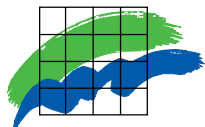


DMU

Beretning og aktiviteter

1999-2000



Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser, april 2000

Indhold

Forord	3
Miljøet i europæisk perspektiv	4
DMU, en institution i udvikling	8
Arktisk og globalt miljø: Hvad betyder en temperatur- stigning for livet i de arktiske farvande	14
Akvatisk miljø og natur: Giftige stoffer i skibsmaling	16
Atmosfærisk miljø: Prognoser for luftforurening	18
Risikovurdering af kemiske stoffer og bioteknologiske produkter: Ny metode skal fortælle hvilke stoffer der er farligst	20
Terrestrisk miljø og natur: Naturkvalitet – et redskab for naturforvaltningen	22
Tværgående analyser: Ammoniak – et kompliceret problem	24
Grønt regnskab	26
Økonomi og personale	28
DMU's organisation	30
Temaraapporter fra DMU	32
Bilag på DMU's hjemmeside:	
• Publikationer 1999	
• Virksomhedsregnskab 1999	

Forord



DMU har i 1999 vedtaget en ny strategi der udstikker retningslinjerne for DMU's arbejde de næste 5-8 år. På baggrund af strategien indgik DMU i slutningen af 1999 en ny 4-årig resultatkontrakt med Miljø- og Energiministeriet. Arbejdet med den nye strategi og resultatkontrakt er gennemført i en meget konstruktiv proces både internt i DMU, med ministeriet og dets styrelser og med en lang række eksterne samarbejdspartnere.

DMU markerede i 1999 sit 10-års jubilæum med konferencen "Dansk Miljøforskning 1999" som afholdtes 19.-20. august i København. Omkring 350 miljøforskere og brugere af miljøforskning var samlet til konferencen som viste, at dansk miljøforskning har gjort betydelige fremskridt i 1990'erne, men at der også er en række store udfordringer som forskerne må tage op i de kommende år.

Konferencen viste desuden at der er etableret mange samarbejdsflader på tværs af institutioner og fag i miljøforskningen. Der er behov for at fastholde og videreudvikle denne udvikling. DMU vil derfor fortsætte sine bestræbelser på at medvirke til at koordinere dansk miljøforskning for at optimere udbyttet af den samlede forskningsindsats.

I 1999 fik DMU sin første forskningsprofessor idet Torkel Gissel Nielsen blev udnævnt til professor i marin økologi. Opslag af forskningsprofessorater i DMU sker i samarbejde med forskningsrådene, og DMU forventer at besætte yderligere 3-4 professorater i de kommende år.

DMU's største afdeling, Afdeling for Havmiljø og Mikrobiologi, er blevet delt med virkning fra 1. januar 2000. De to nye afdelinger hedder Afdeling for Havmiljø og Afdeling for Mikrobiel Økologi og Bioteknologi (jf. side 30-31).

Afdeling for Arktisk Miljø ventes i den nærmeste fremtid at flytte ind i en nyopført tilbygning i DMU-Roskilde således at fusionen med Grønlands Miljøundersøgelser fuldendes. Den nye bygning er på i alt 1.450 m² og rummer først og fremmest kontorer og laboratorier til Afdeling for Arktisk Miljø, der i dag bor i København. Hertil kommer en varemottagelse og et edb-undervisningsrum.

I denne beretning er der først og fremmest lagt vægt på at give en overordnet præsentation af DMU's aktiviteter med en gennemgang af resultater og initiativer for det kommende år inden for udvalgte områder hvor DMU's aktiviteter har "gjort en forskel". Yderligere analyser af udviklingen vil kunne findes i DMU's virksomhedsregnskab der kan ses på DMU's hjemmeside, www.dmu.dk. Her kan man også finde en kort beskrivelse af alle planlagte projekter i 2000 samt en liste over de knapt 1.000 publikationer af forskellig art som DMU's medarbejdere har fået udgivet i 1999.



Henrik Sandbech
Direktør



Hans E. Zeuthen
Bestyrelsesformand

Miljøet i europæisk perspektiv



Foto: ©Danmark

DMU og landbruget

Effekten af landbrugets aktiviteter på natur og miljø står centralt i DMU's arbejde, både nationalt og i DMU's internationale samarbejde om forskning og rådgivning. Landbrugets aktiviteter er specielt vigtige i arbejdet med næringsstoffer, sprøjtemidler, gensplejsede organismer og udviklingen af landskabet. Denne årsberetning sætter bl.a. fokus på landbrugets udslip af ammoniak på s. 24-25.

Dansk landbrug – europæisk landbrug

Over store dele af Vesteuropa har landbruget gennem de sidste 50 år generelt ændret sig i retning af en stadig mere intensiv drift. Brugen af kunstgødning er steget dramatisk. Sammen med en stigende tæthed af husdyr har det ført til øget tilførsel af gødning til landbrugsjorden – og en heraf følgende belastning af miljøet via gødningsindhold af kvælstof og fosfor. Den del af næringsstofferne som planterne ikke optager, bindes nemlig til jorden eller tabes til luften eller vandmiljøet.

Udviklingen i størrelsen af svinebedrifterne i EU 1975-95. Både i Danmark og i en række andre europæiske lande er størrelsen af det gennemsnitlige svinehold flerdoblet.

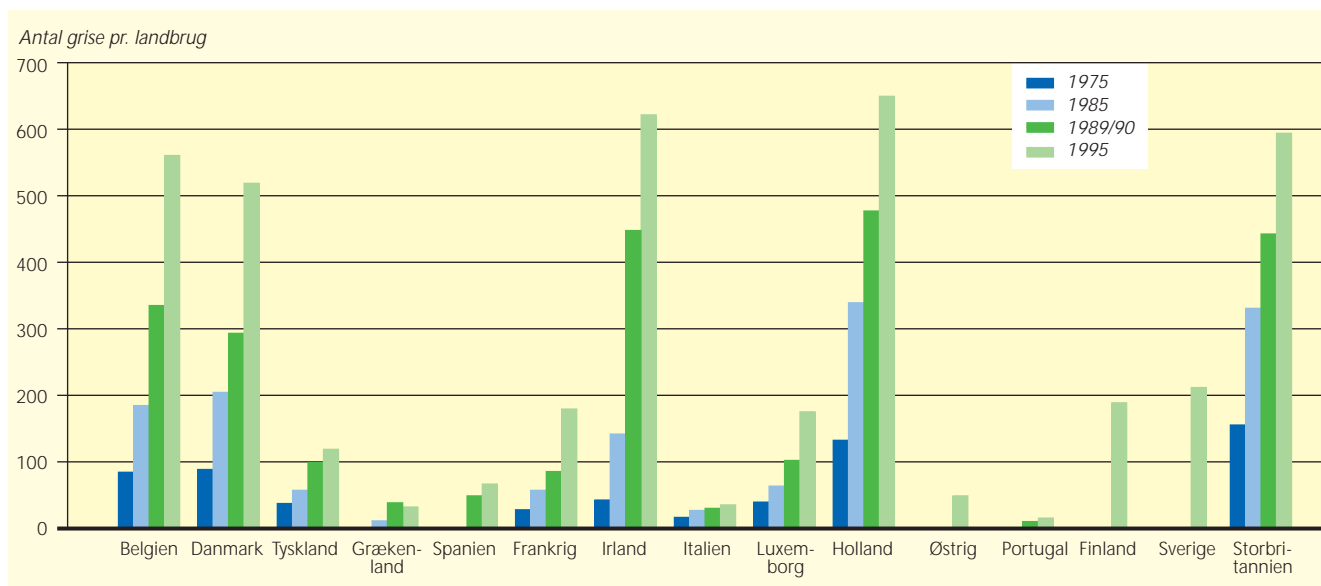
(Kilde: Eurostat)

Husdyrene står centralt i det europæiske landbrug, både økonomisk og som en væsentlig kilde til påvirkning af miljø og natur. Gennem det sidste halve århundrede er der sket meget betragtelige ændringer i den måde landbruget holder husdyr på. Specielt i Nord- og Vesteuropa er små ekstensive bedrifter blevet erstattet af mere intensive og specialiserede bedrifter. Udviklingen er sket i takt med en forbedring af dyrenes foder og en stigning i produktiviteten i husdyrbrugene. Tilsammen har denne udvikling på en række områder ført til nye belastninger af miljøet.

Svinesektoren – den mest intensive sektor

Svineholdet er steget konstant i hele EU-området siden 1970. I de 15 EU-lande er antallet steget omkring 20 procent til i 1995 at udgøre 118 millioner svin ifølge EU's statistiske kontor, Eurostat. Alene i Danmark var der 11 millioner svin i 1995 – i 1998 var bestanden steget til 12 millioner, og der blev dette år i alt slagtet 20 millioner svin.

Samtidig med at antallet af svin er steget er svinene blevet koncentreret på stadig færre bedrifter. Denne udvikling har været helt parallel i en række EU-lande som Belgien, Danmark, Irland, Holland og Storbritannien, jf. figuren herunder.



I Danmark er udviklingen således gået fra et gennemsnit på knap 100 svin pr. bedrift i 1975 til over 500 i 1995, altså mere end en 5-dobling på 20 år.

Svinene er bestemt ikke jævnt fordelt i Europa. For svinebrug har Holland 47 svin pr. hektar landbrugsjord, eller mere end dobbelt så mange som Danmarks 19 svin pr. hektar landbrugsjord og over 20 gange så mange som i Østrig. Opgøres antallet af svin for det totale landbrugsareal var der i 1995 4 svin pr. hektar i Danmark.

Specialisering og miljø

De økonomiske fordele ved stordrift har ført til en tiltagende specialisering i det meste af Europa. Hvor omkring tre fjerdedele af de danske bedrifter i 1968 havde både kvæg og svin, er andelen af disse brug i 1998 reduceret til 12 procent, jf. tabellen øverst til højre. Omkring tre fjerdedele af bestanden af kvæg og svin befinder sig nu på specialiserede bedrifter der kun har én slags husdyr. Andelen af brug uden hverken kvæg eller svin er i perioden øget fra 10 til 39 procent.

Procent af bedrifter	1968	1982	1998
Uden kvæg og svin	10	24	39
Med svin, uden kvæg	11	23	17
Med kvæg, uden svin	5	22	32
Med kvæg og svin	74	31	12

*Specialisering i dansk landbrug.
(Kilde: Landbrugsrådet).*

*Fordelingen af svin på svinebrug i de 15 EU-lande, 1995. Nok har vi mange svin i Danmark, men tætheden af svin er endnu større i Holland, hvor den topper med 47 svin pr. hektar.
(Kilde: Eurostat).*

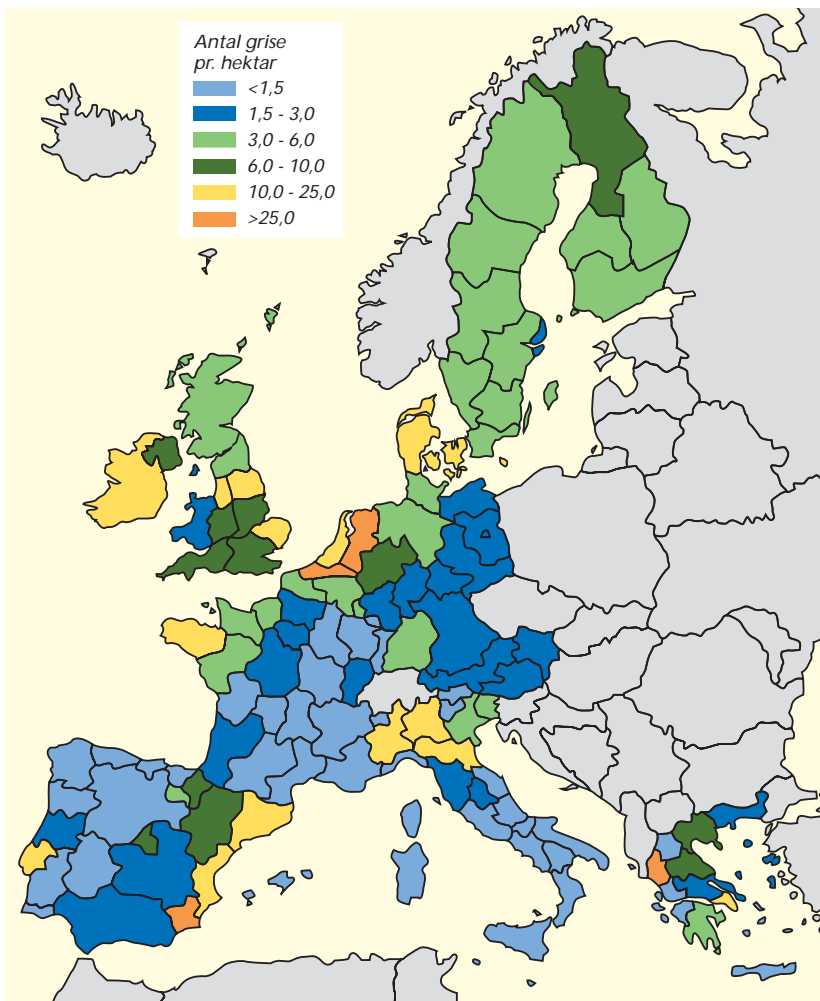
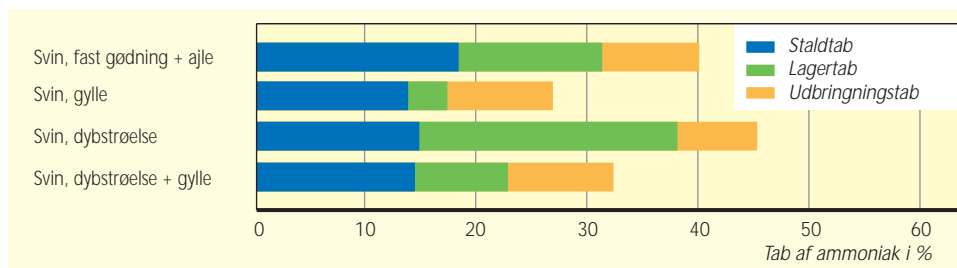
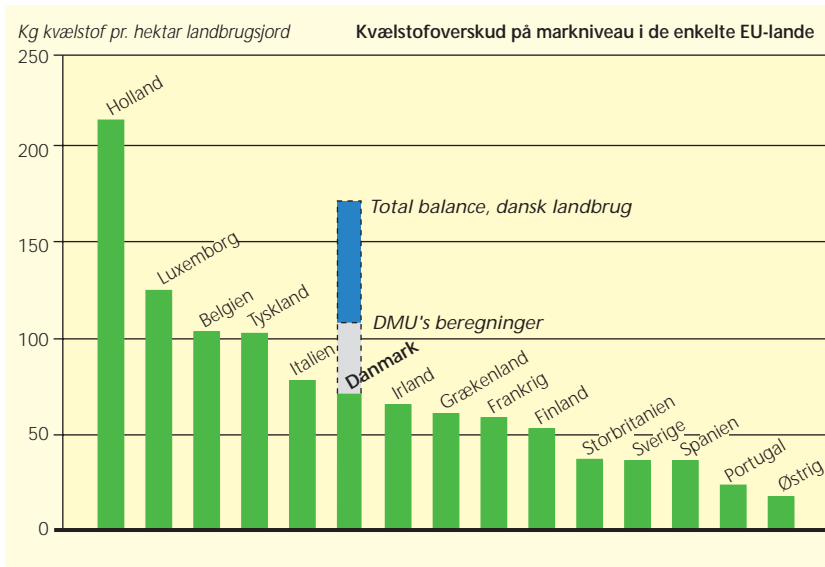


Foto: DJFF, Kellar Nielsen

Udslip af ammoniak fra svinehold i stald ved forskellige gødningssystemer. Som det ses betyder overgang fra en traditionel svinestald med fast gødning og ajle til en stald med gyllesystem en betragtelig begrænsning af tabet af ammoniak pr. gris. Der er især en gevinst under lagring i gylletank med dæklag frem for på mødding.
(Modelberegninger på baggrund af 1996-data).



