91. (Kilde: Miljøstyrelsen).



Figur 2.7.9. Behandlingshyppigheden med pesticider i landbruget 1974 - 91. (Kilde: Miljøstyrelsen).

kan falde, uden at behandlingshyppigheden reduceres tilsvarende, hænger det sammen med, at der nu i højere grad anvendes pesticider, som er aktive i meget lave doseringer. Det giver et lavere forbrug, men ikke nødvendigvis en lavere belastning af miljøet. Behandlingshyppigheden er et bedre mål for miljøbelastningen.

2.7.4 Organiske miljøgifte (PCB, DDT, Lindan, Dioxin)

DDT og Lindan er syntetiske bekæmpelsesmidler, og PCB er en syntetisk olie der anvendes i elektroindustrien. Dioxin derimod fremkommer som uønsket biprodukt ved et antal forskellige kemiske processer, f.eks. under forbrænding eller ved papirblegning.

Disse stoffer er fedtopløselige og kemisk meget stabile, hvilket betyder, at de spredes i hele miljøet og opkoncentreres i fødekæderne. Den væsentligste belastning af mennesket ser ikke ud til at være den direkte eksponering gennem huden eller via indåndingen, men derimod indtagelsen gennem føden. Den vigtigste transportvej fra kilde til menneske menes at være atmosfærisk nedfald over eller udledning til havområder, hvorfra de infiltrerer fødekæden. Det atmosfæriske nedfald over landområderne har mindre, men dog en vis betydning.

Der foreligger ikke danske monitoringsdata i større omfang gennem en længere årrække for PCB, DDT og dioxin. Bedømmelsen af udviklingstendenserne bygger derfor især på udenlandske data.

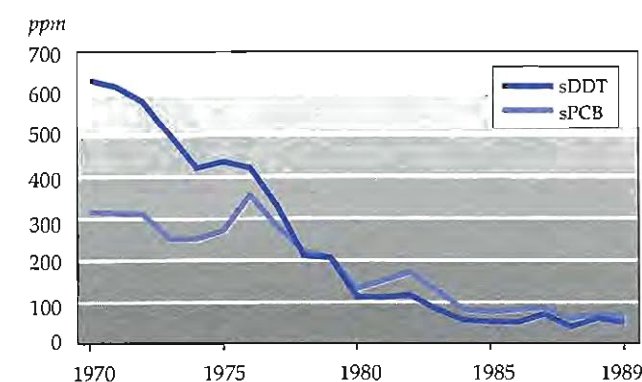
PCB

I OECD landene er der produceret omkring 1,5 mio tons PCB, siden produktionen begyndte i 1930'erne og frem til stoppet i 1970'erne. Det er anslået, at omkring 1/3 af den samlede verdensproduktion idag er i kredsløb i miljøet. Anvendelsen af PCB har siden 1976 været forbudt i Danmark. "PCB" er fællesbetegnelse for 209 stoffer der er produceret teknisk ved chlorering af biphenyl. Kun ca. 120 af disse PCB'er er dog observeret i miljøprøver. Visse af PCB'erne, de såkaldte coplanare PCB'er, udviser dioxin-lignende

giftighed, selv om de er mindre giftige end den såkaldte Sevesodioxin. De findes dog typisk i højere koncentrationer i miljøet, end dioxiner.

Indholdet af PCB i muslinger er målt i Nordsøen i 1985 og i 1990. De højeste værdier i 1990 er fundet ud for Western Scheldt i Holland og ud for de nordtyske floder, men der er også fundet høje værdier i Oslo Fjord, ud for Themsens, Seinen og flere steder på den franske og den hollandske kanal kyst. Som helhed er koncentrationerne særligt høje ved større byer og industrialiserede områder, således også ved mundingerne af floder, der løber gennem industrialiserede områder. Koncentrationerne i de danske farvande følger dette mønster, men er i almindelighed forholdsvis lave (figur 2.7.11). Ved Rønne har et tidligere affaldsdepot dog resulteret i et meget højt PCB-indhold i muslingerne.

Indholdet af PCB i lomvieæg fra Østersøen, indsamlet i perioden 1971 - 1989, afspejler den faldende belastning af dette havområde (figur 2.7.10), men indholdet er dog stadig ca. 10 gange højere end i lomvieæg fra Nordatlanten.



Figur 2.7.10. Indholdet af sPCB og sDDT i lomvieæg 1971 - 89. sPCB er summen af PCB'er og sDDT er summen af DDT, DDE og DDD angivet i ppm. (Kilde: Bignert et al., 1992).

PCB belastningen af miljøet har vist lignende nedgang som DDT, omend knap så markant (figur 2.7.10). PCB niveauet ser ud til at have stabiliseret sig fra midten af 1980'erne. Undersøgelser af bl.a. muslinger og sedimentprøver fra industrialiserede områder tyder

dog på, at der stadig findes mange kilder til forurening med PCB, som f.eks. gamle transformere og kondensatorer, affaldsdepoter samt depoter af PCB i sedimenter i søer, floder og have.

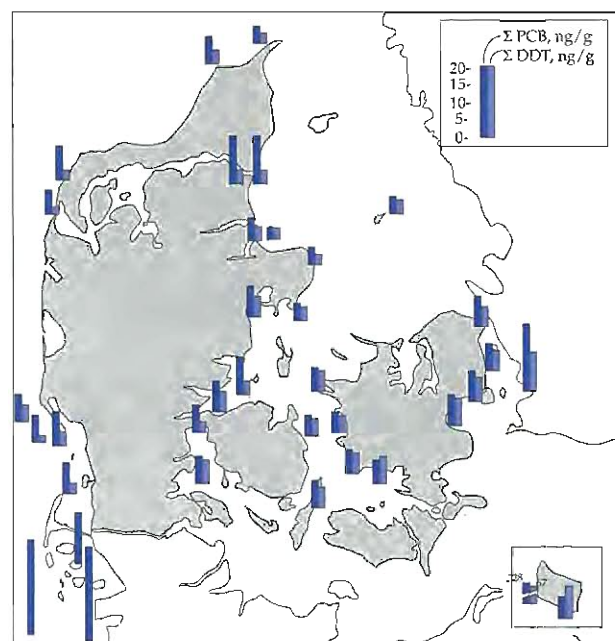
DDT

DDT har været brugt som insekticid i store mængder siden 1940'erne. Det har været forbudt i de vestlige lande siden midten af 1970'erne, men bruges stadig i andre dele af verden.

Stoffets spredningspotentiale kunne observeres i Sverige i årene 1985-86. I 1983 og 1984 blev insektangreb i nåleskove i det sydlige Østtyskland bekæmpet med DDT, og 2 år senere målte man stigende koncentration af DDT i fisk fra søen Bolmen i Småland.

DDT har en forholdsvis lav akut giftig virkning, men opkoncentreres i fødekæden, da det er fedtopløseligt og langsomt nedbrydeligt, med en halveringstid på ca. 10 år. DDT virker forstyrrende på forplantningen. Hos fugle nedsættes således æggenes skaltykkelse.

Indholdet af DDT i muslinger fra de danske farvande var i 1985 og 1990 1 - 12 ng/kg våd



Figur 2.7.11. Indhold af DDT (DDT+DDE+DDE) og PCB (sum af 7 kongener) i muslinger fra farvande omkring Danmark angivet i ng/g vådvægt. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

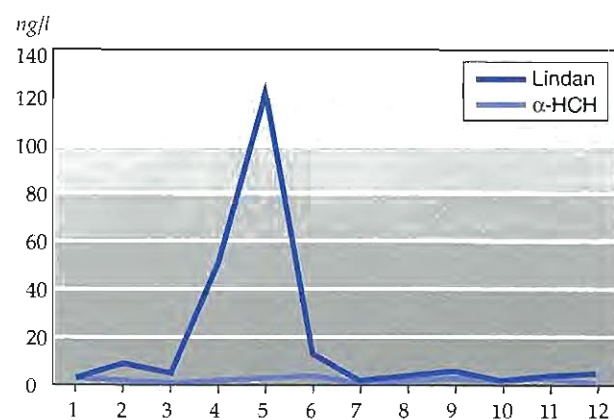
vægt, når den forhøjede værdi fra Rønne undtages (se figur 2.7.11). Værdierne for den øvrige del af Nordsøen var i de samme år på 1 - 29 ng/kg, hvilket er sammenligneligt med de danske værdier, måske lidt højere.

Indhold af DDT i miljøet har vist en klar nedadgående tendens fra begyndelsen af 1970'erne frem til starten af 1980'erne, hvorefter det har stabiliseret sig.

Lindan

Lindan opkoncentreres ligesom PCB og DDT i miljøet, men anses for mindre farligt, da dets halveringstid er kortere (ca. 2 år). Til gengæld er lindan mere flygtigt og lettere opløseligt i vand, hvorfor det transporteres over store afstande, dels gennem luften, dels i havet. Lindan, der er forbudt i Sverige, men som bruges i begrænset omfang i Danmark og i store mængder i flere vesteuropæiske lande, skaber som sådan et grænseoverskridende miljøproblem.

Atmosfærisk nedfald af lindan: I Danmark er det atmosfæriske nedfald af lindan målt i årene 1990-1992, idet der er opsamlet nedbørsprøver fra et vekslende antal målestationer, i alt 4 forskellige steder i landet. Målingerne har vist, at der er en klart større koncentration af lindan i nedbøren i forårsmånederne, (figur 2.7.12). De forhøjede niveauer falder sammen med forårets sprøjtesæson og målingerne fra to forskellige år viser, at det atmosfæriske nedfald er størst i forbindelse med sydvestlige vindretninger.



Figur 2.7.12. Koncentration af lindan og α -HCH i nedbør (ng/l) fra Ulborg ved den jyske vestkyst. Prøverne er opsamlet månedsvis i 1992. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

Geografisk område	Kilde	Lindan, tons
Danmark (43.000 km ²)	deponeret fra luften	0,55
	solgt til landbrug (1991)	0,47 ¹⁾
Nordsøens NSTF Subregion 5 (31.000 km ²) ²⁾	deponeret fra luften	0,40
	tilført fra de nord-tyske floder	0,34

1) I Danmark solgtes i 1991 i alt 15,3 tons lindan, men kun 0,47 heraf anvendtes i landbruget.
2) NSTF Subregion 5 er en del af Nordsøen beliggende ud for den jyske og tyske vestkyst.

Tabel 2.7.4. Transport af lindan til Danmark og Nordsøen. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

Kilde	g Toxækvivalenter	År
Affaldsforbrændning større anlæg	34	1988
Affaldsforbrændning sygehusanlæg	14	1987
Pejse og brændeovne	0,4	1992
Papirfremstilling	0	1990
Stålfremstilling afkastluft	13	1991

Tabel 2.7.5. Udslippet af dioxiner til luften beregnet for hele landet. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

Ud fra nedbørsmålingerne kan beregnes den gennemsnitlige deponerede mængde lindan over Danmark og over en del af Nordsøen. Disse tal kan sammenlignes med det årlige salg i Danmark og den mængde, der tilføres årligt via de Nordtyske floder, se tabel 2.7.4.

Det fremgår heraf, at der er tale om sammenlignelige mængder. Selvom tallene ikke er specielt store, er der grund til at tage dem alvorligt, dels fordi lindan er en persistent miljøgift, og dels fordi tilførslen hovedsageligt skyldes langtransport, især fra kilder syd og vest for Danmark.

Dioxiner

Ligesom PCB er "dioxin" betegnelse for en familie af stoffer, der har meget forskellig giftighed. Det giftigste af dem er 2,3,7,8-TCDD, den såkaldte "Seveso-dioxin", der slap ud ved ulykken i Seveso nær Milano i Italien i 1976. Giftigheden af de øvrige er ved dyreforsøg bestemt i forhold til denne, således at hvert enkelt stof (isomer) tildeles en "toxækvivalentfaktor", hvorved det bliver muligt at beregne giftigheden af den blanding af dioxiner, der måtte forekomme i miljøet. I

Danmark anvendes "Nordiske tox-ækvivalenter" til beregning af dioxiners giftighed.

Dioxiner udledes især som luftbåren forurening. I tabel 2.7.5 er anført de årlige dioxinudslip fra forskellige aktiviteter.

Affaldsforbrændning er den væsentligste kilde til dioxinudslippet i Danmark. Affaldsforbrændning ved sygehusanlæg er blevet lukket, og sygehusaffaldet brændes idag på større anlæg, ligesom røggasrensning er indført på de fleste større affaldsforbrændingsanlæg. Endvidere er en del af klorholdigt plastik i husholdningsaffald erstattet med anden plast. Disse tiltag kan have resulteret i et lavere udslip, men dette er ikke undersøgt nærmere.

Dioxin kan også udsendes fra biler, fra visse industriens spildevand og fra spildevandsslam fra rensningsanlæg.

Dioxin findes endvidere som urenhed i forskellige chlorholdige kemiske produkter, f.eks. pentachlorphenol. Bortset fra de sidstnævnte tilfælde, kan udledningen af dioxin, i modsætning til DDT, PCB osv., ikke standses ved forbud, da det er et uønsket biprodukt ved ellers nyttige aktiviteter såsom

affaldsforbrænding eller papirfremstilling, spildevandsrensning osv. I stedet samler indsatsen sig om at nedbringe dannelsen ved kilderne, eller at rense udledningerne.

Forekomst i miljøet: Udenlandske undersøgelser har påvist dioxin i luft, samt i havsediment og havneslam, men der findes ingen tilsvarende danske undersøgelser. Svenske sedimentanalyser tyder på, at dioxinen her stammer fra forbrændingskilder, idet de udviser et karakteristisk mønster af de forskellige isomere. Koncentrationen i sediment og havneslam varierer meget kraftigt afhængigt af tilstedeværelsen af punktkilder, specielt kemiske industrier og papirindustri.

Der findes en del danske undersøgelser af jordprøver fra forskellige kemikalieforurenede grunde, incl. en grund, hvor der har været afbrændt PVC isolering fra kabler. Flere af disse steder finder man meget høje dioxinkoncentrationer. Dog optræder disse forureninger meget pletvis.

I Sverige har man i en årrække foretaget analyser af modermælk for indhold af dioxin og PCB. Der er en nedgang i indholdet af de nævnte komponenter frem til 1984/85, hvorefter koncentrationen stabiliserer sig. I 1987 er der samtidig udført undersøgelser i Danmark, Norge og Sverige. I Danmark lå niveauet omkring 17 pg toxækvivalenter/g mælkefedt, mens det svenske niveau lå en smule højere. Der er således kun en beskedent geografisk variation, selv om erhvervsstrukturen og spisevanerne er meget forskellige.

2.7.5 Lovgivning og regulering

Indsatsen mod uønskede kemiske stoffers udledning til- og spredning i miljøet, foregår indenfor rammerne af *Miljøbeskyttelsesloven* og *Lov om Kemiske Stoffer og Produkter*. På grundlag af *Miljøbeskyttelsesloven* kan man gribe ind overfor virksomheders udledninger af stoffer til miljøet.

En stor del af reduktionen i f.eks. tungmetaludledningerne skyldes således udledningskrav til virksomheder, kraftværker mm. Imidlertid vil kemiske stoffer ofte blive spredt i miljøet som følge af et bevidst samfundsmæssigt forbrug af stofferne. Tung-

metaller kommer ikke kun ud i miljøet som et biprodukt ved industriel produktion, men også fordi de indgår i en lang række produkter, som spredes rundt i samfundet. Pesticider er en gruppe kemiske stoffer, som bevidst spredes i miljøet. Overfor denne type af forurening kan man bruge Loven om kemiske stoffer og produkter, der giver mulighed for at gribe ind i forbruget. Enten ved direkte forbud mod særligt farlige stoffer, eller ved krav om begrænsninger i anvendelsen.

Gennem internationale konventioner (Helsingfors, Oslo, Pariskonventionen) forpligter de deltagende lande sig til at begrænse forureningen af f.eks. Nordsøen og Østersøen. Der sættes konkrete mål for reduktionen af udledning af miljøgifte, og samtidig følges udviklingen i forureningstilstanden ved hjælp af overvågningsprogrammer.

Som det fremgår af det foregående, er det lykkedes at begrænse anvendelsen og udledningerne af en lang række stoffer gennem de sidste 20 år. Det gælder PCB, en række af de farligste pesticider (DDT, lindan, parathion, arsenforbindelser m.fl), en række andre organiske miljøgifte og til en vis grad tungmetallerne.

De belastninger af miljøet der stammer fra enten veldefinerede industrielle processer eller veldefinerede og afgrænsede stoffer i forbruget er der efterhånden rimelig god kontrol med. Problemet for denne type stoffer er idag at "fortidens" synder har ophobet et stort lager i miljøet, som vil kunne mærkes i mange år frem i tiden. Ligeledes vil anvendelsen af stofferne i vore nabolande og håndtering af affald hvor stofferne er tilstede, også i fremtiden kunne bidrage til forekomsten i det danske miljø.

Der forekommer imidlertid også belastninger af miljøet med kemiske stoffer, som ikke kan afgrænses og indkredses så let. Det gælder den diffuse belastning som skyldes at miljøfremmede stoffer indgår som nødvendige følgestoffer eller forureninger i en lang række produkter, som cirkulerer rundt i samfundet. Disse stoffer havner i vore affaldsstrømme og vil derfra uomgængeligt ende i miljøet, jvf. afsnit 3.5. Hertil kommer pesticiderne og

tilsvarende produkter, som bevidst udledes i miljøet. Det er lykkedes at få kontrol med de pesticider der giver direkte skadeseffekter på dyr og mennesker. Men der er fortsat et stort pesticidtryk i agerlandet, som er med til at forrykke den økologiske balance for den vilde flora- og fauna, jf. afsnit 2.6.

3. Samfundets miljø- påvirkninger

3.1 Den generelle samfunds- økonomiske udvikling

3.1.1 Baggrund og problembeskrivelse

Miljøtilstandens udvikling har tæt sammenhæng med udviklingen i samfundets økonomiske aktiviteter, og dermed til karakteren af disse aktiviteter. Samfundets produktionsstruktur og teknologianvendelse er af afgørende betydning for miljøproblemernes udvikling. Hertil kommer en række demografiske og sociologiske forhold, der har betydning for samfundets samlede efterspørgsel og forbrugsmønstre: Befolkningsvæksten, forskydninger i befolkningens alderssammensætning og bosætningsmønstre samt vaner og adfærd.

Den dynamiske vekselvirkning mellem samfund og miljø - dvs. samfundsaktiviteternes påvirkning af miljøet gennem forurening og forbrug af naturressourcer samt feed-back virkningerne heraf på samfundet - kan beskrives på forskellige *aggregeringsniveauer*, hvor samspillet, og dermed forklaringerne på miljøproblemerne tilsvarende afdækkes mere eller mindre detaljeret.

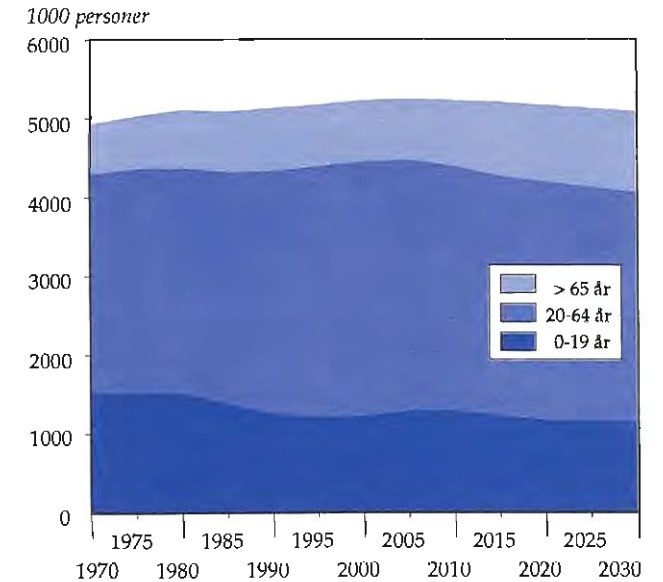
I indeværende afsnit gives en oversigt over de generelle miljøpåvirkende faktorer på *makroniveau*: Befolkningsudviklingen, udviklingen i erhvervsstrukturen samt udviklingen i den generelle økonomiske aktivitet. I de efterfølgende afsnit 3.2-3.6 beskrives miljøpåvirkningen på *sektorniveau* for de væsentligste miljøpåvirkende samfundssektorer, hvorved det også bliver muligt at belyse udviklingen i sektorspecifikke teknologiske forhold af betydning for miljøpåvirkningen.

3.1.2 Demografiske forhold

Danmarks befolkningstal udgjorde 5,162 mill. pr. 1. januar 1992. I forhold til Danmarks areal er befolkningstætheden 120 indbyggere pr. km². Befolkningstallet har holdt sig nogenlunde konstant siden 1980, men der er sket en forskydning i befolkningens aldersstruktur i samme periode: Andelen af børn og unge i aldersklassen 0-19 år faldt fra 29% til 24% mens andelen af personer i den erhvervsaktive

aldersgruppe (20-64 år) steg fra 56% til 60% og andelen af ældre steg fra 14% til 15%.

Udviklingen i befolkningstallet fordelt på aldersgrupper samt Danmarks statistiks seneste prognose herfor frem til år 2030 fremgår af figur 3.1.1.



Figur 3.1.1. Befolkningsudviklingen 1970-2030 iflg. statistikken og Danmarks Statistiks seneste befolkningsprognose. (Kilde: Danmarks Statistik)

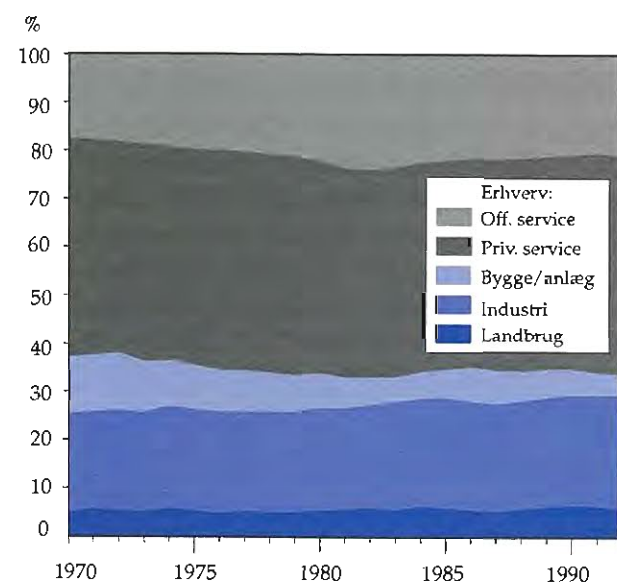
Det samlede befolkningstal forventes ifølge prognosen at stige til 5,266 mill. i år 2005 - dvs. en stigning på ialt 2% fra 1992 - hvorefter det forventes at falde meget svagt frem til år 2030. Efter år 2005 forventes andelen af erhvervsaktive at falde en smule (fra 60,5% til 57% i år 2030), mens andelen af ældre gradvist stiger fra 15% til 20% i samme periode.

Befolkningstallet stiger iflg. den seneste prognose med ca. 150.000 flere personer frem til år 2005 end i tidligere prognoser (1990 - prognosen). Denne niveauforskydning kan betyde, at de forudsætninger, der er lagt til grund i tidligere sektorplaner m.h.t. den fremtidige efterspørgsel efter en række miljøbelastende ressourcer og aktiviteter - f.eks. energi og transport - må justeres, jf. afsnit 3.2.

3.1.3 Økonomisk vækst og erhvervsstruktur

Målt i faste priser er værdien af den samlede produktion i samfundet (omsætningen) steget fra 498 mia. kr. i 1970 til 781 mia. kr. i 1992, svarende til en real vækst på ialt 57%. Real-

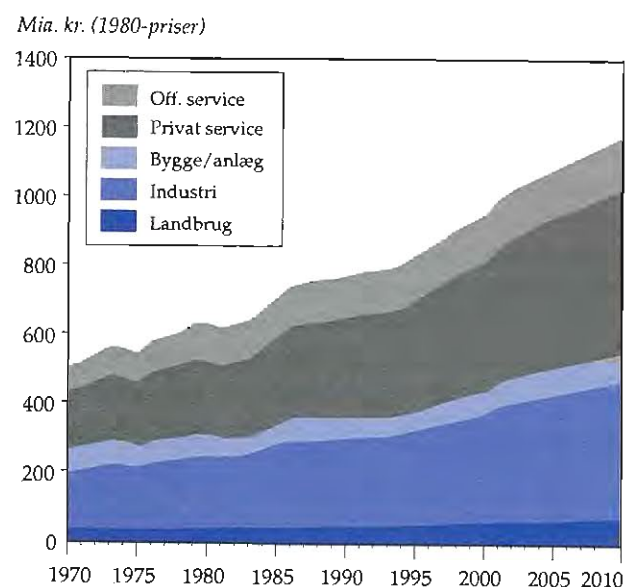
værdien af forbruget af rå- og hjælpestoffer steg i samme periode med 47%, og er udtryk for en vækst i samfundets samlede ressourcforbrug.



Figur 3.1.2. Udviklingen i erhvervshovedgrupper BFI-andele 1970-1992. (Kilde: Nationalregnskabsstatistik, Danmarks Statistik).

Udviklingen i *erhvervsstrukturen* er illustreret i figur 3.1.2, der viser erhvervshovedgruppernes %-andele af bruttofaktoringkomsten målt i faste priser i perioden 1970-1992. Den mest bemærkelsesværdige udvikling i perioden er et kraftigt fald i bygge- og anlægssektorens andel af BFI (fra 11,6% i 1970 til 4,4% i 1992). Landbruget har trods en faldende beskæftigelse opretholdt sin andel af BFI i faste priser (målt i løbende priser har landbruget dog tabt terræn pga. et forringet bytteforhold), mens industriens andel er steget fra 20,5% til 23,7% i perioden. De private serviceerhverv har bibeholdt deres samlede andel, men offentlige tjenester steg i perioden indtil 1982 (fra 17,6% til 24%), hvorefter denne andel er faldet (til 20,5% i 1992).

Budgetdepartementet har i forbindelse med lanceringen af regeringens oplæg "Ny kurs mod bedre tider" udarbejdet en langsigtet fremskrivning af økonomien, der indregner effekterne af regeringsoplægget, herunder en skattereform og en arbejdsmarkedsreform. I figur 3.1.3 er vist udviklingen 1970-1991 i produktionsværdierne i 1980-priser for erhvervshovedgrupperne samt de fremskrevne værdier for perioden 1992-2010.



Figur 3.1.3. Udvikling og prognose for erhvervshovedgruppernes produktionsværdier (mia. kr., 1980-priser). (Kilde: Nationalregnskabsstatistik, Danmarks Statistik samt Budgetdepartementet).

En sammenligning mellem produktionsvæksten i perioden 1970-1990 og den forventede vækst i perioden 1990-2010 giver følgende billede:

- Den samlede produktionsvækst målt i faste priser forventes at være af samme størrelsesorden i perioden 1990-2010 som i de foregående årtier, nemlig omkring 55%;
- Mens bygge- og anlægssektorens produktionsværdi faldt med 10% i perioden 1970-1990, forventes den at vokse med 58% i de kommende to årtier;
- Mens produktionsværdien af offentlig service voksede med hele 79% i perioden 1970-1990, forventes den kun at stige med 20% i de kommende to årtier; derimod forventes privat service at vokse med hele 77% i perioden 1990-2010 imod 67% i de foregående årtier. Væksten i serviceerhvervene ialt (offentlig + privat service) forventes at blive 60% imod 71% i de foregående årtier.

Den forventede vækst i den samlede produktionsværdi indikerer en forventet vækst i den "fysiske" omsætning af varer og tjenester og dermed et øget forbrug af ressourcer. Det er dog ikke muligt på grundlag af disse vækst-

procenter alene at konkludere noget om størrelsen og arten af det ressourcforbrug og de miljøproblemer, en sådan vækst vil afstedkomme.

Dette kræver en gennemgang af de teknologiske perspektiver indenfor de respektive sektorer. I de følgende afsnit gennemgås udvikling og perspektiver for de mest miljørelevante sektorer: Energi, transport, land- og skovbrug, industri og husholdninger.

3.2 Energisektoren

3.2.1 Baggrund og problembeskrivelse

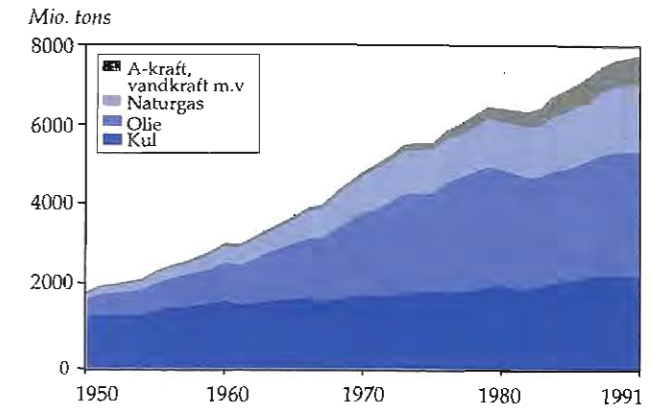
Ved "energiesektoren" forstås her såvel Danmarks samlede energiforbrug i husholdninger og virksomheder som energiproduktion.

De væsentligste miljøproblemer i relation til energiesektoren er luftforureningen som følge af afbrænding af brændsler. Ved afbrænding omdannes hovedparten af brændslernes indhold af kulstof og svovl til hhv. kuldioxid (CO_2) og svovldioxid (SO_2). Kvælstof-oxider (NO_x) dannes ud fra brændslets og luftens indhold af kvælstof, og mængden afhænger først og fremmest af den anvendte forbrændingsteknik. Foruden CO_2 , SO_2 og NO_x emitteres der bly fra blyindholdet i benzin, og der produceres ret store mængder slagge og flyveaske fra forbrændingsanlæg og kraftværker.

I reguleringsmæssig henseende er drivhusgas- og forsureningsproblemerne meget forskellige, ikke bare som følge af problemernes forskellige tidsmæssige og geografiske dimension, men også som følge af de tekniske reduktionsmuligheder. For forsureningsproblemerne kan der opnås betydelige reduktioner ved at anvende forskellige rensningsteknologier på centrale enheder i energiforsyningen. En reduktion af CO_2 -emissionerne kræver primært en reduceret anvendelse af fossile brændsler, og dette kan opnås ved adfærdændringer, energieffektiviseringer og omlægning til øget anvendelse af vedvarende energi, dvs. en regulering må rettes mod alle led i energiforbruget og energiforsyningen. Det er teknisk muligt at opsamle og deponere CO_2 , men økonomisk er dette meget bekosteligt.

3.2.2 Det internationale perspektiv

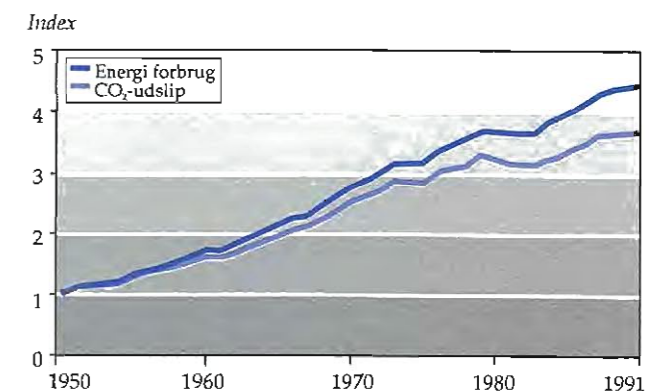
Befolkningstilvæksten (en fordobling over de seneste 40 år) samt en betydelig økonomisk vækst i den vestlige verden har medført en kraftig stigning i verdens energiforbrug. Som det ses af figur 3.2.1 er verdens energiforbrug mere end 4-doblet siden 1950. Energikrisen og



Figur 3.2.1. Verdens energiforbrug. Mio. tons olie-ækvivalenter. (Kilde: World Resources 1992-93 og statistik fra BP).

