Årsrapport 2012

Ingen tegn til klimagassbedring

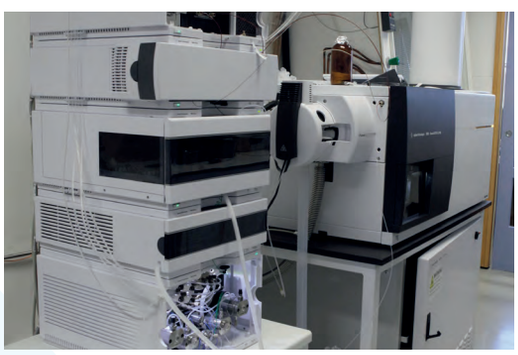
side 6

Askevarsling snart en realitet

side 18

Innhold

Internasjonalisering av forskningen 3
Bioetanol - løsning eller blindspor? 4
Ingen tegn til klimagassbedring 6
Nytt metanoppsving 8
Jubileum for ozonlaget 9
NILU sentral i ny kvikksølvavtale 10
Non-target screening: Drømmen om å se alt 12
Stoffer fra deodoranten din flyr til Svalbard 15
Store fremskritt med små partikler 16
Askevarsling snart en realitet 18
NILU satser videre i Abu Dhabi:
Tettere samarbeid med universitetet 20
Innovasjon og forskning — som hånd i hanske 22
Nordover etter POPer 23
Bakkekontakt 23
Ferske doktorgrader på NILU: Nina Iren Kristiansen 24
Ferske doktorgrader på NILU: Kyrre Sundseth 25
Forskning for en ren atmosfære 26
Nøkkeltall 27
Vitenskapelige artikler 28



Redaksjon:
Anne Nyeggen, redaktør.
Finn Bjørklid, Ingunn Trones og Kari Marie Kvamsdal utforming og tilrettelegging.
Design: www.melkeveien.no

Foto: Alle bilder er kreditert NILU hvis ikke annet er oppgitt.

Forside: Skyer over Tenerife. Bildet er tatt under innstallasjon av utstyr som skal måle innhold av ørkensand i luft fra Afrika. Foto: Adam Durant, NILU.

Små bilder: NILUs målestasjon på Zeppelinfjellet i Ny Ålesund, Svalbard.
Foto: Ove Hermansen, NILU.
AVOID askedetektor ferdig montert på AIRBUS 340-300 testfly.
Foto: Fred Prata, NILU.

Internasjonalisering av forskningen

Internasjonalisering av forskningen har et økende nasjonalt fokus og er grunnleggende viktig for samfunnsutviklingen. Internasjonalt forskningssamarbeid tar lang tid å utvikle og deltagelse forutsetter at man har noe vesentlig å bidra med. Men det er ikke nok. Det kreves også nettverk. Den enkeltes bidrag i nettverkene er ikke bare faglige, men også basert på personlige forutsetninger. Derfor er langsiktighet og innsikt avgjørende.

NILU har gjennom mange år erfaring i å koordinere internasjonale forskningsprosjekter. Internasjonaliseringsprosessen er selvforsterkende i den forstand at god kvalitet og sterke nettverk gir god uttelling på prosjektsøknader. NILUs internasjonale prosjekter målt i valutainntekter er 30–40 % av omsetningen, og flertallet av våre prosjekter har en internasjonal relasjon som også er relevant for Norge og gir nasjonal merverdi.

Så, er veien til internasjonal suksess rosenrød? Ikke helt: Kostnadsnivået i Norge er en utfordring. Vi har ofte 50 % høyere timepriser enn forskningsorganisasjoner i Europas høykostnadsland. Den økonomiske situasjonen i Europa tilsier også at forskjellene vil øke. Konsekvensen kan bli reduserte muligheter til å koordinere prosjekter, og mindre retur av Norges kontingent til EU.

Godt initiativ fra Forskningsrådet

Prosjekter finansiert gjennom EUs rammeprogammer er svært viktige for vår faglige utvikling. Med økende suksess i EU har vi imidlertid også en økonomisk utfordring, fordi EU finansierer maksimalt 75 % av prosjektkostnadene. Her har Forskningsrådet tatt et viktig initiativ og lansert en ny ordning – STIM-EU. Ordningen støtter instituttene økonomisk og bidrar til å redusere noe av gapet mellom tildeling fra EU og de faktiske kostnadene. Dette er et svært positivt tiltak, og vi håper at det vil utvikle seg til et nivå som gjør at instituttene ikke må takke nei til invitasjoner om å delta i EUs internasjonale prosjekter av økonomiske grunner.

Internasjonale forskningsavdelinger

Et nytt konsept for NILU er internasjonale forskningsavdelinger. Den første er etablert i Abu Dhabi, lokalisert ved Abu Dhabi University. Les mer om dette i denne årsrapporten.

Samfunnsnytte er nøkkelen

Finnes det en nøkkel til internasjonal suksess? I tillegg til høy faglig kvalitet og internasjonal rekruttering er samfunnsnytte en nøkkel. I samfinansiering med Klima- og forurensningsdirektoratet og Miljøverndepartementet har NILU generert lange tidsserier gjennom overvåkningsprogrammer for luftkvalitet og klima. Resultatene inngår i internasjonale forpliktelser og NILU har utviklet datalagringssystemer hvor tidsseriene også er tilgjengelig for forskning og internasjonalt samarbeid, noe som gir merverdi. Eksempelvis er lange tidsserier av stor betydning for klimaforskning når de norske tidsseriene kobles til de internasjonale gjennom såkalte «super sites» i Ny-Ålesund og Birkenes.

NILU har i mange år vært en viktig bidragsyter til konvensjoner og miljøavtaler med kunnskap generert gjennom forskning og overvåkning. I denne årsrapporten kan dere lese om at forskning nytter: nedbrytingen av ozonlaget avtar og en bindende miljøavtale for å redusere bruk og utslipp av kvikksølv er vedtatt av FN-landene!

Foto: Ingar Næss

Kari Nygaard
Adm.dir

Måling av acetaldehyd i Oslo.
Foto: Susana López-Aparicio, NILU.

Bioetanol -

Bioetanol er blitt stadig mer populært som et bærekraftig drivstoff i arbeidet med å redusere utslippene av klima-gasser. Men hvor rent er dette drivstoffet? Vil det være bedre eller verre for luftkvaliteten?

Susana López-Aparicio
Seniorforsker

Den amerikanske forfatteren Jennifer Egan skrev «eddik, det er det frykt lukter». Vi kan ikke stole på lukt for å definere potensiell farlig eksponering, men eddiklukt var starten på dette prosjektet: En sterk og prikkende lukt av edikksyre ble regelmessig lagt merke til i Oslo. Etter noen observasjoner var det mulig å knytte lukten til utslipp fra bussene, og spesielt fra bioetanolbussene.

Bioetanol er et flytende biodrivstoff som fremstilles ved fermentering av forskjellige råvarer, som for eksempel stivelse-, sukker- eller cellulose-holdige planter. Når det brukes som drivstoff til transport blir bioetanol vanligvis blandet med bensin (f.eks E95, 95 % etanol og 5 % bensin). Bruken av bioetanol er blitt populær fordi den kan bidra til å redusere utslipp av klimagasser, og den er antatt å være en bærekraftig energikilde.

En av Oslos 21 bioetanol-busser. Foto: Susana López-Aparicio, NILU.

- løsning eller blindspor?

Bioetanol og luftkvalitet

Men forbrenning av bioetanol kan også ha negative konsekvenser for luftkvaliteten. En av de viktigste problemstillingene knyttet til alkohol som drivstoff, er at det oksiderer til aldehyder, og etanol vil oksidere til acetaldehyd. I eksosen fra bioetanoldrevne kjøretøy er det forventet å finne ubrent etanol, acetaldehyd samt eddiksyre som oksidasjonsprodukt av acetaldehyd. Litteraturstudier rapporterer opp til 500 % økning av acetaldehydutslipp for drivstoff i blandinger med mer enn 70 % etanol.

Acetaldehyd kan være helseskadelig. Gassen mistenkes å være kreftfremkallende, irriterende og giftig for luftveiene. I tillegg bidrar acetaldehyd til dannelse av peroxyacetylnitrat (PAN), som er en bestanddel i fotokjemisk smog. PAN er oksidant og mutagen, og regnes som farlig. Eddiksyre er, på den annen side, en kilde til dårlig lukt som påvirker folks trivsel og fører til klager. Eddiksyre er også kjent for å være korroderende på ulike typer metaller og karbonholdige materialer, noe som øker nedbryting og dermed vedlikeholdskostnader.

Buss på vitenskapelige veier

For å bidra til forståelsen av utslipp fra bioetanolforbrenning, ble det laget en innovativ målekampanje for å studere de enkelte komponentene som er knyttet til utslipp fra bioetanolbusser. Planen var å vise forskjell i konsentrasjon mellom steder som var utsatt for utslipp fra bioetanolbusser og de som ikke var det.

Målinger av konsentrasjon av acetaldehyd viste, ikke overraskende, lavest konsentrasjoner på de stedene der det ikke finnes bioetanolbusser. For å kompensere for det heller lave antallet av prøvetakingsteder - seks i alt – ble det utført tilleggsmålinger av eksos fra en bioetanolbuss under vanlige kjøreforhold på vei.

Eksepsjonelt høye konsentrasjoner av acetaldehyd

Denne «online» overvåkingen av flyktige organiske forbindelser med en PTR-TOF viste at etanol, acetaldehyd og eddiksyre er forbindelsene med høyest konsentrasjon i eksos fra bioetanolbusser, spesielt under tomgangskjøring og når katalysatoren kjøler ned. Konsentrasjonen av acetaldehyd var så høy (100-250 ppm ved tomgangskjøring) at den kan være helseskadelig. Konsentrasjonen av eddiksyre i eksosen fra bioetanolbusser var over terskelverdien for irriterende lukt for alle kjøreforholdssituasjoner.

Acetaldehyd og eddiksyre ble også målt i kort avstand fra bussen. The US Environmental Protection Agency har slått fast at dersom luften vi puster inn inneholder over fem mikrogram acetaldehyd per kubikkmeter (µg/m^3), øker sjansen for å utvikle kreft med en-på-hundre tusen. Acetaldehydkonsentrasjonene i vår studie ble anslått til å være over 50 µg/m^3. Dette indikerer en økt sjanse for å utvikle kreft til en-på-titusen for en person som kontinuerlig puster luften nær en bioetanolbuss. Konsentrasjonen av eddiksyre som ble målt i eksosen, var over luktterskelnivået, noe som forklarer at lukten ble lagt merke til og knyttet til passering av bioetanolbusser.

Susana López-Aparicio. Foto: Ingunn Trones, NILU.

Dobbel-nytte-prinsippet nødvendig når man bekjemper klimagassutslipp

Denne studien er et eksempel på hvordan klimapolitikk, som endres fra politisk støtte av fossilt brensel til biobrensel, må vurderes nøye ettersom konsekvensene kan innebære en forverring av lokal luftkvalitet. Våre resultater støtter tidligere studier som påviste høyere utslipp av acetaldehyd knyttet til bioetanoldrevne kjøretøy. Resultatene er hentet fra kjøring i rute for en bestemt bioetanolbuss, og fra noen få utendørsmålinger i Oslo, der bare én busslinje som går på bioetanol er i drift. Resultatene kan derfor være spesielt relevant for byer med en høyere andel av kjøretøy som går på bioetanol, som f.eks. i USA, Brasil og Sverige.

Ingen tegn til klimagassbedring

I mars 2012 målte man for første gang CO_2-nivåer over 400 ppm på Svalbard. En ny rapport NILU har laget om konsentrasjonen av de andre klimagassene er også nedslående lesning.

Hilde Syversen
Journalist

– Konsentrasjonen av alle hovedkomponentene øker, slår seniorforsker Cathrine Lund Myhre ved NILU fast. Hun er prosjektleder for klimagassmålingene på Zeppelinfjellet nordvest på Svalbard, og har på oppdrag fra Klif vært ansvarlig for å analysere tallene både derfra og fra NILUs observatorium på Birkenes i Aust-Agder. Resultatene er samlet i rapporten «Monitoring of greenhouse gases and aerosols at Svalbard and Birkenes: Annual report 2011», som kom ut våren 2013.