Kvælstofoverskud i de 15 EU-lande, 1995 (Kilde Eurostat). Overskuddet er beregnet som markbalancen, dvs. forskellen mellem det kvælstof der tilføres markerne (med gødningen og fra luften) og det kvælstof der fjernes (med høsten). Pga. usikkerheder og fejl kan sådanne data kun bruges til overordnede sammenligninger mellem landene. Til sammenligning er der for Danmark vist DMU's beregning af markbalancen og DJF's beregning af totalbalancen for dansk landbrug, dvs. forskellen mellem den totale tilførsel (foder, gødning, mv.) og fraførsel (via produkter) i dansk landbrug. Forskellen mellem totalbalancen og markbalancen skyldes forskellige opgørelsesmetoder.



Specialiseringen har også udmøntet sig i en regionalisering og i et mere monotont landskab. Afgrøderne på de enkelte brug er nemlig i vidt omfang bestemt af hvilke husdyr der holdes. Konsekvenserne for miljøet er imidlertid ikke entydige. Fx indebærer den øgede stordrift i svineproduktionen at det er blevet mere lønsomt at håndtere svinenes gødning som gylle. Herved kan landmanden samtidig reducere udslippet af ammoniak betydeligt, jf. ovenstående figur.

Den stigende koncentration af husdyrholdet har ført til at jorden i visse egne af Europa tilføres alt for mange næringsstoffer som derfor belaster vandmiljøet. Samtidig er der drænet store arealer og mange af Europas vådområder er blevet opdyrket hvilket har reduceret naturens evne til tilbageholde og fjerne næringsstofferne.

Regionernes specialisering har bevirket at der i visse egne findes mange gårde, som producerer mere husdyrgødning end de må sprede på deres egne marker, hvorfor disse bedrifter må finde andre løsninger. I Danmark havde 47 procent af svinebrugene i 1998 overskud af gødning. Omvendt er der i andre egne mange marker som slet ikke modtager husdyrgødning.

På europæisk plan er problemet – som man kunne forvente ud fra husdyrholdets størrelse - størst i Holland, jf. nedenstående figur.

Næringsstoffer

Forbruget af kunstgødning steg i 1960'erne og 1970'erne og betød sammen med bedre sorter og teknologi en betydelig stigning i landbrugets udbytte. I de fleste EU-lande toppede tilførslen af fosfor i begyndelsen af 1980'erne og tilførslen af kvælstof i midten af 1980'erne. Selv om der i de senere år er sket en reduktion i tilførslen af både kvælstof og fosfor er landbruget dog fortsat en betydelig kilde til forurening af vandmiljøet med disse stoffer. For kvælstof søger man at begrænse problemet gennem EU's nitratdirektiv, der i Danmark er implementeret gennem Vandmiljøplan II. For fosfor er der ikke foretaget tilsvarende initiativer.



Foto: CDanmark

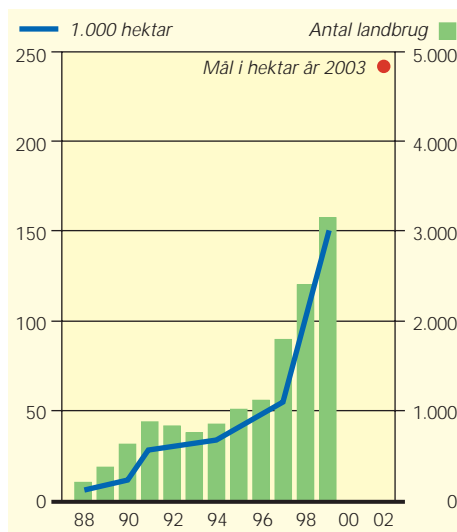
Flere økologiske brug

Landbruget er inde i en omstillingsproces hvor der i stigende grad stilles krav om at tage hensyn til miljø, husdyrenes velfærd og produkternes kvalitet. Antallet af økologiske landbrug stiger kraftigt, ikke bare i Danmark, men i hele Europa. På europæisk plan blev knapt 2 procent af landbrugsarealet dyrket økologisk i 1995. Andelen af økologiske brug er størst i Sverige og Østrig. I Danmark var der i 1995 1.050 økologiske landbrug. I 1999 var antallet af økologiske brug steget til 3.080 med et samlet areal, som dækker 5,6 procent af det dyrkede land.

I Danmark yder staten økonomisk støtte til at omlægge konventionelle landbrug til økologisk drift og det indgår nu som et af virkemidlerne i Vandmiljøplan II. Man skal dog være opmærksom på at udvaskningen af kvælstof fra økologiske brug ikke er lige så godt beskrevet som for det konventionelle landbrug.

I den danske regerings aktionsplan for økologisk jordbrug indgår også en styrkelse af forskningen. DMU deltager i Forskningscenter for Økologisk Jordbrug (FØJO) som er et forskningscenter "uden mure". FØJO's væsentligste funktion er at starte og koordinere forskning i økologisk jordbrug og dermed bidrage til udviklingen af økologisk jordbrug og fremme en bæredygtig udvikling i jordbruget som helhed.

DMU's aktuelle aktiviteter i FØJO omfatter bl.a. projekter om konsekvenser af en omlægning til økologisk jordbrug for natur og samfundsøkonomi, naturværdier i landbruget, integration af viden fra forskellige fagdiscipliner, afgrøders robusthed over for skadevoldere og tab af næringsalte fra økologisk jordbrug til vandmiljøet. Disse projekter løber alle i perioden 1998-2000. Aktuelt er FØJO i gang med en ny ansøgningsrunde hvor DMU har søgt om at kunne igangsætte nye projekter medio 2000.



Antallet af økologiske landbrug og landbrug under omlægning til økologisk drift er steget stærkt i de senere år, ikke bare i Danmark, men i hele EU-området. (Kilde: Plantedirektoratet).



Foto: DJF/E. Keller-Nielsen

Moderne svinestald. Husdyrenes gødning er en væsentlig kilde til kvælstof og fosfor. I 1995 tegnede den danske svineproduktion sig således for en gødningsproduktion svarende til 104.000 tons kvælstof og 25.000 tons fosfor.



Foto: DJF/E. Keller-Nielsen

DMU – en institution i udvikling

Ny resultatkontrakt

I 1999 vedtog DMU "Strategi 2000" der udstikker retningslinjerne for hvordan DMU i de næste 5-8 år kan bidrage til at skabe basis for en bæredygtig samfundsudvikling. Strategien beskriver DMU's visioner (se boks) og opstiller strategiske mål som DMU i de næste år vil arbejde hen imod.

På baggrund af strategien indgik DMU i slutningen af 1999 en ny resultatkontrakt med Miljø- og Energiministeriet for perioden 2000-2003. I den nye resultatkontrakt er de væsentligste mål for DMU's virksomhed samlet under fire overskrifter: Synlige resultater, kvalitet, fagligt beredskab og integration af viden.

Resultatkontrakten er en flerårig arbejdsplan med fokus på resultatmål. Den udmøntes i projekter, budgetter og milepæle i de årlige arbejdsprogrammer. DMU's resultatkontrakt, strategi og aktuelle projektplaner kan ses på DMU's hjemmeside, www.dmu.dk.

DMU's vision

"DMU vil støtte en bæredygtig udvikling ved at fortælle hvordan man kan løse problemer i miljø og natur. Det indebærer at vi skal kunne yde højt kvalificerede råd og analyser på natur-, miljø- og energiområdet, baseret på de nyeste nationale og internationale, videnskabelige og teknologiske fremskridt. DMU yder rådgivning til stat, amt, kommuner og til den private sektor. Vi skal være hele Danmarks Miljøundersøgelser og bidrage til at øge Danmarks internationale profil på natur- og miljøområdet."

Samarbejde om forskning og uddannelse

DMU har bidraget til den nationale delstrategi for transportforskning der forventes udsendt i 2000. Som opfølgning på strategien har Trafikministeriet besluttet at oprette en sektorforskningsinstitution for trafik som bl.a. får trafikikkerhed som indsatsområde. DMU forventer at den nye institution vil blive en væsentlig samarbejdspartner på trafikområdet.

DMU har i 1999 indgået nye samarbejdsaftaler med Forskningscentret for Skov & Landskab og Danmarks Fiskeriundersøgelser. Endvidere har DMU været initiativtager til og medstifter af en ny forening, DSAR (Danish Society for Atmospheric Research) til fremme af atmosfære- og klimaforskningen i Danmark. Forskere fra DMU deltager i DSAR sammen med kolleger fra bl.a. Risø, DMI og universiteterne.

I det kommende år forventer DMU at indgå en aftale med Københavns Universitet om at oprette en forskerskole inden for miljø og klima. DMU vil også arbejde på at etablere nye samarbejdsaftaler med Danmarks Tekniske Universitet, Landbohøjskolen og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Endvidere har DMU indledt drøftelser om nærmere samarbejde med bl.a. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.

Internationalt samarbejde

DMU er i stigende omfang engageret i det internationale miljø samarbejde. DMU deltager således aktivt i samarbejdet med Det europæiske Miljøagentur. I 1999 deltog DMU i arbejdet med at udarbejde en flerårig IT-strategi for agenturet og det Europæiske Miljøoplysnings- og Overvågningsnet, EIONET. I 2000 vil DMU rådgive Bosnien-Herzegovina, Albanien og Makedonien om opbygning af deres nationale bidrag til EIONET.

DMU var i 1999 også en aktiv partner i Det Europæiske Temacentre for Ferskvand, som arbejder som konsulent for Det europæiske Miljøagentur. Dette arbejde forventes at fortsætte i årene fremover. Endvidere har DMU i 1999 deltaget i de europæiske temacentre for marine områder og naturbeskyttelse.



Foto: Klaus Holsting



Foto: DMU/Jens Christian Pedersen

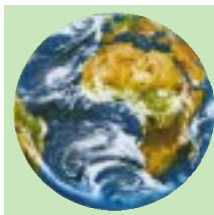


Foto: WMO

DMU yder en betydelig rådgivning i forbindelse med udformning af det faglige grundlag for EU's direktiver og forordninger samt ved internationale konventioner om beskyttelse af miljøet.

DMU deltager i forvaltningskomiteen for miljøforskning under EU's 5. rammeprogram for forskning, teknologisk udvikling og demonstration og er aktiv i en række europæiske forskningsnetværk i flere af programmets temaer. Allerede efter første ansøgningsrunde har DMU fået mulighed for at styrke sine internationale aktiviteter.

Akkreditering

Akkreditering af prøvetagnings- og analysemetoder skal sikre at DMU lever op til standardiserede krav på analyse- og overvågningsområdet og kan konkurrere nationalt og internationalt. Arbejdet med at blive akkrediteret har i den sidste halvdel af 1990'erne krævet en meget stor indsats af DMU's medarbejdere for at udarbejde det nødvendige dokumentationsmateriale. DMU's Afdeling for Miljøkemi har siden 1997 været akkrediteret til at udføre analyser af udvalgte miljøfremmede stoffer. I 1999 blev Afdeling for Atmosfærisk Miljø akkredi-

teret til at udføre undersøgelser af luftforurening, dvs. opsamling af prøver, analyser af indsamlede prøver af luft og nedbør samt kontinuerte målinger. Akkrediteringen omfatter metoder til at bestemme alle de gængse uorganiske komponenter i luftforureningen.

I de kommende år er det DMU's mål at opnå akkreditering for en række yderligere analyser, målemetoder og prøvetagningsteknikker der indgår i de nationale og internationale overvågningsprogrammer. Afdeling for Havmiljø har således indsendt ansøgning om at opnå en akkreditering for de metoder der bruges i overvågningen af fjorde og hav. Tilsvarende har Afdeling for Arktisk Miljø netop indsendt ansøgning om akkreditering for analyse af en række tungmetaller i biologiske og uorganiske prøver.



Foto: DMU/Jens Christian Pedersen

Indsatsområderne er rammen om det faglige arbejde i DMU's forskningsafdelinger. De indgår som et centralt element i DMU's strategi, resultatkontrakt og arbejdsprogram. Indsatsområderne går på tværs af DMU's afdelinger.

INDSATS-OMRÅDE / AFDELING	Atmosfærisk miljø	Akvatisk miljø og natur	Terrestrisk miljø og natur	Arktisk og globalt miljø	Risikovurdering af kemiske stoffer og bioteknologiske produkter	Tværgående analyser
Systemanalyse						
Atmosfærisk Miljø						
Miljøkemi						
Havmiljø						
Mikrobiel Økologi og Bioteknologi						
Terrestrisk Økologi						
Vandløbsøkologi						
Sø- og Fjordøkologi						
Landskabsøkologi						
Kystzoneøkologi						
Arktisk Miljø						

Produktion

Som en indikator for DMU's produktivitet opgøres mængden af videnskabelige artikler, rapporter, publikationer, konferencebidrag og andre håndgribelige arbejdsresultater i forhold til den samlede personaleindsats.

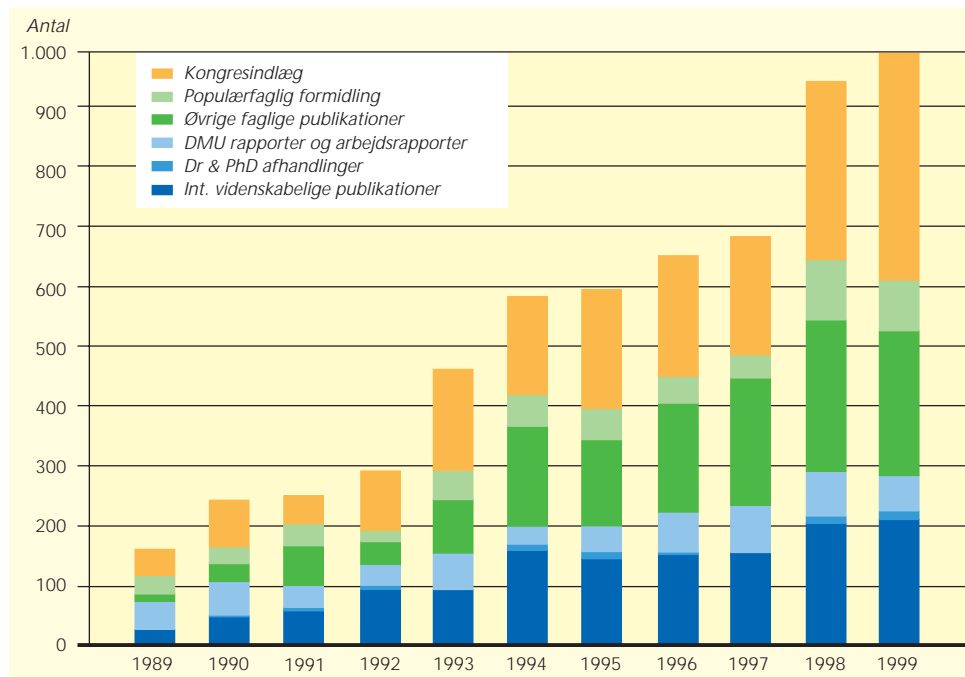
De produktionsmæssige hovedtal for perioden 1989-1999 fremgår af nedenstående figur. Heraf ses at der siden DMU's oprettelse er sket en betydelig vækst i antallet af videnskabelige artikler, rapporter, kongresindlæg mv. Den årlige produktion har været stigende i perioden, både fordi DMU har fået flere medarbejdere, men også fordi den enkelte medarbejder i dag udgiver omkring dobbelt så mange publikationer som i 1989, jf. virksomhedsregnskabet.

