

## **Nordiska Ministerrådets Hav- och Luftgrupp**

# Strategier för fortsatt arbete med internationella föroreningsfrågor inom Hav- och Luftgruppen

Göteborg 10-11 april 2002

Gun Lövblad

# Strategier för fortsatt arbete med internationella föroreningsfrågor inom Hav- och Luftgruppen

## Bakgrund

Arbetet i Nordiska Ministerrådets Hav- och Luftgrupp är i första hand inriktat mot internationella föroreningsproblem i Norden och i havsområden kring de nordiska länderna. Gruppens arbete syftar i huvudsak till att ta fram underlag för att stärka det nordiska agerandet vid förhandlingar av internationella avtal inom miljöområdet. Frågor som Hav- och Luftgruppen under senare år ägnat speciell uppmärksamhet är eutrofieringen av havsområdena kring de nordiska länderna och gränsöverskridande luftföroreningar.

Inom såväl havs- som luftområdet kommer nya förhandlingssituationer att bli aktuella inom de närmaste åren. För att diskutera dessa frågor och för att skapa underlag för ett samlat nordiskt agerande för framtiden anordnades ett seminarium den 10-11 april i Göteborg. Utöver seminariet i Göteborg har viktigt underlag för Hav- och Luftgruppen framkommit vid två andra seminarier som gruppen initierat. Ett seminarium hölls i Stockholm i november 2001 och handlade om kritisk belastning i marin miljö (REF). Ett seminarium om forskningsbehovet inför utarbetandet av strategier för kvicksilver hölls i Roskilde september 2001.

Denna rapport innehåller sammanfattningar från alla tre tillfällena och utgör dessutom en delrapport av Hav- och Luftgruppens strategiprojekt "Strategi för en hållbar utveckling i Norden - Framtagning av underlag för åtgärder mot storskaliga miljöproblem".

## Deltagare

### Deltagare i workshop i Göteborg 10-11 april 2002

#### Danmark

Per Suhr  
Christian Lange Fogh  
Britta Pedersen  
Niels Heidam  
Liselotte Sörensen  
Lise Marie Frohn

#### Finland

Alec Estlander  
Maija Pietarinen  
Göran Nordlund  
Anneli Karjalainen  
Matti Perttilä  
Kaisa Kononen  
Harry Zilliacus

#### Färöarna

Maria Gunnleivsdóttir Hansen

#### Grönland

Tina Kreutzmann Pedersen

#### Island

Jörundur Svavarsson

#### Norge

Anne-Beate Tangen  
Eli Marie Asen  
Øystein Hov  
Jon Fuglestad  
Jarle Klungsøyr  
Einar Svendsen  
Richard Wright  
Tor Johannesen  
David Simpson

#### Sverige

Ulla-Britta Fallenius  
Lars Lindau  
Peringe Grennfelt  
Ira Thilén  
Per Jonsson  
Sif Johansson

#### Hav-och Luftgruppens sekretariat

Gun Lövblad  
Åke Granmo  
Bertil Håkansson

## **Deltagare i Workshop om Kritisk belastning i marin miljö i Stockholm 22-23 november 2001**

### **Danmark**

Gunni Ærtebjerg  
Jesper Andersen  
Henning Karup

### **Finland**

Juha Kämäri  
Heikki Pitkänen

### **Norge**

Tor Johannessen  
Jan Magnusson  
Olav Vadstein

### **Sverige**

Sverker Evans  
Peringe Grennfelt  
Tove Lundeberg  
Fredrik Wulff

## **Deltagare i Workshop om Kvicksilver i Roskilde 10-12 september 2001**

### **Danmark**

Asman, Willem  
Christensen, Jespe  
Geernaert, Gerald L.  
Glasius, Marianne  
Goodsite, Michael E.  
Havnø, Herdis Palsdottir  
Heidam, Niels Zeuthen  
Hjæresen, Christina  
Johansen, Kurt  
Johansen, Poul  
Knudsen, Kristina  
Larsen, Michael Roar Bo  
Laurent, Catherine  
Lerche, Dorte  
Lohse, Christian  
Møller, Per  
Nielsen, Ole John  
Petersen, Maria C.  
Riget, Frank F  
Skjøth, Carsten A.  
Skov, Henrik  
Skaarup, Jesper  
Sonne-Hansen, Christian  
Sørensen, Tina  
Aagaard, Alf

### **Finland**

Leppänen, Sirkka  
Porvari, Petri  
Verta, Matti

### **Norge**

Berg, Torunn  
Breivik, Knut  
Fjeld, Erik  
Rognerud, Sigurd

### **Sverige**

Bringmark, Lage  
Brorström-Lundén, Eva  
Gårdfeldt, Katarina  
Johansson, Kjell  
Meili, Markus  
Munthe, John  
Palm, Anna  
Sommar, Jonas  
Svensson, Margareta  
Wängberg, I

### **Färöarna**

Hoydal, Katrin

## **Slutsatser beträffande behov av underlag och prioriteringar för Hav- och Luftgruppen**

Genom de tre seminarier som som hållits inom ramen för Hav- och Luftgruppens verksamhet har frågor om prioriteringar för gränsöverskridande hav- och luftföroreningar diskuterats ingående med deltagande av ett stort antal nordiska forskare och förhandlare. Nedan sammanfattas de slutsatser som kan dras om det framtida behovet av underlag i olika avseenden för de internationella förhandlingarna, och därmed för Hav- och Luftgruppens framtida arbete.

### **1 Luftföroreningsfrågor**

Diskussionerna om behov och prioriteringar för långväga gränsöverskridande luftföroreningar baserades på presentationer av arbetet inom Luftkonventionen, LRTAP och inom EUs luftvårdsarbete, CAFÉ (Lars Lindau), om kväve i luftvårdsarbetet (Øystein Hov) och om Hav- och Luftgruppens satsning på partikelmodellering (HC Hansson).

#### **PARTIKLAR I LUFT**

Det viktigaste forskningsbehovet är:

- Mer underlag om partikelförekomst samt exponering – effekt behövs för åtgärdsstrategier
- Utsläppskällor, utsläppsmängder och partikelstorleksfördelningar behövs som underlag för åtgärdsstrategier och som indata till modeller
- Modeller behöver vidareutvecklas för att ge source-receptor samband

I prioriteringar inom luftvårdsområdet noteras partiklar generellt vara den absolut viktigaste parametern just nu. Mycket av det underlag som behövs för att kunna utarbeta kostnadseffektiva åtgärder mot partikelutsläpp främst med syfte att reducera partiklarnas effekter på hälsan är ännu osäkert. Till exempel ställer beslutsfattare sig frågor som: Vilka parameter är viktigast att mäta och korrelera till effekter;  $PM_{10}$  –  $PM_{2.5}$  eller  $PM_1$  eller något annat mått? Är effekterna mer relaterade till partikelmassan eller till partiklarnas antal? Är sammansättning viktig eller är partikeln i sig tillräcklig som retande substans för att påverka hälsan.

Vidare är underlaget beträffande utsläppskällor för partiklar och utsläppens storlek ofullständigt.

En viktig slutsats från diskussionerna om partiklar var att, även om mycket av det nödvändiga underlaget saknas, är modellberäkningar ett viktigt underlag i arbetet med åtgärdsstrategier mot partiklar. Hav- och Luftgruppen har under flera år satsat på utveckling av modeller för att fastställa source-receptor samband för partiklar. Arbetet är inte på långt när avslutat och fortsatt forskning är viktig. Det finns flera grupper i Norden med kompetens på detta område. Den arbetsinsats som behövs är dock omfattande och kräver ytterligare finansieringskällor.

## **Slutsatser om prioriteringar för Hav- och Luftgruppen**

---

Vidare behövs ett mer omfattande mätdataunderlag om partikelhalter i olika miljöer för att kunna generalisera haltförekomsten i Norden som ett underlag för studier av hälsoeffekter och för åtgärder. Hav- och Luftgruppens vill uppmuntra insatser på detta område och samtidigt stödja samordning av nordiska mätinsatser och utvärdering av data. EMEP - manualen är en god utgångspunkt för harmonisering av mätinsatser. Det kan också behövas stöd till vissa specifika mätinsatser till exempel på så kallade "superstations". Mätning av en specifik partikelparameter (andra partikelstorlekar, sammansättning, etc.) parallellt med pågående mätprogram kan vara en kostnads-effektiv aktivitet.

Problemen med höga partikelhalter är i viss utsträckning desamma över hela Europa. Trafiken står för en stor andel av utsläppen. Men det finns en gemensam nordisk aspekt i vedeldningen bidrag. I många små och medelstora tätorter i de nordiska länderna föreligger svårigheter att klara EU-gränsvärdena för PM<sub>10</sub> just till följd av utsläppen från småskalig eldning. Ett förbättrat underlag behövs för att utarbeta lokala åtgärdstrategier. Bland det underlag som behövs är förbättrade emissionsinventeringar för partiklar, liksom underlag beträffande åtgärder och deras kostnader.

### **EFFEKTER I EKOSYSTEM AV LUFTFÖRORENINGAR**

Det viktigaste forskningsbehovet är:

- Underlag beträffande "Integrated modelling" inför revision av Göteborgs-protokollet
- Återhämtningsförlopp i försurade områden behöver studeras med dynamiska modeller
- Förbättrat underlag för åtgärds-kostnader och nytta för "Integrated assessment modelling"

Ett annat område där gruppen bedömer att det finns utrednings- och forskningsbehov, är i underlaget till de storskaliga åtgärdsstrategierna. Inför en revision av Göteborgs-protokollet kring 2005 kommer det att behövas en genomgång av de osäkerheter som beräkningarna med RAINS-modellen är förknippade med. För en del parametrar som i dag är osäkert eller otillräckligt kvantifierade, t.ex. data på baskatjondepositionen, kommer ytterligare data att behövas.

Försurningen är ett gemensamt nordiskt problem, där intresset från övriga Europa kan förutsättas minska. Gemensamma underlag i form av till exempel dynamisk modellering av återhämtning kan vara betydelsefulla i det fortsatta förhandlings-arbetet. Bland annat betonas ofta vikten av att belysa osäkerheterna i olika modeller och dataunderlag.

Kunskapsunderlaget behöver också förbättras avseende kostnader och nytta med olika åtgärder. Här pågår en del arbete inom EUs CAFÉ-program. Mer underlag kommer att vara tillgängligt i höst.

### 2 Marina frågor

#### MODELLUTVECKLING OCH UNDERLAG FÖR ÅTGÄRDER AVSEENDE MARIN EUTROFIERING

Diskussionen om behov och prioriteringar inom marin eutrofiering baserades på presentationer av arbetet inom OSPAR (Jon Fuglestad), HELCOM (Maija Pietarinen), EUs Vattendirektiv (Ulla-Britta Fallenius), presentationer av ett antal viktiga projekt och forskningsprogram i Norden som det finska forskningsprogrammet för marin miljö - BIREME (Kaisa Kononen), det svenska MARE-projektet (Sif Johansson), Hav- och Luftgruppens satsning NO COMMENTS samt Expertgruppens strategier för regionala föroreningar (Peringe Grennfelt).

De viktigaste utvecklingsbehoven sammanfattas nedan:

- Förbättrat underlag vad gäller interaktionen mellan kust och hav
- Fortsatt modellutveckling med inkluderande av moduler för åtgärder och åtgärds-kostnader behövs
- Förbättrat underlag vad gäller indata till modellen, dvs. tillförsel av närsalter mm.

Det finns ett antal aspekter på eutrofiering som är viktiga för att skapa en fullständig förståelse av problemet och för att kunna vidta de rätta åtgärderna. Olika delar av helheten behöver belysas för att till exempel kunna bygga upp modellsystem för eutrofiering. Bland dessa ingår kustzonens påverkan av öppet hav, atmosfärens bidrag till kvävebelastningen på havet, sjöfarten som – en icke oansenlig - kvävekälla till luft och hav. Produkter behövs i form av beslutstödssystem, managementsystem och expertsystem. För att ta fram de rätta verktygen behöver man definiera syftet med och användningen av modellverktyg.

Generellt sett är påverkan på kustzonen av förhållandena i öppet hav idag dåligt kända. Det finns ett antal spridda vetenskapliga undersökningar och rapporter. Många regionala myndigheter har material och kunskap om sina kustzoner. Det finns exempelvis indikatorer på att organiska miljögifter har 10 ggr högre deposition i skärgårdar förmodligen på grund av större mängd partiklar i kustzonen jämfört med öppet hav. Radionukleider har också en högre tendens att hamna i bottensediment bland annat i Stockholms skärgård än i sediment i öppet hav. Rent fysiskt har vattnet i de grunda kustzonerna oftast en kort uppehållstid (dagar till månader), vilket resulterar i att kustzonen sällan får en bättre vattenkvalitet än vad utanförliggande öppet hav har.

I detta sammanhang är det viktigt med modeller för interaktion mellan kustzon och öppet hav samt hur de internationella konventionerna - HELCOM och OSPAR - samt EUs Vattendirektiv styr miljöarbetet. Även om konventionerna omfattar kustzonen så är de dock bara rådgivande medan Vattendirektivet, som också omfattar kustzonen, är lagligt gällande för alla EU-länder. Tidsplanen för implementeringen av direktivet är kort och stora insatser förväntas ske inom en snar framtid. Arbetet med Vattendirektivet förväntas därför bli styrande för miljöarbetet i kustzonen.

När det gäller modellverktyg och beslutstödssystem finns ett behov av valideringar för att systemen ska bli trovärdiga och därmed kunna erhålla internationell acceptans samt övertyga beslutsfattare att förväntade resultat kan realiseras. I detta sammanhang efterfrågas hur beslutstödssystemen kan hantera kedjan Åtgärd - Effekt - Kostnad och om Nyttan finns med i systemen. Dessa samband bör utvecklas vidare och förfinas i till exempel enligt det system som projektet MARE arbetar med. Speciellt är nyttan en kritisk parameter för internationella förhandlare i miljöfrågor, som ännu så länge är dåligt utvecklad och bättre kunskaper kommer att krävas inför kommande åtgärdsplanering. En fråga är om till exempel fiske och kustzonernas rekreativsvärde kan integreras i beslutstödssystemen?

Inom Hav- och Luftgruppens modellprojekt NO COMMENTS tror man inte att modellverktyget i dagens läge kan utvecklas till att inkludera åtgärder och åtgärds-kostnader. Däremot kan man utveckla så kallade "What if scenarier". Modellverktyget kan till exempel belysa konsekvenserna för Nordsjön och Östersjön av att miljöförbättringar i de stora nordeuropeiska floderna genomförs.

En rad förbättringar behövs i befintliga modeller och satsningar görs i de olika nordiska länderna och inom EU-projekt:

- ⇒ Utveckling av de biogeokemiska processerna (Finland).
- ⇒ Utveckling av användningen av modellerna (Norge).
- ⇒ Studier av modellernas förmåga att replikera naturen (Sverige).
- ⇒ Test av åtgärds -och effektsamband med modellerna
- ⇒ Sammankoppling av hav och atmosfär på ett bättre sätt bland annat för kväve.
- ⇒ Utveckling av operationella avrinnings- och transportmodeller för kväve och fosfor från land.

Om man summerar behoven som bedöms föreligga vad gäller eutrofiering, så behövs en kunskapssammanställning rörande interaktionen mellan kustzon och öppet hav. Sammanställningen bör inkludera både fastställande av kunskapsläget, valideringar av kustzonsmodeller samt fallstudier. Sammanställningen bör ha karaktären av en forskningsrapport och bör utföras relativt snart. Studien görs på en skala som är typisk för Vattendirektivets vattendistrikt. Rapporten ska kunna ge svar på frågan om Vattendirektivet kan genomföras utan att ta hänsyn till förhållandena i öppet hav.

Projektet med modellutveckling - NO COMMENTS - önskar gå vidare i ett nytt 3 års-projekt och skulle då testa modellerna på perioden 1985 – 2000 för att klarlägga miljöeffekterna i öppet hav av fosforeringen i Europa under samma period. Rent generellt behövs bättre samband mellan åtgärder – kostnader – effekter. Frågan om nyttoaspekter med åtgärder bör utvecklas och häri bör ingå utveckling av indikatorer, värderingsfrågor (inklusive vad man är beredd att betala för att erhålla miljöförbättringar), utsläppsrättigheter samt förbättringar vad gäller rekreation och fiske vid en minskad eutrofiering

## **Slutsatser om prioriteringar för Hav- och Luftgruppen**

---

### **KRITERIER FÖR MILJÖKVALITET OCH KRITISK BELASTNING**

Kriterier för miljö kvalitet behövs för att definiera målen för de åtgärder som är nödvändiga. En särskild workshop har hållits för att diskutera vilka möjliga vägar som finns för att ta fram sådana kriterier. Kritisk belastning har varit arbetsnamnet, även om man inte vill begränsa möjligheterna till just detta begrepp. Rapporten från workshopen som hölls i Stockholm i november 2001 finns i bilaga A.

De viktigaste slutsatserna från denna workshop är:

- Det finns mycket kunskap som möjliggör att formulera kriterier av typen kritisk belastning för eutrofiering, men det behövs en samordning av mätparametrar, indikatorer och kvalitetsmål i olika delar av Norden och övriga Europa.
- Arbete med utarbetande av kvalitetsmål pågår både i Norden och inom ramen för OSPAR. Lägesrapporter utarbetas med jämna mellanrum som beskriver miljö kvaliteten, men det saknas gemensamt fastställda kvantitativa värderingskriterier.
- Inom HELCOM har detta arbete inte påbörjats ännu, och Hav- och Luftgruppen skulle kunna göra en insats för att driva på arbetet. Ett antal nordiska insatser och EU-forskningsprojekt kan ge bidrag. Målet med arbetet kan vara att komma överens om en gemensam strategi för att ta fram kostnadseffektiva åtgärdsstrategier för Östersjön, baserade på miljömål ("Marine integrated assessment modelling").
- EUs vattendirektiv är ett viktigt verktyg för att utveckla åtgärdsstrategier i kustnära områden. Det baseras delvis på angreppssätt som skulle kunna passa i ett system med kritisk belastning och miljömål, men det finns begränsningar vad gäller möjligheten att använda detta för kvantifiera åtgärdsbehovet. Bland annat är kopplingen mellan närliggande kustområden och mellan kust och öppet hav komplicerad.
- Kritisk belastning är inte något direkt mätbart mått utan resultatet av utvärderingar baserade på mätdata och modellberäkningar. Förbättrat underlag behövs vad gäller avrinning från mark till hav och vad gäller kopplingen till olika typer av källor. Rapporteringen av data bör förbättras både vad gäller källbidrag och tidsupplösning

### **ANTI-FOULINGMEDEL**

De viktigaste behoven av underlag för anti-foulingmedel utgörs av:

- En sammanställning av tillgängligt material rörande TBT-situationen i de nordiska länderna och i Östersjön
- Det är viktigt att ta fram en strategi för hur man ska agera när nya ämnen införs på marknaden
- Kunskapen om skeppsmasken och dess utbredningsområde behöver förbättras

Tributyltenn (TBT) som anti-foulingpreparat är under utfasning, och kommer att förbjudas helt och hållet från år 2008. Trots detta är haltnivåerna i Östersjön - enligt

## **Slutsatser om prioriteringar för Hav- och Luftgruppen**

---

enstaka svenska undersökningar och ett danskt övervakningsprojekt - i Östersjön höga och på nivåer som kan orsaka ekologiska effekter. Halterna är i vissa områden många gånger högre än godkända gränsvärden. Men den generella kunskapen är dålig på grund av brist på data..

Det är viktigt att följa upp utfasningen av TBT och dess konsekvenser i den marina miljön. Det är vidare viktigt att följa ersättningsmedlen för TBT. Det traditionella alternativet är kopparfärgen som Sverige förbjudit med undantag för Västkusten. Om koppar försvinner kommer skeppsmasken tillbaka som skadegörare på träfartyg och träkonstruktioner i hamnar. Man har redan konstaterat att skeppsmasken har spridit sig längre in i Östersjön. Koppar är ett naturligt ämne i naturen och därför kan vara att föredra framför andra ämnen. Halterna är dock idag för höga för att vara naturliga och de orsakar miljöproblem. Trots problemen med skeppsmask är baskunskapen om masken liten och bättre kunskapsunderlag för fortsatt arbete efterfrågades. På Färöarna har man efter skotsk modell infört gränsvärden på koppar och andra metaller i sediment under fiskodlingar.

### **3 Miljögifter och metaller**

#### **MILJÖGIFTER**

Ett bakgrundsunderlag om miljögifter presenterades av Britta Pedersen, Danmarks Miljøundersøgelser. Området täcker många olika komponenter och många olika aspekter. Inom det nordiska samarbetet bör man dela upp insatserna mellan arbetsgrupperna. Förutom Hav- och Luftgruppen hanterar den Nordiska Kemikaliegruppen och den Nordiska Miljöövervaknings- och Datagruppen kemikaliefrågor. Hav- och Luftgruppens arbete har traditionellt varit inriktat mot förekomst och omvandling av dessa ämnen i recipienterna. En ny faktor som spelar in är EUs vattendirektiv som innehåller en lista på 33 prioriterade ämnen.

Inom ett så stort område som miljögiftsområdet är det naturligt att mycket kunskap saknas. Men trots allt finns en hel del och det är viktigt att utnyttja befintliga data för sammanställningar och för modellarbete.

De viktigaste frågorna för Hav- och Luftgruppen är:

- Förbättrat underlag vad gäller data över exponering och effekt, samt samband mellan dessa.
- Systematiserad utvärdering och användning av befintliga data behövs bland annat med hjälp av modeller. Sådana aktiviteter bör ske i samarbete med andra grupper, särskilt bedöms samarbete med Kemikaliegruppen vara viktigt.

Ytterligare underlag behövs när det gäller samband mellan exponering och effekt. Inom AMAP och OSPAR finns data som kan systematiseras. För luftkvalitet finns en hel del framtaget inom EMEP. Generellt är förekomsten av data rörande miljögifter i olika medier relativt knapp. Detta beror till stor del på komplicerade och resurskrävande mätmetoder. De data som tas fram bör därför spridas för mer generell användning. Informationsutbyte är en viktig fråga.

