

Årsmagasin 2012



HØYDEPUNKTER FRA 2011



En giftfri fremtid
– også for fattige land

side 14



Skjerpede EU-regler mot parabener
på vei

side 16

Innhold

Klimaforskning er viktig – overvåkning likeså	3
Ingen tegn til metanutslipp fra tinende permafrost – så langt	4
Klimaendringer og persistente organiske miljøgifter: Hvilke tiltak gir best uttelling?	7
Reaktivering av POPer	8
Dårlig luft i norske byer – men det finnes tiltak	9
Dieslbiler slipper ut mye mer enn antatt	10
Bedre luftkvalitet i Europa, men fortsatt langt unna målene	11
NILU forsker i en av verdens mest forurensede byer – Dhaka, Bangladesh	12
NILU overvåker luftkvaliteten i Abu Dhabi	13
En giftfri framtid - også for fattige land.	14
NILU-forskning bidrar til skjerpede EU-regler	16
«Nye» bromerte flammehemmere i alle nordiske land.	18
Årsaken til heksesot funnet?	19
Ny teknologi avslører ukjente forurensninger	20
FLEXPART: Modell med viktige bruksområder	21
Nanosikkerhet.	23
Fukushima – største kjernekraftulykken siden Tsjernobyl	24
Gode askedata berget flytrafikken	26
AVOID	29
NILU – viktig for miljøet	30
Nøkkeltall.	31
Vitenskapelige artikler	32



Redaksjon:

Anne Nyeggen, redaktør.

Sonja Grossberndt, Ingunn Trones, Kari Marie Kvamsdal
og Hildegunn Hammer, utforming og tilrettelegging.

Design: www.melkeveien.no

Foto: Alle bilder er kreditert NILU, unntatt hvor annet er oppgitt.

Forside: Stort bilde: Metanhydrater. Foto: Ian R. MacDonald,
Florida State University. Lite bilde øverst: Klima- og
forurensningsdirektoratet. Nederst: ©Fotolia

Foto: Ingar Næss



Velkommen til NILUs årsmagasin 2012. I dette gir vi høydepunkter fra forskning og aktiviteter fra 2011. Noen av artiklene er utgitt før, andre er nye. Året viser stor bredde i forskningen: Fra dramatiske uker med Fukushima-ulykken til stor oppmerksomhet fra media og forbrukere - og EUs vitenskapskomité - på NILUs forskning på parabener i hudpleieprodukter.

Hvis du vil se nøkkeltall for NILU, finner du dette bakerst i magasinet, sammen med en liste over vitenskapelige publiseringer. Vil du ha fullt regnskap fra 2011, gå på www.nilu.no. Vi ønsker alle en god lesning!

Anne Nyeggen
redaktør

Klimaforskning er viktig – overvåkning likeså

Klimameldingen 2012 slår fast at det fortsatt skal satses på forskning på effekter og tiltak, og på selve klimasystemet. Forskningen er også høyt prioritert i regjeringens nordområdesatsing, hvor kunnskap beskrives som selve navet i hele utviklingen av Nordområdene. Flere store satsinger skal støtte opp om forskning i Arktis, blant annet er tjue institusjoner med i et stort felles løft i FRAM-senteret i Tromsø. Men satses det like sterkt på miljøovervåkingen, selve hjørnesteinen i klimaforskningen?

Overvåkningsbudsjettene står stille

Klimameldingens positive budskap om mer forskning bør også sees i sammenheng med satsing på overvåkning og lange tidsserier. For samtidig med at det signaliseres at det skal satses på forskning, står overvåkningsbudsjettene stille. Miljøovervåkning og lange tidsserier er fundamentet for klima- og miljøforskningen, og behovet for grunnleggende overvåkningsdata med relevans for nordområdene er økende. Selv med en liten økning de siste fem årene, er det totale overvåkningsbudsjettet til Klima- og forurensningsdirektoratet, Klif, i dag lavere enn det var for tjue år siden. Justert iht konsumprisindeksen mottok Klif i overkant av 90 millioner til overvåkning i 1990, mot knapt 77 millioner i 2011.

Stramme rammer gjør at Klif prioriterer hardt. I denne vurderingen taper tilsynelatende overvåkning som ikke har like stor interesse for umiddelbare forvaltningsoppgaver, men som har stor verdi for de mer langsiktige nasjonale kunnskapsbehovene og for forskningen. For å få plass til nye prioriteringer, foreslår nå Klif bl.a. å redusere overvåkingen av forsurende stoffer. NILU ser med stor bekymring på at nesten 40 år gamle og meget verdifulle måleserier nå kan gå tapt. Resultatet vil bli en overvåkning som ikke tilfredsstiller faglige eller internasjonale krav til atmosfæreovervåkning.

Deler av dette programmet ble i sin tid etablert for å overvåke sur nedbør, men bruken er i dag langt bredere. For dataene gir også grunnleggende informasjon om atmosfærens sammensetning, klimasystemet og effekter av klimaendringer. Dette er en typisk utvikling for mange atmosfæriske måleserier, hvor anvendelsen av resultater ofte viser seg å bli samfunnsnyttige på flere områder enn det opprinnelige formålet tilsa.

Marginale kostnader

Overvåkning har marginale kostnader sett i forhold til konsekvenser for miljø og helse. Tiltak for å unngå eller redusere negative effekter innebærer kostnader av en helt annen størrelsesorden. Det er derfor avgjørende å se overvåkning, forskning og tiltak i en samfunnsøkonomisk sammenheng, for å vurdere den sanne verdien av lange tidsserier.

I lys av ovenstående blir det åpenbart at overvåkningsbudsjettene må økes. Videre må grunnleggende miljøovervåkning skjermes og ha en langsiktighet

som både ivaretar forvaltningens behov for å forstå klima- og miljøutviklingen, og som sikrer disse seriene for langsiktig kompetansebygging. Dette vil være nyttig for både samfunn og forvaltning.

I dette årsmagasinet gir vi høydepunkter fra vår forskning i 2011. De fleste prosjektene som omtales, benytter overvåkningsdata i større eller mindre grad. Det gir en liten illustrasjon på miljøovervåkingens betydning.

Kari Nygaard
Adm.dir



Foto: Ingar Næss



Ingen tegn til metanutslipp fra tinende permafrost – så langt



Av Anne Nyeggen

Et forskerteam har ved hjelp av isotop-analyser av metan undersøkt årsaken til økningen i metankonsentrasjonene som er målt på Zeppelinobservatoriet i Ny-Ålesund. Resultater fra 2008 og 2009 viser at det var særlig store utslipp av metan fra våtmarker og gasslekkasjer fra russiske gassfelt disse årene. Det er ingen indikasjoner på at utslipp fra hydrater på havbunnen når atmosfæren. – Foreløpig ser vi heller ikke klare tegn til økte utslipp av metan fra tinende permafrost, sier seniorforsker Cathrine Lund Myhre fra NILU.

Seniorforsker Cathrine Lund Myhre beroliger:
– Det er foreløpig ingen tegn til metanutslipp fra tindende permafrost. Foto: Ingar Næss

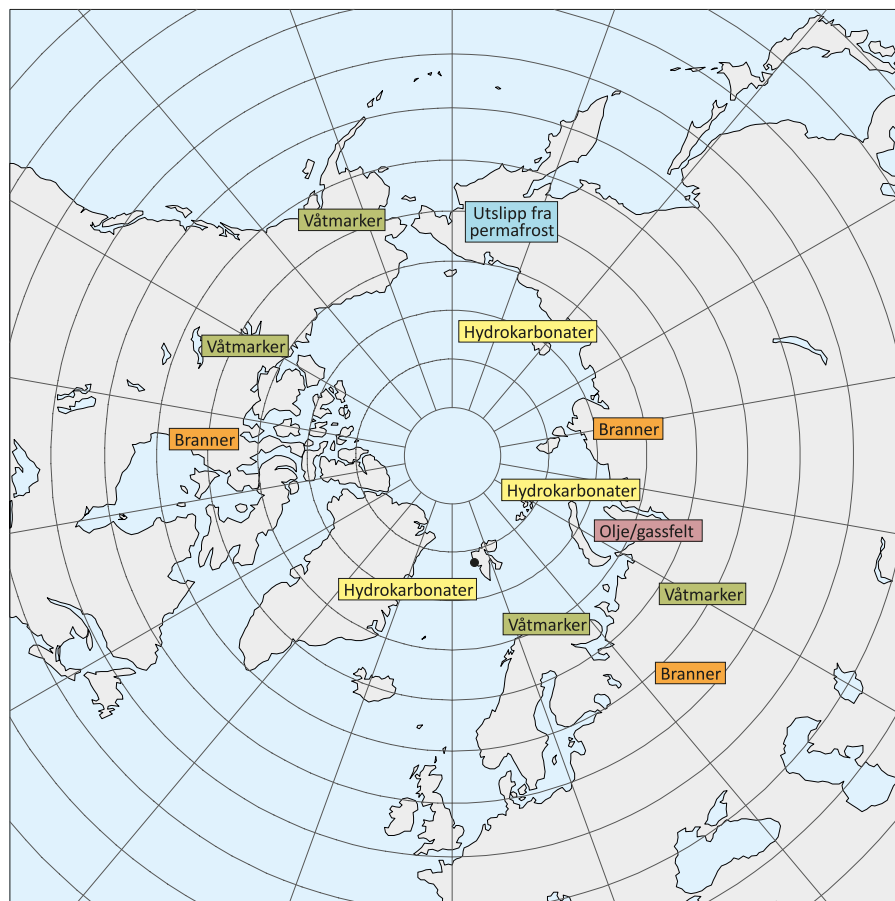
Bekymringsfulle metanøkninger

Etter CO₂ er metan den viktigste bidragsyteren til menneskeskapt global oppvarming, og gassen har både menneskede og naturlige utslippskilder.

Målinger som NILU har gjort ved observatoriet på Zeppelin ved Ny-Ålesund, har vist en stadig økning i metankonsentrasjonene de siste fem årene. Dette har vært sammenfallende med metanøkninger som er målt både på andre stasjoner i Arktis, og også globalt sett.

En er imidlertid særlig bekymret for endringer i de store potensielle metankildene i Arktis. Det er enorme mengder karbon lagret i permafrost både på land og havbunn. Disse kildene kan slippe ut store mengder metan dersom permafrosten tiner.

– Da får vi en såkalt positiv feedback,



▲ Illustrasjon på hvor de ulike metankildene befinner seg.

◀ Arktiske våtmarker i Russland viste seg å være en viktig kilde til metanøkninger registrert på Zeppelin i 2007 og 2008. Foto: Michael Trepel

eller tilbakekoblingsmekanisme forklarer Cathrine Lund Myhre: – Når permafrost-en tiner, slippes det ut store mengder metan. Dette bidrar til økt oppvarming, og økt tining av permafrost, som igjen bidrar til ytterligere økning av metan-utslippene.

Hvorfor øker metan i atmosfæren?

De siste årene er derfor forsknings-aktiviteten rundt metan intensivert for å forstå endringene som påvirker nivået av gassen i atmosfæren:

- Det var en særlig stor økning i metan i 2007 og 2008. Isotopmålinger av metan på Zeppelin som vi har utført i samarbeid med Royal Holloway, University of London, viser at Arktiske våtmarker i Russland var en viktig kilde. Dette kan skyldes den spesielt varme sommeren i Arktis i 2007. I det hele tatt

er våtmarker en hovedkilde til metan-utslipp om sommeren, forklarer Cathrine Lund Myhre. Når det gjelder økningen som ble regi-strert våren 2009, har forskerne funnet ut at også gasslekkasjer fra gassledninger kan forklare en del av dette. – Det er bemerkelsesverdig at gassledninger lekker så mye at det gir økning i regionale metankonsentrasjoner. Dette burde også være økonomisk lønnsomt å redusere, sier Cathrine Lund Myhre.

Forskerne var spesielt interessert i om de kunne se tegn til at det har vært utslipp fra metanhydrater som ligger lagret i store mengder på havbunnen nær Zeppelin og vest for Spitsbergen. Det var kampanjer med skip for å undersøke dette samtidig som det ble gjort målinger på Zeppelin.

- Vi kan foreløpig ikke se noen tegn

til at metanøkningen kommer fra denne kilden. Men dette kan endre seg, særlig i grunne havområder, hvis temperaturen i Arktis fortsetter å øke, sier Cathrine Lund Myhre. Metanhydrater er metan bundet til vann i iskrystaller. Metan lekker fra disse hydratene, men foreløpig måler vi ikke økninger i atmosfæren fra disse kildene. Dette er imidlertid temperaturavhengig: Øker havtemperaturen, vil metan-isen smelte, og metanet løses opp i vann. Dette er en av bekymringene.

Også økning på den sørlige halvkule

Det er også målt en økning i metan-konsentrasjonene på den sørlige halvkule. Det antas at dette skyldes at tropiske våtmarker i Amazonas og Indonesia hadde større utslipp på grunn av endret og økt nedbør og flere tropiske branner høsten 2006.





Metanhydrater er metan i is-krystaller som ligger lagret på sjøbunnen. Metan lekker fra hydratene, og jo varmere vann, jo større lekkasje. Foreløpig er det ikke registrert lekkasje til atmosfæren fra metanhydratene på Svalbard. Foto: Ian R. MacDonald

Komplisert målemetode

Forskningsteamet har benyttet såkalte isotopmålinger for å identifisere metankildene. Ulike metankilder har ulik sammensetning av karbonisotoper. Kunnskapen om dette benyttes sammen med modellering av lufttransporten til Zeppelin, for å identifisere kilder og kildeområder. Metoden er spesielt utfordrende å benytte i Arktis, fordi kildene gir svake isotopsignaler. – Dette krever høy presisjon fra både apparater og målemetodikk, sier Lund Myhre. Isotoparbeidet og analysene er ledet av og utført ved Royal Holloway, University of London.

Forskerteamet bak studien er et samarbeid mellom NILU og Universitetet i Tromsø fra Norge, universitetene i London, Southampton og Oxford i England samt Royal Netherlands Institute for Sea Research. R.E. Fisher og E. Nisbet fra Royal Holloway University of London har ledet prosjektet.

Prosjektet har vært støttet av Natural Environment Research Council som del av deres bidrag i det Internasjonale polaråret, samt støtte fra Royal Holloway. EU har også bidratt med støtte bl.a. fra GEOMON-programmet.

Cathrine Lund Myhre leder nå et forskningsprosjekt i regi av Forskningsrådet «Causes and effects of Global and Arctic changes in the Methane budget» (GAME), hvor isotopmålingene skal

videreutvikles med sikte på å få kontinuerlige isotopmålinger på Zeppelin.

Studien «Arctic methane sources. Isotopic evidence for atmospheric inputs» er publisert i Geophysical Research Letters <http://www.agu.org/pubs/crossref/2011/2011GL049319.shtml>

Mer om metan

Mens NILUs målinger fra 1998 til 2005 viste relativt stabile konsentrasjoner, har det vært årlige økninger fra 2006 til 2009. Økningene er spesielt synlige høsten 2007 og senhøsten 2009. 26. desember 2009 ble det målt et nivå på 1975 ppb (parts per billion). Dette er det høyeste som noen gang er målt på Zeppelinobservatoriet. Andre episoder med svært høye verdier er senere blitt målt i perioden. Det globale nivået nådde også ny rekord i 2009 med 1803 ppb, en økning på 5 ppb siden 2008.

Rundt 60 % av metanet i atmosfæren stammer i dag fra menneskeskapt kilder. De viktigste av disse

kildene er jordbruk (drøvtyggere), rismarker, søppelfyllinger, kull, olje, gass og branner. De viktigste naturlige kildene er våtmarker, termitter, geologiske kilder, havet, ville dyr og branner. Det er også store naturlige reservoarer av metan lagret i permafrosten, både på land og i havbunnen. En økning av metan i atmosfæren kan enten skyldes en økning i utslipp fra en eller flere kilder, eller en endring i nedbrytningen. Metan brytes stort sett ned av OH i atmosfæren og har en levetid på ca 10 år. Det er forventet at mange av de naturlige kildene er påvirket av klimaendringer som endring i temperatur, særlig i Arktis, og endring i nedbør.

Klimaendringer og persistente organiske miljøgifter: Hvilke tiltak gir best uttelling?

Det er mulig å redusere utslipp av både CO₂ og POPer samtidig, sier NILU-forskere i FN-rapport.

Av Sonja Grossberndt

Klimaendringer fører til økt spredning av persistente organiske miljøgifter (persistent organic pollutants – POPs), og dermed menneskenes og miljøets sårbarhet for skadelige effekter. Dette gir grunn til bekymring. Samtidig har NILU-forskere oppdaget at tiltak som i utgangspunktet har som mål å redusere utslipp av drivhusgasser, utilsiktet fører til reduserte utslipp av POPer og andre miljøgifter.

NILU-forskerne Jozef Pacyna, Kyrre Sundseth og Elisabeth Pacyna har bidratt med et kapittel i FN-rapporten 'Climate Change and POPs Inter-Linkages' ('Klimaendringer og POP-forbindelser') der de tar for seg fordelene man oppnår ved reduksjon av både CO₂- og POP-utslipp.

Kvalitativ vurdering

– Klimatiltak påvirker utslipp av POPer særlig innenfor industri-, transport- og avfallssektoren forklarer Pacyna, avdelingsdirektør for senter for økologi og økonomi ved NILU. Vi har gjennomført en kvalitativ vurdering av fordelene som oppnås ved å redusere CO₂-utslipp fra ulike utslippskilder.

Det virker som om strukturelle endringer, som for eksempel energieffektivisering i energisektoren eller å erstatte fossilt brennstoff med fornybar energi, er de mest effektive virkemidlene for å

redusere utslippene av både av CO₂ og utilsiktede POPer. Endringene har større effekt enn f.eks å fjerne miljøgiftene etter at de er dannet (som for eksempel i katalysatorer eller filtersystemer). Å forby åpen forbrenning av avfall vil også være fordelaktig både for reduksjon av drivhusgasser og de uønskede POPene som kan dannes ved forbrenningen.

Neste skritt

– Det er viktig å få til en god kommunikasjon og samarbeid mellom nøkkelaktører som arbeider for reduksjon av klimautslipp og luftforurensning. Dette vil redusere risikoen for negative virkninger på mennesker og natur, understreker Pacyna. Å utvikle strategier som gir effekt både nasjonalt og internasjonalt blir den neste oppgaven for alle involverte – forskere, politikere som industriledere.

En systematisk gjennomgang

For første gang har det blitt gjennomført en systematisk gjennomgang av klimaendringers påvirkning på transport og eksponering av POPer. Rapporten, som er utført av ledende eksperter fra 12 land på oppdrag fra FN og AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) gir en omfattende oversikt over de komplekse forbindelsene mellom klima og POPer. Resultatene er utarbeidet som støtte for beslutningsprosesser.

STOCKHOLMKONVENSJONEN

«Stockholmkonvensjonen: konvensjon om persistente organiske miljøgifter (POPer)», er en global avtale under FNs miljøprogram (UNEP). Den har som mål å beskytte mennesker og miljø mot persistente organiske miljøgifter (POPer) ved å eliminere eller begrense produksjon og bruk av disse kjemikaliene. Avtalen ble signert i 2001 i Stockholm, og trådte i kraft i 2004. I 2011 forpliktet 173 land seg til å treffe tiltak for å eliminere eller redusere utslipp av POPer til miljøet.

POPer

Persistente organiske miljøgifter (POPer) er organiske kjemikalier som nedbrytes svært langsomt i miljøet, har evne til å oppkonsentreres i levende organismer (bioakkumulerer) og har skadelige effekter på helse og/eller miljø. POPer kan spres over store geografiske avstander med vind- og havstrømmer. Deres evne til å bioakkumulere i levende organismer medfører også at de kan spres over lange avstander via fugler, fisk og sjøpattedyr, og konsentrasjonen vil stige oppover i næringskjeden.

POPer omfatter for eksempel industri-kjemikalier som PCB, plantevernmidler som DDT og utilsiktet produserte bi-produkter som polyklorerte dioksiner og furaner (populært kalt dioksiner).

Reaktivering av POPer

Den gode nyheten: De fleste POPer i arktis har vist synkende trender siden 1990-tallet.

Den dårlige nyheten: Effektene av klimaendringer kan svekke denne utviklingen.

Av Sonja Grossberndt

I mange år har tungt nedbrytbare organiske forurensninger (persistent organic pollutants – POPer) blitt brukt i stort omfang innenfor industrielle prosesser i mange land over hele verden. En dreining mot en mer miljøvennlig tenkning førte til reduserte POP-utslipp på 1990-tallet. Denne utviklingen ble støttet av Stockholmkonvensjonen, som trådte i kraft i

2004 og som frem mot 2011 førte til at 173 land forpliktet seg til å treffe tiltak for å fjerne eller redusere POP-utslipp til miljøet for 22 POP forbindelser.