Verstingen

Den viktigste klimagassen er CO_2. Det er den vi slipper ut mest av, og den har lang levetid i atmosfæren. Det er også den av klimagassene som har det klart største strålingspådrivet, såkalt «radiative forcing» siden 1750.

Kyotoavtalen om reduksjon i utslipp av CO_2 er delt i to perioder. Den første perioden, 2008 til 2012, forutsetter en stabilisering og reduksjon av utslippene av CO_2 innen 2012. Til tross for dette viser NILUs tall en økning i luftkonsentrasjonen på 2.2 ppm i 2011 (ppm står for parts per million). Dette er omtrent samme nivå som tidligere.

– Kurven er stigende, ja, og den viser ikke tegn til å flate ut. Vi er ikke ferdige med å analysere tallene fra i fjor, men målingene ligger høyere enn foregående år, forteller Lund Myhre. Hun er ikke overrasket over CO_2-rekorden i mars 2012 fra Zeppelinfjellet utenfor Ny-Ålesund, men mener den likevel er et viktig signal.

Bikket 400 ppm

– CO_2-verdiene vi målte oversteg så vidt 400 ppm. Det er første gang en så høy månedsverdi blir registrert, og man så det samme på andre målestasjoner i Nord-Amerika og nord i Canada. Dette er også grensen for årsgjennomsnittet som er satt som en internasjonal målsetting for å nå togradersmålet, framhever Lund Myhre.

Det såkalte togradersmålet er målsettingen om at verdens gjennomsnittstemperatur ikke skal øke mer

NILUs observatorium på Zeppelinfjellet måler kontinuerlig 23 klimagasser i luften. Foto: Ove Hermansen, NILU.

enn to grader i forhold til det den var før industrialiseringen startet på midten av 1700-tallet. Dette er middelverdier, og temperaturøkningen er større for noen deler av jorda enn andre, blant annet i Arktis. For eksempel er det målt at temperaturen i permafrostens overflate har steget med tre grader bare siden 1980-tallet.

Ifølge Lund Myhre ser ikke de foreløpige tallene for 2012 ut til å overstige 400 ppm, og fjorårets middelverdi var 392.5 ppm på Zeppelin og 390.9 ppm som globalt middel. Fortsetter utslippene i samme takt, og det ikke skjer store opptak av CO_2 i f.eks. hav og vegetasjon, vil grensen for årsgjennomsnitt på 400 ppm overstiges rundt år 2016. CO_2-nivåene på den nordlige halvkule er høyest om våren, fordi naturen ikke tar opp CO_2 gjennom vinteren på samme måte som den gjør i sommerhalvåret.

Trenger større fokus

– Vi hadde håpet at denne terskelen ikke skulle nås, men siden det likevel har skjedd, er det viktig at man nå får oppmerksomhet omkring dette, sier forskeren.

– Kanskje dette kan bidra til å få fart på klimadebatten igjen, ikke minst slik at vi får satt i verk effektive tiltak for utslippsbegrensninger. Slik det nå er, er det størst oppmerksomhet omkring nye olje- og gassfunn. Det er et paradoks som kan være vanskelig å forstå, synes Lund Myhre.

Ifølge FNs meteorologiorganisasjon, WMO, har konsentrasjonen av CO_2 i atmosfæren økt fra 280 ppm før industrialiseringen til 390 ppm i 2011.

I mars 2012 ble CO_2-konsentrasjonen ved NILUs observatorium ved Ny-Ålesund målt til over 400 ppm for første gang. – Det er spesielt at en slik høy konsentrasjon har blitt målt i Arktis, som ligger langt unna store utslippskilder av CO_2, sier seniorforsker Cathrine Lund Myhre. Foto: Ingar Næss.

Nytt metanoppsving

2011 var et nytt rekordår for metankonsentrasjon globalt, og trenden er klart stigende. Ingen vet sikkert hvorfor.

Hilde Syversen
Journalist

Metankonsentrasjonene flatet ut i begynnelsen av dette århundre, etter en dyster rekord i 2003, men ser nå ut til å øke på igjen. Metan har en levetid på ca. 10 år i atmosfæren, og er den gassen med nest størst strålingspådriv siden 1750, etter CO_2. Ifølge FNs meteorologiorganisasjon, WMO, har konsentrasjonen av metan økt med 170 prosent siden 1750-tallet, fra 770 ppb (part per billion) til 1813 ppb i 2011.

– Våre målinger for 2011 viser en ubetydelig liten nedgang ved de norske målestasjonene, men når vi ser på trendberegningene for tiårsperioden 2001 til 2011, er det en klar oppgang, sier seniorforsker Cathrine Lund Myhre ved NILU. Hun står bak rapporten «Monitoring of greenhouse gases and aerosols at Svalbard and Birkenes: Annual report 2011», utgitt av Klif våren 2013.

Lund Myhre kan ikke gi noen entydig forklaring på hvorfor metan-nivåene stiger, årsakene kan være mange. Metan slippes ut både fra menneskelig aktivitet – fra landbruk, rismarker, søppelfyllinger og fyring – og frigjøres naturlig fra branner, våtmarker, havbunnen og fra dyr. Rekorden i 2003 kan forklares med at uvanlig mye regn i tropene førte til økt utslipp fra våtmarksområder. Det er vanskeligere å forklare økningen vi ser nå, men bildet er sammensatt.

– For å finne ut hvorfor metanen øker, må vi grave dypere, sier Lund Myhre. Og det akter hun også å gjøre. Sammen med tre andre forskningsinstitusjoner i Norge har NILU fått midler av Forskningsrådet til å sette i gang et stort prosjekt for å undersøke metanutslipp fra ulike kilder i Arktis.

Metan bobler til overflaten

– Vi skal foreta målinger fra bakken, fra fly og på havbunnen, forteller Lund Myhre.

– For eksempel så vet vi at metan bobler opp til havoverflaten, men vi vet ikke om dette når atmosfæren. Vi vet at vannet i Arktis er varmere, men vi vet ikke om dette påvirker hvor mye metan som frigis fra havbunnen.

NILUs samarbeidspartnere i dette prosjektet er Universitetet i Tromsø og CICERO Senter for klimaforskning. Lund Myhre vil lede prosjektet.

Metan slippes ut fra menneskelig aktivitet – fra landbruk, rismarker, søppelfyllinger og fyring – og frigjøres naturlig fra branner, våtmarker, havbunnen og fra dyr. Bildet er fra Ny-Ålesund, Svalbard.
Foto: Kjetil Tørseth, NILU.

ENESTE KLIMAGASSLYSPUNKT

Halokarbonene er de eneste klimagassene som viser tegn til utflating og nedgang.

Det eneste lyspunktet i en ny rapport om klimagassnivået i Norge er en reduksjon i en del halokarboner. Dette er en gruppe gasser som samlet er nesten like kraftige drivhusgasser som metan. De finnes blant annet i løsemidler, kjølemedium i kjøleanlegg, air condition, og insektsmidler. Den største bidragsyteren til drivhuseffekten av disse gassene er klorfluorkarbonene (forkortet til KFK'er). De andre halokarbonene er haloklorfluorkarboner (HKFK'er og HFK'er).

KFK'er og HKFK'er er skadelig for ozonlaget, og har siden 1997 vært regulert gjennom Montrealprotokollen. Rapporten «Monitoring of greenhouse gases and aerosols at Svalbard and Birkenes: Annual report 2011», utgitt av Klif våren 2013, viser at dette er de eneste klimagassene som viser tegn til utflating eller nedgang. De andre klimagassene øker, og særlig øker de nyeste erstatningsgassene, HFK'ene.

– Her kan vi se at Montrealprotokollen virker. Likevel er det viktig å fortsette å overvåke disse stoffene for å se at avtalen følges opp i alle land, sier seniorforsker i NILU, Lund Myhre, som har skrevet Klif-rapporten.

– Slik det ser ut nå, synker konsentrasjonen av disse stoffene sakte, og vi ligger an til å nå nivået fra før 1980 innen år 2050.

Jubileum for ozonlaget

16. september 2012 var det 25 år siden den internasjonale avtalen om å beskytte ozonlaget ble inngått. Det er all grunn til å feire. Ozonlaget er på bedringens vei, og avtalen har spart atmosfæren for mange milliarder tonn klimagasser.

Anne Nyeggen
Kommunikasjonsdirektør

– Våre overvåkningsresultater viser at nedbrytingen av ozonlaget har stoppet opp. Det betyr at internasjonalt miljøsamarbeid og tiltak nytter, sier Tove Svendby, seniorforsker ved NILU. Hun leder overvåkningen av ozonlaget på oppdrag fra Klima- og forurensningsdirektoratet.

I Montrealprotokollen, som ble undertegnet for 25 år siden, har 197 land i verden blitt enige om å redusere bruken av ozonreduserende stoffer.

Resultater fra det statlige programmet for forurensningsovervåkning viser at konsentrasjon av de viktigste ozonreduserende stoffer i atmosfæren over Svalbard og Norge går ned.

Klimaeffekt i tillegg

Ozonlaget i stratosfæren beskytter alt liv mot skadelig ultrafiolett stråling fra sola. Etter omfattende bruk av ozonreduserende stoffer, blant annet i spraybokser, skumplast og kjøle- og fryseanlegg, ble det på 80-tallet oppdaget at effektene av denne bruken var at ozonlaget ble stadig tynnere.

I tillegg til at disse stoffene ødelegger ozonlaget, er de fleste av dem også kraftige klimagasser. Utfasingen av stoffene i perioden 1990–2000 har hatt en viktig klimaeffekt på mange milliarder tonn CO_2-ekvivalenter.

Tar tid

Til tross for vellykket utfasing av de ozonreduserende stoffene, gjør stoffenes lange levetid i atmosfæren at det fortsatt tar flere tiår før ozonlaget er restituert til nivået før 1980. Det er ventet at det først vil skje i perioden 2050–2075. Usikkerheten om hvor raskt ozonlaget restitueres er stor, fordi andre faktorer også påvirker dette. For eksempel påvirker utslippene av klimagasser og klimaendringene temperaturen i stratosfæren og derfor indirekte restitueringen av ozonlaget.

DETTE ER OZONLAGET

Ozonlaget kalles den del av stratosfæren hvor det finnes mest ozon, ca. 15 til 35 km over bakken. 90 prosent av all ozon i atmosfæren finnes her.

Ozon produseres og brytes ned kontinuerlig i en naturlig prosess. Utslipp av ozonreduserende stoffer har forstyrret balansen.

Reduksjon i ozonlaget fører til at større doser skadelig ultrafiolett stråling (UV-B) når jordoverflaten.

Hvorfor er ozonlaget viktig?

Økt UV-stråling kan føre til skader på planter og dyr. Skader på planter vil kunne gi reduserte avlinger og svikt i matvareproduksjon. Havets økosystemer vil også kunne skades. Reduksjon av havisen øker eksponeringen av marine organismer for UV-stråling og øker betydningen av ozonlaget i nord.

Økt UV-stråling kan svekke immunsystemet, og faren for hudkreft og infeksjonssykdommer øker. Det er også økt fare for skader på øynene, spesielt grå stær.

Økt UV-stråling bryter raskere ned materialer utendørs.

– Våre overvåkningsresultater viser at nedbrytingen av ozonlaget har stoppet opp. Det betyr at internasjonalt miljøsamarbeid og tiltak nytter, sier Tove Svendby, seniorforsker ved NILU. Foto: Ingunn Trones, NILU.

Store årlige variasjoner

Fra 1979 til midten av 1990-tallet var det en klar reduksjon av ozonlaget over Norge, nesten seks prosent per tiår. Siden midten av 1990-tallet har denne reduksjonen avtatt, men det er store årlige variasjoner.

Overvåkningen fra 2011 viser at ozonlaget over Norge og Svalbard i 2011 var tynnere enn på flere år. Det var sterk ozonnedbryting vinteren 2010/2011 over hele området.

– Dette tapet av ozon var større enn noen gang siden målingene startet på begynnelsen av 1990-tallet, sier Svendby.

I perioden desember 2010 til april 2011 var det svært lave temperaturer i stratosfæren i Arktis. Sammen med redusert transport av ozon fra lavere breddegrader var de lave temperaturene trolig en av hovedårsakene til det tynne ozonlaget.