Utsläpp av persistenta organiska ämnen och metaller, dess spridning och deposition

## **Slutsatser om prioriteringar för Hav- och Luftgruppen**

---

har modellberäknats inom EMEP. Särskilt det östliga centret Meteorological Synthesizing Centre East i Moskva gör årliga beräkningar av spridning och deposition av en lång rad ämnen. Hav- och Luftgruppen har också satsat medel på att testa modellansatser för persistenta organiska föreningar. Eventuella modellsatser bör fortsättningsvis göras i samarbete med Kemikaliegruppen.

Strategierna för åtgärder är något olika inom olika internationella organisationer. Luftkonventionen (CLRTAP) arbetar med metaller till exempel kvicksilver utifrån antagandet att det finns en kritisk belastningsnivå som man bör sträva efter att nå under. När det gäller persistenta organiska föreningar görs riskvärdering baserad på toxicitet, bioackumulerbarhet och persistens. OSPAR arbetar efter att nå förindustriella nivåer eller bakgrunds nivåer

### **METALLER**

Den metall som Hav- och Luftgruppen prioriterat är kvicksilver. Kvicksilver förorsakar - liksom miljögifter - betydande miljöproblem i Norden och särskilt i de arktiska delarna; Island, Grönland och Färöarna. För att definiera forskningsbehovet för kvicksilver satsade gruppen medel för att bjuda in de nordiska forskarna till ett seminarium om diskutera vilka som är de stora kunskapsluckorna. En rapport från detta seminarium som hölls i samarbete med AMAP och MEPOP-projektet har publicerats och ett sammandrag finns i bilaga B.

Workshopen fokuserades på omsättningen av kvicksilver i miljön och berörde därför inte hälsoaspekter, tekniska och andra åtgärder.

Forskningsbehovet vad gäller kvicksilver har identifierats:

- En samlad databas behöver ställas ihop ur befintliga databaser med information om kvicksilverförekomst i olika områden och medier, som underlag för modellutveckling och riskbedömning
- Stora kvicksilvermängder finns upplagrade i skogsmarki de nordiska länderna. Bättre kunskap behövs om vad som styr läckaget från skogsmark till sjöar och vattendrag.
- Depositionsprocesser (inklusive s.k. "mercury depletion events" under den arktiska våren) och ackumulering i ekosystem i Arktis behöver kvantifieras.
- Regionalskalemodeller behöver utvecklas för kvicksilverflöden mellan olika medier och ekosystem. En modell behövs för Norden och en särskild modell behövs för Arktis.
- De globala emissionerna behöver kvantifieras bättre och även inkludera speciering av olika kvicksilverföreningar. Särskilt behöver utsläppen av elementärt, reaktivt gasformigt kvicksilver (RGM) och partikelbundet kvicksilver beskrivas. Underlaget vad gäller naturliga källors bidrag behöver förbättras regionalt och globalt.
- Laboratoriestudier behövs för att simulera förhållandena vid den arktiska soluppgången och beskriva de kemiska processer som bidrar till bildning av RGM från elementärt kvicksilver.
- En modell behövs för att beskriva kvicksilverflödet i näringskedjan.

## **Slutsatser om prioriteringar för Hav- och Luftgruppen**

---

Ett antal forskningsinsatser diskuterades och grupperades i mindre, medelstora och stora aktiviteter beroende på behovet av resurser. De mindre, och delvis medelstora, aktiviteterna kan klaras med begränsade resurser, som till exempel kan erhållas via nationella eller nordiska finansieringskällor. De större insatserna kräver internationell samordning inom ramen för EU och USA-Kanada. Hav- och Luftgruppen bör efterstäva samarbete och stöd via EUs 6:e ramprogram. Sammanlagt finns underlag för arbete som är avsevärt mer omfattande än vad Hav- och Luftgruppens budget kan klara. Samarbete med andra grupper inom NMR, samt finansiering av mindre delar inom ramen för mer omfattande projekt, till exempel EU-projekt, kommer att bli nödvändiga.

### **4 Mot en samlad modell för åtgärder mot eutrofiering i Europa**

Underlaget för att knyta ihop kunskaperna om kväveföreningar i luft och hav baseras på presentationer av arbetet med kväve i atmosfären (Øystein Hov) samt vilka förutsättningar som finns för att utarbeta en samlad policy för kväve i hav och luft (Richard Wright och Tor Johannesen).

I Göteborgsprotokollet drivs strävan att minska kväveoxid- och ammoniakutsläppen av miljöeffekter som förurning av ytvatten och skogsmark, eutrofiering av ekosystem, samt effekter av marknära ozon. Om protokollets mål uppfylls kommer en betydande minskning av såväl svavel- som kvävebelastningen i stora delar av Europa att erhållas. Detta innebär att förurningsproblemet till stora delar kommer att vara löst och att andra argument behövs för att få till stånd ytterligare utsläppsminskningar för kväve. Då kväveutsläppen minskar, reduceras också belastningen av kväve på haven, eftersom atmosfären bidrar både genom direkt deposition på havens yta och indirekt via avrinning till haven av kväve som deponerats på land. När det gäller att skydda mot climateffekter kommer Kyotoavtalet att ställa krav på minskad förbränning av fossila bränslen. Härigenom uppnås även minskade utsläpp av kväveoxider. Vidare kommer ändrade jordbruksrutiner som en åtgärd för att minska metanavgången från mark också att innebära minskade ammoniakutsläpp. Slutsatsen är att alla konventionerna leder åt samma håll. Genom samordning av de olika strategierna för att klara de internationella avtalen kan en optimering erhållas och likaså en mer kostnads-effektiv lösning av problemen.

### **5 Övriga viktiga frågor för Hav- och Luftgruppen**

En fråga som är viktig ur marin miljösynpunkt och där internationella samordning av åtgärder är nödvändig är frågan om främmande arter och deras spridning via ballastvatten. Det görs en del insatser nu inom området i de olika nordiska länderna. I Sverige startar Naturvårdsverket ett projekt (AQUALIENS) om riskanalyser för främmande arters intrång. I Norge driver Norske Veritas ett projekt. Frågan har också diskuterats inom ramen för Nordsjökonferensen. Hav- och Luftgruppen kommer dock inte att prioritera frågan inom ramen för nuvarande budget.

Inom ramen för det nordiska samarbetet bör vi fundera på ett nordiskt samarbets-

## **Slutsatser om prioriteringar för Hav- och Luftgruppen**

---

initiativ till EUs 6:e ramprogram för att förbättra finansieringsmöjligheterna för att ta fram nödvändigt underlag till det internationella arbetet vad gäller både gränsöverskridande luftföroreningar som storskaliga marina föroreningsproblem.

Den arbetsform som använts hittills för att utarbeta strategier för det nordiska samarbetet har varit effektiv och det bedöms att en nytt strategiseminarium kan komma att behövas hösten 2003.

## **Presentationer vid seminariet i Göteborg 10-11 april 2002**

En rad inledande presentationer hölls rörande policyarbetet inom hav- och luftföroreningsområdet och viktiga projekt för arbetet med gränsöverskridande föroreningsproblem i Norden.

### **A Policyarbetet inom hav- och luftföroreningsområdet.**

- Hav- och Luftgruppens arbet och mandat – Alec Estlander, Finska Miljöcentralen, ordförande i Hav- och Luftgruppen
- Luftkonventionen CLRTAP och EUs luftvårdsarbete - Lars Lindau, Naturvårdsverket Sverige
- OSPAR - Jon Fuglestad, Statens Forurensningstilsyn, Norge
- HELCOM - Maija Pietarinen, Finlands Miljöministeriet
- EUs Vattendirektiv Ulla-Britta Fallenius, Naturvårdsverket

### **B Projekt i Norden av strategisk vikt för de storskaliga gränsöverskridande föroreningsproblemen**

- BIREME – Finska forskningsprogrammet för marin miljö - Kaisa Kononen, Finlands Akademi
- Mare – kostnadseffektiv analys av åtgärder - Sif Johansson, Naturvårdsverket
- Expertgruppens projekt om strategier för regionala föroreningar - Peringe Grennfelt, IVL
- NO-Comments – nordisk eutrofieringsmodell - Einar Svendsen, Havsforskningsinstitutet i Bergen

### **C Kväve och eutrofiering**

Finns det förutsättningar för en samlad policy för kväve i luft och hav? - Dick Wright, NIVA/Tor Johannessen, SFT

Kväve i luftvårdsarbetet - Øystein Hov NILU

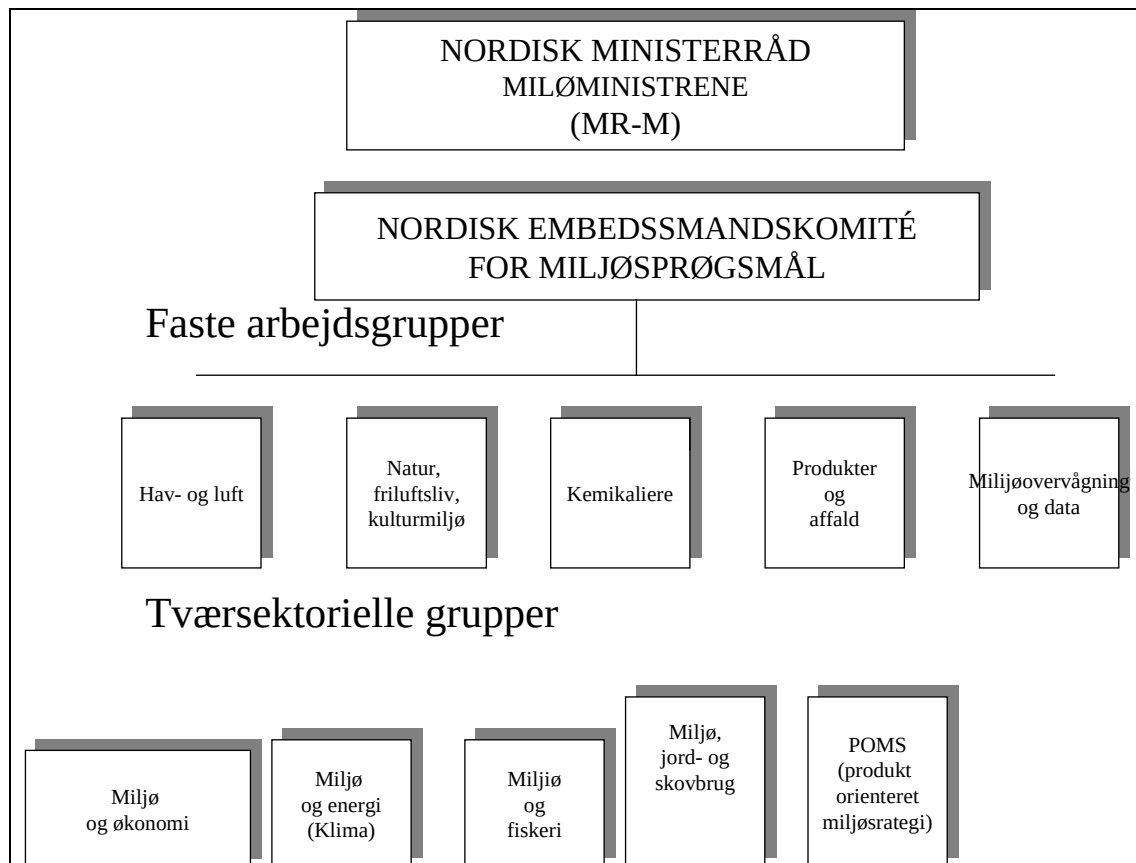
### **D Kemikalier/Miljögifter i atmosfär och hav.**

Britta Pedersen, DMU

## Hav- och Luftgruppens arbete

Alec Estlander, Ordförande i Hav- och Luftgruppen

## Organisationsschema NMR



## Hav- och Luftgruppens mandat

- Att producera underlagsmaterial för nordisk insats internationellt
- Samordna nordiska synpunkter i förhandlingar
- Målorgan ECE/LRTAP; OSPAR, HELCOM, EU
- Temata: tillförsel, spridning och effekter av föroreningar, strategier och kostnadseffektiva tekniska lösningar

## Projektinsatser inom Hav- och Luftgruppen under 2002

| Projektledare         | Titel samt tidsramar                                                                                                                                          | Budget -02<br>1000 DKK |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Leif Marsteen         | Sammenlignende målinger av svevestøv med PM <sub>10</sub> måleinstrumenter.<br>2001-2002                                                                      | 300                    |
| Catarina Sternhufvud  | Utarbetande och harmonisering av kostnads- kurvor för primära partiklar i Norden. 2002 -2003                                                                  | 400                    |
| Leonor Tarrason       | Long range transport of particulate matter in the Nordic countries. Fas I 2000-2002, Fas II 2003-                                                             | 400                    |
| Tuomas Laurila        | Ozone exposure scenarios in the Nordic countries during the 21st century.<br>2001-2003                                                                        | 400                    |
| Per-Erik Karlsson     | Workshop under the UN-ECE CLRTAP "Towards Ozone Critical Level II Assess-ments in a Global Climate Change Perspective" in Sweden, in the autumn 2002.<br>2002 | 150                    |
| Niels Heidam          | Samordnad Nordisk utvärdering som en del i arbetet med EMEPs utvärdering av mät- och modellberäknade data under perioden 1979- 2000. 2002-2003                | 200                    |
| <b>Summa</b>          | <b>Gränsöverskridande luftföroreningar</b>                                                                                                                    | <b>1850</b>            |
| Einar Svendsen        | Nordic COMmunity Model for Environmental Tasks in the Seas (NO COMMENTS), Fas I 1999-2002, Fas II 2003-                                                       | 1600                   |
| Jens Kjerulf Petersen | REference Conditions and Typologies foR Aquatic Vegetation and MacrOzoobenthos in the Skagerrak and Kattegatt (RETRO). 2002-2004                              | 400                    |
| <b>Summa</b>          | <b>Marin eutrofiering</b>                                                                                                                                     | <b>2000</b>            |
| Ingela Dahllöf        | Förekomst, effekter och riskvärdering av ett nytt antifoulingpreparat (zink pyrition).                                                                        | 250                    |
| Jörundur Svavarsson   | Effects of genotoxic contamination on invertebrates in Nordic coastal Areas – effects on marine molluscs.                                                     | 300                    |
| <b>Summa</b>          | <b>Miljögifter och övrigt</b>                                                                                                                                 | <b>550</b>             |
| <b>Totalt</b>         |                                                                                                                                                               | <b>4400</b>            |

### Övrig verksamhet

- Köpenhamnsavtalets sekretariat
- Mindre insatser i form av utredningar, workshops, etc. ”snabba insatser”
- Expertgruppen
- Sekretariat

## **Planerna för de närmaste åren, internationella förhandlingar om luftkvalitet och försurning**

### **Utgångspunkter**

Beslut har fattats om utsläppsbegränsningar för SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC och NH<sub>3</sub>, utsläppstal per land att gälla från 2010, i stort sätt lika i LRTAPs Göteborgsprotokoll och EU:s takdirektiv. Vidare ett rätt långtgående luftkvalitetsdirektiv, särskilt NO<sub>2</sub> och partiklar. Besluten innebär fortsatta utsläppsbegränsningar men det räcker inte för att nå miljömålen. Hälsoeffekter, försurning och eutrofiering kommer att kvarstå.

Göteborgsprotokollet och även metall och POPs protokollen innehåller reviewparagrafer och arbetsplanen för dom närmaste åren siktar på omförhandlingar 2005/ 2006. Troligt med nya lägre utsläppsvärden för SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC och NH<sub>3</sub> för länderna 2015 eller 2020. Troligt att utsläppsvärden för kraftverk och liknande kommer att skärpas.

EU:s utsläppstakdirektiv och luftkvalitetsdirektiv innehåller också reviewparagrafer och arbetet har organiserats i det sk CAFE programmet, Clean Air for Europe. Man planerar för ett ställningstagande, i slutet av 2004. Troligt med nya lägre utsläppsvärden för SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC och NH<sub>3</sub> 2015 samt ett luftkvalitetsdirektiv för partiklar också 2015 med lägre värden än tidigare.

### **LRTAP**

Verksamheten organiseras i en beslutsgrupp, EB, en förhandlingsgrupp WGSR, en effektgrupp och en grupp för spridning av luftföroreningar och integrated assessment modellering, EMEP. Det är en rätt omfattande verksamhet, som omsätter flera hundra miljoner kr per år, om man räknar med arbetet i länderna. Däremot är LRTAPs finansiering inte så stark och bygger på ett protokoll för finansiering av EMEP. Frivilliga insatser av intresserade länder är av avgörande betydelse. Arbetsplaner finns för dom närmaste åren.

### **EU-CAFE**

CAFE är en av de tematiska problemområdena/strategierna i 6:e miljöhandlingsprogrammet. Verksamheten styrs av en Steering Group med representanter för länderna och stakeholders. Ett arbetsutskott och TAG, Technical Analysis Group. Två olika arbetsgrupper för samarbetet med övriga direktorat. En preliminär arbetsplan finns utarbetad. Oklart vad gäller resurser.

### **Verksamheten i Sverige**

Naturvårdsverket ansvarar för att ta fram underlaget till EU-CAFE och LRTAP. Det rör en rad olika frågor. Rapportering krävs för bland annat:

- Kartläggning av kritisk belastning för försurning och eutrofiering , rutnät 50-50 km
- Halter av luftföroreningar i förhållande till direktiven
- Emissioner av SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC, NH<sub>3</sub>, tungmetaller och POPs, rutnät 50-50 km
- Vidtagna och planerade åtgärder för att nå utsläppstal och luftkvalitegränsvärden

Ett viktigt underlag för diskussionerna om ändrade protokoll/direktiv är RAINS-modellen och dom uppgifter som används för Sverige, kostnadsberäkningar för åtgärder, scenarier och liknande.

Vi arbetar aktivt och tar fram information och tar initiativ för att utveckla det kunskapsunderlaget. Viktiga resurser är Mistra – ASTA programmet (Internationella luftvårdsfrågor), NV–SNAP programmet (Luftföroreningar och hälsa), Energi-myndighetens program för Bioenergi-luft-hälsa, Nord hav/luftgruppens verksamhet, NVs anslag för internationella luftvårdsfrågor, NVs utvärderingsprogram för miljömålen frisk luft och bara naturlig försurning, NVs anslag till SMED, (organisationen för att ta fram emissionsdata) och FoU anslaget till IVL. ASTA har en fas I 1999-2002 och en fas II 2003-2005. Viktigt är också NVs anslag till Internationella försurningssekreteriatet.

## **Verksamheten i LRTAP och EU-CAFE**

### **EFFEKTER**

Utvecklingen av konceptet och underlaget för kritisk belastning för försurning och eutrofiering är av stor betydelse och ASTA programmet utvecklar modeller för dynamisk modellering som tar hänsyn till återhämningsförloppen (många tiotals år).

En annan viktig del av ASTA programmet är eutrofiering av mark och biologisk mångfald. Tanken är att få med biologisk mångfald i den vidare utvecklingen av kritisk belastning. ASTA är också en viktig ”motor” i det vidare arbetet med ozon effekter på grödor och skog.

Sverige är lead country för effekter på material, av viss vikt kommer att bli effekter på kulturföremål.

Den viktigaste drivkraften för att få ner utsläppsnivåerna i Europa är hälsoeffekter av partiklar, nuvarande nivåer ger upphov till förhöjd dödlighet och sjuklighet. Kommissionen har lagt ut ett relativt stort uppdrag till WHO-Europe för att ytterligare klarlägga förhållandena. Stor aktivitet på området också i USA. Partiklar är viktiga också indirekt för SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub>, dom bildar ammoniumsulfat och nitrat, en relativt stor andel av exponeringen.

Mycket viktigt i förhandlingarna är miljömålen för utvalda år, troligen 2015. Man kommer inte att nå dom slutliga målen, utan nya delmål måste formuleras, ofta som ett ”gap-closure” till dom långsiktiga målen.

### **EMISSIONER , LÅNGVÄGA TRANSPORT OCH EXPONERING**

Emissionsdatabaserna måste förbättras, på Europainivå och i Sverige (SMED). Dom behöver också kvalitetssäkras. ASTA planerar en LRTAP workshop på området .

EMEP-programmet ansvarar för beräkningarna av långväga transport och deposition. Nyckelfrågor är partiklar och oxidanter. ASTA och nord hav/luftgruppen är aktiva på området.

Ett besvärligt problem utgör integrationen av beräkningsmodeller för långväga transport och urban spridning. För partiklar krävs en samordnad åtgärdsstrategi.

ASTA arbetar tillsammans med EMEP med att utvärdera modellberäkningarna 1980 till 2000, så att vi har en robust och trovärdigt dataunderlag/modeller för nästa steg i luftvårdsarbetet i Europa.

### **INTEGRATED ASSESSMENT MODELLING (IAM )**

I arbetet med Göteborgsprotokollet och takdirektivet stod IAM och RAINS modellen i centrum, det var verktyget där data utvärderades och man kunde se vad olika åtgärdsstrategier betydde miljömässigt. Det kommer att bli på samma sätt även denna gång.

IIASAs RAINS modell optimerar kostnaderna för åtgärder utöver business as usual för en givet årtal 2010, 2015 eller 2020. Optimeringen görs för ett givet energi-, trafik- och jordbruksscenario. Det nya denna gång är att partiklar nu är med i optimeringen. Avgörande blir därför bedömningen av business as usual, en svår fråga om man går långt fram i tiden, 2020. Svår också i ett kortare perspektiv, 2010, som ju utgår från att beslutade direktiv skall innehållas. En del länder har rätt stora svårigheter. Viktigt blir ju också dom olika alternativa scenarierna för utvecklingen av energi-, trafik och jordbrukssektorerna till 2015/2020. Nära samarbete med dom andra direktoraten.

RAINS modellen optimerar för kostnader och kostnadsberäkningarna är därför viktiga. För Sverige gör vi det i ett IVL projekt tillsammans med dom viktiga sektorerna.

En viktig diskussion för att skapa trovärdighet är beräkningar och analys av osäkerheter. ASTA programmet deltar aktivt i den delen.

Tidsprogrammet i CAFE gör att huvuddelen av beräkningarna måste vara klara under 2003. Ytterligare underlag/beräkningar får tas fram av LRTAP och i samband med förhandlingarna om Kommissionens förslag med Parlament och Råd.