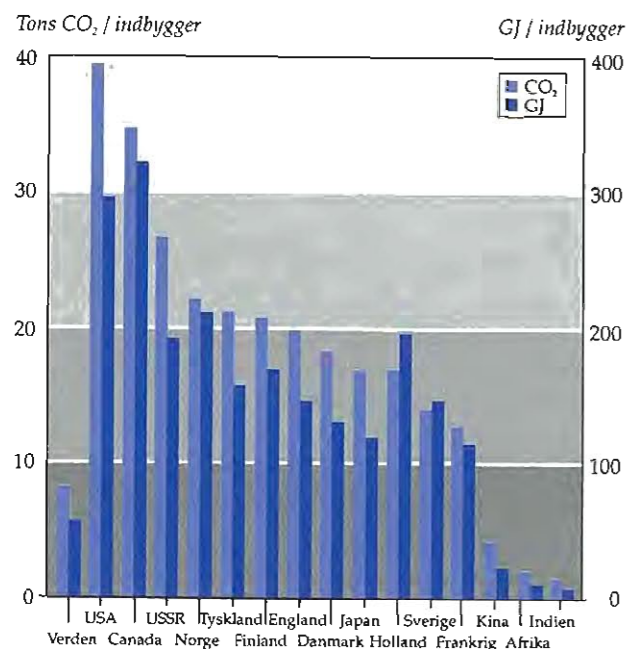
de forhøjede energipriser har imidlertid betydet en væsentlig reduktion i de årlige stigningsprocenter. For perioden 1950 til 1973 steg energiforbruget i gennemsnit 5,1% pr. år. Efter 1973 er energiforbruget i gennemsnit steget 2,0% pr. år. I enkelte år har energiforbruget været stagnerende og endog svagt faldende.

Det øgede energiforbrug har primært medført en øget anvendelse af olie og naturgas. Andelen af kul er reduceret fra godt 60% i 1950 til under 30% i 1991. CO_2 -emissionerne fra energiforbruget er, som det ses af figur 3.2.2, steget svagt langsommere end energiforbruget. Årsagerne til dette er dels den faldende kulandel (set i forhold til kul er CO_2 -emissionerne pr. energienhed ca. 78% for olie og ca. 60% for naturgas) og dels en øget kulstof-fri elproduktion dvs. primært vandkraft og atomkraft.



Figur 3.2.2. Verdens energiforbrug og CO_2 udslip. Index (1950 = 1.0). (Kilde: World Resources 1992-93 og statistik fra BP).

Energiforbruget og CO_2 -emissionerne er meget ulige fordelt på verdens regioner. For udvalgte lande og regioner er energiforbrug og CO_2 -



Figur 3.2.3. Energiforbrug og CO₂ udslip for udvalgte lande og regioner. (Kilde: World Resources 1992-93).

emissioner pr. indbygger vist i figur 3.2.3.

Af verdens samlede energiforbrug anvendes ca. 80% af de rigeste 20% af menneskeheden. Skal alle menneskers energiforbrug op på de industrialiserede landes nuværende niveau, vil verdens energiforbrug skulle 4-dobles. Fordobles befolkningen samtidig vil det kræve en 8-dobling af energiforbruget. Alene af ressourcemeæssige årsager er en hurtig udvikling i denne retning ikke sandsynlig.

Efterhånden som verdens energiressourcer udtømmes, og mere svært tilgængelige forekomster tages i anvendelse, vil energipriserne stige, og stigningen i energiforbruget vil blive reduceret.

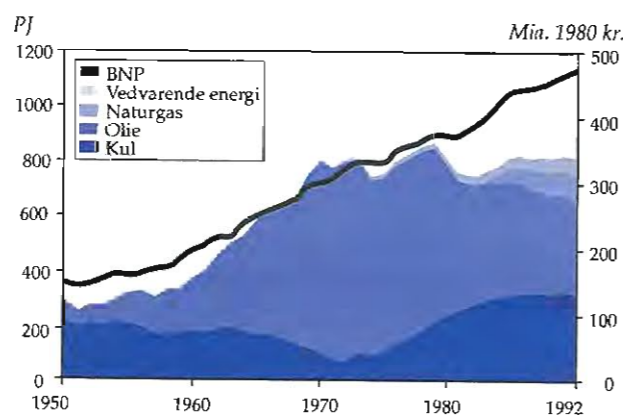
Frem til år 2050 regner de fleste internationale forudsigelser af verdens energiforbrug og CO₂-emissioner med en årlig stigning på imellem 1% til 2% pr. år. Der forventes en meget betydelig vækst i Kina, der (som det ses af figur 3.2.3) har et meget lavt energiforbrug. Kina har en høj økonomisk vækst og betydelige kulressourcer, som planlægges anvendt. Af verdens CO₂-emissioner forventes Kina's andel at vokse fra 9.5% i 1985 til omkring 30% i år 2050.

I international sammenhæng er Danmarks energiforbrug ubetydeligt - under 1/2% af ver-

dens samlede energiforbrug. I forhold til antal indbyggere har Danmark et højt energiforbrug, men sammenlignet med de lande, Danmark normalt bliver sammenlignet med er energiforbruget pr. indbygger moderat. En væsentlig årsag til dette er, at Danmark har en meget lille produktion af energi-intensive produkter. I forhold til energiforbruget er de danske CO₂-emissioner relative store, hvilket hænger sammen med, at hovedparten af det danske elforbrug produceres på kulfyrede kraftværker.

3.2.3 Danmark's energiforbrug og -forsyning

Siden 1950 har udviklingen i Danmark's energiforbrug været præget af markante skift og betydelige forsyningsomlægninger. Udviklingen i energiforbruget opdelt på energityper, samt udviklingen i bruttonationalproduktet (BNP) er vist i figur 3.2.4.



Figur 3.2.4. Danmarks bruttoenergiforbrug sammenholdt med udviklingen i bruttonationalproduktet (BNP). (Kilde: Energistyrelsen).

Fra slutningen af 50'erne og i 60'erne steg industriproduktionen kraftigt, og den samlede økonomi voksede med omkring 4% pr. år. Energipriserne var lave og energiforbruget voksede betydeligt hurtigere end landets økonomi. Samtidig gik Danmark over til olie, der i slutningen af 60'erne udgjorde 90% af landets energiforbrug.

70'erne blev præget af energikriserne og de kraftigt stigende energipriser. Nettovalutaudgifterne til importeret energi blev mere end 5-doblet i 70'erne. Generelt faldt energiforbruget pr. produceret enhed. Perioden markerer også vendepunktet i Danmarks afhængighed af importeret olie. Olieafhængigheden faldt fra

over 90% i 1972 til 67% i 1980. Lovgivningsmæssigt blev der i slutningen af 70'erne og begyndelsen af 80'erne taget en lang række initiativer til både energibesparelser og brændselsomlægninger. Anlægsloven for naturgasprojektet blev vedtaget i 1979.

På forbrugssiden var begyndelsen af 80'erne karakteriseret ved en fortsat tilpasning til de høje energipriser. Efter 1986 har energiforbruget været stort set konstant, og dette på trods af en moderat økonomisk vækst og et betydeligt fald i prisen på importeret energi. Faldet i den totale energiintensitet (det totale energiforbrug/bruttonationalproduktet i faste priser) der startede i 1970 er således fortsat i 80'erne, og energiintensiteten er i 1992 ca. 35% lavere end i 1970. En væsentlig årsag til det næsten konstante totale energiforbrug efter 1986 er, at de faldende importpriser på energi kun delvist har fået lov til at slå igennem på forbrugerpriserne. Energiafgifterne er hævet i takt med de faldende importpriser. For husholdningerne har energipriserne således været stort set konstante, men for virksomhederne, der har fået energiafgifterne refunderet, er energiudgifterne faldet.

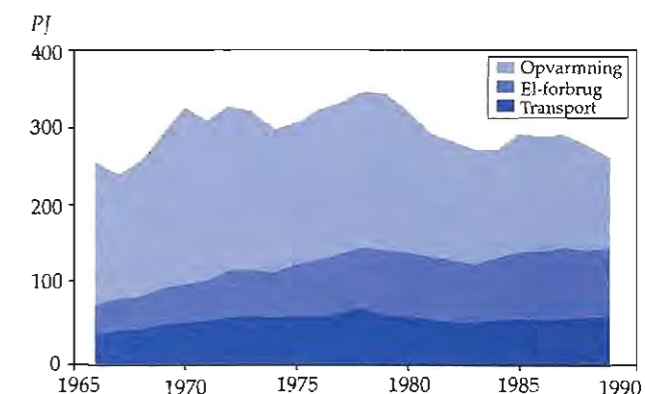
På forsyningsiden var 80'erne karakteriseret af en fortsat omlægning fra olie til kul på kraftværkerne, en udbygning med fjernvarme og kraftvarme samt introduktionen af naturgasen. I 1992 dækkede naturgas over 10% af landets totale energiforbrug. Forbruget af vedvarende energi, der primært omfatter affald, halm, brænde og vindmøller, er mere end fordoblet siden 1980, og dækker i 1992 godt 7% af landets totale energiforbrug. Specielt er der sket en betydelig vækst i anvendelsen af halm og vindmøller.

Olie- og naturgasproduktionen fra den danske del af nordsøen svarede i 1992 til 66% af Danmarks totale energiforbrug, afhængigheden af importeret olie er reduceret fra 67% i 1980 til 2% i 1992 og der eksporteres betydelige mængder naturgas til Sverige og Tyskland. Nettovalutaudgifterne til energiprodukter er hermed reduceret fra 23.4 mia.kr. i 1985 til 3.4 mia.kr. i 1992.

Husholdningernes energiforbrug.

Husholdningerne forbruger idag godt 1/3 af Danmarks totale energiforbrug. Husholdninger-

ne anvender energi til opvarmning, drift af elforbrugende apparater incl. belysning samt til transport. Udviklingen i husholdningernes totale energiforbrug opdelt på de 3 anvendelser er vist i figur 3.2.5.



Figur 3.2.5. Husholdningernes energiforbrug. (Kilde: Danmarks statistik).

Husholdningernes totale energiforbrug steg frem til den første energiprisstigning og i perioden imellem de 2 energiprisstigninger. Efter den anden energiprisstigning har husholdningernes energiforbrug generelt været faldende, bl.a. fordi faldet i energipriserne i 1986 for husholdningernes vedkommende blev modsvaret af stigende energiafgifter. Udviklingstendenserne og effekterne af energiprisstigningerne er dog væsentligt forskellige for de 3 anvendelser.

Boligopvarmningen, der udgør den største, men en faldende andel af, husholdningernes energiforbrug, har varieret meget. Efter den første energiprisstigning faldt energiforbruget til opvarmning knap 15%, primært som følge af umiddelbare adfærdændringer som lavere stuetemperatur og fjernelse af overflødig opvarmning. Adfærdændringerne var i et vist omfang af midlertidig karakter.

Det store og vedvarende fald i energiforbruget til opvarmning kom efter den anden energiprisstigning, hvor der blev gennemført en betydelig efterisolering af boligerne, udskiftning af kedelanlæg og en bedre styring af energiforbruget. Siden 1980 er energiforbruget pr. m² boligareal reduceret ca. 30%. Desuden er der sket en betydelig omlægning til fjernvarme og naturgas.

Husholdningernes elforbrug har været præget af en betydelig vækst i anvendelsen af for-

skellige elforbrugende apparater. Bortset fra reduktioner omkring energiprisstigningerne er husholdningernes elforbrug steget jævnt og er idag fordoblet siden midten af 60'erne. Energiprisstigningerne har umiddelbart haft en begrænset effekt på husholdningernes elforbrug, dog er stigningstakten reduceret efter 1980. Nye elforbrugende apparater er typisk betydeligt mere energieffektive end de gennemsnitsapparater, der anvendes idag. En udskiftning af eksisterende apparater vil således medføre betydelige elbesparelser. Udskiftningen og besparelserne kommer dog kun gradvist. Levetiden på apparaterne er typisk 10-15 år, og energjudgifterne til driften er beskedne i forhold til anskaffelsesprisen.

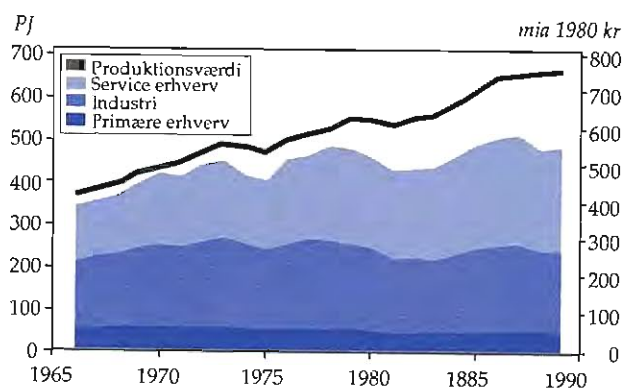
Husholdningernes transport-energiforbrug har bortset fra 1974 været kraftigt stigende frem til 1978. Energiprisstigningerne i 1979 medførte en vis substitution til kollektiv transport og dermed et fald i transport-energiforbruget. Efter 1983 er transport-energiforbruget steget med ca. 3% pr. år, hvilket er ca. det halve af den årlige stigning før energiprisstigningerne. Substitutionen til kollektiv transport er ikke fortsat efter 1983, introduktionen af benzinøkonomiske biler går meget langsomt, og der er fortsat en stigning i antal kørte kilometer.

Efter energiprisstigningerne har udviklingen i husholdningernes energiforbrug således været karakteriseret af et faldende forbrug til boligopvarmning, men fortsat betydelige stigninger i el- og transport-energiforbrugene.

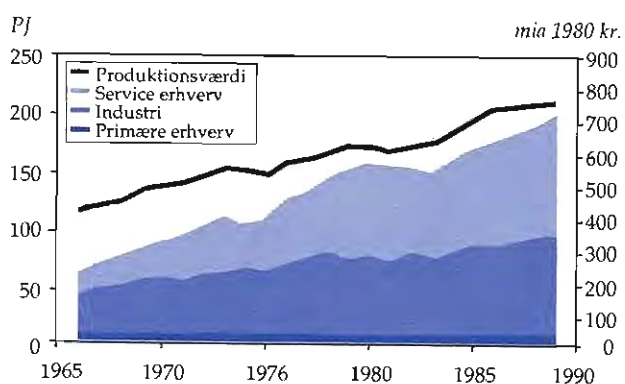
Erhvervenes energiforbrug.

Erhvervene anvender ca. 2/3 af landets totale energiforbrug. Fordelt på overordnede brancher anvender de primære erhverv ca. 10% af erhvervenes energiforbrug, industrien anvender ca. 40% og de private og offentlige serviceerhverv anvender de resterende ca. 50%. Danmark har en meget lille produktion af energiintensive produkter, og i international sammenhæng har Danmark en forholdsvis lav energikoefficient (bruttoenergiforbrug i forhold til bruttonationalproduktet). Udviklingen i bruttonationalproduktet, bruttoenergi- og elforbrug fordelt på brancher er vist i *figurerne 3.2.6 og 3.2.7*. Ses på erhvervene under et følger energiforbruget udviklingen i produktionen, men

energiforbruget pr. produceret enhed er generelt faldet siden begyndelsen af 1970'erne.



Figur 3.2.6. Erhvervenes energiforbrug. (Kilde: Danmarks Statistik).



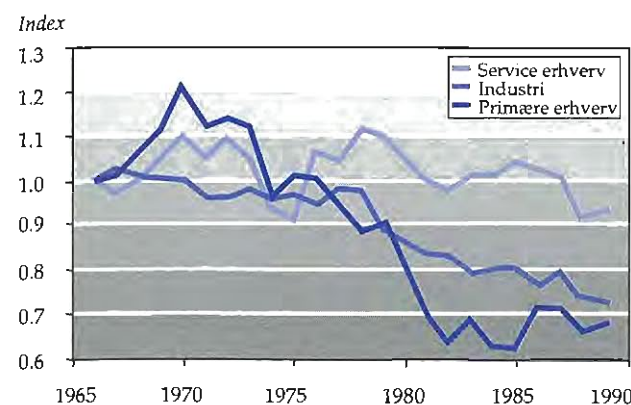
Figur 3.2.7. Erhvervenes elforbrug. (Kilde: Danmarks Statistik).

Energiforbruget pr. produceret enhed er idag ca. 25% lavere end i 1970. Dette fald skyldes dels strukturforændringer til mindre energiintensive brancher og produkter og dels energibesparelser i de enkelte produktioner. Ses på udviklingen omkring de 2 energiprisstigninger, havde den 1. og den 2. energiprisstigning ganske forskellige effekter. Efter den 1. prisstigning faldt produktionen specielt af energiintensive produkter og der skete en vis energibesparende adfærdændring. Investeringerne i mere varige energibesparelser var beskedne. Den 2. prisstigning medførte også et fald i produktionen og specielt et yderligere fald i produktionen af energiintensive produkter, men desuden blev der gennemført en del energibesparende investeringer, der gav et mere varigt fald i energikoefficienten.

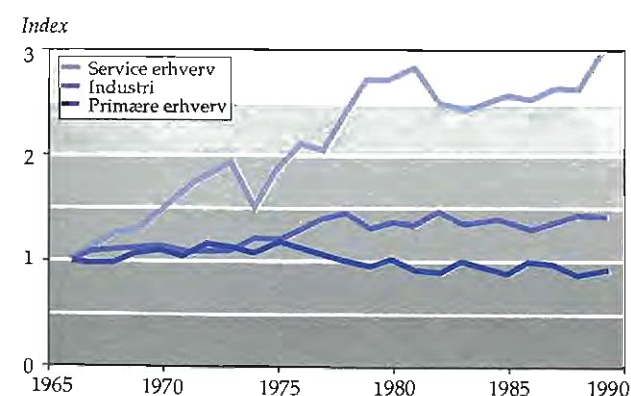
Mens energiforbruget pr. produceret enhed har været faldende siden 1970, har elforbruget været kraftigt stigende. Erhvervenes elforbrug

er mere end fordoblet siden 1970, og elforbruget pr. produceret enhed er steget ca. 50%. Specielt er elforbruget i serviceerhvervene steget meget kraftigt.

For de enkelte erhverv er udviklingen i energi- og elkoefficienterne vist i *figurerne 3.2.8 og 3.2.9*.



Figur 3.2.8. Erhvervenes energikoefficienter. Index (1966 = 1.0). (Kilde: Danmarks Statistik).



Figur 3.2.9. Erhvervenes elkoefficienter. Index (1966 = 1.0). (Kilde: Danmarks Statistik).

De primære erhverv omfatter landbrug, gartneri og fiskeri. Erhvervene har en forholdsvis høj energikoefficient (energiforbrug pr. produceret enhed) og denne er faldet godt 40% siden 1970. Besparelserne må væsentligst tilskrives efterisolering og bedre energistyring på gartnerier og i staldbygninger, øget anvendelse af egenproduceret halmfyring og en reduceret efterårsbearbejdning af jorden.

Industrien inkluderer bygge- og anlægsvirksomhed. Energifokoefficienten for de enkelte industribrancher er meget forskellige, og strukturforændringer har derfor betydning for udviklingen i den samlede energikoefficient.

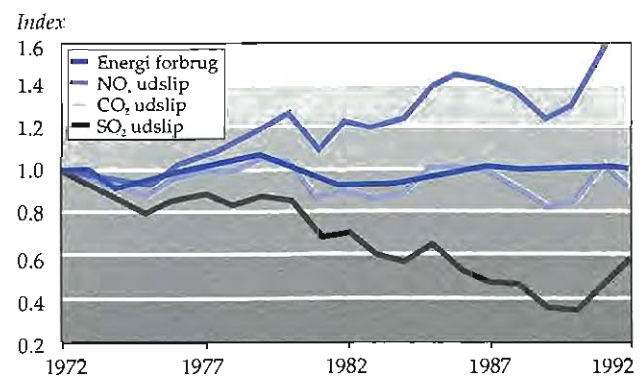
Siden 1970 er den samlede energikoefficient faldet ca. 25%, og ca. 1/3 af dette fald kan alene tilskrives produktionsnedgangen indenfor leverandører til byggeriet, dvs. cement- og teglværker, samt nedlæggelsen af den danske planglas produktion. I 1980'erne blev der gennemført en del energibesparende investeringer, der primært var rettet mod oliebesparelser. Elkoefficienten har generelt været svagt stigende.

Serviceerhvervene omfatter private og offentlige serviceerhverv. Serviceerhvervenes energiforbrug er steget ganske kraftigt, og i modsætning til de andre erhverv har der ikke været et generelt fald i erhvervens energikoefficient. Der er gennemført nogle energibesparelser som isolering og bedre energi-styring, men dette opvejes af en øget el-anvendelse til køling, belysning og kontor-automatisering. Elkoefficienten er ca. fordoblet siden 1970.

3.2.4 Energisektorens miljøproblemer

I 1991 udsendte energisektoren 60779 kton CO₂ (54708 kton CO₂ i 1992), 243232 ton SO₂ og 334094 ton NO_x til luften. Hertil kommer 1881 kton slagge og flyveaske fra forbrændingsanlæg og kraftværkerne samt 93 ton bly (72 ton i 1992) fra blyindholdet i benzin.

Udviklingen i energiforbruget og energisektorens CO₂-, SO₂- og NO_x-emissioner er vist i *figur 3.2.10*.



Figur 3.2.10. Danmarks energiforbrug og forureningsudslip. (Kilde: Energistyrelsen og Risø).

Korrigeres for elimport og -eksport følger CO₂-emissionerne stort set udviklingen i energiforbruget. Afvigelserne imellem CO₂- og energiforbrugskurverne i *figur 3.2.10* svarer således

i grove træk til netto-elimporten. I slutningen af 1970'erne omlagde kraftværkerne fra olie til kulfyring, og CO₂-emissionerne steg en anelse mere end energiforbruget. I slutningen af 1980'erne medførte introduktionen af naturgas og den øgede anvendelse af vedvarende energi at CO₂-emissionerne ikke steg så kraftigt som energiforbruget. CO₂-emissionernes fordeling på kilder svarer stort set til kildernes energiforbrug; kraftværkernes andel er dog forholdsvis stor p.g.a. deres kulforbrug, og fjernvarmeværkernes andel er forholdsvis lille p.g.a. anvendelsen af naturgas og vedvarende energi.

SO₂-emissionerne er mere end halveret siden 1972. Årsagerne til de faldende SO₂-emissioner er dels en betydelig svovlrensning på kraftværkerne, et lovbeholdt mindre svovlindhold i de anvendte kul- og olieprodukter, og dels introduktionen af naturgas, der er stort set svovlfri. Fordelt på kilder kommer knap 3/4 af svovl-emissionerne fra kraftværkerne. I forhold til energiforbruget bidrager transport- og opvarmningsektoren relativt lidt til SO₂-emissionerne.

NO_x-emissionerne er steget godt 50% siden 1972. Kilderne til NO_x-emissionerne er i al væsentlighed kraftværkerne og transportsektoren, der hver bidrager med ca. 45% af emissionerne. Stigningen i NO_x-emissionerne skyldes således den kraftigt stigende anvendelse af el og transportenergi. Kraftværkernes NO_x-emissioner er, skønt en betydelig NO_x-rensning, mere end fordoblet siden 1972.

I 1991 producerede forbrændingsanlæg og kraftværker 592 kton slagge, og kraftværkerne producerede 1289 kton flyveaske. Af slagge blev ca. 60% genanvendt indenfor bygge- og anlægssektoren. Af flyveasken blev knap 60% genanvendt indenfor cement-, beton- og asfaltindustrien. Totalt blev der i 1991 deponeret 262 kton slagge og 540 kton flyveaske.

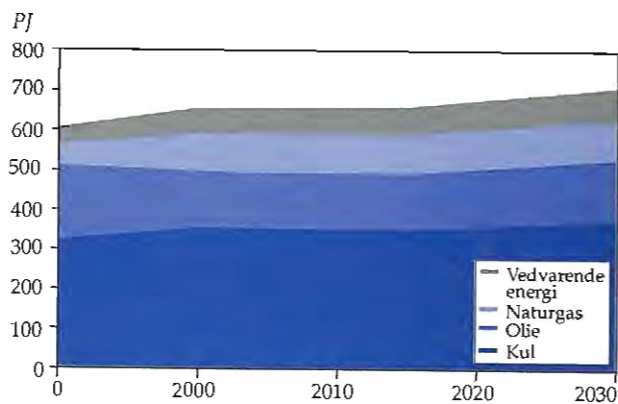
I 1992 var blyindholdet i den forbrugte mængde benzin 960 ton. 3/4 af dette (720 ton) emitteres til luften. Siden midten af 1970'erne er bly-emissionerne fra benzinforbruget reduceret med godt 90%. Blyindholdet i blyholdigt benzin er reduceret med en faktor 10, og andelen af blyfri benzin er vokset til 80%.

3.2.5 Handlingsplaner

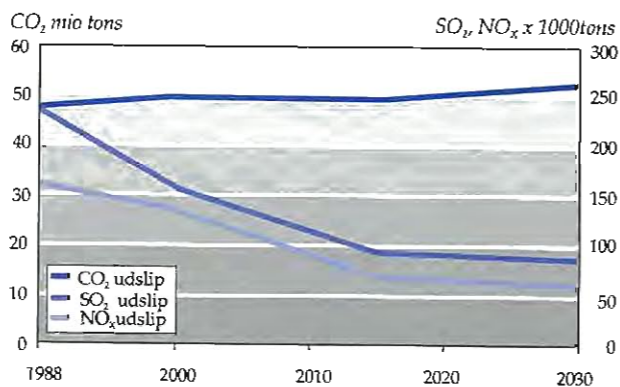
Energi 2000.

Energi 2000 fra april 1990 er energiministeriets senest offentliggjorte samlede energihandlingsplan. Planen omfatter Danmarks totale energiforbrug excl. energiforbruget til transport og ikke-energimæssige formål. Handlingsplanen beskriver en række nye initiativer, der i år 2005 forventes at opfylde målsætningen om en 20%'s reduktion i CO₂-emissionerne. I forhold til 1988 forventes planen i år 2005 at give en knap 30%'s reduktion af CO₂-emissionerne fra energiforbruget excl. transport.

Handlingsplanen indeholder også en basisfremskrivning som udtrykker virkningerne, når den hidtidige udvikling fortsættes under hensyntagen til forventede samfundsmæssige ændringer og vedtagne love (figur 3.2.11 og 3.2.12).



Figur 3.2.11. Energi 2000, udviklingen i bruttoenergiforbrug. Basisforløb. (Kilde: Energi 2000).



Figur 3.2.12. Energi 2000, udviklingen i forureningsudslip. Basis forløb. (Kilde: Energi 2000).

Handlingsplanen indeholder en række initiativer indenfor energibesparelser og -effektivi-

sering, omlægning af forsyningssystemet og anvendelse af mere miljøvenlige energikilder.

På bygningsområdet skærpes kravene til isoleringsstandard i nybyggeriet, og for eksisterende bygninger forstærkes informations- og konsulentordningerne. Samlet vurderes varmemeforbruget reduceret med 10% i forhold til basisforløbet. Med hensyn til husholdningernes elforbrug skønnes indførelse af effektivitetsnormer på de vigtigste husholdningsapparater kombineret med mærkning og information, at medføre en besparelse på 20%. En øget indsats for elbesparelser i den offentlige sektor skønnes at reducere den offentlige sektors elforbrug med 25%. På serviceområdet forventes konsulentbistand samt indførelse af normer og tilsyn med større køle- og fryseanlæg at medføre en besparelse på 20% af elforbruget.

På forsyningssiden regnes med en yderligere naturgas- og fjernvarmetilslutning, omlægning af fjernvarmeværker til decentrale kraftvarmeværker, øget anvendelse af naturgas på kraftværker samt en betydelig udbygning med vindkraft og anvendelse af biomasse.

Samlet set skønnes i Energi 2000 CO₂-emissionerne fra energiforbruget ekskl. transport, at falde ca. 30% i 2005 i forhold til 1988. Tages højde for transporten, som forventes at vokse, skønnes målsætningen om en 20%'s reduktion af CO₂-emissionerne fra energiforbruget således at være opfyldt i år 2005. SO₂- og NO_x-emissionerne forventes reduceret med 60-70%, først og fremmest som følge af renseforanstaltninger.

Opfølgning på Energi 2000.

Siden offentliggørelsen af Energi 2000 er en del af de grundlæggende samfundsøkonomiske forudsætninger blevet revideret, og nogle af handlingsplanens initiativer er gennemført, mens andre ikke er det. Den seneste vurdering af energisektorens udvikling er offentliggjort i energistyrelsens notat 'Energiudviklingen frem til år 2005' (juni 1993). I dette notat er effekten af de vedtagne initiativer samt nogle af de reviderede samfundsøkonomiske forudsætninger vurderet.

Juni 1993 notatet er baseret på en revideret brændsels-, pris-, befolknings- og byggeprog-

nose. Effekten af den nu forventede højere økonomiske vækst (se afsnit 3.1) er derimod ikke vurderet. De reviderede forudsætninger betyder generelt, at energiforbruget forventes at være højere end i Energi 2000. Brændselspriserne forventes at stige langsommere end i Energi 2000, og den langsommere stigning forventes kun delvist opvejet af øgede afgifter. Befolkningsprognosen er revideret så befolkningen i år 2005 nu vurderes at være knap 150.000 personer større end forudsat i Energi 2000. Byggeprognosen er revideret så der nu forventes et årligt boligbyggeri (netto) på ca. 9000 boliger. Dette er ca. det halve af, hvad der er forudsat i Energi 2000. Højere økonomisk vækst, lavere brændselspriser og en større befolkning er faktorer, der vil forøge energiforbruget. Den lavere byggeprognose betyder dels et mindre opvarmet areal og dels en lavere isoleringsstandard for den gennemsnitlige bolig, netto reduceres varmebehovet en smule.

Sammenlignes effekterne af de vedtagne initiativer og initiativerne i handlingsplanen er der behov for yderligere initiativer, hvis handlingsplanens målsætning skal opfyldes.

På boligområdet forventes igangværende tilskudsordninger at give en besparelse på 4 PJ i år 2005. I handlingsplanen er indregnet besparelser på 14 PJ. Husholdningernes elforbrug forventes at stige med 11%, hvor der i handlingsplanen er regnet med et fald på 16%. Differencen skyldes dels en større tilgang af elvarmekunder og en mindre konvertering til andre opvarmningsformer end indregnet i handlingsplanen, og dels at handlingsplanens forudsætning om effektivitetsnormer for hårde hvidevarer ikke er gennemført endnu. For handels- og servicesektoren vurderes primært elforbruget at blive større end i handlingsplanen. En lang række af de virkemidler, der i handlingsplanen er forudsat anvendt, er endnu ikke taget i brug (effektivisering af kontormaskiner, normer for køle/fryseanlæg, udvidet konsulentordning o.s.v.). For produktionssektoren er der ikke indregnet den forventede højere økonomiske vækst, men de lavere brændselspriser og effekten af CO₂-pakken betyder netto et ca. 2% højere energiforbrug i produktionssektoren. Totalt set forventes i år 2005 et energiforbrug på 1988 niveauet, hvor der i handlingsplanen forventedes et fald på 15%.