NILU sentral i ny kvikksølvavtale

I januar 2013 ble FN-landene endelig enige om en avtale for å redusere både bruken og utslippene av kvikksølv. NILUs forskning har spilt en sentralt rolle i det lange arbeidet med å få avtalen på plass.

Hilde Syversen
Journalist

MYE SITERT TEAM: NILU-forsker Elisabeth Pacyna var hovedforfatter av artikkelen *Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources in 2005 and projections to 2020*, som var en av de femti mest siterte artiklene i det velrenommerte tidsskriftet Atmospheric Environment i 2010-2011. Pacyna skrev artikkelen sammen med sin avdelingsdirektør, Jozef Pacyna og NILU-kollega Kyrre Sundseth, samt fem andre forskere fra Norge, Sverige, Nederland og Belgia. Artikkelen baserer seg på forskning utført på oppdrag fra FNs miljøprogram og EU-prosjekter. Den la også grunnlaget for Elisabeth Pacynas doktorgrad i 2010. Fra venstre: Forskningsdirektør Jozef M. Pacyna, seniorforsker Elisabeth Pacyna og forsker Kyrre Sundseth. Foto: Ingunn Trones, NILU.

– Jeg hadde aldri trodd vi skulle få denne avtalen på plass så raskt, sier en fornøyd Jozef Pacyna. Professor Pacyna er leder for NILUs avdeling for miljøeffekter og økonomi, og er en av dem som har gått i bresjen for forskning på kvikksølv i miljøet.

– Da jeg stod som eneste forsker foran FN-forsamlingens første møte om kvikksølv i 2008, var responsen nedslående. Jeg tenkte med meg selv at dette kom til å ta tiår å få på plass.

Pacyna stilte på møtet i Nairobi etter at NILU året i forveien var blitt bedt om å koordinere forskningen som var nødvendig som beslutningsgrunnlag for å få til en internasjonal avtale. NILU har jobbet med å kartlegge kvikksølvutslipp siden 1980-tallet. I 1988 kom den første oversikten over globale utslipp til luft, vann og jord av 16 forurensende stoffer, deriblant kvikksølv. Bak oversikten sto Pacyna sammen med professor Jerome Nriagu fra det daværende National Institute for Water Research i Canada. I årene som fulgte ble denne publikasjonen sitert i mer enn 2000 forskningsartikler, noe som er rekord for norsk miljøvitenskapelig publisering. Dette nybrottsarbeidet ble formelt anerkjent av ICHMET – The International Conference on Heavy Metals in the Environment i 2012, da de ga Pacyna og Nriagu sin Lifetime Acheivement-pris.

Dette var den spede begynnelse, og selv om mye forskning ble gjort etter 1988, trengte FN mer for å kunne jobbe frem en avtale om kvikksølv.

– Selv om vi visste at kvikksølv er giftig, måtte vi vite mer om hvor mye som blir sluppet ut, hvor det slippes ut, hvordan dette stoffet oppfører seg etter at det er sluppet ut, og hvor det havner til slutt. Nå vet vi for eksempel at kvikksølv forandrer seg i atmosfæren og blir vannløselig, slik at det følger med nedbør ned til jorden og havet igjen. Vi vet også at kvikksølv har lang levetid og transporteres over hele verden. For eksempel er minst 30 prosent av det kvikksølvet som avsettes i USA opprinnelig fra Kina.

Minamata

Det var i midten av 1950-årene verden virkelig fikk øynene opp for at kvikksølvutslipp kan finne veien inn i menneskenes næringskjede. Folk som bodde i Minamata i Japan fikk alvorlige misdannelser, mange døde. Etterhvert ble sammenhengen oppdaget: Industrien hadde i flere tiår sluppet ut kvikksølv og forgiftet havet, og dermed også dem som spiste fisken.

Avhengig av på hvilken måte kvikksølv er tatt opp i kroppen, kan det gjøre store og ulike skader, inkludert skader på sentralnervesystemet. Det er særlig barn som rammes av kvikksølvforgiftning. I Europa har hvert tredje barn som fødes, kvikksølvverdier over den tillatte grenseverdien. – Høye kvikksølvnivåer kan føre til mentale problemer, til lavere IQ og læringsvansker, forklarer Pacyna.

Så sent som i 2010, fant forskere ut at kvikksølv også er koblet med hjerte- og karsykdommer.

Økonomisk lønnsomt

En del av arbeidet til NILU-teamet var å se på hvor mye kvikksølvutslippene koster verdenssamfunnet.

– Vi har utført kost-nytteanalyser, og det er lett å vise at det lønner seg, også rent økonomisk, å redusere kvikksølvutslippene. Nå slipper mennesker ut omtrent 2000 tonn kvikksølv hvert år. I tillegg kommer omtrent like mye fra andre kilder. Dersom man frem mot 2020 reduserer de globale, menneskeskapte utslippene av kvikksølv med 50-60 %, anslår vi at den årlige besparelsen i 2020 vil være 1,8-2,2 milliarder US dollar (regnet etter pengeverdien i 2005).

Fordi problemene med kvikksølvutslipp er lettere å kvantifisere enn problemene med CO_2-utslipp, tror Pacyna at Minamataprotokollen kan bli lettere å gjennomføre enn Kyotoprotokollen.

– Tiltakene koster ikke like mye, og kostnadsbesparelsene er åpenbare.

Pacyna sammenligner det med arbeidet med å få ned blyutslippene. Bly er det eneste andre metallet det er gjort en systematisk innsats for å bli kvitt.

Han tror også det vil være lettere å følge opp avtalen. – Det er nå enklere å samle inn gode data for utslipp fra hele verden. Vi har målestasjoner ikke bare på land, i Arktis og Antarktis, men også på fly i samarbeid med flyselskaper, og på cruiseskip.

Redusere bruk, ikke bare utslipp

I avtalen ligger ikke bare en reduksjon av utslipp, men også en reduksjon i bruken av kvikksølv. Det er laget en liste over produkter som skal fases ut. Kvikksølv brukes i dag i skjermer, for eksempel i mobiltelefoner og pc-er. Også mange av de nye, energibesparende lyspærene inneholder kvikksølv. Det gjelder å finne alternativer til kvikksølv, slik man en gang klarte å lage blyfri bensin.

Nye kilder

Rundt halvparten av dagens menneskeskapte utslipp stammer fra kullforbrenning, særlig i Kina og India. Andre kilder er sementproduksjon, smelteverk og kremering. Men det er særlig én ny kilde til utslipp som er sterkt økende, og det er småskala gullutvinning. Når et gruveselskap ikke lenger finner det lønnsomt å drive en gruve, flytter fattige eventyrere inn. De kjøper kvikksølv på svartebørsen og bruker det som en slags magnet som gull fester seg på. Ute av gruven igjen varmer de opp kvikksølvet så det fordamper, og gullet blir tilbake.

– Vi tror det er omtrent 10 millioner mennesker involvert i dette i dag, og har beregnet utslippene til 4-500 tonn i året, altså nesten en fjerdedel av de menneskeskapte utslippene, sier Pacyna.

I avtalen ligger en rekke lokale tiltak. Teknisk og økonomisk hjelp, utdannelse og forskning skal finne et alternativ til å bruke kvikksølv i slik gullutvinning.

Signeres i oktober

Avtalen skal signeres i Minamata i oktober 2013, og vil tre i kraft om tre til fem år, avhengig av hvor raskt de ulike landene ratifiserer avtalen. Sammen med Japan og Sveits har Norge lovet å bidra finansielt fra 2013, i håp om at andre land følger etter.

NILU vil fortsatt være en viktig leverandør av data i arbeidet med å følge opp konvensjonen.

– Grunnlaget for avtalen var informasjon om utslipp i 2005, og nå jobber vi med å oppdatere denne informasjonen til 2011, sier Pacyna.

– Jeg håper vi vil være involvert også i å følge opp implementeringen av avtalen. Slik det ser ut i dag, kan EUs GMOS – Global Mercury Observation System – bli lagt til grunn for nettverket som skal overvåke kvikksølvkonsentrasjonene i luft og vann i fremtiden. Norge og NILU er hovedsamarbeidspartnere i dette prosjektet.

Pacyna, E.G., Pacyna, J.M., Sundseth, K., Munthe, J., Kindborn, K., Wilson, S., Steenhuisen, F., Maxson, P. (2010) Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources in 2005 and projections to 2020. *Atmos. Environ.*, *44*, 2487-2499. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.06.009.

Professor Jozef Pacyna, forskningsdirektør ved avdeling for miljøeffekter og økonomi ved NILU. Foto: Ingar Næss.

Foto: iStockphoto

Non-target screening

Drømmen om å se alt

I mange år har non-target screening vært en av forskningens heteste ønskedrømmer. Nå har drømmen gått i oppfyllelse. Midt i ekstasen står nye problemstillinger i kø, for dette er svære saker.

Hilde Syversen
Journalist

– Denne fikk vi rett før jul, den var den andre av sitt slag i Norge, sier seniorforsker Martin Schlabach i NILU om den grå, firkantede boksen. Den er på størrelse med to vaskemaskiner og har noe som ser ut som en pipe i den ene enden. Boksen er et avansert måleinstrument, et massespektrometer som sender ioner opp i en lukket sylinder. Ionene sendes opp, og så sendes de ned igjen. Hvor lang tid dette tar, kalles ToF (Time of Flight), og det er akkurat det maskinen måler, for hvert eneste ion. Dette er nyttig informasjon, når du vet hvordan du kan bruke det.

Den som ikke leter, finner ikke

I rommet ved siden av vidundermaskinen ligger den gamle teknologien; glassrør side om side med tester fra fisk tatt i Grenlandsområdet. Hvert rør brukes til å lete etter bestemte stoffer, og da må man først velge hvilket stoff det skal testes for. Grenlandsfisken testes for dioksiner og noen andre kjente forurensninger fra den tidligere magnesiumsfabrikken. Ved å bruke den gamle metoden, testes det som oftest for 20-30 forskjellige stoffer av gangen, noen ganger opp mot hundre.

Ofte har forskerne en mistanke om hva som kan finnes i en prøve, en anelse om hva de leter etter. Dette kan være fordi det er kjent at stoffene er til stede i miljøet der prøven er tatt, som i grenlandsfiskens tilfelle, eller det kan være andre indikatorer. Men som regel bærer prosessen mer preg av famling enn systematisk leting, og mye blir overlatt til tilfeldigheter og intuisjon. Og det som ikke testes for, blir ikke oppdaget. Med non-target screening er det litt annerledes:

– Nå kan vi finne stoffer vi aldri har funnet før – fordi vi ikke hadde noe informasjon om at de fantes eller noen grunn til å tro at de var til stede, forteller Martin Schlabach, NILU.
Foto: Ingunn Trones.

Innholdsfortegnelse

Den nye maskinen kan nemlig registrere **alt** en prøve inneholder. I stedet for å lete etter utvalgte stoffer, får forskeren nærmest en oversikt over innholdet.

– Det viktigste med denne nye måten å teste på, er at vi kan plukke ut stoffer vi tidligere ikke har greid å plukke ut, fordi vi ikke hadde noe informasjon om at de fantes eller noen grunn til å tro at de var til stede, forteller Schlabach.

Før prøven kommer inn i massespektrometeret blir stoffer med forskjellig flyktighet og polaritet separert ved at prøven presses gjennom et syltynt rør, fylt med forskjellige hjelpestoffer. Deretter får hvert stoff seg en flytur i sylinderen for å måle flytiden, som igjen er et mål på stoffets masse.

Av dette får forskeren informasjon om flyktigheten, polariteten og massen til alle stoffene i prøven. En enkelt prøve inneholder ofte over 1000 stoffer, noen ganger opp mot 50.000, noe som gir svære datafiler på flere gigabite. Dermed blir den store utfordringen å identifisere hvilke stoffer som er funnet. Noe av dette arbeidet kan løses med å kjøre resultatene mot internasjonale informasjonsbanker og databaser for å identifisere stoffer som alt er katalogisert.