### **COST-BENEFIT**

Kommissionsbeslut på miljöområdet kräver cost-benefitanalyser. Viktigt har tidigare

varit kostnaderna för hälsoeffekter för partiklar och det kommer att vara på samma sätt denna gång. Angeläget från svensk sida är att utveckla och förbättra underlaget för beräkning av kostnader för effekter på mark, skog och försurade vatten, egentligen att få till stånd en annan värdering av biologisk mångfald.

NV finansierar en genomgång av FoU kunskapsläget för cost-benefit, vilket får vara utgångspunkten för ev initiativ. Visst arbete görs också ifråga om effekter på kulturföremål.

### **SJÖFART**

Sjöfarten är en viktig källa till SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub> emissioner. Arbetet i IMO (Internationella sjöfartsorganisationen) innebär svårigheter. Viktigt med ett genomtänkt agerande av Kommissionen.

### **IMPLEMENTERING**

LRTAP har en implementeringskommitte för att bedöma överskridanden. I EU-CAFE finns också en implementeringsgrupp. I denna diskuterar man erfarenheterna och planerna i medlemsländerna för att uppnå direktiven. Som ovan framförts är "business as usual" scenariot viktigt.

### **Hg, Cd OCH POPS**

I LRTAP arbetar man med konceptet kritisk belastning för Hg och Cd. Det är inte tänkt att användas i en modell med integrated modelling utan som en drivkraft för att få till stånd ytterligare åtgärder. Inte troligt att det leder till förhandlingar förrän efter 2005.

POPs protokollet ger möjligheter att få med ytterligare substanser och restriktioner för dessa. Arbeta pågår tillsammans med Kemikalie Inspektionen.

### **Vad kan vi uppnå?**

Det är inte troligt att beslutade luftkvalitetsdirektiv och takdirektiv kommer att ändras för 2010, det är för kort tid från 2006. 2015 framstår som ett troligt år. Partikel-direktivet kommer med all säkerhet att ändras, frågan är hur. En utgångspunkt är situationen i USA, årsmedelvärde 15 µg/m<sup>3</sup> för PM<sub>2.5</sub>. En gissning är PM<sub>2.5</sub> mellan 10 och 15 µg/m<sup>3</sup>. Det kommer att driva ner SO<sub>x</sub>, och NO<sub>x</sub> emissionerna ytterligare. Vidare kommer trycket att öka för att skärpa regelsystemet för dieselfordon. Trycket blir än högre om man går på PM<sub>1.0</sub>.

Oxidantnivåerna är för höga även med beslutade åtgärder till 2010, frågan är om den partikeldrivna NO<sub>x</sub> reduktionen räcker för att nå lägre nivåer.

Övergången till beräkningar av kritisk belastning 50x50 km kommer att leda till att

den beräknade oskyddade ytan växer. Arbetet med dynamisk modellering kommer att tydliggöra tiden för återhämtning alternativt lägre belastningsgränser. Återhämtningstiden är lång, många tiotals år. Frågan är vilken drivkraft detta kommer att ha utöver vad som kommer att uppnås via partikelfrågan.

Anslutningsförhandlingarna för öststaterna är viktiga.

Viktigt är utvecklingen av energi- trafik- och jordbrukspolitiken, en utgångspunkt är härvid klimatdiskussionen och omförhandlingarna av EU:s jordbrukspolitik. Utvecklingen av diskussionen om sustainable development och Cardiffprocessen kommer att spela roll. Luftkvalitet och försurning är dom två områden som ställer tydliga miljömål, som kan analyseras och är lätta att följa upp.

### **Åtgärdsprogrammen i Sverige .**

NV:s miljömålsutredningar, miljömålskommitten och miljömålspropen ger ett bra underlag för hur vi skall klara Göteborgsprotokollet och EU-direktiven till 2010. Det finns dock svårigheter.

- Partikeldirektivet för 2005 och MKN för NO<sub>2</sub> 2006 kräver i storstäderna en genomtänkt åtgärdsplan, i första hand trafiktekniska åtgärder. Partikeldirektivet kan också kräva åtgärder i tätorter med mycket småskalig träbränsleeldning.
- Sverige klarar inte VOC protokollet, vi skall reducera med 30% 1988 till 1999, vi åstadkommer ca 25%. Kraven i Göteborgsprotokollet och takdirektivet för 2010 är betydligt mer långtgående och kräver en genomarbetad åtgärdsplan. Nyckelområdet är småskalig vedeldning.
- NO<sub>x</sub> målet kommer inte att klaras utan aktivt åtgärdsarbete.
- Ett årsmedelvärde för PM<sub>2.5</sub> på 10 µg/m<sup>3</sup> skulle kräva -----?

Det är svårt att bedöma utsläppstalen för 2015 men dom kommer att bli lägre än för 2010. SO<sub>x</sub> blir nog inget problem men NO<sub>x</sub> och VOC nivåerna kommer inte att kunna uppnås utan ytterligare åtgärder. NH<sub>3</sub> går nog att klara om inte djurproduktionen byggs ut.

Dom ytterligare krav som kommer att ställas på Sverige för 2015 är svårt att bedöma nu. Man kan dock konstatera att ytterligare utsläpps begränsningar kommer att bli nödvändiga i alla (?) sektorer.

## OSPAR

Jon Fuglestad, Statens Forurensningstilsyn

s | ft:

### OSPAR Strategies

- \* Strategy with regard to Hazardous Substances
- \* Strategy with regard to Radioactive Substances
- \* Strategy on the Protection and Conservation of the Ecosystems and Biological Diversity of the Maritime Area
- \* Strategy on Environmental Goals and Management Mechanisms for Offshore Activities
- \* Strategy to Combat Eutrophication

s | ft:

### OSPAR Strategy to Combat Eutrophication

- \* To achieve, by 2010, and maintain a healthy marine environment where eutrophication does not occur
- \* Common Procedure
- \* Target-oriented approach
- \* Source-oriented approach

s | ft:

### The Common Procedure for Identification of the Eutrophication Status of the Maritime Area

- \* Screening Procedure
- \* Comprehensive Procedure
- \* Problem , potential problem, non-problem areas
- \* Common assessment criteria

s ft:

### Hazardous Substances

\* prevent pollution of the maritime area by continuously reducing discharges, emissions and losses of hazardous substances

- \* (i) the precautionary principle;
- (ii) the polluter pays principle;
- (iii) BAT and BEP, including, where appropriate, clean technology;

s ft:

### Hazardous Substances

\* ultimate aim ... concentrations ... near background values (naturally occurring) and close to zero (man-made synthetic substances)

\*...making every endeavour to move towards the target of the cessation of discharges, emissions and losses of hazardous substances by the year 2020

s ft:

### OSPAR Convention 1992

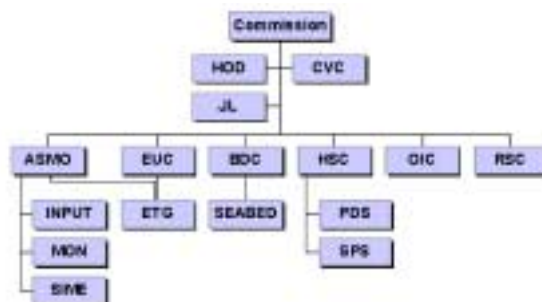
\* Signed by 15 countries and EC

\* Decisions and Recommendations

\* 5 Strategies

\* Secretariat based in London

s ft:



## HELCOM

Maija Pietarinen, Miljöministeriet i Finland

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>MONAS</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To coordinate, update and develop monitoring programmes (rivers, coastal waters and open sea; load and state), inc. QA</li> <li>• produce assessments and develop procedures to accelerate the publication on results</li> <li>• harmonize the reporting requirements</li> </ul>                | <div>STRATEGY Group</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• to elaborate strategies for implementation of the Helsinki Convention, increasing political and public interest in the Baltic Sea etc.</li> <li>• Policy and programme evaluation</li> <li>• follow-up and assess the implementation of the Helsinki Convention</li> </ul> |
| <div>SEA based pollution Group</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To identify issues related to sea-based sources of pollution and propose actions</li> <li>• follow-up the Baltic Strategy</li> <li>• cooperation with IMO</li> <li>• cooperation in major pollution incidents at sea</li> <li>• coordinate airborne surveillance</li> </ul> | <div>LAND based pollution Group</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To identify issues related to point and diffuse sources of pollution and propose actions</li> <li>• question related to BAT and BEP</li> <li>• hazardous substances</li> <li>• evaluation of the results of investments in specific Hot Spots</li> </ul>       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="379 257 652 309" data-label="Section-Header"> <h2>SEA priorities</h2> </div> <ul data-bbox="292 376 746 875" style="list-style-type: none"> <li>• Baltic Strategy <ul style="list-style-type: none"> <li>– discharge and reception of wastes</li> </ul> </li> <li>• Alien species/Ballast Water <ul style="list-style-type: none"> <li>– IMO Convention under negotiations</li> </ul> </li> <li>• PSSA (Particular Sensitive Sea Area, IMO) <ul style="list-style-type: none"> <li>– needs and possibilities</li> </ul> </li> <li>• co-operation in pollution incidents</li> <li>• assessment of increased risks for oil spills</li> </ul> | <div data-bbox="917 248 1257 297" data-label="Section-Header"> <h2>MONAS priorities</h2> </div> <ul data-bbox="874 333 1294 842" style="list-style-type: none"> <li>• to produce assessments <ul style="list-style-type: none"> <li>– emissions</li> <li>– state of marine environment</li> <li>– evaluate changes and trends</li> <li>– evaluate effectiveness of various measures taken</li> </ul> </li> <li>• to accelerate the publication on results <ul style="list-style-type: none"> <li>– periodic Assessments</li> <li>– thematic reports</li> <li>– indicator reports</li> </ul> </li> <li>• to coordinate, update and develop monitoring programmes and methods</li> <li>• to identify gaps in knowledge and promote corresponding scientific research</li> </ul> |
| <div data-bbox="359 1005 673 1057" data-label="Section-Header"> <h2>LAND priorities</h2> </div> <ul data-bbox="282 1128 735 1590" style="list-style-type: none"> <li>• Diffuse sources of land-based pollution <ul style="list-style-type: none"> <li>– nutrients, specifically from agriculture</li> <li>– specific methodologies to determine agricultural loading</li> <li>– specific targets to achieve the 50% reduction</li> </ul> </li> <li>• Hazardous substances <ul style="list-style-type: none"> <li>– Project on the Implementation on the HELCOM Objective (until 31.12.2002)</li> </ul> </li> </ul>                                         | <div data-bbox="952 1001 1219 1095" data-label="Section-Header"> <h2>HELCOM STRUCTURE</h2> </div> <ul data-bbox="868 1158 1308 1523" style="list-style-type: none"> <li>• STRATEGY group</li> <li>• LAND Based Pollution Group</li> <li>• SEA Based Pollution Group</li> <li>• HABITAT Nature Conservation and ICZM Group</li> <li>• MONAS Monitoring and Assessment Group</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## **Ulla Britta Fallenius Naturvårdsverket**

### **EUs vattendirektiv**

Ramdirektivet för vatten är ett nytt verktyg i skyddet av allt vatten. Direktivet kommer att genomföras på ett unikt sätt. Alla berörda aktörer ska delta och det ger Europeiska Kommissionen, medlemsstaterna, ansökarländerna och alla intressenter en enastående möjlighet till nytt samarbete för att styra processen och för att säkerställa effektivt och sammanhängande genomförande. Vattendirektivet är viktigt för Hav- och Luftgruppens marina verksamhet.

#### **Viktiga tidsfrister**

##### ***December 2003***

Nationella och regionala vattenlagar ska ha anpassats till ramdirektivet. Samarbete kring avrinningsområden ska vara i funktion

##### ***December 2004***

Övervakningsprogram ska vara igång som ett underlag för vattenförvaltning.

##### ***December 2008***

Förvaltningsplaner för avrinningsområden ska framläggas för allmänheten

##### ***December 2009***

De första förvaltningsplanerna för avrinningsområden ska offentliggöras..

##### ***December 2015***

Vattenresurserna ska nå "god status".

Ytterligare information om Vattendirektivet kan hämtas på:

<http://www.europa.eu.int/comm/environment/water/>

De flesta länders myndigheter har underlag och information om Vattendirektivet på sina hemsidor.

Naturvårdsverkets hemsida [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se) innehåller under lag och rätt en uppdaterade version av skriften "Helhetssyn i vattenvården" (pdf 392 kB) där man kortfattat redovisar arbetet med implementeringen i Sverige så här långt. Här finns bland annat en genomgång av de centrala begreppen i ramdirektivet för vatten och en översiktlig beskrivning av direktivets innebörd vad gäller mål, åtgärder, arbetssätt och övervakning av vattenresurser. Hur arbetet i Sveriges län och kommuner kan påverkas diskuteras.

Förutom själva direktivtexten har Kommissionen har också tagit fram översiktligt informationsmaterial om direktivet på svenska, dels en folder (pdf 74 kB) på två A4-sidor, dels en 12-sidig broschyr (pdf 216 kB). Båda dessa kan hämtas på Naturvårdsverkets hemsida.

## BIREME – Finska forskningsprogrammet för marin miljö

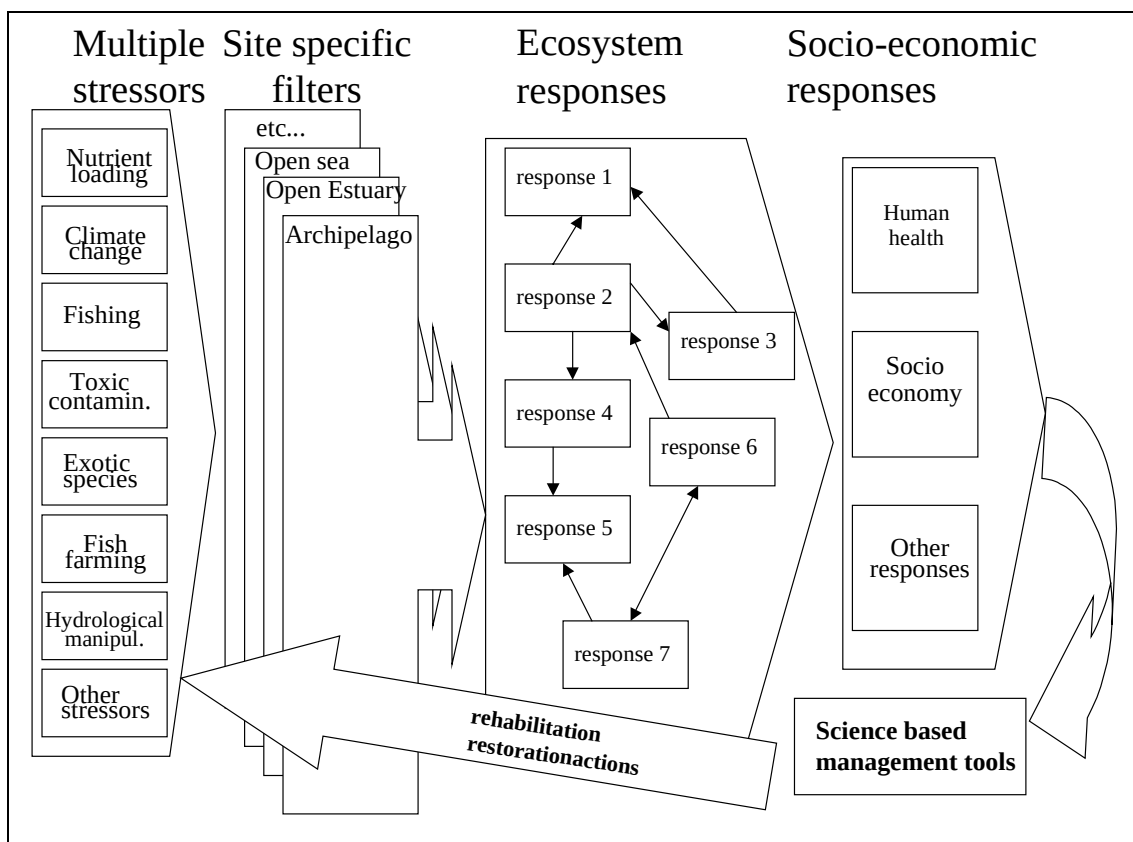


Kaisa Kononen, Finlands Akademi

Syftet med Finlands Akademis Östersjöforskningsprogram är att fördjupa den kunskap som krävs för att Östersjöns miljöproblem skall kunna lösas. Programmet fokuserar särskilt på frågor som gäller eutrofiering och miljökonsekvenserna av skadliga ämnen samt Östersjöns biodiversitet och hållbar användning av naturresurser. Meningen är att granska Östersjöns ekosystem och dess avrinningsområde som en växelverkande helhet. Särskilt skall man undersöka relationen mellan människans verksamhet och naturens egna processer samt vilka effekter den socioekonomiska utvecklingen i avrinningsområdet har på Östersjön.

Forskningsprogrammets teman är:

- Analys av förändringarna i Östersjön och dess avrinningsområde
- Växelverkan mellan land, kust, luft och öppet hav
- Växelverkan mellan samhälle och miljö i Östersjöområdet



Forskningsprogrammet syftar till att främja tvärvetenskaplig forskning, utveckling av modeller och analysmetoder, analysering av skedda förändringar, utnyttjande av redan

existerande forskningsrön, synergisk användning av forskningsresurser, karriärmöjligheterna för Östersjöforskare samt internationella nätverk och internationellt samarbete. Finlands Akademi eftersträvar samarbetsavtal med internationella finansiärer och nationella finansiärer i Östersjöländerna.

**Planerad finansiering:**

Akademins finansiering 4,4 miljoner euro, dvs. drygt 26 miljoner mark Preliminära förhandlingar om finansieringssamarbete har förts med ministerier och stiftelser som finansierar miljöforskning. Likaså har preliminära diskussioner om internationellt samarbete förts med finansieringsorganisationer i Östersjöländerna.

**Tidsramar:**

Programmet genomförs åren 2003–2005.

- Forskningsprogrammet offentliggörs i Åbo 15.4
- Första ansökning (projektskisser) 14.4–15.3.2002, varefter slutliga ansökningar begärs av dem som kommit vidare.
- Programmet öppnas
- Deadline för letters of intent 15.5.2002
- Beslut 19.6.2002
- Seminarium den 26.6 2002 för att utröna möjligheterna till samarbete omprojekt och finansiering
- Deadline för slutlig ansökan 9.9.2002
- Projektstart 1.1.2003

Programkoordinator Kaisa Kononen, tfn (09) 7748 8294, [kaisa.kononen@aka.fi](mailto:kaisa.kononen@aka.fi)

## **MARE – Ett svenskt MISTRA projekt om kostnadseffektiva åtgärder mot eutrofiering av Östersjön – ett beslutstödssystem**

Sif Johansson, Naturvårdsverket

Målet med arbetet inom MARE är att skapa ett datorbaserat beslutstödssystem för dem som ska besluta om åtgärder och därmed om kostnader för att minska utsläppen av närsalter till Östersjön. Genom att mata in olika uppgifter i detta program som gör beräkningar på grundval av en stor mängd fakta lagrade i stora databaser, får användarna veta vilka åtgärder och åtgärds kombinationer som är mest kostnadseffektiva i ett särskilt område i Östersjön och vilka länder och samhällssektorer som optimalt borde göra vad. Modellberäkningarna ger användarna en god överblick över hur olika åtgärder skulle kunna slå och hur kostnaderna kan fördelas för att erhålla bästa effekt till lägsta kostnad. Modellen visar hur det hänger ihop, men ger inga färdiga lösningar för beslut. Användarna måste göra alla de övervägningar som behövs för att komma fram till ett beslut. De måste bestämma vad som är socialt och politiskt möjligt att göra. Men genom att visa på olika sätt att nå de gemensamma mål som länderna har kommit överens om, till exempel inom ramen för de internationella förhandlingarna inom HELCOM och vid tillämpningen av EUs ramdirektiv för vatten kan modellsystemet utgöra ett gott hjälpmedel för beslutsfattarna.

Modellen beskrivs i MAREs årsrapport för 2001. En prototyp av beslutstödssystemet har byggts upp och det fungerar som en första riktig testversion. Modellen kallas NEST och kan laddas ner och provköras i egen dator. Men det återstår en hel del arbete innan modellen kan betraktas som färdig. Hela tiden kommer uppdatering att ske och senaste versionen kommer att erhållas via

<http://data.ecology.su.se/models/bedonweb/nest>

Den preliminära modellversionen av NEST ger goda möjligheter att få en inblick i hur det slutliga systemet är tänkt att fungera och hur det ska kunna användas för att testa olika strategier och scenarier för framtida närsaltsbelastning till Östersjön och dess bassänger och därmed för framtida eutrofieringsnivåer och effekter i miljön. De resultat som erhålls genom att provköra modellen i nuvarande version är inte tillräckligt som underlag för några verkliga beslut om åtgärdsstrategier men de ger en god bild av den framtida möjliga användningen. Viktiga förbättringar och kompletteringar som ska göras under 2002 är att

- ett bättre underlag ska läggas in för att beskriva kvantitativa och kvalitativa samband mellan närsaltshalter och biologiska parametrar (effekter i havet) såsom påverkan på siktdjup, förekomst av växtplankton fastsittande algmattor, och status hos bottenlevande djur.
- utveckla en tidsberoende modell som kan visa på tiden mellan insats och utfall det vill säga hur lång tid det kan ta innan åtgärder som vidtas verkligen ger upphov till minskade halter av närsalter vattnet och därmed eutrofieringseffekter i det tröga marina systemet.
- vidareutveckla modellen för att kunna beräkna hur stor andel av närsalterna som

hålls kvar och omsätts i kustområdena.

- vidareutveckla modellen mot en koppling av kväve- och fosfor för att kunna hitta den optimala kombinationen av åtgärder som minskar belastningen av båda dessa ämnen.

Successivt kommer modellen att kompletteras och modifieras för att bli användbar för de olika tilltänkta målgrupperna. Bland annat kommer utvecklingen av modellen att baseras på utbyte av synpunkter och erfarenheter från dem som testar modellen utifrån sina behov.

## Expertgruppens projekt om strategier för regionala föroreningar.

Peringe Grennfelt, IVL, Svenska Miljöinstitutet

### Strategi för ett hållbart Norden Storskaliga miljöproblem

NMR- projekt att drivas av  
Hav- och Luftgruppens expertgrupp

Peringe Grennfelt  
NMR strategiseminarium 10-11 april 2002

IVL

#### Mål för projektet:

Analys av hur

- hållbarhetsstrategierna medverkar till att lösa de storskaliga miljöproblemen i Norden
- strategierna för de storskaliga hav- och luftföroreningarna medverkar till hållbar utveckling i Norden

IVL

### Ett hållbart Norden - Ministerdeklaration 1998

- I deklarationen sägs bl a
  - Utsläpp av föroreningar till luft vatten och mark skall inte överstiga gränserna för vad naturen tål.