Hovedkonklusionen i juni 1993 notatet er,

- at udviklingen frem til år 2005 vil resultere i et betydeligt højere slutenergiforbrug end forventet i Energi 2000, såfremt der ikke gennemføres yderligere besparelsesinitiativer,
- at brændselsforbruget med dette slutenergiforbrug kan holdes på det nuværende niveau, forudsat der gennemføres en fortsat udbygning med decentral- og industriel kraftvarme,
- at en reduktion i CO₂-emissionen af den størrelse, der er behov for - såfremt der ikke blev gennemført yderligere besparelses tiltag - måtte forventes at ville kræve betydelige omlægninger i energiproduktionen, hvis denne alene skulle stå for reduktionen.

I forlængelse af disse konklusioner har energiministeren i november 1993 fremlagt en række lovforslag til opfølgning af Energi 2000. Lovforslaget bygger på en uændret målsætning vedrørende CO₂-udslip i 2005.

3.3 Transport

3.3.1 Baggrund og problembeskrivelse

Transportsystemer bidrager til en bred vifte af miljøproblemer på både lokalt, regionalt og globalt niveau, jf. kapitel 2. Markant er ikke mindst vejtrafikkens bidrag til belastning af nærmiljøet i byområder. Dertil kommer trafikens betydelige bidrag til den grænseoverskridende og globale luftforurening, som medvirker til forsurening, eutrofiering, klimaændringer, samt et stort forbrug af ikke-fornybare ressourcer som olie og metaller. Endelig påvirkes natur og landskaber ved etablering og brug af transportanlæg, blandt andet ved at ændre de økologiske betingelser for dyrelivet.

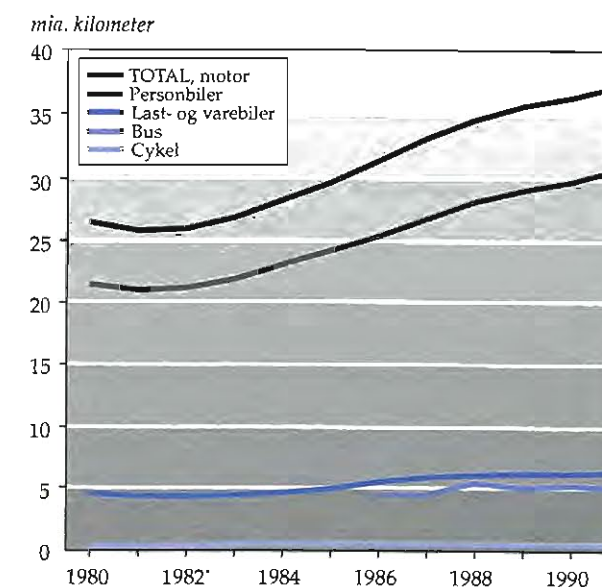
Den forventede udvikling indebærer en fortsat kraftig vækst i trafikken. Der lægges op til en omfattende udbygning og fornyelse af transportsystemerne i de kommende år, såvel herhjemme som på europæisk plan. Som led i fornyelsen gøres en betydelig indsats for at reducere problemer som udslip af luftforurenende stoffer. Indsatsen er begyndt at slå igennem, hvilket kan aflæses i udviklingstendensen for enkelte af miljøproblemerne, mens der for andre fortsat ses en uændret eller endog voksende belastning. Samlet set er de miljømæssige udfordringer i relation til transport store.

I det følgende beskrives nogle af de vigtigste udviklingstræk i trafikken og dens generelle miljøbelastning. I dette afsnit behandles alene de samlede udslip og energiforbruget. Lokale effekter så som støj, ulykker og forringet luftkvalitet i byerne, er behandlet i afsnit 2.3 om bymiljøet. Trafikkens påvirkning af landskaber og økosystemer i det åbne land er behandlet i afsnit 2.6. I afsnittet fokuseres på den indenlandske trafik i Danmark, men der drages også paralleler til situationen i vore nærmeste nabolande.

3.3.2 Udviklingen i transport og trafikarbejdet

Mængden af transport og trafik har stor betydning for miljøet, men de to fænomener

udtrykker forskellige ting. Trafikarbejdet, der måles i kilometer, har den mest direkte betydning, da der er en umiddelbar sammenhæng mellem de tilbagelagte kilometer og f.eks. luftforureningsudslippet. Det samlede transportarbejde måles i personkilometer og tonkilometer, og det udtrykker dermed samfundets brug af transportsystemerne til at fragte varer eller personer. Transportarbejdet kan således godt vokse, uden at det giver mere trafik og forurening, hvis f.eks. transportmidlernes kapacitet udnyttes bedre til at fragte flere personer eller ton pr. kørt kilometer.



Figur 3.3.1. Vejtrafikkens udvikling i Danmark 1980-1991 i milliarder kilometer. TOTAL omfatter kun motoriseret trafik, ikke cykeltrafikken, som først er opgjort fra 1986. (Kilde: Vejdirektoratet, Tal om vejtrafik).

Såvel den samlede trafik som gods- og persontransporten har imidlertid været stærkt stigende siden begyndelsen af 50'erne. Mens 70'erne delvis var præget af stagnationstendenser som følge af olieprisstigningerne, har trafik- og transportudviklingen siden midten af 80'erne igen været kendetegnet af en betydelig vækst. Trafikken med alle (indenlandske) transportmidler er blot mellem 1980 og 1991 steget fra ca. 30,7 til ca. 42,8 mia. tilbagelagte kilometer svarende til en vækst på 40%. Vejtrafikken, som udgør langt hovedparten af trafikken, er vokset endnu mere, nemlig med omkring 42%, jf. figur 3.3.1.

Væksten i trafikken og transporten de seneste 10 år skyldes ikke så meget, at der er transport-

eret en stigende mængde personer og gods. Snarere er der tale om, at de afstande, der tilbagelægges med hver enhed, er vokset. Der køres altså længere ture i dag end for 10 år siden.

Nye undersøgelser viser desuden, at kapacitetsudnyttelsen i personbiler og lastbiler har været faldende. Fra 1981 er antallet af personer per bil i gennemsnit reduceret fra 1,84 til 1,68 eller med 9%. For lastbiler over 6 tons er gennemsnitsudnyttelsen faldet endnu mere, nemlig med 20%. Dette er miljømæssigt set uheldige tendenser.

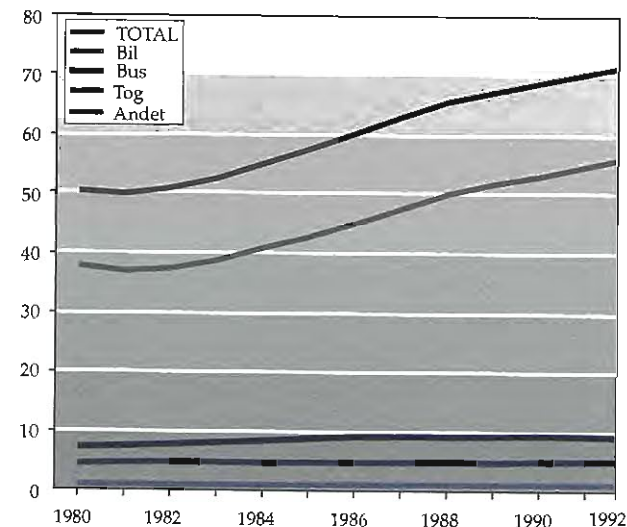
Transportarbejdet har udviklet sig forskelligt for de enkelte transportformer.

Persontransport

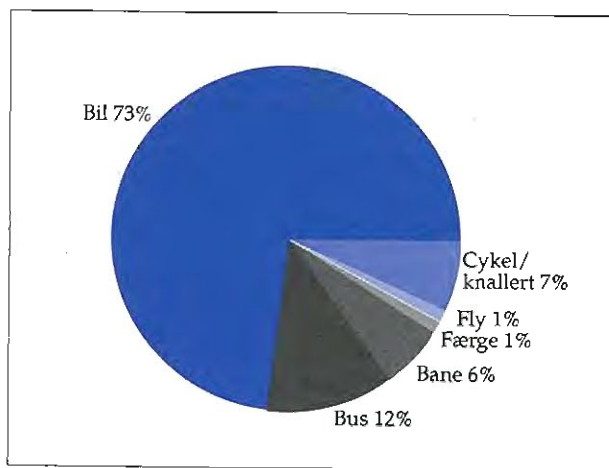
Udviklingen i persontransportarbejdet 1980-91 fremgår af figur 3.3.2, og fordelingen af persontransportarbejdet på transportformer i 1991 er vist i figur 3.3.3.

På persontransportområdet er bilerne helt dominerende i billedet. Det er også mest bilkørslen, der er vokset i de sidste 10 år, mens de andre transportformer har udviklet sig mere moderat. Udviklingen i cykeltrafikken er ikke vist, men af fordelingen fremgår, at cyklerne i dag står for en andel af persontrafikken, som mindst svarer til jernbanernes.

Mio personkilometer



Figur 3.3.2. Det indenlandske persontransportarbejde 1980-1991. Personkilometer fordelt på bil, bus, tog, andet (=fly + færge) excl. cykler. (Kilde: Trafikministeriet, 1993).



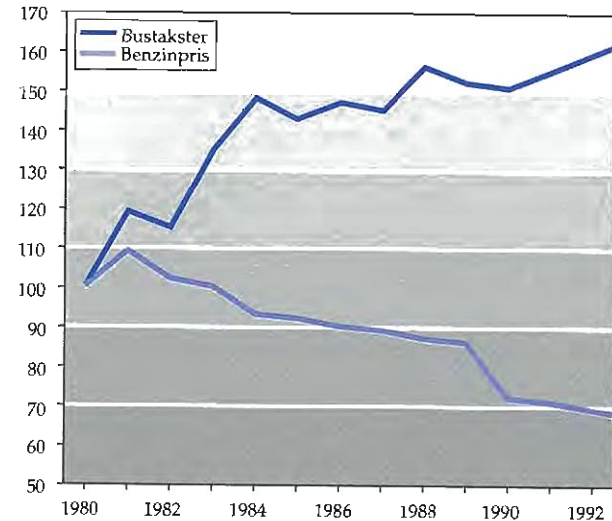
Figur 3.3.3. Fordeling af persontransportarbejdet 1991. (Kilde: Vejdirektoratet, 1992).

Den indenlandske flytransport er vokset endnu mere end biltrafikken, nemlig med ca. 30%, men er stadig af lille omfang målt i personkilometer.

Tog og bustransport er vokset i langt mindre grad end bilkørslen. For busserne er det i øvrigt mest turistbuskørslen der er vokset, mens by- og rutebustrafikken kun er steget med ca. 10% på de 10 år.

Forklaringen på denne udvikling kan være flere ting. Givetvis har det spillet en rolle, at den kollektive trafik i perioden er blevet væsentligt dyrere, mens benzinprisen er blevet billigere, såvel i direkte nominelle priser, som hvis man sætter udviklingen i forhold til de øvrige forbrugerpriser, jf. figur 3.3.4.

1980-1992 Index



Figur 3.3.4. Udvikling i priser på buskørsel og benzin i forhold til forbrugerpriserne siden 1980. (Kilde: Trafikministeriet, 1993).

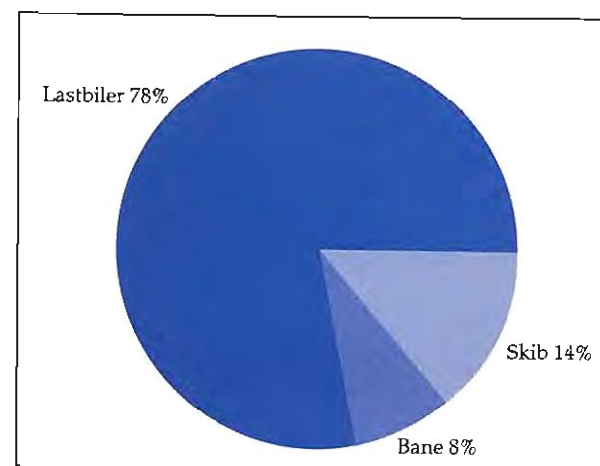
I dag ligger prisen for en liter blyholdig højoktan benzin omkring 30% under den generelle prisudvikling siden 1980, mens bus-taksterne ligger omkring 60% over den generelle udvikling.

Der er ikke gennemført så væsentlige forbedringer i det kollektive trafiktilbud, at det har kunnet opveje den ugunstige prisudvikling.

Godstransport

På godsområdet er det især lastbiltransporten, der er vokset i 80'erne, nemlig med omkring 22%, mens både bane- og skibstransportens omfang er af nogenlunde samme omfang som i 1980. For søtransporten skete i 1984 et stort fald, da en stor del af olien blev ført i pipelines.

Lastbilernes andel af godstransporten er dermed vokset fra at udgøre ca. 70% til ca. 80% af den samlede nationale godstransport, hvis man fraregner pipelines. Dermed er Danmarks lastbilafhængighed på niveau med gennemsnittet i EF, men højere end Norge, Sverige og Finland. Samtidig er der sket en udvikling mod brug af tungere køretøjstyper, idet vogntog nu står for omkring 70% af lastbilernes transportarbejde. De seneste år er udviklingen i lastbiltrafikken imidlertid stagneret. Der har ikke været vækst i trafik med lastbil siden 1989, hvilket hænger sammen med den økonomiske afmatning.



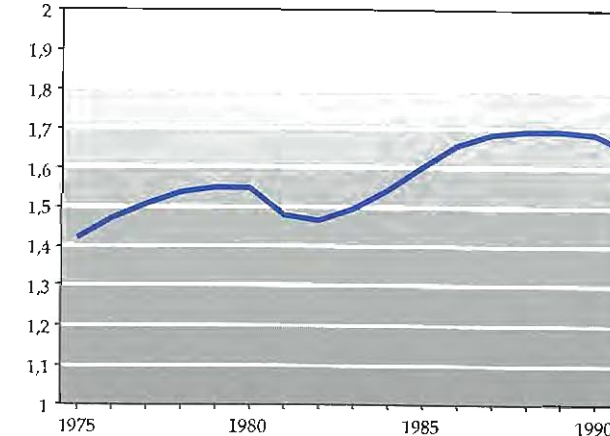
Figur 3.3.5. Fordeling af godstransportarbejdet 1991. (Kilde: Vejdirektoratet, 1992).

3.3.3 Bilparken

Efter en flere årtier lang vækstperiode er personbilparken foreløbig stagneret på et niveau omkring 1,6 mio stk, jf. figur 3.3.6. Udviklingen viste et mindre dyk i starten af 80'erne afløst af et par år med rekordhøje tal for bilkøb, hvorefter den nuværende bestand blev nået ved udgangen af årtiet, ca. 15% over 1980. Denne tendens er kun delvis sammenfaldende med udviklingen i vejtrafikken. Som tidligere vist er personbiltrafikken nemlig fortsat med at vokse ind i 90'erne, selv om nybilsalget altså er stagneret. Dette hænger formentlig sammen med de økonomiske forhold. Mens benzinprisen reelt er faldet siden starten af 80'erne, er det samme ikke tilfældet for prisen på køb af ny bil. Desuden er bilsalget meget følsomt overfor variationer i indkomsterne.

Nyanskaffelse af personbiler opvejes for tiden stort set kun lige af skrotningen. Samtidig bliver bilparken gennemsnitligt ældre. I dag er omkring 34% af personbilerne over 10 år gamle, mod 26% i 1985. Bilkøb på det aktuelle niveau peger umiddelbart mod et fald i bilparken fremover. Imidlertid forventes der ifølge gældende prognoser for samfundsøkonomien ikke et sådant fald. Tværtimod indgår der en betydelig stigning i forbruget af biler og transportydelser i de aktuelle økonomiske fremskrivninger. I den samfundsøkonomiske prognose, der var grundlaget for Regeringens Transporthandlingsplan i 1990 indgik f.eks.,

Mio biler

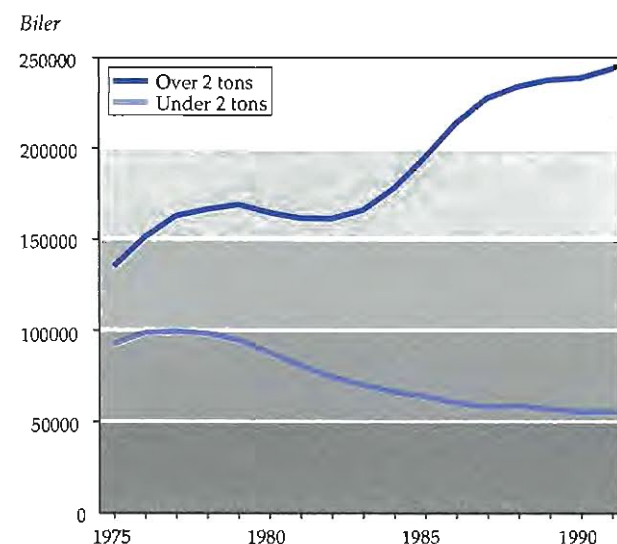


Figur 3.3.6. Udviklingen i personbilparken i Danmark fra 1975 til 1991. Inklusive varebiler under 2 tons, hyrevogne, m.v. (Kilde: Vejdirektoratet, 1992).

at personbilkøen vil vokse til ca. 2,5 millioner biler i år 2010. Dette indebærer en årlig stigning med omkring 40.000 biler, svarende til væksten i midten af 80'erne. Om væksten i bilparken igen bliver af dette omfang er omdiskuteret.

Antallet af små varebiler (under 2 tons) er faldet i de sidste 10 år, men dette er mere end opvejet af stigningen i antallet af større varebiler. Afgiftsforholdene er medvirkende årsag hertil, idet de større varebiler i perioden er blevet forholdsmæssigt billigere. Dette ændres med de nu vedtagne skattelove.

Det samlede antal vare- og lastbiler over 2 tons er fra 1980 til 1991 steget med ca. 50%, jf. figur 3.3.7. Det er især antallet af mellemstore varebiler (2-3 tons), samt de helt store lastbiler, der er vokset. Udviklingen i salget svarer nogenlunde til udviklingen i trafikken med lastbiler, jf. ovenfor.



Figur 3.3.7. Udviklingen i antallet af vare- og lastbiler (over 2 tons) i Danmark 1975-1991. (Kilde: Vejdirektoratet, 1992).

De miljømæssige effekter af udviklingen i personbilkøen vil være to-sidede. På den ene side vil stagnation og tilbagegang for bilparken begrænse den samlede miljøbelastning, som følger af produktion, brug og bortskaffelse af biler, mens en stigning tilsvarende vil øge miljøbelastningen, herunder energiforbrug og udslip af CO₂. På den anden side vil en langsommere udskiftning kunne påvirke den udviklingstakt, hvormed nye biler med katalysator erstatter ældre biler uden forureningsbegrænsende udstyr. Dette har betydning for

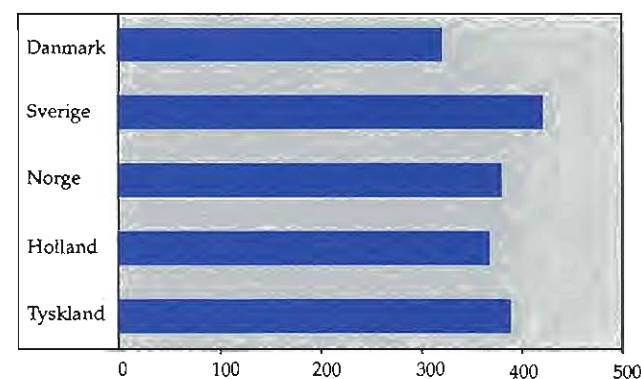
udslippet af kulilte (CO), kulbrinter (HC) og kvælstofoxider (NO_x).

En ny metode til måling af bilernes forurening er taget i brug af Danmarks Miljøundersøgelser. Metoden er baseret på en såkaldt "remote sensing".

Hovedresultatet af de første undersøgelser med denne metode er, at det er en relativt lille del af bilparken, der er ansvarlig for en stor del af forureningen og omvendt. Således bidrager de 60% reneste biler med mindre en 10% af kulilteudslippet, og den mest forurenende procentdel af bilparken forurener lige så meget som de reneste 50%. Undersøgelsen viste også, at andelen af helt rene biler (<1% kulilteudslip) er væsentlig mindre i Danmark (57%) end i Sverige (80%).

Den danske bilparks størrelse afspejler det generelle velstandsniveau, som kendetegner de nordvesteuropæiske lande. Målt med global målestok har Danmark en høj biltæthed, men sammenlignet med en række nabolande er den relativt lav. Dette skyldes forhold som relativ høj befolkningstæthed, god forsyning med kollektiv trafik, betydelig brug af cykler samt en afgiftspolitik, der lægger en dæmper på bilkøbet.

Disse forskelle i forhold til nabolandene påvirker især personbilkøen, mens antallet af vare- og lastbiler svarer mere til niveauet i disse lande. Figur 3.3.8 viser antallet af personbiler pr. 1.000 indbyggere i 5 lande i 1990. (Kilde: Vejdirektoratet, 1992).



Figur 3.3.8. Personbiler pr 1000 indbyggere i 5 lande i 1990, Sverige dog 1989. Tyskland efter genforening. (Kilde: Vejdirektoratet, 1992).

3.3.4 Vejnettet

Vejnettet i Danmark omfatter i alt omkring 71.000 kilometer veje, heraf 650 km motorveje. Det danske vejnet er af høj international standard og motorvejsnettet er godt udbygget, sammenlignet med en række andre lande. Målt pr. indbygger er motorvejsnettet af samme længde som i Sverige og lidt lavere end i Tyskland og Holland. Pr. bil er motorvejsnettet i Danmark derimod længere end i både Sverige og Tyskland, men lavere end i Holland.

Ifølge de hidtidige planer er der lagt op til at udvide motorvejsnettet i Danmark med omkring 50% frem til omkring år 2000. Heri indgår især en række strækninger i Jylland. Udbyningsplanerne er for øjeblikket under revision.

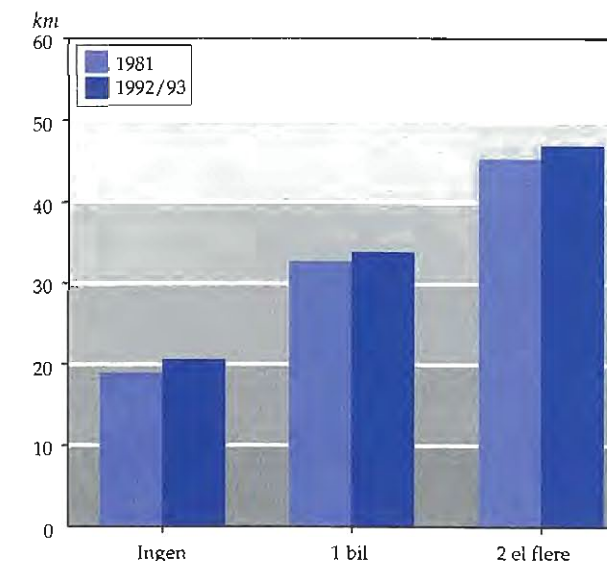
3.3.5 Ture og rejser

Der rejses over stadig større afstande i den daglige trafik. Det gennemsnitlige daglige rejseomfang for voksne danskere er omkring 32,5 kilometer pr. dag. Rejsevaneundersøgelser viser, at de daglige ture siden 1981 er blevet ca. 10% længere.

Rejseomfanget for den enkelte afhænger af forhold som indkomst, beskæftigelse, køn, bopæl og hvorvidt husstanden ejer en bil. Figur 3.3.9 viser den daglige transport i 1981 og 1992 for husstande med forskellig rådighed over bil.

Det fremgår af figuren, at personer i husstande, der har rådighed over en bil har et større samlet transportforbrug end personer i husstande uden bil, ca. 13 km eller 65% længere. Transporten øger til omkring 47 km/dag, hvis husstanden råder over 2 eller flere biler, hvor forbruget altså er mere end dobbelt så stort som for personer i familier uden bil.

Familier med stort transportbehov og tilstrækkelig økonomi vil typisk anskaffe en eller flere biler, men bilen åbner også i sig selv for et øget transportforbrug, idet en større variation af arbejds-, forbrugs- og rekreative muligheder kommer indenfor familiens rækkevidde uden øget tidsforbrug. Personer uden rådighed over bil har til gengæld ca. dobbelt så stort forbrug af kollektiv transport som bilejere, og de cykler også godt og vel dobbelt så meget.



Figur 3.3.9. Daglig transport i 1981 og 1992 for husstande med forskellig rådighed over bil. Forløbige tal for 1992/1993. (Kilde: Trafikministeriet og Danmarks Statistik).

Tidsforbruget til transport er noget omdiskuteret. Der er ingen tvivl om at transporttiden i dagligdagen opleves som en belastning for mange. Nogle undersøgelser hævder, at der i dag bruges betydelig mere tid til transport end for bare 10 år siden, især hos kvinder. Andre undersøgelser tyder på at tidsforbruget er ret konstant over årene. Ifølge disse undersøgelser bruger hver voksen dansker i dag omkring 1 time pr. dag til at transportere sig.

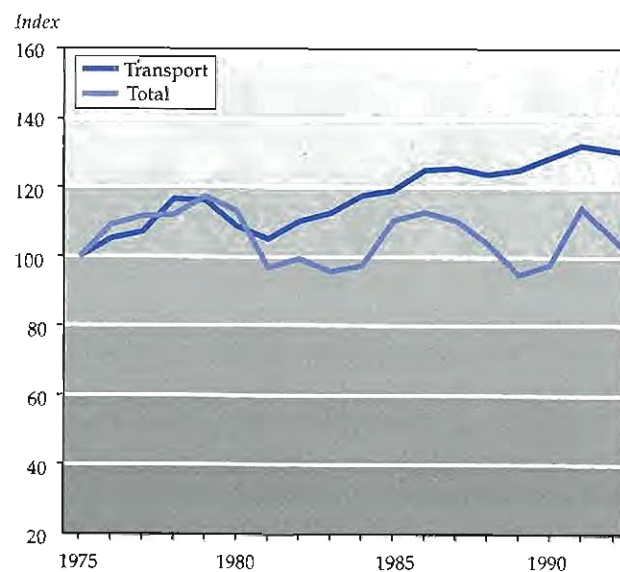
3.3.6 Transportsektorens energiforbrug

Den indenlandske transports andel af det samlede energiforbrug var i 1992 på omkring 20%. I dette tal indgår også transittrafikens energiforbrug i det omfang transportmidlerne har tanket op i Danmark. Medtages også den internationale trafik, altså energiforbruget til bunkring af fly og skibe i udenrigsfart, bliver transportens andel af det samlede forbrug omkring 27%.

Udviklingen i trafikens energiforbrug fremgår af figur 3.3.10.

Transportens energiforbrug har været stærkt stigende igennem 80'erne. I 1992 var forbruget mere end 25% højere end i 1981.

Dermed er transportens forbrug vokset væsentlig mere end de øvrige sektorer, jf. afsnit 3.2.



Figur 3.3.10. Udviklingen i trafikens energiforbrug sammenholdt med det samlede forbrug i alle sektorer. Index 1975 = 100. (Kilde: Energistyrelsen, 1993).

Der er heller ikke sket helt de samme energimæssige effektiviseringer på transportområdet som i husholdningerne og industrien, selv om forbruget pr. person- og tonkilometer dog er noget lavere i dag end det var i 1980.

Det skal påpeges, at der er visse usikkerheder i opgørelserne af transportenergiforbruget, som kan indebære en vis overvurdering af forbruget. Dette har dog næppe større betydning for udviklingstendensen over et længere tidsrum. Vejtrafikken står for langt den største del af transportenergiforbruget, nemlig omkring 90%. Vejtrafikens andel af det samlede energiforbrug er altså større end dennes andel af både trafikken og transporten. Dette indikerer, at vejtransporten generelt er noget mindre energieffektiv end gennemsnittet.

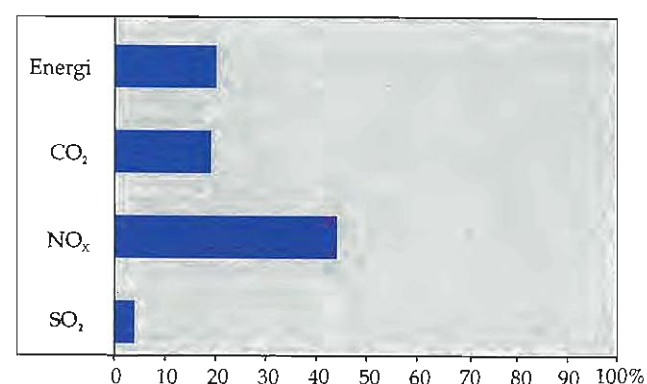
Trafikken kræver som nævnt en voksende andel af det samlede energiforbrug. Endnu mere markant er dette for olieforbruget, som trafikken er næsten 100% afhængig af.

Transportens afhængighed af olie er medvirkende til at øge de miljømæssige risici, som knytter sig til international distribution af olieprodukter. Mest tydeligt viser dette sig i forbindelse med de store tankskibsulykker, som med jævne mellemrum forårsager udstrømning af større oliemængder i havområderne. Olieforureningen af havene er dog i højere grad resultatet af mere rutinemæssige

udtømming fra skibsfarten, end den skyldes egentlige ulykker.

3.3.7 Transportens luftforurening

Transporten bidrager især til udslip af kulilte (CO), kulbrinte forbindelser (HC), kvælstofoxider (NO_x) og sodpartikler. Disse stoffer er alle sundhedsskadelige for mennesker, mens NO_x og HC endvidere medvirker til regionale luftforureningsproblemer. Bidraget fra transporten til udslip af svovldioxid (SO₂), der også belastar miljøet regionalt, er derimod lille. Derudover bidrager transporten til en stor del af CO₂-udslippet, jf. afsnit 3.2

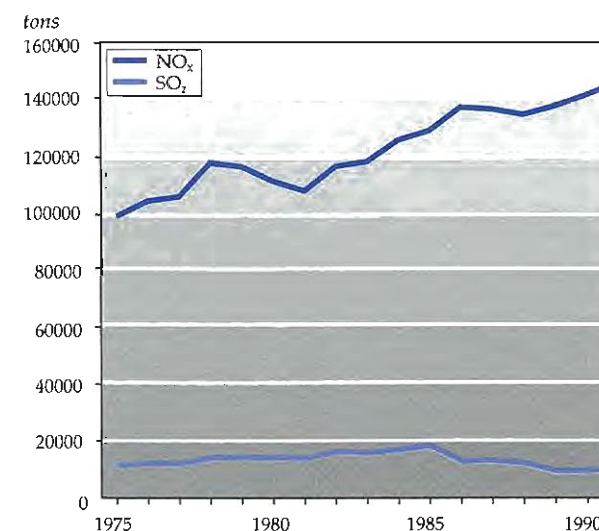


Figur 3.3.11. Transportsektorens andele af energiforbrug og udslip i 1991/92. (Kilde: Risø).

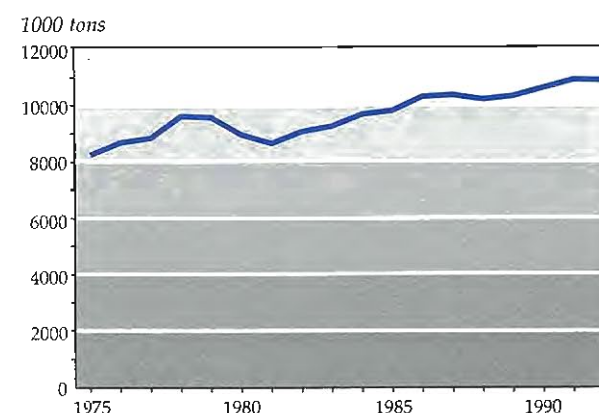
Transportens bidrag til udslippet af NO_x er således omkring 43%, og til kuldioxid-udslippet (CO₂) er det omkring 20%, nogenlunde svarende til transportens andel af energiforbruget. Olie og benzin giver dog lidt mindre CO₂ pr. energienhed end det kul, der anvendes i kraftværkerne. Transportsektorens andel af energiforbrug og udslip i 1991/92 fremgår af figur 3.3.11. Udslippet af NO_x, SO₂ og CO₂ fremgår af figurene 3.3.12 og 3.3.13.