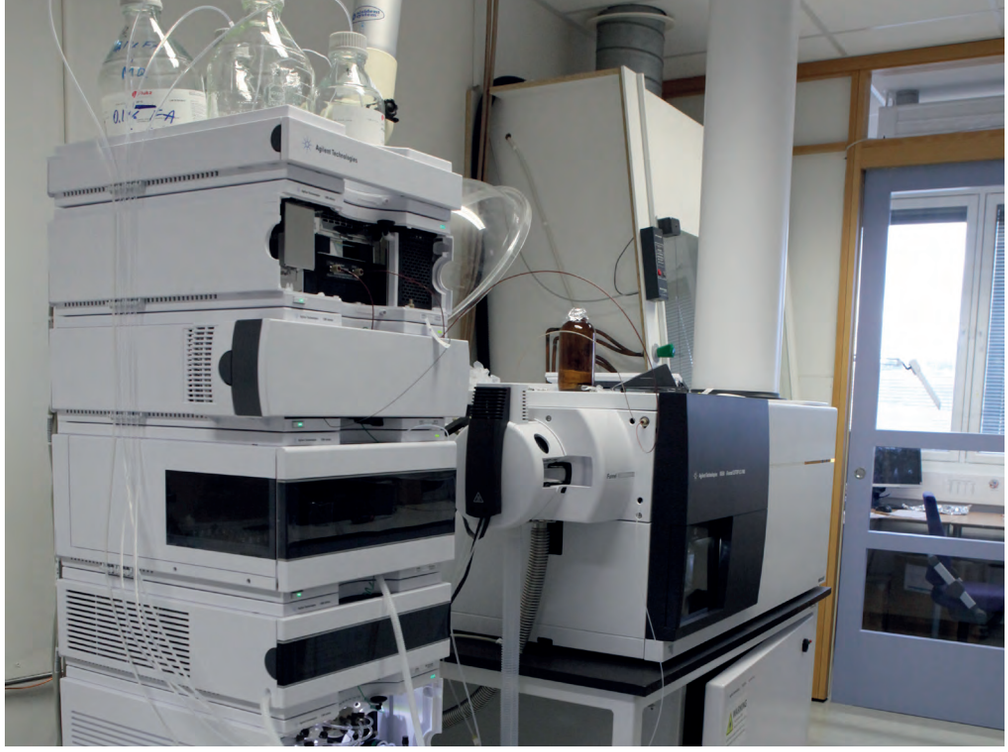
– Men det kommer stadig nye stoffer, forklarer Schlabach.

– Tidligere var industrien enklere å forholde seg til. Vi hadde bedre oversikt over hvilke stoffer som ble brukt. Nå er mange mer tilbakeholdne, den raskt voksende industrien i India og Kina er uoversiktlig og mange stoffer blir importert via ferdige produkter med dårlig deklarasjon av innholdet. Alt dette gjør at det kan være det rene detektivarbeidet å identifisere hvilke stoffer massespektrometeret har funnet.

Schlabach forklarer at de deler prøvene etter forskjellige kriterier og så tester dem på ulike vis for å kunne eliminere data som ikke er interessante. Dette er ressurskrevende.

Muliggjort av datakraft

Non-target screening er ikke helt



Prøveglassene står linet opp inne i det nye massespektrometeret. Foto: Ingunn Trones, NILU.

NILUs massespektrometer er det andre av sitt slag i Norge. I stedet for å lete etter utvalgte stoffer får man informasjon om flyktigheten, polariteten og massen til alle stoffene i prøven. Foto: Ingunn Trones, NILU.

nytt, men har vært under utvikling de siste ti årene. Det som er nytt, er at ny software og mer datakraft er tilgjengelig for å analysere resultatene. Dermed kan forskerne nå lettere dra nytte av informasjonen. Dette betyr også at forskerne i etterkant kan gå tilbake til de eksisterende rådatafilene av prøver som ble analysert med et helt annet formål.

– Et godt eksempel på dette var da vi ble spurt om vi visste om det fantes sukralose i utslippsvann. Ved å se på gamle rådatafiler fra prøver av utslippsvann var det mulig å påvise sukralose, selv om det ikke var blitt testet for det da prøvene ble tatt, forteller Schlabach.

– Dette var prøver vi hadde analysert for å se i hvilken grad legemidler var tilstede i kloakk før og etter at den ble renset. På det tidspunktet var det ingen som snakket om sukralose, som er et nytt søtningsstoff.

Ved å lagre data fra non-target screening, utvikles det en database som kan brukes til retrospektive analyser. Dette er billigere enn å lagre faktiske prøver, og informasjonen blir også lettere tilgjengelig.

Fysisk lagring også nødvendig

Til tross for alle fordelene med lagring av datafiler i stedet for fysiske prøver, jobbes det også med å bygge opp en nasjonal miljøprøvebank i regi av CIENS forskningssenter for miljø og samfunn i Oslo, og på oppdrag fra Miljøverndepartementet. I tillegg til NILU, er det NIVA, NINA og Universitetet i Oslo som står for driften av prøvebanken. Institutter fra hele Norge bidrar med

»

Bredt spekter

Miljøkjemikeren Pawel Rostkowski kom til NILU fra Polen, via Japan og Storbritannia. Det var særlig NILUs forskning innen massespektrometri som fristet.

– Med massespektrometri kan man finne ting man ikke ville tenke på å lete etter, forklarer den entusiastiske polske forskeren som kom til NILU i august 2012. – Vi er i ferd med å avslutte et prosjekt for Klif sammen med Universitetet i Umeå, der vi har sett på mulighetene for å bruke non-target screening for å identifisere nye miljøgifter.

Pawel Rostkowski. Foto: Ingunn Trones, NILU.

Prosjektet for Klif tok for seg mange forskjellige prøver – fra luft, vann, slam og utslipp fra renseanlegg, fisk og fugleegg – fra hele Norge.

– I mange prøver fant vi benzotiasol og benzotriasol, som blant annet brukes i bildekk og tekstiler. Dette er stoffer som ikke overvåkes i øyeblikket, selv om vi har funnet dem i noen tidligere studier. Vi vet ikke sikkert hvor stoffene vi fant stammer fra, benzotriasol kan også stamme fra oppvaskmaskinsåpe eller avisningsmiddel for fly. For å finne kilden må vi undersøke mer, forteller Rostkowski. Han fant også derivater av benzotiasol i reker og fugleegg.

– Vi vet ikke så mye om giftigheten av benzotriasol, men det er en mulighet for at det er kreftfremkallende. Vi vet heller ikke så mye om hvordan det oppfører seg i naturen, om det forandrer seg og hvor det finner veien. I prøvene fant vi det både i vannet som går inn i renseanlegg, men også i det som kommer ut. Det blir altså ikke helt fjernet i renseprosessen. Noen studier som nylig er publiserte viser også at ikke alle renseprosesser for drikkevann klarer å fjerne disse kjemikaliene helt, forteller Rostkowski.

– Prosjektet for Klif har vist at non-target analyser er et nyttig verktøy. Både for å oppdage nye ukjente stoffer og for å finne ting som er kjent, men som vi ikke hadde tenkt på å se etter. Det som også gjør analysemetoden så spennende er muligheten for retrospektive analyser. Vi kan veldig lett gå tilbake i gamle datafiler og sjekke om stoffene vi leter etter har vært tilstede tidligere.

prøver fra Norge og Arktis som lagres under kontrollerte former. For selv om datamaterialet fra non-target screening gir uante muligheter, gir det likevel ikke et fullstendig bilde.

– For å kunne gjennomføre analysene, både de gammeldagse der vi ser etter ett og ett stoff, og disse nye prøvene, må vi først lage en ekstrakt av selve prøven, forklarer Schlabach. Han viser til grenlandsfisken som et eksempel:

Den blir most og behandlet slik at man står igjen med en flytende ekstrakt. Slik gjøres det, enten man leter etter stoffer på gamlemåten eller med den nye metoden. Det er umulig å vite om noe går tapt i ekstraheringsprosessen. Trolig er ikke siste fremskritt gjort for test-metoder, og da kan en fysisk lagring av prøvene gi andre muligheter i fremtiden enn de store datafilene.

Bidrag til internasjonalt samarbeid

Det er i fremtiden. I øyeblikket har Schlabach og kollegaene hans mer enn nok å henge fingrene i med de svære mengdene data som blir samlet gjennom non-target screening. Særlig er muligheten til å gå tilbake og se på gammel data interessant.

– Vi har målestasjoner både ved forskningsstasjonen Troll i Antarktis og ved Ny-Ålesund på Svalbard. Ved å se på prøver fra disse stasjonene kan vi oppdage langtransporterte stoffer i atmosfæren, stoffer vi ikke har ant at finnes så langt unna der de slippes ut, sier Schlabach. Slik dokumentasjon er nødvendig for å kunne påvise tungt nedbrytbare organiske miljøgifter og på sikt få disse inn i Stockholmskonvensjonen slik at arbeidet med å stoppe utslippene av disse kan begynne.

Stockholmskonvensjonen er en internasjonal avtale om begrensing og avvikling av bruken av såkalte persistente organiske miljøgifter, ofte forkortet som POP. For at et stoff skal defineres som en POP, må det bevises at det transporteres over lange avstander og at det brytes sakte ned.

– Å kunne dokumentere langtransport av stoffer er et viktig innspill til det internasjonale miljøsamarbeidet.

Foto: Colourbox

FAKTA:

Siloksaner har tidligere vært målt i fisk i Mjøsa, hvor NIVA har påvist at konsentrasjonen økte oppover i næringskjeden (http://www.forskning.no/artikler/2012/mai/321036).

Siloksaner er stoffer som er bygd opp av et skjelett (ringer eller kjeder) av oksygen og silisium med organiske sidegrupper. De mest omdiskuterte siloksanene er D4 (oktametylsyklotetrasiloksan), D5 (dekametylsyklopentasiloksan) og D6 (dodekametylsykloheksasiloksan).

Siloksaner brukes i produksjon av silikonpolymerer, i kosmetikk og også i ulike tekniske produkter. I EU er forbruket av D4, D5, og D6 anslått til å være henholdsvis 9500, 19000, og 2000 tonn per år (tall for 2004, inkluderer kun hudpleieprodukter og produksjon av polymerer). I kosmetikk brukes siloksaner av mange ulike årsaker blant annet for å gi den silkemyke følelsen og også som «fragrance carriers» – duftbærere.

Innholdet av siloksaner i kosmetikk er typisk kun noen få prosent, men i enkelte tilfeller kan produkter bestå av over 50 % siloksaner, og i ekstreme tilfeller opp mot 100 %. Opptak av siloksaner gjennom huden er minimalt, og mesteparten fordamper til luften eller skylles av under vask. I ingredienslister på hudpleieprodukter har siloksaner navn som ender med «–siloxane» eller «–methicone».

D4 er klassifisert som reproduksjonsskadelig og skadelig for vannlevende organismer, mens det er usikkert om D5 og D6 har noen helseeffekter. Det er først og fremst stoffenes miljøskadelige egenskaper, spesielt for vannlevende organismer, og ikke de helseskadelige egenskapene som gir grunn til bekymring.

Lenke til artikkelen: http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es3040208

Se også:
http://gronnhverdag.no/nor/Bakgrunn/Helse-og-miljoebelastende-stoffer-i-hudpleie-og-kosmetikk/Fakta-om-siloksaner/(language)/nor-NO

http://www.miljostatus.no/no/Tema/Kjemikalier/Noen-farlige-kjemikalier/Siloksaner/

Stoffer fra deodoranten din flyr til Svalbard

Har du noensinne tenkt på hva som egentlig skjer med alt av deodoranter og kremer og sminke som vi smører på oss? Forsvinner det bare? Eller kanskje ikke? Ny forskning har for første gang målt nivåer av to typer siloksaner i luftprøver fra Arktis. Kildene er områder mye lenger sør, noe som vekker bekymring.

Ingjerd Sunde Krogseth
Doktorgradsstipendiat

Ingjerd Sunde Krogseth. Foto: Ingunn Trones, NILU.

I det siste har det vært økende fokus på potensielt miljø- og helseskadelige stoffer i hudpleieprodukter. Siloksaner er kjemiske stoffer som brukes i betydelige mengder i hudpleieprodukter, som for eksempel i deodoranter, kremer og sjampoer. De slippes ut til miljøet hovedsakelig gjennom avdamping til atmosfæren og gjennom avløpsvann.