IVL

## Bärkraftig utveckling En ny kurs för Norden

- Tvärgående insatsområden
  - Klimat
  - Biologisk mångfald och genetiska resurser
  - Havet
  - Kemikalier
  - Livsmedelssäkerhet

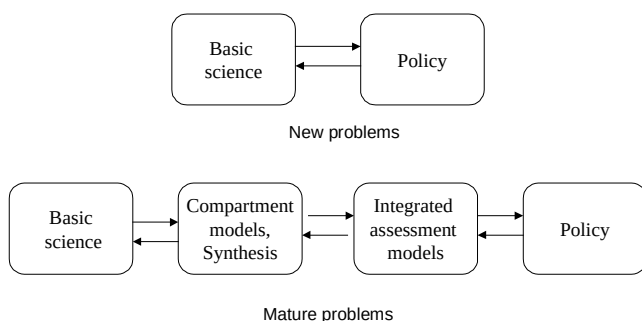
IVL

## Hållbar utveckling för Norden

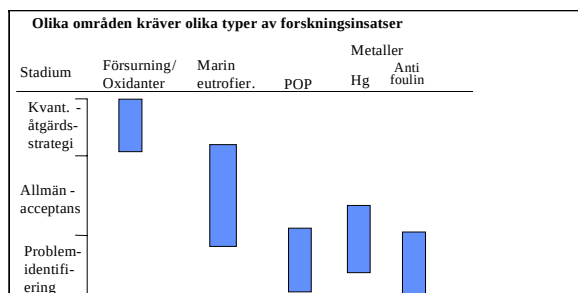
- Föroreningsproblemen viktiga i alla sektorsstrategier.
  - Energi
  - Transport
  - Lantbruk
  - Industri
  - Fiske och akvakultur
  - Skogsbruk

IVL

Relations between science and policy for new and mature environmental problems



IVL



Utvecklingsnivå för några av de miljöproblem som bearbetas inom Hav- och Luftgruppen

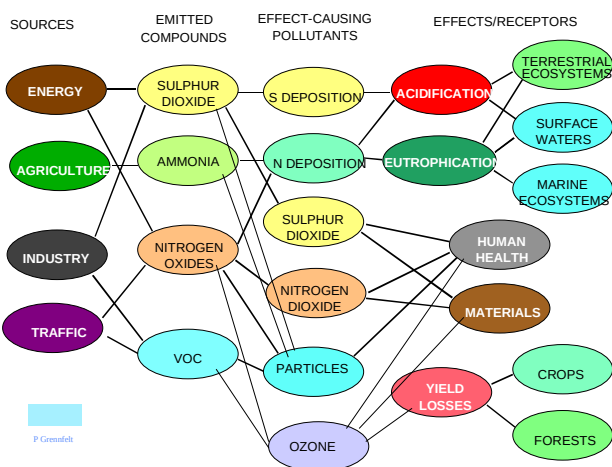
IVL

## Budget

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Workshop om åtgärdsstrategier för kvicksilver, sept 01                                                                                                                                                                                                            | 100000 |
| Workshop kring modellering av eutrofiering i marin miljö                                                                                                                                                                                                          | 50000  |
| Workshop kring kritisk belastning för marin miljö                                                                                                                                                                                                                 | 50000  |
| Underlag för internationella förhandlingar. Ej schemalagda medel för Hav- och Luftgruppens arbete men där delar kommer att vara direkt relaterade till det ovan beskrivna projektet. Bl a planeras en samlad strategiworkshop till i mars 2002 (beslut aug 2001). | 330000 |
| Summa                                                                                                                                                                                                                                                             | 530000 |

IVL

IVL



IVL

**Tabell 1:** En översiktlig sammanställning av de viktigaste emissionerna och deras storskaliga effekter.

|                              | Svavel | Kväve-oxider | Ammoniak | N o P till vatten | VOC | Tungmetaller | POP |
|------------------------------|--------|--------------|----------|-------------------|-----|--------------|-----|
| Förorening                   | X      | X            | X        |                   |     |              |     |
| Övergödn. mark               |        | X            | X        |                   |     |              |     |
| Övergödn. hav                |        | X            | X        | X                 |     |              |     |
| Troposf. ozon (hälsa o veg.) |        | X            |          |                   | X   |              |     |
| Partiklar – hälsa            | X      | X            | X        |                   | X   |              |     |
| Ekotox. effekter             |        |              |          |                   |     | X            | X   |

Förklaring: VOC = Flyktiga organiska ämnen; POP = persistenta organiska ämnen;

IVL

## Arbetsmodell

- Miljöproblemens behov av kunskap varierar över tiden enligt följande:
  - **Upptäckt** - Grundläggande kunskap. Okoordinerade åtgärder
  - **Allmän acceptans** - Kausala synteser. Koordinerade enkla åtgärder (t ex procentuell reduktion)
  - **Kvantitativa underlag för åtgärder** - Kvantitativa source-effektsamband. Kostnadseffektivitet. Koordinerade åtgärder.
  - **Uppföljning och konsekvens av åtgärder**. Utvärderingar av åtgärdseffektivitet. Fortsatta strategier. Koppling till andra strategier (klimat, hållbar utveckling)

IVL

## Main yearly emission of N within EU (million tonnes)

- N surplus in agriculture (6.7)
- Ammonia emissions 3.0
- Agricultural N to soils and water 3.7
- NOx emissions 3.0
- Sanitary N emissions 2.0

IVL

## NO- COMMENTS – nordisk eutrofimodell

Einar Svendsen Havsforskningsinstituttet i Bergen

Estimating (with NO COMMENTS) regional and cross-border eutrofication problems, eutrofication status, (and the potential effects of management actions). What is needed for producing the best advice to combating eutrofication in Europe? (More Comments)

No COMMENTS is a NOrdic COMmunity Model for ENvironmental Tasks in the Sea. The objective is To develop an operational modelling system for environmental management and planning in the Baltic Sea and the North Sea.

<http://www.imr.no/~morten/nocomments>

Partners are in

Denmark: DHI, DMI, DMU, Risø

Finland FEI, FIMR, FMI

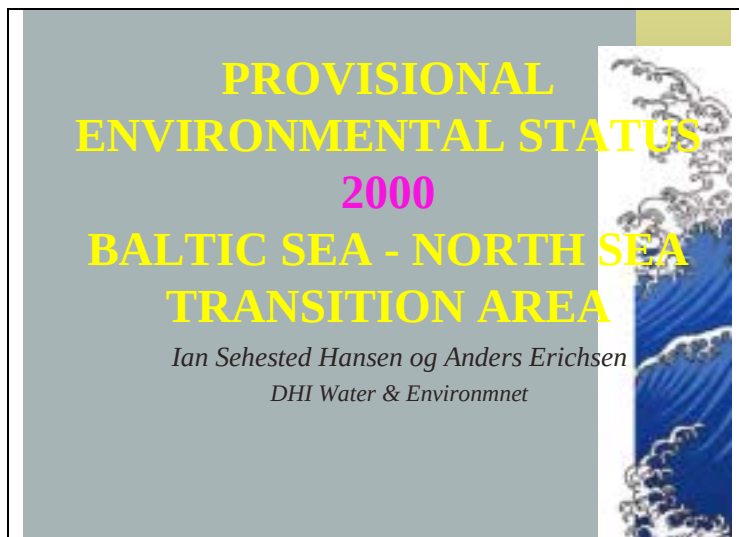
Sweden: OCE-GU, SMHI

Operational models in forecast mode:

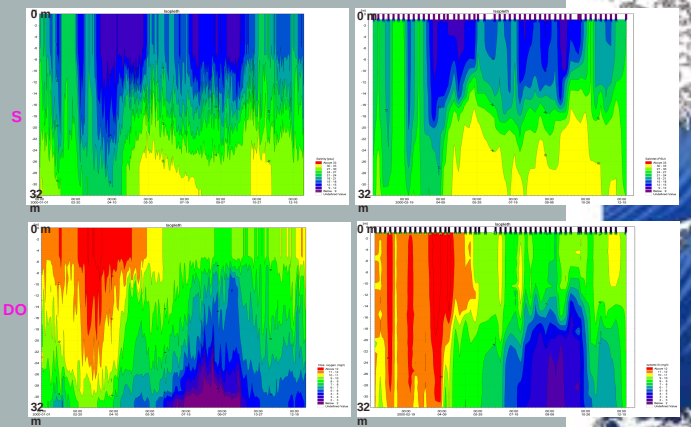
North Sea and Skagerrak: DNMI/IMR

Baltic Sea: SMHI

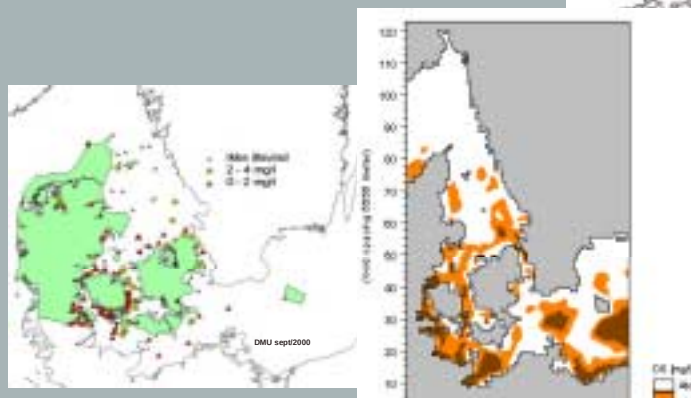
Kattegat and the Belts: DHI



## Simulated and monitored Great Belt 2000



## Monitored and simulated minimum DO at bottom level



## Alg@line - validation dataset

- × Unattended Algal Monitoring on Merchant Ships in the Baltic Sea
- × Alg@line is a research program that monitors extensively the fluctuations in the Baltic Sea ecosystem both in place and time.



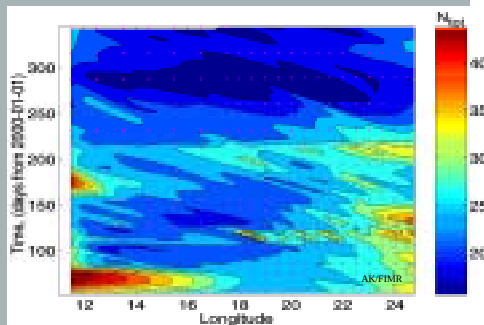
Fig. 1. The routes of Alg@line monitoring ships.

## Model validation against Alg@line dataset

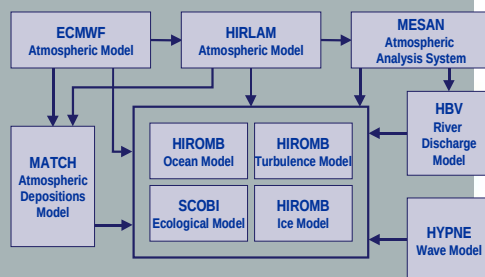
- Alg@line dataset have the high spatial and temporal frequency of measurements.
- Data sampled by the merchant ship Finnpartner (travelling between Helsinki and Travemünd) during the year 2000 has been analysed.
- Processed by Anniina Kiiltomäki with NoComments funding

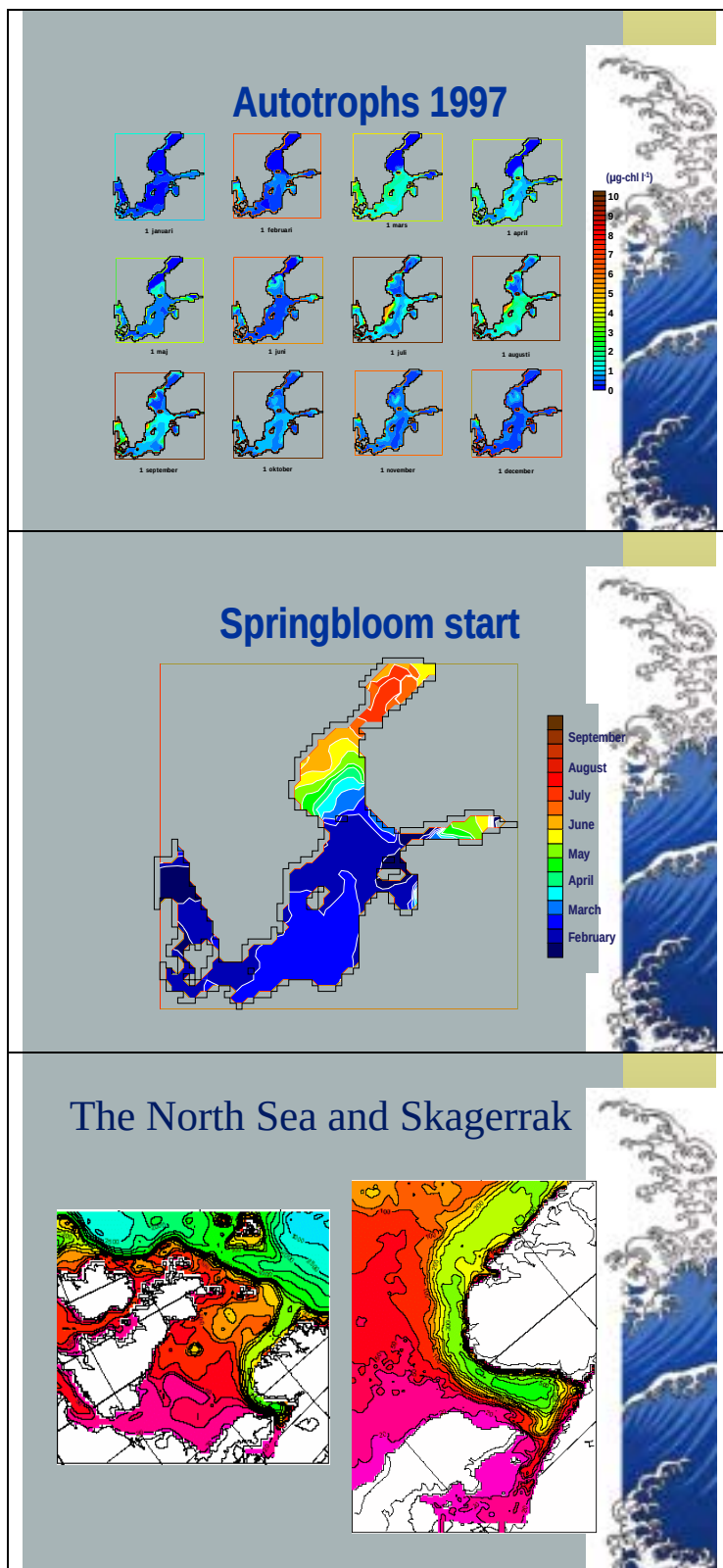


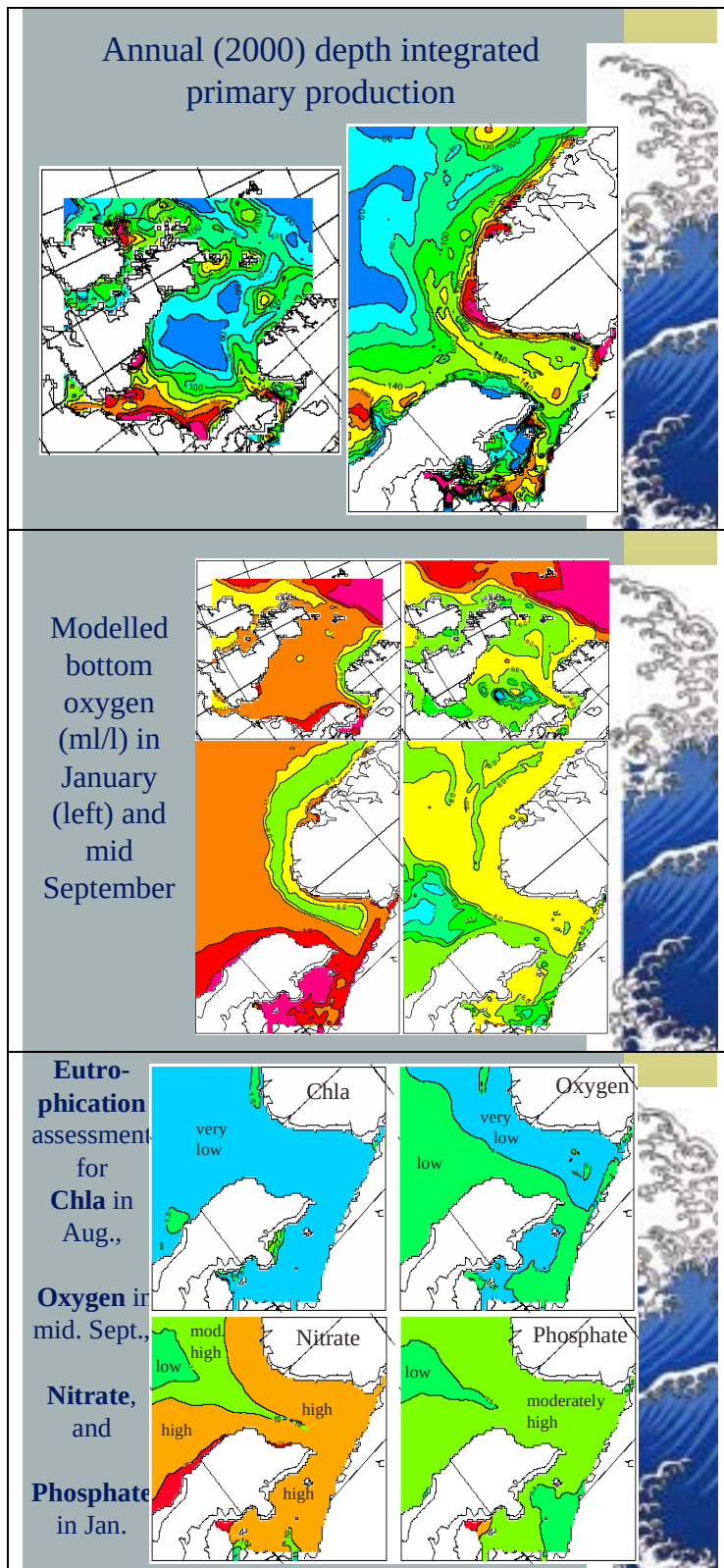
## Total Nitrogen

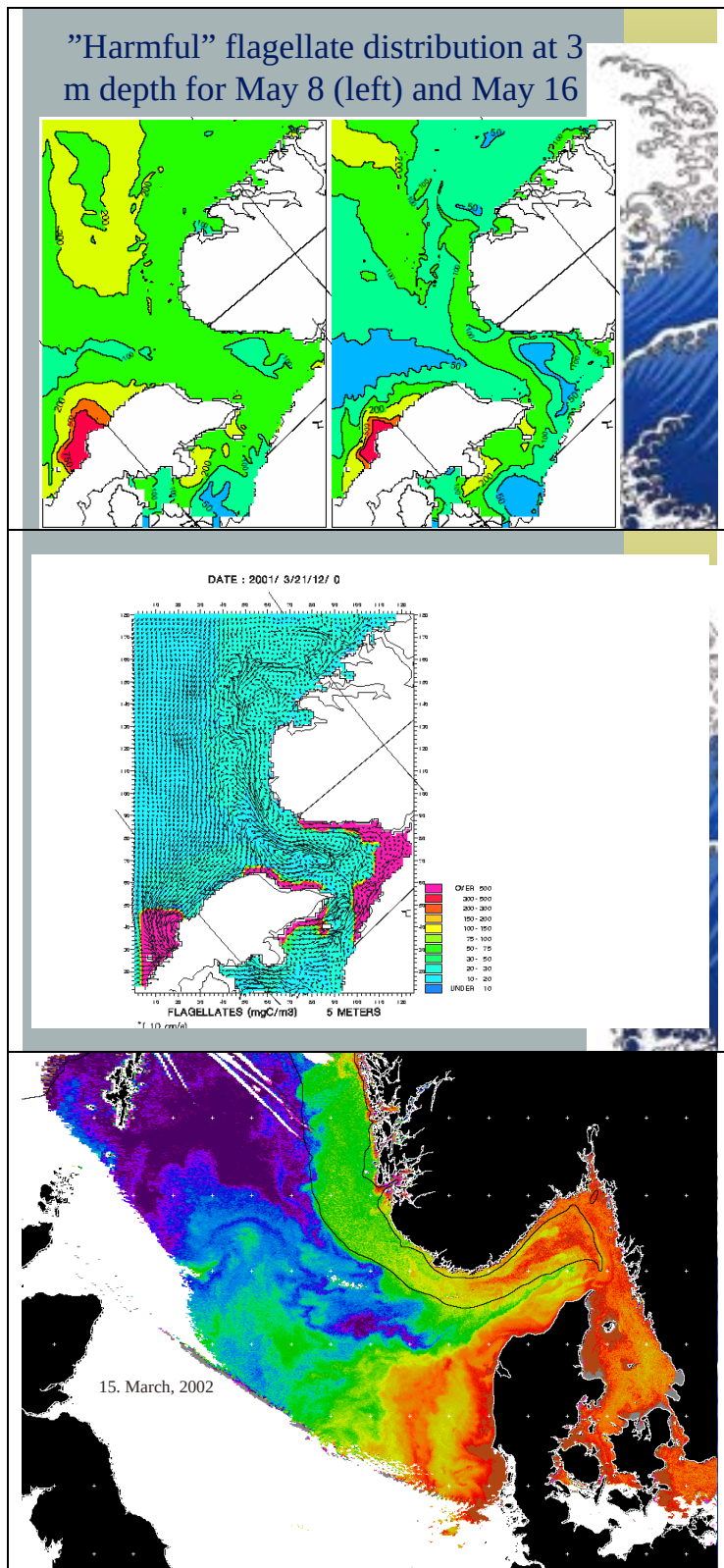


## HIROMB-SCOBI









## Some major questions

- ▲ *Can eutrophication effects on phytoplankton be modelled, with fidelity, (species specific and functional group behavior)?*
- ▲ *Do available models have predictive capability?*
  - ▲ Yes, on what if scenarios, short term development and tox. prob.?
- ▲ *What knowledge and technical gaps are impeding progress towards quantification of nutrient enrichment impact on phytoplankton?*
  - ▲ Atmospheric loads
  - ▲ Operational hydrologic model for the whole area, including nutrients
  - ▲ Data-assimilation (satellite, ship and buoy)
  - ▲ Vertical behavior
  - ▲ Natural mortality
- ▲ *What are the main scientific and management questions to be answered ???*