Fra 1975 til 1991 har udslippet været voksende for NO_x og CO₂. At SO₂-udslippet samtidig har været svagt faldende har dog som nævnt mindre betydning i denne sammenhæng.

Udslippets størrelse og sammensætning hænger tæt sammen med mængden og kvaliteten af det forbrugte brændstof. Lige så væsentlig er transportmidlernes teknologi, herunder motorenes energieffektivitet og forureningsbegrænsende udstyr. Udviklingen i det samlede



Figur 3.3.12. Udviklingen i udslip af NO_x og SO₂ fra indenlandsk transport 1975 - 91. (Kilde: Risø).

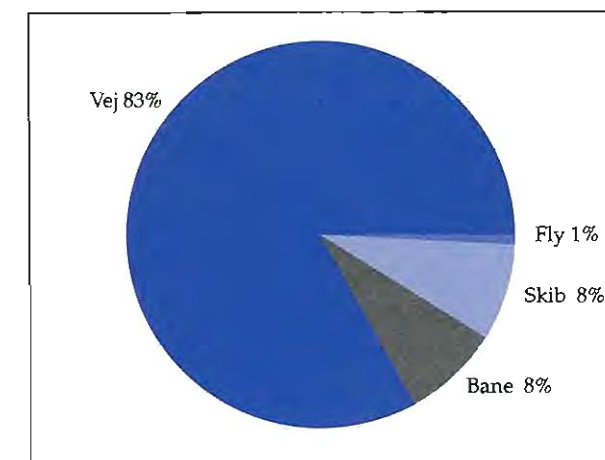


Figur 3.3.13. Udviklingen i udslippet af CO₂ fra indenlandsk transport 1975 - 1992. (Kilde: Risø).

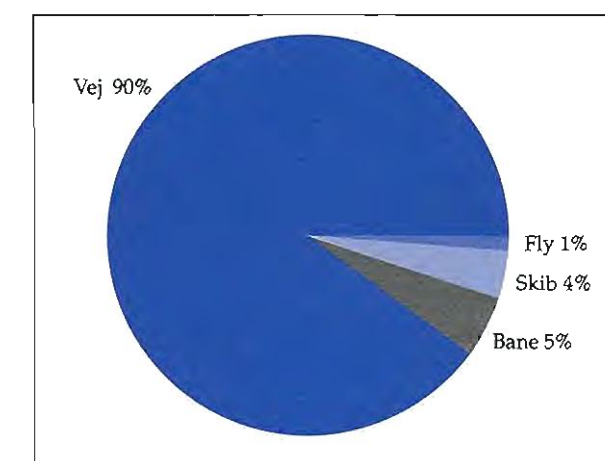
udslip afhænger selvfølgelig også af, hvor meget trafikken vokser.

De miljømæssige effekter af udslippet afhænger af hvor udslippet sker og hvordan det spredes. En betydelig del af udslippet fra biler og busser sker i tætte byområder, hvor de sundhedsmæssige effekter af forureningen er størst. Groft regnet 30% af banetraffikkens udslip sker via kraftværker. Skibs- og flytraffikkens emissioner sker overvejende i mindre sårbare omgivelser. For flytraffikkens vedkommende sker en del af udslippene dog i stor højde, hvor en række af stofferne kan have betydeligt større klimamæssig effekt end udslip ved jord højde. For CO₂ spiller det derimod ingen rolle, hvor udslippet sker.

Vejtrafikken, dvs biler, busser og motorcykler, står for langt den største del af trafikens samlede luftforureningsudslip, jf. figur 3.3.14 og



Figur 3.3.14. Fordeling af NO_x-udslip fra indenlandsk transport i 1988. (Kilde: Transporthandlingsplanen).



Figur 3.3.15. Fordeling af CO₂-udslip fra indenlandsk transport i 1988. (Kilde: Transporthandlingsplanen).

3.3.15. Vejtraffikkens andel er dog forskellig for de enkelte stoffer. Udslip af svovldioxid skyldes f.eks. i højere grad skibstrafik.

Der er i de seneste år vedtaget skærpede krav til udslippet fra personbiler og lastbiler. Nye personbiler skal i dag overholde krav til udslip af NO_x, HC og CO, der forudsætter katalysator. Nye dieseldrevne biler skal derudover overholde krav til udslippet af sodpartikler.

3.3.8 Handlingsplaner og politik

Transporthandlingsplanen

Der har de senere år været en stigende erkendelse af det uholdbare i trafikens miljøbelastning. Dette har givet sig udslag i udarbejdelse

af handlingsplaner for bæredygtig transport, fra såvel dansk side som fra EF.

I 1990 fremlagde Regeringen en transport-handlingsplan for miljø og udvikling. I handlingsplanen er en række af de trafikrelaterede miljøproblemer opgjort - det gælder såvel de globale som de regionale og lokale miljøproblemer - og der opstilles målsætninger for reduktion af miljøbelastningen fra transport-sektoren.

Følgende måltal opstilles i forhold til niveauet i 1988:

- En stabilisering af energiforbruget og CO₂ emissionerne inden år 2005 samt en reduktion på 25% frem til år 2030.
- En reduktion af NO_x og HC emissionerne på mindst 40% inden år 2000, en reduktion på 60% inden år 2010 samt en yderligere reduktion frem til år 2030.
- En halvering af partikeludslippet i byerne frem til år 2010 samt en yderligere reduktion frem til år 2030.
- En reduktion af antallet af støjbelastede boliger. Boliger der er belastet med et støjniveau på over 55 dB(A), skal så vidt muligt nedbringes. Herunder må højst 100.000 boliger være belastet med et støjniveau på over 65 dB(A) i år 2010.

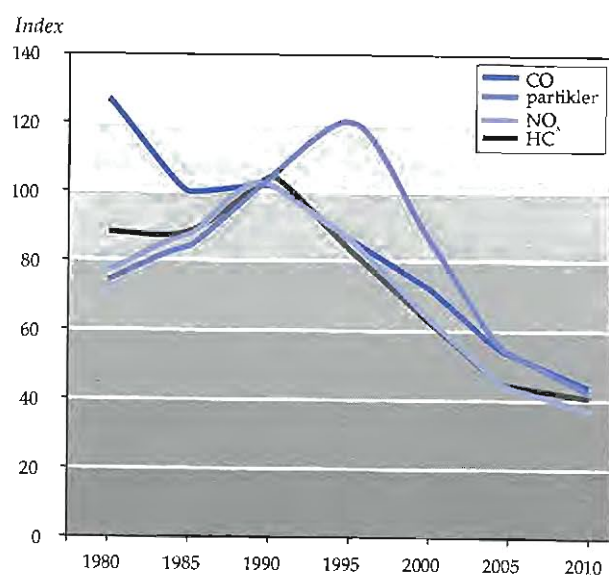
Opfølgning af handlingsplanen

Af de ovennævnte målsætninger, vurderes målet for reduktion af energiforbrug og CO₂ emissioner at blive det vanskeligste at opfylde.

Derimod forventes det, at vejtrafikkens samlede udslip af de såkaldte regulerede stoffer (NO_x, HC og CO og partikler) vil mindskes betydeligt i de kommende år som følge af skærpede krav til bilparken. Skærpede krav til personbiler forventes at træde i kraft i EF i henholdsvis 1997 og 2000. Også nye varebiler, lastbiler og busser skal fra år overholde væsentlig skrapere krav end hidtil. Disse krav vil blive skærpet yderligere fremover.

Miljøstyrelsen har beregnet det forventede totale udslip af de regulerede stoffer i perioden

1980 til 2010, med udgangspunkt i Vejdirektoratets hidtidige forudsætninger om den fremtidige trafikvækst fra 1990-2010 og med antagelser om effekten af de skærpede krav. Der er her indregnet både de allerede indførte krav og de krav, som forventes indført i 1997 og 2000. Resultatet af beregningerne fremgår af figur 3.3.16.



Figur 3.3.16. Udslip fra vejtrafikken 1980 - 2010. Indeks 1988 = 100. (Kilde: Miljøstyrelsen).

Sammenholdes udviklingen med 1988 som udgangspunkt forventes det i følge beregningen, at bilernes forurening er reduceret med omkring 60% i år 2010 for alle stofferne.

Kulilte-forureningen har allerede været på vej nedad i en årrække, hvilket blandt andet skyldes, at personbilernes motorteknologi med årene er blevet bedre. Partikel-udslippet "vender" først lidt efter de øvrige stoffer, da det især er dieselkøretøjerne, der udsender sodpartikler. Kravene til partikeludslip er kommet senere end til de øvrige regulerede stoffer.

Miljøstyrelsen har ikke beregnet udviklingen i udslippet af CO₂ (kuldioxid) fra vejtrafikken, da der ikke er fastsat regler om emission af CO₂. Netop af samme grund må det forventes, at udslippet vil vokse i takt og med energiforbruget, såfremt der ikke gennemføres andre initiativer.

Som led i arbejdet med handlingsplaner udarbejder Trafikministeriet fremskrivninger af den samlede transport og trafikens energi-

forbrug og luftforurening, som disse forventes at være år 2010.

Fremskrivningerne er baseret på forventninger til den økonomiske vækst, kombineret med skøn over udviklingen i trafikale forhold samt forudsætninger om energi til og udslip fra de enkelte transportmidler. Forudsætningerne svarer i store træk til, hvad der er lagt til grund for beregningerne af bilernes udslip ovenfor. I de seneste prognoser er der taget udgangspunkt i en forventet årlig vækst i Bruttonationalproduktet (BNP) på 2,25% og i Bruttofaktorindkomsten (BFI) + Import på 2,75%. Udviklingen i disse størrelser anses for at være bestemmende for væksten i efterspørgslen efter hhv persontransport og gods-transportydelser. Herefter er foretaget skøn over, hvordan den øgede efterspørgsel vil fordele sig på forskellige transportformer, bil, tog, skib mv., og hvordan belægningsen vil være i hvert enkelt transportmiddel. Dermed opnås et skøn for trafikens udvikling, som viser, at persontrafikken vil stige med ca. 40% og godstrafikken med ca. 60% frem til år 2010.

Endelig er der skønnet over udviklingen i brugen af drivmiddeltyper og det specifikke energiforbrug og forureningsudslip pr. km for hvert transportmiddel. Man regner her med, at de enkelte transportmiddeltyper vil blive omkring 10-15% mere energieffektive i år 2010 og desuden indregnes, at de øgede krav som stilles til udslippet af forurenende stoffer for de forskellige transportmidler vil slå igennem efterhånden. Der er dog ikke her inddraget de krav, som man regner med at indføre fra år 2000.

Resultatet af Trafikministeriets prognose med hensyn til luftforureningsudslip fremgår af figur 3.3.17.

Ifølge beregningerne vil der ske en væsentlig reduktion af udslippet af alle de analyserede stoffer, - undtagen CO₂, som forventes at vokse med omkring 16% i en situation uden nye indgreb. Beregningerne viser således, at udslippet af CO₂ fremover vil være blandt de mest kritiske luftforureningsproblemer i transportsektorens udvikling.

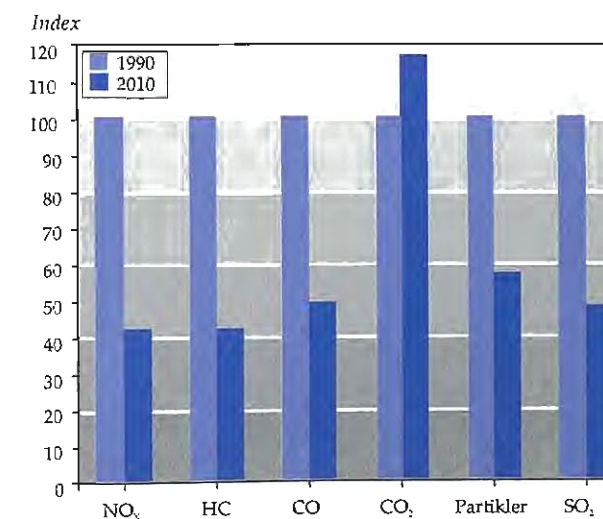
Reduktionen for de øvrige stoffer vil blive i størrelsesordenen 50 - 60%, dog kun omkring 40% for partikeludslippet. Disse reduktioner

følger af teknologiske forbedringer og politiske foranstaltninger, som allerede er vedtaget, jf. ovenfor.

Som nævnt er det i beregningerne forudsat, at den teknologiske udvikling i sig selv vil medføre, at transportmidlerne i år 2010 er noget mere energieffektive. Det er naturligvis et spørgsmål, om dette resultat opnås uden vedtagelsen af initiativer. Hvis ikke denne forudsætning holder, kan der i værste fald blive tale om yderligere stigninger i CO₂-udslippet.

I beregningerne indgår ikke den internationale trafik med fly og skibe, som repræsenterer et betydeligt energiforbrug og forureningsudslip. Ikke mindst på skibstrafikområdet kan det vise sig vanskeligt at gennemføre internationalt forpligtende foranstaltninger overfor udslippet, som er lige så effektive som på vejtrafikområdet.

I slutningen af 1993 forventes det at Regeringen fremlægger en redegørelse for den fremtidige trafikpolitik frem til år 2005. Redegørelsen vil indeholde en investeringsplan frem til år 2005, der omfatter anlægsarbejder og investeringer til at understøtte en bæredygtig trafikpolitik. Samtidig vil redegørelsen indeholde en status for opfølgning af transport-handlingsplanen fra 1990. Der vil blive formuleret en strategi for, hvordan energi- og miljømålene fra transport-handlingsplanen kan opfyldes.



Figur 3.3.17. De samlede udslip fra indenlandsk transport i hhv 1990 og 2010 med vedtagne krav. Index: 1990=100. (Kilde: Trafikministeriet).

Et vigtigt virkemiddel i forhold til at begrænse transportsektorens miljøbelastning er afgifter. Afgifter i transportsektoren kan påvirke miljøbelastningen ved at medvirke til at den samlede efterspørgsel efter transport begrænses, samt ved at ændre efterspørgslen således, at de mindst miljøbelastende muligheder vælges, det være sig transportformer, brændstof-typer, biltyper etc.

Vejtransporten er belagt med en række forskellige afgifter. De vigtigste afgiftstyper er registreringsafgift, vægtafgift og brændstofafgift. Afgiftsbelastningen af transportsektoren har allerede en begrænsende effekt i forhold til de transportrelaterede miljøproblemer. Vigtigst i denne forbindelse er registreringsafgiften, der betyder at Danmark har en lavere biltæthed pr. indbygger end de fleste andre vesteuropæiske lande, samt afgiftsdifferentieringen mellem blyholdig og blyfri benzin, der har betydet at den blyfri benzin har overtaget størstedelen af markedet i løbet af en kort årrække.

I forbindelse med skattereformen er det blevet besluttet at benzinafgifterne frem til 1998 gradvis skal stige med 47 øre pr. l. samt med yderligere 46 øre pr. l. under forudsætning af en tilsvarende tysk afgiftsforhøjelse. Det vil i forhold til prisniveauet på benzin idag betyde en stigning på hhv. ca. 8% og ca. 16%. I forbindelse med fremsættelsen af lovforslaget er de miljømæssige konsekvenser af afgiftsstigningen vurderet. Med nogen usikkerhed skønnes det, at benzinforbruget vil falde med ca. 4% over en 5 års periode. Den samlede skatteomlægning forventes imidlertid at medføre en stimulering af den danske økonomi, hvilket kan føre til øget benzinforbrug. Skattereformen ventes således ikke at medføre nogen nævneværdig nettoændring i benzinforbruget.

3.4 Produktion i det åbne land: - landbrug og skovbrug

3.4.1 Baggrund og problembeskrivelse

Produktionen i det åbne land omfatter udnyttelse af jorden til produktion af afgrøder og animalske produkter (landbrug og gartneri) samt produktion af træ og træprodukter (skovbrug).

Land- og skovbrugssektoren spiller en central rolle for udviklingen i Danmarks natur og miljø. Det danske landskabsbillede afspejler udnyttelsen af jorden til produktion, og i modsætning til f.eks. vore nordiske nabolande finder man ikke meget vildmarksnatur i Danmark. En stor del af de danske naturværdier er m.a.o. resultat af en vekselvirkning mellem natur og menneske, og deres videre skæbne er således også afhængig af en menneskelig forvaltning af disse værdier. Landbrugsdriften beslaglægger i dag ca. 65 % af landets areal, mens skovejendomme dækker 12% af landet. Land- og skovbrugssektoren forvalter således ialt 77% af landets areal, og udover at have massiv betydning for landskabsbilledet samt agerlandets biotoper og økossystemer, påvirker især landbrugsdriften de omgivende økosystemer ved tab af bl.a. næringsstoffer og kemiske stoffer til omgivelserne, og er dermed hovedansvarlig for en række af de væsentligste nationale miljøproblemer, beskrevet i de foregående kapitler: Eutrofiering af overfladevande, kontaminering af grundvandsressourcer og tab af biodiversitet. Skovene har dog samtidig en positiv virkning på miljøet ved binding af CO₂, sikring af grundvandsressourcernes kvalitet samt ved den lægørende virkning. Skovene rummer endvidere en betydelig del af den danske flora og fauna, og tilstedeværelsen af skovene er således med til at sikre den biologiske mangfoldighed, jf. kapitel 2.

I et historisk tilbageblik kan der findes adskillige eksempler på, at landbrugsdrift i lokale områder har haft fatale konsekvenser for et lokalt eller regionalt områdes natur. Situationen idag er imidlertid karakteriseret af en økologisk ubalance i national skala i forholdet mellem landbruget og det omgivende miljø, og denne udvikling er forårsaget af en generel og vold-

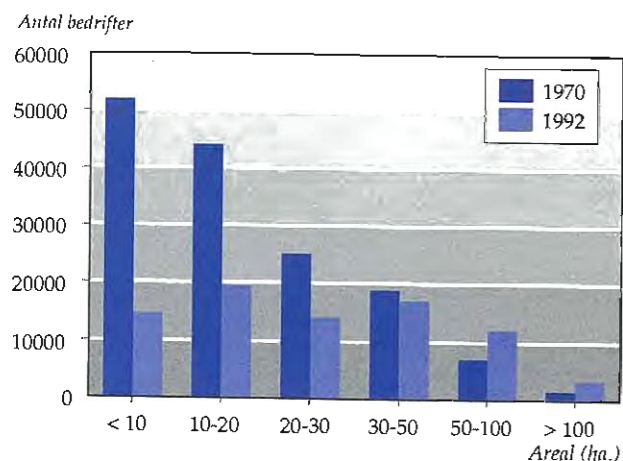
som intensivering og industrialisering af fødevarerproduktionen.

Landbrugsproduktion og fødevarerforædling har tidligere været grundstammen i Danmarks erhvervsudvikling, og har i forlængelse heraf været genstand for betydelig national erhvervs-politisk opmærksomhed. Udviklingen af landbruget er imidlertid ikke blot betinget af den nationale politik, men i stigende grad af den internationale udvikling i handelen med landbrugsvarer samt rammerne for denne udvikling. Med Danmarks tilslutning til EF i 1972 blev den fælles europæiske landbrugs-politik en afgørende faktor bag erhvervets udvikling. Forfølgelsen af den europæiske landbrugs politik oprindelige målsætning: Selvforsyning med de vigtigste fødevarer i EF, gennem produktionsstøtte, opmuntrede til en kraftig produktionsvækst. Med den seneste reform af EF's landbrugs politik - den såkaldte MacSharry-reform - er der imidlertid lagt op til et kursskifte, hvor produktionsmålsætningen dæmpes og hvor der er forsøg på at integrere miljøhensyn i landbrugspolitikken. Den videre skæbne for den fælles europæiske landbrugs-politik kan få afgørende indflydelse på landbrugsstrukturelle udvikling og for erhvervets miljøpåvirkninger.

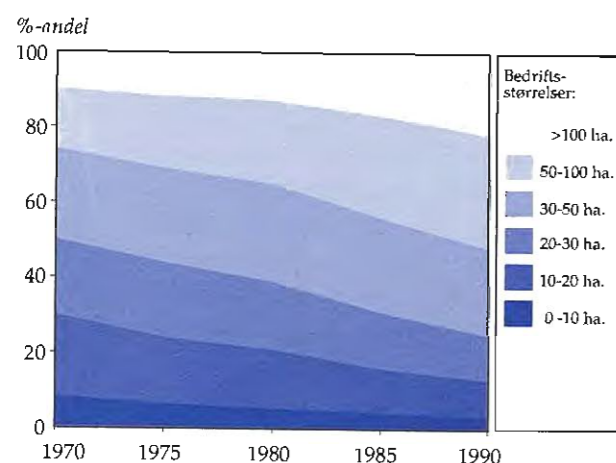
I det følgende gennemgås udviklingen i land- og skovbrugets produktion og produktionsstruktur, erhvervenes samfundsøkonomiske betydning samt de positive og negative påvirkninger af miljø og natur, som landbrugsdriften og skovdriften medfører. Endvidere resumeres de vigtigste politiske foranstaltninger med miljømæssigt sigte eller konsekvens, der er gennemført overfor erhvervene, og der gives et bud på deres effekter.

3.4.2 Produktionsstrukturen

Udviklingen i landbrugets produktionsstruktur i de sidste 20 år er nedenfor belyst v.h.a. en række indikatorer: Udviklingen i landbrugets ejendomsstruktur (figur 3.4.1), fordelingen af arealet på bedriftstørrelsesgrupper (figur 3.4.2), specialiseringsgraden (figur 3.4.3), udviklingen i vegetabilsk, hhv. animalsk produktion (figur 3.4.4), udviklingen i det dyrkede areals anvendelse (figur 3.4.5) og udviklingen i husdyrholdet (figur 3.4.6).



Figur 3.4.1. Udviklingen i landbrugets ejendomsstruktur 1970-1992. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik).



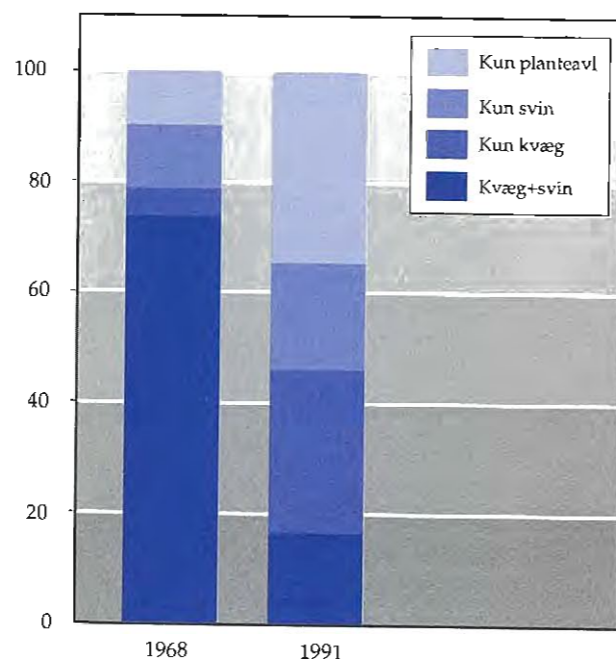
Figur 3.4.2. Jordbrugsarealets fordeling på bedriftsstørrelsesgrupper 1970-1990. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik).

Det fremgår af figur 3.4.1, at der siden 1970 er sket et betydeligt fald i det samlede antal bedrifter, og at der er sket en forskydning i størrelsessammensætningen imod stadig større brug.

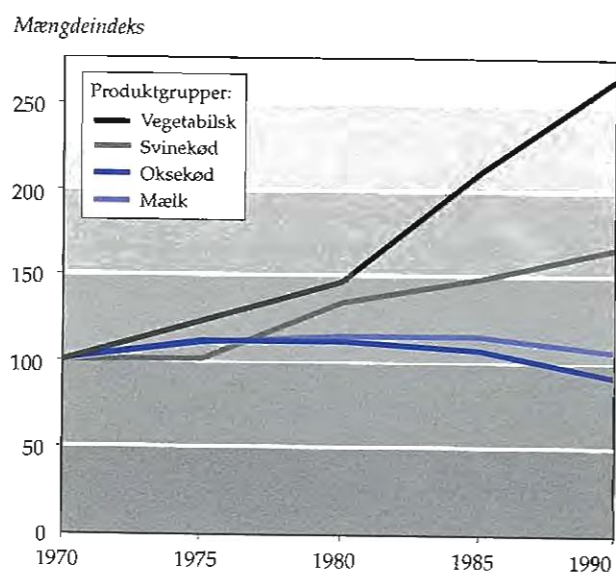
Figur 3.4.2 viser udviklingen i det samlede jordbrugsareals fordeling på bedriftsstørrelsesgrupper, og det fremgår heraf, at tendensen til koncentration af jorden på større bedrifter fortsætter.

Parallelt med denne udvikling er landbrugsbedrifternes produktion blevet mere specialiseret, hvilket fremgår af figur 3.4.3, der viser de relative andele af fire bedriftskategorier: Kvægbrug, svinebrug, blandede husdyrbrug og plantealvsbrug, i hhv. 1970 og 1991. Det er først og fremmest plantealvsproduktionen, der er vokset i løbet af de sidste 20 år, men også

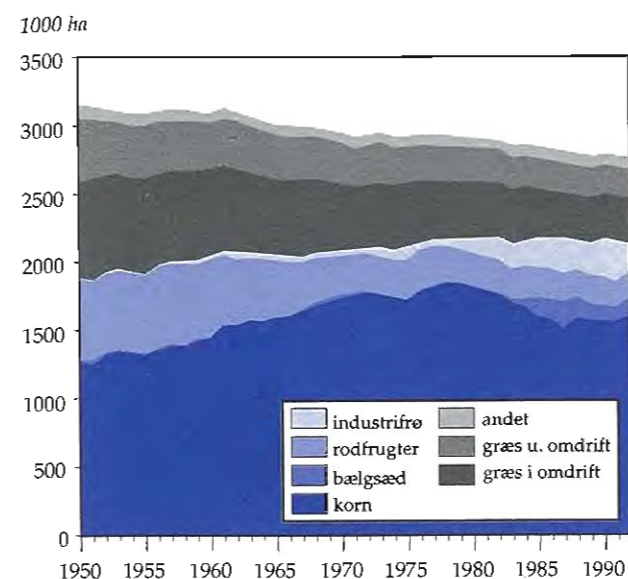
svineproduktionen har taget fart i de seneste år, som det fremgår af figur 3.4.4, der viser udviklingen i mængdeindeks for produktionen på produktgrupper. Mens det samlede kvæghold, målt som antal individer på et givet tidspunkt, er reduceret fra 3,1 mill. stk. i 1950 til 2,2 mill. stk. i 1992, er svineholdet øget fra 3,2 mill. stk. i 1950 til 10,5 mill. stk. i 1992 (jf. figur 3.4.6). Stigningen i antallet af svin har medført at den totale mængde producerede husdyrgødning er steget.



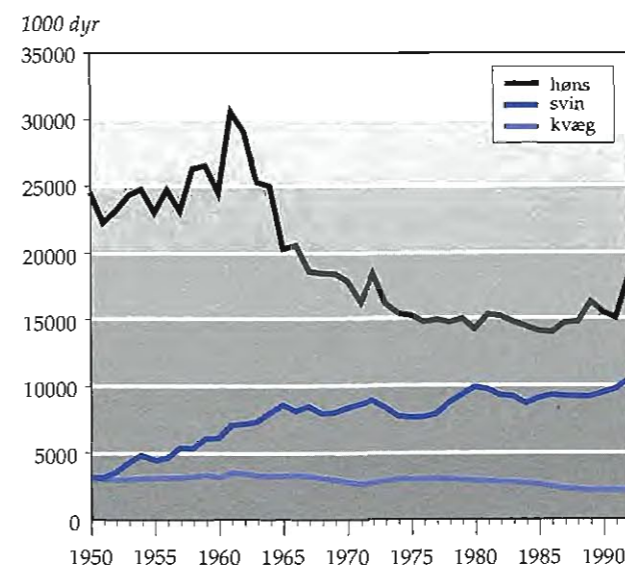
Figur 3.4.3. Specialiseringen i dansk landbrug: Den relative fordeling på bedriftskategorier. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik).



Figur 3.4.4. Den mængdemæssige udvikling i produktionen af udvalgte produktgrupper 1970-1990. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik).

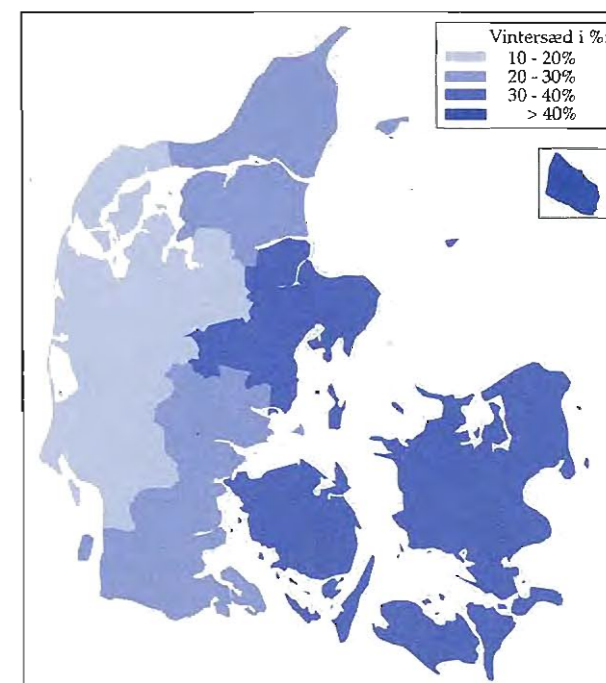


Figur 3.4.5. Udviklingen i det dyrkede areals anvendelse i perioden 1950-1992. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik).

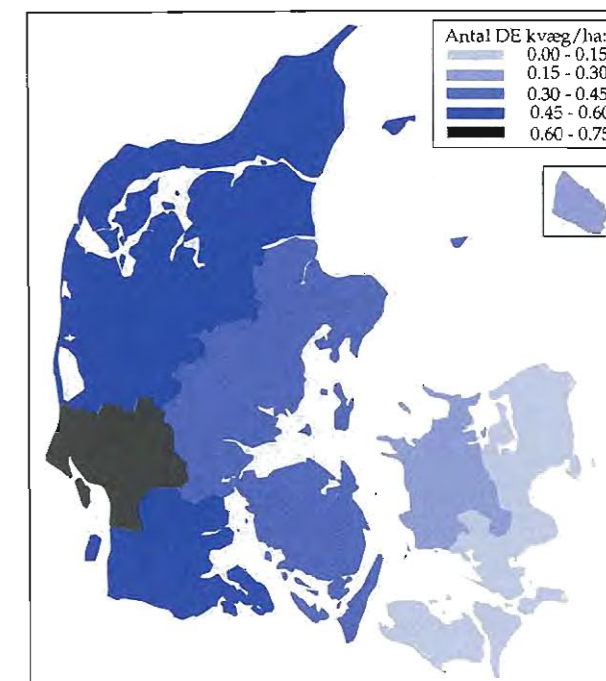


Figur 3.4.6. Antallet af husdyr i dansk landbrug i perioden 1950-1992. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik).