Mer til stede enn PCB

NILU har nå gjennomført en større studie som påviser siloksaner i arktisk luft. En tidligere studie har funnet de samme stoffene i noen få enkeltprøver, men ikke med nok sikkerhet til at man definitivt kunne si at de fantes der og ved hvilke nivåer. De nye resultatene viser at siloksanene D5 og D6 er til stede i den arktiske atmosfæren. Konsentrasjonene kan synes lave, rundt ett nanogram per kubikkmeter luft (1 nanogram= 0,000 000 001 gram) men de er likevel rundt 100-1000 ganger høyere enn typiske konsentrasjoner av den klassiske miljøgiften PCB i luften på samme sted. Den nye studien har vært utført i samarbeid med forskere ved Stockholms Universitet og Aarhus Universitet.

Bruken av siloksaner er foreløpig ikke regulert, men to siloksaner – D4 og D5 – står på myndighetenes prioriteringsliste over kjemikalier som bør fases ut innen 2020 fordi de utgjør en alvorlig trussel mot helse og miljø. Kunnskapen om potensielle miljø- og helseeffekter er fortsatt svært begrenset for disse stoffene. De er veldig flyktige, det vil si at de fordamper lett. Man antar derfor at de ikke vil kunne avsettes like effektivt fra luften i Arktis til miljøet på land og i havet som andre miljøgifter. NILUs studie viser imidlertid at stoffene har evnen til å transporteres med luftstrømmer over store avstander, noe som i seg selv gir grunn til bekymring. Evnen til å transporteres over lange avstander er et viktig kriterium for å klassifisere et stoff som en miljøgift.

Svært lang transport sannsynlig

Med støtte fra datamodeller kan vi med stor grad av sikkerhet fastslå at de målte siloksanene er fraktet med luftstrømmer fra kilderegioner lenger sør, som Skandinavia og Europa. Dette er urovekkende. Målingene er gjort ved Zeppelin-observatoriet, som er plassert på en 400 meter høy fjelltopp ved Ny-Ålesund på Svalbard. Bosetningen i Ny-Ålesund er såpass liten at den ikke er forventet å ha hatt noen innflytelse på målingene.

Konsentrasjonene av siloksaner i arktisk luft er høyere om vinteren enn om sommeren. Om sommeren brytes siloksanene ned av atmosfæriske radikaler som blir produsert av sollys. I den arktiske vinteren hvor solen er helt borte i flere måneder i strekk, brytes ikke siloksanene ned i like stor grad, og konsentrasjonene i atmosfæren øker.

Komplisert å måle

Siloksaner er svært utfordrende å måle i luft. For det første er stoffene veldig flyktige, noe som gjør at de tradisjonelle luftprøvetakingsmetodene ikke nødvendigvis fungerer for siloksaner. For det andre er det siloksaner overalt rundt oss, både i laboratorieutstyr, inneluft, og på oss selv (håndkremer osv.). Man må derfor være ekstremt nøye for å unngå forurensning av prøvene. De nye målingene ble gjennomført fra august til desember i 2011, ved hjelp av en ny metode som ble utviklet ved Stockholms Universitet for et par år siden, og som siden har blitt videreutviklet. Studiet ble finansiert av Miljø2015 (Norges Forskningsråd), og resultatene fra studiet har nylig blitt publisert i det renommerte tidsskriftet Environmental Science & Technology.

Store fremskritt med små partikler

Nanomedisin kan være vår tids viktigste bidrag til legevitenskapen, men er ennå en ung vitenskap. Det NILU-koordinerte prosjektet NanoTEST evaluerte og forbedret testmetodene som brukes til å vurdere hvor trygt det er å bruke nanopartikler.

Sonja Grossberndt, forsker
Lise Marie Fjellsbø, forsker

Knøttsmå partikler av for eksempel gull, jernoksid eller silika – såkalt modifisert nanomateriale – gir nytt håp til mange felt innen legevitenskapen, fra kreftbehandling til diagnostikk. Men fremdeles har vi ikke noe fullstendig bilde av hvordan disse partiklene oppfører seg i kroppen. Vitenskapsfolk, politikere og publikum er bekymret for de mulige farene som er forbundet med å bruke modifiserte nanopartikler i medisinsk terapi.

Prosjektet NanoTEST ble startet i 2008 for å se nærmere på hvor trygt det er å bruke disse partiklene, og hvor gode metodene som blir brukt til å vurdere dette er. Det EU-finansierte prosjektet samlet ledende forskere fra hele Europa. Hovedformålet med prosjektet var å utvikle alternative strategier for mer effektivt å kunne teste hvor giftige nanopartiklene kan være. Dette vil igjen bedre risikovurderingen av nanopartikler som blir brukt i medisinsk diagnostikk, og bane vei for trygg bruk av nanopartikler i legevitenskapen.

Resultatene fra NanoTEST gir nyttige innspill til etableringen av nye retningslinjer for fremtidige risikovurderinger ved klinisk bruk av modifiserte nanopartikler, ofte kalt ENM («engineered nanomaterials»).

Etter fire år som administrator av NanoTEST-prosjektet er Lise Marie Fjellsbø glad for at de har funnet flere metoder som egner seg til testing av nanopartikler uten å måtte bruke forsøksdyr. Hun understreker allikevel at det gjenstår mye arbeid før man kan erstatte dyreforsøk. Foto: Finn Bjørklid, NILU.

Testene testes

Først ble celler fra forskjellige organer eksponert for seks forskjellige modifiserte nanomaterialer for å bestemme hvor giftig materialene er, og hvordan de oppfører seg når de kommer inn i menneskekroppen. Forskerne undersøkte om nanopartiklene ble absorbert av cellene, om de kunne krysse biologiske barrierer, om de forårsaket oksidativt stress og om de ødela cellekjernen. Forskerne så også

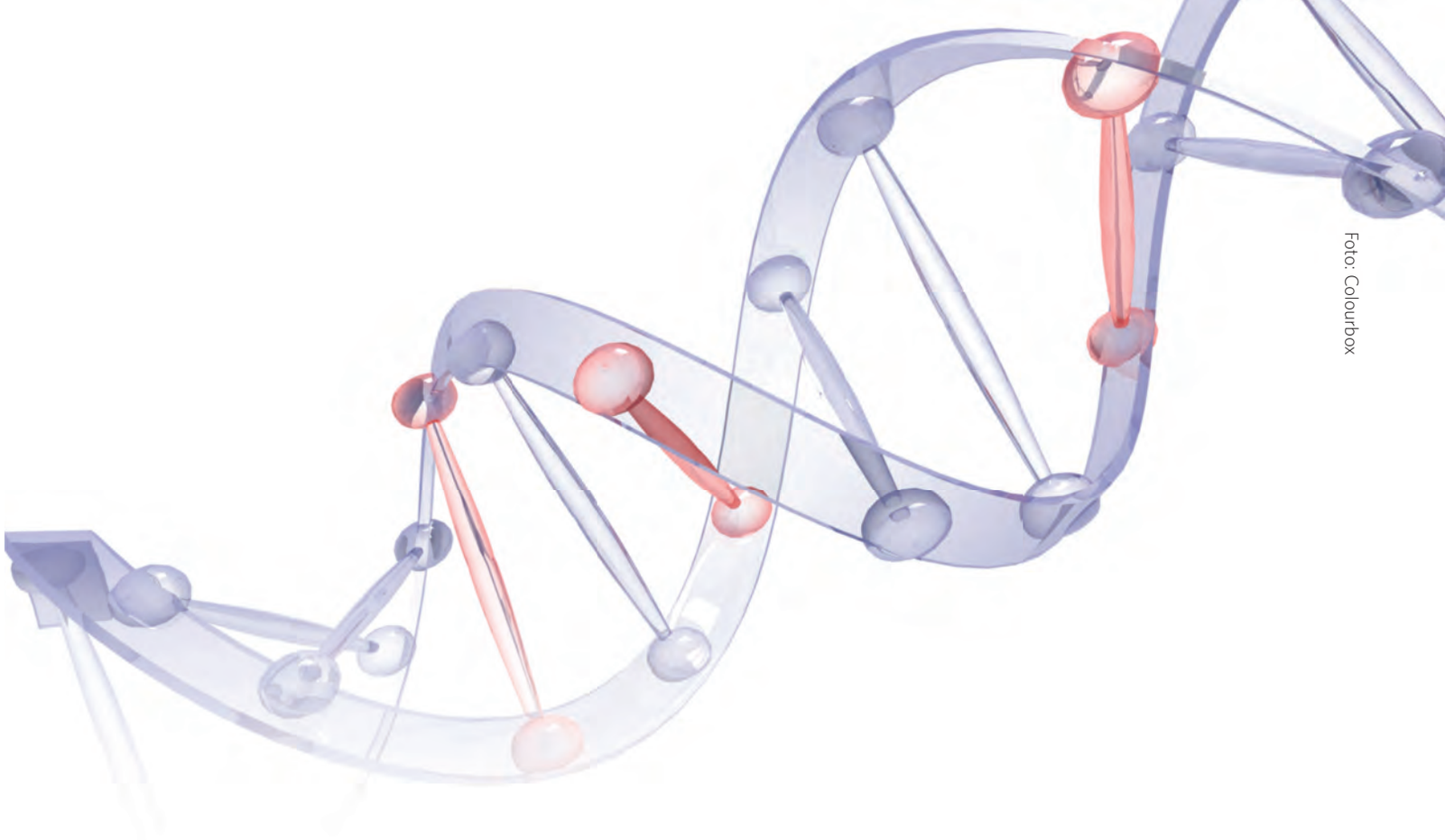


Foto: Colourbox

etter inflammasjon og om det var skade på immunsystemet.

NanoTEST ønsket å ta i bruk alternative testmetoder for å se om det var mulig å utvikle en metode som var mindre avhengig av å bruke dyr. For å validere resultatet fra in vitro-metodene, var det likevel nødvendig å sammenligne dem med resultater fra prøver der det ble brukt dyr. Resultatene viser at prosjektets alternative testmetoder var pålitelige for å kunne vurdere hvor giftige forskjellige ENM er for immunsystemet.

NanoTEST-prosjektet viste at giftigheten av hver nanopartikkel er avhengig av partikkelens kjemiske og fysiske kjennetegn og av hvilken test og celletype som var blitt brukt. Prosjektet fant også ut hvilke testmetoder som trengte forbedring, og hvilke som ikke var brukbare til dette formålet.

Resultatene viser at teststrategien som ble brukt i NanoTEST – med finjusteringer av softwaremodeller og metodologi – kan brukes som alternativ til dyre og tidkrevende eksperimenter.

DNA skader

NILUs helseeffektlaboratorium deltok i NanoTEST-prosjektet med å utarbeide toksikologiske profiler av seks ENMer som blir brukt i medisinsk diagnostikk. Som en del av dette undersøkte de om disse seks ENMene var skadelige for celler og DNA i blod og nyreceller fra mennesker og andre pattedyr.

En viktig del av prosjektet var å optimere og standardisere metodene som ble brukt for å undersøke hvor skadelige disse ENMene var på celler og DNA. I sine analyser brukte gruppen fra helseeffektlaboratoriet den såkalte komet-metoden. Denne metoden finner skader i DNA ved å visualisere dem i et fluorescerende mikroskop. Ved å gjøre dette er det mulig å se antallet DNA-skader i hver enkelt celle. Komet-metoden viste seg å være en god metode for å teste nanopartiklers potensiale for å skade DNA, og kan brukes til videre in vitro-testing. Resultatene viser også at giftigheten av en ENM er avhengig av hvordan den sprer seg i forskjellige cellekulturmedia, størrelse, overflatebelegg og overflateegenskaper. NILU anbefaler at komet-metoden evalueres videre med tanke på bruk i reguleringsøyemed.

NanoTEST-prosjektet ble avsluttet i mars 2012, og har så langt gitt opphav til mer enn 20 artikler i forskningstidsskrifter. Tidsskriftet Nanotoxicology vil senere i 2013 utgi en spesialutgave viet NanoTEST-prosjektet, og vil blant annet ha 16 artikler med sammendrag av alle de viktigste funnene og resultatene.

FOTNOTE:
In vitro betyr bokstavelig talt «i glass» og brukes som en betegnelse på forsøk som foregår utenfor den organismen vevet eller cellene kommer fra. Et eksempel mange vil kjenne igjen er prøverørsbefruktning, som også heter in vitro fertilisering, der egget befruktes utenfor kvinnens kropp.