## Future model investigations should focus on producing:

- ▲ *Environmental status (integrated)*
  - ▲ *Hindcast runs, 1985-present*
  - ▲ *What-if (reduction)scenarios, including pristine conditions and who is causing what*
  - ▲ *Water quality classification (related to Ecological Quality- Objectives and Indicators)*
  - ▲ *Validation and data assimilation*
  - ▲ *Further model improvements*
  - ▲ *Operationality??*
- Need good info on inputs (atmosphere and land) and observations from ships, buoys and satellites*



## Finns det förutsättningar för en samlad policy för kväve i luft och hav?

Dick Wright, NIVA/Tor Johannesen, SFT

### A joint policy for nitrogen?

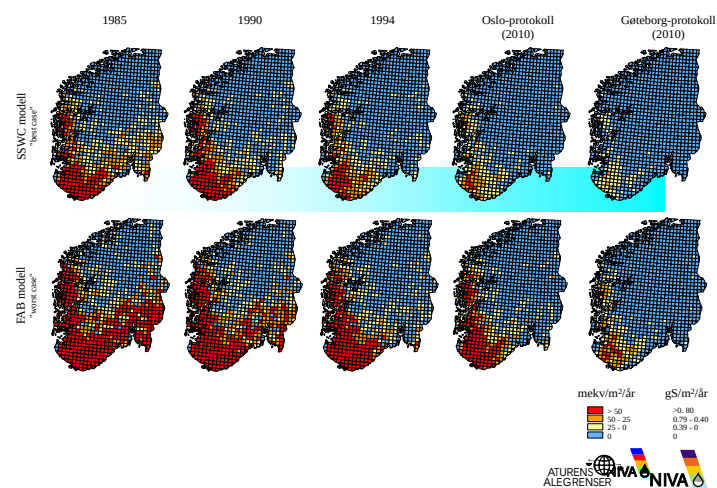
Dick Wright, NIVA, and Tor Johannesen, SFT

#### 1. Air.

- CLTRAP, Gothenburg protocol, multi-pollutant, multi-effect
- nitrogen emission reductions ( $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ ) driven by
  - acidification - damage to forests, surface waters
  - eutrophication - damage to natural + semi-natural ecosystems
  - ozone -
- prognosis for 2010 -- ca. 50% reduction in N, 70-90% reduction in S
- predicted result: acidification problem largely "solved" for Nordic countries



#### Overskridelse av tålegrenser for sur nedbør i Norge



Conclusion: need additional arguments to justify further reductions in N emissions



## 2. Sea.

- OSPAR, HELCOM nitrogen loading reductions driven by eutrophication
- reduction target 50% across-the-board
- significant fraction comes from atmospheric deposition
  - directly to sea (e.g. Baltic 25%)
  - indirectly via runoff from land

**Conclusion: reductions in atmospheric N deposition will help solve marine eutrophication problems**



## 3. Greenhouse gases

- Kyoto agreement
- change in energy use to reduce CO<sub>2</sub> emissions will influence NO<sub>x</sub> emissions
- changes in agricultural practices to reduce CH<sub>4</sub> emissions may also influence NH<sub>4</sub> emissions

**Conclusion: measures taken to reduce greenhouse gases may also reduce emissions of N**

***N.B.! Climate change may cause increased leaching of N from land to freshwater (acidification) and to the sea (eutrophication)***



## 4. Joint policy

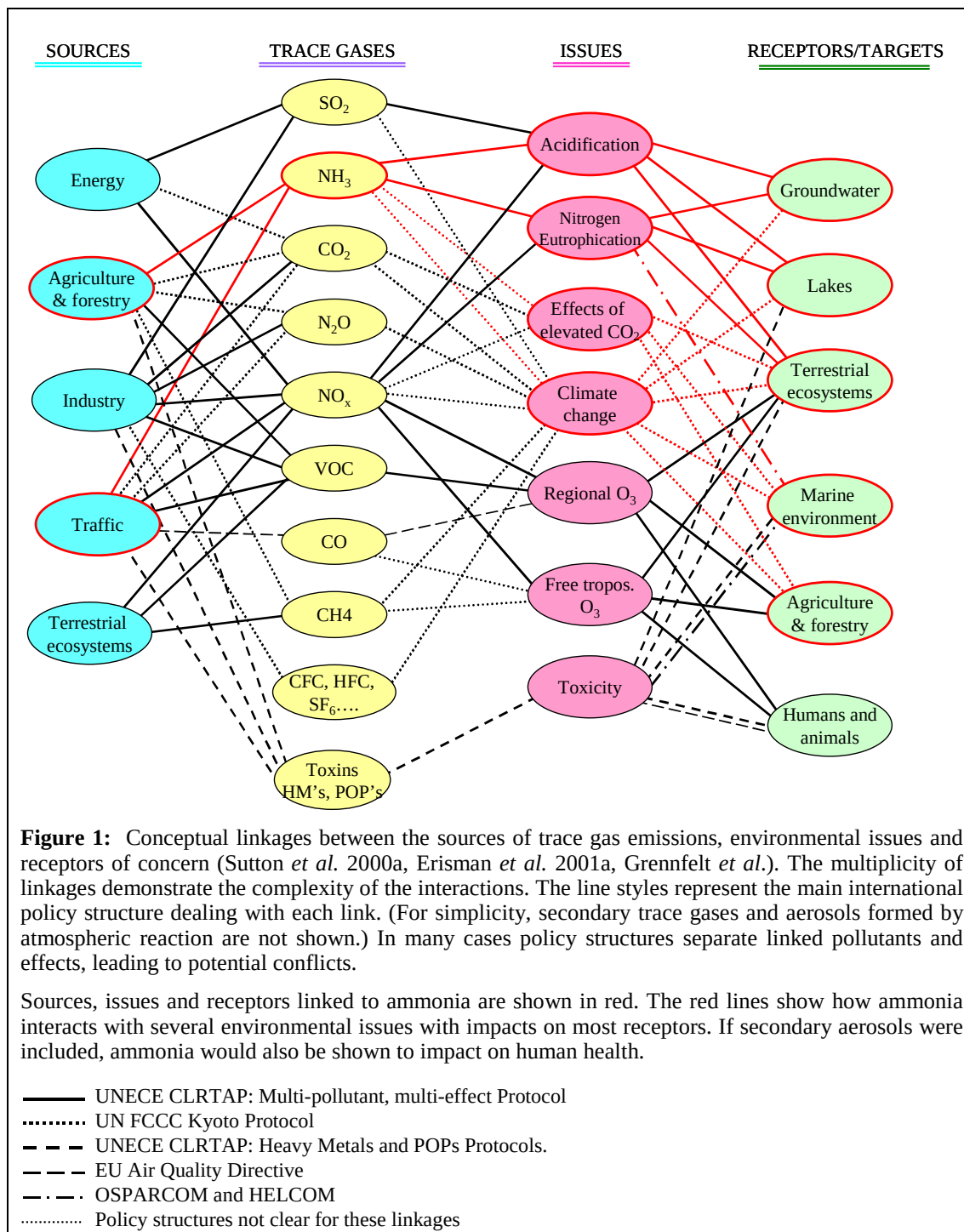
- acidification damage -- we can use marine eutrophication as new argument to reduce N emissions
- eutrophication of the sea -- we can argue for reductions in N deposition to reduce the problem
- greenhouse gases -- both of the above are additional reasons to reduce emissions of greenhouse gases

**Conclusion: the answer is yes**



## Kväve i luftvårdsarbeidet - Øystein Hov NILU

Øystein Hov NILU



### **Nitrogen deposition to ecosystems stimulates**

- Nitrophile plants, often fall in diversity
- Herbivores with key pest species that attack vegetation and trees
- Turnover of carbon in ecosystems, accumulation of organic nitrogen and percolation of nitrate resulting ? acidification and nitrate input to fresh waters

### **Nitrogen deposition**

- Atmospheric nitrogen input to natural and semi-natural areas dominant pathway
- Dry deposition accounts for more the 50% of the N-input to forests
- Bi-directional fluxes of atmospheric N – difficult to quantify accurately
- Terrestrial ecosystems affected by increased nitrogen inputs. Locally nitrogen input to forests is several times higher than to low vegetation
- 

### **Early effects of high nitrogen load**

- Gives a growth response, advancing shading species and increasing the outcome
- Negative impact on biodiversity - species preferring nutrient poor environment decline
- Loss of biodiversity leads to loss of functional aspects of ecosystems
- Mineralisation affected negatively by a reduction of fungal and invertebrate soil fauna diversity
- Competitive plant species retain less nutrients
- Nutrient imbalances lead to increased frost and drought damages
- High nitrogen loads on herbivores can be highly detrimental to terrestrial ecosystems.

### **Marine effects of nitrogen deposition**

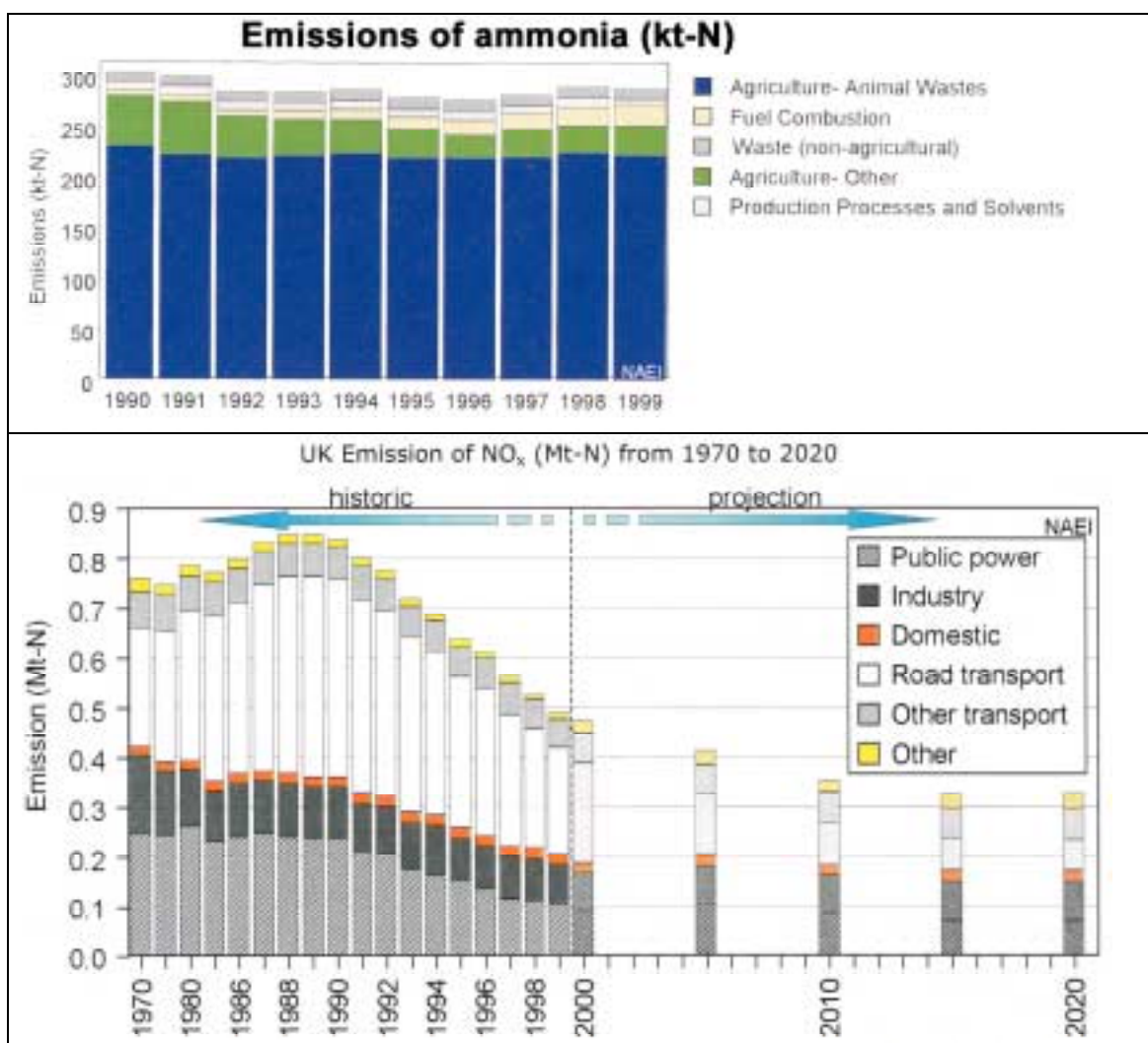
- In coastal marine waters high in nutrients - large production of algae
- Algae growth in such waters generally nitrogen limited
- Oxygen deficits with subsequent death of fish and benthic fauna frequent in many European coastal waters over the last decades

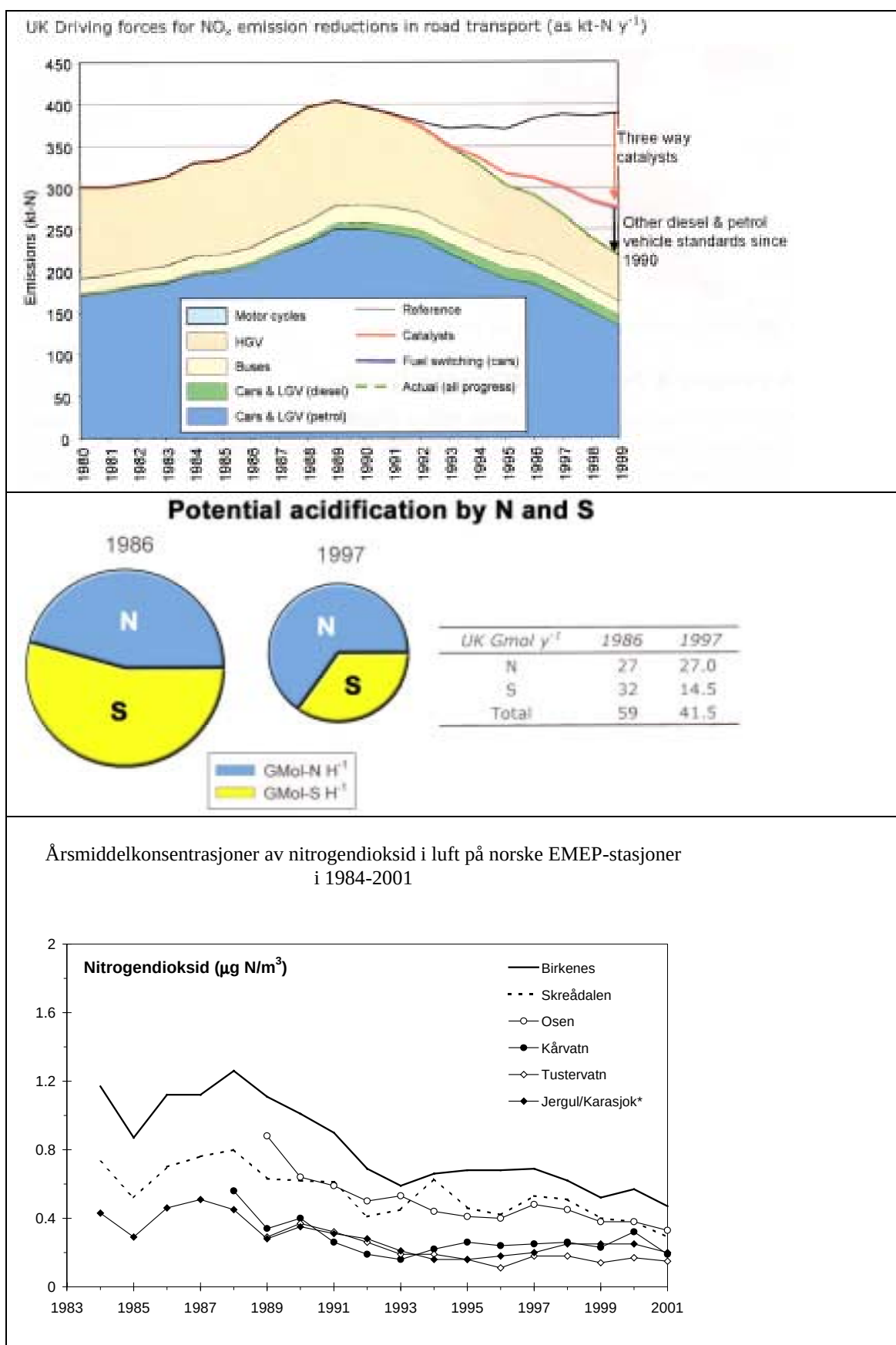
### **Main sources of N compounds in the environment**

- Production of manure, through input or cycling of N rich feed in agriculture
- Fuel combustion
- Fertiliser production.

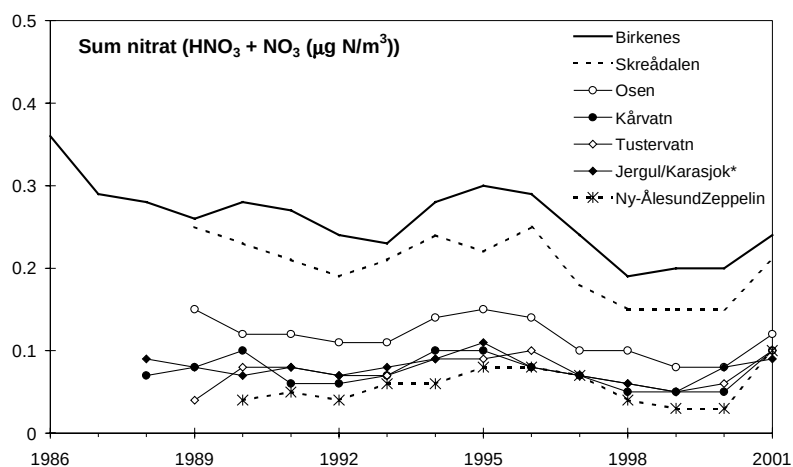
### Environmental issues related to N compounds

- Climatic change:  $\text{N}_2\text{O}$  emissions, secondary aerosols (1-7).
- Effects of elevated  $\text{CO}_2$ : direct effects - altered plant productivity (modified by N deposition), species competition change in semi-natural ecosystems (1-7).
- Acidification: long-range transport of  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  and products - acidification of soils and freshwaters (4-13).
- Eutrophication: long-range transport of reduced ( $\text{NH}_x$ ) and oxidised nitrogen ( $\text{NO}_y$ ) - soil and plant community changes particularly in semi-natural ecosystems (5-13).
- Regional ozone and particle formation: emissions of  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NH}$ , VOC. Peak concentrations affect human health, ecosystems, crops and forest trees (5, 7, 9, 10-13).
- Tropospheric chemistry changes: emissions of  $\text{NO}_x$ , VOC,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , formation of  $\text{O}_3$ , other photochemical products and aerosols, affecting 'background' levels (5, 7, 9, 10-13).



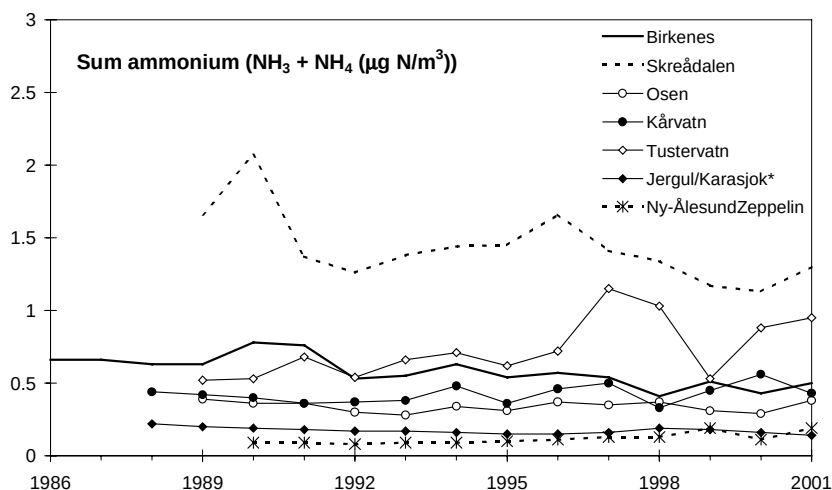


Årsmiddelkonsentrasjoner av sum nitrat i luft på norske EMEP-stasjoner i 1986-2001

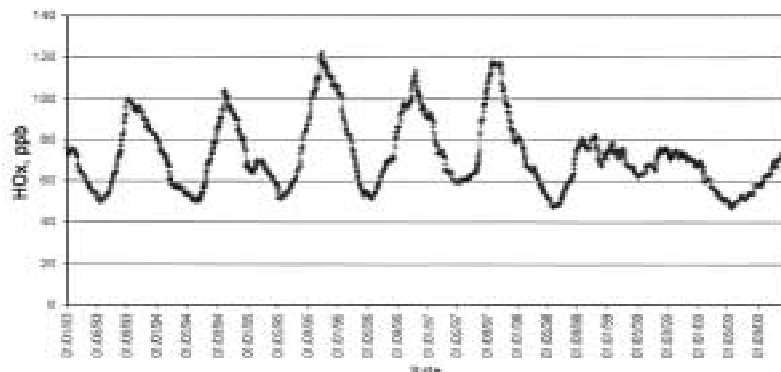


Årsmiddelkonsentrasjoner av sum ammonium i luft på norske EMEP-stasjoner i 1986-2001.

\* Karasjok fra 1997 og kun benyttet  $\text{NH}_4\text{-N}$ -konsentrasjonen.