Likevel viser forskningsresultater fra NILU at POP-konsentrasjoner i luften igjen vil øke de neste årene i luften rundt Svalbard:

– POPer har lang levetid. Etter at de er sluppet ut i atmosfæren, kan de akkumulere i miljøet hvor de, på grunn

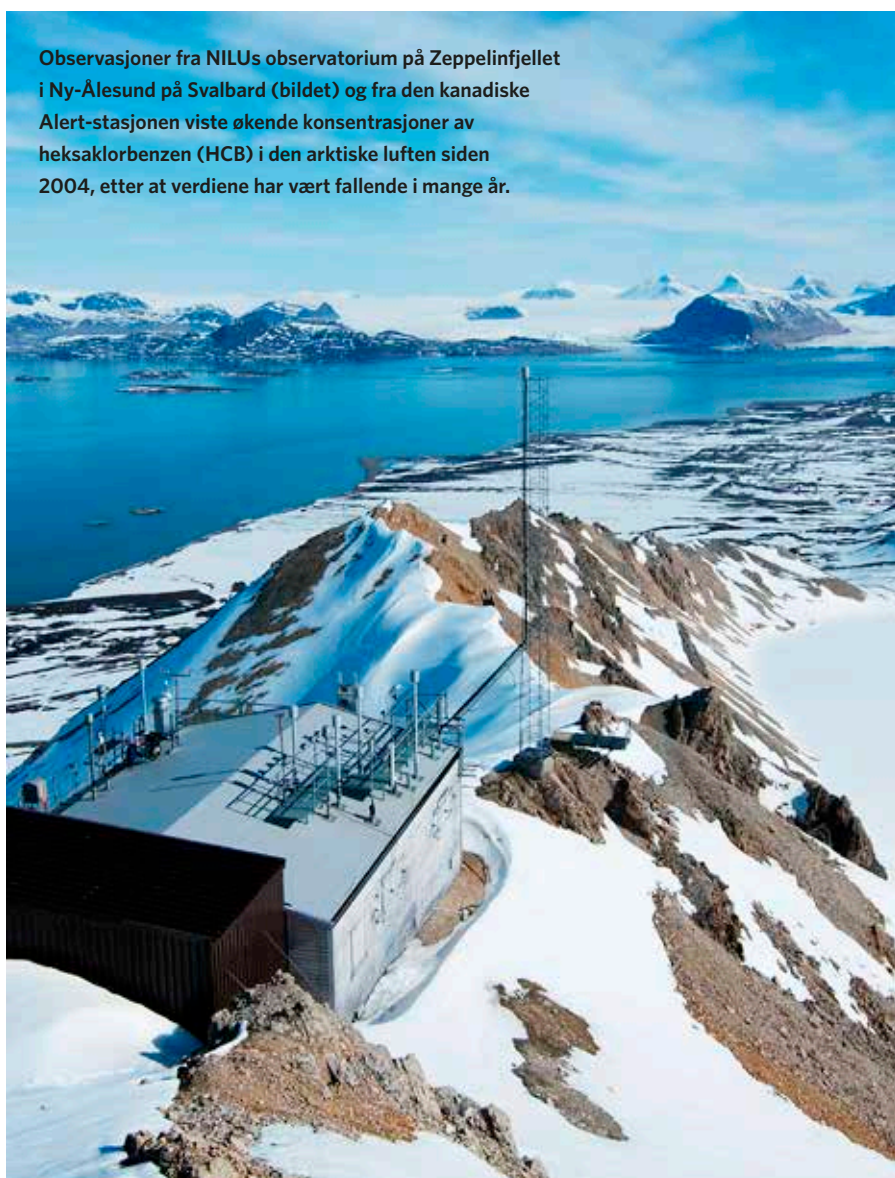
av de giftige egenskapene, forårsaker skader på dyrelivet og mennesker, sier NILU-forsker Roland Kallenborn (nå Universitetet for miljø- og biovitenskap). POPer kan også transporteres over lange avstander og nå fjerne steder som for eksempel Arktis, der de akkumulerer i miljøet, fortsetter han.

Målinger viser at en stor del av de forurensende stoffene som tidligere var bundet til snø, is og permafrost i nord-områdene nå frigis igjen, etter at flerårs-is, permafrost og isbreer smelter i Arktis.

– Resultatene viser at den globale oppvarmingen, som er forårsaket av klimaendringer, også påvirker skjebnen til POPer i det arktiske miljøet, forklarer Kallenborn. Observasjoner fra NILUs observatorium på Zeppelinfjellet i Ny-Ålesund på Svalbard og fra den kanadiske Alert-stasjonen har vist økende konsentrasjoner av heksaklorbenzen (HCB) i den arktiske luften siden 2004, etter at verdiene har vært fallende i mange år. Via avansert modelleringsarbeid basert på Zeppelindata vises det også at konsentrasjoner av polyklorerte bifenyl og heksaklorsyklusheksan (HCH) kommer til å øke i den arktiske luften rundt Svalbard i framtiden. Arktisk oppvarming og redusert is vil reaktivere POPer som har ligget lagret i snø og is, og føre dem tilbake til atmosfæren, der de igjen blir tilgjengelige for sirkulasjon.

– Konsekvensene av dette kan være økt opptak av stoffene i det arktiske næringsnettverket igjen, sier Kallenborn.

Resultatene av den langvarige målingskampanjen på Zeppelinstasjonen var grunnlaget for en omfattende modelleringstudie, som ble publisert i *Nature Climate Change* i juli 2011. Resultatene understreker hvor viktig det er å bedre forståelsen og bevisstheten om effektene av klimaendringer på miljøgifter. Kunnskapen vil være et godt bidrag til det globale arbeidet for å utvikle strategier for tilpasning eller utslippsreduksjoner ved økt eksponering for miljøgifter.



Observasjoner fra NILUs observatorium på Zeppelinfjellet i Ny-Ålesund på Svalbard (bildet) og fra den kanadiske Alert-stasjonen viste økende konsentrasjoner av heksaklorbenzen (HCB) i den arktiske luften siden 2004, etter at verdiene har vært fallende i mange år.

Dårlig luft i norske byer – men det finnes tiltak

Luftkvaliteten i flere store norske byer er nå så dårlig at den forårsaker betydelige helseproblemer, og i verste fall kan luftkvaliteten bli enda verre i årene som kommer. – Den gode nyheten er at det finnes tiltak som kan skape bedre luftkvalitet, forteller NILUs Leonor Tarrasón.

Av Bjarne Røsjo

2011 var året da alle snakket om dieselbiler og luftkvaliteten i de store byene, ikke minst etter at NILU-forskeren Dag Tønnesen gikk ut med et regnestykke som viste at bompengепrisen for dieselbiler i Oslo måtte økes med flere hundre kroner, hvis det skulle ha noen effekt på luftkvaliteten. – Det utspillet var et signal om at det er nødvendig å gå drastisk til verks hvis en vil gjøre noe med forurensningsproblematikken i storbyene på de verste dagene. Men det viktigste Dag sa var at det er fullt mulig – og på tide – å innføre systemer som gjør at de som forurensrer mye, betaler mer enn de som forurensrer lite, oppsummerer avdelingsleder Leonor Tarrasón i NILUs avdeling by og industri.

Nitrogenoksider forårsaker helseproblemer

Nitrogenoksider (NO_x) er en samlebetegnelse for gassene nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO_2), som begge dannes under forbrenning i blant annet bilmotorer. Særlig NO_2 utgjør en helsemessig risiko, idet gassen forårsaker økt sykkelighet og dødelighet for personer med hjerte-karsykdommer og lungesykdommer. Frem til i dag har man tillatt langt høyere NO_x -utslipp fra dieselbiler enn fra

bensinbiler, men i 2014 blir det innført strengere krav til NO_x i hele EØS-området.

Den norske Forurensningsforskriften ble skjerpet fra 2010, blant annet med en bestemmelse om at årsgjennomsnittet for NO_2 i luften i bebodde områder ikke skal overstige 40 mikrogram per kubikkmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Forskriften sier også at man kan ha maksimalt 18 timer over 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i løpet av et år. NILU publiserte i 2011 tall som viste at både Oslo, Bergen, Trondheim og Stavanger hadde årsmiddelverdier over 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2010, og at både Oslo og Bergen hadde mer enn 150 enkeltepisoder med overskridelser av 18-timersgrensen.

Kan bli enda verre

Beregninger utført av NILU for Norges Astma- og Allergiforbund (NAAF) i 2011 viste at luftkvaliteten i Oslo i 2025 vil bli enda verre, hvis utviklingen i personbilsalget fortsetter som i dag. – Vi har kommet til at det er et trygt valg for både klima og lokal luftforurensning, hvis vi får på plass en avgiftspolitik og lokale tiltak som favoriserer bruk av små bensinbiler, hybridbiler og elektriske biler. I tillegg er det naturligvis viktig å satse mer på kollektivtrafikken, samt å utvikle mer effektive systemer for varetransport. I Oslo er de mange små dieseldrevne vare- og lastebilene i distri-



Det er fullt mulig å innføre systemer som lar de som forurensrer mye betale mer enn de som forurensrer lite, sier Leonor Tarrasón, avd.dir i NILUs avdeling for by- og industriforurensning.

Foto: Ingar Næss

busjonsbransjen faktisk et større problem for folkehelsen enn tungtransporten langs hovedveiene, forteller Tarrasón.

Dialog med myndighetene

I 2007 ble det innført en avgiftsendring som gjorde dieselbiler mer attraktive, fordi de har lavere utslipp av klimagassen CO_2 enn bensinbiler. I 2011 la Regjeringen fram et nytt forslag til endring i drivstoffavgiftene, men denne gangen kom endringen etter et stort møte der både NILU, Helsedirektoratet, Klima- og forurensningsdirektoratet, Transportøkonomisk institutt, NAAF og kommunesektoren hadde dialog med statssekretærene fra de berørte departementene. – Det er veldig positivt at forskere og fagmiljøer kan presentere faktabasert og kvantifisert informasjon til politikerne, slik at de kan få et kunnskapsbasert grunnlag for de beslutningene som skal tas, mener avdelingsdirektør Leonor Tarrasón.



Dieserbiler slipper ut mye mer enn

Beregninger som er gjort av Transportøkonomisk institutt - TØI og NILU viser at partikkelutslippene fra kjøretøy har minket, mens utslippet av helseskadelige nitrogendioksider (NO_2) i norske storbyer har økt.

Av Anne Nyeggen og Sonja Grossberndt

Det skyldes to utviklingstrekk: - Dieselmotorene er blitt mer effektive enn de var for noen år siden, og dette har redusert utslippene av CO_2 . I tillegg har rensesystemer i moderne dieselmotorer redusert utslipp av partikler, men dessverre ikke utslipp av NO_2 . Tvert imot har utslipp av NO_2 (en bestanddel av NO_x) fra nye dieserbiler økt betydelig etter år 2000, forklarer Karl Idar Gjerstad, forsker ved NILU. Årsaken til dette er todelt: Mer effektive motorer har høy forbrenningstemperatur som gir høyt utslipp av NO_x . I tillegg vil en betydelig andel av dette NO_x -utslippet reagere med oksygen i partikkelfilteret og danne NO_2 .

Denne utviklingen har gått parallelt med at vi i Norge har fått en reduksjon i avgiftene til diesebilene slik at andelen dieserbiler i trafikken har økt betydelig. I 2010 var ca 75 % av alle solgte nye personbiler i Norge dieserbiler.

- Vi husker godt vinteren 2010/2011, da luftforurensningen i Bergen og Oslo overskred grenseverdiene for NO_2 et stort antall ganger, fortsetter Gjerstad. Kombinasjonen av økt andel dieserbiler, køkjøring, kaldt klima og værphenomenet inversjon førte til denne situasjonen.

Høye nivåer av NO_2 kan oppstå enda hyppigere hvis andelen av kjøretøy med dieselmotor fortsetter å øke.

En dieserbuss mot 300 bensinbiler

Økning i bruk av dieselkjøretøy kan også redusere effekten av tiltak som datokjøring ved høy forurensning. - Hvis en iverksetter datokjøring må en sikre seg at bussene som settes inn som erstatning for bilene ikke forurenser mer enn de bilene som de skal kompensere for. En dieserbuss slipper ut like mye NO_2 som fire dieserbiler, eller hele 300 bensinbiler, forklarer Gjerstad. - Det er dermed mye mer effektivt å forby dieserbiler på sterkt forurensede dager enn å innføre datokjøring for alle personbiler.

Reelle utslipp mye høyere enn godkjenningsskrav

Alle biler må godkjennes før de kan tas i bruk i trafikken. For å bli godkjent, må bilene blant annet dokumentere at utslipp av NO_x er lavere enn tillatt grense i henhold til gjeldende krav. For å dokumentere dette testes bilene i en typegodkjenningstest. Spørsmålet er om denne testen holder når det gjelder norske kjøreforhold:

I studien som TØI og NILU utførte,

viste det seg nemlig at dieserbiler slipper ut mye mer NO_x under reelle kjøreforhold, med bykjøring og køkjøring i vintertemperatur, enn de gjør under testing for typegodkjenning.

I rapporten ble det beregnet hvordan utslippet fra veitrafikk i Stor-Oslo kan forventes å utvikle seg frem mot 2025. NILU gjennomførte beregninger basert på oppdaterte utslippsfaktorer som TØI har utarbeidet. Disse faktorene tar hensyn til målinger av faktiske utslipp fra ulike kjøretøyklasser.

Under reelle forhold slipper en diesebil ut 6-8 ganger mer NO_x enn hva den er godkjent for. Et slikt avvik finner vi ikke for bensinbiler. Dermed ser vi at en diesebil slipper ut like mye NO_x som 20-40 tilsvarende bensinbiler og



Karl Idar Gjerstad, forsker ved NILU, har sammen med TØI gjort beregninger av faktiske utslipp fra dieserbiler. Foto: Ingar Næss

antatt

like mye NO₂ som 50-80 tilsvarende bensinbiler.

Veien framover

Det finnes mange ulike tiltak som kan vurderes for å overholde grenseverdiene

– Under reelle forhold slipper en dieselbil ut 6-8 ganger mer NO_x enn hva den er godkjent for.

for NO₂ mener Karl Idar Gjerstad. – Strengere utslippskrav til kjøretøy skal komme i 2014, men ingen vet hvor mye kjøretøy som oppfyller de nye kravene vil slippe ut i virkelig trafikk. Teknologi for å redusere og fjerne NO_x finnes, men det er vanskelig å forutse effektiviteten. Kjøreforbud på dager med høy forurensning eller engangsavgift for biler med høy NO_x-komponent er en mulighet for å takle NO₂-problematikken i norske storbyer. Det kreves kompetanse om teknologi, utslipp og spredning av avgasser for å redusere utslipp av NO_x, NO₂ og andre forurensende avgasser, sier Gjerstad.

Lenke til rapporten:

<http://www.vegvesen.no/Om+Statens+vegvesen/Media/Siste+nyheter/Vis?key=287228>

Bedre luftkvalitet i Europa, men fortsatt langt unna målene

Luftkvaliteten i Europa har vist en liten bedring de siste tjue årene, men enkelte forurensningskonsentrasjoner utgjør fortsatt en trussel for folks helse. Dette går frem av en ny rapport om Europas luftkvalitet som ble lansert i Europaparlamentet i november 2011.

Av Sonja Grossberndt

Rapporten viser at luftkvaliteten på kontinentet har bedret seg de siste 20 årene. Bedringen skyldes særlig nedgang i utslipp av svovel og bly.

– Europas luftkvalitet er generelt blitt bedre, men konsentrasjonen av enkelte forurensende stoffer er fortsatt en fare for folks helse, sier Cristina Guerreiro fra NILU. – Det er flere av luftkvalitetsmålene som ikke er nådd. Spesielt har konsentrasjonene av bakkenært ozon og svevestøv holdt seg stabilt de siste årene, til tross for innsatsen for å redusere utslippene og bedre luftkvaliteten. Overskridelser av grenseverdier for NO₂ – nitrogendioksid – er også utbredt i Europeiske byer, inkludert Oslo og Bergen, påpeker Guerreiro.

Guerreiro har sammen med Steinar Larssen fra NILU og med forskere fra det nederlandske riksinstitutt for helse og miljø – RIVM – utarbeidet rapporten på oppdrag fra EEA.

«Air quality in Europe — 2011 report gir oppdaterte data om Europas luftkvalitet de siste tyve årene. Den gir også en oversikt over politikk og tiltak for å bedre luftkvalitet på europeisk nivå. Rapporten ble lansert i Europaparlamentet i november 2011, og er den første av en ny årlig serie av EEA-rapporter om status og utvikling av luftkvaliteten i Europa.

Rapporten inngår som del av arbeidet i European Topic Center for Air Quality and Climate Mitigation.

Rapporten kan lastes ned her:

<http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2011>.



– Forurensningen i Europa er blitt mindre, men er fortsatt en helseisrisiko, sier Cristina Guerreiro, forsker ved NILU. Foto: Ingar Næss



Foto: © Morten Almealand/Fotolia



NILU forsker i en av verdens mest forurensede byer – Dhaka, Bangladesh

NILU er halvveis gjennom et treårig prosjekt i en av verdens mest forurensede byer, Dhaka, Bangladesh. Prosjektet, som er støttet av NORAD, har som hovedmål å bygge kompetanse og lære opp eksperter i Miljøverndepartementet i Bangladesh. Prosjektet bidrar også med verktøy for bruk i planlegging og forvaltning av luftkvalitet.

Av Scott Randall og Bjarne Sivertsen

I prosjektet *Bangladesh Air Pollution Management (Bangladesh forvaltning av luftkvalitet – BAPMAN)* har eksperter fra NILU gjennomført lokale screeningundersøkelser og utviklet forvaltningsverktøy og systemer for innsamling av data til utslippsoversikter.

I februar ble det gjennomført enkle feltmålinger av NO_2 , SO_2 , bakkenær ozon og svevestøv. Resultatene viser at både nasjonale og internasjonale standarder jevnlig overskrides i vinterhalvåret (tørketiden). Høye konsentrasjoner av svevestøv skyldes utslipp fra over tusen teglsteinfabrikker som omgir byen. Utslipp fra trafikk, åpen brenning av avfall

og mer fjerntliggende kilder bidrar også. En regional støvsky som dekker hele den nordlige del av den indiske halvøya bidrar også til høye svevestøvkonsentrasjoner i perioder om vinteren. Disse skyene vises tydelig i satellittobservasjoner.

Kunnskap om utslippene er en viktig del av planleggingsverktøyet for luftkvalitet. Derfor satser BAPMAN-prosjektet på å gi de lokale myndighetene prosedyrer og verktøy for å gjennomføre så komplette utslippsoversikter som mulig. Det er en stor utfordring å samle tilstrekkelig informasjon fra alle kildene i Dhaka-området.

Et annet prosjekt, «Bangladesh Air Pollution Studies» (BAPS), som ble igangsatt i 2011 med støtte fra Verdensbanken, er en videreføring og komplettering av NORAD-prosjektet. BAPS har



Over tusen teglstensfabrikker omgir byen og sørger for høye konsentrasjoner av svevestøv i Dhaka. Foto: Scott Randall, NILU

Luftforurensede

som formål å komplettere utslippsoversikten for Dhaka og foreta en liknende oversikt for Chittagong. BAPS-prosjektet skal dessuten gjennomføre modellering av luftkvaliteten og vurdere den relative betydningen av forurensningskildene. Dette prosjektet skal også gjennomføre måling og beregning av utslipp fra industrikilder og vurdere tiltak mot veistøv.

OM STUDIEN

Feltstudier som ble gjennomført i Dhaka i februar 2011 var basert på passiv prøvetaking av NO_2 , SO_2 , og bakkenær ozon. Svevestøvkonsentrasjoner ble innsamlet med bærbart utstyr i tørketiden (vinter). Gjennomsnittskonsentrasjoner for svevestøv i prøvetaksperioden strekker seg fra omtrent $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ opp til $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

NILU overvåker luftkvaliteten i Abu Dhabi

NILU har siden 2008 vært strategisk partner for miljøvernmyndighetene i Abu Dhabi (Environment Agency Abu Dhabi - EAD) for alle spørsmål knyttet til luftforurensning og utslipp av drivhusgasser. NILU står for ledelse og gjennomføring av luftkvalitetsmålinger på vegne av EAD, og rapporterer om miljøtilstanden i emiratet. Svevestøv er et av hovedproblemene i regionen, og støvstormer fører nå og da til svært høye støvnivåer i luften.

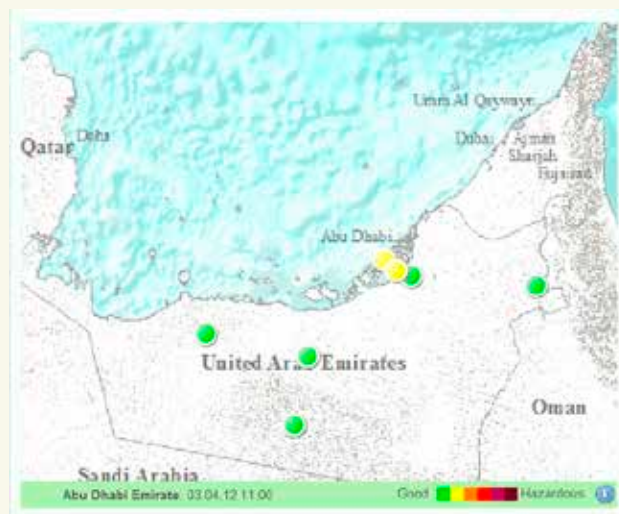
Av Trond Bøhler

NILU driver 10 automatiske målestasjoner over hele Abu Dhabi. Luftforurensningen i Abu Dhabi domineres av svevestøv fra ørkenområdene og fra sandstormer. Disse «naturlige» kildene fører normalt til de høyeste konsentrasjonene av svevestøv.