Udviklingen i det dyrkede landbrugsareals anvendelse fremgår af figur 3.4.5. Størrelsen af det dyrkede landbrugsareal er i perioden 1950-1992 faldet med næsten 400.000 ha svarende til ca. 12 %. Derudover er der sket en forskydning i afgrødefordelingen. Arealet med korn er således steget med 335.000 ha i perioden. Stigningen kan henføres til en stigning i arealet med vårsæd i begyndelsen af perioden. Størrelsen af det totale kornareal var størst i slutningen af 70'erne, og der har været en forskydning fra vårsæd til vintersæd i slutningen af perioden. Arealer med rodfrugter og græs er gået betydeligt tilbage i perioden.



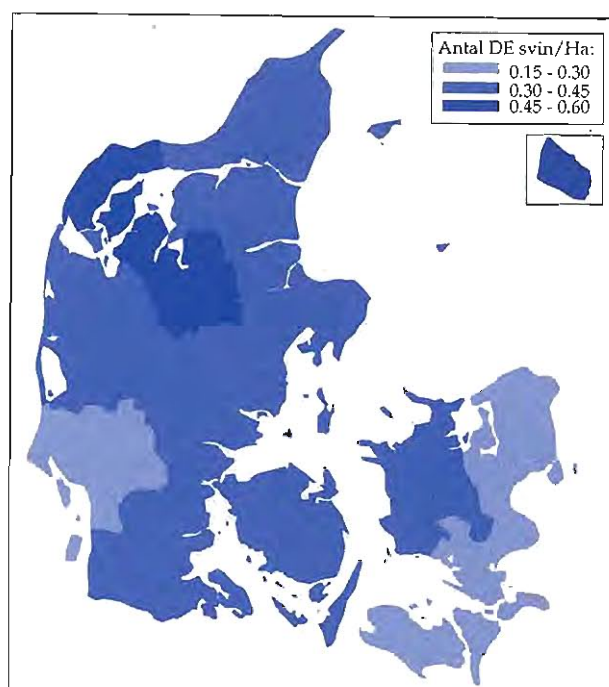
Figur 3.4.7. Areal med vintersæd i % af det samlede dyrkede landbrugsareal i 1991. (Kilde: Skop, 1993 (A)).



Figur 3.4.8. Antal dyreenheder kvæg pr. ha landbrugsareal i 1991. (Kilde: Skop, 1993 (A)).

Tilbagegangen i disse arealer, som primært er grovfoderarealer, har været størst for øerne, hvor tilbagegangen i kvægbestanden har været meget markant.

Der er tillige sket en geografisk forskydning af produktionstrukturen, hvilket kan ses af



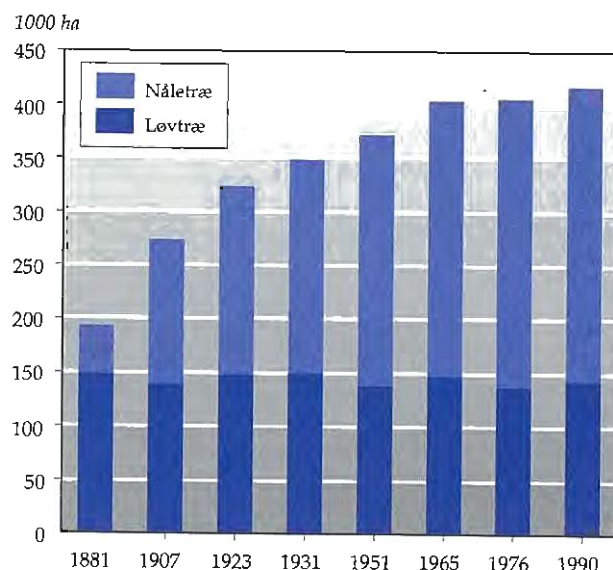
Figur 3.4.9. Antal dyreenheder svin pr. ha landbrugsareal i 1991. (Kilde: Skop, 1993 (A)).

figurerne 3.4.7 - 3.4.9. Kvægholdet er koncentreret i Vestdanmark, mens den regionale variation i svineholdet er mere usystematisk. Også afgrødefordelingen udviser en geografisk forskydning fra øst mod vest. Vintersæd dyrkes fortrinsvis i Østdanmark mens græs og foderafgrøder dyrkes mest i Vestdanmark.

Det samlede skovbrugsareal er vokset fra 3% til 12% af landets areal siden 1800. Udviklingen i skovbrugsarealet fordelt på træarter i de sidste 100 år, ifølge de gennemførte skovtællinger, fremgår af figur 3.4.10. Det fremgår heraf, at løvtræarealet har været nogenlunde stabilt, mens forøgelsen af skovarealet er sket ved tilplantning med nåletræ.

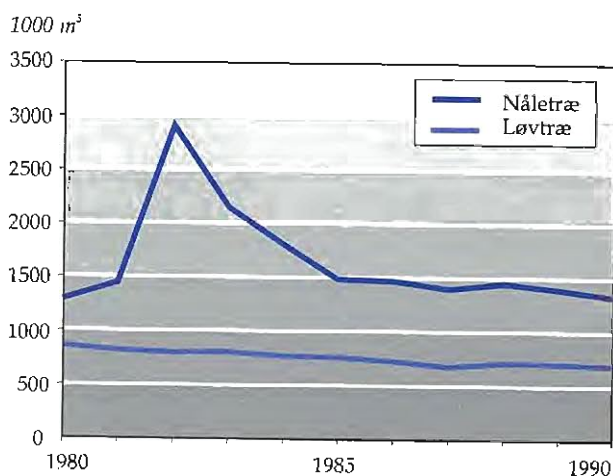
Godt 30% af det danske skovareal er i offentligt eje (heraf staten 26%), mens 46% er i personligt eje. De resterende 24% ejes af selskaber og fonde m.v. I løbet af de seneste 25 år er en del af de tidligere personligt ejede skovarealer overgået til en eller anden form for selskabseje. Antallet af skovejendomme udgjorde i 1990 20.563, hvoraf langt hovedparten er i privateje (kun 59 statsskove). Den gennemsnitlige ejendomsstørrelse er således kun 10 ha for de private, personligt ejede skove, mens den for statsskoven er 1831 ha.

Hugsten i de danske skove siden 1980 fremgår



Figur 3.4.10. Udviklingen i det danske skovareal fordelt på nåletræ og løvtræ. (Kilde: Danmarks Statistik).

af figur 3.4.11. De høje hugstmængder i årene 1982-1984 skyldes stormfaldet i 1981. Produktionen af pyntegrønt og juletræer giver på mange skovejendomme et væsentligt bidrag til skovdriften. På fredskovspligtige arealer er der dog en begrænsning på arealanvendelsen til juletræer og pyntegrønt således, at arealer i kort omdrift ikke må overstige 10% af ejendommens areal. Den betydeligste del af pyntegrøntproduktionen ligger derfor på landbrugsjord. Det skønnes, at der idag produceres juletræer og pyntegrønt af Normannsgren på 20.000 ha hovedsagelig landbrugsjord, og arealet forventes at stige i de kommende år. Mht. dyrkning af Nobilis-gren er denne bedst egnet til produktion i skov, og hovedparten af arealet på 7.000 ha. ligger således i skov.

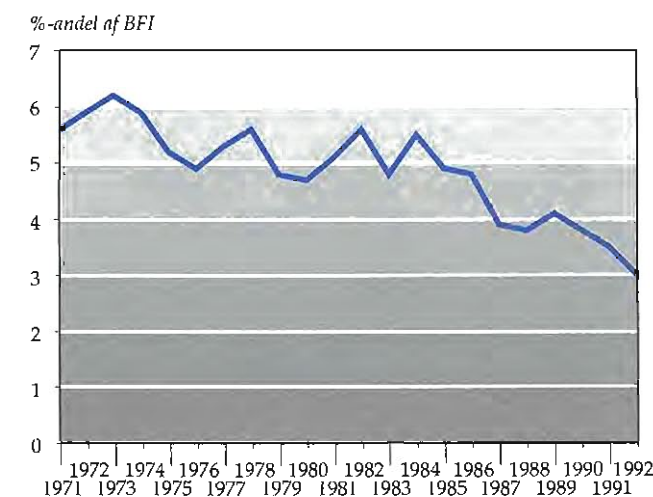


Figur 3.4.11. Hugsten i de danske skove og plantager 1980-1990. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik).

Realprisen på råtræ har - bortset fra den første halvdel af 70'erne - været faldende siden 1960. Faldet, som skyldes internationaliseringen af råtræmarkedet samt afmatningen i byggeriet, har været markant i de allerseneeste år. Prisfaldet har forringet indtjeningsmulighederne i skovbruget, omend forædling og rationalisering af skovdriften har opvejet noget af indtægtstabt. Skovens og især rødgranarealernes ringe sundhedstilstand betyder et øget behov for hugst og afsætning af tømmer og masseved, som imidlertid giver et ringe dækningsbidrag. Skovens sundhedstilstand er mere specifikt omtalt i afsnit 2.2.

3.4.3 Land- og skovbrugets samfundsøkonomiske betydning

Den samfundsøkonomiske betydning af landbrugets primærproduktion afspejler sig i landbrugets andel af landets samlede bruttofaktorindkomst (BFI). I 1991 udgjorde landbrugets BFI 25 mia. kr. svarende til 3,5% af Danmarks samlede BFI. I landbrugets BFI indgår værdien af støtten fra EF's landbrugsfond (FEOGA), der i 1991 beløb sig til 9,8 mia. kr. Landbrugets BFI-andel er faldet siden 1970, fra omkring 6% til omkring 3% hvilket fremgår af figur 3.4.12.



Figur 3.4.12. Landbrugets andel af bruttofaktorindkomsten 1971-1992. (Kilde: Landbrugsstatistik og Nationalregnskabsstatistik, Danmarks Statistik).

Beskæftigelsen i det primære landbrug har været kraftigt faldende - fra ca. 170.000 beskæftigede (landmænd + faste medhjælpere) i 1970 til knap 99.000 i 1992. At landbruget alligevel har været i stand til at øge den

samlede produktion med ca. 2% årligt, skyldes en stærk effektivitets- og produktivitetsudvikling muliggjort gennem en øget indsats af ny teknologi i landbrugsdriften: maskinteknologi, bioteknologi og informations- og styringsteknologi. Den teknologiske udvikling i landbruget har øget de størrelsesøkonomiske og specialiseringsmæssige fordele, og medfører derfor samtidig strukturrationalisering i landbruget.

Det primære skovbrug spiller en meget beskeden erhvervmæssig rolle: Bidraget til bruttofaktorindkomsten er under 0,2% og skovbrug beskæftiger ca. 3.000. Beskæftigelsen i træindustri og videreforarbejdende virksomheder er anslået til 25.000.

Til gengæld er skovbrugets rolle som producent af immaterielle goder - nemlig rekreative værdier - af samfundsmæssig stor betydning. Skovene er grundlag for mange af befolkningens rekreative udfoldelser.

3.4.4 Land- og skovbrugets miljøpåvirkninger

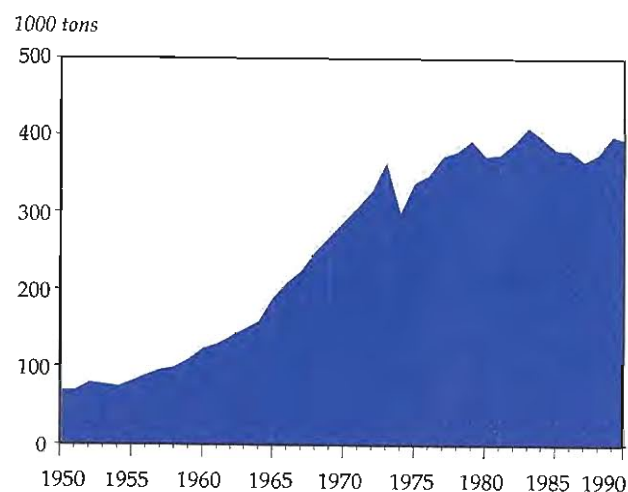
Landbruget medvirker gennem sin produktion og forbrug af råvarer og areal til en belastning af naturen og miljøet. Følgende medier er især påvirket af landbrugsproduktionen:

- *Marine områder*, hvor udledninger af kvælstof fra landbruget har givet anledning til øget primærproduktion, stigende masseforekomster af alger, nedgang i dybdeudbredelsen af bundvegetationen i kystregionerne og hyppige iltsvind i de indre danske farvande. Det forringede marine vandmiljø har således medført en nedgang i gydebestandene af konsumfisk samt dårligere vandkvalitet som basis for fritidsformål. Der henvises til afsnit 2.4.

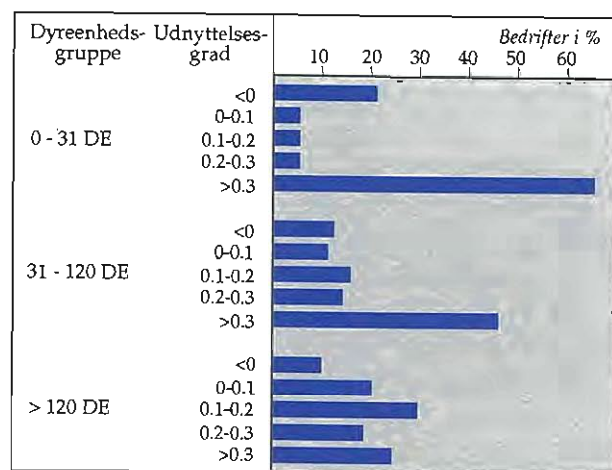
- *Grundvand*, hvor nitratindholdet i de senere år er steget, således at nitratkoncentrationen i en del drikkevandboringer har oversteget grænseværdien på 50 mg/l. I grundvandet er der endvidere i de seneste år i nogle boringer fundet pesticidrester, jf. afsnit 2.5.

- *Det åbne land*, hvor den vilde flora og fauna har fået forringede levevilkår som følge af pesticidforbruget, monotoniseringen af kulturlandskabet og tabet af småbiotoper samt forsurening og eutrofiering af jorden, jf. afsnit 2.6.

Årsagerne til disse miljøproblemer kan henføres til landbrugsproduktionens intensivering, som bl.a. har indebåret et øget forbrug af rå- og hjælpestoffer. I figur 3.4.13 ses udviklingen i forbruget af kvælstof i handelsgødning i perioden 1950-1992. Det store forbrug af handelsgødning medfører at den producerede mængde kvælstof i husdyrgødning (ca. 340 mio kg) ikke udnyttes optimalt. En stor del af kvælstoffet i husdyrgødningen tabes derfor til omgivelserne.



Figur 3.4.13. Det totale forbrug af kvælstof i handelsgødning i perioden 1950-1990. (Kilde: Landbrugsstatistik, Danmarks Statistik)

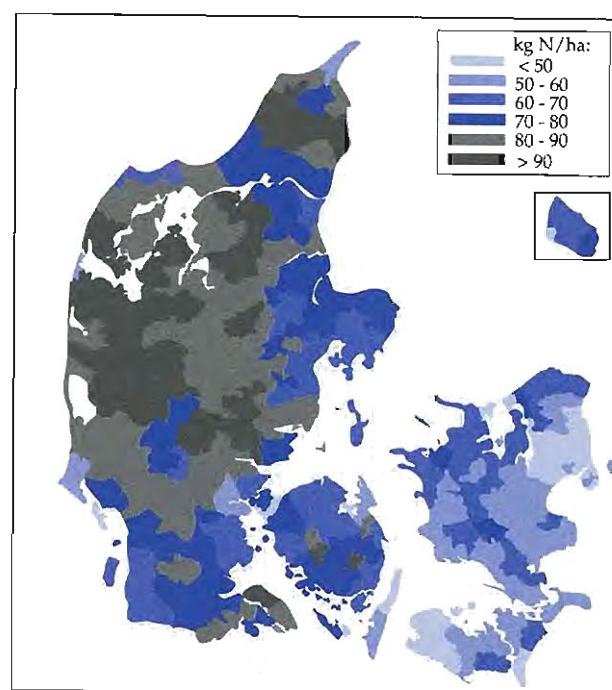


Figur 3.4.14. Antal bedrifter i 1991 fordelt på udnyttelsesgrad og dyreenhedsgrupper i pct. af antal bedrifter i alt. (Kilde: Skop, 1993 (A)).

I figur 3.4.14 ses antallet af bedrifter med husdyr i 1989 fordelt på dyreenhedsgrupper og udnyttelsesgrad. En dyreenhed er et mål for gødningsproduktion, og gødningsproduktionen fra en malkeko af stor race svarer til een dyreenhed. Udnyttelsesgraden er

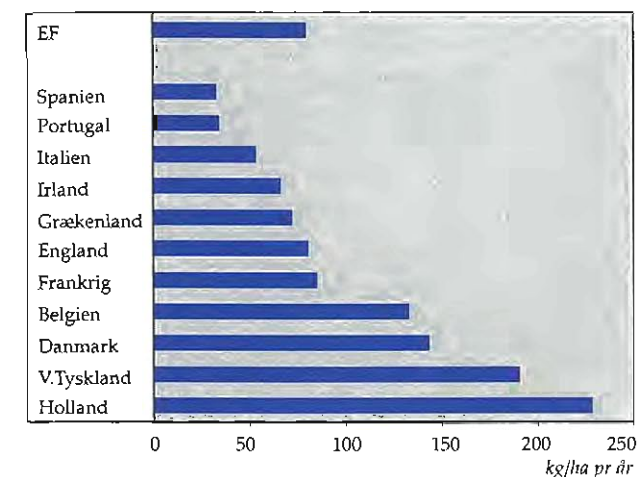
beregnet som forholdet mellem afgrødernes kvælstofbehov minus forbruget af handelsgødning-N og den udbragte mængde af husdyrgødningskvælstof. Udnyttelsesgraden beregnet efter ovenstående princip indikerer hvilken værdi, landmændene har tillagt husdyrgødningen og dermed også den faktiske udnyttelse af husdyrgødningen. Der er en klar sammenhæng mellem antallet af dyreenheder pr. bedrift og udnyttelsesgraden, idet udnyttelsesgraden falder i takt med, at antallet af dyreenheder pr. bedrift stiger. Endvidere er der en betydelig forskel mellem det aktuelle udnyttelsesgradsniveau og kravene til udnyttelsesgrad, som er fastsat i landbrugsministeriets bekendtgørelse om grønne marker m.m.

En væsentlig del af landbrugets kvælstoftab udgøres af udvaskning fra planternes rodzone. Udvasningen varierer fra år til år og fra sted til sted. I figur 3.4.15 er den geografiske variation i kvælstofudvaskningen afbildet. Udvasningen er beregnet som funktion af jordbundstype, afgrødefordeling og forbruget af kvælstof i handels- og husdyrgødning, og klimaets betydning er således ikke medtaget. Udvasningen er generelt større for Jylland end for resten af landet, og specielt i dele af Vest- og Nordjylland er udvasningen særlig stor. Den regionale skævhed i udvaskningsniveauet skal i høj grad ses i lyset af regionale forskelle i jordbundstyperne og husdyrholdet.

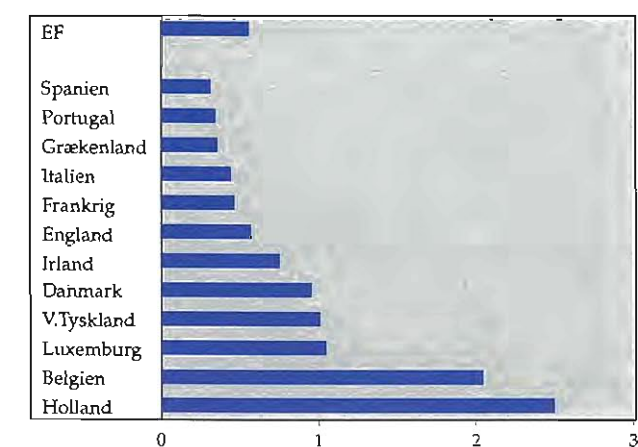


Figur 3.4.15. Kg N udvasket pr. ha landbrugsareal i 1989. (Kilde: Skop, 1993 (B)).

Det er ikke muligt, at foretage en egentlig sammenligning af kvælstofudvaskningen i Danmark med kvælstofudvaskningen i andre lande, fordi sådanne nationale beregninger, opgørelser eller skøn er behæftet med betydelige usikkerheder. I stedet er forbruget af kvælstof i handelsgødning og antallet af dyreenheder (som indikerer produktionen af husdyrgødning) pr. ha. landbrugsjord i EF-landene sammenlignet i figurerne 3.4.16 og 3.4.17.



Figur 3.4.16. Forbruget af kvælstof i handelsgødning pr. ha landbrugsjord i 1989. (Kilde: Commission of the European Communities, 1992).



Figur 3.4.17. Antallet af dyreenheder (eksklusiv fjerkræ) pr. ha landbrugsjord i EF-landene i 1989. (Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser).

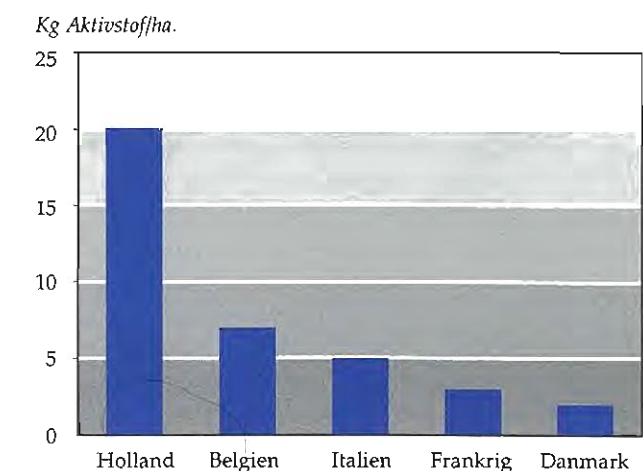
Danmark hører sammen med Holland, Vesttyskland og Belgien til landene med det største input af handelsgødningskvælstof pr. ha i EF, og er også blandt de fem lande med den største husdyrtæthed. Holland har dog et meget stort forbrug af handelsgødning samt

en gennemsnitlig husdyrtæthed, der er 2 1/2 gange større end i Danmark.

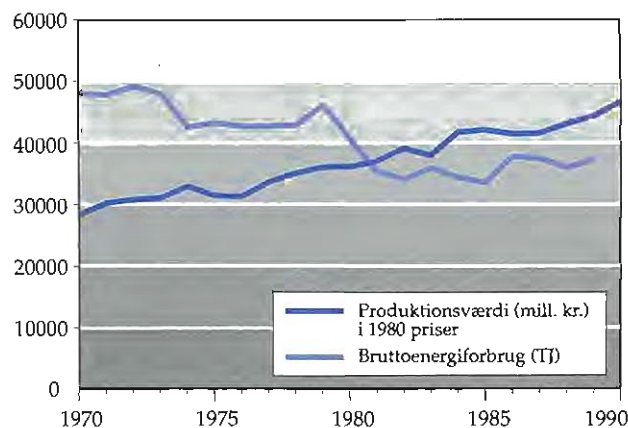
I figur 3.4.18 ses en sammenligning mellem forbruget af aktivt stof i pesticider i nogle EF-lande, hvor dette foreligger oplyst. Forbruget udviser stor variation mellem landene: Mens Danmark er registreret for det relativt mindste forbrug i denne sammenligning, tegner Holland sig for langt det største forbrug. Den store variation skal bl.a. ses i lyset af forskelle i klima og afgrøder mellem landene, men afspejler også en forskel i landbrugspraksis.

Landbrugsproduktionens hovedprodukter anvendes primært til fødevarer, mens biprodukter af landbrugsproduktionen som halm og husdyrgødning til en vis grad udnyttes til energiformål. Ca. 1,5% af Danmarks energiforbrug dækkes af halm. I figur 3.4.19 ses udviklingen i landbrugets og gartneriets direkte bruttoenergiforbrug samt produktionsværdien i 1980-priser. Af figuren ses, at det direkte energiforbrug pr. produceret enhed landbrugsprodukt (energikoefficienten) er således faldet væsentligt, jf. afsnit 3.2.

Årsagen til faldet i energiforbruget kan ikke tilskrives en enkelt parameter, men energibesparelser i gartneriet, øget anvendelse af egenproduceret halm til fyring, mindre jordbearbejdning samt udskiftning af ældre benzindrevne traktorer til færre, moderne dieseldrevne traktorer kan være forklaringen på ovennævnte fald.



Figur 3.4.18. Forbruget af kg aktivt stof i pesticider pr. ha landbrugsareal i udvalgte EF-lande. (Kilde: Commission of the European Communities, 1992).



Figur 3.4.19. Udviklingen i det direkte bruttoenergiforbrug og produktionsværdien i 1980-priser for landbruget (incl. gartneri). (Kilde: Danmarks Statistiks energibalancer).

Landbrugets *indirekte* energiforbrug er ca 2-3 gange større end det direkte og en væsentlig del af det indirekte energiforbrug forbruges til fremstilling af handelsgødning. Faldet i det direkte energiforbrug modsvares derfor i nogen grad af en stigning i det indirekte energiforbrug p.g.a. stigningen i forbruget af kvælstof i handelsgødning fra 1970 til 1990, jf. figur 3.4.13. Udover dette bruges der energi til forarbejdning m.v. af landbrugsprodukter. Bruttoenergiforbruget til forarbejdning er af samme størrelsesorden, som landbrugets direkte bruttoenergiforbrug.

Skovbrug kan have såvel positive som negative effekter for miljøet. Når skov er under opbygning sker der binding af CO₂, og skovene er med til at sikre kvaliteten af grundvandsressourcer. Skovene har en lægigende effekt, og i forbindelse med bevarelse af genressourcer og sikring af biodiversitet spiller skovene en central rolle.

Skovbrugets miljøpåvirkninger afhænger dog af driftsformen. Produktion af juletræer og pyntegrønt har en særstilling i den sammenhæng. Dels er der tale om en produktion i kort omdrift, som ikke har de samme positive sideeffekter for miljø og naturværdier som skovproduktion med en omdriftsalder på mellem et halvt hundrede og flere hundrede år. Dels er pesticidanvendelsen på juletræ og pyntegrøntarealer væsentlig højere end på egentlige skovarealer, hvor der kun i begrænset omfang sprøjtes i de første kulturår. De mest intensivt drevne Nordmannsgranarealer sprøjtes hvert år, men alligevel er der tale om,

at der målt i kg aktivt stof pr. arealenhed kun spredes 0,5 % af den mængde der spredes i traditionelt landbrug. Endvidere går udviklingen i retningen af at flere og flere sprøjtemidler forbydes, så der kun må anvendes pesticider, som udgør en meget lille miljøbelastning.

3.4.5. Handlingsplaner for Land- og skovbruget

For landbrugssektoren er der vedtaget forskellige handlingsplaner og initiativer, der især sigter mod begrænsning af forureningen af det ferske og marine vandmiljø, men også mod en forbedring af vilkårene for det vilde plante- og dyreliv i det åbne land. En række af disse initiativer skal ses i sammenhæng med omlægningen af den fælles landbrugspolitik i EF (f.eks. den nationale opfølgning af de såkaldte ledsageforanstaltninger i EF's seneste landbrugsreform), mens andre udspringer af nationale initiativer (f.eks. vandmiljøplanen fra 1987).

Med *Vandmiljøplanen* fra 1987 vedtog Folketinget en række initiativer, der havde den overordnede målsætning at reducere de samlede kvælstof- og fosforudledninger fra punktkilder (spildevand) og landbrug med hhv. 50% og 80% inden 1993, jf. afsnit 2.4. Handlingsplanen indebar, at landbruget bl.a. gennem etablering af opbevaringskapacitet for husdyrgødning skulle reducere kvælstofudledningerne med 127.000 tons årligt. I en statusredogørelse fra 1990 blev det imidlertid konstateret, at målsætningen ikke kunne nås med de iværksatte initiativer. På denne baggrund fremlagde regeringen i 1991 en handlingsplan for en bæredygtig udvikling i landbruget, som indeholdt en række nye initiativer. I denne handlingsplan blev målsætningen om en halvering af kvælstofudledningen fastholdt, men tidsfristen blev udskudt til årtusindskiftet.

De hidtil anvendte virkemidler for at reducere kvælstofudledningerne omfatter bl.a. krav vedrørende opbevaring og udbringning af husdyrgødning, udarbejdelse af gødnings- og sædskifteplaner samt information og rådgivning. Den seneste afrapportering af resultaterne af Vandmiljøplanens overvågningsprogram konkluderede, at kvælstofudvaskningen fra landbruget er på samme niveau som i

midten af 80'erne. Udvasningen skal derfor fortsat halveres i forhold til dette niveau for at opfylde målsætningen i Vandmiljøplanen og Handlingsplanen for en bæredygtig udvikling i landbruget. Det anslås ud fra en foreløbig vurdering, at de tiltag, der til dato er vedtaget til opfyldning af handlingsplanerne samt EF's landbrugsreform vil medføre en reduktion på omkring 50.000 tons kvælstof. For at opfylde den gældende målsætning er der derfor behov for at gennemføre yderligere foranstaltninger.

M.h.t. ammoniakfordampningen skønnes initiativerne til en forbedret udnyttelse af husdyrgødningen at reducere ammoniakfordampningen fra ca. 120.000 tons årligt til 100.000 tons årligt.

I følge *pesticidhandlingsplanen* fra 1986, jf. kapitel 2, afsnit 2.7.3 skal anvendelsen af pesticider nedsættes med 50% inden 1997. Målsætningen gælder både for mængden af solgte aktivstoffer og for behandlingshyppigheden. I 1991 var mængden af solgte aktivstoffer faldet med 33%, hvorimod behandlingshyppigheden var øget med 12%, jf. afsnit 2.7.3.

I forbindelse med Handlingsplanen for en bæredygtig udvikling i landbruget blev det derfor overvejet, om kravet om en halvering af behandlingshyppigheden kunne udgå af pesticidhandlingsplanen og erstattes af mere miljørigtige og sikrere målekriterier, som i højere grad end behandlingshyppigheden afspejler pesticiders effekt på miljøet. Af en redegørelse til Folketingets Miljø- og Planudvalg i juni 1992 fremgik det imidlertid, at der ikke er videnskabelig basis for sådanne nye målekriterier. Målsætningen om en halvering af behandlingshyppigheden er derfor fortsat gældende.

I medfør af EF's seneste landbrugsreform (MacSharry-reformen) fra 1992, samt de efterfølgende forordninger på landbrugsområdet, er der vedtaget en række foranstaltninger, der kan få stor betydning for landbrugslandets naturindhold samt beskyttelsen af grundvandskvaliteten. Det drejer sig dels om de markedspolitiske foranstaltninger, der tager sigte på at mindske EF's landbrugsproduktion gennem en omlægning af produktionsstøtten samt bestemmelser om braklægning som betingelse for opnåelse af støtte.

Reformen har i det første år (1993) indebåret braklægning af ca. 200.000 ha landbrugsjord. Således som braklægningsreglerne har været udformet for 1993 (krav om rotationsbrak, dvs. ét-årig brak indenfor omdrift) har ordningens miljø- og naturmæssige betydning imidlertid været ringe. Der er imidlertid for produktionsåret 1994 åbnet op for flerårig braklægning, som kan vise sig at have større fordele for miljø og natur.