Time series of 90-day running mean  $\text{NO}_x$  concentrations at an urban background location in central London from 1993-2000



**TABLE 1**  
**Air Emission Reduction Targets for the EU(6)**

| Policy/Pollutant                                                           | Base year | Target year | Reduction (%) |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|---------------|
| <b>UNECE-CURTAP</b>                                                        |           |             |               |
| Sulphur dioxide <sup>1</sup>                                               | 1980      | 2000        | 62            |
| Sulphur dioxide <sup>2</sup>                                               | 1990      | 2010        | 75            |
| Nitrogen oxides <sup>3</sup>                                               | 1990      | 1999        | Stabilisation |
| Nitrogen oxides <sup>4</sup>                                               | 1990      | 2010        | 50            |
| Non-methane volatile organic compounds (VOC's) <sup>5</sup>                | 1990      | 1999        | 30            |
| Non-methane volatile organic compounds (VOC's) <sup>6</sup>                | 1990      | 2010        | 58            |
| Ammonia <sup>7</sup>                                                       | 1990      | 2010        | 12            |
| <b>5th Environmental Action Plan</b>                                       |           |             |               |
| Sulphur dioxide                                                            | 1985      | 2000        | 35            |
| Nitrogen dioxide                                                           | 1990      | 2000        | 30            |
| Non-methane volatile organic compounds (VOC's)                             | 1990      | 1999        | 30            |
| <b>Dir. on Nat. Emission ceilings (NECD), proposed targets<sup>8</sup></b> |           |             |               |
| Sulphur dioxide                                                            | 1990      | 2010        | 75            |
| Nitrogen dioxide                                                           | 1990      | 2010        | 55            |
| Non-methane volatile organic compounds (VOC's)                             | 1990      | 2010        | 62            |
| Ammonia                                                                    | 1990      | 2010        | 21            |

<sup>1</sup>Target from the 1994 Second Sulphur Protocol. The different emission ceilings for each Member State correspond to an overall 62 % emission reduction for the EU.

<sup>2</sup>Targets from 1st NO<sub>x</sub> Protocol. These are the same for individual Member States and for the EU.

<sup>3</sup>Targets from NMVOCs Protocol. These are the same for individual Member States and for the EU.

<sup>4</sup>Targets from the multi-pollutant "Gothenburg" Protocol (1 December 1999). The emission reduction target for the EU that correspond to the different emission ceilings for each Member State (as the EU was not formally a signatory to this protocol).

<sup>5</sup>Targets from the European Commission's 1999 proposal for a National Emission Ceilings Directive (NECD). The emission reduction target for the EU that corresponds with different emission ceilings for each Member State is shown.

### European N and S emissions 1996

|                                                           | NOx       | NH3       | SO2       |
|-----------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Emissions in Europe incl ships 1996                       | 7,00 MtN  | 6,18 MtN  | 14,76 MtS |
| Fraction deposited in Europe incl W Russia and E Atlantic | 0,55-0,70 | 0,76-0,89 | 0,58-0,75 |

| NOTES                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UN FCCC<br>UN Montreal Protocol<br>EU Methane Strategy<br>Helsinki Agreement on Forest Protection<br>UN Biodiversity convention<br>EU Agenda 2000 | EU Habitats Directive<br>(Natura 2000)<br>EU Directive Integrated Pollution<br>Prevention and Control<br>EU Acidification Strategy<br>UNECE CLRTAP<br>CLRTAP 2nd Sulphur Protocol<br>CLRTAP: Gøteborg Protocol |

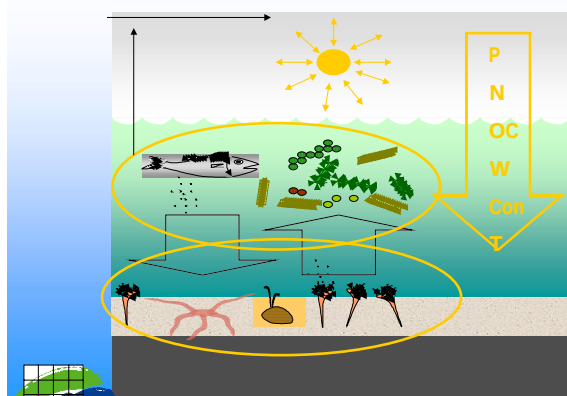
## Kemikalier/Miljögifter i atmosfär och hav.

Britta Pedersen, DMU

### Definition

Contaminants are substances that either do not occur naturally in the environment or that are present in concentrations exceeding the natural levels. If they harm the ecosystem they are called pollutants or hazardous substances.

(From HELCOM, 2001; Baltic Sea Environment Proceedings No 82 A)



### Research, development and monitoring -the role of NMR air sea group?-

- Priority settings of chemicals
- Sources, releases and input
- Presence, levels and trends (monitoring programs)
- Transport, fate and transformation-modelling
- Effects-risk assessments
- Harmonised analytical techniques and strategies (new compounds)
- Assessment tools (threshold values, background concentrations, ecological assessment criteria)-WFD
- Exchange of information



### Priorities set by ...

- conventions (marine/atmospheric)
- international environmental programmes
- risk assessment programmes
- observed compounds and effects



### Priority setting

- EU, the COMMPS procedure (Combined Monitoring-and Modelling-based Priority Setting) to identify chemical parameters to be used in the Water Framework Directive (WFD)
- OSPAR, DYNAMEC, which is trying to identify "hazardous substances" as defined in the Esbjerg Declaration
- UN-ECE POP Protocol + UN-ECE LRTAP



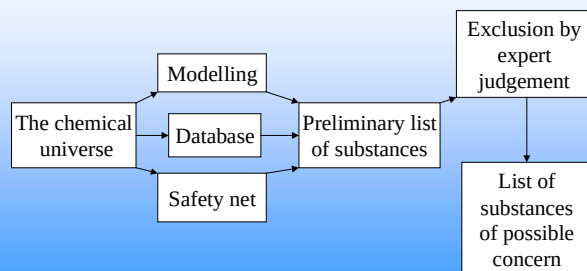
### Criteria for selecting chemicals

- Productions volumes and use patterns (OSPAR)
- Monitoring data (WFD/OSPAR)
- Toxicity: UNEP: Potential to adversely affect human health and/or the environment; OSPAR: Criteria based on acute and long term NOEC concentrations.
- Persistence :  $t_{1/2} > 2$  months in water etc.
- Bioaccumulation:  $\log K_{ow} > 4/5$  or bioconcentration factor  $> 5000/500$



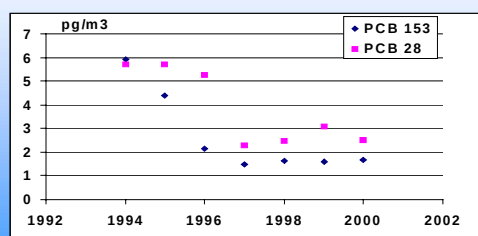
Potential long-range transport (atmospheric):  
(Vapour pressure :  $< 1000$  Pa and atm.  $t_{1/2} > 2$  days)

## OSPAR DYNAMEC method



### Time trends in air

The yearly average concentrations of PCB 28 and PCB 153  
Rörvik 1995-2000 (from Brorström-Lunden et al, 2001)



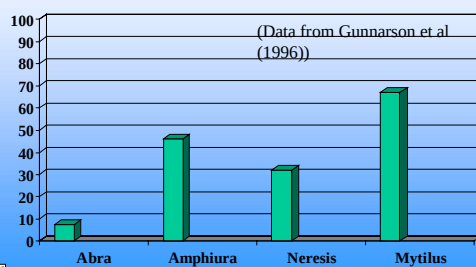
IVL

## Processes affecting the concentrations in biota

- Uptake rates from food and water
- Excretion and metabolising rates
- Release of contaminants from sediments
- Processes affecting the speciation of compounds (ligands, DOC etc)



### Percentage of increased B(a)P accumulation in % with organic enrichment



### Global Monitoring Network

- UNEP has initiated a project called "Global Network for the Monitoring of Chemicals in the Environment", which
  - Aims at linking together national, regional and global organisations, laboratories and individuals responsible for or involved in monitoring of chemicals in man and the environment
  - Is hosting a web site ([www.chem.unep.ch/gmn/](http://www.chem.unep.ch/gmn/)) which links to programs and resources on environmental monitoring
  - Is just about to set up several discussion groups on the Internet on monitoring issues



## **Workshop on Critical Load in Marine Environments**

### *Workshop report*

#### **Opening of the meeting**

The NMR Workshop on Critical Load in Marine Environments was held in Stockholm at the premises of the Swedish Environmental Protection Agency, from 22 to 23 November 2001. This report contains a description of background and objectives, a compilation of abstracts and the conclusions and recommendations from the workshop. The meeting was chaired by Mr **Peringe Grennfelt** (Sweden) and attended by representatives from Denmark, Finland, Norway and Sweden.

#### **Background and objectives**

The Chairman introduced the background and aims of the workshop. The Nordic Prime Ministers and the political heads of the self-governing areas adopted a Declaration on a Sustainable Nordic Region. The strategy contains the long-term goals of the Nordic countries for sustainable development up to 2020, together with the objectives and initiatives for the period 2001-2004 necessary to achieve these long-term goals. For the Nordic Sea areas, one target for the period 2001-2004 is to reduce the impacts of nitrogen and phosphorus on marine areas. As work progresses, it is important to clarify the link between environmental quality and discharges of nutrients in selected marine and coastal areas.

The *critical load (C.L.) concept* has been used within the international air pollution protection work (LRTAP) since several years. It has proved to be a useful tool in developing pollution abatement strategies, which offer an environmental effect-based approach to control pollutant emissions and discharges. It may be an advantage to have similar effect-based abatement strategies for other media as well.

The use of the critical load concept can be seen from several perspectives: in the development of national environmental objectives, within the framework of the regional marine conventions (HELCOM, OSPAR), and within the EU Water Framework Directive. In all cases there is a need to develop adequate criteria and criteria values for the control of major environmental threats. These may reflect desired environmental status or load values (threshold values, critical loads, critical concentration levels etc.) or assessment values of a more general nature. Both may be used for the definitions of control needs and for development of control strategies. Criteria could be of two types, those, which reflect the condition in the maritime area with regard to *state* (the description of the environmental situation at a certain point of

time), and those, which reflect the *biological response* (effect).

In order to disseminate the experiences from the LRTAP work to the field of marine pollution and to explore the possibility to use a similar angle of approach to combat marine eutrophication, the NMR Sea & Air Group therefore proposed to organise a workshop on critical loads and effect-oriented abatement strategies for marine eutrophication.

### **Experiences of using the critical load concept in the development of the CLRTAP protocols**

**Tor Johannessen**, SFT, gave an overview of his experiences within CLRTAP. There were a number of reasons for the success in using the C.L. concept in the international airborne pollution protection work:

- Political support,
- Established structure to keep the work going (Task Force meetings between scientists and managers, development of co-ordination centres, workshops),
- Scientific support (the scientific community has participated in the development of the C.L. concept),
- Clear definitions of the concepts (critical load, critical level, critical limit),
- Continuity in the development process (annual updates, scientific findings communicated to scientists and policy makers),
- Recurrent reviews of criteria.

### **Chemical and biological assessment criteria related to eutrophication**

**Henning Karup**, Danish EPA, presented the Danish marine Objectives and the linkages between national action plans, regional objectives and local criteria and the conventions and EU directives. The use of biological quality criteria seems to be quite well developed in Denmark in comparison with the other Nordic countries.

**Jan Magnusson**, NIVA presented the Norwegian quality criteria. The system is based on classification of concentration levels as regards, nutrients and oxygen, and the corresponding impacts. However, the criteria are built merely on empirical data and do not reflect any dose-response relationships.

**Tove Lundeberg**, Swedish EPA, briefly introduced the Swedish quality criteria for the marine environment. These are built on a statistical distribution of data. Dependent on the available information from the various sub-basins, a number of approaches were used involving both true background data and reference data (data

from areas at great distances from point sources) in order to assess the eutrophication conditions in the sea areas around Sweden. The observed data are used to reflect the current conditions and to assess the deviation from reference values, which indicates environmental impacts of human activities.

### **Environmental quality objectives set by the Nordic countries and by regional marine protection conventions and by the EU**

**Sverker Evans**, Swedish EPA, reported on the current development within OSPAR of quality objectives and assessment criteria with regard to eutrophication. Ten quality objectives has been selected for the North Sea, five of which covers eutrophication:

- Winter concentrations of DIN and DIP
- Phytoplankton (chlorophyll, indicator species)
- Oxygen consumption
- Organic material (=sedimentation, voluntarily)
- Mortality in macrozoobenthos (related to oxygen and/or toxic algae)

A number of qualitative assessment parameters have been further developed into quantitative parameters in order to compare the eutrophication status in different sea areas:

- Category I *Degree of Nutrient Enrichment* (riverine total N and total P inputs and direct discharges, winter DIN- and/or DIP concentrations, increased winter N/P ratio)
- Category II *Direct Effects of Nutrient Enrichment* (maximum and mean chlorophyll *a* concentration, region/area specific phytoplankton indicator species, macrophytes including macroalgae (region specific))
- Category III *Indirect Effects of Nutrient Enrichment* (degree of oxygen depletion, changes/kills in zoobenthos and fish kills, organic carbon/organic matter)
- Category IV *Other Possible effects of Nutrient Enrichment* (algal toxins (DSP/PSP mussel infection events)).

Limit values have also been derived in order to judge when a significant deviation from the natural state occurs. For e.g. nutrients and phytoplankton biomass (expressed as chlorophyll), elevated levels over 50% historical background values are considered as due to human-induced eutrophication. However, in e.g. Denmark, a 50% deviation may be considered as far to large.

**Jesper Andersen**, NERI, put the C.L. concept in the context of the EU WaterFramework directive (WFD) and the EU Habitat Directive, respectively. The relation between the coverage of submerged vegetation on stone reefs in Kattegat and nutrient loads was given as a case study to show links between input and the subsequent state of nutrients. The WFD will be the driver for the management of coastal waters within the EU. However, management strategies, assessment criteria

and classification systems for the different national assessment systems must be harmonized in order to cover the requirements from national objectives as well as from the EU.

## **Assessment methods**

**Olav Vadstein**, NTNU, presented aims and results from the project "Comparative analysis of food web based on flow networks"(ComWeb) which is part of a larger EU MAST programme. The project addresses dose-response issues related to nutrient supply to coastal waters, in order to develop tools for assessment of recipient capacity and water quality in the coastal zone. The aim is to study the effects of increased nutrient supply from natural and human sources to European (Mediterranean, Baltic, NorthEast Atlantic) coastal waters on the pelagic food webs, and to develop model tools for early assessment of eutrophication. The model system in Norway is a land-locked lagoon, in which nutrients were added in 1999 and reversed to normal conditions in 2000. The pelagic microscopic community is functioning as a buffer against changes in the nutrient supply. Non-linear effects between supply of nutrients and algal biomass development were observed. However, there seemed to be distinct differences in the response in the different sea areas. The concentration of nutrients seemed to be a better predictor on algal biomass growth than load figures.

**Fredrik Wulff**, Dep of systems ecology, Stockholm University, introduced the project "Marine Research on Eutrophication" (MARE), financed by the Foundation for Strategic Environmental Research. The overall goal of MARE is to develop a generally accepted and open user-friendly decision-support system as a tool to develop and test cost-effective strategies to reduce eutrophication in the Baltic Sea. MARE is a Swedish contribution to a more effective international environmental management framework in the Baltic Sea Area. The MARE system will be closely linked to the new assessment and management system to be adopted within the HELCOM community. The MARE system will build on a series of models linking information about ecosystem properties, biogeochemical processes, physical transports, nutrient inputs, and costs for nutrient reductions. The programme will seek to e.g. estimate ecological effects of loads of nutrients to the various Baltic Sea basins by compiling data about the relationships between nutrient levels and ecosystem properties, and by the construction of physical-biogeochemical models in order to calculate the relations between nutrient inputs and nutrient levels. One important step is also to demonstrate the most cost-efficient options to reduce the load of nutrients to the various parts of the Baltic maritime area. MARE was initiated in 1999 and will be evaluated in 2002 in order to decide on the continuation of the programme.

**Heikki Pikänen**, FEI, described the Finnish assessment criteria related to eutrophication. The areas of the Baltic Sea around Finland with extensive eutrophication problems are the whole Gulf of Finland and parts of the Archipelago

Sea. The reason for eutrophication are both external and internal loading in combination with physical and climatic conditions. Experimental studies and modelling results of the relevant processes and interactions have demonstrated that the present eutrophic conditions can be improved – with a certain time lag - if both N and P inputs (waterborne as well as atmospheric) are cut. The results of the studies were further used to determine indicators and target values. In the Finnish "Programme for the Protection of the Baltic Sea", target values have been established for external nutrient loading of N and P from different land-based sources as well as internal loading from sediments, secchi disc depths, depth distributions of littoral vegetation, and chlorophyll a concentrations.

**Fredrik Wulff** gave a brief overview of the Danish Project "Characterisation of the Baltic Sea Ecosystem: Dynamics and Function of Coastal Types" (CHARM). The project will be launched in the beginning of 2002 and will cease in 2004. It addresses the implementation of the EC Water Framework Directive in the Baltic Sea ecoregion. The project intends to develop, test and validate a methodological approach to characterise type areas of the Baltic Sea coastal zone. In order to develop a common methodology for establishing coastal types it is necessary to identify key factors for ecosystem functioning, quantitative ecological relationships and empirical models to describe relations between anthropogenic pressures and key indicators. Based on the developed typology and key indicators, ecologically relevant reference conditions and recommendations for a new monitoring strategy for the Baltic Sea coastal ecosystems will be developed.

## **Conclusions and recommendations about the possible use of effect-based, cost-effective abatement strategies for marine eutrophication**

### **DOSE-RESPONSE DATA, INDICATORS AND QUALITY OBJECTIVES**

1. There is a substantial amount of knowledge about nutrient inputs, biogeochemical processes, physical transports and ecosystem properties in the Nordic sea areas which could be used to formulate critical loads or other forms of targets in order to support the use of environmental objectives. However, *there is a need to co-ordinate, harmonise and agree on monitoring variables, indicators and quality objectives on a regional level.*
2. There is currently a development of quality objectives and target settings as regards eutrophication within the Nordic countries. A common evaluation of quality objectives has also been ongoing since some years within OSPAR but has not yet started within the HELCOM community. The Nordic countries could make a concerted action to promote such a work in the Baltic Sea Area. Ongoing national and EU-financed research programmes such as ComWeb, MARE and CHARM could serve as contributions to the development. *The goal could then be*

to reach agreement on a joint strategy, which is optimised on the basis of environmental objectives and cost-effectiveness for the coastal areas as well as for the offshore areas of the Baltic Sea sub-basins. The measures to reach the objectives may be different in different countries but should lead to a comparable progress in environmental quality across the Baltic Sea area.

#### **INTEGRATED ASSESSMENT MODELLING**

3. Critical loads of ecosystems are not variables that can be directly measured but are rather evaluations made on the basis of experimental or field data in combination with theoretical models.
4. By validated theoretical models it is possible to establish quantitative relationships between sources (contributions of national discharges/emissions) and receptors in terms of particular sea areas based on meteorological, oceanographic and biological conditions. Transboundary pollution exchange budgets are thus possible to calculate. The subsequent environmental concentrations and biological effects can be calculated and expressed in terms of a limited number of indicators. The model output can then be compared with the calculated critical loads.
5. By such a model it should also be able to simulate the effects of various abatement options. An integrated assessment model constructed on a scale of a regional sea area such the Baltic or the North Sea has to restrict itself to a manageable number of options. For each of these options, the model should extrapolate the future environmental effects as well as both the investment-related and operational costs of the reductions.
6. Maximum feasible reduction scenarios (MFRs) may be constructed for the whole regional sea areas or parts of them in order to demonstrate the potential of the full application of current control technologies. The MFRs scenarios simulate the hypothetical case of a complete implementation of the currently available most efficient control technologies to all emission sources. These hypothetical scenarios assume a complete penetration of the presently best available emission control techniques, also implying that already installed equipment with lower reduction efficiencies will be replaced by more efficient measures.
7. Cost curves are an important integrated assessment model output. The methodology for deriving cost curves should take full account of e.g. the size of the investments made in the field of pollution prevention. *The analysis of cost-effectiveness of measures to prevent eutrophication in the marine environment seems to be a weak point and should be further developed.*
8. The results obtained by an optimisation of cost-effective solutions can

## **Bilaga A**

### **NMR Workshop on Critical Load in Marine Environments**

**Stockholm: 22-23 November 2001**

---

subsequently be analysed according to a number of criteria in order to gain insight into which factors (e.g. cost curves and/or environmental constraints) that drive a particular solution.

9. The objective of the integrated assessment modelling work should also be to reduce the scientific uncertainties as much as feasible and to produce a robust framework to support the international negotiations.

#### **ACTIVITIES WITHIN EXISTING FRAMEWORKS**

##### Marine Conventions

1. HELCOM provides through its organisational structure a framework for joint assessments of the Baltic Sea. OSPAR supplies a similar structure for the environmental protection of NorthEast Atlantic. Commitments to reduce the load of nutrients have been made by the riparian states in both convention areas. A number of activities are performed regularly related to monitoring, load calculations and assessments. Quality status reports are produced at regular intervals, which describe the current environmental status and observed changes in the two sea areas compared to earlier periods of time. However, no commonly agreed quantitative assessment criteria have so far been used to assess the extent of eutrophication.

##### Nordic Council of Ministers

10. Since 1997 there is an ongoing strategic venture within the Nordic Council of Ministers Sea & Air Group to develop operative model systems related to marine eutrophication issues. The objective is to develop model systems, which link inputs and their subsequent environmental effects in the Baltic Sea and North Sea areas. This system will, in conformity with the models for transboundary air pollution, be used as a basis for the development of abatement strategies in the framework of the marine conventions. The objective is thus to optimise the results of the research activities in the Nordic countries in order to reach a scientifically sound basis for cost-effective measures. The "customers" of such a model system are the environmental protection agencies in the Nordic countries as well as a number of international organisations such as OSPAR, HELCOM, EU, and EEA.

Two models are now running operational (defined in this contexts as being able to run in hindcast and/or forecast mode), one for the Baltic Sea (SMHI, Sweden) and one for the North Sea (co-operated by IMR and DNMI, Norway). The two models overlap in the Kattegat-Skagerrak area. Co-operation occurs with Danish and Finnish model initiatives.