NANOPARTIKLER

Nanopartikler er knøttsmå partikler som måler mellom en og 100 nanometer. Til sammenligning er tykkelsen på et menneskehår omtrent 60.000 nanometer, mens et DNA-molekyl måler mellom to og tolv nanometer. Nanopartikler har mange bruksområder, dette er noen få: tilsetning i maling, kosmetikk og hudpleieprodukter, i TVer og i batterier, bruk i klær og vaskemidler for å skape antibakterielle egenskaper, bruk til utvikling av nye lette, sterke materialer, for eksempel til fly og biler.

Bruk av nanoteknologi innen legevitenskap kalles nanomedisin. Dette omfatter bruk av nanomaterialer i diagnostikk og behandling, så vel som bruk av nanoelektroniske biosensorer. Noen eksempler på slike nanomaterialer er karbonnanorør, gull, sølv, kvantumprikker(QD), silika, metalloksider og nanopolymerer.

NanoTEST-prosjektet brukte følgende nanopartikler: titandioksid (som referanse), jernoksid (med og uten belegg), fluorescerende silisiumoksid i to forskjellige størrelser og PLGA-PEO.

AVOID askedetektor ferdig montert på AIRBUS 340-300 testfly.
Foto: Fred Prata, NILU.

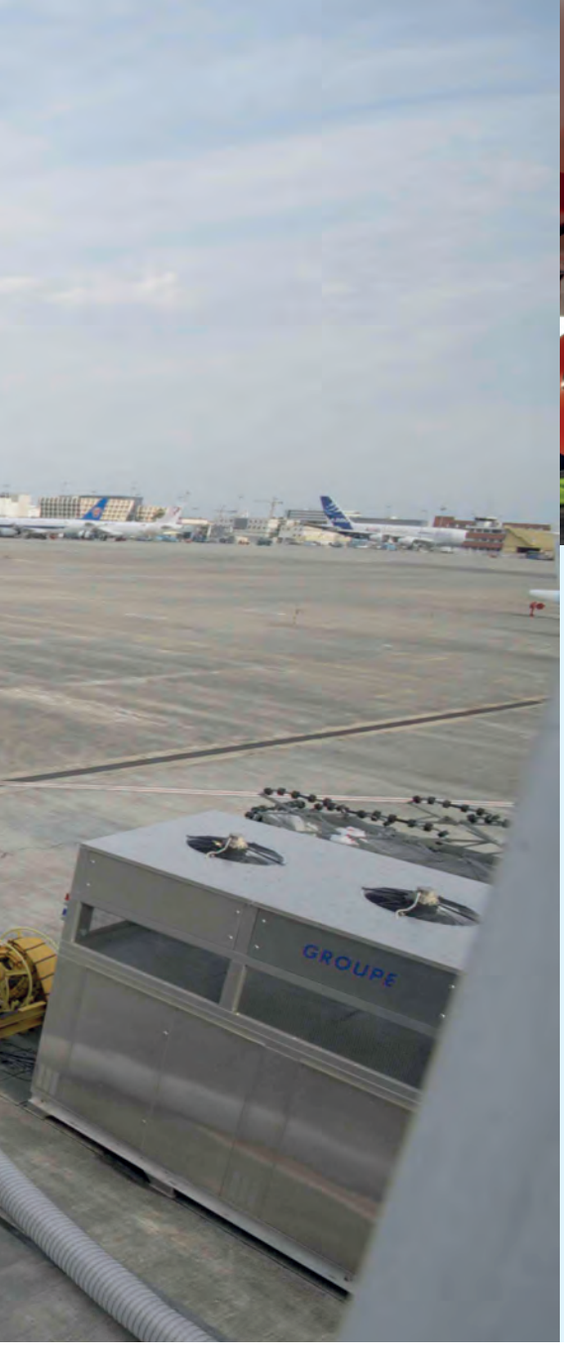
Askevarsling snart en realitet

Neste sommer blir askevarslingssystemet AVOID satt på nye prøver. I mellomtiden har mannen bak, NILUs Fred Prata, blitt tildelt den høythengende prisen Aviator of the Year sammen med Ian Davies fra samarbeidspartneren Easyjet.

Anne Nyeggen, kommunikasjonsdirektør
Hilde Syversen, journalist

Vellykkede testflyvninger i Frankrike i juli 2012 ga klarsignal for fase to av samarbeidsprosjektet mellom Nicarnica Aviation, som NILU er deleier av, det britiske flyselskapet Easyjet og den europeiske flyprodusenten Airbus. I fase to vil AVOID (Airborne Volcanic Object Imaging Detector) testes på virkelige askeskyer i ruteflyenes vanlige marsjhøyde. Testflyvningene med Airbus' testfly A340-300 i juli 2012 viste at systemet kan oppdage forskjellige typer skyer og objekter, som iskrystaller, i disse høydene. Systemet har tidligere vært testet på askeskyer i lavere høyder.

– Det er viktig å teste utstyret i marsjhøyden til de store kommersielle rutene. Dette kan være helt opp til 38000 fot hvor det er svært kaldt, med temperaturer lavere enn -55 grader. Vi har også fløyet med høy hastighet, og begge deler gikk fint, forteller Prata. Han fikk ideen til AVOID for 20 år siden, og tok den med seg til NILU for å videre–utvikle den der



AVIATOR OF THE YEAR: Fred Prata fra NILU (bildet) og Ian Davies fra Easyjet ble tildelt den høythengende prisen Aviator of the Year av Flightglobal, en internasjonal informasjons- og nyhetsleverandør for luftfartsnæringen. Blant tidligere vinnere er Chesley Sullenberger, flykapteinen som foretok den vellykkede nødlandingen på Hudson-elven utenfor Manhattan i januar 2009. Foto: Bård Amundsen

DETTE ER AVOID

Deteksjonssystemet AVOID består av to eller flere infrarøde kameraer festet til flykroppen. De skal kunne oppdage og varsle aske på 100 kilometers hold, også i mørke. Den infrarøde teknologien er stilt inn slik at partiklene i askeskyen blir synlige for kameraet, selv ved lave konsentrasjoner. Silikatpartiklene kan være svært skadelige for flyet, fordi de blir trukket inn i den varme motoren hvor de smelter og blir til en seig masse som gjør at motoren stopper. For å unngå skader er det derfor viktig for pilotene å vite på forhånd om askeskyer fra vulkanutbrudd krysser ruten deres. AVOID bearbeider informasjonen fra det infrarøde kameraet og gir piloten informasjon om sammensetningen av partiklene i luften. Med dette som utgangspunkt kan piloten vurdere om det er mulig å fly gjennom askeskyen, eller om flyet må legge om kursten. En avstand på 100 kilometer gir piloten sju til ti minutter til å legge om kursen, dersom det er nødvendig å fly utenom askeskyen.

På bakken vil informasjon fra AVOID bli brukt til å bygge presise modeller for hvor vulkanskyer befinner seg. Dette vil kunne åpne store deler av luftrom som ellers ville ha vært stengt for trafikk under et vulkanutbrudd.

for seks år siden. Etter at askeskyen fra Eyjafjallajökull stoppet flytrafikken i flere uker ved påsketider 2010, tok sjefingeniør i Easyjet, Ian
Davies kontakt med Prata for å få igang et samarbeid. Etterhvert kom også Airbus på banen, og prosjektet kunne løftes ut av forskningslaben.

Fra forskning til kommersielt produkt

– Vi er svært glade for å ha fått både Easyjet og Airbus med på laget. Dette er helt nødvendig for å få testet systemet, og gir også gode muligheter for kommersialisering, sier Ove Bratsberg, daglig leder i Nicarnica Aviation. Nicarnica Aviation ble opprettet av NILU for å ivareta rettigheter og markedsføring av sporingssystemet, og har etablert seg i egne kontorer i Kunnskapsbyen på Kjeller.

– Muligheten for at et lite norsk teknologiselskap skal kunne levere utstyr til internasjonal luftfartsindustri er så god som null. Vi er helt avhengige av samarbeid med en av de store aktørene. Airbus hjelper oss igjennom testrunder og godkjenningsprosesser, som er svært ressurskrevende både når det gjelder tid og penger. Normalt tar en slik prosess mange år, men for AVOID er det planlagt å få denne tiden halvert, forteller Bratsberg. Han peker også på at disse samarbeidspartnerne kan være til stor hjelp med kommersialisering og markedstilgang når den tid kommer.

100 kilometers varsel

Prøvene over Toulouse i Frankrike sommeren 2012 viste at AVOID kan oppdage skyene på 100 kilometers avstand.

– Slik fikk vi for første gang demonstrert at passive infrarøde kameraer kan gi tilstrekkelig varslingstid for flyene til å endre kurs, sier Prata.

Ildprøven

Så langt har AVOID bestått alle prøver. I juli er det tid for den virkelige ildprøven: Da vil testflyet bli fløyet over et større vulkanutbrudd som en mener vil skje i Indonesia, Alaska, Japan eller – selvsagt – Island. AVOID ble i november og desember 2011 testet over Etna og Stromboli på et forskningsfly fra Easyjet (Flight Design CT), i høyder opp til 12000 fot.

Etter testperioden vil AVOID gjennomgå en sertifiseringsprosess i det europeiske flysikkerhetsorganet EASA, før det blir satt i kommersiell produksjon.

Administrerende direktør Kari Nygaard (NILU) og Chancellor Nabil Ibrahim (rektor ved Abu Dhabi University), klipper snoren under den høytidelige åpningen av NILUs kontorer ved universitetet. Norges ambassadør i Abu Dhabi Åse Elin Bjerke og H. E. Razan al Mubarak, generalsekretær ved Environment Agency - Abu Dhabi (EAD) deltok, sammen med gjester fra mer enn 40 institusjoner og bedrifter innen miljøforvaltning, industri og forskning.
Foto: Abu Dhabi University.

NILU satser videre i Abu Dhabi:

Tettere samarbeid med universitetet

I januar 2013 inngikk NILU en intensjonsavtale med Abu Dhabi University om strategisk forskningssamarbeid og samlokalisering. Samtidig fortsetter samarbeidet med myndighetene og andre aktører i landet.

Forskningsdirektør Alena Bartonova, NILU UAE.
Foto: Ingar Næss.

Anne Nyeggen, kommunikasjonsdirektør
Hilde Syversen, journalist

– Vi er på plass i de nye lokalene på universitetet, og det fungerer veldig bra, sier direktør Alena Bartonova, som tiltrådte som leder for Abu Dhabi-kontoret i januar 2013. Kontoret har 17 ansatte og to bachelor-studenter fra universitetet på utplassering. Dette er en del av samarbeidet som alt pågår med universitetet, og det er satt ned en komité som legger planer for det videre samarbeidet.

Satser for fullt

– Vi utvider nå aktiviteten i Abu Dhabi, sier Kari Nygaard, adm.dir. i NILU. – Fra å levere tjenester og råd til myndighetene, satser vi nå for fullt på å utvikle store forskningsprosjekter.

Bartonova fremhever samarbeidsmuligheten med både det store akademiske miljøet og den ekspanderende industrien i De forente arabiske emirater.

– Det er 48 universiteter her, og mange av de store, som Sorbonne og MIT, har egne avdelinger. I tillegg er det stor aktivitet i oljeindustrien og stor byggeaktivitet. Nesten alle nye bygg har klimakontroll, med de behov det gir for overvåkning av luften inne, både med hensyn til mikroorganismer og når det gjelder forurensning fra aktiviteter i bygningene.

Onsdag 21. november feiret Abu Dhabi University og NILU signeringen av samarbeidsavtalen og åpningen av det nye NILU-kontoret ved universitetets campus. Bildet viser ansatte ved NILU UAE. Foran fra venstre: Regionssjef Naser Tibi, forskningsdirektør Alena Bartonova, og tidligere direktør Trond Bøhler. Foto: Abu Dhabi University.