EF's landbrugsreform omfatter endvidere de såkaldte ledsageforanstaltninger med miljømæssigt og socialt sigte, som giver medlemslandene mulighed for at gennemføre nationale støtteforanstaltninger til miljøvenlig landbrugsproduktion, vedvarende braklægning, skovrejsning m.v. I Danmark er denne del af reformen udmøntet i bekendtgørelser fra landbrugsministeriet om tilskud til økologisk jordbrugsproduktion, tilskud til miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger og tilskud til skovbrugsforanstaltninger. En række af foranstaltningerne er målrettet til udpegede områder, specielt med henblik på at imødegå trusler mod grundvandskvaliteten fra intensiv landbrugsdrift. Betydningen for miljø og natur af disse støtteforanstaltninger afhænger af, hvor store midler, der afsættes til formålet. Den samlede EF-indsats på disse områder udgør p.t. kun 2% af det samlede landbrugsbudget.

I sammenhæng med kravene om nedsat landbrugsproduktion er det en målsætning at forøge skovarealet: Målet er en fordobling af skovarealet indenfor en trægeneration, d.v.s. i løbet af 80-100 år. En fordobling af skovarealet vil betyde, at ca. 25% af Danmarks areal vil blive skovbevokset og indebærer, at der årligt skal etableres 5000 ha skov fordelt ligeligt på privat og offentlig skovrejsning. Til dato har den årlige tilplantning imidlertid ligget under halvdelen af denne målsætning, jf. afsnit 2.6, og de faldende træpriser fremmer ikke ligefrem den private skovrejsning.

På baggrund af den positive rolle, skovene spiller i forbindelse med bevarelse af genressourcer og biodiversitet, har Skov- og Naturstyrelsen udarbejdet strategier for bevarelse af genetiske ressourcer hos træer og buske samt for bevarelse og udlægning af naturskovearealer i Danmark.

Der arbejdet i øjeblikket på en redegørelse om en samlet dansk skovpolitik set i lyset af Rio-konferencen, som forventes at foreligge inden udgangen af 1993. Redegørelsen forventes at munde ud i nye handlingsplaner for skovbrugssektoren.

3.5 Industrien

3.5.1 Baggrund og problembeskrivelse

Mens de store emner i miljødebatten og miljøforvaltningen tidligere var de umiddelbare synlige, og direkte forureninger fra industrien, retter diskussionen om industriens miljøbelastning sig nu mere mod de *indirekte* og *afløede* miljøproblemer, som industriproduktionen afføder: Forbrug af energi og ressourcer, den direkte og indirekte affaldsproduktion (dvs. både industriens egen affaldsproduktion og de affaldsproblemer, som industriens færdigvareprodukter skaber i forbrugsleddet), samt risici ved anvendelse og markedsføring af nye stoffer og produkter.

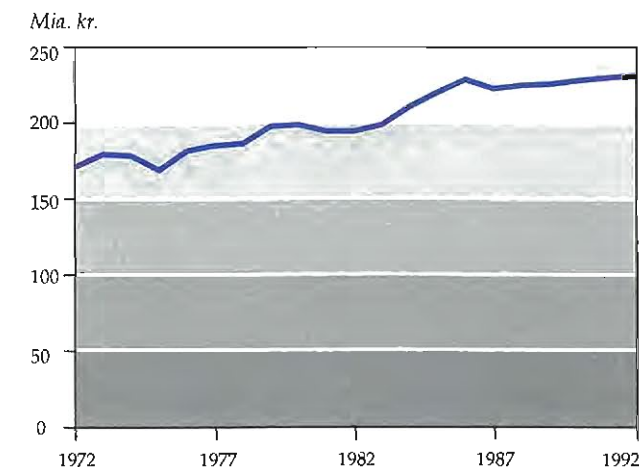
Selv om der fortsat er mange enkeltstående forureningssager afspejler dette skift i fokuseringen af industriens miljøproblemer, at en række af de direkte industrielle udledninger til jord, luft og vand er løst teknisk ved etablering af renseudstyr og i et vist omfang gennem en bedre processtyring.

I dette kapitel gives en status over industriens miljøproblemer. Der fokuseres på det nationale og fremadrettede perspektiv. Fortidens synder samt uheld ved større industrielle anlæg bliver ikke behandlet.

3.5.2 Industriens strukturelle udvikling

Udviklingen i nøgletal for industriens strukturelle udvikling i perioden 1972-1992 er vist i *figurene 3.5.1-3.5.4*. I figur 3.5.1 er vist udviklingen i industriens samlede produktionsværdi i faste priser som en indikator på industriens samlede resourceomsætning. Det ses, at produktionsværdien (i 1980-priser) er vokset fra 170 mia.kr. i 1972 til 230 mia.kr. svarende til en vækst på 35%.

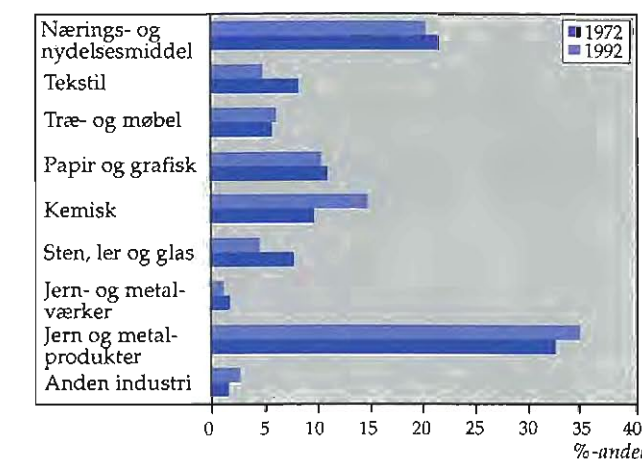
Industriens andel af den samlede bruttofaktorindkomst, som er forholdsvis lav for Danmark, er faldet en anelse i perioden, nemlig fra 20,7% i 1972 til 19,0% i 1992. Udviklingen dækker dog over nogen forskydninger mellem brancherne, som det fremgår af *figur 3.5.2*.



Figur 3.5.1. Udviklingen i industriens produktionsværdi i faste priser (1980-priser) 1972-1992. (Kilde: Nationalregnskabsstatistik, Danmarks Statistik).

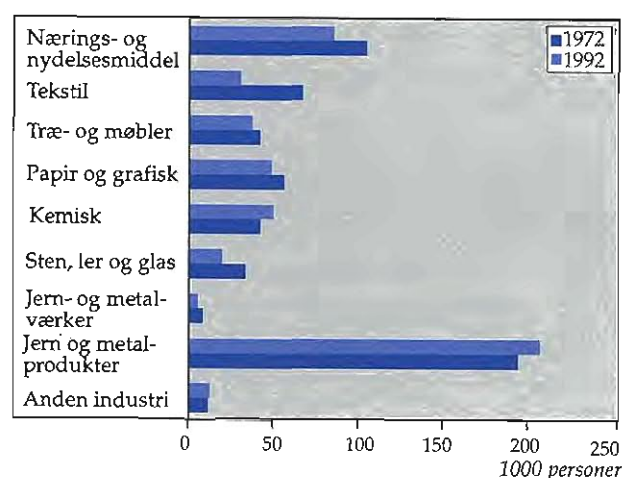
Beskæftigelsen i industrien er faldet fra 560.000 i 1972 til 500.000 i 1992 svarende til et fald på 10,5%. Industriens andel af den samlede beskæftigelse er hermed faldet fra knap 24% til knap 20%. *Figur 3.5.3* viser udviklingen i beskæftigelsen på brancheniveau.

Trods den faldende beskæftigelse har industrien altså alligevel gennem produktivitetstigninger stort set kunnet opretholde sin andel af BFI, ligesom produktionsværdien målt i faste priser er steget betragteligt. Til trods for, at man ud fra beskæftigelsesudviklingen i samfundet kan tale om en bevægelse væk fra industrisamfundet imod det postindustrielle informations- og servicesamfund, antyder tallene altså ikke en bevægelse imod et mindre materielt eller resourceforbrugende samfund.

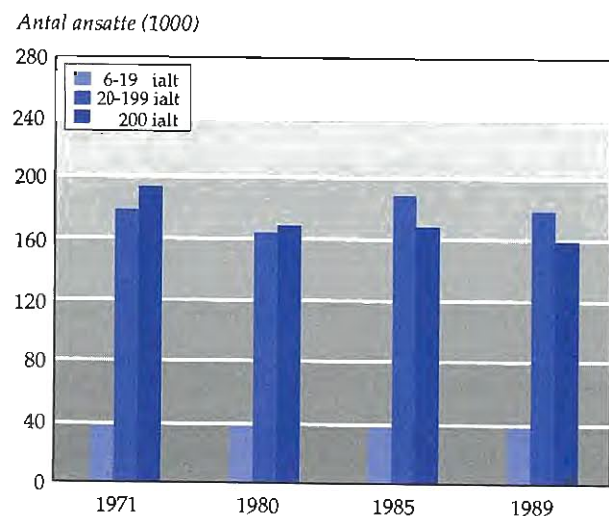


Figur 3.5.2. Industribranchnernes andele af BFI i hhv. 1972 og 1992. (Kilde: Nationalregnskabsstatistik, Danmarks Statistik).

Med hensyn til fordelingen mellem de forskellige brancher indenfor industrien ses, at de tre brancher næringsmiddelindustri, kemisk industri og metalindustrien til sammen står for ca. 75% af produktionsværdien og ca. 70% af værditilvæksten. Udviklingen har været forholdsvis stabil i perioden. De tre nævnte brancher er samtidig brancherne med de tungeste miljøproblemer.



Figur 3.5.3. Industribranchernes beskæftigelse i 1972 og 1992. (Kilde: Nationalregnskabsstatistik, Danmarks Statistik).



Figur 3.5.4. Samlet personel i industrien fordelt efter virksomhedernes størrelse. (Kilde: Industristatistik, Danmarks Statistik).

Udviklingen i industrivirksomhedernes størrelse er vist i figur 3.5.4. Det ses, at der er en tendens til faldende antal beskæftigede i de største virksomheder, mens mellemgruppen vokser en smule. Danmark er præget af fraværet af de helt store industrivirksomheder.

Miljøindsatsen må rettes mod den brede gruppe af mellemstore og mindre virksomheder.

Geografisk er der i perioden fra 1972 til idag sket en spredning af industrien og en flytning af tyngdepunktet mod vest. Dette kræver en jævn fordeling af miljøekspertisen i kommuner og amter.

3.5.3 Industriens miljøbelastning

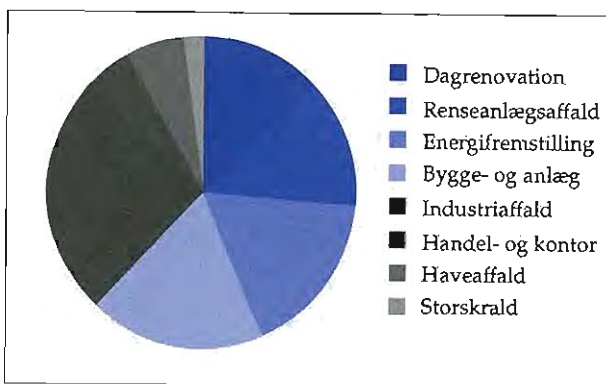
Der findes ikke i Danmark en systematisk og fortløbende overvågning og registrering af industriens emissioner, hvorfor denne oversigt bygger på indsamlede data og informationer fra en lang række enkeltundersøgelser.

I det følgende gennemgås industriens direkte miljøbelastning i form af affaldsproduktion, udledning af spildevand samt udledningner af miljøskadelige stoffer til vand og luft.

Fast affald

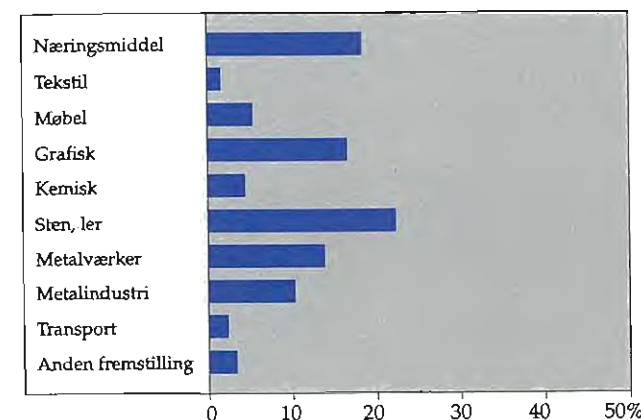
Industriens produktion af fast affald udgør ca. 2 mio. tons affald årligt eller ca. 25% af de samlede affaldsmængder. Hertil kommer bygge- og anlægssektoren, der producerer ca. 1.5 mio. tons svarende til ca. 20% af landets affald. Den samlede fordeling af landets affaldsmængder fremgår af figur 3.5.5.

Af industriens totale affaldsproduktion går ca. 35% til genanvendelse, 42% deponeres mens 23% forbrændes.



Figur 3.5.5. Den procentvise fordeling af affaldskilder baseret på en opgørelse fra 1985. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1993b).

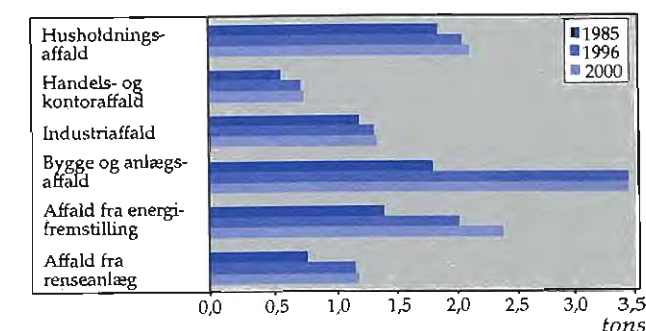
Af figur 3.5.6 fremgår fordelingen af industriens affaldsmængder på brancher. Næringsmiddelindustrien er den største bidrager, men den afgørende del heraf består af madaffald, som for en stor del genanvendes som foder. Herudover bidrager grafisk industri, sten og ler- samt metalindustrien med store mængder.



Figur 3.5.6. Industriens affald fordelt på brancher i 1985. (Kilde: Rendan A/S, 1992).

Rendan A/S har vurderet udviklingen i de producerede affaldsmængder frem til år 2000, jf. figur 3.5.7. Det fremgår, at der er en svagt

stigende tendens for industriaffaldets vedkommende og en ganske kraftig stigning for byggeaffald.



Figur 3.5.7. Fremskrevne affaldsmængder. (Kilde: Rendan A/S, 1992).

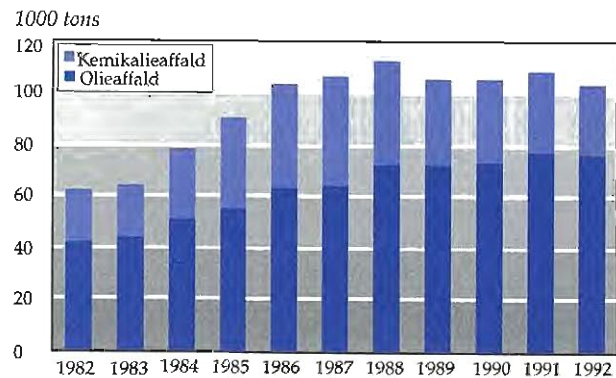
For olie- og kemikalieaffald tilført Kommunekemi A/S foreligger en mere præcis opgørelse. Kommunekemi modtager kemisk affald fra industri og andre sektorer, og fører løbende statistik over tilførte mængder og deres art. Af figur 3.5.8 fremgår, at der har været en kraftig stigning frem til slutningen af 80'erne, som imidlertid må tilskrives en effektivisering i indsamlingen og leveringen af olie- og kemikalieaffald til Kommunekemi A/S. Fra 1989 har

	Procesaffald	Uheldsaffald	Oprydningsaffald	Uden angivelse	i alt
Olieaffald	52	3	36	9	100
Kemikalieaffald	67	2	24	7	100
Halogenholdigt affald	89	0	8	3	100
Opløsningsmidler	76	1	21	2	100
Organisk-kemisk affald	67	2	24	7	100
Kviksølvholdigt affald	30	2	59	9	100
Pesticider	26	2	68	4	100
Uorganisk-kemisk affald	75	3	16	6	100
Andet kemikalieaffald	33	3	51	13	100
Affald ialt 1992	64	2	27	7	100
Affald ialt 1991	64	2	27	7	100

Alle data er opgivet i procent.

Tabel 3.5.1. Olie- og kemikalieaffald tilført Kommunekemi A/S fordelt efter type og oprindelse. (Kilde: Kommunekemi A/S).

mængderne været svagt stigende. Denne udvikling kan afspejle, at renere teknologier og processer er begyndt at gøre sin virkning i industrien.



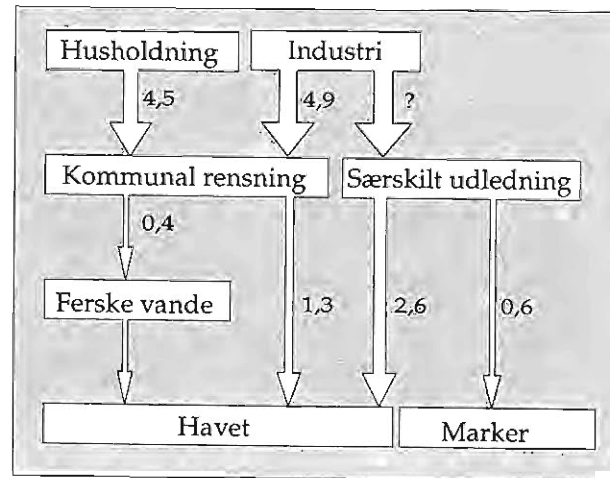
Figur 3.5.8. Udvikling i affaldsmængder tilført kommunekemi A/S. (Kilde: Kommunekemi A/S).

Af tabel 3.5.1 ses, at affald fra industriens processer udgør hovedparten af det til Kommunekemi A/S tilførte affald. Den anden hovedkomponent er oprydningssaffald, der for en stor del stammer fra kemikalieforurene grunde.

Generelt kan man konstatere, at der fortsat er tendens til stigende totale affaldsmængder fra fremstillingssektoren, mens der ser ud til at være indtrådt en tendens til reduktion af mængden af farligt affald ved kilden. Mht. til det almindelige affald fra industrien vil dette ofte have et stort potentiale for genanvendelse idet dette i modsætning til husholdningsaffaldet foreligger i forholdsvis ren form.

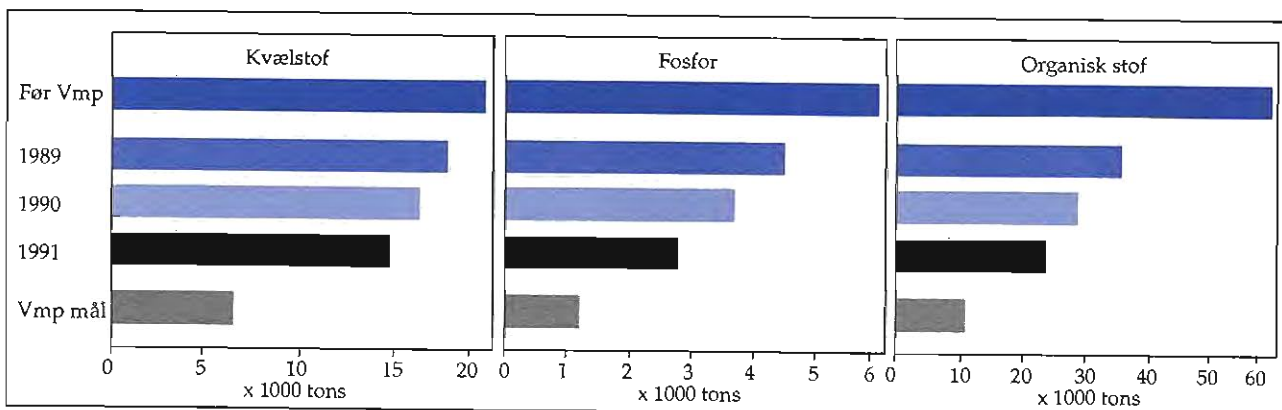
Spildevand - organisk stof og næringsstoffer

Industriens spildevand udledes via kommunale renseanlæg, eller udledes særskilt. Det skønnes, at ca. halvdelen af den spildevandsmængde, der tilføres kommunale rensningsanlæg, er industrispildevand, jf. figur 3.5.9.

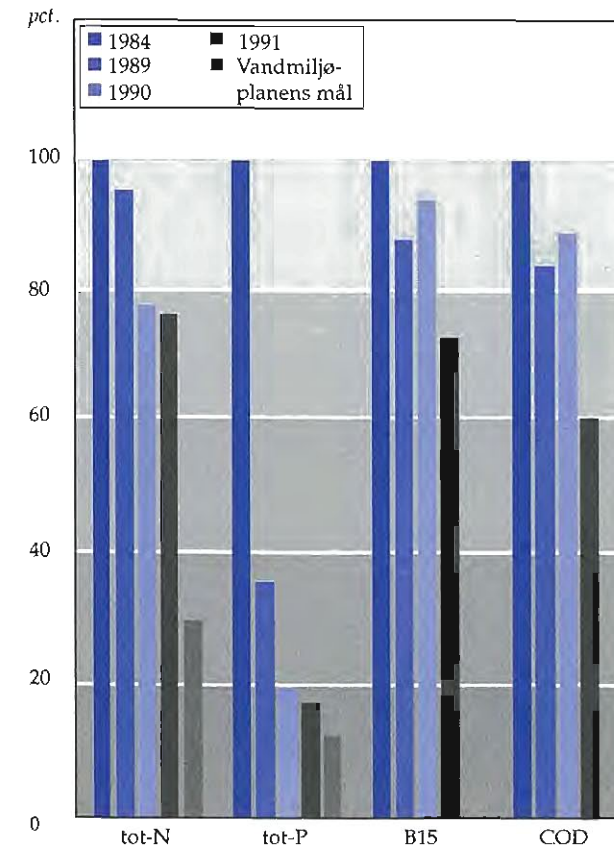


Figur 3.5.9. Spildevandsstrømme i Danmark i mio. personækvivalenter. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1990 a samt Miljøstyrelsen, 1990 b).

Udviklingen i udledningerne fra de kommunale anlæg og fra industriens særskilte udledninger fra midten af '80'erne til den fulde gennemførelse af Vandmiljøplanen i 1995 fremgår af figur 3.5.10 og 3.5.11.



Figur 3.5.10. Udvikling i udledning fra renseanlæg. (Kilde: Vandmiljø 1992, Miljøstyrelsen, 1992).



Figur 3.5.11. Udvikling i udledning fra særskilte udledninger. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1990 a og Miljøstyrelsen, 1990 b).

Det fremgår, at der er en generel faldende tendens frem mod målsætningerne - men at der fortsat er et hul der skal lukkes særligt for kvælstof. Med de initiativer der er igang, er der dog intet der tyder på at målene ikke vil blive nået.

Der er således intet der taler for en generel stramning af kravene til kvælstofudledninger fra kommunale og industrielle udledninger, idet landbruget idag er den altdominerende kilde til kvælstofforureningen. Mht. organisk stof tyder udviklingen i vandkvaliteten i de ferske og kystnære områder ikke på behov for yderligere stramninger. For fosfors vedkommende er der fortsat problemer med koncentrationen i en række søer (jf. afsnit 2.4). Kilderne hertil er dog hovedsageligt den spredte bebyggelse samt diffus belastning fra landbruget.

Ud fra en samfundsøkonomisk betragtning har indsatsen med henblik på reduktion af kvælstof fra kommunale og industrielle kilder været meget dyr i forhold til hvad en tilsvarende reduktion fra landbruget ville koste. Endvidere

kan det diskuteres om den spildevandsbehandlingsstruktur man har valgt i Danmark, med en stor satsning på de kommunale anlæg er optimal, eller om man med fordel kunne have satset på en større grad af selvrensning i virksomhederne. Denne problematik er fortsat aktuell - idet der fortsat sker en tilpasning af dimensioneringen af renseanlæg i den private og offentlige sektor. Ikke mindst i forbindelse med betalingsvedtægterne foregår der en løbende diskussion heraf.

Udledning af miljø- og sundhedsskadelige stoffer

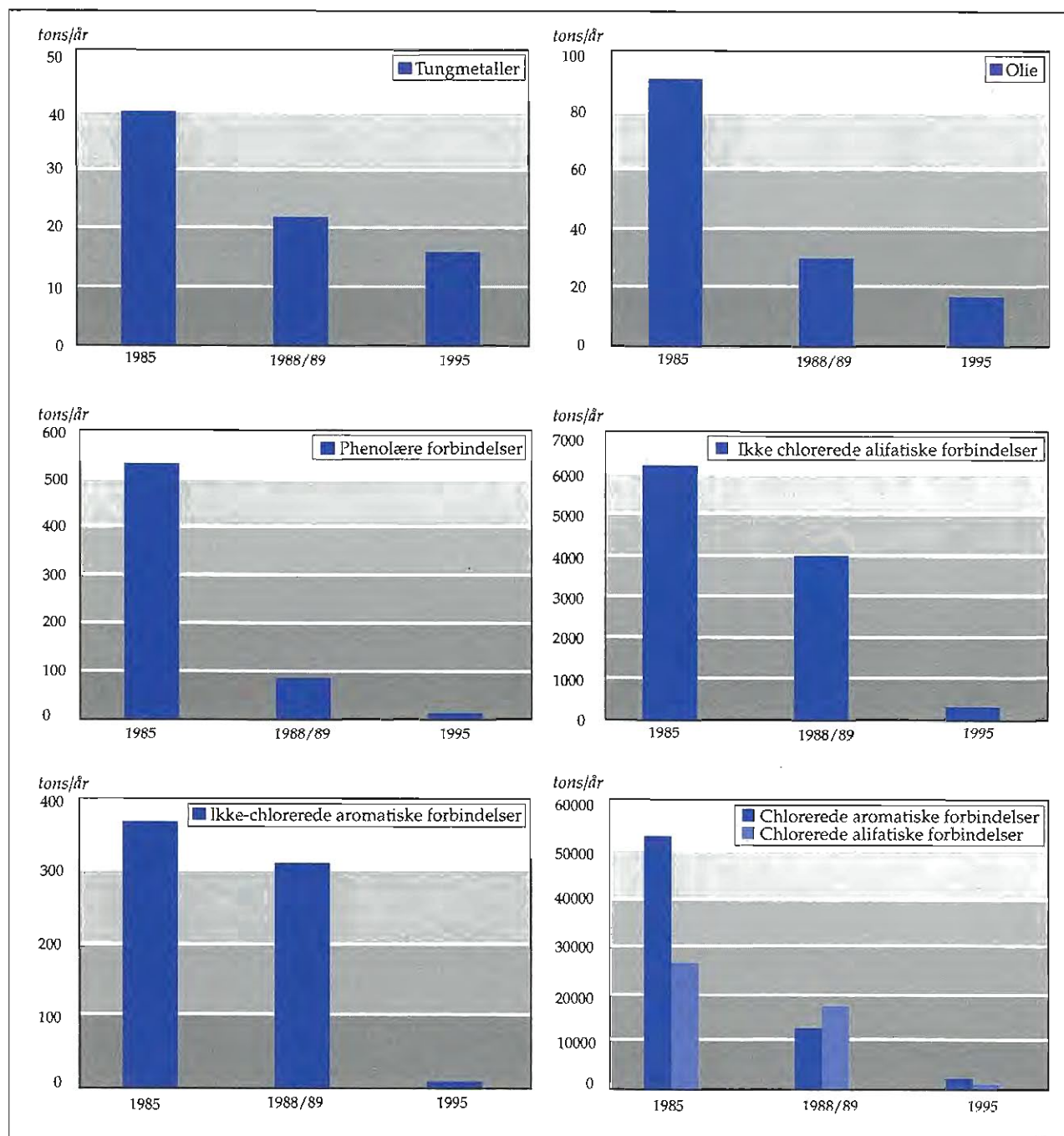
Industrien udleder en lang række miljø- og sundhedsskadelige stoffer fra deres processer til henholdsvis luft- og vandmiljøet. Det drejer sig om tungmetaller, samt om en lang række organiske og uorganiske forbindelser. En række af stofferne har direkte toksiske egenskaber på mennesker, dyr eller planter, mens andre har mere langtidsrækkende effekter, bl.a. fordi de pågældende stoffer ophobes i miljøet og i levende organismer. Der eksisterer idag ikke noget samlet overvågningsprogram for disse udledninger, og en vurdering af udviklingstendenserne må derfor baseres på en sammenstykning af viden fra forskellige undersøgelser.

Udledningerne til spildevand er således undersøgt i et Miljøprojekt igangsat af Miljøstyrelsen og af rapporteret i 1990. Undersøgelsen omfattede hovedparten af de industrielle udledninger der indeholdt miljøfremmede stoffer. Der er særligt fokuseret på store virksomheder med særskilt udledning.

I figur 3.5.12 er nogle hovedresultater af dette projekt gengivet. De fremskrevne tal for 1995 er baseret på et konservativt skøn over den miljøteknologiske udvikling i industrien.

Det fremgår, at der for alle stofgrupperne er tale om et markant fald fra midten til slutningen af '80'erne samt at dette fald vil fortsætte yderligere frem til 1995.

Danmark har indgået internationale aftaler indenfor bl.a. Østersø- og Nordsøkonventionen om at reducere udledningerne af miljøfremmede stoffer fra alle kilder til det marine miljø med 50% i perioden fra 1985 til 1995. De anførte tal viser at industriens andel heraf vil



Figur 3.5.12. Virksomhedernes direkte udledning af miljøfremmede stoffer med spildevand. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1990).

være opnået som hovedregel. Der kan dog godt være enkelte stoffer, hvor dette ikke gælder. Da der ikke findes tilsvarende oplysninger om størrelsen af andre kilder (kommunale anlæg og diffuse kilder), er det ikke muligt at drage nogen generel konklusion - men det vurderes at industrien dækker en stor del af de samlede udledninger.

Indfrielsen af de internationale aftaler betyder imidlertid ikke nødvendigvis, at alle problemer

er løst. Dels kan det ikke på nuværende tidspunkt afgøres, om de fastsatte internationale mål er tilstrækkelige på langt sigt, dels kan der fortsat godt være lokale problemer. Disse skal dog i relation til industrien løses gennem amternes og kommunernes miljøgodkendelsesprocedurer og miljøtilsyn.

Der findes ikke nogen samlet oversigt over industriens udledninger af miljø- og sundhedsskadelige stoffer til luften.

Reguleringen heraf sker lokalt på basis af centralt udstedte vejledninger. Undtaget herfra er de stoffer, hvorom der gælder internationale aftaler. Dette drejer sig om de ozonnedbrydende stoffer (CFC og Haloner) samt om stofferne CO_2 , CO , SO_2 , NO_x samt VOC. De ozonnedbrydende stoffer er omtalt i kapitel 2. Den anden gruppe af stoffer er helt overvejende relateret til energiforbruget, og omtales i afsnit 3.2. Med hensyn til VOC-emissionerne (VOC = Volatile Organic Compounds), har Miljøstyrelsen i samarbejde med industrien gennemført en stor undersøgelse af emissionerne. Undersøgelsen er endnu ikke publiceret. Nogle hovedkonklusioner fremgår af tabel 3.5.2.

VOC-emission i ton	1988	1990
Nærings- og Nydelsesmiddelindustri	3100	2550
Træ- og møbelindustrien.	3800	3100
Jern- og metalindustrien.	4600	4300
Autobranchen	7575	5150
Plast branchen	1525	1300
Grafisk branche	1500	1550
Kemisk industri	1900	1250
Undersøgt industri ialt	24000	19200

Tabel 3.5.2. Industriens udledning af VOC'er. De angivne skøn indholder ikke udledning af methan, VOC'er fra drivmidler samt chlorerede opløsningsmidler, herunder CFC'er. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1993).