Dagsgjennomsnittet for konsentrasjon av PM_{10} overskrider ofte nasjonale og internasjonale standarder for luftkvalitet. Overskridelse av grensen for verdier av PM_{10} skjedde i gjennomsnitt i ca 30 % av tiden med høyeste overskridelser rundt 50 % av tiden. Situasjonen har ikke endret seg betydelig siden oppstart av målingene i 2008. Under sandstormene kunne maks timekonsentrasjon for PM_{10} ofte overskride $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er tre til fem ganger mer enn det vi opplever i Norge på dager med høy luftforurensning.

Annen luftforurensning som karbonmonoksid (CO), svoveldioksid (SO_2) og nitrogendioksid (NO_2) ble ikke observert over grenseverdiene for luftkvalitet, mens ozon hadde konsentrasjoner over grenseverdier i mindre enn 1 % av tiden gjennom året.

Alle målingene blir overført hver time til EAD's internettportal for luftkvalitet som driftes av NILU. I tillegg til generell informasjon om luftforurensning etc. beregnes det hver time en luftkvalitetsindeks (AQI-Air Quality Index) som er tilgjengelig for publikum (www.adairquality.ae).



NILU driver EAD's luftkvalitetsportal som viser Air Quality Index for Emiratene

1 Partikler med aerodynamisk diameter under $10 \mu\text{m}$

En giftfri framtid - også for fattige land

Belastningen fra forbudte industrielle miljøgifter har generelt avtatt i rike industriland som Norge, men har samtidig nådd helsefarlige nivåer i deler av Afrika og Asia.

Hvor mye av reduksjonen i miljøgiftbelastningen i rike land skyldes egentlig dumping av giftig avfall i fattigere land?

Av Knut Breivik

Regjeringen har tidligere uttalt at miljøgifter, tap av biologisk mangfold og klima er prioriterte miljøområder. Miljøgifter er kjemiske stoffer som utgjør en alvorlig trussel mot helse, også for kommende generasjoner, og mot miljøet. En del av miljøgiftene er industrikjemikalier der de farligste stoffene nå er regulert gjennom internasjonale avtaler. Blant de verste er PCB som kan medføre kreft, redusere immunforsvaret og skade nervesystemet og fosterets utvikling. Den globale produksjon av PCB har avtatt dramatisk siden 1970 og stoppet i 1993. I Norge har ny bruk av PCB vært forbudt siden 1980, men stoffet er fremdeles i omløp i eldre elektrisk utstyr og bygningsmaterialer. Myndighetene og andre aktører jobber derfor fremdeles med innsamling av giftig avfall.

Norge har vært en pådriver for å redusere produksjon, bruk og utslipp av noen av de farligste miljøgiftene gjennom internasjonale avtaler, så som Stockholmkonvensjonen. En viktig målsetning har vært å oppnå tilslutning om internasjonale tiltak som kan beskytte mennesker og miljø i nordområdene mot langtransport av miljøgifter via luft- og havstrømmer. Som et resultat av nasjonale tiltak og senere internasjonale reguleringer, har miljøgiftbelastningen generelt avtatt i vår del av verden. I Sverige har nivåene av bromerte flammehemmere (PBDE) og PCB i morsmelk avtatt siden 1970-tallet.

På tross av dette har nivåene av begge disse stoffene økt i morsmelk hos kvinner fra Ghana over en femårs periode fram til 2009. Nivåene av PCB i morsmelk i Ghana er nå på et nivå som utgjør en mulig helserisiko for spedbarn.

Hvordan er dette mulig mer enn 40 år etter man ble oppmerksom på problemet? Har rike land vært mer opptatt av å beskytte mennesker og miljø her i nord enn i fattige land i sør?

Rike industriland er de eneste som har hatt vesentlig nytte av produksjon og bruk av disse farlige stoffene i ulike produkter. Derfor er det også i industrilandene utslippene tidligere har vært størst. Mens man tidligere fant særlig høye nivåer av PCB i storbyer i den industrialiserte del av verden, har bildet nå endret seg. Det har lenge pågått en omfattende dumping av utrangerte elektriske og elektroniske produkter (EE-avfall) og annet giftig avfall, som inneholder PCB og PBDE, i fattigere deler av verden. Denne eksporten har fått pågå, ofte fordekt som donasjoner av eldre – men fortsatt brukbart – utstyr til utviklingsland. En annen årsak til at dette delvis illegale markedet har fått utvikle seg, er at kostnadene forbundet med gjenvinning og destruksjon er høyere – og reguleringene strengere – i industrilandene.

Eksport av avfall har dermed vært en billig løsning på problemet. Først i de senere år har belastningen i områder med import av giftig avfall blitt gjenstand for grundige undersøkelser. Utslippene og belastningen av industrielle miljøgifter er nå betydelige i deler av Afrika og Asia. Man har nylig målt nivåer av PCB i luft langt til havs utenfor vestkysten av Afrika som tilsvarer nivåer man i dag måler i storbyer som London og Chicago.

På tross av et svært beskjedent forbruk av PCB i sørlige Asia, sammen-



Er vi sikker på at vårt spesialavfall ender opp der det skal? Foto: Mampato, Wikimedia Commons



Ikke mye beskyttelsesutstyr når pc'ene plukkes fra hverandre. Fra søppelfylling i Ghana. Foto: Klima- og forurensningsdirektoratet

liknet med Europa og Nord-Amerika, er belastningen i storbyer som mottar avfall i India og Kina, nå høyere enn i London og Chicago. I land som Kina der det pågår forbrenning av EE-avfall, er det målt nivåer av PCB som ligger tusen ganger høyere enn dette. Mesteparten av avfallet stammer fra Europa og USA, mens mottakerne ofte er land i det sørlige Asia samt afrikanske land. Metodene som anvendes i resirkulering av EE-avfall i disse regionene er gjerne svært primitive med minimale tiltak for å beskytte mennesker og miljø. Ofte smeltes eller brennes EE-avfall for å gjenvinne verdifulle metaller, noe som samtidig frigjør miljøgifter og forårsaker betydelige giftutslipp. Et varmt klima, kombinert med primitive resirkuleringsprosedyrer, gir samlet et langt høyere utslipp av miljøgifter enn hva man ville ha forventet om industrilandene hadde sluttbehandlet avfallet.

Kunnskap om utslipp er essensielt for å gjennomføre rasjonelle kontrolltiltak for å stoppe den globale spredningen av miljøgifter. Det er nå et sterkt behov for å spore kildene i regioner som man

antar mottar denne type avfall, for også å kunne beskytte mennesker og miljø i fattigere land. Mange av disse landene har ikke ressurser til å foreta slike under-søkelser selv. Rike land, som i stor grad forårsaker problemene, har derfor et særlig ansvar og må bistå med undersøkelser og opprydning. For å unngå at tiltak utgjør en helserisiko i fattige land, bør videre reguleringer av miljøgifter ikke bare fokusere på forbud mot produksjon og bruk av slike stoffer, men i langt sterkere grad også sikre at giftig avfall fra rike land ikke havner på avveie. Potensialet for skadelige effekter på mennesker og miljø, enten dette

Knut Breivik leder nå et forskningsprosjekt «Langtransport av persistente organiske miljøgifter med avfall» som har som mål å studere regionale og globale konsekvenser av utslipp av persistente organiske miljøgifter, som er forbundet med eksport av giftig avfall fra industriland til utviklingsland. Prosjektet er støttet av Norges forskningsrådet (NFR) og varer tre år fra 01.01.2012.

skyldes langtransport via luft, hav eller som avfall, bør derfor gis like stor oppmerksomhet i reguleringen av miljøgifter. Målet om en giftfri framtid må ikke oppnås på bekostning av mennesker og miljø i andre deler av verden.



Knut Breivik, seniorforsker på NILU vil gjerne vite hvorfor PCB-nivåene langt utenfor Afrikas vestkyst er like høye som i storbyene Chicago og London.

NILU-forskning bidrar til skjerpede

EU er i ferd med å innføre et forbud mot bruken av parabener i hudpleieprodukter for barn yngre enn seks måneder. En viktig del av grunnlaget for det nye forbudet kom fra NILU og seniorforsker Torkjel M. Sandanger, som har påvist høye nivåer av parabener i blodet hos storbrukere av kosmetiske produkter.

Av Bjarne Røsjo

Torkjel M. Sandanger og en gruppe NILU-forskere ved Framsenteret i Tromsø har analysert 350 blodprøver fra norske kvinner. De fant en klar sammenheng mellom kvinnes selvrapporterte bruk av kosmetikkprodukter og innholdet av parabener i blodet. Blant storbrukerne var innholdet av parabener i blodet faktisk høyere enn innholdet av alle andre potensielle miljøgifter som er undersøkt.

– Dette gir grunn til bekymring, fordi parabener er kjemiske stoffer som kan forstyrre hormonbalansen i kroppen. Studier viser at slike hormonforstyrrende stoffer kan gå ut over reproduksjons- evnen hos kvinner og menn, i tillegg til at

stoffene kan føre til visse typer kreft ved bruk over lang tid. Det er stort behov for flere studier på effekter i befolkningen av slike stoffer, sier Sandanger.

Forbud i Danmark

Parabener er en type konserverings- midler som brukes i en lang rekke kosmetikkprodukter, og som har vært gjenstand for økende skepsis de siste årene. Mange kosmetikkprodukter inneholder også andre kjemiske stoffer med til dels ukjente eller skadelige virkninger. I Danmark førte skepsisen til at regjeringen 15. mars 2011 innførte et forbud mot bruk av propyl- og butylparabener i kosmetikkprodukter rettet mot barn under tre år.

EUs vitenskapskomite for forbruker- sikkerhet (SCCS) hadde tidligere ment at parabener ikke var en helserisiko, men det danske vedtaket utløste en ny vurdering som førte til at SCCS i november 2011 anbefalte et forbud mot parabener i produkter rettet mot barn yngre enn seks måneder. Vitenskapskomiteen siterte Sandangers forskning¹ som et av flere viktige grunnlag for den nye vurderingen.

Europa-kommisjonen har senere fulgt opp den vitenskapelige anbefalingen og er i ferd med å gjennomføre forbudet for hele EU-området. Kommisjonen vil også redusere det maksimalt tillatte innholdet av propyl- og butylparaben i alle typer kosmetikk.

¹ http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_069.pdf

Parabener i motvind

NILUs forskning på parabener fikk mye oppmerksomhet i 2011. I mars var Sandanger med i NRK1s forskningsprogram «Schrödingers katt», og der kom det blant annet frem at programlederen Hanne Kari Fossum hadde dobbelt så mye parabener i blodet som miljø- og utviklingsminister Erik Solheim.

– I dag må forskerne beviset at et stoff sannsynligvis er farlig før myndighetene kan forby det.

NRK1s tv-program «FBI Forbrukerinspektørene» hadde i september et hovedoppslag om parabende-batten. Der forklarte Sandanger blant annet at propylparaben kjemisk sett er veldig likt østradiol, som er vanlig kvinnelig kjønnshormon. Samtidig lanserte Forbrukerrådet en «app» som kan lastes ned til smart-telefoner for å sjekke innholdet i kosmetikkprodukter. App'en «Hormon-sjekken» viser brukeren om kosmetikken inneholder potensielt hormonforstyrrende kjemikalier. Kosmetikkleverandørenes forening (KLF) var kritiske, men det lille dataprogrammet klatret raskt til topps på listen over de mest nedlastede gratis-appene.

Det har tidligere vært vanskelig å undersøke om paraben kan forårsake kreft eller hormonforstyrrelser hos mennesker, men NILU-forskerne kom et langt skritt videre da de analyserte blodprøver fra Kvinner og kreft-studien. Studien ledes av professor Eiliv Lund ved



– Vi vet lite om cocktail-effekten av alle stoffene vi omgir oss med, sier Torkjel M. Sandanger, seniorforsker ved NILU i Framsenteret i Tromsø og Universitetet i Tromsø.

Foto: Helge Markusson, Framsenteret

EU-regler

Universitetet i Tromsø, som har samlet inn data og spørreskjemaer fra mer enn 70 000 norske kvinner. NILU analyserte blodprøver fra 350 av disse kvinnene og sammenliknet med deres egne rapporter om bruk av hudkremer og andre hudpleieprodukter. NILUs forskning viste at parabener kan påvises i blodprøver fra disse tilfeldig valgte kvinnene.

– Hvis disse stoffene er i blodet ditt, er de også i leveren og alle andre steder i kroppen, sier Sandanger.

Gravide bør beskyttes bedre

– Det er positivt at både Danmark og EU skjerper reglene mot bruk av parabener, men forskningen tyder på at man også bør vurdere et forbud som omfatter gravide kvinner. Dette er et komplisert tema, men det har vist seg at eksponering av foster kan ha større konsekvenser enn eksponering etter fødselen. EUs vitenskapskomité har likevel ment at det ikke er grunn til å innføre et slikt forbud, før det eventuelt har kommet mer dokumentasjon, forteller Sandanger.

– Vi mennesker blir eksponert for tusenvis av kjemikalier hver eneste dag, og grunntanken bør være at vi ikke trenger enda flere kjemikalier i kroppen. I dag må forskerne bevise at et stoff sannsynligvis er farlig før myndighetene kan forby dem, men det hadde vært bedre å bruke føre var-prinsippet. Vi vet lite om hvordan hvert enkelt stoff virker på kroppen og miljøet, men vi vet enda mindre om den såkalte cocktail-virkningen av flere stoffer samtidig, advarer Sandanger.

– På dette området kan folk for øvrig foreta egne valg uten å vente på en strengere lovgivning. Forbrukerrådets app og andre hjelpemidler, som for eksempel nettsidene til miljøorganisasjonen Grønn hverdag, har ført til at det er blitt ganske lett å unngå parabenholdige produkter for de fleste av oss, tilføyer Sandanger.



Det er særlig grunn til å unngå parabenholdige produkter på barn.

Foto: © Joanna Zielinska/
Fotolia

«Nye» bromerte flammehemmere i alle nordiske land

En kartleggingsundersøkelse påviser «nye» bromerte flammehemmere i prøver fra hele Norden. – Flere av de undersøkte kjemikaliene ble funnet både i dyr og i luftprøver, forteller Martin Schlabach fra NILU.

Av Sonja Grossberndt

Bromerte flammehemmere (BFHer) er organiske stoffer, som brukes som brannhemmere i for eksempel møbler og elektrisk utstyr. Man mistenker BFHer for å ha negativ effekt på både miljø og helse. De brytes svært sakte ned i miljøet, og kan derfor akkumuleres og gi høye konsentrasjoner på toppen av næringskjeden.

Polybromerte difenyletere (PBDE) er en gruppe Bromerte flammehemmere

som ble forbudt i henholdsvis 2003 og 2008. Etter utfasingen av PBDE har en rekke alternative – og «nye» – flammehemmere blitt markedsført. Disse er imidlertid også mistenkt for å ha skadelige effekter på miljø og helse.

Det ble derfor initiert et kartleggingsprosjekt for å finne ut hvordan de «nye» BFHene spres i Norden. Prosjektet er støttet av Nordisk Ministerråd, og ble gjennomført av en gruppe representanter fra universiteter, statlige organer og forskningsinstitutter innenfor de nordiske landene. NILU og IVL Svenska Miljöinstitutet har utført de kjemiske analysene.

En rekke prøver fra luft, ulike biota, sedimenter, kloakkslam og mose ble samlet inn i Danmark, på Færøyene og Island, i Finland, Norge og Sverige. Prøvene ble bearbeidet og analysert for en rekke ulike PBDEer og relaterte stoffer.

Alle prøvene inneholdt «nye» BFHer. Det viser stor spredning i det nordiske miljøet, men det finnes allikevel forskjeller med hensyn til geografi og forekomst mellom disse kjemikaliene:

– Prøvene representerer ulike typer utslippskilder. Det betyr at flere av de undersøkte kjemikaliene ble funnet i forskjellige dyrearter og samtidig i luftprøver fra deres omgivelser, forklarer Martin Schlabach prosjekt koordinatør på NILU. Forekomsten av flammehemmere

i luften omkring tyder på at de har blitt transportert over lange avstander i atmosfæren. Slik kan de forårsake skade, ikke bare i området der de oppstår, men også langt unna i økosystemer som ennå ikke har hatt noe kontakt med dem, sier Schlabach.

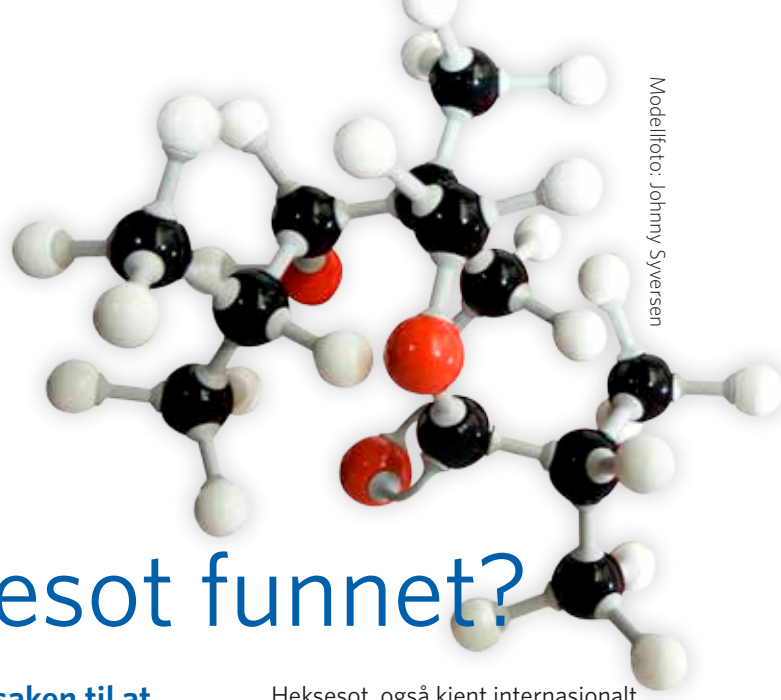
Undersøkelsen har bestått av en omfattende prøvetaking, men fordi det kun var enkelte prøver fra utvalgte steder som ble samlet inn, gir resultatene likevel bare et øyeblikksbilde av situasjonen i Norden. Det finnes også få data om økotoksikologiske effekter av de undersøkte stoffene, og så langt finnes det ikke nok bevis for å gi en tilfredsstillende vurdering av risikoen. Forskerne foreslår å gjennomføre oppfølgingsstudier for å identifisere utslippskilder og viktige veier for de «nye» BFRene, og for å få mer informasjon om toksiske effekter på helse og miljø.

Referanse til rapporten:

Schlabach, M., Remberger, M., Brorström-Lunden, E., Norström, K., Kaj, L., Andersson, H., Herzke, D., Borgen, A., Harju, M. (2011) Brominated flame retardants (BFR) in the Nordic environment. Copenhagen, Nordic Council of Ministers (TemaNord, 2011:528).



Forekomsten av flammehemmere i luften tyder på at de har blitt transportert over lange avstander, sier seniorforsker Martin Schlabach.



Årsaken til heksesot funnet?

Mycoteam har i samarbeid med NILU funnet årsaken til at vegger og gjenstander i boliger plutselig får et svart belegg. Sporene peker mot et stoff som finnes i de fleste malinger.

Av Anne Nyeggen

Nyheten vakte stor oppsikt høsten 2011, og artikkelen på Bygg.no ble nr. 2 av de mest leste artiklene i bladet i 2011.

Nyoppussede boliger med dårlig ventilasjon er utsatt

Heksesot oppstår oftest i helt nye eller nyoppussede boliger. Boliger med dårlig ventilasjon er ekstra utsatt. I slike boliger oppstår fenomenet heksesot i vintermånedene desember til februar. Mycoteam og NILU har i kammerforsøk fått påvist at små sotpartikler, fra for eksempel bruk av stearinlys eller vedfyring, under spesielle forhold kan binde seg sammen til større partikler.

– Hvis det i tillegg er det en kaller halvflyktige organiske forbindelser til stede (semi-VOC), kan disse sotpartiklene vokse seg store. Men det må samtidig være svært tørre forhold, med en relativ luftfuktighet på under 15 %, sier Norbert Schmidbauer, seniorforsker ved NILU.

Om disse semi-VOC'ene forklarer Schmidbauer videre: – Vi har funnet at stoffet 2,2,4-trimethyl-1,3-pentandiol monoisobutyrat, forkortet TMPD-MIB, spiller en viktig rolle i prosessen som fører til heksesot. Dette stoffet finnes i alle vannbaserte malinger. Den fungerer som filmdanner – dvs. den knytter latexpartikler sammen til en stor overflate som er elastisk, rimelig hardt og vannfast. Stoffet, som er en hovedingrediens i malinger (mellom 3 og 8 %) er svært lite vannløselig, men vil kondensere på overflaten av sotpartiklene i svært tørr luft.