NILUS ARBEID I ABU DHABI SÅ LANGT:

NILU har siden kontoret ble etablert i 2007 jobbet tett med miljømyndighetene, og oppgavene har vært mange

- **På oppdrag fra EAD, etablert overvåkningsnettverk og standardiseringsenhet for sikker kvalitet i datainnhentingen samt lært opp personell**
- **Webportal som viser forurensningsnivået lokalt og regionalt for myndigheter og innbyggere i landet**
- **Samarbeid med bl.a. Abu Dhabi Municipality og private aktører om overvåkning av luftforurensning**
- **Systematiske beregninger av luftforurensning og klimagassutslipp**
- **Innemiljømålinger i en rekke institusjoner og offentlige bygg**

Universitetet viktig samarbeidspartner

Nygaard mener den nye avtalen med universitetet er et viktig skritt for å videreutvikle NILUs forskningsbidrag i UAE (De forente arabiske emirater). Det er spesielt relevant å bidra til master- og doktorgradsutdanning koblet til forskningsprosjekter.

– Vi har en unik erfaring i å kombinere overvåkning, modellering og kompetansebygging, som universitetet har vist stor interesse for. For eksempel brukes Flexpart-modellering for sporing og varsling av forurensningsepisoder og klimautslipp. Dette er en modell utviklet ved NILU og som er tatt i bruk av en rekke internasjonale forskningsmiljøer. Modellen kan også brukes i varsling av støvepisoder fra ørkenen som er en stor utfordring for luftkvaliteten i Abu Dhabi, forteller Nygaard.

Godt etablert

NILUs kontor i Abu Dhabi ble etablert i 2007. De siste fem årene har instituttet vært strategisk partner for myndighetene, gjennom Environment Agency Abu Dhabi, og bidratt til etableringen av et velfungerende overvåkningsnettverk for luftkvalitet.

– Vi opererer nå 20 målestasjoner for EAD. Stasjonene måler en rekke luftkvalitetsparametere, og også partikler i to størrelsesfraksjoner, noe som er ganske uvanlig i et overvåkningsnettverk, forteller Bartonova.

– Dette kommer også i Europa, men er ikke fullt implementert der ennå.

Lokale miljøambisjoner

NILU har etablert et velfungerende overvåkningssystem i Abu Dhabi. Det neste spørsmålet for myndighetene er hva som skal gjøres for å redusere utslippene og verne helsen.

– Luftforurensningen overstiger det de har satt som akseptable nivåer i sitt eget regelverk, sier Bartonova. Arbeidet med å få ned utslippene er i startgropen, men miljømyndighetene har store ambisjoner og Bartonova er optimistisk.

– I Europa er det gjerne en myndighet som ser på luftkvalitet, mens en annen håndterer klimaspørsmål. Når man har sektorinndeling må man ha et samarbeid for å få folk til å snakke sammen, og det er ganske tungvint. Her er det en og samme etat som tar seg av begge deler. Da kan vi gjøre det på en integrert måte, og den begynner å fungere ganske godt.

CIENS-bygget i Forskningsparken i Oslo. Foto: Bjørn Faafeng, NIVA (Norsk institutt for vannforskning).

Innovasjon og forskning — som hånd i hanske

Forskningssamarbeidet CIENS har nylig etablert et eget forskningsforum - CIENS Innovasjonsforum. – Samlet besitter vi et stort uutnyttet potensial for innovasjon, mener forumets nyvalgte leder The Nguyen Thanh fra NILU.

Anne Nyeggen
Kommunikasjonsdirektør

Både Forskningsrådet og EU setter fokus på at kunnskapstriangelet – utdanning, forskning, innovasjon – må knyttes bedre sammen for at vi skal kunne løse utfordringer i samfunnet og næringslivet. Dette spenner fra den tradisjonelle formen for teknologisk innovasjon til anvendt forskning: Fra utvikling av kommersielt anvendbare produkter og tjenester til ny kunnskap hvor både natur- og samfunnsvitenskapen er med, om hvordan samfunn, forvaltning og næringsliv kan organiseres for å møte samtidens komplekse utfordringer.

- Samlet besitter CIENS-instituttene et stort uutnyttet potensial for bedre innovativ forskning, både ved at hvert enkelt institutt kan lære av de andre instituttene gjennom kunnskapsutveksling, og spesielt ved at bedre og dypere samarbeid kan frambringe helt nye innovasjoner. Dette kan være markedsmessig nye produkter og tjenester innenfor kommersiell innovasjon, eller at vi får utviklet kunnskap og løsninger som er nyttige for samfunnet, sier Thanh.

CIENS innovasjon har etablert et internt prosjekt i tre faser: – Det er viktig at vi har en felles forståelse for hva innovasjon er. Dernest må vi gjøre det kjent og forankret i instituttene. Sist, men ikke minst, må vi bruke denne forståelsen til å finne ut mer om hvordan innovasjon fungerer i praksis. Vi vil spesielt se på hvilke potensialer som ligger i samarbeid mellom instituttene. Vi må også tenke brukerkontekst og formidling gjennom hele forskningsprosessen, sier Thanh. Han bebuder en workshop i CIENS toppsenter høsten 2013 hvor temaet diskuteres i en større bredde.

CIENS står for Centre for Interdisciplinary Environmental and Social Research og er et forskningssamarbeid mellom Universitetet i Oslo, Norsk institutt for by- og regionsforskning (NIBR), Transportøkonomisk institutt (TØI), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), NILU – Norsk institutt for luftforskning, Norsk institutt for naturforskning (NINA), CICERO senter for klimaforskning, Meteorologisk institutt og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Seniorrådgiver The Nguyen Thanh, NILU. Foto: Ingar Næss.

Nordover etter POPer

Seniorforsker Athanasios Katsogiannis har gjort litt som POPene han undersøker; han har beveget seg sakte nordover.

Hilde Syversen, journalist

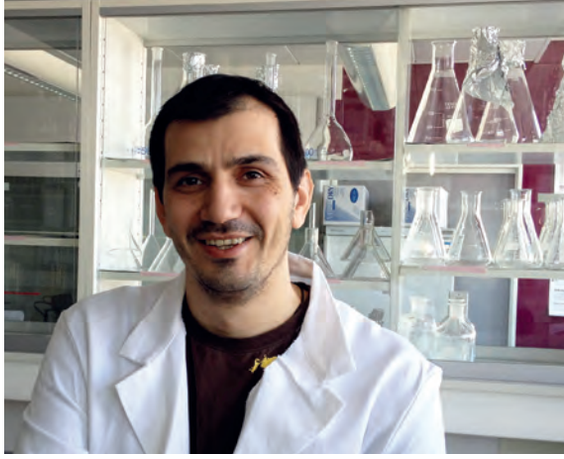
Athanasios Katsogiannis kom til Tromsø fra Hellas via Italia og Storbritannia. Da han søkte jobben som seniorforsker ved avdeling for miljøkjemi hos NILU, hadde han aldri vært i Norge.

– I mitt felt støtte jeg stadig borti forskningsartikler fra NILU. Instituttet sitter på det som kanskje er verdens største arkiv av luftmålinger, og det gir meg mulighet til å jobbe videre med den forskningen jeg hadde begynt på i Storbritannia, sier Katsogiannis om hvorfor han søkte seg til NILU i Tromsø. Han får det til å høres ut som en fristelse han ikke kunne motstå.

Katsogiannis doktorgrad er fra universitetet i Thessaloniki, der han undersøkte persistente organiske miljøgifter, såkalte POPer, i forskjellige stadier i prosessen i et kommunalt renseanlegg. I de åtte årene som gikk før han kom til Tromsø, endret forskningen hans fokus til luftforurensning, både inne og ute.

– POPer er stoffer som brytes veldig sakte ned, som dioksiner, industrikjemikalier (PCB), bromerte flammehemmere og plantevernmidler som DDT. Disse slippes ofte ut i varmere strøk, men finner veien sakte nordover, der de kondenserer og kommer ned med nedbøren, forklarer Katsogiannis.

I sin forskning forsøker han å forstå hvordan disse kjemikaliene oppfører seg når de kommer ut i miljøet; hvordan de reagerer, hvordan og hvor raskt de blir transportert og hvordan de flytter seg mellom luft og jord. Det er særlig dette siste Katsogiannis jobber med nå, et område som har blitt særlig interessant med et varmere klima som gjør nye områder snøfrie.



Seniorforsker Athanasios Katsogiannis har gjort som POPene han undersøker; han har beveget seg sakte nordover. Foto: Mikael Harju, NILU.

– Når jord som har vært dekket av snø kommer opp i dagen igjen, kan kjemikalier som har vært avsatt i denne jorden tidligere bli reaktivert, forklarer forskeren. I mai starter han et prosjekt sammen med en kollega ved miljøforskningsinstituttet IDAEA-CSIC i Spania. Ved å analysere prøver fra Svalbard og Tromsø, vil de forsøke å fastslå hvordan disse farlige miljøgiftene skifter form og beveger seg mellom luft og vann.

– Master- og doktorgradsoppgavene mine dreide seg om atmosfæriske målinger, men her på NILU jobber jeg med å evaluere målingene fra tre satellitter som måler jordfuktighet, forklarer Alexandra Griesfeller. Foto: Ingunn Trones.

Bakkekontakt

Alexandra Griesfeller begynte sitt faglige virke med målinger i atmosfæren. Nå har den tyske meteorologen fått bakkekontakt i Norge, med måling av jordfuktighet.

Hilde Syversen, journalist

Jordfuktighet har stor betydning for været, og kan brukes i meteorologiske modeller for å forutse tørke, ekstrem nedbør og oversvømmelser.

– Master- og doktorgradsoppgavene mine dreide seg om atmosfæriske målinger, men her på NILU jobber jeg med å evaluere målingene fra tre satellitter som måler jordfuktighet, forklarer Griesfeller, som har en post doc-stilling ved NILUs avdeling for atmosfære og klima. Hun kom til NILU i mars 2012.

Informasjonen fra satellittene brukes av NILU i egen forsking, og deles også med andre, blant annet Meteorologisk institutt. Det er NILU som er ansvarlig for kvalitetskontrollen av målingene.

– Norge er særlig vanskelig å måle fra en satellitt, fordi bakken ofte er dekket av is og snø, det er skog, fjell, mange vann og innsjøer og en lang kystlinje i forhold til landmassen. Alle disse tingene gjør det vanskelig å måle jordfuktigheten fra en satellitt, forteller Griesfeller.

Sammen med to kollegaer har hun sett på målinger fra SMOS-, ASCAT- og AMSR-E-satellitter for seks forskjellige steder i Norge, for å se om disse stemmer overens med direkte målinger i jordsmonnet.

Det er NVE som foretar de fysiske målingene. Når Griesfeller har sammenlignet disse målingene med satellittdata hun og kollegaene har samlet, er det en høy overensstemmelse, på tross av vanskelighetene.

– Dette gir oss helt nye muligheter til å måle jordfuktigheten. I stedet for å ha bare punktmålinger, kan vi nå kartlegge store områder, sier en fornøyd Griesfeller.

FERSKE DOKTORGRADER PÅ NILU

Nina Iren Kristiansen

Nina Iren Kristiansen tok sin doktorgrad, ph.d., ved Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo, i september 2012. Doktorgradsarbeidet handlet først og fremst om gasser og partikler fra vulkaner som Eyjafjallajökull i 2010, eller fra kjernekraftverk som under Fukushima-ulykken i 2011.

Nina Iren Kristiansen, NILU. Foto: Ingar Næss.

Sonja Grossberndt
Forsker

Kraftige vulkanutbrudd som sender store mengder svoveldioksid - SO_2 - opp til stratosfæren kan påvirke klimaet i de påfølgende årene. Ved hjelp av satellittdata og modellsimuleringer rekonstruerte Nina Iren Kristiansen hvordan SO_2-utslippene fra Kasatochi-utbruddet i Alaska i 2008 hadde utviklet seg. Ett år inn i doktorgraden, i 2010, bestemte Eyjafjallajökull-vulkanen på Island seg for å sende ut store mengder vulkanaske mot Europa, og lamme store deler av flytrafikken. Under utbruddet jobbet Nina og flere andre på NILU med å observere og modellere askeskyene så godt som mulig. Under Grimvötn-utbruddet ett år senere var Nina del av en nasjonal evalueringsgruppe for vulkansk aske (EVA) sammen med Meteorologisk Institutt, NILU og luftfartsmyndigheter. Gruppens arbeid, blant annet deres analyse av satellittdata, førte til at flytrafikken over Norge, som et av få land i Europa, kunne gå som normalt.

Hvor lenge lever aerosoler?