Miljøstyrelsen er i færd med at afslutte forhandlinger med industrien om en reduktion af industriens udledninger af VOC'er. Denne aftale er et middel til at opfylde forpligtelsen i en international aftale indgået under Genevekonventionen om en VOC-reduktion fra samtlige kilder på 30%

Industriens forbrug af ressourcer

Industrien står for ca. 26% af det totale energiforbrug, jf. afsnit 3.2 og bruger ca. 170 mio. m^3 vand svarende til 19% af det totale vandforbrug, jf. afsnit 2.5. Hertil kommer naturligvis et forbrug af en lang række råvarer, hvoraf en stor del importeres.

Miljøproblemer knyttet til industriprodukters skæbne

En række af industriens produkter kan give miljøproblemer i den efterfølgende anvendelse, hvad enten dette er som privat forbrug eller som input i andre brancher. Dette gælder særligt kemiske stoffer og produkter, som derfor også er reguleret af en særlig lovgivning, jf. afsnit 2.7.

I den videre livs-cyklus havner industriens produkter ultimativt i samfundets affaldsstrømme. Der knytter sig to typer af problemer hertil: På den ene side affaldsstrømmenes størrelse, der over de sidste 30 år har været eksponentielt stigende, og som fortsat stiger omend med lavere vækstrater. En del af denne vækst hænger sammen med nye integrerede produktionskoncepter som, kombineret med høje lønomkostninger til reparation og vedligeholdelse sammenlignet med ny-prisen, betyder, at mange industrielle produkter får en forholdsvis kort levetid. Det heraf affødte affaldsproblem søges imødegået ved forskellige former for tilbagetagningsordninger, jf. den netop indgåede aftale om tilbagetagning af kasserede bildæk.

Det andet problem i forbindelse med affaldsstrømmene hænger sammen med, at der i de industrielle produkter er indlejret en lang række miljøfarlige stoffer, som kan blive frigivet under den videre affaldsbehandling. I tabel 3.5.3 er listet en række stoffer, som er fundet i betydelige koncentrationer i udsivningsvandet fra affaldsdepoter samt i røggassen og slagterne fra affaldsforbrændingsanlæg.

Endelig skal det nævnes, at væksten i den industrielle produktion, samt ikke mindst den stigende internationale arbejdsdeling giver anledning til stærkt voksende transport af gods, jf. afsnit 3.3.

Sammenfattende kan det siges om industriens miljøbelastning, at der i store træk er sket markante fremskridt mht. til at reducere de direkte og procesrelaterede problemer. Fremtidens udfordringer ligger derfor i stor udstrækning i forhold til de indirekte miljøbelastninger: Ressourceforbruget, affaldsstrømmene og transporten.

Aluminium	7429-90-5	Dichlormethan	75-09-2
Antimon	7440-36-0	Di(2-ethylhexyl)phthalat	117-81-7
Arsen	7440-38-2	Diethylphthalat	84-66-2
Benzen	71-43-2	Fluorid	7664-39-3
Benzo(a)anthracen	56-55-3	Hexachlorbutadien	87-68-3
Benzo(a)fluoranthren	203-33-8	Kobber	7440-50-8
Benzo(a)pyren	50-32-8	Kviksølv	7439-97-6
Benzo(h)fluoranthren	205-99-2	N-Nitrosodiethylamin	55-18-5
Benzo(e)pyren	192-97-2	Nikkel	7440-02-0
Beryllium	7440-41-7	4-Nonylphenol	104-40-5
Bly	7439-92-1	Nonylphenoethoxylater	9016-45-9
Bromethylen	593-60-2	Pentachlorphenol	87-86-5
Cadmium	7440-43-9	Phenol	108-95-2
4-Chloranilin	106-47-8	Polybromerede biphenyler	59536-65-1
Chlorede paraffiner		Polybromerede diphenylethere	
4-Chlor-3-methylphenol	59-50-7	Polychlorede biphenyler	1336-36-3
Chrom	7440-47-3	Polychlorede terphenyler	61788-33-8
Chrysotil-(asbest)	12001-29-5	Sølv	7440-22-4
Cobalt	7440-48-4	Tetrachlorethen	127-18-4
Creosot	8001-58-9	Tributyltinoxid	56-35-9
Cyanid	57-12-5	1,2,4-Trichlorbenzen	120-82-1
Dibenzo(a,h)anthracen	53-70-3	1,1,1-Trichlorethan	71-55-6
1,2-Dibromethan	106-93-4	Trichlorethen	79-01-6
Dibutylphthalat	84-74-2	Triphenylphosphat	115-86-6
1,4-Dichlorbenzen	106-46-7	Vanadium	7440-62-2
3,3-Dichlorbenzidin	91-94-1	Zink	7440-66-6
1,1-Dichlorethen	75-35-4		
1,2-Dichlorethan	107-06-2		

Tabel 3.5.3. Miljøbelastende stoffer fra affaldshåndtering. Tallene angiver stoffernes kemiske identifikationsnumre (CAS-numre). (Kilde: I. Kruger A/S, 1993).

3.5.4 Regulering af industriens miljøbelastning

Industriens miljøproblemer reguleres gennem en række forskellige love og bekendtgørelser.

Miljøbeskyttelsesloven er den vigtigste overordnede lovgivning for industriens vedkommende. Loven blev revideret i 1992, og her blev hovedvægten lagt på forebyggelse og renere teknologi. Et af de centrale virkemidler i Miljøbeskyttelsesloven er kravet om godkendelse af en række nærmere definerede virksomhedskategorier. Godkendelsesordningen blev i 1992 strammet op og forenklet. Godkendelse og kontrol varetages i hovedsagen decentralt af kommuner og amter. For at fremme anvendelsen af renere teknologi og smidiggøre

administrationen indførtes med den nye lov en række nye styringsmidler: miljøaftaler, miljørevision, miljømærkeordninger, konsulentordninger samt adgang til at bruge økonomiske styringsmidler.

Miljøbeskyttelsesloven er præget af en stor grad af decentral forvaltning og udfyldning af rammerne, men på en række områder er rammerne udfyldt ved nationalt fastlagte krav. Dette gælder på områder hvor Danmark har indgået internationale aftaler - som f.eks. vedrørende grænseoverskridende luftforurening, udledning til det marine miljø mm. Det kan også handle om nationalt betingede problemer som f.eks. opfyldning af Vandmiljøplanens målsætninger eller realisering af Regeringens handlingsplan for affald og genanvendelse.

Udover Miljøbeskyttelsesloven er loven om kemiske stoffer og produkter vigtig. Denne lov administreres og udfyldes centralt af Miljøstyrelsen, og giver hjemmel til at forbyde eller begrænse anvendelsen af særligt farlige kemiske stoffer. Hertil kommer Planlovgivningen og VVM-proceduren (Vurdering af Virkninger på Miljøet), som regulerer lokalisering og miljøeffekter fra større anlæg.

Der foreligger ingen generel handlingsplan for reduktion af industriens miljøbelastninger.

3.6 Husholdninger

3.6.1 Baggrund og problembeskrivelse

Husholdningerne påvirker miljøet direkte og indirekte gennem forbrug af varer og tjenester. Påvirkningen af miljøet afhænger af forbrugs-sammensætningen og varevalget samt den adfærd, forbrugeren udviser i forbindelse med forbrug. Påvirkningen af miljøet afhænger endelig i meget høj grad af, hvorledes spilprodukterne fra husholdningernes forbrug, affald og spildevand, håndteres.

En stor del af samfundets samlede forbrug af energi og vand - godt 1/3 - sker i husholdningerne. Forbruget af energi til opvarmning, belysning og transport, giver direkte eller indirekte anledning til luftforurening med bl.a. CO₂, NO_x og SO₂. Vandforbruget medfører et træk på knappe grundvandsressourcer og medfører udledning af spildevand med et indhold af næringsstoffer og, i et vist omfang, miljø-fremmede stoffer. Omgangen med miljøfarlige stoffer frembyder undertiden en sundhedsrisiko for forbrugeren selv. Produktionen af almindeligt og farligt affald i husholdningerne er ganske betydelig, og bortskaffelsen giver anledning til miljøproblemer først og fremmest i form af risici for kontaminering af jord og grundvand.

I det følgende beskrives udviklingen i disse forhold. Husholdningernes energiforbrug og betydningen heraf for luftforureningen er beskrevet i afsnit 3.2, og der henvises til dette afsnit for en beskrivelse heraf.

3.6.2 Udviklingen i husholdningernes samlede forbrug

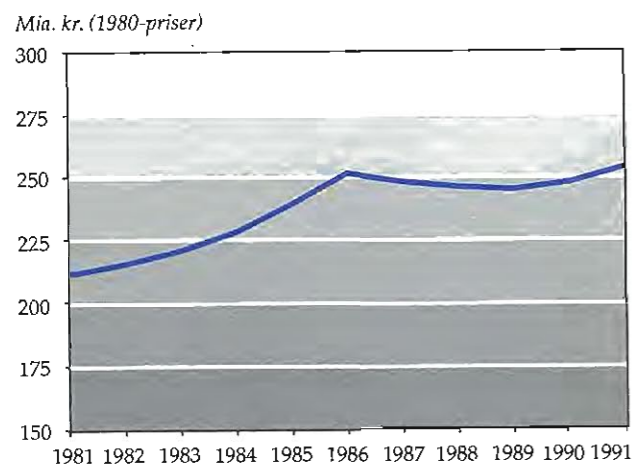
Udviklingen i husholdningernes forbrug (inkl. turisternes forbrug i Danmark) i perioden 1981-1991 fremgår af figur 3.6.1. Det ses, at det samlede forbrug målt i faste priser er steget med 42 mia. kr. i perioden 1981-1991, eller knap 20%. Udviklingen dækker imidlertid over betydelige udsving: Der var således tale om en væsentlig forbrugsvækst i perioden 1981-1986, hvorefter forbruget faldt indtil 1989.

I Budgetdepartementets langsigtede fremskrivning, jf. afsnit 3.1, regnes med en samlet realvækst i det private konsum i perioden 1992-2010 på ialt 92%, hvilket dækker over en afdæmpet vækst i perioden 1992-94, en betydelig vækst i perioden 1995-1998 og en mere moderat vækst i resten af perioden.

Væksten i forbruget af forskellige varer og tjenester i perioden 1981-1991 fremgår af tabel 3.6.1. Forbrugskategorierne "udlandsturisme" samt "Fritidsudstyr og underholdning" er vokset betydeligt, ligesom "Transport og

Mia. kr.	1981	1991	%-stigning 1981-91
Fødevarer	36,3	40,3	11,0
Drikkevarer og tobak	16,7	16,3	-2,4
Beklædning	11,5	13,6	18,3
Bolig	39,9	44,2	10,8
Energi	14,9	15,0	0,7
Boligudstyr, husholdningstjenester	14,2	15,0	5,6
Medicin og lægeudgifter	3,7	5,4	45,9
Transport og kommunikation	29,3	39,1	33,4
Fritidsudstyr og underholdning	19,6	27,5	40,3
Udlandsturisme	7,5	12,3	64,0
Andre varer og tjenester	18,2	25,3	39,0
Husholdningernes konsum ialt	211,8	254,0	19,9

Tabel 3.6.1. Udviklingen i husholdningernes (og turisternes) forbrug af varer og tjenester fordelt på kategorier (kilde: Danmarks Statistik, Statistisk Ti-årsoversigt 1992).



Figur 3.6.1. Udviklingen i husholdningernes og turisternes samlede forbrug 1981-1991. (Kilde: Danmarks Statistik, Nationalregnskabsstatistik).

kommunikation" tegner sig for en stor vækst. Det er bemærkelsesværdigt, at der stort set ikke har været nogen vækst i husholdningernes samlede forbrug af energi (ex. energiforbruget til transport), ligesom forbruget af fødevarer kun er steget moderat.

3.6.3 Husholdningernes vandforbrug og spildevandsudledninger

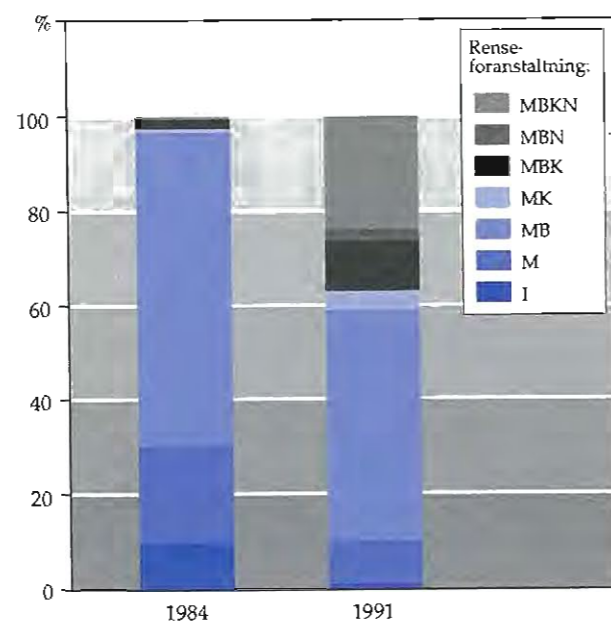
Vandforsyningen i Danmark er næsten udelukkende baseret på indvinding af grundvand, der ikke skal underkastes en kostbar behandling og rensning, før det kan anvendes til drikkevand. Danmark indtager derved en særstatus i forhold til næsten alle andre lande, der i større eller mindre udstrækning baserer deres vandforsyning på overfladevand. Kun 2 pct af det samlede danske vandforbrug udgøres af overfladevand.

Ud af et samlet vandforbrug på 900 mill. m³ pr. år tegnede husholdninger og institutioner sig for ca. 380 mill. m³. Heraf vedrørte ca. 330 mill. m³ husholdningerne. Ifølge vandforsyningsstatistikken er vandforbruget pr. indbygger i husholdningerne faldet fra ca. 63 m³ pr. år i 1989 til ca. 58 m³ pr. år i 1992, eller 159 liter pr. dag. Det er imidlertid svært at fastsætte den nøjagtige størrelse af husholdningernes vandforbrug, da det ikke er alle forbrugere, der har målere.

Mængden af spildevand fra husholdningerne udtrykkes normalt i såkaldte personækvivalenter (PE), dvs. den spildevandsmængde, som

én person producerer. Ved én PE forstås 21,6 kg organisk stof målt som BI5 (=det biokemiske iltforbrug efter 5 døgn), 4,4 kg total-N eller 1,5 kg total-P pr. år.

Langt størstedelen af husholdningerne - ca. 93% - er tilsluttet et kloaknet med tilhørende rensaanlæg. De fleste anlæg (i 1991: 1499 anlæg) er kommunale, og disse anlæg behandler langt hovedparten af spildevandet fra husholdningerne sammen med en stor del af virksomhedernes spildevand (jv. afsnit 3.5). Der findes dog en række mindre, private anlæg (i 1991: 378 anlæg med en kapacitet over 30 PE), men disse behandler under 1% af den samlede spildevandsmængde. Spildevandet gennemgår forskellige rensprocesser i anlæggene, der, afhængig af anlægstype, reducerer spildevandets indhold af næringsstoffer og organiske stoffer i større eller mindre omfang inden spildevandet udledes til ferske eller marine recipienter. Den kommunale spildevandsrensning gennemgår kraftige ændringer i disse år (færre og større anlæg, større rensningsgrad) som følge af gennemførelsen af vandmiljøplanen, jv. nedenfor. Renseforanstaltningerne på kommunale og private anlæg før vandmiljøplanen og i 1991 fremgår af figur 3.6.2, der viser den %-vise fordeling af spildevandet på rensforanstaltninger.



Figur 3.6.2. Procent-fordeling af spildevandet på rensforanstaltninger. Processymboler: I = Ingen rensning, M = Mekanisk rensning, B = Biologisk rensning, K = Kemisk rensning, N = Kvælstoffjernelse. (Kilde: Miljøstyrelsen, Vandmiljø 92).

3.6.4 Husholdningernes affaldsproduktion

Mængden og sammensætningen af husholdningernes affald afspejler produktionens udvikling, produktionsmetoderne og de varer, der forbruges.

De foreliggende data om affald er fra 1985 og hovedsagelig beregnet på grundlag af statistiske oplysninger og på stikprøver af affald fra forskellige virksomheder og husholdninger. De angivne mængder er derfor behæftet med en vis usikkerhed. Der foreligger endvidere ikke tidsseriedata for udviklingen i affaldsmængderne.

Affaldsregistreringen vil fremover blive væsentlig forbedret i forbindelse med ibrugtagningen af et nyt registreringssystem, hvorefter en række virksomheder, der bortskaffer affald skal registrere og indberette oplysninger herom til Miljøstyrelsen.

På trods af de mangelfulde data er der ingen tvivl om, at de sidste 30 års vækst i forbruget har medført en voldsom stigning i affaldsmængderne. Ud af en samlet affaldsproduktion i samfundet på 9,3 mio. tons i 1985 udgjorde produktionen af dagrenovation, storskrald og haveaffald tilsammen 1,9 mio. tons. I år 2000 forventes denne mængde forøget med 5-20%.

Den årlige mængde affald fra husholdninger, handel og kontor udgør ca. 470 kg. pr. indbygger. I en international sammenligning er dette på niveau med gennemsnittet i OECD. I USA er tallet iflg. OECD på 744 kg. Forskelle i de registrerede mængder kan dog også i et vist omfang skyldes forskelle mellem landenes afgrænsning og definition af forskellige affaldskategorier.

I 1985 blev 51% af husholdningernes affald forbrændt i affaldsforbrændingsanlæg, 33% blev deponeret på lossepladser og 16% - hovedsagelig aviser og glas - blev genanvendt.

Der har gennem de senere år været gennemført en lang række forsøg med genanvendelse af husholdningsaffald, specielt har forskellige kildesorteringssystemer og såkaldte "grønne affaldssystemer" (kompostering af husholdningsaffaldets våde, organiske fraktion i kombination med sortering af den tørre fraktion) været afprøvet. Den årlige indsamling af

aviser/ugeblade fra private husstande er i perioden 1985-1990 øget med 45.000 tons. Den årlige glasindsamling er i perioden 1985-91 steget med knap 25.000 tons. I perioden 1987-92 er en 2-delt indsamling af komposterbart affald og restaffald etableret hos 220.000 husstande. Det betyder, at yderligere 50.000 tons affald omdannes til kompost årligt.

Genanvendelsesordninger, hvor materialer eller produkter cirkulerer uden om renovations-systemet, kan spare samfundet for håndtering af betydelige mængder affald. De etablerede retursystemer for drikkevareemballage, specielt retursystemet for øl- og sodavandsflasker, sparer således samfundet for håndtering og behandling af meget store mængder potentielt emballageaffald.

Håndtering af affaldet er ressourcekrævende, kræver udpegning af arealer til deponier og giver anledning til miljøgener og risici for kontaminering af jord og grundvand. Antallet af deponeringspladser (lossepladser og fyldpladser) er reduceret i de senere år, og restkapaciteten på de eksisterende svinder. Den tilførte affaldsmængde til deponeringspladser er imidlertid i de senere år også faldet. Antallet af miljøgodkendte deponeringspladser udgjorde i 1991 129. Restkapaciteten på lossepladser er opgjort til 31 mio. tons, og for fyldpladserne til 14,3 mio. tons. Årligt modtager lossepladser og fyldpladser knap 700.000 tons husholdningsaffald.

Selv om man gennem tekniske foranstaltninger (membraner) på lossepladserne begrænser udslivningen af forurenende stoffer til jord og grundvand er der stadig en risiko for udslivning, hvorfor man forsøger at placere nye lossepladser i områder, hvor der ikke er brugbare grundvandsressourcer. Hertil kommer, at lossepladser sædvanligvis betragtes som en æstetisk gene i landskabet, og det volder derfor store problemer at lokalisere nye pladser.

Antallet af affaldsforbrændingsanlæg udgjorde i 1992 39, og disse behandlede ca. 2,2 mio. tons affald, heraf udgjorde skønsmæssigt 55% husholdningsaffald. Forbrændning af affald medfører udledning til luften af en række skadelige stoffer og frembringer ialt ca. 50.000 tons røgrensningsprodukter og ca. 400.000 tons slagge årligt. En del af slaggerne

(ca. 50%) anvendes som fyldmateriale til veje, stier og støjvolde, mens resten må deponeres. Affaldsforbrændingsanlæggene blev i 1992 underkastet skærpede miljøkrav til udledningen af bl.a. HCL (saltsyre) og partikler. Der haves ikke aktuelle tal for luftforureningen fra affaldsforbrændingsanlæg. De seneste målinger er fra 1989, før skærpelsen af udlederkravene. Resultaterne fra disse målinger fremgår af tabel 3.6.2 nedenfor. Tallet for dioxiner er opgjort i sevesoækvivalenter, dvs. svarende til giftigheden af den giftigste dioxin (Seveso-dioxinen). Målingerne viste et betragteligt lavere dioxinindhold end oprindeligt frygtet. Installation af afsyringsanlæg, der nu er i fuld gang, vil reducere dioxinmissionerne betydeligt. Der findes ikke nogen officiel dansk grænseværdi for udledning af dioxiner, men der forventes udarbejdet et nyt EF-direktiv om affaldsforbrændingsanlæg i 1994, som også vil fastsætte en grænseværdi for dioxiner.

Stofgruppe	Målte værdier 1989
SO ₂	1679 tons
HCL	3771 tons
Partikler	1292 tons
Dioxiner og furaner i beregnede sevesoækvivalenter	34 g

Tabel 3.6.2. Luftmissioner fra affaldsforbrændingsanlæg. Estimerede værdier på basis af målinger foretaget i 1989, og forventede værdier som følge af skærpede udlederkrav. (Kilde: Beregnet af Danmarks Miljøundersøgelser på basis af Miljøstyrelsen: Miljøprojekt 117, 1989).

De samlede offentlige udgifter til affaldshåndtering beløb sig i 1990 til skønsmæssigt 2,6 mia. kr., og der er således både økonomiske og miljømæssige interesser i at begrænse affaldsmængderne.

Der foreligger ingen opgørelse af, hvor stor en mængde husholdningerne producerer af olie- og kemikalieaffald. Det bedste skøn ligger i størrelsesordenen 20.-25.000 tons om året (inkl. emballage), hvoraf ca. 5.000 tons afleveres til Kommunekemi.

Etablering af indsamlingsordninger for olie- og kemikalieaffald fra private med henblik på

en miljømæssig forsvarlig bortskaffelse er blevet obligatorisk for kommunerne pr. 1. januar 1991. Det forventes, at kun en del af landets husstande i første omgang vil få tilbudt afhentning/aflevering af olie- og kemikalieaffald ved boligen. Olie- og kemikalieaffald, der ikke bortskaffes via det kommunale modtage-system, vil enten ende i den almindelige dagrenovation, der kan give problemer i arbejdsmiljøet, eller i det ydre miljø.

3.6.5 Forbrug og udledning af miljøfremmede stoffer fra husholdningerne

Husholdningerne bidrager ved forbrug af husholdningskemikalier til udledninger af en række miljøfremmede og miljøfarlige stoffer med affaldet eller spildevandet. Ved husholdningskemikalier forstås her kemiske stoffer og produkter, der anvendes i husholdningerne til forskelligt formål, bortset fra brændstoffer til transportmidler og opvarmning (benzin, olie m.v.) samt byggematerialer (mørtel, puds, cement m.v.).

Detailsalget af kemikalier er senest opgjort i 1989 af Miljøstyrelsen for årene 1985/86 og de omtrentlige størrelser fremgår af tabel 3.6.3. Tabellen viser, at forbruget af rengøringsmidler, tekstilbehandlingsmidler og autoplejemidler er ganske betragteligt (hhv. 70.000, 50.000 og 100.000 tons pr. år), ligesom forbruget af maling og lakker er stort.

Vaskemidler udgør ca. 80% af samtlige tekstilbehandlingsmidler. I husholdningerne m.v. anvendtes således ialt ca. 40.000 tons vaskemidler pr. år. Denne mængde ledes med spildevandet til de kommunale rensningsanlæg. Siden 1985 er fosfatforbruget i vaskemidler faldet med mellem 30 og 50% og erstattet med zeolitter og andre alkaliske stoffer. Dette skyldes i stor udstrækning ønsket om at reducere tilførslen af fosfater til vandmiljøet.

Overfladebehandlingsmidlerne, der fortrinsvis udgøres af malinger, lakker og træbeskyttelsesmidler, giver et væsentlig bidrag til privates forbrug af og udsættelse for organiske opløsningsmidler. I denne forbindelse er der i 1989 indgået en aftale mellem Foreningen for Danmarks Farve- og Lakindustri og Miljøstyrelsen om, at der over en treårig periode skal ske et markant fald i indholdet af flygtige organi-

Produktgruppe	1000 tons pr. år
Rengøringsmidler	70,0
Metalpudsemidler	<0,1
Afkalkningsmidler	2,0
Tekstilbehandlingsmidler	50,0
Impregnering og læderbehandlingsmidler	0,3
Overfladebehandlingsmidler	22,0
Lim, fugemasse m.v.	4,4
Møbel- og gulvpolermidler o.lign.	0,2
Autoplejemidler incl. motorolie	100,0
Fotokemikalier	<0,1
Swimmingpoolkemikalier	0,3
Bekæmpelsesmidler	<0,1
Plantegødning	17,5
Kunstmalerfarver	<0,1

Tabel 3.6.3. Detailsalg af kemikalier i 1985/86. (Kilde: Miljøstyrelsen, 1989).

ske opløsningsmidler i gulvlak, maling samt malings- og lakfjernere til privatforbrug. Aftalen skal inden længe evalueres, men umiddelbart er der ikke udsigt til, at de forventede resultater er nået.

Der haves for nuværende ikke et samlet overblik over udviklingen i husholdningskemikaliernes "miljøskadelighed" samt de miljø- og sundhedsskader, privatforbruget faktisk giver anledning til. Der findes eksempler på markedsføring af mere miljøvenlige husholdningskemikalier, men om der er tale om en generel tendens vides ikke. Fra myndighedsside er der som hovedregel - ud over de generelle klassificerings- og mærkningsregler - ikke taget initiativ overfor specifikke produktgrupper med hensyn til mindskelse af belastning af mennesker og miljø.

3.6.6 Handlingsplaner for husholdningernes miljøbelastning

Initiativerne mod husholdningernes påvirkning af miljøet retter sig i disse år særligt mod etablering af systemer til imødegåelse af de voksende affaldsmængder, samt mod vandforbruget og spildevandet.

Den primære målsætning på affaldsområdet er at reducere affaldsmængderne og miljøbelastningen fra alle typer af affald. En sekundær målsætning er at udnytte ressourcerne i affaldet bedst muligt, i første række materialerne i affaldet, dernæst energiindholdet. Den prioriterede rækkefølge for midlerne til reduktion og håndtering af affaldet er derfor: Fremme af renere produktteknologi, genanvendelse af materialer i affaldet (herunder kompostering), forbrændning af affaldet med udnyttelse af den frigjorte energi og miljømæssig forsvarlig deponering.

De initiativer, der tager sigte på at begrænse mængderne af fast affald - de affaldsforebyggende initiativer - omfatter bl.a. fremme af mindre forurenende og affaldsbelastende produkter samt fremme og sikring af returkredsløb for produkter og materialer uden om renovationssystemet. Styringsmidlerne er lovgivning, tilskud, afgifter og brancheaftaler.

Mht. genanvendelse er det, ifølge *Regeringens handlingsplan for affald og genanvendelse* fra 1992, målsætningen at øge genanvendelsen af husholdningsaffaldet fra de nuværende ca. 16% til 50% inden år 2000. Dette mål forventes at kunne nås hvis 2/3 af landets husstande bliver omfattet af en renovationsordning bestående af en 4-delning af affaldet ved kilden (en organisk fraktion til kompostering, tørt genanvendeligt affald, herunder aviser, papir og pap, en glasfraktion og en restfraktion).

Det er endvidere planen at omdirigere alt affald, der ikke planlægges genanvendt, eller giver specielle miljøproblemer ved forbrænding til forbrænding i løbet af 90'erne.

Kasserede elektriske og elektroniske apparater udgør en væsentlig bestanddel af husholdningernes storskrald. Det drejer sig bl.a. om køleskabe, fryser, øvrige hårde hvidevarer, audio-, video- og EDB-udstyr. Den samlede affaldsmængde af elektriske og elektroniske produkter er opgjort til mere end 100.000 tons årligt. Såfremt der kan etableres tilbagetagningsordninger, så vurderes disse for ovennævnte affaldstyper at udgøre 30-35.000 tons affald pr. år. Det er målet, i løbet af 1994, at få etableret aftaler med brancherne om en frivillig tilbagetagning af kasserede hårde hvidevarer og elektroniske produkter.

På *vandområdet* er det ifølge Miljøstyrelsens grundvandsstrategi målet at sikre grundvandsressourcer i tilstrækkelig mængde og kvalitet til at fremtidige generationers efterspørgsel kan imødekommes. Såfremt en effektiv beskyttelse af grundvandsressourcerne, ikke gennemføres i kombination med en aktiv indsats til sikring af besparelser i vandforbruget, vil det få vidtgående følger for vor fremtidige drikkevandsforsyning.

Indsatsen rettes derfor bla. mod at begrænse det unødvendige forbrug af vand. For husholdningerne drejer det sig om den del af vandforbruget, der dels skyldes dårlige forbrugsvaner som følge af, at vand har været et let tilgængeligt og billigt forbrugsgode, dels skyldes tab på ledningsnettet.

Husholdningsforbruget kan påvirkes ved at registrere unormale forbrugsafvigelse, minimere forbrugstrykket, begrænse havevanding, opsætte vandmålere og gennemføre forbrugsoplysning. En større udbredelse af vandmålere vil erfaringsmæssigt være et middel til at begrænse vandforbruget. Betaling efter individuel måling vil desuden sikre, at der skabes en direkte sammenhæng mellem vandforbruget og vandregningens størrelse.

De fleste større vandforsyninger afregner efter målt vandforbrug - enten ved måling af forbruget i den enkelte husstand eller ved en samlet måling af vandforbruget for flere husstande. Derimod afregner mange mindre vandværker efter skønnet forbrug. Der er i dag skønsmæssigt opsat 820.000 vandmålere til måling af husholdningsforbruget. Af disse er ca. 670.000 opsat i enfamiliehuse, mens ca. 150.000 er opsat i etageejendomme, eller tofamiliehuse, hvor forbruget måles samlet for ejendommen som helhed. Det kan endvidere anslås, at der i 415.000 ejendomme ikke sker en måling af husholdningsforbruget.

Besparelspotentialer i husholdningsforbruget anslås til 5-10% på kort sigt. Besparelserne kan opnås gennem en øget bevidsthed om vandforbruget, gennem en vedligeholdelse af de eksisterende installationer, gennem anvendelse af simple vandbesparende installationer og gennem øget brugerbetaling, der motiverer til besparelser.

Det anslås, at mulighederne for vandbesparel-

ser i husholdningerne på lang sigt udgør op til 25% af det nuværende vandforbrug. En sådan besparelse forudsætter dog en udskiftning af en række større installationer såsom armaturer og toiletter i husholdningerne. Dette vil være omkostningskrævende for mange forbrugere. Det må derfor anslås, at de fleste forbrugere vil udsætte anskaffelsen af større installationer indtil de eksisterende er udtjente. Der vil derfor gå en årrække inden vandforbruget i husholdningerne er faldet i fuldt omfang.

Med hensyn til *spildevand* fra husholdninger foregår der i disse år en omfattende udbygning af rensesplanterne på de kommunale renseanlæg i medfør af *vandmiljøplanen* fra 1987, jf. afsnit 2.4 og 3.5.