De enkelte molekylerne i stoffet reagerer ikke kjemisk med hverandre eller med sotpartiklene, men de har potensial til å lage intramolekulære hydrogenbindinger. Dette fører til at molekylerne hektes sammen til lange kjeder eller tykke lag. Tilstedeværelse av vann/fuktighet kan dempe denne veksten. Derfor skjer dette fenomenet også kun under svært tørre forhold, sier Schmidbauer.

Heksesot, også kjent internasjonalt som «Black Dust», «Black Magic Dust» eller «Schwarze Wohnungen» har blitt undersøkt i store internasjonale forskningsprosjekter, uten at man har kommet frem til en god forklaring. En har heller ikke klart å skape gode kammerforsøk. I alle forsøkene som er blitt utført i disse studiene har den relative luftfuktigheten vært mellom 25 og 50 %, men aldri under helt tørre forhold.

– Under slike forhold kunne ikke vi heller se vekst av partikler, sier Schmidbauer.

«Viktig forskningsarbeid»

Boligprodusentene har mottatt mange reklamasjoner fra huseiere med heksesot, og var derfor initiativtaker til at norske forskere fikk oppdraget med å se på hvorfor stadig flere hus plutselig får svarte vegger innendørs.

– Dette er et svært viktig forskningsarbeid, også i verdensmålestokk, sier administrerende direktør Per Jæger i Boligprodusentenes Forening.

Ytterligere informasjon

Mer informasjon om heksesot:
<http://www.heksesot.com/>



Heksesot kan være et trist syn på nyoppussede flater. Foto: Mycoteam.



Ny teknologi avslører ukjente foruren

Seniorforsker Armin Wisthaler kan med NILUs nye masse-spektrometer påvise flyktige forurensninger i meget høy hastighet, og stoffer som aldri tidligere er blitt påvist. Det er nå også mulig å analysere organiske forurensninger til atmosfæren fra et fly i fart, å studere ukjente kjemiske reaksjoner i luft innendørs og mye annet.

Av Bjarne Røsjo

En tradisjonell metode for å måle luftforurensning er å lede luft gjennom et filter eller en prøvetaker i en viss tid, og senere analysere stoffene i laboratoriet. Men forurensninger kan variere mye over korte tidsintervaller (sekunder), og tradisjonelle metoder gir bare et øyeblikksbilde av en periode. Armin Wisthaler er en av Europas mest erfarne eksperter på bruken av et nytt instrument med navnet PTR-TOF-MS (Proton-Transfer-Reaction-Time-of-Flight Mass Spectrometer), som eliminerer mange av svakhetene ved den gamle teknologien.

– Instrumentet kan påvise flyktige organiske forbindelser (VOC) i luft både innendørs og utendørs, forklarer Armin Wisthaler. – Tidligere har prøver blitt analysert i et laboratorium, men dette instrumentet analyserer luftkvaliteten med en gang. Dermed kan vi for eksempel plassere instrumentet om bord i et fly og analysere luften kontinuerlig fra flyet letter til det lander igjen, fra bakkenivå og helt opp til marsjhøyde, forklarer Wisthaler.

Lynraske analyser

Det nye instrumentet består kort fortalt av en liten reaktor med et undertrykk som kontinuerlig tilføres luft som skal analyseres. I reaktoren reagerer vanddampmolekyler med et ekstra proton (H_3O^+) lynraskt med organiske forbindelser. Den organiske forbindelsen får en positiv elektrisk ladning og kan analyseres i et massespektrometer med høy oppløsning, som øyeblikkelig beskriver atomenes sammensetning i molekylet.

– En av fordelene med denne teknologien er at analysen skjer veldig raskt, mens vi gjør feltarbeidet. En annen fordel



Armin Wisthaler (til høyre) og Tomas Nikovini måler avgasser fra en etanolbuss med PTR-instrumentet. Foto: Claudia Hak, NILU

er at vi ikke lenger trenger å behandle luftprøven før den kan analyseres. Det nye spektrometeret har allerede påvist mange molekyler som vanligvis er så reaktive at de går tapt på filtre som analyseres etter tradisjonelle metoder i laboratoriet. Jeg tror at disse stoffene er veldig viktige, fordi de på grunn av reaktiviteten kan utløse en biologisk respons hos mennesker, for eksempel i luftveiene eller i øynene. Det finnes en teori om at disse stoffene bidrar til den økende forekomsten av irritasjons-symptomer, astma og allergier i mange deler av verden, forklarer Wisthaler.

Trengte stort miljø

PTR-teknologien ble utviklet for luftprøvetaking ved Universitet i Innsbruck på 1990-tallet, der Wisthaler og en liten gruppe fysikere i mange år har jobbet med å videreutvikle teknologien slik at den også kan brukes til atmosfæreforskning. I november 2011 kom han til NILU for å utnytte potensialet i denne teknologien fullt ut ved et større luftforskningssenter, og med kolleger som kan stimulere hverandre og utvikle nye ideer. – I Innsbruck var vi en liten og eksotisk gruppe forskere ved et institutt som egentlig drev med helt andre ting, forklarer Wisthaler.



Innendørs luftkvalitet er viktigere enn du tror

Armin Wisthaler er full av ideer om hvordan PTR-teknologien kan brukes til praktisk miljøovervåking og til nye forskningsprosjekter. – Vi kan for eksempel undersøke om det finnes ukjente stoffer i eksosen fra busser som går på bioetanol, noe vi jobber med nå. Vi kan også analysere luften som pustes inn og ut av lungene dine, for å undersøke hvilke organiske molekyler som blir tatt opp i kroppen. Jeg er virkelig veldig interessert i å se nærmere på innendørs luftforurensning, som antakelig er

rensninger



Foto: Lone Lohne, Aftenposten

viktigere enn mange tror. Vi tilbringer mesteparten av tiden innendørs, og mange vanlige byggematerialer avgir kjemiske stoffer som vi vet veldig lite om. I tillegg gjennomgår mange av disse forurensningene kjemiske transformasjoner i innemiljøet – og danner høyreaktive arter som vi har oversett tidligere. Hvis jeg slår på instrumentet inne på kontoret mitt eller på laboratoriet, seg jeg øyeblikkelig at luften inneholder minst 100 ulike stoffer som vi ikke vet noe om. Jeg tror det er veldig viktig å utvikle mer kunnskap om luftforurensninger innendørs, fastslår Armin Wisthaler.

FLEXPART: Modell med viktige bruksområder

Overvåkning er avgjørende for alle områder innenfor geofag og miljøforskning. Seniorforsker Rona L. Thompson samler inn atmosfæriske data fra globale overvåkningsnettverk, spesielt fra Arktis og Sørøst-Asia, og bruker dem i modeller for å overvåke utslipp av drivhusgasser – en svært viktig oppgave for å forstå den globale klimautviklingen.

Av Bjarne Røsjø

Rona Thompson kom til NILUs avdeling for atmosfære- og klimaforskning i oktober 2011, etter en periode som postdoktor ved det store klimaforskningsinstituttet Laboratoire de Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), som er en del av det franske nasjonale forskningssenteret i Paris. Ved NILU ble hun straks involvert i to viktige prosjekter som begge gjør bruk av regnemodellen FLEXPART, utviklet av NILU-forsker Andreas Stohl og kolleger sent på 1990-tallet.

FLEXPART ble opprinnelig utviklet for å overvåke og beregne spredningen av forurensning fra punktutslipp. Modellen er senere videreutviklet, og brukes nå av forskere i mange land for å beregne hvordan blant annet drivhusgasser, radioaktivt materiale, industrielle forurensninger og askeskyer fra vulkanutbrudd sprer seg i atmosfæren.

FLEXPART anvendes også for å finne utslippskildene til forurensninger og drivhusgasser, og anslå mengden som blir sluppet ut. – FLEXPART bruker meteorologiske data, som f. eks. vindhastighet og retning, for å beregne hvordan gasser eller forurensninger sprer seg, forklarer Thompson. Deretter sammenlikner vi resultatene våre med observasjoner av disse gassene fra luftfart, landbaserte stasjoner og satellittmålinger.

Overvåker klimagasser

Ved LSCE i Frankrike jobbet Thompson blant annet med å kartlegge kilder for



Rona Thompson er en av nykommerne på NILU i 2011. Hun kan bl.a. kontrollere at landene rapporterer riktig på sine klimagassutslipp.

Foto: Ingar Næss



utslipp av drivhusgassene metan og lystgass (N_2O). Dette fortsetter hun med på NILU, hvor hun bl.a. jobber med å identifisere og kartlegge kilder for metanutslipp i Arktis. Thompson bruker metanmålinger fra flere forskningsstasjoner på den nordlige halvkulen, bl.a. Zeppelin-stasjonen på Svalbard.

– Drivhuseffekten vil antakelig gi en raskere oppvarming i Arktis enn mange andre steder på kloden, og dette kan føre til økende utslipp av metan fra permafrost og fra store våtmarker og myrområder. Vi ser også at det slippes ut store mengder metan fra offshore-virksomheten i Nordsjøen, forteller Thompson.

Voksende økonomi og utslipp

Rona Thompson følger også med på utslippene av drivhusgasser fra Kina og andre land i Sørøst-Asia, som er inne i en rivende økonomisk utvikling. – Dette fører til en generell økning av utslippet av de viktige drivhusgassene CO_2 , metan og N_2O . I tillegg øker utslippet av andre drivhusgasser, som f. eks. HFKer (hydrofluorkarboner), både i Asia og globalt. Dette skyldes en økning i bruk av HFKer for å erstatte KFK (klorfluorkarboner), som er faset ut fordi de ødelegger ozonlaget. HFK-gassene har den fordelen at de ikke ødelegger ozonlaget, men de har også den ulempen at de er sterke drivhusgasser. Dessverre øker utslippene, forklarer Thompson.

FLEXPART-modellen har tidligere vært brukt til å kontrollere utslipp av HFK-gassene, som ble rapportert av ulike land til FNs Klimakonvensjon. – Det fantes store avvik i rapporteringer av utslippet. Dette var ikke nødvendigvis med overlegg, men heller fordi det finnes mange utslippskilder til disse gassene som ingen hadde oversikt over. Akkurat derfor er atmosfæriske målinger så viktige: Atmosfæren skjuler ingenting, konkluderer Thompson.



Anna Huk mener vi må lære av historien:
– Folk røykte i mange år før det ble påvist at det forårsaker kreft. Nå trenger nanonpartikler vår udelte oppmerksomhet. Foto: Ingar Næss

Nanosikkerhet

Den økende bruken av nanopartikler innenfor industrielle prosesser og forbrukerprodukter reiser spørsmål om sikkerhet. For å gjøre verden litt tryggere, utvikler NILUs helseeffektlaboratorium metoder for å finne ut mer om de toksiske effektene av nanopartikler. Anna Huk er en av de nyankomne forskerne.

Av Sonja Grossberndt

– Nanopartikler, og særlig konstruerte nanopartikler, er et hett tema, sier Anna Huk, doktorgradsstudent på NILU. Partiklene blir nå brukt i mange ulike industrielle prosesser og forbrukerprodukter, men forskerne er seg imellom fortsatt ikke enige når det gjelder hvor farlige partiklene potensielt kan være. EU har strengere regler når det gjelder bruk av nanopartikler enn for eksempel USA, men fortsatt produseres det store mengder kosmetikk og matvarer ved hjelp av nanopartikler. De fordelaktige egenskapene, som for eksempel den antibiotiske karakteren, gjør dem veldig gunstige, fortsetter Huk.

Omfattende opplæring

Hun har nylig satt i gang med doktorgradsutdannelsen sin som Marie Curie Action-stipendiat innenfor EU-prosjektet NanoTOES (Nano technology: training of Experts in Safety). Prosjektet støtter 11 doktorgradsstudenter og to postDocs som gjennomgår en omfattende opplæring for å bli eksperter innenfor nanosikkerhet.

– Det er viktig å ha eksperter som kan foreta en omfattende risikovurdering av nanopartikler, både når det gjelder produksjon og bruk, hva som skjer når partiklene havner i miljøet, og til syvende og sist de mulige effektene partiklene kan ha på menneskers helse, forklarer Anna Huk. Det er her hun kommer inn i bildet.

Omfattende forskning

I NILUs helseeffektlaboratorium har Anna Huk funnet avansert utstyr til forskningen sin. Ved bruk av den såkalte kometmetoden undersøker hun skader som nanopartikler kan forårsake på menneskelig DNA. Metoden hjelper henne med å oppdage DNA-skader ved å visualisere dem.

– Etter at DNA-et har blitt trukket ut av cellekjernen, trekker elektroforeseprosessen det skadde DNA-et bort fra nøstet av uskadde DNA-tråder. Under mikroskopet vises det en komet med hale – de uskadde DNA-trådene som komet og de skadde som hale. Ved hjelp av et laserskanningsmikroskop undersøker vi også om ulike nanopartikler kan krysse cellemembranen, gå inn i cellekjernen og skade DNA-et, forklarer Huk. Hun studerer også hvordan karakteriseringen av nanopartikler endrer seg etter at partiklene er blitt tatt opp i kroppen. Endrer for eksempel menneskelige proteiner form, størrelse eller overflate av nanopartikler? Og hvilke effekter har disse endringene på menneskelige celler? *In vitro*-studier med menneskelige nyreceller skal gi svar på disse spørsmålene.

Omfattende kommunikasjon

Anna Huk er veldig fornøyd med arbeidet sitt. Nytt utstyr skal hjelpe henne med å modifisere gamle metoder som tidligere



Anna Huk, Marie Curie Action-stipendiat på nanosikkerhet. Foto: Ingar Næss

har blitt brukt innenfor analyse av tradisjonelle kjemiske substanser. Nå skal hun anvende disse metodene for å analysere nanopartikler. – I arbeidet mitt er jeg hovedsakelig fokusert på nanosølv, et stoff som finnes i kosmetikk og andre forbruksprodukter, som elektronisk utstyr og klær, forklarer hun. Mye arbeid ligger foran henne. Ekstraopplæring i sammenheng med Marie Curie Action-programmet skal hjelpe henne til å utvikle ferdigheter og få mer kunnskap om risikovurdering av nanopartikler. Dette omfatter også opplæring innenfor kommunikasjon.

– Det er viktig å kommunisere risiko og fordeler ved nanopartikler på en balansert måte. Folk er ofte redde for de nye teknologiene og vet lite om nanosikkerhet. Det er dette som er mitt fremtidige aktivitetsområde, sier Huk. Men det finnes fortsatt mange usikkerhetsmomenter og ukjente faktorer som krever videre forskning.

– Vi bør lære av historien. Ta for eksempel nikotin – folk røykte i mange tiår før det ble påvist at det forårsaker kreft. Nå trenger nanopartikler vår udelte oppmerksomhet. Med omfattende og helhetlig forskning kan vi ligge i forkant og finne ut hvor giftige nanopartikler er, før de forårsaker skader på miljøet og vår helse, avslutter Anna Huk.

Fukushima – største kjernekraftulykken siden Tsjernobyl

Ulykken ved Fukushima-kraftverket rammet Japan sterkt, og utløste bekymring over hele verden på grunn av utslipp av store mengder radioaktivitet.

Av Anne Nyeggen og Sonja Grossberndt

Tragiske øyeblikk

Ingen glemmer 11. mars 2011, da et jordskjelv med styrke 9.0 på Richters skala førte til at en stor tsunami rammet østkysten av Japans hovedøy Honshu. Tapet av elektrisitet førte til svikt i kjølesystemet ved Dai-ichi-kjernekraftverket i Fukushima, og store mengder radioaktive stoffer ble frigjort til atmosfæren. I tillegg til skader påført av tsunamien, måtte den japanske befolkningen nå kjempe mot radioaktiv forurensning.

Spredningsfare

For å finne ut mer om den radioaktive spredningen etter Fukushima-utslippet, iverksatte NILU-forsker Andreas Stohl beregninger av kildetermen¹ ved hjelp av FLEXPART-modellen, som beskriver transportprosesser i atmosfæren. Stohl brukte også meteorologiske data og data om radionuklider fra CTBTO-databasen (se faktaboks) og andre kilder.

Stohl og hans kolleger begynte med å beregne i hvilken grad radioaktivitet ble frigjort til atmosfæren fra kjernekraftverket og transportert til ulike steder i verden. Han fokuserte på xenon-133



En vakt i fullt beskyttelsesutstyr ved porten til Dai-ichi-kjernekraftverket .

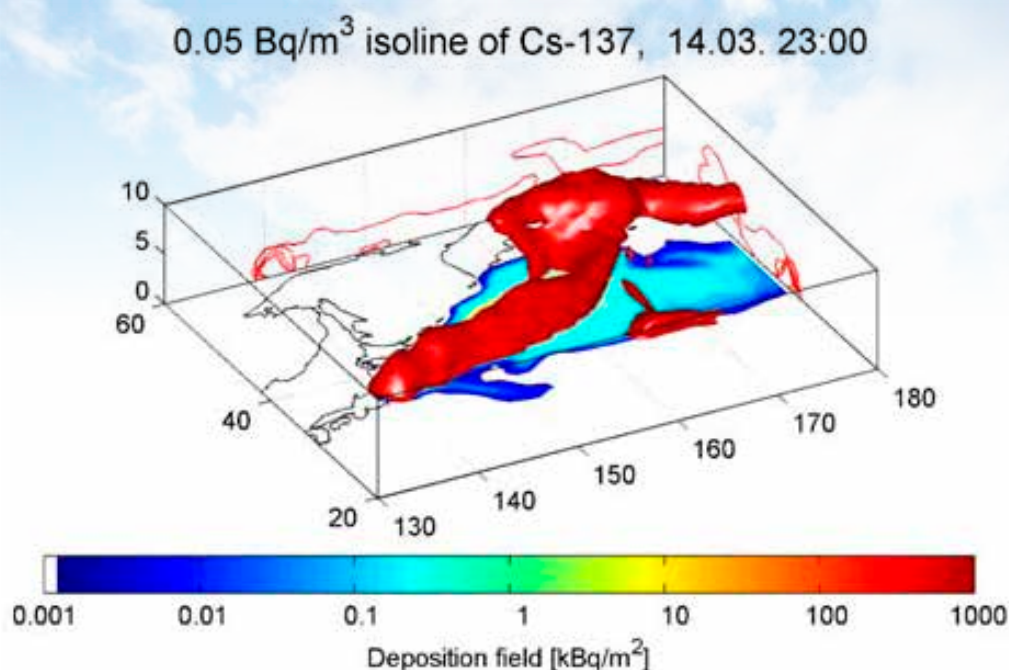
Foto: Voice of America, S.Herman

(¹³³Xe) og cesium-137 (¹³⁷Cs). Halveringstiden til edelgassen ¹³³Xe er «kun» 5,25 dager, og er av relativt liten bekymring mht. menneskers helse. ¹³⁷Cs har derimot en halveringstid på 31 år, og kan forårsake skade på helse, miljø og landbruk.

– Etter at den radioaktive skyen slapp ut 11. mars, tok vinden den med seg utover Stillehavet. Likevel, etter fire

dager, førte en syklon til at skyen ble drevet tilbake til det japanske fastlandet. Ifølge målingene var dette perioden med det høyeste ¹³⁷Cs-utslippet. Skyen nådde hovedstaden Tokyo med sine 35 millioner innbyggere 20. mars. Heldigvis regnet det ikke i disse dagene, slik at relativt lite radioaktivitet ble deponert over storbyen, men samlet seg i høyere

¹ Utslippsmengde avhengig av tidspunkt



FLEXPART-modell som viser spredning og transport av det radioaktive utslippet fra atomreaktoren.

lag av atmosfæren. Derimot regnet det i tre dager over andre deler av den japanske øyen Honshu, forteller Stohl.

– Av den totale mengden ¹³⁷Cs-utslipp ble omtrent 80 % deponert i Stillehavet, 18 % nådde det japanske fastlandet og kun 2 % falt ned over andre land. På grunn av stor uttynning forventer en ikke skade på mennesker og miljø i andre land, sier Stohl.

Alarmerende tall

Stohl beregnet at totalt 36.6 PBq ¹³⁷Cs og 15.3 EBq ¹³³Xe er blitt frigjort i utslippet. Utslippet av ¹³³Xe er dobbelt så stort som det totale utslippet av ¹³³Xe i Tsjernobyl for 26 år siden. Marken rund Fukushima NPP og de tilgrensende regionene er blitt svært forurensset av ¹³⁷Cs, med avsetninger på henholdsvis 100,000 MBq og 10,000 MBq pr km², sier Stohl.

Kunne ha gått mye verre

– Katastrofen i Fukushima var den største kjernekraftulykken etter Tsjernobyl for 26 år siden, sier Andreas Stohl. I motsetning til Japan ble den radioaktive skyen fra Tsjernobyl spredd over hele det europeiske kontinentet, med Hviterussland, Ukraina og Russland som de verst rammede. Fukushima slapp ut under halvparten av Tjernobyls ¹³⁷Cs-mengde,

og 80 % ble deponert over Stillehavet. Konsekvensene for befolkningstette områder ble dermed betydelig mindre alvorlig. Til slutt var det ikke så ille som det kunne ha vært, konkluderer Stohl.