Den samlede oversigt over de publikationer som DMU's medarbejdere har medvirket til i 1999 kan ses på DMU's hjemmeside: www.dmu.dk

DMU's deltagelse i uddannelsen af Ph.D.- og specialestuderende blev øget markant i årene umiddelbart efter DMU's oprettelse. Efter nogle år med et vigende antal nye Ph.D.-projekter besluttede DMU i 1997 at øge sit engagement i forskeruddannelsen. Målet er at DMU løbende skal have ca. 30 Ph.D.-studerende.

Udveksling af gæsteforskere og færdiggørelse af Ph.D.- og specialestudier.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gæsteforskere (mandmåneder)	37	55	57	60	78	77	199
Udstationering (mandmåneder)	40	31	55	38	18	15	22
Ph.D.-grader (antal)	1	10	13	6	4	11	9
Specialeafhandlinger (antal)	14	23	13	22	16	18	17



Udviklingen i antallet af artikler, rapporter, konferencebidrag mv.

Populærfaglig formidling

I 1994 lancerede DMU en serie af populærfaglige rapporter, "TEMA-rapport fra DMU". Ved udgangen af 1999 havde DMU i alt udgivet 30 rapporter i serien (jf. oversigten side 32) og de fleste er blevet brugt flittigt i miljøundervisning og -debat. Det er DMU's mål at udgive 8 temarapporter årligt. Et andet væsentligt medium for information om DMU's virksomhed er det kvartalsvise nyhedsbrev, DMUNyt, som nu udkommer i et oplag på knapt 10.000.

DMU har haft en hjemmeside på Internettet siden midten af 90'erne. DMU lægger til stadig nye informationer på hjemmesiden. I 1999 har DMU forbedret design og struktur af hjemmesiden for at sikre at det er hurtigt og nemt at finde frem til de ønskede informationer.

Der er også kommet nyt indhold. Man kan nu finde knap 200 publikationer i printbart format (pdf), og frem over vil alle nye faglige rapporter og temarapporter på denne måde blive gjort elektronisk tilgængelige. DMU vil også udbygge adgangen til data om miljø og natur. I første omgang er vildtudbyttestatistikken lagt på hjemmesiden sammen med bl.a. prognoser for luftforurening (jf. side 18-19) og en oversigt over områder i Grønland som er følsomme over for menneskelige aktiviteter (jf. side 22-23). Snart følger også en database over danske vegetationstyper, "DANVEG"

Pris for velskrevet artikel

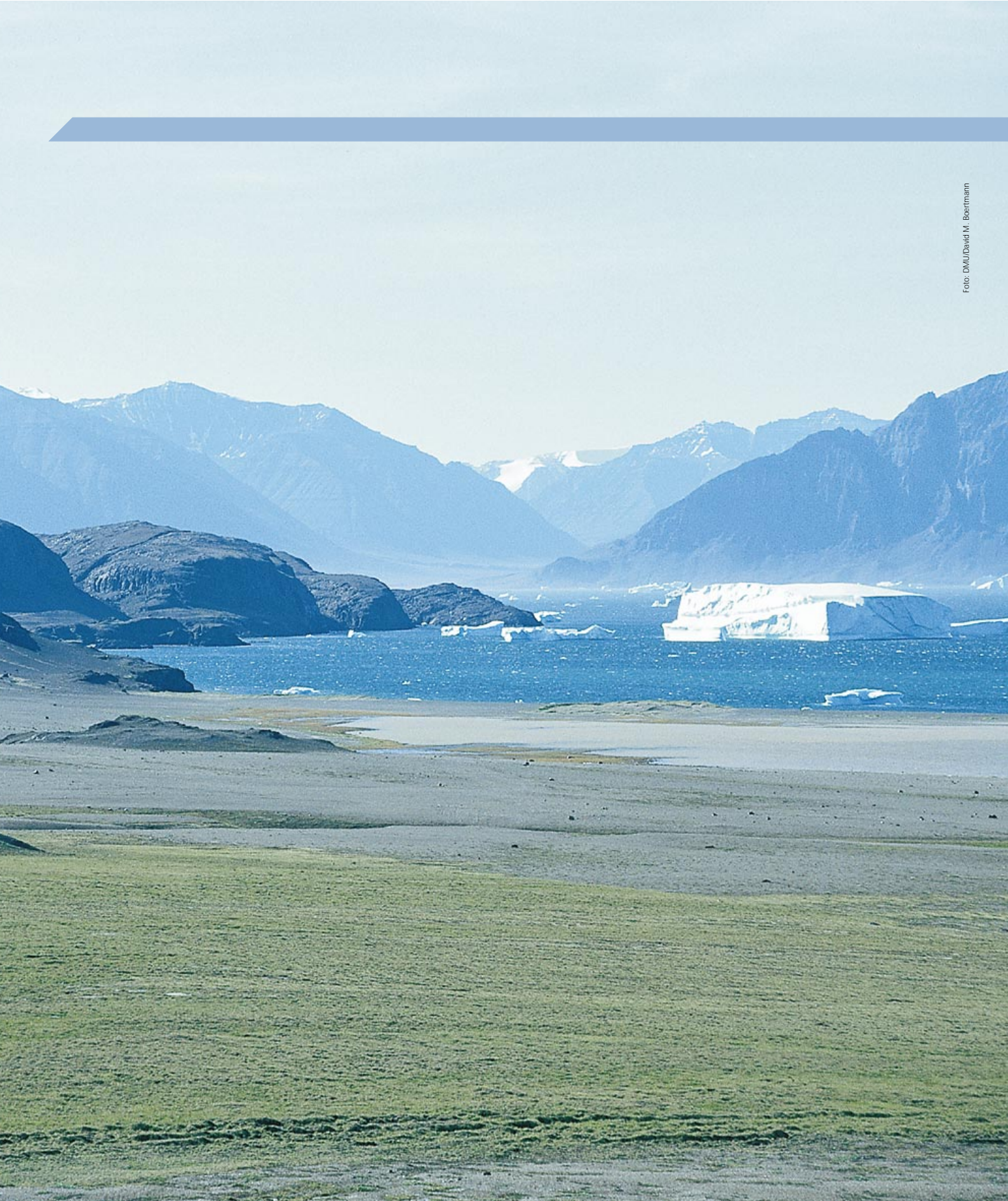
Seniorforsker Betty Mogensen, DMU, har fået en pris af tidsskriftet "Vand og Jord" for artiklen "Pesticider i vandløb og regnvand" (Vand og Jord 5/1, 1998, s. 7-9). I motiveringen fremhæver prisudvalget bl.a. at Betty Mogensen "fortæller om pesticider i de dele af vores omgivelser hvor vi ellers ikke hører så meget om dem... i klart sprog, støttet af fine illustrationer...". Den interesserede læser vil også kunne se disse evner udfolde sig i lidt større skala i temarapport nr. 26 fra DMU: "Bekæmpelsesmidler - anvendelse og spredning i miljøet" af Betty Mogensen m.fl.



Foto: DMU/lars O. Hasselager



Miljø- og Energiministeriet udsendte i slutningen af 1999 et katalog over ministeriets lettilgængelige bøger, hæfter, magasiner, og oplysninger på Internettet om miljø, natur og energi, "Vitaminer til miljødebatten og -undervisningen". DMU har redigeret og layoutet kataloget der kan ses på ministeriets hjemmeside, www.mem.dk.



Højdepunkter

På de følgende sider præsenteres DMU's seks indsatsområder i år 2000. Her gives eksempler på felter hvor DMU's aktiviteter har givet særligt mærkbare resultater...

1



Foto: DMU/Søren Rysgaard

Arktisk og globalt miljø

2



Foto: DMU/Karsten Dahl

Akvatisk miljø og natur

3



Foto: 2. maj/Sonja Iskov

Atmosfærisk miljø

4



Foto: Klaus Holsting

Risikovurdering af kemiske stoffer og bioteknologiske produkter

5



Foto: DMU/Knud Tjørnk

Terrestrisk miljø og natur

6

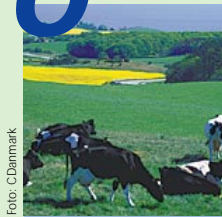


Foto: CDanmark

Tværgående analyser

Aktiviteter i 2000

Omsætning 23 mio. kr., heraf 17 mio. kr. i kontraktindtægter. 35 årsværk.

Opgaver:

- Vurdere effekter af råstofaktiviteter for miljøet, herunder kortlægge områder som er af særlig betydning for dyrelivet på landjorden, i ferskvand og i havet.
- Undersøge langtransporteret forurening, herunder deltage i det internationale overvågningsprogram AMAP
- Opbygge et videngrundlag vedrørende effekter af globale klimaændringer, herunder overvåge udviklingen i det højarktiske Nordøstgrønland (Zackenberglund).
- Undersøge effekten af klimaændringer på landjorden og i søer, vandløb, fjorde og hav.
- Opbygge modeller for CO₂: Udveksling mellem hav og luft, transport til det arktiske område samt biologisk omsætning i Nordatlanten.

I samarbejde med Danmarks Radio lavede forskere fra DMU en 30 minutters TV-udsendelse om projektet i Young Sund. Udsendelsen „Is-grænsens biologi“ blev sendt på DR2 i programmet „Viden Om“, december 1999. I forbindelse med udsendelsen blev der lavet en hjemmeside hvor seerne kunne læse mere om projektet og stille spørgsmål til DMU's eksperter.

EKSEMPEL

Hvad betyder en temperaturstigning for livet i de arktiske farvande?

Som led i det internationale forskningssamarbejde omkring globale ændringer i miljø og klima undersøger DMU effekter på vandmiljøet i arktiske områder. Forskerne sætter fokus på hvad en mindre udbredelse af havisen vil betyde for havets økosystem – og for klimaet.

En række observationer viser at havisen i Nordatlanten siden 1950'erne er blevet tyndere og i dag dækker en mindre del af havet. Det fører til at mindre sollys bliver reflekteret af havisen, og at oceanet optager mere varme som yderligere sætter gang i afsmeltningen. Nordatlanten er derfor et af de områder på jorden hvor havmiljøet vil ændre sig mest markant i fremtiden fordi havisen har en afgørende rolle for hvor meget lys der trænger ned i vandet og dermed for produktionen i havet.

DMU har arbejdet i flere arktiske områder med forskellige havis- og strømforhold. I de seneste år er der foregået en omfattende forskning langs Grønlands vest- og østkyst, i Grønlandshavet, og i de nordlige såkaldte polynieområder, dvs. områder med åbent vand i et ellers isdækket farvand. Ved at sammenligne områder med forskellige tykkelser af havis og åbent vand er det muligt at opstille modeller for hvordan fremtidige ændringer i temperatur- og isforhold vil påvirke havets økosystem i Arktis.

Et eksempel fra Nordøstgrønland

Young Sund er en af talrige fjorde på Grønlands østkyst. Her har DMU siden 1995 koordineret et forskningsprojekt der involverer forskere fra mere end 10 forskellige institutioner og afdelinger i Danmark, Grønland, Tyskland, New Zealand og USA. Arbejdet støttes primært af forskningsrådenes særlige pulje til "Global Change forskning", Carlsbergfondet og Kommissionen for videnskabelige undersøgelser i Grønland (KVUG). Young Sund er dækket af et op til 1,6 meter tykt lag is 9-10 måneder om året. Undersøgelserne foregår langs et tværsnit i fjordens ydre del og omfatter studier af fysiske-, kemiske- og biologiske parametre gennem året. Et vigtigt mål for projektet har været at kortlægge kredsløbet af kulstof og næringssalte.

DMU ser på isens betydning som barriere for lys og vind og som hjemsted for alger og smådyr. Det kan måske lyde overraskende, men den nederste del af havisen er hjemsted for et betydeligt dyreliv og planteliv. Isalgenes aktivitet kulminerer umiddelbart inden isen bryder op i juli måned, men deres bidrag til den samlede produktion er beskedent fordi de trods alt kun forekommer kortvarigt og i et tyndt bånd på isens underside.

Algernes produktion af nyt stof i vandsøjlen og på havbunden er begrænset af lys i den isdækkede periode, men så snart isen bryder op stiger produktionen markant. I perioden med åbent vand er produktionen størst i det dybereliggende springlag. I de øvre vandmasser begrænses produktionen nemlig nu af mangel på silikat og kvælstofsalte.

Vandlopper og andre såkaldte græssere (dvs. dyr der lever af alger, "havets græs") udnytter hurtigt den forøgede produktion af alger. Ved tidligere studier i Arktis har det været antaget at vandlopper primært var ansvarlige for græsningen. DMU's undersøgelser har imidlertid nu vist at bakterier og encellede græssere (ciliater og heterotrofe dinoflagellater) i vandfasen har en central rolle for omsætningen af kulstof og næringssalte i det arktiske område.



Undersøgelserne har endvidere vist at den hastighed hvormed døde alger mv. nedbrydes er af samme størrelsesorden som i vores hjemlige kystnære områder. Det tyder på at bakterierne er tilpasset den konstant lave temperatur, og at omsætnings-hastigheden primært er bestemt af tilgængeligheden af organisk materiale.

De tonstunge hvalrosser udgør et prominent islæt i Young Sunds dyreliv. Forskere fra Grønlands Naturinstitut, DMU og Landbohøjskolen studerer derfor hvalrossernes vandring, adfærd og energetik. Målet er at studere hvad havisens udbredelse og produktionen af muslinger betyder for hvalrossen. Derfor udstyrer man hvalrosserne med satellitsendere og dybdemålere der gør det muligt at følge deres adfærd og vandring. Endvidere mærkes hvalrosserne med en stabil, ikke-radioaktiv isotop for at undersøge deres energiforbrug. Sideløbende hermed er der foretaget en række målinger af bunddyrenes dybdeudbredelse. Undersøgelserne har hidtil vist at muslingerne optræder i stort antal og at også de har tilpasset sig en konstant lav temperatur. Endvidere har undersøgelserne vist at hvalrosserne ikke kun anvender Young Sund i deres søgning efter føde, men at de inden for kort tid kan optræde på andre fødelokaliteter mange kilometer væk fra fjorden.

Hvis der bliver mindre havis...

En foreløbig analyse af resultaterne fra de undersøgte områder omkring Grønland og andre studier tyder på at algernes produktion stiger når den isfri periode forlænges. Derfor venter forskerne at en reduceret udbredelse af havisen umiddelbart vil føre til en forøget produktion af alger og de mindre dyr i fødekæden, jf figuren øverst til højre.

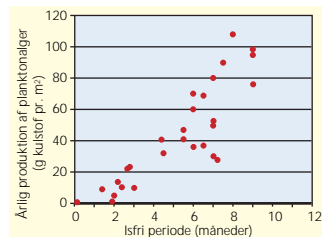
Ændringerne i havet vil påvirke koncentrationen af kuldioxid (CO_2) i atmosfæren og dermed klimaet fordi algerne via deres fotosyntese trækker CO_2 ned i havet og indbygger den i cellerne. Når algerne har opbrugt næringsstofferne i de øvre vandlag synker de ned på større dybder. På grund af havets lagdeling bliver dette kulstof i dybhavet relativt isoleret fra atmosfæren. Uden fotosyntese i oceanet ville CO_2 -puljen i dybhavet imidlertid frigives til atmosfæren, og koncentrationen i atmosfæren ville stige væsentligt. Man taler om oceanets biologiske pumpe.

Hvis den mindre havis øger algernes produktion og dermed transporten af kulstof ned i dybhavet, forventer forskerne at havet vil optage mere CO_2 fra atmosfæren, hvilket vil dæmpe den globale temperaturstigning.

Nye aktiviteter

I den kommende tid vil forskerne analysere effekten af ændrede isforhold på havets produktion på baggrund af det omfattende datamateriale fra de forskellige arktiske lokaliteter.