For at begrænse skaderne fra *miljøfarlige og miljøfremmede stoffer* fra husholdningerne arbejder Miljøstyrelsen på at substituere produkter indenfor produktgrupper med særlige skadevirkninger. Der er således initiativer igang med henblik på at mindske den miljømæssige belastning fra vaskemidler. Det overvejes at stramme kravene til bionedbrydeligheden i såvel dansk som EF-regi, samtidig med at et projekt til udvikling af let nedbrydelige tensider er iværksat. Der er tillige indgået to frivillige aftaler med brancheforeningen SPT om begrænsning af brugen af visse uønskede tensider. For at reducere brugen af miljøskadelige vaskemidler, er kriterier til EF-miljømærkning af vaske- og rengøringsmidler under udarbejdelse, og det overvejes at skærpe betingelserne i kemikalieloven for at markedsføre produkter som miljøvenlige.

Referencer

2. Miljøtilstanden

2.1 Luftforurening - globale effekter

Elkins, J.W. et al. 1993: Decrease in the growth rates of atmospheric chloroflourocarbon 11 and 12. *Nature*, 364, p 780 - 783.

Fenger, J., Fenhann, J. & Kilde, N., 1991: Danish budget for greenhouse gases. Nordic Council of Ministers. Nord, 1991:97, 116 pp.

Fenger, J. & Torp, U. (red), 1992: Drivhuseffekt og klimaændringer - hvad kan det betyde for Danmark. Miljøministeriet, 1992, 288 s.

Fenger, J. et al. 1993: Greenhouse Effects and Climate Change - implications for Denmark. *Ambio*, 22, s 378 - 382.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1990: Climate Change: The IPCC scientific assesment. Edited by J.T. Houghton et al. Cambridge University Press, Cambridge, 365 pp.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1990: The IPCC Impact Assesment. Edited by W.J. McG. Tegart et al. Australian Government Publishing Service, Canberra.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1990: Climate Change. The IPCC response stragegies. Edited by F. Bernthal. Island Press, 270 pp.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 1992: IPCC supplement. An updated supplement to the first assesment report (1990). WMO, UNEP, february 1992, 200 pp.

Miljøministeriet, 1993: Miljøindikatorer 1993. Hvordan står det til med miljøet? Miljøministeriet, 1993, 40 s.

WMO, 1991: Scientific Assesment of Ozone Depletion: 1991. World Meteorological Organisation, Global Ozone Research and monitoring Project, report no 25.

WMO, 1992: WMO and the Ozone Issue. World Meteorological Organisation, Geneva 1992, 16 pp.

2.2 Luftforurening - regionale effekter

Aniansson, B. 1986: Europas luft - Europas miljø. Nordisk Ministerråd, Stockholm. 94 s.

Asman, W.A.H. & Runge, E.H. 1991: Atmosfærisk NO_x, reaktionsprodukter og total N-deposition. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, rapport nr. A22.

Bernes, C. 1993: Nordens miljø - tilstand, udvikling og trusler. Nord 1993:10. Nordisk Ministerråd, København. 212 s.

Bille-Hansen, J. & Hovmand, M.F. 1993: Ionbalance og luftforurening i skovøkosystemer med fokus på det vestjyske plantageområde. Landbrugsministeriet, Forskningscentret for Skov & landskab, Lyngby. 49 s.

Derwent, R.G., Greenfelt, G. & Hov, Ø. 1991: Photochemical Oxidants in the Atmosphere. NORD 1991:7. Nordisk Ministerråd, København, 70 s.

ECE, Co-ordination Center for Effects, 1993: Calculation and Mapping of Critical Loads in Europe. Status Report 1993, 39 pp.

ECE, United Nations Economic Commission for Europe, and the Commission of the European Communities (CEC) 1992: Forest Condition in Europe. 1992 Report. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. CEE-UN/ECE, Brussels. 117 pp.

Friberg, N. & Rebsdorf, Aa. 1993: Vil skovrejsning forsure danske vandløb? *Vand & Miljø* 10, 4 s. (in press).

Forsuringsudvalget 1987: Ferskvandsforsuring. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, København. s.

Greenfelt, P. & Thörmelöf, E. 1992: Critical loads for nitrogen - a workshop report. Nord 1992: 41. Nordisk Ministerråd, København. 533 s.

Jacobsen, H. 1992: Bundplanter svinder i Grane Langsø. *Vand og Miljø*, 3, s 95 - 97.

Johnsen, I.; Ro-Poulsen, H.; Søchting, U. & Mortensen, L. 1991: Gasformige luftforureningers effekter på danske plantesamfund. *Miljø og Restprodukter*, EM-Journal nr. 1323/86-20, Energiministeriets Forskningsudvalg for Produktion og Fordeling af El og Varme. 31 s.

Larsen, B.R. 1986: Effects of acid rain and organic chemical pollution on crops. Ph.D. thesis, Laboratory of Environmental Sciences and Ecology, The Technical University of Denmark, 156 pp.

Linthurst, R.A. 1984: Direct and indirect effects of acid deposition on vegetation. Acid Precipitation Series, Butterworth Publishers, Boston.

Lundberg, J. & Ravnsbæk, P.V.F. 1992: Skovgødskning på heden. Gødskning af ældre rødgran. Hedeselskabets Forsøgsvirksomhed, beretning nr. 50, 1992, 77 s.

Merilehto, K., Meuttämies, K. & Kämäri, J. 1988: Surface water acidification in the ECE region. Miljørapport 1988:14. Nordisk Ministerråd, København. - citeret i Bernes, 1993.

Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen 1992: De danske skoves sundhedstilstand. Resultater af overvågningen 1992. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, København. 60 s.

Ministry of the Environment 1991: The state of the environment in Denmark. Ministry of the Environment, Copenhagen 108 pp. (in english).

National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) 1992: National Environmental Outlook 2, 1990-2010. RIVM, Bilthoven, 533 s.

Nielsen, H. 1987: Skovdød. Danmarks Naturfredningsforening, København. 40 s.

Nielsen, J.S. & Nygaard, E. 1989: Luftmiljøet. Danmarks Naturfredningsforening, København. 80 s.

Nygaard, E. 1989: Hvordan påvirker luftforurening naturen? Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, København. 60 s.

Rebsdorf, Aa. 1981: Forsuringstruede danske søer. Miljøprojekt nr. 38. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, København. 51 s.

Rebsdorf, Aa. & Nygaard, E. 1991: Danske sure og forsurede søer. Miljøprojekt nr. 184. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, København. 106 s.

Rebsdorf, Aa., Thyssen, N. & Erlandsen, M. 1991: Regional and temporal variation in pH, alkalinity and carbon dioxide in Danish streams, related to soil type and land use. Freshwater Biology, 25, s 419-435.

Sandnes, H. 1993: Calculated budgets for airborne acidifying components in Europe. EMEP/MS-Clear Report 1/93. 57 pp.

Simpson, D. 1991: Long-period modelling of photochemical oxidants in Europe. Calculations for April-September 1985, April-October 1989. EMEP/MS-Clear Report 2/91.

Søchting, U. & Johnsen, I. 1990: Overvågning af danske likéheder. URT, Dansk Botanisk Forening, nr. 1/1990.

Aaby, B. 1989: Overvågning af højmoser 1989. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen, København. 89 s.

Ågren, C. 1992: Lake acidification still a major problem in Sweden. Enviro, 13, p 28-32.

2.3 Bymiljøet

Danmarks statistik 1992: Færdselsuheld 1991. S.E., Samfærdsel og Turisme 1993, 16.

Derwent, R.G., Greenfelt, G. & Hov, Ø. 1991: Photochemical Oxidants in the Atmosphere. NORD 1991:7. Nordisk Ministerråd, København, 70 s.

Din by, din sundhed, Sund by projektet, København 1992, 82 s.

Fenger, J. 1991: Fossile brændsler og luftforurening. Dansk Gasteknisk Center a/s, Hørsholm, 57 s.

Kemp, K. m.fl. 1993: Luftforurening i Danske byer. Resultater fra det 2. Landsdækkende Luftkvalitetsprogram (LMP II) 1987-1991, suppleret med resultater fra luftkvalitetsmålinger foretaget af Hovedstadsregionens Luftovervågningsenhed (HLU) 1990-1991. Under udarbejdelse.

Ministry of the Environment 1991: The state of the environment in Denmark. Ministry of the Environment, Copenhagen, 108 pp. (in english).

Palmgren Jensen, F., Kemp, K., & Mancher, O.H. 1993: The Danish Air Quality Monitoring Programme (LMP II). Annual data report 1991. NERI, Technical Report No. 60. Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde, 81 s.

Planstyrelsen, 1982: Støjbejævnelse i eksisterende byområder. Miljøministeriet, Planstyrelsen. København 1982, 83 s.

Planstyrelsen, 1992: Forslag til en støjstrategi. Betænkning fra det tværministerielle støjvalg. Miljøministeriet, Planstyrelsen. København 1992. 82 s.

2.4 Eutrofiering

Borum, J., Lomstein, B. & Riemann, B. 1991: Effekter af ændringer i kvælstof- og fosforbelastningen på fjorde og estuarier. I Rapport fra Konsensuskonfe-

rence 1991 - Kvælstof, fosfor og organisk stof i jord og vandmiljøet. Kapitel 13.

Borum, J. Geertz-Hansen, O., Sand-Jensen, K. & Wiium-Andersen, S. (1990): Eutrofieringseffekter på marine primærproducenter. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen C3.

Boye Petersen, J. 1917: Bemærkninger til plantekortene over Bastrup Sø, Farum Sø, Bagsværd Sø og Lyngby Sø. I Wesenberg-Lund C. (Ed.) Furesø-studier. Kgl. Danske Vid. Selskabs skrifter 8. række III, I.

Baagøe, J. & Kølpin-Ravn F. 1895: Ekskursion til jydse søer og vandløb. Bot. Tidsskr. 20, s 288-326.

Hansen, I.S. 1991: Transport af vand og stof indenfor og til Kattegat og Bælthavet - herunder ændringer siden 1950'erne. I Rapport fra Konsensuskonference 1991 - Kvælstof, fosfor og organisk stof i jord og vandmiljøet. Kapitel 15.

Kristensen, P., Kronvang, B., Jeppesen, E., Græsbøll, P., Erlandsen, M., Rebsdorf, Aa., Bruhn, A & Søndergaard, M., 1990: Ferske vandområder - vandløb, kilder og søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport nr. 5, 130 s.

Kristensen, P., J. Windolf, E. Jeppesen, M. Søndergaard & L. Sortkjær, 1992: Ferske vandområder - søer. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport nr. 63, 111 s.

Kronvang, B., Erfurt, J., Erlandsen, M., Friberg, N., Græsbøll, P., Rebsdorf, Aa., & Svendsen, L.M. 1992: Ferske Vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1991. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport nr. 62.

Kronvang, B., Ærtebjerg, G., Grant, R., Kristensen, P., Hovmand, M. & Kirkegaard, J. 1993: Nationwide monitoring of nutrients and their ecological effects: State of the Danish aquatic Environment. Ambio 22, 4, s 176-187.

Københavns Amt, Frederiksborg Amt & Roskilde Amt 1989: Økologisk baggrundstilstand og udviklingshistorie i fem søer. Rapport udarbejdet af COWI-consult for Hovedstadsrådet.

Miljøministeriet 1993: Miljøindikatorer 1993. Rapport fra Miljøministeriet. 40 s.

Miljøstyrelsen, 1990: Vandmiljø-90. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 1 1990. 204 s.

Miljøstyrelsen, 1992: Vandmiljø-92. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2 1992. 120 s.

Richardson, K. & Ærtebjerg, G. 1991: Effekter af kvælstof og fosfor i Kattegat og Bælthavet. I Rapport fra Konsensuskonference 1991 - Kvælstof, fosfor og organisk stof i jord og vandmiljøet. Kapitel 16.

Svendsen, L.M., Erfurt, J., Friberg, N., Græsbøll, P., Kronvang, B., Larsen S.E. & Rebsdorf, Aa., 1993: Ferske Vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1992. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport nr. 88.

Ærtebjerg, G., Jørgensen, L.A., Sandbeck, P., Jensen, J.N. & Kaas, H., 1990: Marine områder - Fjorde, kyster og åbent hav. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport nr. 8.

Ærtebjerg, G., Sandbeck, P., Agger, C.T., Lundøer, S., Kaas, H., Jensen, J.N., Jensen, O.L., Rasmussen, M.B., Pedersen, D.S., Christensen, P.B. & Dahl, K. 1992: Marine områder - Fjorde, kyster og åbent hav. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram. Danmarks Miljøundersøgelser, Faglig rapport nr. 61.

2.5 Grundvand - en sårbar naturressource

Brüsch W., 1993: Grundvandsovervågningsprogrammet - en status med særlig vægt på pesticider. ATV - vintermøde om grundvandsforurening. Vingsted-centret. s 77-94.

Brüsch W., I. Salinas, 1992: Pesticider og detergenter. I: Grundvandsovervågning. Grundvandskvalitet i overvågningsområderne. Danmarks Geologiske Undersøgelse. s 135-159.

Christensen, N.B., 1992: Variationer i grund vandspejlet 1950-1990.- Danmarks Geologiske Undersøgelse Datadokumentation nr. 2, 292 s.

Christensen, T. H. & Rugge, K., 1992: Forureningskemisk integration.- Lossepladsprojektet, Rapport P0-3, Dec. 1992, 88 s.

Dansk Amtsvandinspektørforening, 1990: Kemikaliedepoter. Oversigt over afsluttede undersøgelser. Status pr. 1. januar 1990. Arbejdsrapport, juli 1990.

Dansk Vandteknisk Forening, 1991: Vandforsyningsstatistik 1991- DVF, 125 s.

DAVID, 1990: Kemikaliedepoter. Oversigt over afsluttede undersøgelser. Status pr. 1 januar 1990. Arbejdsrapport, juli 1990.

DAVID, 1991: Grundvandsovervågning. Grundvandsressourcens udnyttelse og tilstand, del 1 og 2.- Arbejdsrapport udarbejdet af en arbejdsgruppe under Dansk Amtsvandingenørforening, maj 1991

DGU, 1990: Status for grundvand og drikkevand i Danmark. Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Danm. Geol. Unders. Int. Rap. nr. 45, 127 s.

DGU, 1991: Grundvand. Overvågning og problemer. DGU serie D, nr. 8, 247 s.

DGU, 1992: Grundvandsovervågning. Grundvandskvalitet i overvågningsområder. DGU, 190 s.

Fyns Amt, 1993: Grundvand 1992. VANDMILJØ overvågning. Fyns Amt.

Gravesen, P., Brusch, W. & Thomsen, R. 1992: Grundvandsressourcer. I: Fenger, J. og U. Torp (red). Drivhuseffekt og klimaændringer - hvad kan det betyde for Danmark. Miljøministeriet 1992, kap. 11, s 117-127.

Gravesen, P., 1993: Fagdatacenter for borings- og grundvandsdata. Vandressourcedatabasen. Indvinding og forbrug af ferskvand.- DGU Information nr. 2.

Gravesen, P. & Hinsby, 1991: Undersøgelser ved Vejen Losseplads: Geologisk, hydrogeologisk, geokemisk og geofysisk integration.- Lossepladsprojektet, Rapport H0-3, dec. 1991, 111 s.

Jacobsen O.S., 1992: Grundvandets nitratindhold i de udvalgte reservoirtyper. Grundvandsovervågning. Grundvandskvalitet i overvågningsområderne. Danmarks Geologiske Undersøgelse. s 72-77.

Jacobsen O.S., 1992: Grundvandets kloridindhold. Grundvandsovervågning. Grundvandskvalitet i overvågningsområderne. Danmarks Geologiske Undersøgelse., s 77-84.

Københavns Amt, 1993: Afrapportering af grundvandsdelen. Vandmiljøplan 1992. Københavns Amt.

Københavns og Frederiksberg kommuner, 1993: Vandmiljøplanens grundvandsdel, overvågningsområde nr. 13. Statusrapport 1992.

Miljøministeriet, 1993: Miljøindikatorer 1993. Hvordan står det til med miljøet?.- Miljøministeriet, 41 s.

Miljøstyrelsen, 1990: Vandmiljø-90- Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 1, 204 s.

Nygaard E., & Nygaard, P. 1993: Kvaliteten af det nydannede grundvand. ATV møde, DTH: Grundvandsdannelse - erkendelse og håndtering gennem tiderne, s 85-96.

Reefsgaard A., 1993: Vandindvindingens indflydelse på grundvandsdannelse og vandløbsafstrømning.

ATV møde, DTH: Grundvandsdannelse - erkendelse og håndtering gennem tiderne. s 33-44.

TeknologiNævnet, 1992: Danmarks grundvandsressource- et oplæg til handlingsplan. Teknologinævnets rapporter 1992/1, 92 s.

Thomsen, R., 1987: Vandressourcerne og klimasvingningerne. Miljøprojekt nr. 89, Miljøstyrelsen. 64 s.

Vandplan Sjælland, 1993: Statusrapport for 1993 fra de Sjællandske amter og Københavns og Frederiksberg kommune, 50 s.

Vandrådet, 1992: Danmarks fremtidige vandforsyning.- Betænkning fra Miljøstyrelsen, nr. 1, 92 s.

2.6 Biodiversitet

Aaby, B. 1980: Status over danske højmoser. I: Status over den danske plante- og dyreverden. Fredningsstyrelsen, 1980.

Agger, P. & Brandt, J. 1992: Naturen i småbiotoperne. 3. Arealudvikling. I: S. Asbirk (red.). Naturen på landet. Skov- og Naturstyrelsen, s 21-26.

Andreasen, C. 1990: Ukrudtsarternes forekomst på danske sædskiftemarker. Licentiatafhandling, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 53 s

Asbirk, S. 1993: Plante- og dyrearterne. Status og udviklingstendenser 1988-1993. Under udarbejdelse.

Asbirk, S. & Søgaard, S. 1991: "RØDLISTE 90", særligt beskyttelseskrævende planter og dyr i Danmark. Skov- og Naturstyrelsen. 222 s.

Ballegaard, T. & Skov, F. 1993: Overdrevsvegetation i Danmark - en analyse baseret på udbredelse af 25 indikatorarter. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU. Under trykning.

Christiansen, S.G. & Nielsen, H. 1985. Heder og overdrev - Truet natur. Urt (3), s 35-39.

Danmarks Statistik 1967: Landbrugsstatistik 1900-1965.

Danmarks Statistik, 1992: Skovtællingen 1990. Nyt fra Danmarks Statistik nr. 306. 4 s.

Dansk Ornitologisk Forenings Fugleregistreringsgruppe, 1993: Ynglefuglerapport 1992.

Fog, K. 1988: Padde og krybdyr. I: Naturen i Danmark - status og udviklingstendenser. Skov- og Naturstyrelsen.

Fog, K. 1993: Oplæg til forvaltningsplan for Danmarks padde og krybdyr. Skov- og naturstyrelsen, 170 s.

Hansen, A., K. Hansen & Vestergaard, P. 1989: Distribution maps. In: Vestergaard P. and Hansen K. (eds). Distribution of vascular plants in Denmark. Opera Botanica, 96, p 81-144.

Hansen, K. 1989: Heathland, poor fen, and raised bog. In: Vestergaard, P. & Hansen, K. (eds.). Distribution of vascular plants in Denmark. Opera Botanica, 96, s 55-61.

Hansen, L. 1982: Trafikdræbte dyr i Danmark. DOFT 76, s 96-110.

Jensen, C.F. & Jensen, F. 1980: Vandløbsfaunaens udvikling i perioden 1900-1980. I: Status over den danske plante- og dyreverden. Fredningsstyrelsen 1980.

Jensen, H.A. & Kjellsson, G. 1992: Ændringer af frøpuljens størrelse i danske marker i perioden 1964-1989. Tidsskr. Planteavl, 86 (S-2178), s 93-105.

Komdeur, J., Gabrielsen, L. & Hounisen, J.P. 1993: The role of forest structure and management for woodland birds in Denmark. National Environmental Research Institute. NERI Technical Report no. 76, 85 p.

Larsen, L.G. 1980: Status over hedens fugle. I: Status over den danske plante- og dyreverden, Fredningsstyrelsen, 468 s.

Løjtnant, B. 1986: Truede planter og dyr i Danmark - en samling rødlist. Fredningsstyrelsen og Landbrugsministeriets Vildtforvaltning, 56 s.

Madsen, A.B. 1992: Odderens (*Lutra lutra* L.) forekomst i Danmark 1991 og udviklingen i bestanden 1986-1991. Flora og fauna 98, s 47-52.

Madsen, J. & S. Pihl. 1993: Jagt- og forstyrrelsesfrie kerneområder for vandfugle i Danmark. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU, nr. 72, 135 s.

Miljøministeriet, 1991: Miljøtilstanden i Danmark. 106 s.

Miljøstyrelsen, Skov- og Naturstyrelsen & Danmarks Statistik, 1990: Tal om natur og miljø. 200 pp.

Norton, B. 1988: Commodity, Amenity, and Morality: The Limits of Quantification in Valuing Biodiversity. In: Wilson, E.O. Biodiversity. 521 pp.

Skov, F. 1993: Skovdrift og biodiversitet. Jord og Viden, s 23-26.

Statistisk Departement, 1921: Arealets benyttelse i Danmark 1919. Statistiske meddelelser.

Statistisk Departement, 1931: Arealets benyttelse i Danmark 1929 og 1930.

Statistisk departement, 1964: Folketal, areal og klima 1901 - 60. Statistiske undersøgelser nr. 10.

Wind, P. 1988: Fem fund af Gul stenbræk (*Saxifraga Hirculus* L.). Urt 1988, (3), s 68-76.

2.7 Miljøfremmede Stoffer

Alsberg T. & Nylund K. 1993: Miljön i Sverige - tillstånd och trender (MIST): Långhvade organiske ämnen och miljön. Naturvårdsverket.

Bignert, A. et al 1992: Factors influencing the concentrations of sDDT and sPCB in Baltic Guillemot 1961-1989. Manuscript.

Christensen, Thomas H. 1983: Cadmiums akkumulering i landbrugsjord og optag i planter. En litteraturregning med særlig vægt på fosfor-kunstgødning. Laboratoriet for Teknisk Hygiejne, DTH 1983.

de Voogt P., Wells D. E., Reutergårdh L., & Brinkman U. A. Th. 1990: Biological activity, determination and occurrence of planar, mono- and di-ortho PCBs. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 40, s 1-46.

Hansen, L. M. 1990: Ferskenbladlus i bederoer. Grøn Viden, Landbrug nr. 52, Statens Planteavlsvorsøg, Landbrugsministeriet.

Helsinki Commission, 1990: Baltic Marine Environment Protection Commission, Second Periodic Assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1984-1988. Background Document.

Hovmand, M.F. 1992: Atmospheric heavy metal deposition in Denmark. Poster, workshop on collection and analysis of trace metals in precipitation, Göteborg, Sweden, 28.-30.9.92, 4 pp.

Jensen, J. E. 1993: Fitness of herbicide-resistant weed biotypes described by competition models. Proc. 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide, research and their practical application", p. 25-32.

Jodie, S.H., LeBaron, H.M. 1990: Significance and Distribution of Herbicide Resistance. Weed Technology, 4, p 141-149.

Jørgensen, L. N., Nielsen, B. J., Falch Petersen, E. & Elbek-Petersen, H. 1987: Fungicide resistance. Present situation and fungicide strategies for benzimidazoles in Denmark. NJF-Seminar nr. 124 (1987). Växtskyddsrapporter, Jordbruk 48, p 59-69.

Jørgensen, L.A., & Pedersen, B. 1993: Trace metals in fish used for time trend analysis and as environmental indicators. In publish and accepted in Marine Pollution Bulletin.

Levnedsmiddelstyrelsen 1990: Overvågningssystem for levnedsmidler - Næringsstoffer og forureninger 1983-1987.

Levnedsmiddelstyrelsen, 1991: Pesticidrester i danske levnedsmidler, 1988 og 1989. Levnedsmiddelstyrelsen, november 1991.

Levnedsmiddelstyrelsen, 1992: Overvågningsprogram for sporelementer i levnedsmidler, 1988-1992. 1991: Cadmium, bly, nikkel, og selen i danske samt udenlandske grønsager. Rapport nr CL-B 1992. 8, november 1992.

Miljøministeriet, 1986: Miljøministerens handlingsplan for nedsættelse af forbruget af bekæmpelsesmidler.

Miljøministeriet, 1989: Bekendtgørelse om anvendelse af slam, spildevand og kompost m.v. til jordbrugsformål. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 736 af 26. oktober 1989.

Miljøstyrelsen, 1989: Bly, Anvendelse - forurening - løsningsforslag. Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 1, 1989.

Miljøstyrelsen 1989: Dioxinmission ved affaldsforbænding. Miljøprojekt nr. 117.

Miljøstyrelsen, 1992: Aftale vedrørende trykimprægneringsområdet. Brancheaftale mellem Miljøministeriet og træimprægneringsbranchen af 23. oktober 1992.

Miljøstyrelsen, 1993: Forbrug af og forurening med cadmium udarbejdet af Jensen, A. & Markussen, J., FORCE institutterne, Div. for Isotopteknik & Analyse. Miljøprojekt nr 213.

North Sea Task Force, 1992: Draft report. NSTF Subregion 8, Skagerak/Kattegat, May 1992.

North Sea Task Force, 1993: Draft report. NSTF Subregion 5, 21. June 1993.

North Sea Task Force, 1993: Quality Status Report 1993, pre-print version. July 1993.

Oslo and Paris Commissions, 1992: Report on the Results of the Supplementary Baseline Study of Contaminants in Fish and Shellfish, June 1992. Internal report.

Rasmussen, B. 1992: Kviksølvholdige affaldsstrømme i Norden. Nordiske Seminar- og arbejdsrapporter, Nordisk Ministerråd, 1992, 572.

Sundhedsstyrelsen, Levnedsmiddelstyrelsen, Miljøstyrelsen 1987: Dioxiner i modernælk. Hygiejneddelelser, nr. 7.

Stat 1981-91. Årsberetning 1983 for Kemikaliekontrollen, Årsberetning 1986 for Miljøstyrelsens Kemikaliekontrol, Orientering fra Miljøstyrelsen nr.4 1990 og Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 7 1992.

3. SAMFUNDETS MILJØPÅVIRKNINGER

3.1 Den generelle samfundøkonomiske udvikling

Danmarks Statistik, 1992: S.E., Befolkning og valg 1992:16.

Danmarks Statistik: Nationalregnskabsstatistik, div. årgange.

Budgetdepartementet, 1993: Ny kurs mod bedre tider.

3.2 Energisektoren

BP: Statistical Review of World Energy. Diverse årgange.

Danmarks Statistik: Danmarks Statistiks energibalancer.

Energistyrelsen: Energistatistik. Diverse årgange.

Energiministeriet, 1990: Energi 2000. Handlingsplan for en bæredygtig udvikling.

World Resources Institute, 1992: World Resources 1992-93. A report by the World Resources Institute in collaboration with the United Nations Environmental Programme and the United Nations Development Programme. New York, 1992. 385 pp.

3.3 Transport

ECMT, 1992: Questionnaire on statistical trends in transport, European Conference of Ministers of Transport, Paris, 1992.

Energistyrelsen, 1993: Energiforbrug til transport 1972-1992. Energistyrelsen, august 1993.

Miljøstyrelsen 1993: Emissioner fra motorkøretøjer, opgørelse for året 1990 samt en prognose for perioden 1980-2010. Miljøstyrelsen, København 1992. 42 s.

Risø, Afdeling for Systemanalyse: Energi- og emissionsdata.

Samaras og Zierock, 1992: Assessment of the effect in EC member states of the implementation of policy measures for CO₂ reduction measures in the transport sector. EC study contract, B/91/4-3046/15367.

Trafikministeriet og Danmarks Statistik: Transportvaneundersøgelser i 1981 og 1992/93.

Trafikministeriet, 1990: Regeringens transporthandlingsplan for miljø og udvikling.

Trafikministeriet og Hoff & Overgaard, 1993: Transportsektorens energiforbrug. Trafikministeriet, København 1993.

Trafikministeriet, 1993: Transportstatistik 1980-1991. Trafikministeriet, København 1993. 94 s.

Vejdirektoratet, 1992: Tal om Vejtrafik. Vejdirektoratet, København 1993.

Vejdirektoratet og Trafikministeriet, 1993: Personer pr. bil. Trafikministeriet, København 1993.

Vejdirektoratet og COWIconsult, 1993: Godstransport, fordeling på transportmidler i Danmark. Vejdirektoratet, København 1993.

Vejtransporten i tal og tekst. Udgivet af Automobilimportørernes sammenslutning, 1992. 103 s.

3.4 Produktion i det åbne land - landbrug og skovbrug

Andersen, H. E., Mathiesen, G.B., Grant, R., Bak, J., Berg, P., Kronvang, B., Kjeldsen, K. & Rasmussen, P., 1992: Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1991. Danmarks Miljøundersøgelser, 1992. Faglig rapport fra DMU nr. 64.

CEC, Commission of the European Communities, 1992: The State of the Environment in the European Community. Brussels, 1992.

Danmarks Statistik: Landbrugsstatistik. Diverse årgange.

Danmarks Statistik: Nationalregnskabsstatistik. Diverse årgange.

Danmarks Statistik: Danmarks Statistiks energibalancer.

EUROSTAT, 1991: Landbrug. Statistisk årbog, 1990. Luxembourg, 1991.

Grant, R., Bak, J., Berg, P. & Skop, E., 1990: Landovervågningsoplande. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1990. Danmarks Miljøundersøgelser, 1991. Faglig rapport fra DMU nr. 39.

Skop, E., 1993a: Analyse af landbrugs- og gødningsdata 1985-1991. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 84, 97 s.

Skop, E., 1993b: Beregning af kvælstofudvaskning på regionalt niveau. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 65, 54 s.

3.5 Industrien

Danmarks Statistik: Nationalregnskabsstatistik. Diverse årgange.

Danmarks Statistik: Industristatistik. Diverse årgange.

GENDAN A/S, 1987: Frembragt affald år 2000. Prognose for årene 1996 og 2000.

Krüger A/S, I., 1993: Prioritering af miljøbelastende stoffer i affald, metodestudie - opstilling af stoffliste. Oplæg til workshop om miljøfarlige stoffer i affald d. 12. maj 1993.

Miljøstyrelsen, 1990a: Vandmiljø 90. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 1990.

Miljøstyrelsen, 1990b: Danmarks udledning af industrielt spildevand. Miljøprojekt nr. 153. Udført af Vandkvalitetsinstituttet, ATV for Miljøstyrelsen. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 1990.

Miljøstyrelsen, 1992: Vandmiljø 92. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 1992.

Miljøstyrelsen, 1993a: Internt notat.

Miljøstyrelsen, 1993b: Affaldsstrømme i Danmark. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 15 1993. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 1993.

Paaby, H., 1992: Miljø og Livskvalitet 1994-2010. Danmarks Miljøundersøgelser - Faglig rapport fra DMU nr. 57.

3.6 Husholdninger

Danmarks Statistik: Nationalregnskabsstatistik. Diverse årgange.

Danmarks Statistik, 1993: Statistisk Ti-årsoversigt 1992. Danmarks Statistik 1992.

Miljøstyrelsen, 1989: Dioxinmission ved affaldsforbrænding. Miljøprojekt nr. 117, 1989. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 1989.

Miljøstyrelsen, 1992: Vandmiljø 92. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen 1992.

Miljøstyrelsen, 1989: Forbrug af husholdningskemikalier. Undersøgelse udført af Cowiconsult for Miljøstyrelsen, 1989.