Andreas Stohl, seniorforsker ved NILU, mener det kunne ha gått mye verre med Japan og andre land etter ulykken ved kjernekraftverket i Fukushima, hvis vindretningen hadde vært en annen.



OM BECQUEREL:

Becquerel er måleenheten for radioaktivitet. En Bq er definert som aktivitet av en mengde radioaktivt materiale hvor én nukleus nedbrytes per sekund.

1 EBq (exabecquerel) = 10¹⁸ Bq

1 MBq (megabecquerel) = 10⁶ Bq

1 PBq (petabecquerel) = 10¹⁵ Bq

OM CTBTO

CTBTO -Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation – Organisasjonen for traktaten om totalforbud mot kjernefysiske prøvesprengninger – omfatter et globalt nettverk med 80 målestasjoner som leverer kontinuerlig data om forekomst av radionuklider i hele verden. Disse målestasjonene har opprinnelig blitt etablert for å levere data om kjernefysiske våpen, men dataene som blir innhentet, kan like godt brukes til vitenskaplige formål.

Gode askedata berget flytrafikken

Tre dager etter et vulkanutbrudd på Island i mai 2011, advarte Met Office i London om at aske i luftrommet over store deler av Sør-Norge kunne representere en fare for flytrafikken. Men norske eksperter hadde egne modeller og gode satellittdata, og konkluderte med at flytrafikken kunne gå som normalt.

Av Bjarne Røsjo

Da vulkanen Eyjafjallajökull på Island hadde utbrudd i april og mai 2010, og slynget enorme mengder aske opp i atmosfæren, var både norske og internasjonale luftfartsmyndigheter dårlig forberedt. Det var lenge siden noe liknende hadde skjedd i Europa, og aske-



Det var i første rekke observasjonsdata fra satellitter som gjorde det mulig å gi gode estimater for askekonsentrasjonene, forteller Kjetil Tørseth, direktør for avdeling for atmosfære og klima ved NILU. Foto: Ingar Næss

skyen fra Eyjafjallajökull satte flere fly på bakken enn noe tidligere vulkanutbrudd. Flere millioner flypassasjerer ble sittende «askefaste», og flyselskapene tapte enorme pengebeløp.

Men da vulkanen Grimsvötn på Island fikk et utbrudd året etter, 21. mai 2011, var både norske og internasjonale luftfartsmyndigheter langt bedre forberedt. Tirsdag 24. mai sendte det internasjonale Volcanic Ash Advisory Center (VAAC) hos Met Office i London ut varsel om at luftrommet over blant annet Haugesund, Stavanger og Kristiansand kunne få så høye konsentrasjoner av aske at det ikke var tilrådelig å fly, og det lå an til at tusenvis av passasjerer ville bli rammet av flystans fra kl. 14 samme dag.

EVA innkalt til krisemøte

Men slik gikk det ikke i Norge, fordi de norske luftfartsmyndighetene hadde inngått et unikt samarbeid med norske forskningsmiljøer. Erfaringene fra Eyjafjallajökull-utbruddet førte nemlig til at Luftfartstilsynet etablerte Etatsgruppe Vulkansk Aske (EVA), med representanter og fagfolk fra Luftfartstilsynet, Avinor, Meteorologisk Institutt og NILU. Utbruddet på Grimsvötn førte til at EVA ble innkalt til krisemøte, og der kunne forskerne legge fram pålitelige satellittdata som sannsynliggjorde at luftrommet over den sørvestlige delen av Norge ikke ville få så høye konsentrasjoner av aske. Dermed

ble det tatt en historisk beslutning: Som første land i Europa valgte Norge å støtte seg på nasjonal ekspertise istedenfor advarslene fra London, og Luftfartstilsynet lot flytrafikken gå som normalt i et område hvor VAAC hadde varslet høye askekonsentrasjoner. Dette resulterte i store besparelser for operatørene og forhindret ubeleilighet for et stort antall reisende.

Etatsgruppens beslutning ble kommunisert til flyselskapene bare minutter før flytrafikken over store deler av Sør-Norge ville blitt lammet. EVA hadde deretter daglige møter helt til vulkanen roet seg, og det viste seg at de norske prognosene var korrekte. Dermed unngikk flyselskapene flere hundre innstillinger og store økonomiske tap, samtidig som flytrafikken over Island, Nord-Sverige, Danmark, Tyskland og Skottland ble hardt rammet.

Satellittdata holdt luftrommet åpent

– Det var i første rekke observasjonsdata fra satellitter som gjorde at vi kunne fremskaffe gode estimater for konsentrasjonene av aske som følge av utbruddet. EVA er et konkret eksempel på at et godt samarbeid mellom forskningsmiljøene og forvaltningen kan gi resultater til beste for samfunnet, forteller Kjetil Tørseth, direktør for avdeling for atmosfære og klima ved NILU.

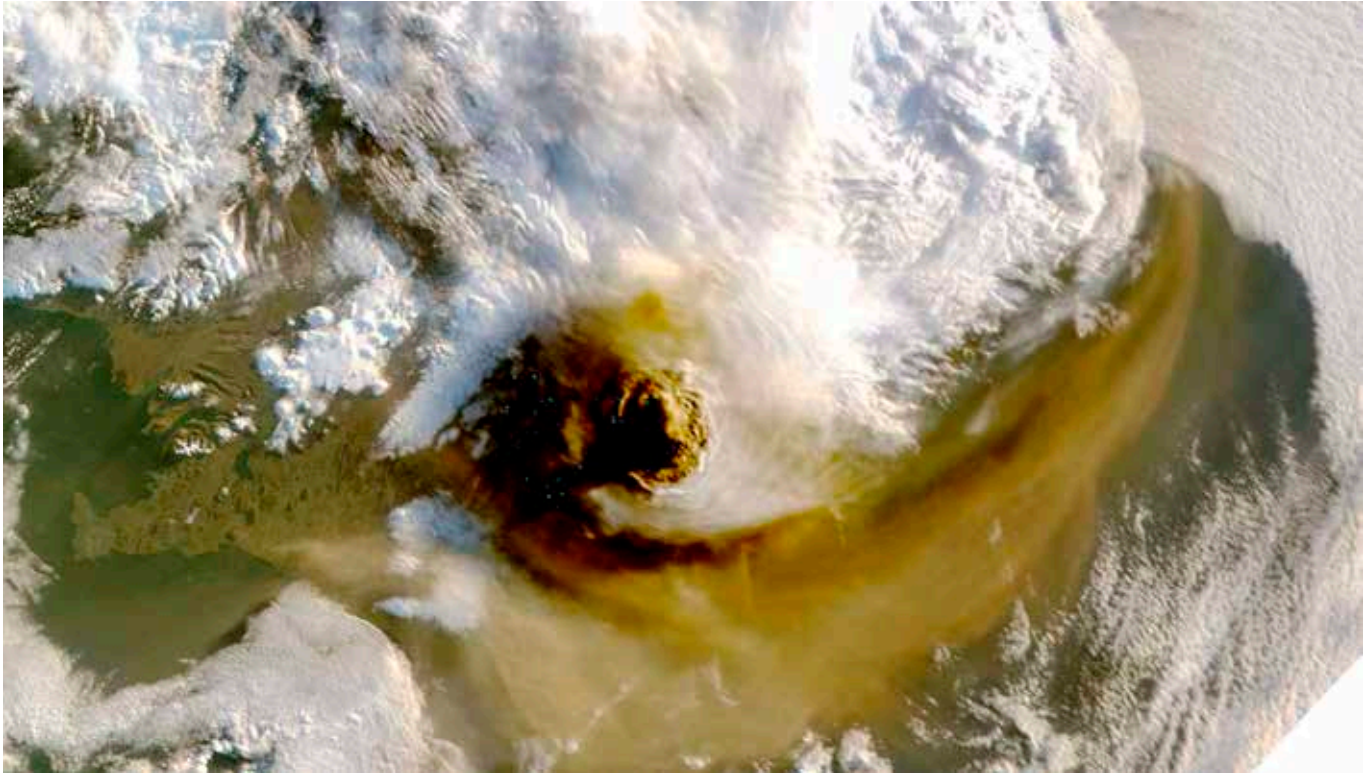
NILU har forsket på spredning og detektering av askeskyer fra vulkaner i



Askeskyen stiger opp mot horisonten rett etter Grimsvötnutbruddet i mai 2011.

Foto: Wikimedia commons, Calistemon





Askeskyen kaster skygge mot vest: NASA MODIS satellittbilde tatt 22. mai 2011. Foto: NASA/GSFC/Jeff Schmaltz/MODIS Land Rapid Response Team

flere år, og askespredningen overvåkes blant annet ved hjelp av satellittbårne instrumenter som opprinnelig ble konstruert for å detektere stråling og skyer. – Forskere ved NILU har utviklet metoder som gjør det mulig å bruke data fra disse instrumentene til også å avgjøre om det finnes aske i atmosfæren. Det var disse regne-algortimene som beviste sin verdi, nok en gang, da Grimsvötn hadde utbrudd i mai 2011, forteller Tørseth.

Vulkanutbruddet på Eyjafjallajökull i 2010 førte for øvrig til flere endringer i de internasjonale luftfartsmyndighetenes

regelverk. – Da Eyjafjallajökull hadde utbrudd, gikk regelen ut på at man ikke skulle fly hvis det overhodet fantes aske i luftrommet. Men dette ble for restriktivt, og det ble isteden utarbeidet grenseverdier som gikk ut på at flyging kunne tillates ved lave askenivåer hvis visse prosedyrer ble fulgt. I mai 2011 mente VAAC i London at grenseverdiene over Sør-Norge kunne bli overskredet, mens våre satellittdata altså påviste lavere askekonsentrasjoner enn grenseverdiene, presiserer Tørseth.

Selv om de norske myndighetene

denne gangen valgte å se bort fra VAACs råd om å stenge luftrommet, betyr ikke det at varslene i London gjorde en dårlig jobb. Det å gi prognoser for hva konsentrasjonsnivåene av aske kan bli, er nemlig en svært vanskelig oppgave. – Det å bringe inn nasjonal kompetanse i tillegg til de vurderinger som gjøres internasjonalt, gir en forbedring av beslutningsgrunnlaget. I tillegg vil en da kunne dra nytte av lokalkunnskap og en større nærhet til viktige beslutninger som skal tas, kommenterer Tørseth.

Samferdselsministeren takket for innsatsen

– Norge stod fram som eit modelland for resten av Europa. Både flyselskapa og samfunnet elles vart dermed sparte for store summar, og dei reisande slapp kanselleringar og forsinkingar, sa samferdselsminister Magnhild Meltveit Kleppa til tidsskriftet Avinorpuls.

Også flyselskapene SAS og Norwegian takket EVA for de vurderingene som ble gjort under vulkanutbruddet. – Vi har gjennom det siste året opparbeidet stor tillit til de vurderingene Luftfartstilsynet, Avinor og de norske meteorologiske miljøene gjør i slike situasjoner. Uten disse veloverveide vurderingene hadde samfunnet og luftfartsbransjen blitt hardt rammet, sa assisterende flygesjef i Norwegian, Ole Christian Melhus, til

Avinorpuls. – Vi konstaterer at EVA bidro betydelig til å unngå unødvendig stenging av luftrom, sa Pål Hengebøl, sjef for eksterne relasjoner i SAS.

**Samferdselsminister
Magnhild Meltveit Kleppa takket
for de gode rådene som førte til at
luftrommet kunne holdes åpent.**

Foto: ©Stortingsarkivet





Askekameraet testes
over Stromboli i Italia.

AVOID

NILUs Fred Prata har utviklet et «askekamera», som varsler flyene om askeskyer, slik at flyene skal unngå å måtte stå på bakken ved vulkanutbrudd. Kameraet er nå testet på EasyJets fly.

Av Anne Nyeggen

Da Fred Prata kom til NILU for fem år siden, tok han med seg ideen til et «askekamera», en idé han hadde jobbet med i 17 år. I Norge fant han både et avansert forskningsmiljø og midler til videre utvikling. Etter nye fem års arbeid, er kameraet nå testkjørt over Etna og Stromboli på Sicilia, med gode resultater.

AVOID oppdager aske på 100 kilometers hold

Det infrarøde kameraet AVOID kan oppdage aske på 100 kilometers hold, selv på natten. Dette er mulig via teknologi som synliggjør partiklene i askeskyen.

Silikatpartiklene er svært skadelig for flyet, ved at de kan komme inn i flymotoren hvor de smelter og fører til motorstans. For å unngå skader er det derfor viktig for pilotene å vite på forhånd om askeskyer fra vulkanutbrudd krysser ruten deres.

– Piloten får informasjon om sammensetningen av partiklene i luften, og kan vurdere om det er mulig å fly gjen-

nom askeskyen, eller om man må styre utenom den, forklarer Fred Prata. – Dette gir piloten 5-10 minutter til evt. å fly utenom skyen, og kan med dette avverge en potensielt stor skade.

Interesse i markedet

John Ackerman, forretningsdirektør i Nicarnica Aviation som markedsfører kameraet, kan fortelle om interesse fra flere flyselskaper. – Nicarnica Aviation har hatt dialog med Airbus og Boeing, i tillegg til EasyJet, men vi skal nå avslutte testfasen vi er inne i for å perfektionere teknologien. – Etter dette vil Avoid-teknologien være tilgjengelig for alle flyselskaper, sier Ackerman.

Testflyvning med stort presseoppbud

Etter flere uker med testflyvning ble kameraet presentert for et flylass med journalister på Sicilia i desember 2011. CNN, BBC, Reuters, National Geographic og andre internasjonale medier var til stede, og fikk høre en stolt Fred Prata fortelle at Nicarnica Aviation skal levere



Etter 22 års arbeid er seniorforsker Fred Prata ved NILU glad for at askekameraet blir en realitet.

kameraet til det britiske flyselskapet EasyJet, som vil utstyre 20 nye Airbus A320-fly med den norske teknologien i 2012. Storbritannia, som Norge, ligger utsatt til for aske fra Island, men EasyJet har tillit til at kameraet skal gjøre det mulig å likevel opprettholde trafikken, hvis for eksempel Katla skulle bryte ut.

NILU – viktig for miljøet

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.

NILUs forskningområder

- Atmosfærens sammensetning
- Drivhusgasser og klimaendringer
- Ozonlaget og UV-stråling
- Langtransportert luftforurensning
- Industri- og byforurensning
- Aerosoler og partikler
- Miljøgifter
- Studier av helseeffekter
- Økologi og økonomi

NILU har en sterk posisjon nasjonalt og internasjonalt, og er blant de ledende fagmiljøer i verden innenfor flere av sine fagfelt.

Tjenester

Luftkvalitetsmålinger

NILUs 40 år lange erfaring med luftforurensning gir mulighet til å kombinere høyt kvalifiserte forskere og egenutviklet programvare til konsulenttjenester av høy kvalitet.

Kjemiske analyser

NILUs laboratorier tilbyr avanserte analyser av alle slags prøver innen et bredt spekter av organiske og uorganiske forurensninger.



Fra pol til pol

NILU overvåker klimaendringer, luftkvalitet og langtransportert luftforurensning fra observatorier i Norge (Birkesøbservatoriet og ALOMAR på Andøya), i Arktis (Zeppelin på Svalbard), og i Antarktis (Troll). NILUs observatorier supplerer forskere over hele verden med viktige data om forurensninger, klimagasser og klimadrivere.



Laboratorier

NILUs akkrediterte kjemiske laboratorier er blant de fremste i Europa. Oppdatert analyseutstyr, blant annet flere høyoppløselige massespektrometre, gir svært nøyaktige målinger av både organiske og uorganiske forurensninger.

Helseeffektlaboratoriet

I helseeffektlaboratoriet forsker NILU på effekter fra forurensning, klimaendringer og nye materialer på mennesker og dyr. Laboratoriet utvikler blant annet metoder for risikovurdering av bruk av nanopartikler i industrielle prosesser og forbrukerprodukter.

Internasjonale aktiviteter

NILU har lang erfaring i å koordinere internasjonale forskningsprosjekter, og utfører en rekke oppdrag internasjonalt.

Instituttet er strategisk partner for miljømyndighetene i Abu Dhabi i De forente arabiske emirater. NILU har også kontor i Polen.

Instituttet deltar aktivt i EUs rammeprogrammer for forskning, og koordinerer blant annet EMEP-programmet (Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe).

NILU har en ledende rolle i å samle inn og lagre data fra forskning og overvåkning vedrørende atmosfæren.

Viktige internasjonale oppdragsgivere for NILU

- Den europeiske kommisjonen (EC)
- Det europeiske miljøbyrået (EEA)
- FNs miljøprogram (UNEP)
- FNs økonomiske kommisjon for Europa (UNECE)
- Miljøverndepartementet i Abu Dhabi (EAD)
- Verdensbanken (IBRD)
- Verdens meteorologiorganisasjon (WMO)
- Verdens helseorganisasjon (WHO)

Innovasjon

NILU markedsfører sine nyskapninger gjennom NILU innovation AS. Det heleide datterselskapet er også holdingselskap for flere nye etableringer som Nicarnica AS, Nicarnica Aviation AS og Comet Bio Tech.

Nøkkeltall

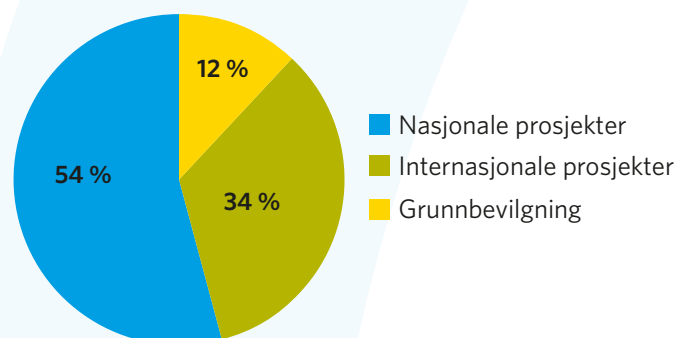
Utdrag fra årsregnskap: Alle tall i MNOK

RESULTATREGNSKAP	2011	2010
Prosjektinntekter	169,8	165,1
Basisbevilgning	22,8	20,7
Andre inntekter	0,4	0,7
Driftsinntekter	193,0	186,5

Lønn og sosiale kostnader	-125,7	-120,1
Direkte prosjektkostnader	-26,8	-29,1
Andre driftskostnader	-38,0	-34,0
Driftsresultat	2,5	3,3
Netto finansposter	1,5	-0,6
Skattekostnad	0	-1,8
Årsoverskudd	4,0	0,9

BALANSE	31.12.11	31.12.10
Sum omløpsmidler	81,3	78,1
Sum anleggsmidler	99,3	94,6
Sum eiendeler	180,6	172,7
Egenkapital	109,8	108,5
Gjeld	70,8	64,2
Sum gjeld og egenkapital	180,6	172,7

PROSJEKTPORTEFØLJE - PROSENTVIS FORDELING 2011



ANTALL ÅRSVERK	2011	2010
Totalt	185	182
- herav forskerårsverk	98	97
- herav årsverk andre ansatte	87	85
Omsetning per forskerårsverk	1 966	1 923

ANTALL ANSATTE	2011	2010
Totalt	197	194
- herav kvinner	83	86
- herav menn	114	108
Antall ansatte med doktorgrad	58	55

INTERNASJONALE PROSJEKTER - ANTALL	2011	2010
EU-prosjekter	30	34
Nordisk Ministerråd	6	4
FN-prosjekter	3	1
Verdensbanken	2	2
Andre prosjekter	24	21
Total	65	62

PROSJEKTPORTEFØLJE - ANTALL	2011	2010
0 - 100 000	106	108
101 000 - 500 000	119	134
501 000 - 2 000 000	54	68
2 001 000 og over	21	16
Total	300	326

NILUs UTGIVELSER	2011	2010
Vitenskapelige artikler	116	109
Oppdragsrapporter	73	92
Tekniske rapporter	4	15
EMEP/CCC rapporter	7	4
Foredrag	91	111
Postere	18	31

I tillegg bidro NILUs forskere til utgivelse av:

Eksterne rapporter	16	21
Kapitler/artikler i bøker/rapporter	74	56

Vitenskapelige artikler

- Ahlgren, H., Henjum, K., Ottersen, O.P., Runden-Pran, E. (2011) Validation of organotypical hippocampal slice cultures as an ex vivo model of brain ischemia: different roles of NMDA receptors in cell death signalling after exposure to NMDA or oxygen and glucose deprivation. *Cell Tissue Res.*, 345, 329-341. doi:10.1007/s00441-011-1218-2.
- Ahrens, L., Herzke, D., Huber, S., Bustnes, J., Bangjord, G., Ebinghaus, R. (2011) Temporal trends and pattern of polyfluoroalkyl compounds in tawny owl (*Strix aluco*) eggs from Norway, 1986-2009. *Environ. Sci. Technol.*, 45, 8090-8097. doi:10.1021/es103473v.
- Aleksandropoulou, V., Tørseth, K., Lazaridis, M. (2011) Atmospheric emission inventory for natural and anthropogenic sources and spatial emission mapping for the Greater Athens area. *Water Air Soil Pollut.*, 219, 507-526. doi: 10.1007/s11270-010-0724-2.
- Asmi, A., Wiedensohler, A., Laj, P., Fjaeraa, A.-M., Sellegri, K., Birmili, W., Weingartner, E., Baltensperger, U., Zdimal, V., Zikova, N., Putaud, J.-P., Marinoni, A., Tunved, P., Hansson, H.-C., Fiebig, M., Kivekäs, N., Lihavainen, H., Asmi, E., Ulevicius, V., Aalto, P. P., Swietlicki, E., Kristensson, A., Mihalopoulos, N., Kalivitis, N., Kalapov, I., Kiss, G., de Leeuw, G., Henzing, B., Harrison, R. M., Beddows, D., O'Dowd, C., Jennings, S. G., Flentje, H., Weinhold, K., Meinhardt, F., Ries, L., Kulmala, M. (2011) Number size distributions and seasonality of submicron particles in Europe 2008-2009. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 5505-5538. doi:10.5194/acp-11-5505-2011.
- Balis, D., Isaksen, I.S.A., Zerefos, C., Zyrichidou, I., Eleftheratos, K., Tourpali, K., Bojkov, R., Rognerud, B., Stordal, F., Savde, O.A., Orsolini, Y. (2011) Observed and modelled record ozone decline over the Arctic during winter/spring 2011. *Geophys. Res. Lett.*, 38, L23801. doi:10.1029/2011GL049259.
- Benestad, R. E., Senan, R., Balmaseda, M., Ferranti, L., Orsolini, Y., Melsom, A. (2011) Sensitivity of summer 2-m temperature to sea ice conditions. *Tellus A*, 63, 324-337. doi:10.1111/j.1600-0870.2010.00488.x.
- Berge, J.A., Hylland, K., Schlabach, M., Ruus, A. (2011) Accumulation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans in Atlantic Cod (*Gadus morhua*) - cage experiments in a Norwegian fjord. *J. Toxicol Environ. Health*, 4, 455-465. doi:10.1080/15287394.2011.550556.
- Berger, J., Denby, B. (2011) A generalised model for traffic induced road dust emissions. Model description and evaluation. *Atmos. Environ.*, 45, 3692-3703. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.04.021.
- Bouwmeester, H., Lynch, I., Marvin, H.J.P., Dawson, K.A., Berges, M., Braguer, D., Byrne, H.J., Casey, A., Chambers, G., Clift, M.J.D., Elia, G., Fernandes, T.F., Fjellsbø, L.B., Hatto, P., Juillerat, L., Klein, C., Kreyling, W.G., Nickel, C., Riediker, M., Stone, V. (2011) Minimal analytical characterization of engineered nano-materials needed for hazard assessment in biological matrices. *Nanotoxicology*, 5, 1-11. doi:10.3109/17435391003775266.
- Breivik, K., Gioia, R., Chakraborty, P., Zhang, G., Jones, K.C. (2011) Are reductions in industrial organic contaminants emissions in rich countries achieved partly by export of toxic wastes? *Environ. Sci. Technol.*, 45, 9154-9160. doi:10.1021/es202320c.
- Brock, C. A., Cozic, J., Bahreini, R., Froyd, K. D., Middlebrook, A. M., McComiskey, A., Brioude, J., Cooper, O. R., Stohl, A., Aikin, K. C., de Gouw, J. A., Fahey, D. W., Ferrare, R. A., Gao, R.-S., Gore, W., Holloway, J. S., Hübler, G., Jefferson, A., Lack, D. A., Lance, S., Moore, R. H., Murphy, D. M., Nenes, A., Novelli, P. C., Nowak, J. B., Ogren, J. A., Peischl, J., Pierce, R. B., Pilewskie, P., Quinn, P. K., Ryerson, T. B., Schmidt, K. S., Schwarz, J. P., Sodemann, H., Spackman, J. R., Stark, H., Thomson, D. S., Thornberry, T., Veres, P., Watts, L. A., Warneke, C., Wollny, A. G. (2011) Characteristics, sources, and transport of aerosols measured in spring 2008 during the aerosol, radiation, and cloud processes affecting Arctic Climate (ARCPAC) Project. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 2423-2453. doi:10.5194/acp-11-2423-2011.
- Bustnes, J.O., Yoccoz, N.G., Bangjord, G., Herzke, D., Ahrens, L., Skaare, J.U. (2011) Impacts of climate and feeding conditions on the annual accumulation (1986-2009) of persistent organic pollutants in a terrestrial raptor. *Environ. Sci. Technol.*, 45, 7542-7547. doi:10.1021/es201786x.
- Carlsson, P., Herzke, D., Wedborg, M., Gabrielsen, G.W. (2011) Environmental pollutants in the Swedish marine eco-system, with special emphasis on polybrominated diphenyl ethers (PBDE). *Chemosphere*, 82, 1286-1292. doi:10.1016/j.chemosphere.2010.12.02.
- Chang, R. Y.-W., Leck, C., Graus, M., Müller, M., Paatero, J., Burkhardt, J. F., Stohl, A., Orr, L. H., Hayden, K., Li, S.-M., Hansel, A., Tjernström, M., Leaitch, W. R., Abbatt, J. P. D. (2011) Aerosol composition and sources in the Central Arctic Ocean during ASCOS. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10619-10636. doi:10.5194/acp-11-10619-2011.
- Claeyman, M., Attié, J.-L., Peuch, V.-H., El Amraoui, L., Lahoz, W. A., Josse, B., Joly, M., Barré, J., Ricaud, P., Massart, S., Piacentini, A., von Clarmann, T., Höpfner, M., Orphal, J., Flaud, J.-M., Edwards, D.P. (2011) A thermal infrared instrument onboard a geostationary platform for CO and O3 measurements in the lowermost troposphere: Observing System Simulation Experiments (OSSE). *Atmos. Meas. Tech.*, 4, 1637-1661. doi:10.5194/amt-4-1637-2011.
- Claeyman, M., Attié, J.-L., Peuch, V.-H., El Amraoui, L., Lahoz, W.A., Josse, B., Ricaud, P., von Clarmann, T., Höpfner, M., Orphal, J., Flaud, J.-M., Edwards, D.P., Chance, K., Liu, X., Pasternak, F., Cantie, R. (2011) A geostationary thermal infrared sensor to monitor the lowermost troposphere: O3 and CO retrieval studies. *Atmos. Meas. Tech.*, 4, 297-317. doi:10.5194/amt-4-297-2011.
- Colette, A., Granier, C., Hodnebrog, Ø., Jakobs, H., Maurizi, A., Nyiri, A., Bessagnet, B., D'Angiola, A., D'Isidoro, M., Gauss, M., Meleux, F., Memmesheimer, M., Mieville, A., Rouil, L., Russo, F., Solberg, S., Stordal, F., Tampieri, F. (2011) Air quality trends in Europe over the past decade: a first multi-model assessment. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 11657-11678. doi:10.5194/acp-11-11657-2011.
- Covaci, A., Harrad, S., Abdallah, M. A.-E., Alia, N., Lawe, R.J., Herzke, D., de Wit, C.A. (2011) Novel brominated flame retardants: A review of their analysis, environmental fate and behaviour. *Environ. Int.*, 37, 532-556. doi:10.1016/j.envint.2010.11.007.
- Denby, B., Cassiani, M., de Smet, P., de Leeuw, F., Horálek, J. (2011) Sub-grid variability and its impact on European wide air quality exposure. *Atmos. Environ.*, 45, 4220-4229. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.05.007.
- Denby, B., Dudek, A., Walker, S.E., Costa, A.M., Monteiro, A., van den Elshout, S., Fisher, B. (2011) Towards uncertainty mapping in air-quality modelling and assessment. *Int. J. Environ. Pollut.*, 44, 14-23. doi:10.1504/IJEP.2011.038398.
- Denby, B., Larssen, S., Bultjes, P., Keuken, M., Sokhi, R., Moussiopoulos, N., Douros, J., Borrego, C., Costa, A.M. (2011) Recommendations for the spatial assessment of air quality resulting from the FP6 EU project Air4EU. *Int. J. Environ. Pollut.*, 44, 128-138. doi:10.1504/IJEP.2011.038411.
- Durant, A.J., Le Quére, C., Hope, C., Friend, A.D. (2011) Economic value of improved quantification in global sources and sinks of carbon dioxide. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 369, 1967-1979. doi: 10.1098/rsta.2011.0002.
- Edvardsen, K., Veierød, M.B., Brustad, M., Braaten, T., Engelsens, O., Lund, E. (2011) Vitamin D-effective solar UV radiation, dietary vitamin D and breast cancer risk. *Int. J. Cancer*, 128, 1425-1433. doi:10.1002/ijc.25463.
- Eulaers, I., Covaci, A., Herzke, D., Eens, M., Sonne, C., Moum, T., Schnug, L., Hanssen, S.A., Johnsen, T.V., Bustnes, J.O., Jaspers, V.L.B. (2011) A first evaluation of the usefulness of feathers of nestling predatory birds for non-destructive biomonitoring of persistent organic pollutants. *Environ. Int.*, 37, 622-630. doi:10.1016/j.envint.2010.12.007.
- Ferk, F., Chakraborty, A., Jäger, W., Kundi, M., Bichler, J., Misik, M., Wagner, K.-H., Grasl-Kraupp, B., Sagmeister, S., Haidinger, G., Hoelzl, C., Nersesyan, A., Dusinska, M., Simic, T., Knasmüller, S. (2011) Potent protection of gallic acid against DNA oxidation: results of human and animal experiments. *Mutat. Res.*, 715, 61-71. doi:10.1016/j.mrfmmm.2011.07.010.
- Fischer, R., Aas, W., De Vries, W., Clarke, N., Cudlin, P., Leaver, D., Lundin, L., Matteucci, G., Matyssek, R., Mikkelsen, T.N., Mirtl, M., Öztürk, Y., Papale, D., Potocic, N., Simpson, D., Tuovinen, L.-P., Vesala, T., Wieser, G., Paoletti, E. (2011) Towards a transnational system of supersites for forest monitoring and research in Europe - an overview on present state and future recommendations. *iForest*, 4, 167-171. doi:10.3832/for0584-004.
- Fisher, R.E., Sriskantharajah, S., Lowry, D., Lanoisellé, M., Fowler, C.M.R., James, R.H., Hermansen, O., Myhre, C.L., Stohl, A., Greinert, J., Nisbet-Jones, P.B.R., Mienert, J., Nisbet, E.G. (2011) Arctic methane sources: Isotopic evidence for atmospheric inputs. *Geophys. Res. Lett.*, 38, L21803. doi:10.1029/2011GL049319.
- Galmarini, S., Stohl, A., Wotawa, G. (2011) Fund experiments on atmospheric hazards. (Comment, correspondence). *Nature*, 473, 285. doi:10.1038/473285d.
- Gatti, E., Durant, A.J., Gibbard, P.L., Oppenheimer, C. (2011) Youngest Toba Tuff in the Son Valley, India: a weak and discontinuous stratigraphic marker. *Quaternary Sci. Rev.*, 30, 3925-3934. doi:10.1016/j.quascirev.2011.10.008.
- Gilardoni, S., Vignati, E., Cavalli, F., Putaud, J. P., Larsen, B. R., Karl, M., Stenström, K., Genberg, J., Henne, S., Dentener, F. (2011) Better constraints on sources of carbonaceous aerosols using a combined 14C - macro tracer analysis in a European rural background site. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 5685-5700. doi:10.5194/acp-11-5685-2011.
- Gimeno, L., Nieto, R., Drumond, A., Durán-Quesada, A.M., Stohl, A., Sodemann, H., Trigo, R.M. (2011) A close look at oceanic sources of continental precipitation. *Eos Trans.*, 92, 193-194. doi:10.1029/2011EO230001.
- Gioia, L., Eckhardt, S., Breivik, K., Jaward, F., Prieto, A., Nizzetto, L., Jones, K.C. (2011) Evidence for major emissions of PCBs in the West African region. *Environ. Sci. Technol.*, 45, 1349-1355. dx.doi.org/10.1021/es1025239.
- Grøntoft, T. (2011) Climate change impact on building surfaces and façades. *Int. J. Clim. Change Strat. Manage.*, 3, 4, 374-385.
- Hagenaars, A., Meyer, I.J., Herzke, D., Pardo, B.G., Martinez, P., Pabon, M., De Coen, W., Knapen, D. (2011) The search for alternative aqueous film forming foams (AFFF) with a low environmental impact: physiological and transcriptomic effects of two Forafac® fluorosurfactants in turbot. *Aquat. Toxicol.*, 104, 168-176. doi:10.1016/j.aquatox.2011.04.012.
- Hall, C.M., Hansen, G., Sigernes, F., Kuyeng Ruiz, K.M. (2011) Tropopause height at 78° N 16° E: average seasonal variation 2007-2010. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 5485-5490. doi:10.5194/acp-11-5485-2011.
- Hallanger, I. G., Warner, N. A., Ruus, A., Evenset, A., Christensen, G., Herzke, D., Gabrielsen, G. W., Borgå, K. (2011) Seasonality in contaminant accumulation in Arctic marine pelagic food webs using trophic magnification factor as a measure of bio-accumulation. *Environ. Toxicol. Chem.*, 30, 1026-1035. doi: 10.1002/etc.488.
- Hallanger, I.G., Ruus, A., Herzke, D., Nicholas A. Warner, N.A., Evenset, A., Eldbjørg S. Heimstad, E.S. Gabrielsen, G.W., Borgå, K. (2011) Influence of season, location, and feeding strategy on bioaccumulation of halogenated organic contaminants in Arctic marine zooplankton. *Environ. Toxicol. Chem.*, 30, 77-87. doi:10.1002/etc.362.
- Hallanger, I.G., Ruus, A., Warner, N.A., Herzke, D., Evenset, A., Schøyen, M., Gabrielsen, G.W., Borgå, K. (2011) Differences between Arctic and Atlantic fjord systems on bioaccumulation of persistent organic pollutants in zooplankton from Svalbard. *Sci. Tot. Environ.*, 409, 2783-2795. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.03.015.
- Halse, A. K., Schlabach, M., Eckhardt, S., Sweetman, A., Jones, K. C., Breivik, K. (2011) Spatial variability of POPs in European background air. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 1549-1564. doi:10.5194/acp-11-1549-2011.
- Hamburger, T., McMeeking, G., Minikin, A., Birmili, W., Dall'Osto, M., O'Dowd, C., Flentje, H., Henzing, B., Junninen, H., Kristensson, A., de Leeuw, G., Stohl, A., Burkhardt, J.F., Coe, H., Krejci, R., Petzold, A. (2011) Overview of the synoptic and pollution situation over Europe during the EUCAARI-LONGREX field campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 1065-1082. doi:10.5194/acp-11-1065-2011.
- Hansen, S., Nieboer, E., Sandanger, T.M., Wilsaard, T., Thomassen, Y., Veyhe, A.S., Odland, J.Ø. (2011) Changes in maternal blood concentrations of selected essential and toxic elements during and after pregnancy. *J. Environ. Monit.*, 13, 2143-2152. doi:10.1039/C1EM10051C.
- Haspova, K., Hudecova, A., Miadokova, E., Magdolenova, Z., Galova, E., Vaculickova, L., Gregan, F., Dusinska, M. (2011) Biological activity of plant extract isolated from Papaver rhoeas on human lymphoblastoid cell line. *Neoplasma*, 58, 386-391. doi:10.4149/neo_2011_05_386.
- Haug, L.S., Huber, S., Becher, G., Thompson, C. (2011) Characterisation of human exposure pathways to perfluorinated compounds - Comparing exposure estimates with bio-markers of exposure. *Environ. Int.*, 37, 687-693.