Resultaterne fra DMU's undersøgelser vil indgå i modelberegninger af ændringer i det arktiske vandmiljø som følge af mulige globale stigninger i temperaturen. Det samlede arbejde med stofomsætninger vil blive afsluttet i 2001 - arbejdet med hvalros fortsætter dog til 2003.



I arktiske farvande er algernes produktion direkte afhængig af længden af den isfri periode. Data fra 30 undersøgelser sammenstillet af DMU.

Ændringer i lysstyrke og koncentrationen af alger (klorofyl a) ned gennem sne og is på overfladen af Young Sund, juni 1999. Bemærk at der er alger i isen, og at den største koncentration af alger findes i underkanten af isen.

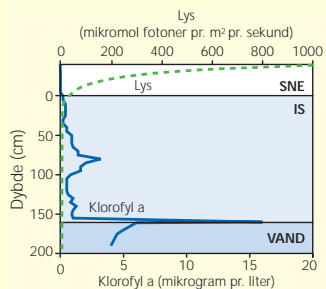
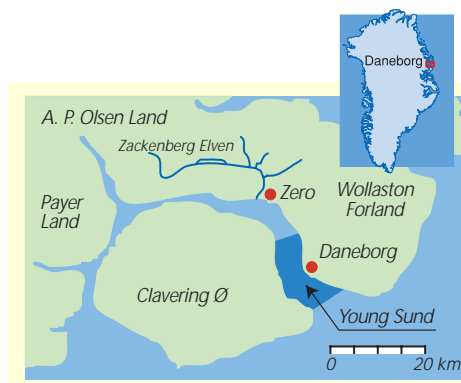


Foto: DMU/Søren Rysgaard

Prøvetagning gennem hul i isen. Young Sund er dækket af is 10 måneder om året. For at komme til at studere livet i fjorden må forskerne derfor først save huller i den metertykke is.

Aktiviteter i 2000

Omsætning 51 mio. kr., heraf 28 mio. kr. i kontraktindtægter. 105 årsværk.

Opgaver:

- Forske i biodiversitet og modeller for transport og omsætning af næringsstoffer med inddragelse af fysiske, kemiske og økologiske faktorer.
- Optimere og udvikle metoder til at genoprette natur og vurdere miljøkonsekvenser ved akvakultur, fiskeri og råstofindvinding.
- Udvikle værktøjer til at vurdere akvatisk natur- og miljøkvalitet.
- Overvåge vandmiljøet (NOVA 2003) ved at indsamle, behandle og sammenstille nationale overvågningsdata, medvirke til at evaluere VMPII og forudsige effekter af andre politiske tiltag for vandmiljøet.



Foto: DMU/Karsten Dahl

De højeste koncentrationer af butyltin findes i toppen af fødekæden. Figuren viser resultatet af målinger fra Bælthavet i 1998 og 1999. Linjerne angiver intervallet mellem højeste og laveste måling.

*Koncentrationen er målt i leveren

EKSEMPEL

Giftige stoffer i skibsmaling

DMU har sat fokus på de giftige stoffer som tilsættes bundmaling til skibe for at forhindre at skibsbunden bliver overgroet af alger og smådyr. Når skibene sejler bliver disse såkaldte antibegroningsmidler frigivet til vandet hvor de kan have uønskede effekter på dyr og planter. De største problemer skyldes brugen af tributyltin (TBT) som er en af de kraftigst virkende miljøgifte forskerne kender. Ud over TBT bruges en række andre giftstoffer i skibsmaling, men der arbejdes i disse år også på andre alternativer.

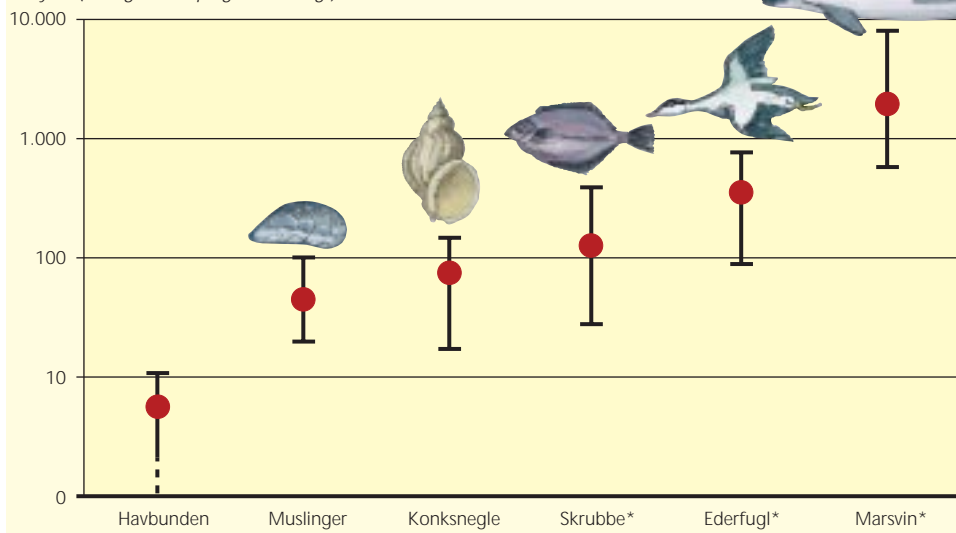
Bådejerne har kendt problemet siden oldtiden

Hvis man lader et skib ligge i vandet bliver skroget lynhurtigt overgroet med alger og dyr. Det betyder et øget forbrug af brændstof som er dyrt for skibsrederne og belaster miljøet. Derfor tilsættes bundmalingen normalt et eller flere antibegroningsmidler. De virker ved at være giftige over for de alger og dyr som sætter sig på skibet; men desværre også for andre levende organismer.

TBT er et af de mest effektive antibegroningsmidler vi kender i dag; men det er samtidig et af de mest giftige stoffer der med vilje tilføres havet. I dag er TBT vidt udbredt i havmiljøet, og i havneområder og sejlrender med høj skibstrafik er der målt koncentrationer af TBT der langt overstiger den koncentration hvor stoffet skader levende organismer. En koncentration på omkring 1 nanogram (= 1 milliardedel gram) per liter havvand giver hormonforstyrrelser hos visse arter af havsnegle. Det betyder at hunsneglene udvikler hanlige køns karakterer (imposex eller intersex). I Danmark har amterne og DMU fundet sådanne forstyrrelser hos 10 arter af havsnegle. Imposex er udbredt overalt i de danske farvande. Hos den meget følsomme art rødskonk har samtlige indfangede hunsnegle fra de indre danske farvande udviklet imposex.

DMU har med støtte fra Skov- og Naturstyrelsen undersøgt forekomsten af butyltin (TBT og dets nedbrydningsprodukter) i havets fødekæde, og det viser sig at butyltin ophobes i fødekæden. Nogle af de højeste koncentrationer blev fundet i vores hjemlige hval, marsvinet. DMU har også fundet høje koncentrationer i danske fisk og fugle.

Butyltin (nanogram tin pr. gram tørvægt)



I laboratorieforsøg er det sandsynliggjort at TBT og dets nedbrydningsprodukter kan svække immunforsvaret hos dyr og mennesker. En gruppe amerikanske forskere har fundet at havoddere der var døde af infektioner havde et stærkt forhøjet indhold af butyltin i leveren. I andre udenlandske undersøgelser er der fundet foruroligende koncentrationer af butyltin i blodet hos mennesker. Herhjemme har DMU målt butyltin i leverprøver fra mennesker, men det vides ikke om dette butyltin stammer fra TBT eller fra andre forureningskilder, såsom plast- og silikonematerialer.

Regulering og alternativer

Der er i dag en vis regulering af brugen af antibegroningsmidler. I Danmark og mange andre lande har TBT således i en årrække været forbudt til skibe under 25 meter. Internationalt er der i FNs Søfartsorganisation netop vedtaget et forbud mod påsmøring af bundmaling med TBT gældende for alle skibe fra år 2003. For lystbåde indførte Danmark fra 1. januar 2000 et forbud mod Diuron og Irgarol der hidtil har været anvendt i maling til lystbåde. Dette forbud følges af et generelt forbud mod miljøskadelige stoffer i bundmaling til lystbåde fra år 2003.

Der arbejdes i dag på flere alternativer til de giftige antibegroningsmidler. Industrien arbejder på at udvikle mindre giftige antibegroningsmidler, og der arbejdes også på at udvikle mekaniske metoder som bådvaske og såkaldte undervandsbådgårager, en slags dragtpose som trækkes hen over bådens skrog når den ligger i havn.

DMU udsendte i slutningen af 1999 temarapporten "Bundmaling til skibe - et miljøproblem" der fortæller om de vigtigste antibegroningsmidler; deres forekomst og effekter i miljøet. Rapporten gennemgår også administrative og politiske initiativer for at begrænse skaderne i miljøet. Rapporten blev præsenteret ved en temadag hvor bl.a. amterne og industrien deltog.

I det nationale overvågningsprogram, NOVA 2003, undersøger amterne og DMU havmiljøets belastning med bl.a. antibegroningsmidler, idet man både ser på koncentrationer og effekter. I den forbindelse har DMU deltaget i en række internationale præstationsprøvninger. Resultaterne viste at DMU var et af de bedste laboratorier i Europa til målinger af TBT og dets nedbrydningsprodukter i havvand, sediment og muslinger.

Nye aktiviteter

DMU vil i de kommende år fortsætte arbejdet med at kortlægge spredning og effekter i det marine miljø af miljøfremmede stoffer, herunder antibegroningsmidler. DMU deltager bl.a. med støtte fra EU og Nordisk Ministerråd i projekter om de økologiske konsekvenser af bundmaling. Endelig arbejder DMU fortsat på at udvikle avancerede metoder til at kortlægge nye antibegroningsmidlers forekomst, skæbne og effekter i miljøet.



Foto: DMU/Jean Damgaard



Foto: Dansk Sejlunion



Foto: Dansk Sejlunion



Foto: DMU/Signe Foverskov



DMU's temarapport sætter fokus på giftstofferne i skibsmaling. Man kunne kalde dem havets pesticider. De største problemer skyldes brugen af TBT (tributyltin) som er en af de kraftigst virkende miljøgifte i havet. Ud over TBT bruges også en række andre giftstoffer i skibsmaling.

Aktiviteter i 2000

Omsætning 17 mio. kr., heraf 9 mio. kr. i kontraktindtægter. 34 årsværk.

Opgaver:

- Forske i luftforurening og atmosfærekemi
- Udvikle modeller for spredning af luftforurening i lokal, regional og global skala
- Overvåge luftforurening
- Deltage i nationalt og internationalt samarbejde om at fastsætte grænseværdier, standardisere modeller og målemetoder
- Udveksle resultater, formidle resultater bl.a. via Internet og tekst-TV.

Nu kan man finde 3-døgns prognoser for udviklingen i luftforureningen på DMU's hjemmeside luft.dmu.dk. Her kan man se hvordan forureningen bliver på Jagtvej i København.



Foto: DMU/Per Schrøder

EKSEMPEL

Prognoser for luftforurening

DMU er begyndt at lave prognoser for luftforureningen. På DMU's hjemmeside kan man finde en 3-døgns prognose for de vigtigste skadelige stoffer. Prognoserne kan blandt andet varsle overskridelse af kritiske grænser for luftforurening. Herudover forventer DMU at prognoserne især vil blive brugt af personer med luftvejslidelser.

DMU har i et par år præsenteret de daglige måleresultater for udvalgte luftforureninger på Internettet og tekst-TV. På det seneste er målingerne blevet suppleret med en prognose for hvordan luftforureningen vil udvikle sig i de kommende tre døgn. Prognoserne kan findes på DMU's hjemmeside. For København går prognoserne ned på gadeniveau, så man fx kan se hvordan forureningen med kvælstofilter, benzen eller kulilte forventes at udvikle sig gennem de næste tre døgn på begge sider af Jagtvej. Forskellen på niveauet af luftforurening på de to sider af en gade kan være op til en faktor seks, afhængig af vindretningen. Forureningen er altid størst i læsiden.

DMU vil bruge systemet til at advare befolkningen og de berørte amter og kommuner når man kan forudse en overskridelse af kritiske grænseværdier. DMU venter især at prognoserne vil blive brugt af allergikere, astmatikere og personer med andre luftvejslidelser; men også personer uden luftvejslidelser kan have stor glæde af prognoserne. De kan bruge prognoserne til at planlægge deres aktiviteter og fx være mere indendørs og mindre aktive når forureningen er høj. DMU håber også at kunne bruge modellerne i udenlandske storbyer hvor behovet for en tidlig advarsel om luftforurening kan være væsentligt større end i København, og hvor man kunne have behov for at planlægge begrænsninger i trafikken.

Endelig vil prognoserne også være nyttige i forbindelse med uheld hvor der spredes forurening gennem luften, fx fra kemiske fabrikker eller atomkraftværker.

Hvordan kan man forudsige luftforureningen?

De nye prognoser bygger på to grundpiller, nemlig en vejrudsigt og et sæt af modeller for spredning og kemisk omdannelse af luftforurening på forskellige skalaer (europæisk, nationalt, by, gade).

Spredningsmodellerne er udviklet i DMU. Prognoserne for luftforurening er dermed en naturlig fortsættelse – både udviklings- og anvendelsesmæssigt – af DMU's arbejde med luftforureningsmodeller gennem de sidste 20 år, såvel som af den internationale udvikling. Modellerne er blevet stadig bedre til at beskrive de kemiske og fysiske processer, samtidig med at den rumlige og tidsmæssige opløsning er blevet bedre. Endelig har fremkomsten af hurtigere computere gjort det muligt at integrere de forskellige modeller, således at man fx kan inddrage baggrundskoncentrationer ved beregninger på gadeniveau. Skridtet herfra og til at lave prognoser er derfor „bare“ at lægge modellerne oven på nogle vejrprognoser og beregne den forventede luftforurening tre døgn frem – som DMU nu gør fire gange dagligt.



Foto: CDanmark

Vejrudsigter og luftudsigter

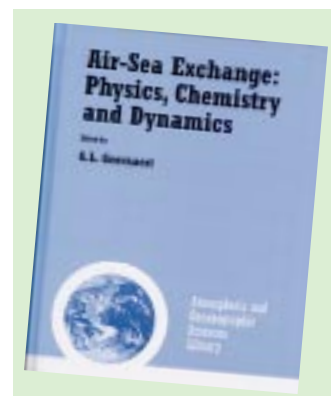
Vejrudsigten laves på basis af en jugoslavisk/amerikansk model (ETA) som er videreudviklet i Grækenland og af DMU for anvendelse i Europa og med offentligt tilgængelige amerikanske vejrdata. Tilgængeligheden af vejrdata på Internettet og hurtigere computere har gjort det til en rimeligt overkommelig opgave at lave vejrprognoser. DMU samarbejder med Danmarks Meteorologiske Institut om kvalitetssikring af prognoserne.

I sagens natur kan prognoserne for luftforurening aldrig blive bedre end de underliggende data, men de er faktisk blevet meget pålidelige. DMU har på forsøgsbasis arbejdet med prognoser for luftforurening siden august 1998. Erfaringerne viser at prognoserne er rimeligt præcise. DMU har således kunnet forudsige luftens indhold af kvælstofilter, kulilte og benzen ved DMU's målestation på Jagtvej i København med stor nøjagtighed, jf. nedenstående figur. Tilsvarende kunne prognoserne i september 1999 forudsige en episode med højt ozonindhold i luften 3 dage i forvejen med en times nøjagtighed og de maksimale koncentrationer af ozon med en præcision på 10 procent. Gennemsnitligt kan prognoserne i dag forudsige luftforureningen inden for en nøjagtighed på 15-20 procent, afhængig af periode og forureningskomponent.