##### EU

11. The water framework directive (WFD) is an important tool for the development of eutrophication abatement strategies for coastal areas. It includes approaches that fit into the systems of critical loads and target settings. However, it has limitations

- for example on the quantification of abatement measures and for the establishment of links between adjacent coastal areas as well as links between coastal areas and the open sea. Abatement strategies for the open sea is not covered by the WAD and strategies to combat eutrophication should also in future be developed within national environmental protection initiatives, regional marine conventions, and other international bodies, e.g. the UN.
12. Proposal for the establishment of an integrated model system to support effect-based, cost-effective abatement strategies for marine eutrophication
  13. The *hydrodynamic models* developed within the Nordic Council of Ministers Sea & Air Group could be used as a tool for the further development of an integrated assessment model system to support decisions about effect-based, cost-effective abatement strategies for marine eutrophication. The Nordic Council of Ministers Air & Sea Group can play a crucial and independent role for the implementation of the model concept. It covers both OSPAR and HELCOM convention waters and can make sure that similar approaches are applied. However, the models need substantial development before they can be used as instruments for policy.
  14. To be able to calculate the loads and source distribution from land-based sources with certain reliability, *dynamic land transport and transformation models* are important parts of the overall model system. These parts are currently lacking. Methods and routines for the submission of load data are developed nationally and within the marine conventions but need further refinement (e.g. source apportionment, yearly reportings) in order to function as reliable parts of an integrated assessment model system.
  15. The analysis of *cost-effectiveness of measures to prevent marine eutrophication* seems to be a weak point and there is an urgent need to develop cost-benefit concepts. Cost curves are an important integrated assessment model input. MARE has initiated such a work.
  16. The development of an integrated assessment model system to combat marine eutrophication must be closely related to the overall work on strategies in the Nordic countries and *needs a marked political support*.
  17. *A formal structure must be established in order to obtain continuity in the development process of such a model system.* It includes the establishment of co-ordination expert centres, regular meetings between managers and scientists, between negotiation experts and scientists, and scientific workshops. The importance of involvement from policymakers in the process should be emphasised. The process includes a large number of steps, which need discussions and formation of consensus. Topics to be covered are:

## **Bilaga A**

### **NMR Workshop on Critical Load in Marine Environments**

**Stockholm: 22-23 November 2001**

---

.

- Joint reviews of target settings and mapping of critical loads and their exceedances,
- Clear definitions of the concepts (critical load, critical level, critical limit),
- Recurrent reviews of biological quality criteria, background and reference data, quantitative assessment parameters,
- Concepts and routines for optimised control solutions.
- Workshops and regional meetings for the improvement of quality of the models in specific sea areas.
- Annual updates, scientific findings communicated to scientists and policy makers,
- Links to other pollutants,
- Multi-effect and multi-pollutant approaches,
- Effects of climate change.

## **MEPOP – NMR - AMAP**

# **Mercury and POP Workshop – Sept 10-12, 2001, Roskilde, Denmark**

**Shortened version**

Workshop summary and conclusions

## **Preface**

This workshop was a joint arrangement of the Nordic Council of Ministers (NMR) (Hav- och luftgruppen), the EUROTRAC2 subproject MEPOP and the Danish AMAP Programme. The three organisations had the mutual aim of summarising the current status of atmospheric research on mercury. In addition to this, the three organisers had specific aims:

- EUROTRAC2: To report progress of research projects on atmospheric mercury and POPs within MEPOP.
- NMR: To identify research priorities for mercury in the environment relevant to Nordic strategies on mercury.
- AMAP: To assess the status of Nordic mercury research in the Arctic.

The workshop was organised by John Munthe, IVL (NMR, MEPOP) and Gary Geernaert, NERI (AMAP). The workshop was supported financially by NMR (hav- och luftgruppen), the Swedish Environmental Protection Agency and the Danish AMAP Programme.

The workshop steering committee sincerely thanks the presenters for their keen insights on the state of the science and recommendations for future priorities. All participants are also acknowledged for their active engagement in the discussions and working groups. NMR and AMAP are sincerely acknowledged for their support.

## **Workshop summary**

### **Background**

Both the transport pathways and effects of environmental contaminants are recognised as among the more serious challenges for the scientific, monitoring, and policy communities. From the policy side, challenges involve the development of science-based policy frameworks, which include possible remediation strategies for the most affected regions. Scientific challenges involve transport and transformation processes in the atmosphere, terrestrial, freshwater and marine compartments, with a special view towards accumulation in various ecosystems and food chains. Progress in these fields will benefit from a strengthening of collaboration between scientific research, monitoring, and policy analysis communities.

Mercury and POPs are recent additions to the UN ECE protocol on long range transboundary air pollution (CLRTAP). This protocol has already been successful in reducing sulphur emissions across Europe, and there has also been progress in reducing emissions of nitrogen oxides and volatile organic compounds. Because the successes of CLRTAP on sulphur can be attributed in part to the sustained interaction of science and policy during last few decades, for example with use of critical load concepts, legislation under CLRTAP for mercury and POPs is expected to build from the same means of linking science with policy. Mercury and POP's, however, face additional challenges which go beyond the scientific problems necessary for constructing the sulphur protocol.

Although there is some basic knowledge on emissions, transport, transformations and effects of mercury and POPs, there is much more to be learned on the processes governing compartment fluxes and accumulation pathways in ecosystems and food chains, and special attention needs to be given to the long time scales associated with processes governing these compounds. For these reasons, there are ambitious plans within the UN ECE framework to make significant progress on atmospheric modelling of both mercury and POPs (e.g., carried out by MSC-E, Moscow) and work with the development of critical limits and critical loads for mercury will require integrated multidisciplinary modelling. Global efforts to develop strategies for limitations of toxic compounds are also made within UNEP for both POPs (on-going) and mercury (planned).

For several years, a European scientific network, EUROTRAC2 subproject MEPOP (Atmospheric Cycling of Mercury and POP's), has been exploring various scientific aspects of atmospheric mercury and POP's, involving laboratory studies, field measurements, and modelling. The general aim of the EUROTRAC2 program is to provide scientific support on emissions, transport, transportation and deposition to policy makers within the UN-ECE program, the EU and national authorities. For MEPOP, the overall aim is to quantify the regional cycling of mercury and POP's. The

MEPOP network consists of around 20 scientists from Europe and North America.

The Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) has the responsibility to measure the levels, and assess the effects of anthropogenic pollutants in all compartments of the Arctic environment, including humans. AMAP scientists also document trends and impacts of pollution on Arctic flora and fauna, and they produce models and other tools which examine sources and pathways of pollutants, using extensive data bases carried out under its Arctic monitoring programs. The tools produced under AMAP are expected to lead to remediation strategies in the near future.

The Nordic Council of Ministers (NMR) supports, among other subjects, environmental policy development, by leveraging against the existing scientific and technical capacity within Nordic research and development institutes. Among NMR's strategic interests is the co-ordination and funding of policy related environmental research, which has a direct benefit to Europe's northern countries.

During the past year, the AMAP community began an intensive planning process to identify priorities for its next phase of monitoring and policy related activities. For the Nordic countries, in particular, there is heightened concern on mercury and POP's, in most part due to the high levels which have been observed in Arctic ecosystems, namely west and east Greenland, Faroe Islands, Svalbard, Lapland and northwest Russia, and parts of northern Canada (particularly Hudson Bay). Data sets gathered in recent years suggest that it is time to reformulate a strategy, by building in a combination of measurement and modelling approaches, in order to explore remediation strategies based on intervention in numerous emission sectors. The Nordic Council of Ministers faces similar concerns as AMAP, yet the focus is more on identifying the best strategies which link Nordic needs within the frameworks of both CLRTAP and AMAP, in order to identify the Nordic niche.

The Mercury and POP Workshop, which was carried out during September 10-12, 2001, served to provide a status of the European science base in mercury and POP's research, and to explore the challenges for monitoring and policy development with a focus on mercury in northern Europe and the Arctic as well as POP's in Europe.

The workshop was organised jointly between NMR, Danish AMAP and MEPOP. John Munthe was chairman of the NMR and MEPOP activities whereas Gary Geernaert chaired the AMAP sessions. NERI hosted the workshop at the Niels Bohr Auditorium, Risø Laboratory, Roskilde. Gary Geernaert (NERI) was the local host, and Christel Ege-Johansen (NERI) served as the workshop secretary. Because of support provided by NMR and AMAP, there were no registration fees.

## **Aims of the workshop**

The aims of the workshop were to:

- summarise the state of the science on mercury and POP's in Europe, Scandinavia, and the Arctic, with a special focus on emission, transport, transformation, and effects.
- identify scientific challenges and future needs for POP research in Europe.
- document the scientific challenges which must be addressed, in order to improve the quality of mercury monitoring programs and accuracy of mercury modelling systems, for use in both Scandinavia and the Arctic.
- to produce a list of priorities for mercury research which directly supports the policy objectives of NMR and AMAP.

## **Workshop structure**

The agenda of the workshop is shown in Appendix 2. During the two first days results from recent POP and mercury research were presented. The third day was exclusively focussed on mercury research and policy. The third day also included two working groups dedicated to identifying priorities for mercury research and monitoring, relevant to NMR and AMAP.

## **Summary of workshop conclusions of research priorities for mercury**

The Nordic countries have a long tradition in research on the environmental transport, transformations and fate of mercury. Nordic scientists have made significant contributions to the international knowledge-base and have thus played an important role in the development of control strategies and agreements on emission control and limitations in use of mercury in industry and consumer goods. During the most recent 5 - 10 years, funding for basic and applied environmental research on mercury in the Nordic countries have decreased in significance. Today, USA and Canada dominate the basic research and several other European countries are making significant contributions. While this has led to a most welcome broadening of the research community, the applied research is no longer focussed on the environmental conditions relevant to the Nordic countries. One of the major conclusions of the workshop was that the Nordic countries need to strengthen their efforts on applied research on mercury. At the same time, it is becoming more and more evident that mercury is a global pollutant and research into the global cycling of mercury is needed in support of global agreements on emission control and limitations of use.

At the workshop, a number of research priorities were discussed (see detailed reports from Working groups). In the following section we have summarised the main research priorities and also tried to group after the size of the necessary scientific

effort and funding. While the "small-scale" and to some extent the "medium-scale" efforts only require limited funding and are thus suitable for national funding sources or NMR, the "large-scale" efforts should be made in international co-operation within the European Union or with North American scientists. On a policy level, Nordic representatives should strive to provide support for initiatives within the Sixth Framework Programme of the European Commission.

It should be noted that the focus of the workshop was the environmental cycling of mercury. Thus research into human health effects, technical development of substitution materials for mercury in industry and consumer goods, and other equally important research areas were not discussed.

#### **LARGE-SCALE EFFORTS - INTERNATIONAL CO-OPERATION**

##### **Topic 1: Development of integrated modelling tools for mercury.**

**Motivation:** The couplings between use of mercury in industry and consumer goods and environmental impact, or, between emissions from energy production and human exposure to methylmercury in fish are complex and to a large extent associated with high degrees of uncertainty. The development of an integrated modelling tool would greatly increase the possibilities of visualisation and quantification of the problems associated with mercury as well as the benefit of abatement strategies.

**Scientific effort:** Coupling of socio-economic models describing use and emissions of mercury (as well as control technology options) to global/regional atmospheric models and terrestrial/aquatic fate models and, finally, human exposure models.

##### **Topic 2: Export of mercury from terrestrial to aquatic ecosystems**

**Motivation:** Substantial amounts of mercury have accumulated in forest soils in the Boreal forest belt due to increased levels of atmospheric deposition during the last century. Our current understanding of what controls the long-term mobility of this mercury and how it is affected by current deposition levels, land-use (forestry) and climate change is not sufficient and constitutes a serious limitation on our possibilities to predict effects of emission reductions on aquatic levels of methylmercury.

**Scientific efforts:** Field measurements in natural and manipulated (land-use, climate change etc) forest ecosystems. Process studies of forest soil mobility and mechanisms. Development of models for mercury mobility in Boreal forest ecosystems.

##### **Topic 3: Determination of net input and subsequent ecological impact of atmospheric mercury during Mercury Depletion Events (MDE) in the Arctic.**

**Motivation:** The population of the Arctic may be exposed to harmful levels of methylmercury from consumption of fish, seafood and marine mammals. Tracing the origin of this mercury/methylmercury is a necessary step towards abatement and control measures.

**Scientific effort:** This includes measurements of atmospheric mercury species during MDE, re-emissions during snowmelt, input to seawater via runoff and uptake in food-chain. For assessment of fluxes and transformations, atmospheric as well as ecosystem models need to be applied. A broad scientific expertise is necessary.

**Topic 4: Global air-surface exchange processes of mercury.**

**Motivation:** Air-surface exchange processes control the environmental life-time of mercury in a global perspective. Without a deeper knowledge of the role of re-emissions from world oceans and the ocean as a reservoir for mercury as well as exchange processes over vegetation (forests) we cannot predict the results of control measures or global agreements on restrictions in mercury use and emissions.

**Scientific effort:** Field measurements of natural emissions, re-emissions from land (vegetation) and oceans, dry and wet deposition. Includes measurements of governing processes such as photochemistry in surface waters and atmospheric speciation.

**MEDIUM SCALE EFFORTS - NORDIC/INTERNATIONAL CO-OPERATION**

**Topic 5: Mercury in Nordic ecosystems. Assessment and visualisation of concentrations, time trends, variability, critical loads and possible health impacts in the Nordic countries.**

**Motivation:** Provide a status report on mercury pollution in the Nordic countries aimed at national and international policy makers.

**Scientific effort:** Data compilation, statistical evaluation and mapping. Evaluation of variability in fish levels and links to changing atmospheric input.

**Topic 6: Assessment of land-use impact on mercury fluxes from terrestrial to aquatic ecosystems at selected site(s) in the Nordic countries**

**Motivation:** Recent data from Finland and Sweden show that forestry (clear-cutting, destruction of forest soil by heavy machinery) can greatly increase mercury and methylmercury output from soil to water. Assessment of the overall impact is needed but may prove to be a significant source of methylmercury to aquatic ecosystems. Impacts of wetland restoration unknown.

**Scientific effort:** Field measurements (run-off and soilwater chemistry) in a variety of

catchments where different forestry methods have been used. Measurements of fish mercury in lakes where different forestry methods have been used in catchments.

**Topic 7: Reactive Gaseous Mercury (RGM) and methylmercury dynamics and fluxes during MDEs in the Arctic**

**Motivation:** Develop an understanding of mechanisms and net input of mercury species to the Arctic during polar sunrise. Provide basic knowledge for model developers.

**Scientific efforts:** Field measurements and laboratory process studies of RGM and methylmercury formation and deposition. Field measurements of re-emissions during snow-melt.

**Topic 8: RGM and methylmercury dynamics and fluxes non-arctic**

**Motivation:** Increase knowledge on emission sources and formation of RGM and methylmercury in boundary layer and free troposphere. Input to regional and hemispherical/global models.

**Scientific effort:** Field measurements and laboratory process studies of RGM and methylmercury formation and deposition. Measurements of RGM and methylmercury emissions from point and area sources.

**Topic 9: Refinement and application of global/hemispherical model**

**Motivation:** Develop tools for global emission scenarios and impact on *e.g.* deposition in the Nordic countries or in the Arctic.

**Scientific effort:** Refinement of model parameterisation in terms of chemistry and meteorology. Update and improvement of global emission inventories.

**Topic 10: Variability of soil microbe effects**

**Motivation:** Current scientific evidence has shown a potential risk for large scale impacts in forest soils. Further research is needed to assess the geographical variability and the dependence on soil status etc.

**Scientific effort:** Laboratory and field investigations of soil respiration in different soil types with different mercury levels.

**Topic 11: Refinement and further development of critical load model for Hg**

**Motivation:** Empirical critical load models are useful and required tools in the policy

making process within the UN ECE convention on transboundary air pollution.

**Scientific effort:** Data assimilation, model parameterisation and testing.

**Topic 12: Monitoring of net-deposition in geographically representative forested site (litterfall, throughfall)**

**Motivation:** Our current understanding of the mechanisms of mercury deposition in forested areas is not sufficient to explain the high variability found in litterfall deposition in the Nordic countries (Sweden and Finland).

**Scientific effort:** Field measurements of deposition in open field, throughfall and litterfall as well as air measurements of mercury species. Development of deposition and vegetation uptake models.

**SMALL SCALE EFFORTS - NORDIC/NATIONAL PROJECTS**

In general, small-scale efforts can be made within any of the above general topics. With limited resources, investigations will necessarily be smaller and in the form of campaigns or case studies. In some cases, monitoring activities (complementary to national programs) can provide useful information on specific processes. Some prioritised areas are:

1. Assessment of geographical and temporal trends of mercury in freshwater fish in the Nordic countries.
2. Assessment of variability of mercury levels in Nordic ecosystem and their response to changing atmospheric deposition.
3. Measurements of mercury species in the atmosphere (Arctic and non arctic).
4. Measurements of net-deposition in selected forested sites (litterfall, throughfall).
5. Measurements of catchment output of mercury and methylmercury in relation to landscape characteristics (forest type, wetlands etc) and land-use (forestry).
6. Quantification of soil microbe impact at selected locations.

## **Detailed Report from Working Group 1**

**Rapporteur: Gary Geenaert.**

### **1. Terms of Reference: Group 1**

The group was tasked to prioritise the most important policy oriented mercury research tasks, which in turn are necessary to improve the performance of modelling, assessment, and monitoring tools for the Nordic countries and the Arctic.

### **2. Overview of the policy modelling process**

As a starting point, the group summarised "endpoints" which have demonstrated that a problem needs to be solved with policy action. Endpoints included monitoring data which demonstrate unacceptably high levels of mercury in soils, water, fish, sea birds, and humans. Contaminated soils particularly in Sweden and Finland were pointed out, and human health concerns due to consumption of traditional foods were noted for the Faroe Islands, Greenland, Canada, and northeast Scandinavia.

In order to reduce concentrations to "acceptable levels", there was unanimous agreement that a policy tool must be constructed, which contains a series of major processes which link anthropogenic emissions to measurable endpoints. This involves the development of process submodels based on dynamical and/or statistical mathematical relationships.

The series of submodels must include:

- (a) Emissions from both anthropogenic and natural sources (note that remissions are covered under (d) below);
- (b) Atmospheric transport and chemical transformations in advecting air masses;
- (c) Mercury flux from the atmosphere into both marine and terrestrial surfaces, including estimates of net mercury fluxes to or from oceans, lakes, vegetation, and soils;
- (d) Mercury fluxes within the surface compartment, i.e., mercury budgets based on immediate biomass uptake, flux into soils and surface water, and re-emission to the atmosphere;
- (e) Mercury flux up the food chains, i.e., mercury transport pathways from bacteria and/or phytoplankton up the food chains up to, and including, humans.
- (f) Monitoring endpoints, i.e., mercury concentrations in soils, plants, and tissues of birds, fish, polar bears, marine mammals, and humans.

Fundamental questions in policy research:

- What is the relative contribution of anthropogenic and natural emission sources as causes of observed monitoring endpoints: locally, regionally, and globally? Are

the differences spatially variable, i.e., in the Nordic countries and in the Arctic?

- What is the efficiency of emission reductions in producing a desired outcome in monitoring endpoints? Will receptor modelling give insight on the potential benefits of mitigation strategies, and will there be strong spatial variation of such efficiencies?
- Is the timing of severe mercury deposition events (such as the Arctic sunrise) correlated with ecosystem events (such as phytoplankton blooms, terrestrial bacterial growth) to such a degree that most mercury deposited will be taken up in the food chain? Is there large spatial variability of this phenomenon, in both the Nordic countries and in the Arctic?

#### **4. Relevant findings of the workshop to the discussion of priorities**

mercury concentrations found in Nordic and Arctic ecosystems are most likely due to atmospheric deposition. Riverine pathways as well as ocean currents are generally of minor importance.

Natural mercury emissions are probably about 1/3 of the total global emissions. While emission inventories are available as annual averages and on global grids of order 100X100 km<sup>2</sup>, the uncertainty in the inventories is unacceptably large. Natural emissions exhibit much more uncertainty than anthropogenic emissions, and natural emissions are more episodic. It was the group's opinion that annual averages are probably sufficient for modelling in support of the assessment and policy process, and there is no need to go to finer temporal resolution.

The present state of the art for atmospheric mercury modelling shows that model estimates are typically uncertain with a factor of two, based on comparisons with measurements of elemental mercury. For RGM, there are uncertainties reaching a factor of 10 in some places of Europe and the Arctic. In the Arctic, models of the Arctic sunrise depletion events can show uncertainties exceeding a factor of 10, depending on location. Model uncertainty in Europe is dominated by uncertainty in emission inventories and re-emissions from land surfaces. Model uncertainty in the Arctic is dominated by missing chemical mechanisms associated with the Arctic sunrise event, and large uncertainties in re-emissions from both sea and land surfaces.

For policy analysis, the relative benefits of reduced emissions can be estimated in spite of large uncertainties in mercury emissions. However, the regional variations around the Arctic associated with sunrise depletion events will complicate present policy studies, since the Svalbard events are not well modelled (see below).

The mercury depletion event of the Arctic sunrise, of perhaps one month duration, is most likely responsible for between 40% to 90% of the total annual deposition to the Arctic. During most years, the monitoring stations at Barrow, Alert, St. Nord, and Svalbard all showed mercury depletion events. There was one year, i.e., in 1999, where Svalbard did not experience an arctic sunrise mercury depletion event, while all

others did. One hypothesis which has been put forward to explain the lack of a depletion event at Svalbard is that the depletion events may be based on chemistry which is unique to the atmospheric boundary layer, since the halogens involved in the reactions are emitted from the sea surface. Note that the monitoring at Svalbard takes place on top of a mountain, while all other Arctic stations are located near sea level.

It is likely that minor mercury depletion events could also occur in midlatitudes of Europe, i.e., in areas where halogen reactions could take place, and using the same chemistry of the Arctic sunrise event. No such depletion events have yet been observed in Europe.

The Arctic sunrise event is most likely driven by atmospheric photochemical processes which are presently known to trigger reactions between elemental mercury and either chlorine and/or bromine halogens, thus producing the more volatile and rapidly depositing RGM. The beginning of the arctic mercury depletion event is thought to be triggered by photochemistry in the top film of snow, where sea salt halogens are released. There have been only a few laboratory studies of the halogen chemistry of mercury, and there are no Arctic research projects yet carried out which contain all the necessary measurements. Modelling (in Denmark and Canada) is now based on different assumptions of the possible chemistry. The Arctic sunrise depletion event which was missing at Svalbard but observed at other stations in 1999, presently cannot be modelled.