- doi:10.1016/j.envint.2011.01.011.
- Haug, L.S., Huber, S., Schlabach, M., Becher, G., Thomsen, C. (2011) Investigation on per- and polyfluorinated compounds in paired samples of house dust and indoor air from Norwegian homes. *Environ. Sci. Technol.*, **45**, 7991-7998. doi:10.1021/es103456h.
- Horska, A., Mislanova, C., Bonassi, S., Ceppi, M., Volkovova, K., Dusinska, M. (2011) Vitamin C levels in blood are influenced by polymorphisms in glutathione S-transferases. *Eur. J. Nutr.*, **50**, 437-446. doi:10.1007/s00394-010-0147-2.
- Huang, J., Cassiani, M., Albertson, J.D. (2011) Coherent turbulent structures across a vegetation discontinuity. *Boundary-Layer Meteorol.*, **140**, 1-22. doi:10.1007/s10546-011-9600-x.
- Huber, S., Haug, L.S., Schlabach, M. (2011) Per- and polyfluorinated compounds in house dust and indoor air from northern Norway - A pilot study. *Chemosphere*, **84**, 1686-1693. doi:10.1016/j.chemosphere.2011.04.075.
- Hulley, G.C., Hook, S.J., Schneider, P. (2011) Optimized split-window coefficients for deriving surface temperatures from inland water bodies. *Rem. Sens. Environ.*, **115**, 3758-3769. doi:10.1016/j.rse.2011.09.014.
- Hyvärinen, A.-P., Kolmonen, P., Kerminen, V.-M., Virkkula, A., Leskinen, Komppula, M., Hatakka, J., Burkhardt, J., Stohl, A., Aalto, P., Kulmala, M., Lehtinen, K.E.J., Viisanen, Y., Lihavainen, H. (2011) Aerosol black carbon at five background measurement sites over Finland, a gateway to the Arctic. *Atmos. Environ.*, **45**, 4042-4050. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.04.026.
- Jackson, D.R., Orsolini, Y.J., Engelsens, O. (2011) Low-ozone events in the southern polar summer as indicated by Met Office ozone analyses. *J. Geophys. Res.*, **116**, D06302. doi:10.1029/2010JD014858.
- Karl, M., Gross, A., Pirjola, L., Leck, C. (2011) A new flexible multicomponent model for the study of aerosol dynamics in the marine boundary layer. *Tellus B*, **63**, 1001-1025. doi: 10.1111/j.1600-0889.2011.00562.x.
- Karl, M., Wright, R.F., Berglen, T.F., Denby, B. (2011) Worst case scenario study to assess the environmental impact of amine emissions from a CO₂ capture plant. *Internat. J. Greenhouse Gas Control*, **5**, 439-447. doi:10.1016/j.ijggc.2010.11.001.
- Klánová, J., Diamond, M., Jones, K., Lammel, G., Lohmann, R., Pirrone, N., Scheringer, M., Balducci, C., Bidleman, T., Bláha, K., Bláha, L., Booi, B., Bouwman, H., Breivik, B., Eckhardt, S., Fiedler, H., Garrigues, P., Harner, T., Holoubek, I., Hung, H., MacLeod, M., Magulova, K., Mosca, S., Pistocchi, A., Simonich, S., Smedes, F., Stephanou, E., Sweetman, A., Sebková, K., Venier, M., Vighi, M., Vrana, B., Wania, F., Weber, R., Weiss, P. (2011) Identifying the research and infra-structure needs for the global assessment of hazardous chemicals ten years after establishing the Stockholm Convention. *Environ. Sci. Technol.*, **45**, 7617-7619. doi:10.1021/es202751f.
- Knobelspiesse, K., Cairns, B., Redemann, J., Bergstrom, R. W., Stohl, A. (2011) Simultaneous retrieval of aerosol and cloud properties during the MILAGRO field campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 6245-6263. doi:10.5194/acp-11-6245-2011.
- Kühnel, R., Roberts, T.J., Björkman, M.P., Isaksson, E., Aas, W., Holmén, K., Ström, J. (2011) 20-year climatology of NO₃- and NH₄⁺ wet deposition at Ny-Ålesund, Svalbard. *Adv. Meteorol.*, **2011**, Art. id. 406508. doi:10.1155/2011/406508.
- Kulmala, M., Asmi, A., Lappalainen, H. K., Baltensperger, U., Brenguier, J.-L., Facchini, M. C., Hansson, H.-C., Hov, Ø., O'Dowd, C. D., Pöschl, U., Wiedensohler, A., Boers, R., Boucher, O., de Leeuw, G., Denier van der Gon, H. A. C., Feichter, J., Krejci, R., Laj, P., Lihavainen, H., Lohmann, U., McFiggans, G., Mentel, T., Pilinis, C., Riipinen, I., Schulz, M., Stohl, A., Swietlicki, E., Vignati, E., Alves, C., Amann, M., Ammann, M., Arabas, S., Artaxo, P., Baars, H., Beddows, D. C. S., Bergström, R., Beukes, J. P., Bilde, M., Burkhardt, J. F., Canonaco, F., Clegg, S. L., Coe, H., Crumeyrolle, S., D'Anna, B., Decesari, S., Gilardoni, S., Fischer, M., Fjaeraa, A. M., Fountoukis, C., George, C., Gomes, L., Halloran, P., Hamburger, T., Harrison, R. M., Herrmann, H., Hoffmann, T., Hoose, C., Hu, M., Hyvärinen, A., Hörrak, U., Iinuma, Y., Iversen, T., Josipovic, M., Kanakidou, M., Kiendler-Scharr, A., Kirkevåg, A., Kiss, G., Klimont, Z., Kolmonen, P., Komppula, M., Kristjánsson, J.-E., Laakso, L., Laaksonen, A., Labonnote, L., Lanz, V. A., Lehtinen, K. E. J., Rizzo, L. V., Makkonen, R., Manninen, H. E., McMeeking, G., Merikanto, J., Minkinen, A., Mirmo, S., Morgan, W. T., Nemitz, E., O'Donnell, D., Panwar, T. S., Pawłowska, H., Petzold, A., Pienaar, J. J., Pio, C., Plass-Dueller, C., Prévôt, A. S. H., Pryor, S., Reddington, C. L., Roberts, G., Rosenfeld, D., Schwarz, J., Seland, Ø., Sellegri, K., Shen, X. J., Shiraiwa, M., Siebert, H., Sierau, B., Simpson, D., Sun, J. Y., Topping, D., Tunved, P., Vaattovaara, P., Vakkari, V., Veefkind, J. P., Visschedijk, A., Vuollekoski, H., Vuolo, R., Wehner, B., Wildt, J., Woodward, S., Worsnop, D. R., van Zadelhoff, G.-J., Zardini, A. A., Zhang, K., van Zyl, P. G., Kerminen, V.-M., S Carslaw, K., Pandis, S. N. (2011) General overview: European Integrated project on Aerosol Cloud Climate and Air Quality inter-actions (EUCAARI) - integrating aerosol research from nano to global scales. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 13061-13143. doi:10.5194/acp-11-13061-2011.
- Kylin, H., Bouwman, H., Evans, S.W. (2011) Evaluating threats to an endangered species by proxy: air pollution as threat to the blue swallow (*Hirundo atrocaerulea*) in South Africa. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **18**, 282-290. doi:10.1007/s11356-010-0369-0.
- Kylling, A., Mayer, B., Blumthaler, M. (2011) Technical Note: A new discrete ordinate first-order rotational Raman scattering radiative transfer model - implementation and first results. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 10471-10485. doi:10.5194/acp-11-10471-2011.
- Lahoz, W. A., Errera, Q., Viscardi, S., Manney, G. L. (2011) The 2009 stratospheric major warming described from synergistic use of BASCOE water vapour analyses and MLS observations. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 4689-4703. doi:10.5194/acp-11-4689-2011.
- Lance, S., Shupe, M.D., Flingold, G., Brock, C.A., Cozic, J., Holloway, J.S., Moore, R.H., Nenes, A., Schwarz, J.P., Spackman, J.R., Froyd, K.D., Murphy, D.M., Brioude, J., Cooper, O.R., Stohl, A., Burkhardt, J.F. (2011) Cloud condensation nuclei as a modulator of ice processes in Arctic mixed-phase clouds. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 8003-8015. doi:10.5194/acp-11-8003-2011.
- Lee, J., Worden, J., Noone, D., Bowman, K., Eldering, A., LeGrande, A., Li, J.-L. F., Schmidt, G., Sodemann, H. (2011) Relating tropical ocean clouds to moist processes using water vapor isotope measurements. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 741-752. doi:10.5194/acp-11-741-2011.
- Li, S., Kim, J., Kim, K.R., Mühle, J., Kim, S.K., Park, M.K., Stohl, A., Kang, D.J., Arnold, T., Harth, C.M., Salameh, P.K., Weiss, R.F. (2011) Emissions of halogenated compounds in East Asia determined from measurements at Jeju Island, Korea. *Environ. Sci. Technol.*, **45**, 5668-5675. doi:10.1021/es104124k.
- Limpasuvan, V., Alexander, M.J., Orsolini, Y.J., Wu, D.L., Xue, M., Richter, J.H., Yamashita, C. (2011) Mesoscale simulations of gravity waves during the 2008-2009 major stratospheric sudden warming. *J. Geophys. Res.*, **116**, D17104. doi:10.1029/2010JD015190.
- López-Aparicio, S., Smolík, J., Mašková, L., Součková, M., Grøntoft, T., Ondráčková, L., Stankiewicz, J. (2011) Relationship of indoor and outdoor air pollutants in a naturally ventilated historical building envelope. *Build. Environ.*, **46**, 1460-1468. doi:10.1016/j.buildenv.2011.01.013.
- Ma, J., Hung, H., Tian, C., Kallenborn, R. (2011) Revolatilization of persistent organic pollutants in the Arctic induced by climate change. *Nature Clim. Change*, **1**, 255-260. doi:10.1038/nclimate1167.
- Magdolenova, Z., Rinna, A., Fjellsbø, L., Dusinska, M. (2011) Safety assessment of nanoparticles cytotoxicity and genotoxicity of metal nanoparticles in vitro. *J. Biomed. Nanotechnol.*, **7**, 20-21. doi:10.1166/jbnn.2011.1180.
- Masson-Delmotte, V., Buiron, D., Ekaykin, A., Frezzotti, M., Gallée, H., Jouzel, J., Krinner, G., Landais, A., Motoyama, H., Oerter, H., Pol, K., Pollard, D., Ritz, C., Schlosser, E., Sime, L. C., Sodemann, H., Stenni, B., Uemura, R., Vimeux, F. (2011) A comparison of the present and last interglacial periods in six Antarctic ice cores. *Clim. Past*, **7**, 397-423. doi:10.5194/cp-7-397-2011.
- McGoldrick, D.J., Durham, J., Leknes, H., Kierkegaard, A., Gerhards, R., Powell, D.E., McLachlan, M.S. (2011) Assessing inter-laboratory comparability and limits of determination for the analysis of cyclic volatile methyl siloxanes in whole Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Chemosphere*, **85**, 1241-1247. doi:10.1016/j.chemosphere.2011.07.018.
- Merlaud, A., Van Roozendaal, M., Theys, N., Fayt, C., Hermans, C., Quennehen, B., Schwarzenboeck, A., Ancellet, G., Pommier, M., Pelon, J., Burkhardt, J., Stohl, A., De Mazière, M. (2011) Airborne DOAS measurements in Arctic: vertical distributions of aerosol extinction coefficient and NO₂ concentration. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 9219-9236. doi:10.5194/acp-11-9219-2011.
- Minguillón, M. C., Perron, N., Querol, X., Szidat, S., Fahrni, S. M., Alastuey, A., Jimenez, J. L., Mohr, C., Ortega, A. M., Day, D. A., Lanz, V. A., Wacker, L., Reche, C., Cusack, M., Amato, F., Kiss, G., Hoffer, A., Decesari, S., Moretti, F., Hillamo, R., Teinilä, K., Seco, R., Peñuelas, J., Metzger, A., Schallhart, S., Müller, M., Hansel, A., Burkhardt, J. F., Baltensperger, U., Prévôt, A. S. H. (2011) Fossil versus con-temporary sources of fine elemental and organic carbonaceous particulate matter during the DAURE campaign in Northeast Spain. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 12067-12084. doi:10.5194/acp-11-12067-2011.
- Motwani, H.V., Qiu, S., Golding, B.T., Kylin, H., Törnqvist, M. (2011) Cob(I) alamin reacts with sucralose to afford an alkylcobalamin: relevance to in vivo cobalamin and sucralose interaction. *Food Chem. Toxicol.*, **750**-757. doi:10.1016/j.fct.2010.11.037.
- Müller, D., Kolgotin, A., Mattis, I., Petzold, A., Stohl, A. (2011) Vertical profiles of micro-physical particle properties derived from inversion with two-dimensional regularization of multiwavelength Raman lidar data: experiment. *Appl. Opt.*, **50**, 2069-2079. doi:10.1364/AO.50.002069.
- Müller, T., Henzing, J. S., de Leeuw, G., Wiedensohler, A., Alastuey, A., Angelov, H., Bizjak, M., Collaud Coen, M., Engström, J. E., Gruening, C., Hillamo, R., Hoffer, A., Imre, K., Ivanow, P., Jennings, G., Sun, J. Y., Kalivitis, N., Karlsson, H., Komppula, M., Laj, P., Li, S.-M., Lunder, C., Marinoni, A., Martins dos Santos, S., Moerman, M., Nowak, A., Ogren, J. A., Petzold, A., Pichon, J. M., Rodriguez, S., Sharma, S., Sheridan, P. J., Teinilä, K., Tuch, T., Viana, M., Virkkula, A., Weingartner, E., Wilhelm, R., Wang, Y.Q. (2011) Characterization and intercomparison of aerosol absorption photometers: result of two intercomparison workshops. *Atmos. Meas. Tech.*, **4**, 245-268. doi:10.5194/amt-4-245-2011.
- Nielsen, C.J., D'Anna, B., Dye, C., Graus, M., Karl, M., King, S., Maguto, M.M., Müller, M., Schmidbauer, N., Stenström, Y., Wisthaler, A., Pedersen, S. (2011) Atmospheric chemistry of 2-aminoethanol (MEA). *Energy Procedia*, **4**, 2245-2252. doi:10.1016/j.egypro.2011.02.113.
- Nieuwoudt, C., Pieters, R., Quinn, L.P., Kylin, H., Borge, A.R., Bouwman, H. (2011) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soil and sediment from industrial, residential, and agricultural areas in central South Africa: an initial assessment. *Soil Sediment Contam.*, **20**, 188-204. doi:10.1080/15320383.2011.546443.
- Nishij, K., Nakamura, H., Orsolini, Y.J. (2011) Geographical dependence observed in blocking high influence on the stratospheric variability through enhancement and suppression of upward planetary-wave propagation. *J. Clim.*, **24**, 6408-6423. doi:10.1175/JCLI-D-10-05021.1.
- Orsolini, Y.J., Kindem, I.T., Kvamstø, N.G. (2011) On the potential impact of the stratosphere upon seasonal dynamical hindcasts of the North Atlantic Oscillation: a pilot study. *Clim. Dynam.*, **36**, 579-588. doi:10.1007/s00382-009-0705-6.
- Pommereau, J.-P., Garnier, A., Held, G., Gomes, A. M., Goutail, F., Durry, G., Borch, F., Hauchecorne, A., Montoux, N., Coquerez, P., Letrenne, G., Vial, F., Hertzog, A., Legras, B., Pissio, I., Pyle, J. A., Harris, N. R. P., Jones, R. L., Robinson, A. D., Hansford, G., Eden, L., Gardiner, T., Swann, N., Knudsen, B., Larsen, N., Nielsen, J. K., Christensen, T., Cairo, F., Fierli, F., Pirre, M., Maréchal, V., Huret, N., Rivière, E. D., Coe, H., Grosvenor, D., Edvardsen, K., Di Donfrancesco, G., Ricaud, P., Berthelot, J.-J., Godefroy, M., Seran, E., Longo, K., Freitas, S. (2011) An overview of the HIBISCUS campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 2309-2339. doi:10.5194/acp-11-2309-2011.
- Porporato, A., Kramer, P.R., Cassiani, M., Daly, E., Mattingly, J. (2011) Local kinetic interpretation of entropy production through reversed diffusion. *Phys Rev. E*, **84**, 4, 041142. doi:10.1103/PhysRevE.84.041142.
- Quennehen, B., Schwarzenboeck, A., Schmale, J., Schneider, J., Sodemann, H., Stohl, A., Ancellet, G., Crumeyrolle, S., Law, K. S. (2011) Physical and chemical properties of pollution aerosol particles transported from North America to Greenland as measured during the POLARCAT summer campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, **11**, 10947-10963.

doi:10.5194/acp-11-10947-2011.

Quinn, C.L., Wania, F., Czub, G., Breivik, K. (2011) Investigating intergenerational differences in human PCB exposure due to variable emissions and reproductive behaviors. *Environ. Health Perspect.*, 119, 641-646. doi:10.1289/ehp.1002415.

Roiger, A., Schlager, H., Schäfer, A., Huntrier, H., Scheibe, M., Aufmoff, H., Cooper, O. R., Sodemann, H., Stohl, A., Burkhardt, J., Lazzara, M., Schiller, C., Law, K. S., Arnold, F. (2011) In-situ observation of Asian pollution transported into the Arctic lowermost stratosphere. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10975-10994. doi:10.5194/acp-11-10975-2011.

Rose, W.I., Durant, A.J. (2011) Fate of volcanic ash: Aggregation and fallout. *Geology*, 39, 895-896. doi:10.1130/focus092011.

Rylander, C., Odland, J.Ø., Sandanger, T.M. (2011) Climate change and environmental impacts on maternal and newborn health with focus on Arctic populations. *Global Health Action*, 4, 8452. doi:10.3402/gha.v4i0.8452.

Rylander, C., Sandanger, T.M., Petrenya, N., Konoplev, A., Bojko, E., Odland, J.Ø. (2011) Indications of decreasing human PTS concentrations in North West Russia. *Global Health Action*, 4, 8427. doi:10.3402/gha.v4i0.8427.

Sabel, C., Shaddick, G., Blangiardo, M., Salway, R., Zenie, A., Denby, B., Gerharz, L. (2011) Uncertainty analysis within the EU HEIMTSA (Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment) project. *Epidemiology*, 22, S176-S177. doi:10.1097/01.ede.0000392218.51262.f2.

Sandanger, T.M., Huber, S., Moe, M.K., Braathen, T., Leknes, H., Lund, E. (2011) Plasma concentrations of parabens in post-menopausal women and self-reported use of personal care products: the NOWAC post-genome study. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, 21, 595-600. doi:10.1038/jes.2011.22.

Schmale, J., Schneider, J., Ancellet, G., Quennehen, B., Stohl, A., Sodemann, H., Burkhardt, J. F., Hamburger, T., Arnold, S. R., Schwarzenboeck, A., Borrmann, S., Law, K. S. (2011) Source identification and airborne chemical characterisation of aerosol pollution from long-range transport over Greenland during POLARCAT summer campaign 2008. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10097-10123. doi:10.5194/acp-11-10097-2011.

Schumann, U., Weinzierl, B., Reitebuch, O., Schlager, H., Minikin, A., Forster, C., Baumann, R., Sailer, T., Graf, K., Mannstein, H., Voigt, C., Rahm, S., Simmet, R., Scheibe, M., Lichtenstern, M., Stock, P., Rüba, H., Schauble, D., Tafferner, A., Rautenhaus, M., Gerz, T., Ziereis, H., Krautstrunk, M., Mallaun, C., Gayet, J.-F., Lieke, K., Kandler, K., Ebert, M., Weinbruch, S., Stohl, A., Gasteiger, J., Groß, S., Freudenthaler, V., Wiegner, M., Ansmann, A., Tesche, M., Olafsson, H., Sturm, K. (2011) Airborne observations of the Eyjafjalla volcano ash cloud over Europe during air space closure in April and May 2010. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 2245-2279. doi:10.5194/acp-11-2245-2011.

Schuster, J.K., Gioia, R., Moeckel, C., Agarwal, T., Bucheli, T.D., Breivik, K., Steinnes, E., Jones, K.C. (2011) Has the burden and distribution of PCBs and PBDEs changed in European background soils between 1998 and 2008? Implications for sources and processes. *Environ. Sci. Technol.*, 45, 7291-7297. doi:10.1021/es200961p.

Seibert, P., Kristiansen, N.I., Richter, A., Eckhardt, S., Prata, A.J., Stohl, A. (2011)

Uncertainties in the inverse modelling of sulphur dioxide eruption profiles. *Geomatics Nat. Hazard Risk*, 2, 201-216. doi:10.1080/19475705.2011.590533.

Siegfried, M.R., Hawley, R.L., Burkhardt, J.F. (2011) High-resolution ground-based GPS measurements show inter-campaign bias in ICESat elevation data near summit, Greenland. *IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.*, 49, 3393-3400. doi:10.1109/TGRS.2011.2127483.

Slini, T., Walker, S.E., Moussiopoulos, N. (2011) Data assimilation within the Air4EU project: the Athens case. *Internat. J. Environ. Pollut.*, 44, 298-306. doi:10.1504/IJEP.2011.038430.

Sodemann, H., Pommier, M., Arnold, S.R., Monks, S.A., Stebel, K., Burkhardt, J.F., Hair, J.W., Diskin, G.S., Clerbaux, C., Coheur, P.-F., Hurtmans, D., Schlager, H., Blechschmidt, A.-M., Kristjánsson, J.E., Stohl, A. (2011) Episodes of cross-polar transport in the Arctic troposphere during July 2008 as seen from models, satellite, and aircraft observations. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 3631-3651. doi:10.5194/acp-11-3631-2011.

Søvde, O.A., Orsolini, Y.J., Jackson, D.R., Stordal, F., Isaksen, I.S.A., Røgnrud, B. (2011) Estimation of Arctic O3 loss during winter 2006/2007 using data assimilation and comparison with a chemical transport model. *Q. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 137, 118-128. doi:10.1002/qj.740.

Steen, A.O., Berg, T., Dastoor, A.P., Durnford, D.A., Engelsen, O., Hole, L.R., Pfaffhuber, K.A. (2011) Natural and anthropogenic atmospheric mercury in the European Arctic: a fractionation study. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 6273-6284.

Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T. (2011) Three decades of atmospheric metal deposition in Norway as evident from analysis of moss samples. *Sci. Total Environ.*, 412-413, 351-358. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.09.086.

Stjern, C.W., Stohl, A., Kristjánsson, J.E. (2011) Have aerosols affected trends in visibility and precipitation in Europe? *J. Geophys. Res.*, 116, D02212. doi:10.1029/2010JD014603.

Stohl, A., Prata, A.J., Eckhardt, S., Clarisse, L., Durant, A., Henne, S., Kristiansen, N.I., Minikin, A., Schumann, U., Seibert, P., Stebel, K., Thomas, H.E., Thorsteinsson, T., Tørseth, K., Weinzierl, B. (2011) Determination of time- and height-resolved volcanic ash emissions and their use for quantitative ash dispersion modeling: the 2010 Eyjafjallajökull eruption. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 4333-4351. doi:10.5194/acp-11-4333-2011.

Stutz, J., Thomas, J. L., Hurlock, S. C., Schneider, M., von Glasow, R., Piot, M., Gorham, K., Burkhardt, J. F., Ziemba, L., Dibb, J. E., Lefer, B. L. (2011) Longpath DOAS observations of surface BrO at Summit, Greenland. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 9899-9910. doi:10.5194/acp-11-9899-2011.

Thiéblemont, R., Huret, N., Orsolini, Y.J., Hauchecorne, A., Drouin, M.-A. (2011) Frozen-in anticyclones occurring in polar Northern Hemisphere during springtime: Characterization, occurrence and link with quasi-biennial oscillation. *J. Geophys. Res.*, 116, D20110. doi:10.1029/2011JD016042.

Thomas, H.E., Prata, A. J. (2011) Sulphur dioxide as a volcanic ash proxy during the April-May 2010 eruption of Eyjafjallajökull Volcano, Iceland. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 6871-6880. doi:10.5194/acp-11-6871-2011.

Thomas, H.E., Watson, I.M., Carn, S.A., Prata, A.J., Realmuto, V.J. (2011) A

comparison of AIRS, MODIS and OMI sulphur dioxide retrievals in volcanic clouds. *Geomatics Nat. Hazard Risk*, 2, 217-232. doi:10.1080/19475705.2011.564212.

Tietze, K., Riedi, J., Stohl, A., Garrett, T.J. (2011) Space-based evaluation of interactions between aerosols and low-level Arctic clouds during the Spring and Summer of 2008. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 3359-3373. doi:10.5194/acp-11-3359-2011.

Trickl, T., Bartsch-Ritter, N., Eisele, H., Furger, M., Mücke, R., Sprenger, M., Stohl, A. (2011) High-ozone layers in the middle and upper troposphere above Central Europe: potential import from the stratosphere along the subtropical jet stream. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 9343-9366. doi:10.5194/acp-11-9343-2011.

Tsyro, S., Aas, W., Soares, J., Sofiev, M., Berge, H., Spindler, G. (2011) Modelling of sea salt concentrations over Europe: key uncertainties and comparison with observations. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 10367-10388. doi:10.5194/acp-11-10367-2011.

Vay, S.A., Choi, Y., Vadrevu, K.P., Blake, D.R., Tyler, S.C., Wisthaler, A., Hecobian, A., Kondo, Y., Diskin, G.S., Sachse, G.W., Woo, H., Weinheimer, A.J., Burkhardt, J.F., Stohl, A., Wennberg, P.O. (2011) Patterns of CO2 and radiocarbon across high north-ern latitudes during International Polar Year 2008. *J. Geophys. Res.*, 116, D14301. doi:10.1029/2011JD015643.

Vollmer, M.K., Miller, B.R., Rigby, M., Reimann, S., Mühle, J., Krummel, P.B., O'Doherty, S., Kim, J., Rhee, T.S., Weiss, R.F., Fraser, P.J., Simmonds, P.G., Salameh, P.K., Harth, C.M., Wang, R.H.J., Steele, L.P., Young, D., Lunder, C.R., Hermansen, O., Ivy, D., Arnold, T., Schmidbauer, N., Kim, K.R., Grealley, B.R., Hill, M., Leist, M., Wenger, A., Prinn, R.G. (2011) Atmospheric histories and global emissions of the anthropogenic hydrofluorocarbons HFC-365mfc, HFC-245fa, HFC-227ea, and HFC-236fa. *J. Geophys. Res.*, 116, D08304. doi:10.1029/2010JD015309.