Fremtiden: Samarbejde for at forbedre prognoserne

I de kommende år vil DMU videreudvikle prognoserne bl.a. så man bliver i stand til at beskrive udviklingen i niveauerne af partikler, udslip fra atomkraftværker, og udvide prognoserne til flere byer og gader. DMU vil også arbejde på at forbedre kvaliteten af prognoserne og på at integrere prognoserne i de landsdækkende programmer for overvågning af luftforurening.

Udviklingen af prognoserne er bl.a. baseret på input fra samarbejdspartnerne i DSAR (Danish Society for Atmospheric Research) som i oktober 1999 holdt sit første seminar. Her deltog forskere fra DMU sammen med kolleger fra DMI, Forskningscenter Risø og universiteterne i forskellige sessioner for at sammenligne og diskutere modeller, fremgangsmåder og fremtidigt samarbejde. DMU og DMI har også netop etableret en fælles seminarække om modellering.



„Air-Sea Exchange: Physics, Chemistry and Dynamics“ er titlen på en ny international bog som udkom i slutningen af 1999. Udvekslingen af stof mellem havet og luften spiller en væsentlig rolle for vigtige forureningskomponenter som bl.a. ammoniak og kuldioxid. Bogen er redigeret af forskningschef Gerald Gernaert, DMU.

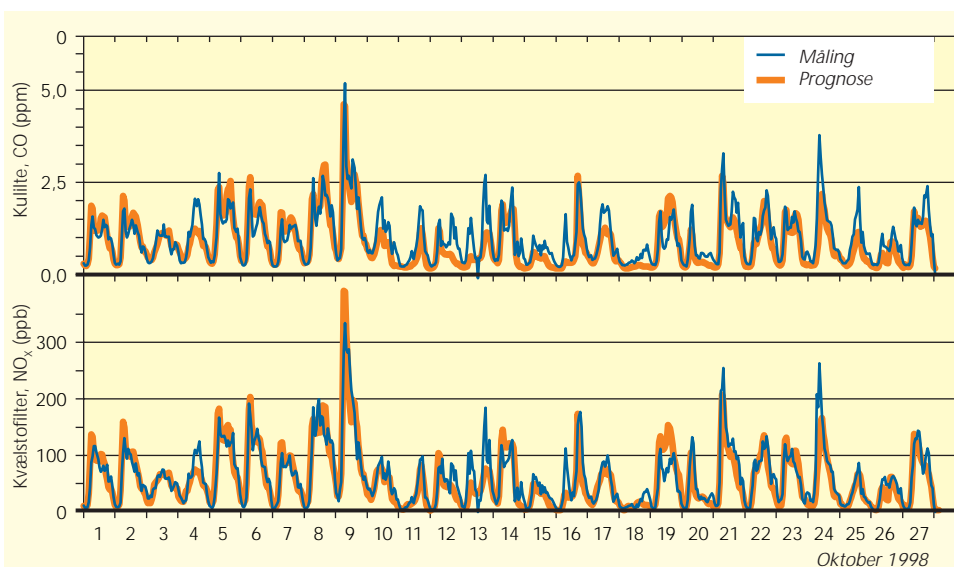


Foto: 2. maj/Sonja Iskov

Sammenligning af DMU's prognoser for luftens indhold af kulilte og kvælstofilter med aktuelle målinger fra Jagtvej i København (middelværdier pr. time).

Aktiviteter i 2000

Omsætning 45 mio. kr., heraf 23 mio. kr. i kontraktindtægter. 103 årsværk.

Opgaver:

- Forske i kemiske stoffers forekomst, tilgængelighed, omdannelse/nedbrydning og transport i miljøet, samt deres effekt på flora, fauna og økosystemer som grundlag for risikovurdering.
- Testsystemer og opstilling af miljøkvalitetskriterier.
- Udvikle metoder til analyse og prøvetagning.
- Udvikle modeller for rangordning af kemiske stoffer.
- Forske i mikroorganismers skæbne og overførsel af gener
- Opbygge testsystemer og metoder til risikovurdering af genetisk modificerede planter.

EKSEMPEL

Ny metode skal fortælle hvilke stoffer der er farligst

Forskere fra DMU arbejder med at udvikle et nyt simpelt princip til at fortælle hvilke miljøfremmede stoffer der belaster miljøet mest. DMU forventer at myndigheder og virksomheder i løbet af nogle år i princippet vil kunne bruge den nye metode til at rangordne de fleste grupper af miljøfremmede stoffer.

Myndighederne har langt fra kræfter til at gennemføre en fuldstændig risikovurdering af alle de kemiske stoffer vi bruger. Derfor er der stor interesse for metoder som kan fortælle hvilke kemiske stoffer der er farligst for miljøet - ud fra simple oplysninger, vel at mærke.

Som et led i den øgede indsats omkring metoder til risikovurdering af kemiske stoffer har DMU arbejdet med at vurdere stoffer med ukendte egenskaber ud fra beslægtede, godt undersøgte stoffer. Ved at sammenligne flere forskellige parametre samtidig opnås en såkaldt partiel rangordning.

Den partielle rangordning er trivial når nogle få elementer ønskes rangordnet, men den har sin styrke ved problemer der involverer mange elementer som det fx er tilfældet inden for rang-

ordning af miljøfremmede stoffer. Metoden har sin styrke på områder hvor der hersker relativ stor usikkerhed eller manglende viden, og hvor der på trods af dette kræves beslutninger. Et sådant område er netop problemstillingen med de miljøfremmede stoffer.

Forskerne har bl.a. afprøvet metoden til at se på 30 almindeligt brugte sprøjtegifte der indgår i en større svensk undersøgelse. Her blev der målt på afstrømmende vand fra et 9 km² stort opland. Det er et drænet morænelersområde af en type der også er meget udbredt i Danmark. Undersøgelserne viste at tre forskellige parametre tilsammen kan rangordne sprøjtegifterne i forhold til deres forekomst i afstrømningen. De tre parametre var:

1. Det sprøjtede areal
2. Dosis (kg pr. hektar)
3. Stoffets evne til binde sig til jord

Rangordningen blev vurderet ved at undersøge hvor stor en del af rangordningerne der var rigtige i forhold til målingerne. Resultatet var at over 87 % var rigtige hvilket er overraskende godt for en så relativt simpel rangordning – og kun 1 % var med sikkerhed forkerte.



Foto: DMU/Jørn Paigh Bertelsen

Den nye metode er i første omgang udviklet til at rangordne sprøjtegifte efter deres forekomst i miljøet, men DMU vurderer at det vil være muligt at udvikle metoden til også at rang-ordne stofferne efter deres effekt i miljøet.



Foto: DJF/Henry Rasmussen

bioteknologiske produkter

Metodens potentiale

Perspektivet i dette arbejde er at man umiddelbart vil kunne forudsige forekomsten af en ny sprøjtegift ud fra godt undersøgte sprøjtegifte, når man kender dosis, det forventede sprøjtede areal og stoffets evne til at binde sig til jord. Der foreligger dog stadig et arbejde med at indsamle og tolke data fra forskellige landbrugsområder.

DMU arbejder også på at udvikle metoden til at sammenligne forskellig brug af sprøjtegifte. Fx kan den samlede brug af sprøjtegifte i forskellige år sammenlignes indbyrdes. Det betyder at det vil være muligt at undersøge om en given udvikling i landbruget vil øge eller mindske forekomsten eller belastningen af sprøjtegifte i miljøet.

Forekomst er nemlig ikke umiddelbart det samme som belastning da sprøjtegifterne har meget forskellige effekter. Det synes imidlertid muligt i rangordningen at anvende en eller flere parametre der beskriver sprøjtegiftens effekter på miljøet. En samlet vurdering af pesticiders belastning er dog

så kompliceret at metoden formentlig kun vil kunne behandle delproblemer. Generelt afhænger det antal parametre metoden kan "bære" først og fremmest af hvor mange stoffer der rangordnes. Jo flere stoffer der rangordnes, des flere parametre kan inddrages i analysen.

Fremtiden: Flere anvendelser

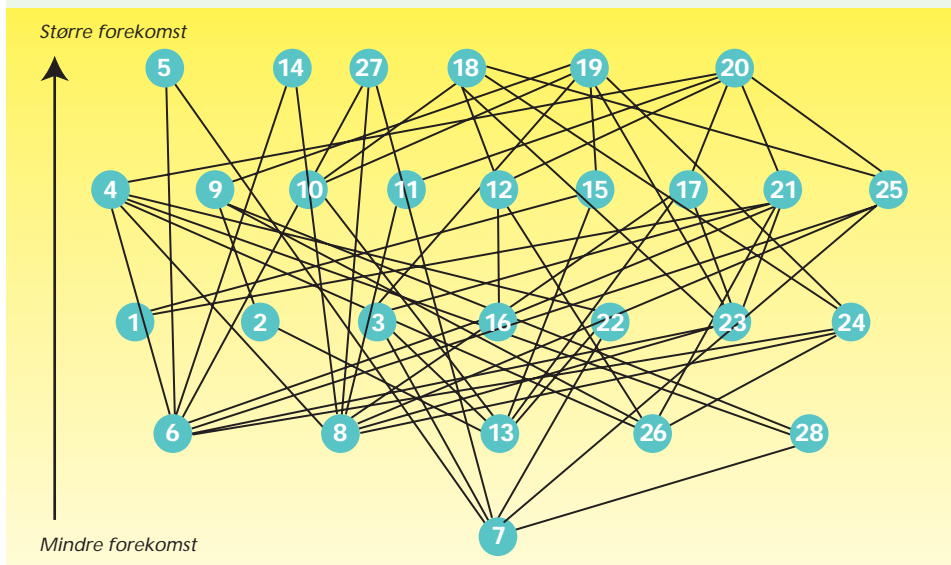
Den nye metode til rangordning synes at have et stort potentiale inden for komplekse beslutninger, men ingen metode kan stå alene. Det vil i de fleste tilfælde være nødvendigt at supplere med en ekspertvurdering.

I det kommende år vil DMU afprøve metoden i forskellige sammenhænge, bl.a. i forbindelse med et OECD-projekt hvor der skal udvikles indikatorer for belastningen af vandmiljøet. Herudover er DMU netop begyndt på et nyt 4-årigt projekt som vil sætte yderligere fokus på brug af forskellige typer af matematiske modeller i forbindelse med risikovurdering af kemiske stoffer.



Foto: Klaus Holsting

1 2,4-D	8 Deltamethrin	15 Fluroxypyr	22 Methabenzthiazuron
2 Benazolin-ethylester	9 Dichlorprop	16 loxynil	23 Pendimethalin
3 Bentazon	10 Dimethoat	17 Isoproturon	24 Phenmedipham
4 Cloridazon	11 Esfenvalerat	18 MCPA	25 Pirimicarp
5 Clopyralid	12 Ethofumesat	19 Mechlorprop	26 Prochloraz
6 Cyfluthrin	13 Fenitrothion	20 Metamitron	27 Propiconazol
7 Cypermethrin	14 Fenpropimorph	21 Metazachlor	28 Triadimenol



Sprøjtegifte ordnet efter deres mulige forekomst i overfladevand. Beregningen forudsiger at stofferne øverst i diagrammet vil være dem, der med størst sandsynlighed vil blive udvasket mest til vandløb.

Modelberegningen bygger på tre sæt af oplysninger, nemlig dosis (kg aktivt stof pr. hektar), sprøjtet areal og stoffets evne til at binde sig til jord (K_{oc}). Oplysningerne stammer fra en sydsvensk undersøgelse og svarer derfor ikke nødvendigvis ganske til danske forhold. Bemærk at ikke alle stoffer er forbundet! Der er kun en linje mellem to stoffer hvis det ene stof er bedre eller dårligere end det andet for alle tre sæt af oplysninger. Nogle stoffer er sammenlignet med hinanden i diagrammet gennem andre stoffer. Således er nr. 9 sammenlignet med nr. 13, på den måde at nr. 9 er sammenlignet med nr. 2, og nr. 2 er sammenlignet med nr. 13.

Aktiviteter i 2000

Omsætning 42 mio. kr., heraf 29 mio. kr. i kontraktindtægter. 84 årsværk.

Opgaver:

- Forske i hvordan jordbrug, arealanvendelse, luftforurening og rekreative aktiviteter påvirker naturen.
- Analyser af planters og dyrs livsbetingelser, biodiversitet, jordbundens kvalitet samt landskabets og kystzonens økologi med henblik på at opstille kriterier og indikatorer for naturkvalitet og bæredygtige principper til at forvalte naturen.
- Undersøge effekter af menneskelige aktiviteter, herunder opstilling af vindmøller.
- Overvåge udvalgte biotoper og bestande af planter og dyr, herunder registrere det årlige vildtudbytte og præsentere resultaterne, bl.a. på

EKSEMPEL

Naturkvalitet – et redskab for naturforvaltningen

Gennem de senere år har der i den danske naturforvaltning været et stigende behov for udvikling af standardiserede metoder til at vurdere naturens kvalitet. Derfor har DMU i et 3-årigt forskningsprojekt i samarbejde med Forskningscentret for Skov & Landskab og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse arbejdet med at udvikle begreber og metoder. Arbejdet med at få gjort begrebet naturkvalitet operationelt fortsætter i flere igangværende projekter.

Den danske naturforvaltning har et stort behov for redskaber til at målrette og vurdere den indsats der i disse år gøres for at bevare og genskabe værdifuld natur. Behovet er mest markant i amterne og i Skov- og Naturstyrelsen, men også kommuner og konsulentfirmaer i den private sektor efterspørger redskaber der kan integrere den spredte viden fra undersøgelser af forekomsten af dyr og planter. Det er baggrunden for at DMU sammen med en række andre aktører arbejder på at operationalisere begrebet naturkvalitet, i første omgang i projektet „Indikatorer for naturkvalitet“ der netop er afsluttet. Det afsluttede projekt er banebrydende på to fronter. For det første præsenteres det første samlede overblik over terrestrisk natur i Danmark i form af en interaktiv database. For det andet bidrager projektet med en analyse og begrebsafklaring af målsætningerne for forvaltningen af den sårbare natur.

Resultaterne fra projektet er sammenfattet i en faglig rapport fra DMU og blev præsenteret for brugerne på et seminar i Silkeborg den 10. november. Projektets formål var at udvikle metoder til at vurdere naturkvalitet i det ferske, marine og terrestriske miljø. Som en del af projektet blev der identificeret fire overordnede kriterier for naturkvalitet, nemlig vildhed, oprindeligdom, kontinuitet (i tid og rum) og autenticitet (ægtthed). Forskerne afstod fra starten fra at forske i kriterier relateret til rekreativ værdi, æstetik og etik – selv om sådanne kriterier kan være vigtige i den politiske beslutningsproces. Et stykke natur kan således godt have en lav biologisk naturkvalitet og samtidig være landskabeligt smukt eller attraktivt for brugere af naturen.

Naturforvalterne kan bruge de nye kriterier for naturkvalitet til at opstille biologiske målsætninger for områder hvor hensynet til naturen prioriteres højt. Samtidig har forskerne udviklet redskaber baseret på indikatorer til at følge om målene opfyldes.

Hvordan bestemme naturens kvalitet?

I vandmiljøet er der en lang tradition for at opstille målsætninger og løbende vurdere miljøets kvalitet ved at bruge indikatorer. Et godt eksempel er vandløbene hvor amterne bestemmer forureningsgraden ud fra forekomsten af smådyr, de såkaldte makroinvertebrater. I projektet har vandløbsforskere påvist at de eksisterende indikatorsystemer kan bruges til både at vurdere naturens og miljøets kvalitet, men systemet er ikke fuldt udviklet. Bl.a. kan man endnu ikke skelne hvordan de enkelte fysiske, kemiske og biologiske faktorer påvirker tilstanden. DMU er derfor ved at udvikle metoder og redskaber der vil kunne bruges til at beskrive hvordan den optimale naturtilstand i vandløb ville se ud som baggrund for at kunne vurdere påvirkningen fra forskellige faktorer.