There are no monitoring programs which measure the concentrations of all relevant mercury components simultaneously, i.e., elemental mercury, RGM, and particulate mercury. Each has different deposition rates, and the rapid conversion of elemental to RGM is primary feature of the Arctic sunrise event. On the other hand, the US EPA has funded two small technology intercomparison studies related to air chemistry of the Arctic sunrise, to be carried out in Barrow and Svalbard.

Mercury depletion events of the Arctic spring have only been observed at central Arctic stations: Barrow, Alert, St. Nord, and Svalbard. A new station will be installed by NOAA in eastern Arctic Siberia, thus adding to geographic coverage. The event observed at more southern stations, i.e., Nuuk, Faroe Islands, central Canada, and Europe.

Air mercury measurements on the Faroe Islands showed very elevated concentrations during a short period in 2000. The elevated concentrations have been shown to be most likely due to long range transport from Hekla Volcano on Iceland, in one period, and long range transport from Europe during another.

Unlike the central Arctic, mercury deposition to the Faroe Islands and south Greenland is most likely dominated by wet deposition. Monitoring programs in these southern regions presently do not include wet deposition. In the Faroe Islands, a time-limited project has recently been initiated by the Food and Environment Agency,

Tórshavn, to analyze rain for mercury concentrations.

Measurements of RGM flux using "relaxed eddy accumulation" and a TEKRAAN was demonstrated in Barrow, Alaska, in April 2001. This study will be repeated by NOAA and NERI in 2002.

Atmospheric transport mechanisms are considered to be adequately treated in models, in particular in the European latitudes.

Re-emission is considered to be a major source of mercury over the open ocean. The biological and thermodynamic controls over re-emissions has not yet been investigated. There are, however, some simple parameterizations available. Re-emission from land is more problematic. It has been suggested that the new REA Hg flux technology should be employed to measure such upward fluxes, with particular reference to terrestrial regions of Europe, and coastal areas of the Arctic.

There is little known about the rates and mechanisms governing the transport of mercury up the food chains, i.e., from bacteria and phytoplankton up to marine and terrestrial mammals (including humans). Migration and foraging patterns are important in describing the mercury accumulation rates in different trophic levels.

There are various scientific investigations and even fewer monitoring programs, which have documented a time series of mercury endpoints which can easily be used in policy modelling. The massive data sets available on contaminated soils and arctic mammals, for example, have not been collected with consideration for use in the development of end to end models in support of policy analysis. The connection has to be made more apparent and monitoring programs need to be adjusted to consider policy modelling needs.

While peat cores from the Faroe Islands show that atmospheric mercury deposition is around three times higher than pre-industrial levels, the core data show that the mercury deposition has most likely been decreasing during the past 15 years. This implies that Faroe Islands and Arctic ecosystems will slowly approach more healthy conditions. However, without system modelling, it is not clear how quickly ecosystems will recover.

## **5. Priorities**

### *5.1 Emissions*

- \* Improved global emission inventories is needed, where speciation is provided. In particular, inventories need to include Hg(0), RGM, and particle emissions.
- \* Natural emissions need to be improved, on both regional and global scales.

### *5.2 Atmospheric chemistry*

- \* Initiate controlled laboratory studies which simulate the atmospheric and surface conditions associated with the Arctic sunrise mercury depletion events. Such studies should be dedicated to describing the chemistry responsible for production of RGM from elemental mercury.
- \* Establish a few monitoring stations in both Europe and the Arctic, which contain all three relevant mercury species (elemental, RGM, and particulate). Adding a mercury flux package on a periodic basis to each of these stations would be advantageous, in particular for the Arctic sunrise event. Candidate sites must be flat, easily accessible, and with good support infrastructure, thus Alert, St. Nord, and Barrow are ideal. Zackenberg is a potential future site, only if infrastructure is provided.

### *5.3 Regional models of surface mercury budgets (biomass uptake, flux into soils, re-emissions, etc.)*

- \* Develop a regional scale model of mercury flux between different components of the terrestrial and marine surface environments. One model for the Nordic countries, and another for the Arctic. Based on atmospheric Hg deposition, the model should predict Hg flux into surface biomass, into water and soils, and re-emitted flux to the atmosphere. Existing data bases should be used, as much as possible.
- \* Develop and apply the new REA mercury flux technology over selected terrestrial sites of Europe and selected sites of the Arctic, to measure deposition and re-emissions, i.e., in areas where re-emissions are anticipated. Flat areas only, no mountainous terrain nearby.

### *5.4 Mercury transport up the food chains*

- \* Develop a food chain flux model for mercury, which describes transport of Hg up the food chain. The model needs to be regional scale, and contain migration patterns of species at different trophic levels. This will also require coupling with the atmospheric transport and deposition model.

### *5.5 Data bases and accessibility*

\* Assemble existing data bases from all components of the policy model system as described in Section 2. It should include atmospheric, marine, terrestrial, and ecosystem information, as well as endpoint indicators. The data bases should be labelled with temporal and spatial information, including such detail as migration patterns of trophic level species.

## **6. Highest priorities for NMR**

\* Develop a regional scale model of mercury flux between different components of the terrestrial and marine surface environments. Based on atmospheric Hg deposition, the model should predict Hg flux into surface biomass, into water and soils, and re-emitted flux to the atmosphere. Existing data bases should be used, as much as possible.

\* Develop and apply the new REA mercury flux technology over selected terrestrial sites of Europe and selected sites of the Arctic, to measure re-emissions, i.e., in areas where re-emissions are anticipated. Flat areas only, no mountainous terrain nearby.

## **7. Highest priorities for AMAP**

\* Assemble existing data bases from all components of the policy model system as described in Section 2. It should include atmospheric, marine, terrestrial, and ecosystem information, as well as endpoint indicators. The data bases should be labelled with temporal and spatial information, including such detail as migration patterns of trophic level species.

\* Develop a regional scale model of mercury flux between different components of the terrestrial and marine surface environments. Based on atmospheric Hg deposition, the model should predict Hg flux into surface biomass, into water and soils, and re-emitted flux to the atmosphere. Existing data bases should be used, as much as possible.

\* Develop and apply the new REA mercury flux technology over selected flat coastal sites of the Arctic, to measure deposition and re-emissions, i.e., in areas where re-emissions are anticipated. Note flat areas only, no mountainous terrain nearby.

\* Initiate controlled laboratory studies which simulate the atmospheric and surface conditions associated with the Arctic sunrise mercury depletion events. Such studies should be dedicated to describing the chemistry responsible for production of RGM from elemental mercury.

\* Establish a monitoring station in the Arctic, which contains all three relevant mercury species (elemental, RGM, and particulate). The objective of such a station would be to parameterise the chemical mechanisms responsible for conversion of

elemental mercury to RGM, transformation of RGM to TPM, and deposition of RGM and TPM. Adding a mercury flux package on a periodic basis to each of these stations would be advantageous, at the least to quantitatively document the Arctic sunrise event. Ideally, it would be St. Nord, Alert, or Barrow. Secondary stations which focus on geographic variability of the halogen chemistry associated with sunrise events. As the only mountainous site, Svalbard should be the focus on a study to explore whether the arctic sunrise is confined to the atmospheric boundary layer or if it is a prevailing phenomenon throughout the troposphere.

## **Detailed Report from Working Group 2**

**Rapporteur: John Munthe**

### **1. Air surface exchange/re-emissions/natural emissions**

The oceans play a major role in the global cycling of mercury. Oxidised mercury in seawater can act as a reservoir which may be re-emitted to the atmosphere after reduction to  $\text{Hg}^0$ . The current knowledge of these processes indicates that re-emissions are of the same order of magnitude as wet deposition on the ocean surfaces. Since mercury is a pollutant with hemispherical and global distribution, the oceanic deposition/re-emission cycle may significantly influence the results of emission reductions on global or regional scales by a continuous release of mercury. An accurate assessment of the role of oceanic emissions can only be made using hemispherical or global models. At present, the global estimates of oceanic (re-) emissions are highly uncertain.

Increasing the understanding of oceanic re-emission/deposition processes and the role of the world's oceans as a reservoir of mercury would require very large research efforts. The Nordic countries cannot act alone in this but should actively seek international co-operation in scientific networks or collaborative programs within the European Union.

### **2. Terrestrial transfer to aquatic**

One of the most important processes for the long-term reduction of mercury contamination in freshwater fish in the Nordic countries is the export of mercury and methylmercury from forest soils and wetlands. Large quantities of mercury have accumulated in forest soils due to atmospheric deposition. A significant fraction of the mercury is probably of natural origin but clear increases in topsoil levels clearly show the impact of anthropogenic emissions over the last century.

Catchment export to lakes is a significant source of mercury in aquatic ecosystems. The transport of mercury and methylmercury from catchment to lake is linked to the transport of dissolved organic matter. The mechanisms and thus our capability to model and predict future export is limited.

Wetlands differ from forest soils in that the export of mercury and specifically methylmercury is significantly higher. The driving force behind this is not known.

Recent results from Finland and Sweden have shown that forestry practices may play an important role in the transfer of mercury and methylmercury from forest soils to the aquatic ecosystem. The main impact of forestry (clear-cutting or other activities) is probably the damaging of the forest soil and disturbance of the humic layer as well as the hydrology which leads to increased output of mercury as well as methylmercury.

Based on the above findings, on-going discussions and activities on restoration of wetlands and drained forest soils should be followed. If disturbance of hydrological pathways in forest soils leads to enhanced export of methylmercury then restoration of forest soils may lead to increased methylmercury levels in the aquatic ecosystems.

The role of sulphate deposition in the methylation of mercury in forest soils is to a large extent unknown. A feasible hypothesis is that sulphate in soil water stimulates sulphate reducing bacteria which in turn can methylate inorganic mercury.

Mercury has been shown to have negative effects on soil microbes. These findings indicate that mercury accumulation in forest soils may impact the forest ecosystem by affecting degradation of organic matter and thus release of nutrients etc. At present, only limited field and laboratory studies have been made. Experimental techniques have been developed which makes further studies of geographical variation and impact of external parameters such as organic matter characteristics and soil status feasible.

Mercury research on freshwater ecosystems has been almost non-existent during the last decade in the Nordic countries. Despite significant efforts during the seventies and eighties, several key questions remain unanswered. One major issue is the question of methylation: where it occurs and at which rate. Bioavailability of inorganic mercury and its variability with dissolved organic carbon characteristics is also an important issue.

In Arctic ecosystems, there is very little information on the pathways of mercury and methylmercury. With the discovery of the Mercury Depletion Events (MDE), a possible channel for mercury input to the food chain has been identified. Further research is, however, needed before the net input of mercury and its impact on Arctic ecosystems can be quantified.

### **3. Emissions, atmospheric speciation and dispersion**

Anthropogenic emission inventories are today available for mercury for Europe and globally. Uncertainties are relatively large especially for speciation and emissions from diffuse sources such as contaminated soils and small scale use of mercury. For natural emissions the uncertainties in current estimates are significant. Further

research into these areas is a high priority.

Atmospheric models capable of simulating transport and transformation of mercury on local, regional and global scales are today available. The development of large-scale models (global/hemispherical) is promising. Accuracy of models are dependent on accuracy of emission inventories, description of chemical transformations and deposition processes. Areas where more basic research is needed to provide model input are:

- Chemistry and deposition in the Arctic atmosphere
- Oxidation of elemental mercury in the free troposphere and the marine boundary layer
- Dry deposition of mercury species to vegetation (forests)

## Bilaga C Adresslista till deltagare vid de tre seminarierna

---

### Deltagare vid de tre seminarierna

| Deltagare                | Institution                                   | e-mail                                                                 | Land        |
|--------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Asman, Willem            | NERI, Department of Atmospheric Environment   | <a href="mailto:wa@dmu.dk">wa@dmu.dk</a>                               | Denmark     |
| Bartnicki, Jerzy         | Norwegian Meteorological Institute (DNMI)     | <a href="mailto:fajb@dnmi.no">fajb@dnmi.no</a>                         | Norway      |
| Berg, Torunn             | Norwegian Institute for Air Research (NILU)   | <a href="mailto:torunn.berg@nilu.no">torunn.berg@nilu.no</a>           | Norway      |
| Breivik, Knut            | Norwegian Institute for Air Research (NILU)   | <a href="mailto:kbr@nilu.no">kbr@nilu.no</a>                           | Norway      |
| Bringmark, Lage          | Sveriges Lantbruksuniversitet                 | <a href="mailto:lage.bringmark@ma.slu.se">lage.bringmark@ma.slu.se</a> | Sweden      |
| Brorström-Lundén, Eva    | IVL, Swedish Environmental Research Institute | <a href="mailto:eva.bl@ivl.se">eva.bl@ivl.se</a>                       | Sweden      |
| Christensen, Jesper      | NERI, Department of Atmospheric Environment   | <a href="mailto:jc@dmu.dk">jc@dmu.dk</a>                               | Denmark     |
| Duyzer, J.H.             | TNO                                           | <a href="mailto:j.h.duyzer@mep.tno.nl">j.h.duyzer@mep.tno.nl</a>       | Netherlands |
| Ebinghaus, Ralf          | GKSS Research Centre                          | <a href="mailto:ralf.ebinghaus@gkss.de">ralf.ebinghaus@gkss.de</a>     | Germany     |
| Fjeld, Erik              | Norwegian Institute for Water Research (NIVA) | <a href="mailto:eirik.fjeld@niva.no">eirik.fjeld@niva.no</a>           | Norway      |
| Geernaert, Gerald L.     | NERI, Department of Atmospheric Environment   | <a href="mailto:glg@dmu.dk">glg@dmu.dk</a>                             | Denmark     |
| Givelet, Nicolas         | University of Bern                            | <a href="mailto:fiona.roos@geo.unibe.ch">fiona.roos@geo.unibe.ch</a>   | Switzerland |
| Glasius, Marianne        | NERI, Department of Environmental Chemistry   | <a href="mailto:mag@dmu.dk">mag@dmu.dk</a>                             | Denmark     |
| Goodsite, Michael E.     | NERI, Department of Atmospheric Environment   | <a href="mailto:mgo@dmu.dk">mgo@dmu.dk</a>                             | Denmark     |
| Gårdfeldt, Katarina      | Göteborg Universitet                          | <a href="mailto:sommar@inoc.chalmers.se">sommar@inoc.chalmers.se</a>   | Sweden      |
| Havnø, Herdis Palsdottir | Miljøstyrelsen (Danish EPA)                   | <a href="mailto:hpa@mst.dk">hpa@mst.dk</a>                             | Denmark     |

## Bilaga C Adresslista till deltagare vid de tre seminarierna

|                         |                                                                                  |                                                                                              |                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Heidam, Niels Zeuthen   | NERI, Department of Atmospheric Environment                                      | <a href="mailto:nzh@dmu.dk">nzh@dmu.dk</a>                                                   | Denmark        |
| Hjæresen, Christina     | NERI, Department of Environmental Chemistry                                      | <a href="mailto:chj@dmu.dk">chj@dmu.dk</a>                                                   | Denmark        |
| Holoubek, Ivan          | RECETOX TOCOEN & Associates                                                      | <a href="mailto:holoubek@chemi.mu.cz">holoubek@chemi.mu.cz</a>                               | Czech Republic |
| Hoydal, Katrin          | Miljø- og Levnedsmiddelstyrelsen (Food and Environmental Agency)                 | <a href="mailto:katrinh@hfs.fo">katrinh@hfs.fo</a>                                           | Faroe Islands  |
| Johansen, Kurt          | Univ. of Southern Denmark                                                        | <a href="mailto:kkj@chem.sdu.dk">kkj@chem.sdu.dk</a>                                         | Denmark        |
| Johansen, Poul          | NERI, Department of Arctic Environment                                           | <a href="mailto:poj@dmu.dk">poj@dmu.dk</a>                                                   | Denmark        |
| Johansson, Kjell        | Swedish EPA                                                                      | <a href="mailto:kjell.johansson@ma.slu.se">kjell.johansson@ma.slu.se</a>                     | Sweden         |
| Knudsen, Kristina       | University of Odense                                                             | <a href="mailto:kkn@chem.sdu.dk">kkn@chem.sdu.dk</a>                                         | Denmark        |
| Kvietkus, Kestutis      | Institute of Physics, Atmospheric Pollution Research Lab.                        | <a href="mailto:kvietkus@ktl.mii.lt">kvietkus@ktl.mii.lt</a>                                 | Lithuania      |
| Larsen, Michael Roar Bo | NERI, Department of Atmospheric Environment                                      | <a href="mailto:mrl@dmu.dk">mrl@dmu.dk</a>                                                   | Denmark        |
| Laurent, Catherine      | NERI, Department of Atmospheric Environment                                      | <a href="mailto:cla@dmu.dk">cla@dmu.dk</a>                                                   | Denmark        |
| Leppänen, Sirkka        | Finnish Meteorological Institute (FMI)                                           | <a href="mailto:sirkka.leppanen@fmi.fi">sirkka.leppanen@fmi.fi</a>                           | Finland        |
| Lerche, Dorte           | National Environmental Research Institute, Department of Environmental Chemistry | <a href="mailto:dortelerche@hotmail.com">dortelerche@hotmail.com</a>                         | Denmark        |
| Lohse, Christian        | Univ. of Southern Denmark                                                        | <a href="mailto:lohdr@chem.sdu.dk">lohdr@chem.sdu.dk</a>                                     | Denmark        |
| McLachlan, Michael      | Baltic Sea Research Institute                                                    | <a href="mailto:michael.mclachlan@io-warnemuende.de">michael.mclachlan@io-warnemuende.de</a> | Germany        |
| Meili, Markus           | University of Stockholm                                                          | <a href="mailto:markus.meili@it.m.su.se">markus.meili@it.m.su.se</a>                         | Sweden         |
| Milukaite, Audrone-     |                                                                                  | <a href="mailto:ulevicv@ktl.mii.lt">ulevicv@ktl.mii.lt</a>                                   | Lithuania      |

## Bilaga C Adresslista till deltagare vid de tre seminarierna

|                     |                                                                                    |                                                                              |                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Regina              |                                                                                    | <a href="#">t</a>                                                            |                |
| Munthe, John        | IVL, Swedish Environmental Research Institute                                      | <a href="mailto:john.munthe@ivl.se">john.munthe@ivl.se</a>                   | Sweden         |
| Møller, Per         | NERI, Department of Arctic Environment                                             | <a href="mailto:pem@dmu.dk">pem@dmu.dk</a>                                   | Denmark        |
| Nielsen, Ole John   | University of Copenhagen                                                           | <a href="mailto:ojn@kiku.dk">ojn@kiku.dk</a>                                 | Denmark        |
| Palm, Anna          | IVL, Swedish Environmental Research Institute                                      |                                                                              | Sweden         |
| Petersen, Gerhard   | GKKS – Research Centre Intitute for Coastal Research System Analysis and Modelling | <a href="mailto:gerhard.petersen@gkss.de">gerhard.petersen@gkss.de</a>       | Germany        |
| Petersen, Maria C.  | NERI, Department of Atmospheric Environment                                        | <a href="mailto:mcp@dmu.dk">mcp@dmu.dk</a>                                   | Denmark        |
| Porvari, Petri      | Finnish Environment Institute                                                      |                                                                              | Finland        |
| Prevedouros, Costas | University of Lancaster                                                            | <a href="mailto:a.sweetman@lancaster.ac.uk">a.sweetman@lancaster.ac.uk</a>   | United Kingdom |
| Riget, Frank F.     | NERI, Dept. of Arctic Environment                                                  | <a href="mailto:ffr@dmu.dk">ffr@dmu.dk</a>                                   | Denmark        |
| Rognerud, Sigurd    | Norwegian Institute for Water Research (NIVA)                                      |                                                                              | Norway         |
| Roos, Fiona         | University of Bern                                                                 | <a href="mailto:fiona.roos@geo.unibe.ch">fiona.roos@geo.unibe.ch</a>         | Switzerland    |
| Shatalov, Victor    | MSC East                                                                           | <a href="mailto:viktor.shatalov@msceast.org">viktor.shatalov@msceast.org</a> | Russia         |
| Skjøth, Carsten A.  | NERI, Department of Atmospheric Environment                                        | <a href="mailto:cas@dmu.dk">cas@dmu.dk</a>                                   | Denmark        |
| Skov, Henrik        | NERI, Department of Atmospheric Environment                                        | <a href="mailto:hsk@dmu.dk">hsk@dmu.dk</a>                                   | Denmark        |
| Skaarup, Jesper     | COWI                                                                               | <a href="mailto:jss@cowi.dk">jss@cowi.dk</a>                                 | Denmark        |
| Sommar, Jonas       | Göteborg University                                                                | <a href="mailto:sommar@inoc.ch">sommar@inoc.ch</a>                           | Sweden         |

## **Bilaga C Adresslista till deltagare vid de tre seminarierna**

---

|                         |                                                          |                                                                                  |                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                         |                                                          | <a href="mailto:almers.se">almers.se</a>                                         |                |
| Sonne-Hansen, Christian | NERI, Dept. of Arctic Environment                        | <a href="mailto:csch@dmu.dk">csch@dmu.dk</a>                                     | Denmark        |
| Svensson, Margareta     | Sydskraft Sabak AB                                       | <a href="mailto:margareta.svensson@nat.oru.se">margareta.svensson@nat.oru.se</a> | Sweden         |
| Sweetman, Andrew        | Lancaster University                                     | <a href="mailto:a.sweetman@lancaster.ac.uk">a.sweetman@lancaster.ac.uk</a>       | United Kingdom |
| Sørensen, Tina          | Univ of Southern Denmark, Chem Inst.                     | <a href="mailto:tso@chem.sdu.dk">tso@chem.sdu.dk</a>                             | Denmark        |
| Verta, Matti            | Finnish Environment Institute                            | <a href="mailto:matti.verta@vyh.fi">matti.verta@vyh.fi</a>                       | Finland        |
| Wängberg, I             | IVL, Swedish Environmental Research Institute            | <a href="mailto:ingvar.wangberg@ivl.se">ingvar.wangberg@ivl.se</a>               | Sweden         |
| Zetzsch, Cornelius      | Fraunhofer Institut für Toxikologie und Aerosolforschung | <a href="mailto:zetzsch@ita.fhg.de">zetzsch@ita.fhg.de</a>                       | Germany        |
| Aagaard, Alf            | Danish EPA                                               | <a href="mailto:aaa@mst.dk">aaa@mst.dk</a>                                       | Denmark        |