Waaseth, M., Olsen, K.S., Rylander, C., Lund, E., Dumeaux, V. (2011) Sex hormones and gene expression signatures in peripheral blood from postmenopausal women - the NOWAC postgenome study. *BMC Medical Genomics*, 4, 29. doi:10.1186/1755-8794-4-29.

Weigel, R., Borrmann, S., Kazil, J., Minikin, A., Stohl, A., Wilson, J. C., Reeves, J. M., Kunkel, D., de Reus, M., Frey, W., Lovejoy, E. R., Volk, C. M., Viciani, S., D'Amato, F., Schiller, C., Peter, T., Schlager, H., Cairo, F., Law, K. S., Shur, G. N., Belyaev, G. V., Curtius, J. (2011) In situ observations of new particle formation in the tropical upper troposphere: the role of clouds and the nucleation mechanism. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 9983-10010. doi:10.5194/acp-11-9983-2011.

Weissbach, A., Rudström, M., Olofsson, M., Béchemin, C., Icelly, J., Newton, A., Tillmann, U., Legrand, C. (2011) Phytoplankton allelochemical interactions change microbial food web dynamics. *Limnol. Oceanogr.*, 56, 899-909. doi:10.4319/lo.2011.56.3.0899.

Werner, R., Stebel, K., Hansen, G.H., Hoppe, U.-P., Gausa, M., Kivi, R., von der Gathen, P., Orsolini, Y., Kilifarska, N. (2011) Study of the seasonal ozone variations at European high latitudes. *Adv. Space Res.*, 47, 740-747. doi:10.1016/j.asr.2010.09.029.

Wojewódzka, M., Lankoff, A., Dusinska, M., Brunborg, G., Czerwinska, J., Iwanenko, T., Stepkoski, T., Szumiel, I., Kruszewski, M. (2011) Treatment with

silver nanoparticles delays repair of X-ray induced DNA damage in HepG2 cells. *Nukleonika*, 56, 29-33.

Yang, A., Loh, M., Kuhn, A., Bartonova, A., Gerharz, L. (2011) A European exposure modeling approach: Impact of socio-demographic factors on time-use. *Epidemiology*, 22, S213-S213. doi:10.1097/01.ede.0000392339.87387.d9.

Yasunari, T.J., Stohl, A., Hayano, R.S., Burkhardt, J.F., Eckhardt, S., Yasunari, T. (2011) Cesium-137 deposition and contamination of Japanese soils due to the Fukushima nuclear accident. *Proc. Natl Acad. Sci.*, 180, 19530-19534. doi:10.1073/pnas.1112058108.

Yttri, K.E., Simpson, D., Nøjgaard, J.K., Kristensen, K., Genberg, J., Stenström, K., Swietlicki, E., Hillamo, R., Aurela, M., Bauer, H., Offenberg, J.H., Jaoui, M., Dye, C., Eckhardt, S., Burkhardt, J.F., Stohl, A., Glasius, M. (2011) Source apportionment of the summer time carbonaceous aerosol at Nordic rural background sites. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 13339-13357. doi:10.5194/acp-11-13339-2011.

Yttri, K.E., Simpson, D., Stenström, K., Puxbaum, H., Svenning, T. (2011) Source apportionment of the carbonaceous aerosol in Norway - quantitative estimates based on 14C, thermal-optical and organic tracer analysis. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 9375-9394. doi:10.5194/acp-11-9375-2011.

Yver, C. E., Pison, I. C., Fortems-Cheiney, A., Schmidt, M., Chevallier, F., Ramonet, M., Jordan, A., Søvde, O. A., Engel, A., Fisher, R. E., Lowry, D., Nisbet, E. G., Levin, I., Hammer, S., Necki, J., Bartyzel, J., Reimann, S., Vollmer, M. K., Steinbacher, M., Aalto, T., Maione, M., Arduini, J., O'Doherty, S., Grant, A., Sturges, W. T., Forster, G. L., Lunder, C. R., Privalov, V., Paramonova, N., Werner, A., Bousquet, P. (2011) A new estimation of the recent tropospheric molecular hydrogen budget using atmospheric observations and variational inversion. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 3375-3392. doi:10.5194/acp-11-3375-2011.

Oppdragsrapporter

Colombini, M.P., Bonaduce, I., Odlyha, M., Grøntoft, T., Lopez-Aparicio, S., Dahlin, E.M., Sharff, M. (2011) PROPANIT. Results from laboratory exposures and analysis - 2nd report. Deliverable D 2.2. Kjeller, NILU (NILU OR, 01/2011).

Nielsen, C.J., D'Anna, B., Karl, M., Aursnes, M., Boreave, A., Bossi, R., Bunkan, A.J.C., Glasius, M., Hallquist, M., Hansen, A.M.K., Kristensen, K., Mikoviny, T., Maguta, M.M., Müller, M., Nguyen, Q., Westerlund, J., Salo, K., Skov, H., Stenström, Y., Wisthaler, A. (2011) Atmospheric Degradation of Amines (ADA). Summary report: Photo-oxidation of methylamine, dimethylamine and trimethyl-amine. CLIMIT project no. 201604. Kjeller, NILU (NILU OR, 02/2011).

Tønnesen, D. (2011) Målinger av luftkvalitet i Kongsberg. Kjeller, NILU (NILU OR, 03/2011).

Haugsbakk, I., Tønnesen, D. (2011) Sprednings-beregninger for utslipp til luft fra ny energisentral i Nydalen, Oslo. Kjeller, NILU (NILU OR, 04/2011).

Sundseth, K., Pacyna, J.M. (eds.). (2011) HEIMTSA. D5.1.2. Selected alternative scenarios taking into account different regimes of environmental policies and global change. Kjeller, NILU (NILU OR, 05/2011).

Haugsbakk, I. (2011) Støvfallsmålinger ved pukkverk i Sandnessjøen 28.06.2010

- 07.02.2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 06/2011).
- Hak, C., Gjerstad, K.I. (2011) Statusrapport. 1. juli 2010 - 1. oktober 2010. Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. Kjeller, NILU (NILU OR, 07/2011).
- Grøntoft, T., Bernardo, C., Danielsen, T., Lopez-Aparicio, S., Dahlin, E., Bellendorf, P. (2011) MEMORI. Deliverable 1.1 - technical specification of the MEMORI dosimeter. Kjeller, NILU (NILU OR, 08/2011).
- Haugsbakk, I. (2011) Tunneler E134 Kongsberg. Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunnninger. Kjeller, NILU (NILU OR, 09/2011).
- Lopez-Aparicio, S., Grøntoft, T., Dahlin, E., Odlyha, M., Mottner, P., Sharf, M. (2011) PROPAIN. Final results for environmental conditions observed for paintings in micro-climate frames based on dosimeter and other measuring techniques in selected case studies. Deliverable D1.2. Kjeller, NILU (NILU OR, 11/2011).
- Yang, A., Bartonova, A., eds. (2011) HENVINET. D 1.4. Final review of research and best practices, recommendations for exploitation and utilisation. Kjeller, NILU (NILU OR, 12/2011).
- Yang, A., Bartonova, A., eds. (2011) HENVINET. D 4.4. Final review of decision support tools and recommendations. Kjeller, NILU (NILU OR, 13/2011).
- Harju, M., Ravnum, S., Fjellsbø, L., Dusinska, M., Heimstad, E.S. (2011) Alternative approaches to standard toxicity testing. TQP ID 9 - 257430120 - NILU. Kjeller, NILU (NILU OR, 14/2011).
- Dye, C., Fjellsbø, L.M., Dusinska, M. (eds.). (2011) Nitramine analysis procedures development and screening toxicity study. Kjeller, NILU (NILU OR, 15/2011).
- Uggerud, H.T., Pfaffhuber, K.A., Vadset, M., Kalvenes, Ø., Hedevang, E. (2011) Metaller i næringsmidler, kroppsspleieprodukter og kosmetikk. Bestemmelse av aluminium, kadmium og barium. Kjeller, NILU (NILU OR, 16/2011).
- Randall, S. (2011) Bangladesh Air Pollution Management (BAPMAN). 6 Month Project Progress Report. August 2010 - January 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 17/2011).
- NILU. (2011) Environmental management report. Kjeller, NILU (NILU OR, 18/2011).
- Hermansen, O., Wasseng, J., Bäcklund, A., Ström, J., Noon, B., Henning, T., Schultze, D., Barth, V.L. (2011) Air quality Ny-Ålesund. Monitoring of local air quality 2008-2010. Measurement results. Kjeller, NILU (NILU OR, 19/2011).
- Dye, C., Bjerke, A., Sturtzel, I., Uggerud, H.T. (2011) Akrylamid i utvalgte næringsmidler 2010. Kjeller, NILU (NILU OR, 20/2011).
- Hak, C., López-Aparicio, S., Sivertsen, B. (2011) Chemical speciation of fine airborne particles in Abu Dhabi. Kjeller, NILU (NILU OR, 21/2011).
- Haugsbakk, I. (2011) Målinger av meteorologi og luftkvalitet i Sauda april - september 2010. Kjeller, NILU (NILU OR, 22/2011).
- Grøntoft, T., Arnesen, K., Ferm, M. (2011) International co-operative programme on materials, including historic and cultural monuments. Trend exposure programme 2008-2009. Environmental data report. October 2008 to December 2009. Kjeller, NILU (NILU OR, 23/2011).
- El-Araby, T., Sivertsen, B. (2011) Ambient air quality in Abu Dhabi. 2010 Annual Report. Kjeller, NILU (NILU OR, 24/2011).
- Kallenborn, R., Schmidbauer, N., Reimann, S. (2011) Volatile and persistent emissions from traffic and power production on Svalbard. VETAPOS. Kjeller, NILU (NILU OR, 25/2011).
- John, P., Pillay, B., Guerreiro, C. (2011) Abu Dhabi industrial emission inventory 2009. Kjeller, NILU (NILU OR, 26/2011).
- Berglen, T.F., Haugsbakk, I., Tønnesen, D. (2011) SK-1531 Mongstad. Spredningsberegninger og HMS-vurdering. Kjeller, NILU (NILU OR, 27/2011).
- Randall, S., Sivertsen, B., Schneider, P., Dam, V.T., Uddin, N., Biswas, S., Saroar, G., Rana, M. (2011) Ambient Air Pollution. Screening Study in Dhaka. 31 January - 15 February 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 28/2011).
- Aas, W., Solberg, S., Manø, S., Yttri, K.E. (2011) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensnings-overvåking. Rapport 1099/2011. TA-2812/2011) (NILU OR, 29/2011).
- Aas, W., Manø, S., Krognes, T., Blindheim, S. (2011) Tilførselsprogrammet 2010. Atmosfærisk tilførsel - overvåking på Andøya. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensnings-overvåking. Rapport 1098/2011.TA-2811/2011) (NILU OR, 30/2011).
- Berglen, T.F., Arnesen, K., Rode, A., Tønnesen, D. (2011) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2010-mars 2011. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1106/2011. TA 2838/2011) (NILU OR, 31/2011).
- Tønnesen, D. (2011) Evaluering av vindforhold, snømengder og saltbelastning. Hammerfest 2009-2010. Kjeller, NILU (NILU OR, 32/2011).
- Myhre, C.L., Hermansen, O., Fjæraa, A.M., Lunder, C., Fiebig, M., Schmidbauer, N., Krognes, T., Stebel, K., Toledano, C., Wehrli, C. (2011) Monitoring of greenhouse gases and aerosols at Svalbard and Birkenes: Annual report 2009. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1102/2011. TA-2805/2011) (NILU OR, 33/2011).
- Kallenborn, R., Schmidbauer, N., Reimann, S. (2011) VETAPOS. Faglig sammendrag. Kjeller, NILU (NILU OR, 34/2011).
- Haugsbakk, I. (2011) E136 Breivika - Lerstad, Ålesund kommune. Vurdering av luft-forurensning fra tunnelmunnninger. Kjeller, NILU (NILU OR, 35/2011).
- Randall, S., Sivertsen, B., Ødegård, R., Dam, V.T. (2011) BAPMAN Mission 3: AirQUIS installation & training 22-26 May 2011, Dhaka, Bangladesh. Kjeller, NILU (NILU OR, 36/2011).
- Hak, C. (2011) Particle sampling in the Khalifa Port Industrial Zone (KPIZ). Analysis results from sampling period August 2010-February 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 37/2011).
- Dye, C., Fjellsbø, L.M.B., Dusinska, M. (eds.). (2011) Annex: Study report. Annex to NILU OR 15/2011. Nitramine analysis procedures development and screening toxicity study. Part A: Human toxicity. Kjeller, NILU (NILU OR, 38/2011).
- Dye, C., Fjellsbø, L.M.B., Dusinska, M. (eds.). (2011) Annex: Study report. Annex to NILU OR 15/2011. Nitramine analysis procedures development and screening toxicity study. Part B: Ecotoxicity. Kjeller, NILU (NILU OR, 38/2011).
- Hak, C. (2011) Statusrapport. 1. januar 2011 - 1. april 2011. Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. Kjeller, NILU (NILU OR, 39/2011).
- Hak, C. (2011) Statusrapport. 1. april 2011 - 1. juli 2011. Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. Kjeller, NILU (NILU OR, 40/2011).
- Tønnesen, D. (2011) Update and improvement of dispersion calculations for emissions to air from TCM's amine plant. Part I-Worst case nitrosamines and nitramines. Kjeller, NILU (NILU OR, 41/2011).
- Böhler, T., Tibi, N. (2011) Air Quality Monitoring Project, Abu Dhabi City Municipality. Site Selection report. Kjeller, NILU (42/2011).
- Daham, B. (2011) Abu Dhabi traffic emissions inventory 2009. Kjeller, NILU (NILU OR, 43/2011).
- Liu, L., Walker, S.E., Hak, C., Gjerstad, K.I. (2011) Modellerings av luftkvalitet og avsetningsnivå april 2009 - april 2010. Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. Kjeller, NILU (NILU OR, 44/2011).
- Haugsbakk, I., Tønnesen, D. (2011) Målinger av meteorologi og luftkvalitet i Sauda oktober 2010 - mars 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 45/2011).
- Böhler, T., El-Araby, T. (2011) EAD air quality monitoring network. Site survey for 10 new stations. Kjeller, NILU (NILU OR, 46/2011).
- Myhre, C.L., Svendby, T.M., Stebel, K., Edvardsen, K., Johnsrud, M., Dahlback, A. (2011) Monitoring of the atmospheric ozone layer and natural ultraviolet radiation. Annual report 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1105/2011. TA-2837/2011) (NILU OR, 47/2011).
- Haugsbakk, I., Tønnesen, D. (2011) Spredningsberegninger for utslipp av fluorholdig luft fra FESIL RANA METALL AS, Mo i Rana. Kjeller, NILU (NILU OR, 48/2011).
- Berglen, T.F., Høgåsen, T., Liu, L., Tønnesen, D., Wathne, B.M. (2011) SO2 Kårstø. Miljøkonsekvenser av økte utslipp. Kjeller, NILU (NILU OR, 49/2011).
- Mariussen, E., Schlabach, M. (2011) Contaminants in fish from Etnesfjord, Norway. Kjeller, NILU (Klif, TA 2821/2011) (NILU OR, 50/2011).
- Sivertsen, B., Liu, L., Castell Balaguer, N. (2011) Air quality impact assessment, Maria Gleta Power Plant, Benin. Kjeller, NILU (NILU OR, 51/2011).
- Tønnesen, D. (2011) Update and improvement of dispersion calculations for emissions to air from TCM's amine plant. Part II-Likely case nitrosamines, nitramines and formaldehyd. Kjeller, NILU (NILU OR, 52/2011).
- Haugsbakk, I., Tønnesen, D. (2011) Spredningsberegninger for utslipp av NOx til luft fra Salten verk. Kjeller, NILU (NILU OR, 53/2011).
- Liu, L. (2011) Photochemical air quality model setup for the Khalifa Port & Industrial Zone. Deliverables report 2.1. Kjeller, NILU (NILU OR, 54/2011).
- Slørdal, L.H., Liu, L. (2011) Photochemical air quality model. Description of the input data used for initial testing of the model system - stage 1. Deliverables report 2.2. Kjeller, NILU (NILU OR, 55/2011).
- Liu, L., Slørdal, L.H., Böhler, T. (2011) Analysis and review of air quality standards: Deliverable report 2.4. Kjeller, NILU (NILU OR, 57/2011).
- Liu, L., Slørdal, L.H., Böhler, T. (2011) Modelling air quality in the Khalifa Port & Industrial Zone (Small Domain). Deliverables report 2.4. Kjeller, NILU (NILU OR, 58/2011).
- Tørseth, K., Hov, Ø. (2011) En strategi for utvikling av et satellittbasert varslingssystem for vulkansk aske for norsk luftfart. Kjeller, NILU (NILU OR, 59/2011).
- Steinnes, E., Berg, T., Uggerud, H.T., Pfaffhuber, K.A. (2011) Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge. Landsomfattende undersøkelse i 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensnings-overvåking. Rapport 1109/2011. TA-2859/2011) (NILU OR, 60/2011).
- Vik, A.F., Myhre, C.L., Stebel, K., Fjæraa, A.M., Svendby, T., Schyberg, H., Gauss, M., Tsyro, S., Schulz, M., Valdebenito, A., Kirkevåg, A., Seland, Ø., Griesfeller, J. (2011) Roadmap towards EarthCARE and Sentinel-5 precursor. A strategy preparing for operational application of planned European atmospheric chemistry and cloud/aerosol missions in Norway. Kjeller, NILU (NILU OR, 61/2011).
- Sundvor, I., Tarrasón, L., Walker, S.E., Tønnesen, D. (2011) NO2-beregninger for 2010 og 2025 i Oslo og Bærum. Bidrag fra diesel-biler og mulige tiltak. Kjeller, NILU (NILU OR, 62/2011).
- Grøntoft, T. (2011) Measurements of air quality and corrosion risk at the Railway Museum in Warsaw. Kjeller, NILU (NILU OR, 63/2011).
- Haugsbakk, I. (2011) Støvfallsmålinger ved Glasitt AS i Skjåk. 19.08.2010 - 31.08.2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 64/2011).
- Steinnes, E., Uggerud, H., Pfaffhuber, K.A. (2011) Nedfall av tungmetaller rundt norske industrier studert ved analyse av mose: Undersøkelse i 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1110/2011. TA-2860/2011) (NILU OR, 65/2011).
- Schlabach, M. (2011) Kartlegging av mulige utslipp av HCB, PCB og PCDD/F til luft. En vurdering av norske silisium- og ferrosilisiumverk. Kjeller, NILU (NILU OR, 66/2011).
- Pacyna, J.M., Sundseth, K., Cousins, I. (2011) Arc Risk. Database of physical-chemical properties and historical/future emission estimates for selected chemicals. ArcRisk work package 2, deliverable number D 11. Kjeller (NILU OR, 67/2011).
- Schneider, P., Tønnesen, D., Denby, B. (2011) Update of background concentrations over Norway. Kjeller, NILU (NILU OR, 68/2011).
- Haugsbakk, I., Tønnesen, D. (2011) Reviderte spredningsberegninger for utslipp til luft fra energisentral i Nydalen, Oslo. Kjeller, NILU (NILU OR, 69/2011).
- Randall, S., Tønnesen, D., Liu, L. (2011) Final report: Air quality management feasibility study for Armenia. Kjeller, NILU (NILU OR, 70/2011).
- Harju, M., Ravnum, S., Pran, E.R., Grossberndt, S., Fjellsbø, L.M., Dusinska, M., Heimstad, E.S. (2011) Alternative approaches to standard toxicity testing. TQP ID 9-OPTION-257430181-NILU. Kjeller, NILU (NILU OR, 71/2011).
- Haugsbakk, I. (2011) Spredningsberegninger for utslipp til luft fra Råde Mølle og Kornsilø. Kjeller, NILU (NILU OR, 72/2011).
- Tønnesen, D., Dye, C., Böhler, T. (2011) Baseline study on air and precipitation quality for CO2 Technology Centre Mongstad. Kjeller, NILU (NILU OR, 73/2011).



www.nilu.no

NILU – Norsk institutt for luftforskning
Hovedkontor
Postboks 100
NO-2027 Kjeller
Norge
Besøksadresse: Instituttveien 18, Kjeller
Telefon 63 89 80 00
Telefaks 63 89 80 50
E-post nilu@nilu.no
www.nilu.no

NILU i Framsenteret
Hjalmar Johansens gate 14
NO-9296 Tromsø
Norge
Telefon 77 75 03 75
Telefaks 77 75 03 76
E-post nilu@nilu.no
www.nilu.no

NILU UAE
Villa No. 8, Street No. 10
Sector 16, Zone 1
Zayed University Area
P.O. Box 34137
Abu Dhabi
United Arab Emirates
Telefon: +971 2 445 00 88
Telefaks: +971 2 445 00 83
E-post: uae@nilu.com
www.nilu.no

NILU Polska Sp. z o.o.
ul. Ceglana 4
40-514 Katowice
Polen
Telefon +48 32 257 08 58
Telefaks +48 32 257 08 58
E-post nilu@nilu.pl
www.nilu.pl

ISBN 978-82-425-2503-1 (trykt utgave)
ISBN 978-82-425-2504-8 (elektronisk utgave)