På det terrestriske område er forskerne nu også kommet langt med at skabe overblik over naturen og udvikle metoder til vurdering af naturkvaliteten. DMU har blandt andet udviklet en database over DANske VEGetationstyper (DANVEG) der giver et overblik over hvilke plantesamfund der findes i Danmark. Databasen er interaktiv. Den kan fortælle hvilke plantearter der kan vokse i et område, hvis man indtaster levevilkårene. Og omvendt kan DANVEG også fortælle hvilken type natur der er tale om hvis man indtaster en planteliste fra et område. Databasen kan kobles til et Geografisk Informations System (GIS) der kan vise hvordan naturtyperne fordeles sig i landskabet, fx i et amt. DANVEG er afprøvet i amter og af danske botanikere, og DMU samarbejder løbende med brugerne om at forbedre brugerfladen og databasens funktioner.

DANVEG vil i løbet af de næste måneder blive gjort tilgængelig for naturforvaltere og andre interesserede via DMU's hjemmeside på Internettet.



Foto: DMU/Rasmus Ejrnæs

Nye aktiviteter

DMU fortsætter arbejdet med at udvikle metoder til håndtering af terrestrisk naturkvalitet i flere igangværende projekter. Arbejdet med at systematisere den hidtil meget spredte viden om dansk natur er videreført i et projekt om udvikling af et integreret miljøinformationssystem for naturområdet, ligesom der forskes i naturkvalitet i "Center for Foranderlige Landskaber" under Det strategiske Miljøforskningsprogram.

Et af målene i disse projekter er at videreudvikle modellerne til at forudsige danske plantesamfunds naturkvalitet. Naturtyperne i DANVEG er i denne forbindelse brugt som referencegrundlag for udviklingen af en model som på baggrund af plantelisten fra et areal kan angive om arealet er kulturpåvirket og forarmet som følge af dræning, omlægning eller opdyrkning eller om området tilhører en værdifuld naturtype (fx hede, overdrev, kær eller mose).

Forskerne har også undersøgt modellens evne til at kunne udpege den mest værdifulde natur, forstået som de arealer der indeholder de mest sjældne eller truede arter. I denne test indgik 78 vegetationsanalyser fra perioden 1945-1980 med tilsammen 23 arter der i dag er opført som uddøde, akut truede eller sårbare i den danske fortegnelse

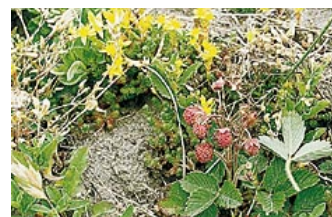
over truede arter, den såkaldte Rødliste. Modellen forudsagde at alle 78 analyser tilhørte gruppen af værdifulde naturtyper, jf. nedenstående figur. Det er værd at bemærke at de sjældne arter fra Rødlisten først blev sorteret fra i artslisterne, så de ingen indflydelse havde på modellens forudsigelser. Det er et sundt princip. Der findes nemlig mange værdifulde enge, overdrev og heder, hvor der ikke er fundet arter fra Rødlisten.

I et længere tidsperspektiv er det DMU's hensigt at forbedre de udviklede værktøjer så de i endnu højere grad kan være en hjælp i den daglige naturforvaltning.

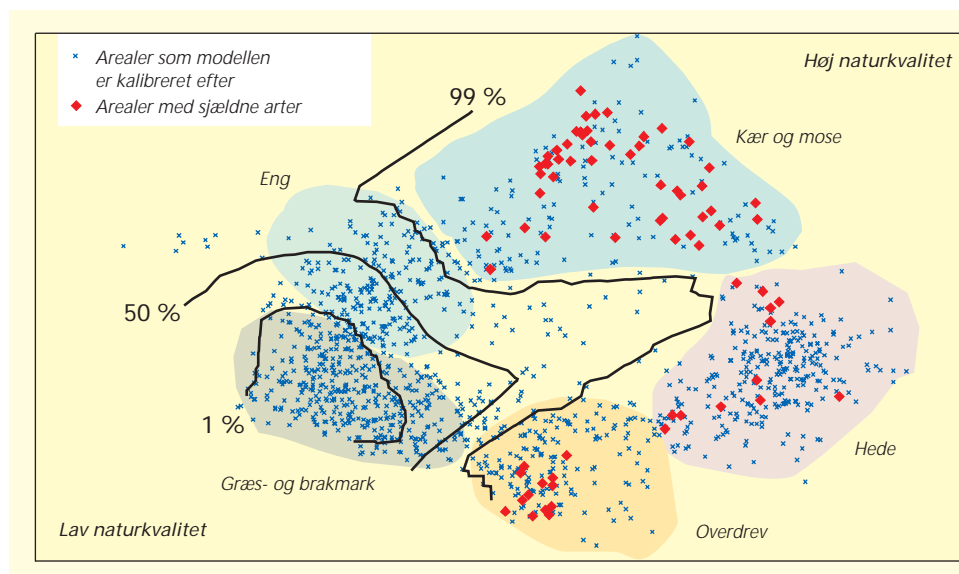


Foto: GEUS/Peter Friis Møller

Skov i Kjellerupdal ved Silkeborg med en høj naturkvalitet. Jordbunden er oprindelig, planterne har etableret sig selv og arterne er naturligt hjemmehørende i Danmark.



Fotos: DMU/Rasmus Ejrnæs



Model til at udpege værdifuld natur.

Figuren opsummerer variationen i vegetationen på mere end 1000 arealer (blå punkter) fra DANVEG og fra et igangværende DMU-projekt. Konturlinjerne på figuren angiver sandsynligheden for at et areal tilhører gruppen med høj naturkvalitet.

Aktiviteter i 2000

Omsætning 17 mio. kr., heraf 7 mio. kr. i kontraktindtægter. 38 årsværk.

Opgaver:

- Opbygge en faglig kompetence der på forskellige detaljerings- og aggregeringsniveauer sammenstiller data, viden og modeller, beskriver udledning, transport, omsætning og effekt i miljøet samt vurderer styringsmidler og indsats på miljø- og naturområdet. Der fokuseres på miljøproblemer i relation til transport, arealanvendelse, landbrug, energi og industri.
- Udvikle værktøjer til at vurdere konsekvenser og prioritere på miljøområdet.

Data og viden hentes i vidt omfang fra DMU's øvrige indsatsområder og suppleres med samfundsfaglig viden og data.



Foto: DMU/Knud Tjørnk

Konkurrencestærke planter som græsser, nælder og gedehams vokser godt med meget kvælstof og fortrænger de mere nøjsomme planter.

Danmarks "handelsbalance" for ammoniak 1996 (1.000 tons kvælstof pr. år). Figuren viser udslip og nedfald i danske landområder, samt vores "import" og "eksport".

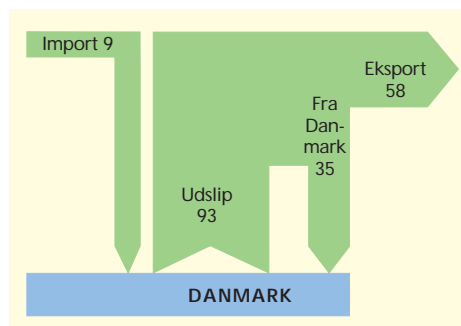
EKSEMPEL

Ammoniak – et kompliceret problem

Store koncentrationer af husdyr kan lokalt være årsag til at ammoniak optræder i kraftigt forøgede mængder - desværre også uden for landmændenes marker. Hovedparten af ammoniakken spredes over større afstande, herunder til udlandet. Som baggrund for politiske forhandlinger om en handlingsplan til at begrænse landbrugets udslip af ammoniak har DMU og Danmarks Jordbrugs-Forskning (DJF) bl.a. kortlagt udslippene.

Ammoniak kan være uheldig i naturen fordi den let fører til overgødskning både til lands og til vands. Der vil altid ske en fordampning af ammoniak fra landbruget, specielt hvor der holdes husdyr; men landmændene kan på forskellig vis reducere fordampningen – og en del er faktisk allerede opnået.

I den politiske aftale om Vandmiljøplan II fra 1998 indgår at der skal fremlægges en handlingsplan for Folketinget til at begrænse udslippet af ammoniak fra landbruget. Derfor har DMU, DJF og Forskningscentret for Skov og Landskab i fællesskab udarbejdet tre delrapporter med opdateret viden og datagrundlag som baggrund for de politiske forhandlinger. Endvidere er der lavet en fjerde delrapport om de økonomiske aspekter af tiltag til at begrænse fordampningen af ammoniak. Redegørelserne kan ses fra DMU's hjemmeside. Senest er det aftalt at ammoniakproblemet skal inddrages i forbindelse med evalueringen af Vandmiljøplan II i slutningen af år 2000.



Mange tal

I gennemsnit modtager hver hektar landjord i Danmark årligt omkring 15 kg kvælstof fra luften. De to tredjedele er ammoniak (eller ammonium) der stammer fra landbruget. Den sidste tredjedel er kvælstofilter der stammer fra forbrænding, dvs. transport og energiproduktion. Selv om Danmark er "nettoeksportør" af ammoniak (og kvælstofilter) stammer en tredjedel af kvælstofnedfaldet i Danmark fra udlandet.

For ammoniak, kvælstofilter, svovl og flygtige organiske forbindelser (VOC) blev en ny international aftale underskrevet i Gøteborg 1. december 1999. Ifølge denne aftale skal de europæiske udslip af kvælstofilter i år 2010 være reduceret med 41 procent og udslippene af ammoniak med 17 procent i forhold til 1990-niveaulet.

Det største udslip af ammoniak-kvælstof kommer fra husdyrholdet, nemlig 70.000 ud af det samlede danske udslip på 93.000 tons årligt. Til trods for at bestanden af husdyr er steget i 1990'erne er udslippet af ammoniak fra husdyrene reduceret med ca. 10.000 tons i dette tiår.

Dette skyldes en kombination af at foderet i dag udnyttes bedre, øget brug af gylle (jf. side 6) og at landmændene nu i større omfang udbringer husdyrgødningen om foråret og får den hurtigere ned i jorden.

Omkring en fjerdedel af udslippet af ammoniak falder ned inden for en afstand af 1 km fra kilden. Det er således vigtigt at tage hensyn til den særligt sårbare natur ved placeringen af store bedrifter med husdyr. Resten af ammoniakken transporteres over større afstande og en betydelig del til udlandet (ca. 60 procent). Derfor arbejder DMU på at beskrive spredning og nedfald af ammoniak både på lokalt, nationalt og europæisk niveau.

Med vores nuværende viden og de kendte teknologiske muligheder vurderer DMU og DJF at dansk landbrug formentlig vil kunne reducere udslippet af ammoniak med yderligere ca. 20-50 procent. En sådan reduktion bliver dog relativt kostbar fordi den også vil kræve ændringer af en stor del af den bestående bygningsmasse og maskinpark.

Ændringer i landbruget

Det er klart at enhver fremskrivning af forurening fra en aktivitet vil være følsom over for ændringer i erhvervet. Derfor har Skov- og Naturstyrelsen bedt DMU se på betydningen af om landbruget øger eller mindsker antallet af svin. Analysen viser at et udsving i svineproduktionens størrelse især vil slå igennem som en ændret påvirkning af naturen gennem et ændret udslip af ammoniak. En 30 procent større svineproduktion vil således føre til en ekstra belastning med ammoniak som regionalt vil variere mellem 4 og 14 procent. Her skal man tænke på at langt de fleste naturområder allerede i dag er overbelastede med kvælstof.

DMU har også set på effekten af EU's landbrugsreform, den såkaldte Agenda 2000 der skal gennemføres gradvist frem til 2006. Reformen indeholder bl.a. reduktioner i pristøtte og kompensationer i form af hektar- og dyrestøtte. DMU vurderer at disse markeds-mæssige elementer kun vil have små, men positive, effekter på miljøet.

Fremtidige aktiviteter

I de kommende år vil DMU understøtte arbejdet med at udforme en handlingsplan for ammoniak og opprioritere udviklingen af værktøjer til at vurdere spredning og effekter af ammoniak.

I første omgang arbejder forskerne på at udvikle modeller for udslip, spredning, nedfald og effekter af ammoniak i lokal skala til brug for VVM-vurderinger mv. I forbindelse med analysen af konsekvenserne af en ændret svineproduktion har DMU således udviklet et værktøj til at beregne kvælstofbelastningen på lokalt niveau af en given landbrugsudvikling. Desuden har DMU udviklet en ny model for spredning og nedfald af ammoniak og kvælstofilter som amterne kan anvende. For at beskrive spredning og nedfald af ammoniak på nationalt plan er en ny version af modellen KONSEKVENSENS udviklet. Modellen giver brugeren mulighed for at studere hvor meget ændringer i udslip af ammoniak på amtsniveau og i udlandet betyder for nedfald i Danmark og de indre farvande. I den nye version kan brugeren vælge hvilket område nedfaldet skal beregnes for.

På nationalt niveau følger DMU og DJF udviklingen i landbrugets udslip af ammoniak. Dette arbejde rapporteres i forbindelse med midtvejsevalueringen af Vandmiljøplan II i slutningen af 2000.



DMU og DJF udsendte i slutningen af 1999 en fælles populærfaglig rapport, "Ammoniak i landbrug og natur". Rapporten er skrevet på baggrund af ammoniakreddegørelsen. Den fortæller hvilke skader ammoniakken giver i naturen, og hvad landbruget kan gøre for at begrænse udslippene.

Hvad er en tålegrænse?

Tålegrænser (engelsk: Critical loads) er forskernes bedste bud på et tal for hvor følsom naturen er for luftforureningen. Siden starten af 1980'erne har der været holdt internationale konferencer hvor man har set på luftforureningens effekter på naturen. DMU var arrangør af konferencen „Critical Loads Copenhagen“ 21.-25. november 1999. Konferencen blev holdt i regi af FN's økonomiske kommission for Europa, UN-ECE.

Effekten af luftforureningen afhænger både af belastningens størrelse og af naturens følsomhed. Tålegrænsen for ammoniak er således lavere på sandede økosystemer (fx nåleskove, heder) end på næringsrige lokaliteter (bøgeskove og enge).

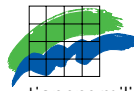


Foto: DJF/Jens Petersen

Tab af ammoniak fra landbrugets husdyr i 1996 (tons kvælstof pr. år). Landmanden kan reducere fordamningen af ammoniak fra husdyrgødning ved at minimere den tid som gødningen er i kontakt med luften. Dette gælder i stalden, i mødding og gylletank og ved udbringning.

	Stalde	Lagre	Udbringning	Dyr på græs	I alt tons kvælstof pr. år
Kvæg	6.900	7.300	11.800	2.000	28.000
Svin	16.400	6.400	9.400	0	32.200
Fjerkræ	2.200	2.100	900	0	5.300
Pelsdyr	3.500	200	300	0	4.000
Heste og får	200	100	200	200	700
I alt	29.300	16.200	22.500	2.200	70.200

Grøn virksomhed



DMU har i de senere år taget en række initiativer til at intensivere miljøstyringen med udgangspunkt i institutionens miljøhandlingsplan. Hovedvægten lægges på forbruget af energi, vand og papir, men fra 1997 indgår også opgørelser af affald og kemikalieindkøb og fra 1998 har DMU yderligere inddraget transportområdet.

En undersøgelse af medarbejdernes transport mellem bolig og arbejde viste i 1998 at DMU's ansatte i gennemsnit kørte 52 km om dagen for at komme til og fra arbejde. To tredjedele af denne transport skete i bil. DMU har i 1999 fulgt op på denne kortlægning med en transportplan. Formålet er at minimere miljøbelastningen ved transport til og fra arbejde og ved tjenesterejser.

I sommeren 1999 begyndte opførelsen af en tilbygning i Roskilde der bl.a. skal huse Afdeling for Arktisk Miljø. Byggeriet rummer i forhold til DMU's ældre bygninger fra starten en række miljøforbedrende elementer såsom bedre styring af ventilationen, lavenergi-ruder og paneler af træ i stedet for pvc.

Status og udvikling

Udviklingen i DMU's forbrug af energi, vand og papir fremgår af de nedenstående grafer. Et mere detaljeret grønt regnskab indgår i DMU's virksomhedsregnskab.

Siden 1996 er der sket en årlig reduktion af forbruget af fjernvarme med 6-8 %. Også forbruget af el er i 1999 faldet lidt, mens der siden 1995 er sket et meget betydeligt fald i vandforbruget. Forbedringerne skal ses som resultat af en målrettet indsats. Det relativt store fald i vandforbruget skyldes bl.a. en overgang til toiletter med lille skyl og forbedringer af vaskemaskiner til laboratorieopvask.

Forbruget af papir til kopiering og printere varierer tilsyneladende fra år til år fordi der normalt indkøbes relativt store partier. Set over et længere tidsforløb synes forbruget at være nogenlunde konstant i perioden 1995-99. Der anvendes udelukkende genbrugspapir.

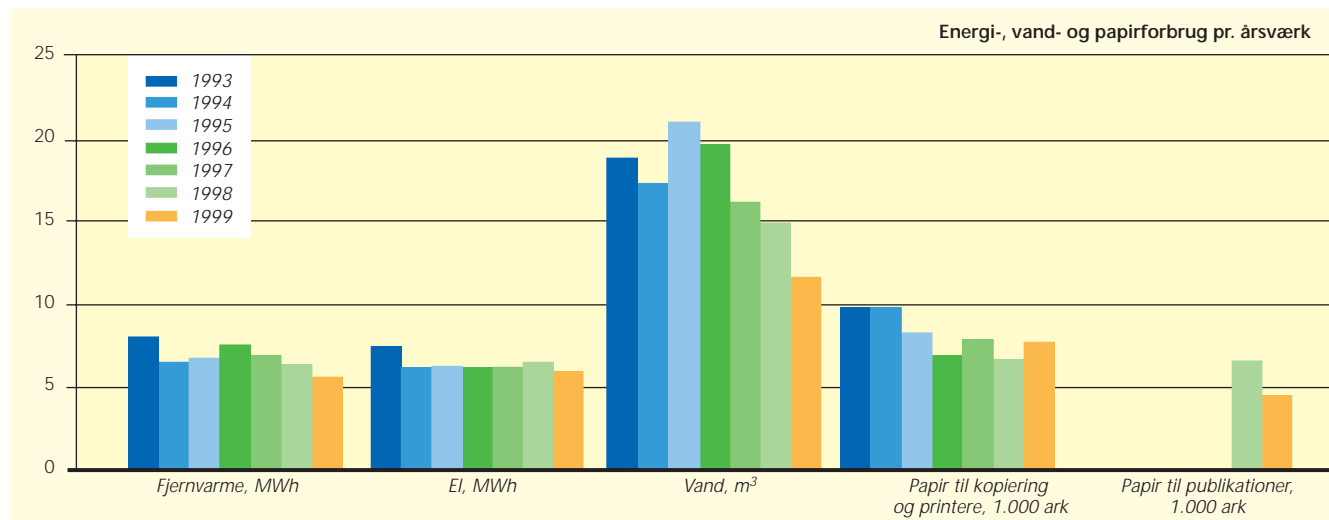


Foto: DMU/Jens Christian Pedersen



Foto: DMU/Jens Christian Pedersen

Udviklingen i DMU's forbrug af varme, el, vand og papir.



Herudover har DMU et forbrug af papir til publikationer som fremstilles uden for huset - på miljøcertificerede trykkerier. På dette område forventer DMU på længere sigt et fald i forbruget af papir som følge af en stigende andel af publikationer som udelukkende udgives elektronisk. Således er forbruget af papir til trykning af denne årsberetning halveret, bl.a. ved at oversigten over medarbejdernes publikationer kun udgives elektronisk. DMU har også valgt at virksomhedsregnskabet fremover udelukkende vil blive udgivet elektronisk.

Udviklingen i DMU's produktion af affald er vist i tabellen nederst på siden. Her er der sket en stigning i mængden af brændbart affald, mens udviklingen for de mere problematiske affaldsarter synes at være stabil - når man tager højde for de år-til-år variationer som skyldes markante forskelle i forsøgsaktivitet, fx på bekæmpelsesmiddelområdet.

På kemikalieområdet fokuserer DMU på substitution af farlige stoffer med mindre farlige. Således er brugen af fenol erstattet med salicylsyre, ligesom brug af chromsvovlsyre til rengøring af glasvarer er ophørt.

Nye aktiviteter

I det kommende år vil arbejdet med at udbrede miljøstyringen i DMU blive koncentreret om at implementere den nævnte transportplan. Et første skridt bliver anskaffelse af programmel som skal forbedre mulighederne for at arrangere samkørsel. Endvidere vil DMU se på mulighederne for at begrænse rejseaktiviteten mellem DMU's tjenestesteder, fx ved at anskaffe udstyr til at afholde videomøder. Endelig vil DMU rette henvendelse til de regionale trafikskaber for at opnå en bedre betjening af DMU's tjenestesteder med kollektiv trafik.



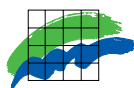
Foto: DMU/Jens Christian Pedersen

Samkørsel. I praksis kører langt de fleste alene til og fra arbejde. Det vil DMU nu forsøge at rette op på ved at anskaffe en database der gør det nemmere for medarbejderne at finde nogen at køre sammen med.

Almindeligt affald	1997	1998	1999
Brændbart affald	23.855	26.520	34.340
Ikke-brændbart (losseplads)	560	6.680	4.800
Genbrugspapir	9.458	10.420	4.900
Genbrugspap	4.442	6.240	13.340
Glas	-	300	200
Elektronik	350	1.070	560
Makulering	39	100	155
Almindeligt affald i alt	38.704	51.330	58.295
Mikrobiologisk affald	1997	1998	1999
Mikrobiologisk affald i alt	2.703	3.800	3.490
Kemikalieaffald	1997	1998	1999
Mineralolie	28	0	0
Halogen eller svovlholdigt organisk-kemisk	354	158	342
Opløsningsmidler uden halogen og svovl	718	1.025	854
Organisk-kemisk affald uden halogen og svovl	1.888	1.070	2.218
Kviksølvholdigt affald	33	26	33
Reaktivt affald	0	18	0
Bekæmpelsesmiddelholdigt affald	181	3.868	778
Uorganisk-kemisk affald	1.257	972	709
Andet	1.587	852	2.011
Kemikalieaffald i alt	6.046	7.989	6.945

DMU's "produktion" af affald 1997-1999 (kg).

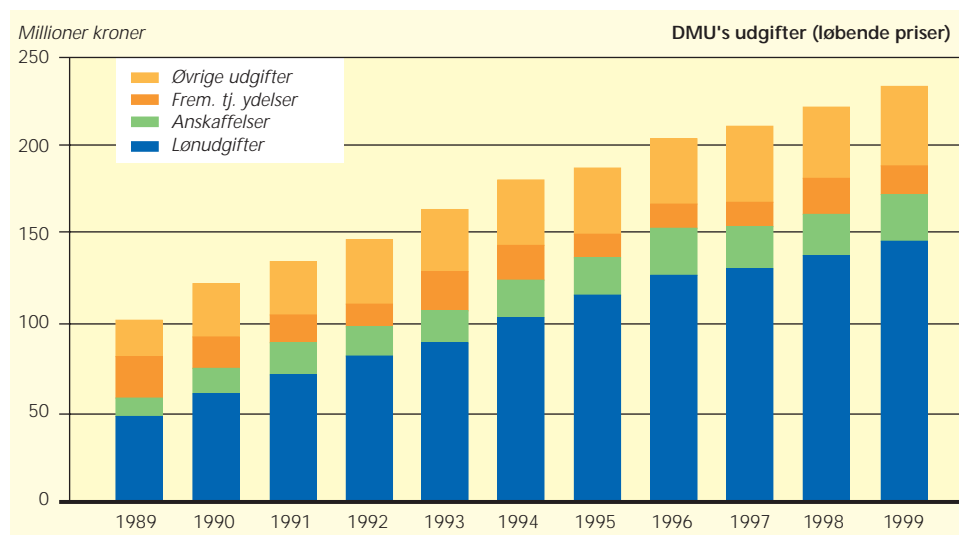
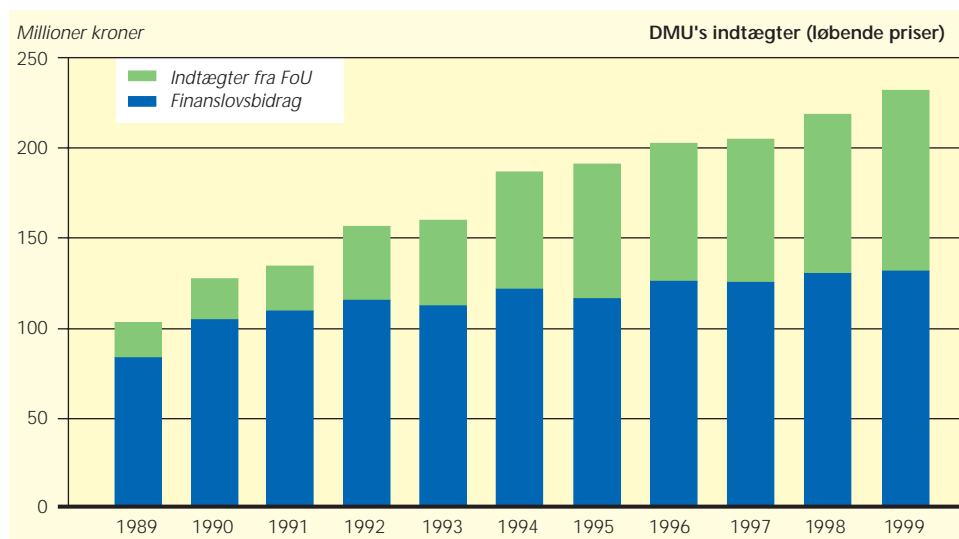
Økonomi og personale



Målt i faste priser har DMU's finanslovsbevilling været nogenlunde uændret i perioden 1991-2000. Man skal dog være opmærksom på at bevillingen kun er blevet opretholdt i kraft af tilgang af nye opgaver og hertil hørende bevillinger, som fx ved fusionen med Grønlands Miljøundersøgelser i 1994, projektkontrakterne fra 1996-99 og en særbevilling til bekæmpelsesmiddelforskning 1998-2001. Siden DMU's oprettelse i 1989 er de eksterne indtægter i form af program- og kontraktforskning mere end

fordoblet målt i faste priser. I 1999 udgjorde DMU's finanslovsbevilling 131 mio. kr. hvilket var nogenlunde uændret i forhold til 1998. De eksterne indtægter udgjorde 102 mio. kr. hvilket var en stigning på ca. 12 mio. kr. i forhold til 1998. Udgifterne blev i alt 231 mio. kr., hvilket var en stigning på 5 procent i forhold til 1998.

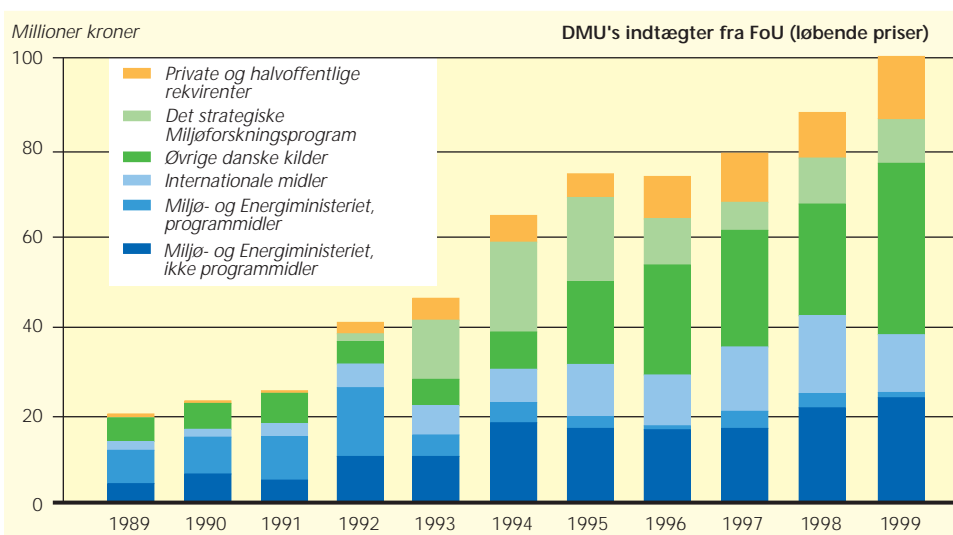
DMU's medarbejderstab er vokset fra 200 årsværk i 1989 til ved udgangen af 1999 at udgøre 454 årsværk.



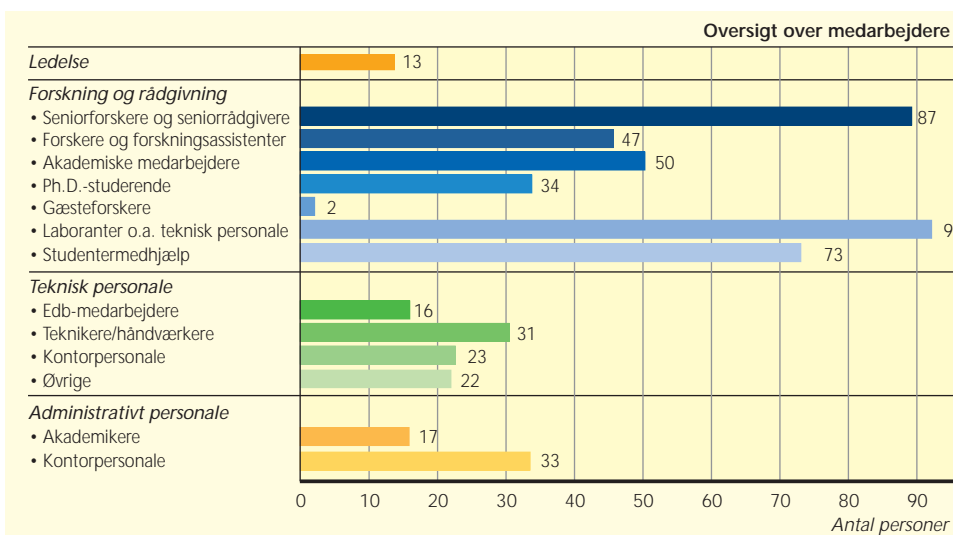
DMU's indtægter beløb sig i 1999 til i alt 233 mio. kr., heraf 131 mio. fra finanslovsbevillingen og 102 mio. fra program- og kontraktforskning mv. DMU's driftsudgifter 1999 udgjorde 231 mio. kr. ekskl. forrentning, afskrivning og refusionsberettiget moms. Driftsresultatet på 2 mio. kr. overføres til 2000.

Følgende har fået tildelt Ph.D.-graden i 1999:

- Christian Glahder
- Tove Hels
- Jan Juul Jensen
- Steen Solvang Jensen
- Anders Mosbech
- Marianne Bruus Pedersen
- Carsten Stenholt
- Elisabetta Vignati
- Peter J. Aastrup

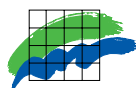


Udviklingen i DMU's eksterne indtægter fordelt på kilder.

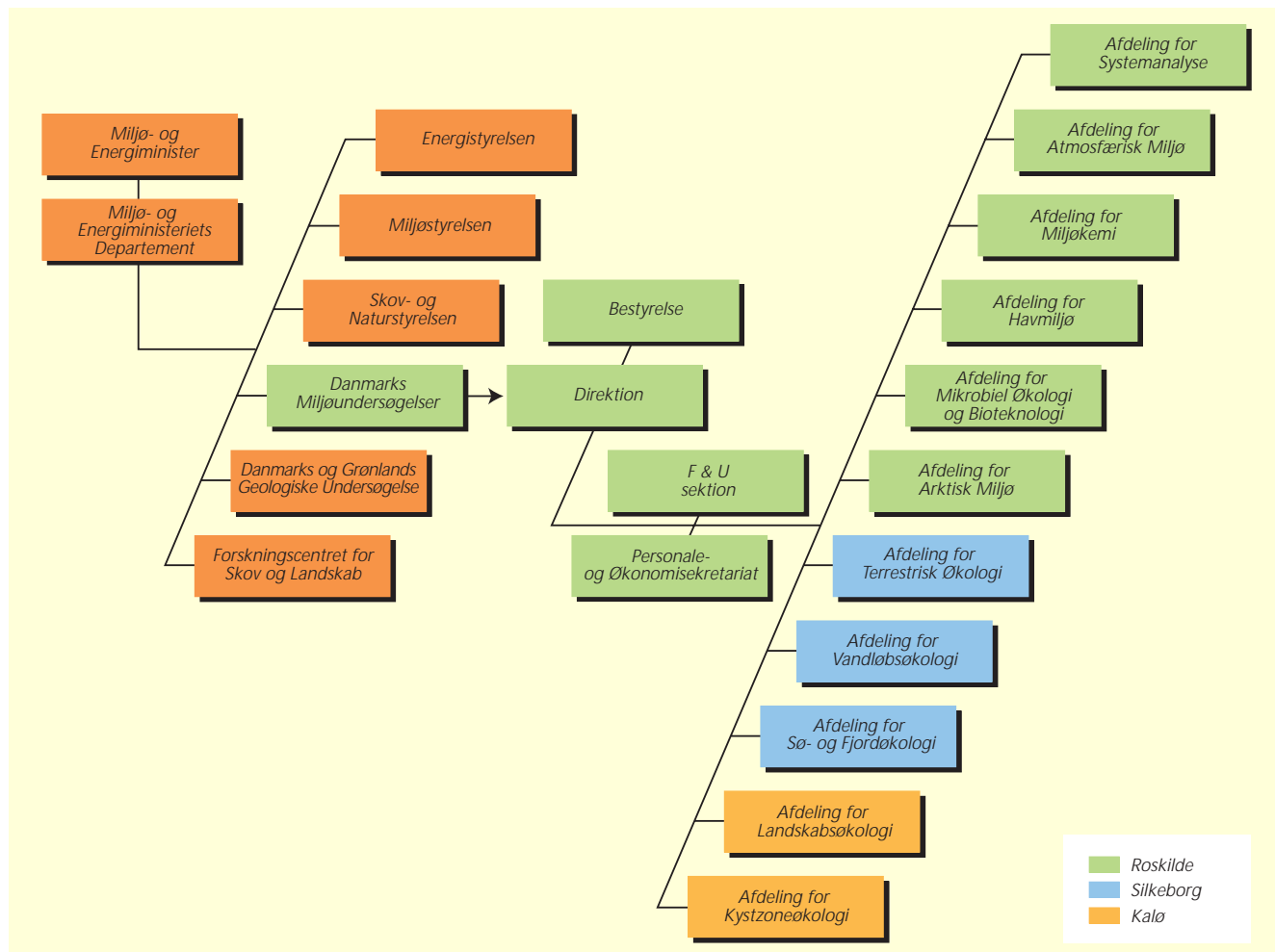


Oversigten er opgjort i personer pr. 31. december 1999. Opgjort i årsværk havde DMU i 1999 et personaletal på 454.

DMU's organisation



DMU er en del af Miljø- og Energiministeriet. Det overordnede ansvar for DMU's ledelse varetages af en bestyrelse, mens den daglige ledelse er direktørens ansvar. Det faglige arbejde er organiseret i 11 forskningsafdelinger.



DMU's bestyrelse

	Steen Gade Direktør Miljøstyrelsen	Henrik Toft Jensen Rektor Roskilde Universitetscenter	Jens Peter Simonsen Vicedirektør Skov- og Naturstyrelsen
Hans E. Zeuthen Professor Formand	Niels Elmegaard Akademisk medarbejder Danmarks Miljøundersøgelser	Svend Krarup Direktør I. Krüger A/S	Birgit Søborg Laborant Danmarks Miljøundersøgelser
Katherine Richardson Christensen Professor Aarhus Universitet	Jytte Heslop Miljøchef Århus Amtskommune	Anna Lise Mortensen Miljøchef Brdr. Hartmann	Vibeke Vinten Kontorchef Kommunernes Landsforening

DMU's direktion

Henrik Sandbech. Direktør, civ.ing.
Peter Koefoed Bjørnsen. Vicedirektør, lic.scient.
Torben Moth Iversen. Vicedirektør, cand.scient.

Personale- og Økonomisekretariat

Sekretariatschef: Signe Nielsen, cand.jur.

Arbejdsområde: Økonomi, budgetter, bidrag til Finansloven, juridisk bistand, personaleadministration, organisationsudvikling, ejendomsadministration, journal, omstilling samt interne servicefunktioner.

Afdeling for Systemanalyse

Forskningschef: Hanne Bach, civ.ing.

Arbejdsområde: Analyser af tværgående miljøproblemer, hvor miljøfaglige, teknologiske og økonomiske aspekter indgår, opbygning af modeller, metoder og værktøjer inden for stofkredsløb, miljøøkonomi og sektoranalyser. Fagdatacenter for emissions- og luftforureningsdata. Indgår i "Center for Analyser af Miljø, Økonomi og Samfund".

Afdeling for Atmosfærisk Miljø

Forskningschef: Gerald L. Geernaert, Ph.D.

Arbejdsområde: Udvikling af meteorologiske spredningsmodeller, luftforureningens omdannelse og afsætning, trafikens luftforurening, kortlægning af luftforureningsniveauet, forureningens virkning på skove, drivhuseffekt, luftforureningen i Arktis, eksponering af befolkningen.

Afdeling for Miljøkemi

Forskningschef: Lars Carlsen, dr.scient., professor

Arbejdsområde: Undersøgelser, analyser og modeller af miljøfremmede stoffers tilstedeværelse, transport og omsætning i miljøet, kontrolanalyser af stoffer og produkter for Miljøstyrelsen, analyser i forbindelse med oliebrændskabet, referencelaboratorium for organiske miljøfremmede stoffer, udvikling af metoder til prøvetagning og analyser.

Afdeling for Havmiljø

Forskningschef: Bo Riemann, dr.scient., professor

Arbejdsområde: Miljøovervågning, fagdatacenter for marine data, undersøgelser af marine økosystemers struktur og funktion, eutrofiering af hav- og fjordområder, skæbne og effekter af miljøfremmede stoffer, biologisk oceanografi, modellering af marine økosystemer samt undersøgelser af samspil mellem sediment og vandfase.

Afdeling for Mikrobiel Økologi og Bioteknologi

Fung. leder: Niels Kroer, Ph.D.

Arbejdsområde: Risikovurdering af gensplejsede mikroorganismer og mikrobiologiske bekæmpelsesmidler. Overlevelse, aktivitet og effekter af udsatte mikroorganismer, spredning af gener, mikrobiel diversitet, mikrobiologisk bekæmpelse af forurening.

Afdeling for Arktisk Miljø

Statsbiolog: Hanne Petersen, cand.scient.

Arbejdsområde: Miljøvurdering og -overvågning af råstofaktiviteter i Grønland, baggrundsundersøgelser og analyser af tungmetaller, kortlægning af områder af betydning for pattedyr og fugle, effekter af forstyrrelser på fauna og vegetation, ansvarlig for den biologiske del af klimaovervågningsprogrammet ved Zackenberg (Nordøstgrønland).

Afdeling for Terrestrisk Økologi

Forskningschef: Hans Løkke, civ.ing., lic.scient.

Arbejdsområde: Undersøgelse af risici ved udsætning af genetisk modificerede planter, økologisk jordbrug, terrestrisk økotoxikologi, herunder effekter af sprøjtegifte og andre kemiske stoffer, fastlæggelse af tålegrænser og kortlægning af luftforureningens påvirkning af planter og følsomme økosystemer.

Afdeling for Vandløbsøkologi

Fung. leder: Lars Moeslund Svendsen, cand.scient.

Arbejdsområde: Undersøgelser af biologiske, fysiske og kemiske forhold i vandløb og vandløbsnære arealer, herunder naturgenopretning og udvikling af modeller for hele vandløbssystemer. Koordinering af DMU's aktiviteter i relation til Det europæiske Miljøagentur, fagdatacentre for ferskvandsdata, vandovervågning og hydro-metri samt europæisk videncenter for vandløbsrestaurering.

Afdeling for Sø- og Fjordøkologi

Forskningschef: Kurt Nielsen, cand.scient.

Arbejdsområde: Undersøgelser af sammenhænge mellem næringsstofomsætning og biologisk struktur i ferskvandssøer, brakvandssøer og fjorde, herunder udvikling af metoder til genopretning af miljøtilstanden. Deltagelse i fagdatacentre for ferskvandsdata og for marine data. Koordinering af DMU's telemåling- og GIS-aktiviteter, herunder udvikling af areal informations system (AIS).

Afdeling for Landskabsøkologi

Forskningschef: Jesper Fredshavn, lic.agro.

Arbejdsområde: Undersøgelser af effekten af arealanvendelse og driftsmetoder på vilde dyr og planter i landskabet, udvikling af metoder og modeller inden for populations- og landskabsøkologi, herunder anvendelse af telemåling og radiometri, klassificering af biotopkvalitet og udvikling af konsekvensmodeller til beskrivelse af naturkvalitet.

Afdeling for Kystzoneøkologi

Forskningschef: Henning Noer, lic.scient.

Arbejdsområde: Undersøgelser af vandfuglebestande i kystzonen i relation til menneskelige aktiviteter, drift af internationale databaser til overvågning af gæs og havdykænder, naturovervågning, udvikling af populationsøkologiske modeller og af strategier for udnyttelse af naturressourcer og bevaring af naturkvalitet i kystzonen.

TEMA-rapporter fra DMU

DMU's TEMA-rapporter er skrevet på letforståeligt dansk og henvender sig til alle der er interesseret miljø og natur. Se pressemeddelelser og printbar version på www.dmu.dk

- 
- 1/1994 **Kvælstoftilførsel til Limfjorden** - Brian Kronvang m.fl. 16 sider (udsolgt)
2/1994 **Luftforurening i danske byer** - Kåre Kemp og Finn Palmgren. 41 sider, kr. 100,- (10 stk. kr. 500,-)
3/1995 **Ozon som luftforurening** - Jes Fenger. 48 sider, kr. 80,- (10 stk. kr. 400,-)
4/1996 **Tungmetaller i danske jorder** - John Jensen, m.fl. 40 sider, kr. 100,- (10 stk. kr. 500,-)
5/1996 **Forureningsbækæmpelse med mikroorganismer** - Ulrich Karlson m.fl. 32 sider (udsolgt)
6/1996 **Status og jagttider for danske vildtarter** - Jesper Madsen m.fl. 112 sider, kr. 110,- (10 stk. kr. 550,-)
7/1996 **Naturens tålegrænser - forsurening og eutrofiering** - Morten Strandberg og Lisbeth Mortensen. 40 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
8/1996 **Anskydning af vildt** - Henning Noer m.fl. 52 sider, kr. 80,- (10 stk. kr. 400,-)
9/1996 **Kvælstofbelastning af havmiljøet** - Henrik Paaby og Flemming Møhlenberg. 40 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
10/1996 **Havets usynlige liv** - Åke Hagström m.fl. 33 sider, kr. 50,- (10 stk. kr. 250,-)
11/1997 **En atmosfære med voksende problemer. Luftforureningens historie** - Jes Fenger. 64 sider, kr. 90,- (10 stk. kr. 450,-)
12/1997 **Reservatnetværk for vandfugle** - Preben Clausen m.fl. 52 sider, kr. 80,- (10 stk. kr. 400,-)
13/1997 **Næringsstoffer - arealanvendelse og naturgenopretning** - Brian Kronvang m.fl. 40 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
14/1997 **Mikroorganismer og planteproduktion - muligheder og miljømæssige risici** - Niels Bohse Hendriksen og Svend Binnerup. 28 sider, kr. 40,- (10 stk. kr. 200,-)
15/1997 **Kemikalier i hverdagen** - Suresh C. Rastogi m.fl. 40 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
16/1997 **Luftkvalitet i danske byer** - Finn Palmgren m.fl. 64 sider, kr. 90,- (10 stk. kr. 450,-)
17/1998 **Olieeftersforskning og miljø i Vestgrønland** - David Boertmann m.fl. 56 sider, kr. 80,- (10 stk. kr. 400,-)
18/1998 **Bilisme og miljø - en svær balance** - Mette Jensen m.fl. 48 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
19/1998 **Kemiske stoffer i landbruget** - John Jensen og Hans Løkke. 32 sider, kr. 40,- (10 stk. kr. 200,-)
20/1998 **Naturen og landbruget** - Rasmus Ejrnæs m.fl., 76 sider, kr. 100,- (10 stk. kr. 500,-)
21/1998 **Skov og skovvandløb** - Nikolai Friberg. 32 sider, kr. 40,- (10 stk. kr. 200,-)
22/1998 **Hvordan står det til med naturen?** - Michael Stoltze. 76 sider, kr. 100,- (10 stk. kr. 500,-)
23/1998 **Gensplejede planter** - Christian Damgaard m.fl., 40 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
24/1999 **Danske søer og deres restaurering** - Martin Søndergaard m.fl., 36 sider, kr. 50,- (10 stk. kr. 250,-)
25/1999 **Tropisk biodiversitet - skov og mennesker i Ecuador** - Flemming Skov m.fl., 56 sider, kr. 80,- (10 stk. kr. 400,-)
26/1999 **Bekæmpelsesmidler - anvendelse og spredning i miljøet** - Betty Bügel Mogensen m.fl., 48 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
27/1999 **Giftige alger og algeopblomstringer** - Hanne Kaas m.fl., 64 sider, kr. 80,- (10 stk. kr. 400,-)
28/1999 **Dyreplankton i danske farvande** - Torkel Gissel Nielsen m.fl., 64 sider, kr. 80,- (10 stk. kr. 400,-)
29/1999 **Hvor kommer luftforureningen fra? Fakta om kilder stoffer og udvikling** - Jytte Boll Illerup m.fl., 32 sider, kr. 40,- (10 stk. kr. 200,-)
30/1999 **Bundmaling til skibe - et miljøproblem** - Signe Foverskov m.fl., 48 sider, kr. 60,- (10 stk. kr. 300,-)
31/2000 **CO₂ - Hvorfra, hvorfor, hvor meget?** - Jes Fenger, 40 sider, kr. 40,- (10 stk. kr. 300,-)

Rapporterne kan købes følgende steder:

- Hos boghandelen
- Danmarks Miljøundersøgelser, Frederiksborgvej 399, 4000 Roskilde, Tlf. 4630 1200
- Miljøbutikken, Læderstræde 1, 1201 København K., Tlf. 3395 4000

Abonnement (5 løbende numre) kr. 225,-.

Alle henvendelser vedrørende abonnement rettes til Miljøbutikken.

(Alle priser er incl. moms. Levering: 30 kr. pr. forsendelse, 100 kr. for abonnement)

Rapporterne kan også printes fra DMU's hjemmeside.