Den andre delen av doktorgradsarbeidet handlet om å estimere levetiden til aerosoler basert på målinger av radioaktivitet. Studien analyserte radioaktive stoffer som ble sendt ut under Fukushima-ulykken i Japan i 2011, og som festet seg på aerosoler (hovedsakelig sulfat) som fantes i luften der de ble sluppet ut. Deretter ble aerosolene og radioaktiviteten transportert sammen. Målte man da radioaktivitet, målte man også aerosoler. Målinger fra et titalls målestasjoner på den nordlige halvkule ble evaluert, og levetiden til aerosoler ble estimert til omtrent 10-12 dager. Dette estimatet er høyere enn det som rapporteres som global levetid for sulfatpartikler i de fleste luftkvalitets- og klimamodeller.

Kyrre Sundseth

5. oktober 2012 forsvarte Kyrre Sundseth sin doktoravhandling om nye metoder for reduksjon av kvikksølv i Europa ved det Tekniske Universitetet i Gdansk. Arbeidet er et viktig bidrag til diskusjonen om utslippsreduksjon av kvikksølv.

Kyrre Sundseth, NILU. Foto: Ingunn Trones, NILU.

Sonja Grossberndt
Forsker

Kvikksølv er svært giftig, har lang levetid og kan transporteres lange avstander, hovedsakelig via atmosfæren. Siden kvikksølv kan avsettes langt unna det opprinnelige utslippsstedet, er det å anse som et globalt problem.

Miljøpolitisk beslutningsverktøy

Allerede i 2007 ble et team fra NILU bedt om å koordinere forskningen som skulle gi beslutningsgrunnlaget for forhandlinger om en global kvikksølvavtale. Forskningen inneholdt en oversikt over kvikksølvutslipp i fortid og nåtid, framtidige utslippsscenarier, teknologiske og ikke-teknologiske tiltak for å redusere utslipp, samt kost- nytte analyser for å implementere tiltakene.

Kyrre Sundseths doktoravhandling «A novel combination of methods developed for decision support on abatement of mercury in Europe» har hatt som mål å sette sammen et miljøpolitisk beslutningsverktøy for å finne de mest ressurseffektive løsningene for utslippsreduksjoner av kvikksølv på lokalt, regionalt og globalt nivå. Studien demonstrerte en helhetlig analyse av den globale nytteverdien av utslippsreduksjoner av kvikksølv i EU, samt rangeringen av de mest kostnadseffektive, fremtidige tiltakene.

Den største utslippskilden er stasjonær forbrenning av kull, etterfulgt av metallproduksjon. Store økonomiske besparelser kan oppnås globalt gjennom å redusere kvikksølvutslipp i EU. Analysen viste viktigheten av å tenke helhetlig, gjennomføre planlagte utslippsreduksjoner, samt å innføre ytterligere tiltak. Kost-nytte-analysen avdekket at kostnaden av ytterligere teknologiske utslippsreduksjoner av kvikksølv fra energisektoren (kullkraftverk) i EU mest sannsynlig vil overstige nytteverdien. På den annen side ble det avdekket at det kan være lønnsomt for EU å investere i tiltak for å redusere utslipp i (og dermed atmosfærisk transport fra) utviklingsland der marginalkostnadene for utslippsreduksjoner er lavere. Den lokale tilleggsnytten ved samtidig (utilsiktet) å redusere andre miljøgifter (som PM, NOx og SO_2) i disse utviklingslandene er dessuten større.

Forskning for en ren atmosfære

NILU - Norsk institutt for luftforskning ble etablert i 1969. Vår forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til våre kjerneområder: atmosfærens sammensetning, klimaendringer, luftkvalitet og miljøgifter. Vi har en sterk posisjon både nasjonalt og internasjonalt, og er blant de ledende fagmiljøer i verden innenfor disse områdene. Vi leverer tjenester tett koblet til forskningen.

Nasjonale og internasjonale aktiviteter

NILU har lang erfaring med å koordinere nasjonale og internasjonale forskningsprosjekter og utfører en rekke oppdrag både i Norge og utlandet. Mer enn 30% av vår omsetning er internasjonale forskningsoppdrag.

Sentrale oppdragsgivere er EU, Norges Forskningsråd, sentrale og lokale myndigheter, og næringsliv.

Viktige internasjonale oppdragsgivere for NILU

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

Instituttet deltar aktivt i EUs rammeprogrammer for forskning, og har en sentral rolle som kjemisk koordinerende senter under EMEP (Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe).

NILU støtter også andre internasjonale konvensjoner slik som World Meteorological Organization (WTO) og programmet Global Atmosphere Watch (GAW). Her opererer NILU World Data Centre for Aerosols, og forskere er representert i flere av programmets vitenskapelige rådgivende grupper. Zeppelinobservatoriet er en av de mest sentrale globale GAW-stasjonene.

NILU har etablert en forskningsavdeling i De forente arabiske emirater (NILU UAE), lokalisert ved Abu Dhabi University. Avdelingen arbeider prosjektorientert både med forskning og forskningsbaserte tjenester. Hovedaktivitetene er knyttet til rådgivning og tjenester innen luftforurensning, klimaendring, støy og innemiljø.

NILU har også eierandeler i miljøforskningsselskaper i Polen og i Sør-Afrika.

Luftkvalitet

Forskning på lokal luftforurensning er et av våre kjerneområder.

Det er nedgang for en del tradisjonelle forurensninger i industrialiserte land, men samtidig en økning i nye stoffer og i kjente og helseskadelige gasser som nitrogendioksid, NO_2, og bakkenært ozon. Nye tiltak i byplanlegging kan forårsake nye forurensningsproblemer med fare for helse og miljø, og i raskt økende økonomier kan sterk urbanisering og industrialisering føre til økt luftforurensning.

Vi tilbyr forskningsbaserte tjenester basert på solid kompetanse og erfaring med luftforurensning, kombinert med høyt kvalifiserte forskere og egenutviklet programvare.

Klimaforskning og overvåkning

NILU overvåker klimadrivere, klimagasser, miljøgifter, luftkvalitet og langtransportert luftforurensning fra observatorier i Norge, Arktis, og Antarktis. Dataene er tilgjengelig for forskere over hele verden.

Den nasjonale og internasjonale interessen for Arktis og verdens nordligste regioner er sterkt økende i geopolitisk sammenheng. Arktis er en viktig varsler for globale prosesser og våre målinger er svært verdifulle i kunnskapsutviklingen. Nye voksende industrier som olje- og gassvirksomhet, skipstrafikk og gruvedrift i nord, gir nye utfordringer når det gjelder miljøhensyn i Arktis.

NILUs kompetanse kan gi betydelige bidrag til samfunnets nordområdesatsing.

NILUs observatorier i Norge, Arktis og Antarktis supplerer forskere over hele verden med viktige data om forurensninger, klimagasser og klimadrivere. Her: NILUs observatorium ved Trollstasjonen i Antarktis. Foto: Are Bäcklund, NILU

Laboratorier

Våre akkrediterte kjemiske laboratorier er blant de fremste i Europa. Vi er i front innen forskning, identifisering og konsekvensanalyse av nye miljøgifter og andre stoffer som truer miljø og helse. Med avansert analyseutstyr, blant annet flere høyoppløselige massespektrometre, utfører vi svært nøyaktige målinger av både organiske og uorganiske forurensninger.

Innovasjon

NILU ønsker å bidra til utviklingen av det kunnskapsbaserte samfunnet gjennom innovasjon.

Vi markedsfører våre nyskapninger i NILU innovation AS. Det heleide datterselskapet er også holdingselskap for flere andre etableringer som Nicarnica AS, Nicarnica Aviation AS og Comet Biotech AS.

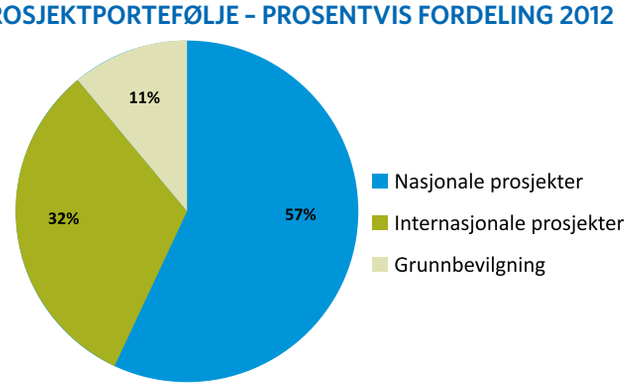
Nøkkeltall

Utdrag fra årsregnskap: Alle tall i MNOK

RESULTATREGNSKAP	2012	2011
Prosjektinntekter	185,1	169,8
Basisbevilgning	23,8	22,8
Andre inntekter	0,9	0,4
Driftsinntekter	**209,8**	**193,0**
Lønn og sosiale kostnader	-133,8	-125,7
Direkte prosjektkostnader	-34,5	-26,8
Andre driftskostnader	-37,8	-38,0
Driftsresultat	**3,7**	**2,5**
Netto finansposter	-2,1	1,5
Skattekostnad	1,6	0
Årsoverskudd	**3,2**	**4,0**

BALANSE	31.12.12	31.12.11
Anleggsmidler	114,4	99,3
Forvaltningsmidler	39,0	1,2
Andre omløpsmidler	72,4	80,1
Sum eiendeler	**225,8**	**180,6**
Egenkapital	105,3	109,8
Langsiktig gjeld	20,0	13,0
Forvaltningsprosjekt	39,0	1,2
Annen kortsiktig gjeld	61,5	56,6
Sum gjeld og egenkapital	**225,8**	**180,6**

PROSJEKTPORTEFØLJE – PROSENTVIS FORDELING 2012



ANTALL ÅRSVERK	2012	2011
Totalt	180	185
- herav forskerårsverk	93	98
- herav årsverk andre ansatte	86	87
Omsetning per forskerårsverk	**2 248**	**1 966**

ANTALL ANSATTE		
Totalt	200	197
- herav kvinner	89	83
- herav menn	111	114
Antall ansatte med doktorgrad	**61**	**58**

PROSJEKTPORTEFØLJE - PROSENTVIS FORDELING		
Nasjonale prosjekter	57 %	54 %
Internasjonale prosjekter	32 %	34 %
Grunnbevilgning	11 %	12 %
Total	**100 %**	**100 %**

PROSJEKTPORTEFØLJE - ANTALL		
0 - 100 000	87	106
101 000 - 500 000	113	119
501 000 - 2 000 000	56	54
2 001 000 og over	20	21
Total	**276**	**300**

NILUs UTGIVELSER		
Vitenskapelige artikler	151	116
Oppdragsrapporter	43	73
Tekniske rapporter	1	4
EMEP/CCC rapporter	4	7
Foredrag	109	91
Postere	21	18
I tillegg bidro NILUs forskere til utgivelse av:		
Eksterne rapporter	16	16
Kapitler/artikler i bøker/rapporter	71	74

Vitenskapelige artikler

Aas, W., Tsyro, S., Bieber, E., Bergström, R., Ceburnis, D., Ellermann, T., Fagerli, H., Frölich, M., Gehrig, R., Makkonen, U., Nemitz, E., Otjes, R., Perez, N., Perrino, C., Prévôt, A. S. H., Putaud, J.-P., Simpson, D., Spindler, G., Vana, M., Yttri, K.E. (2012) Lessons learnt from the first EMEP intensive measurement periods. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 8073-8094. doi:10.5194/acp-12-8073-2012.

Aleksandropoulou, V., Eleftheriadis, K., Diapouli, E., Tørseth, K., Lazaridis, M. (2012) Assessing PM10 source reduction in urban agglomerations for air quality compliance. *J. Environ. Monit., 14*, 266-278. doi:10.1039/C1EM10673B.

Amiridis, V., Zerefos, C., Kazadzis, S., Gerasopoulos, E., Eleftheratos, K., Vrekoussis, M., Stohl, A., Mamouri, R.E., Kokkalis, P., Papayannis, A., Eleftheriadis, K., Diapouli, E., Keramitsoglou, I., Kontoes, C., Kotroni, V., Lagouvardos, K., Marinou, E., Giannakaki, E., Kostopoulou, E., Giannakopoulos, C., Richter, A., Burrows, J.P., N. Mihalopoulos, N. (2012) Impact of the 2009 Attica wild fires on the air quality in urban Athens. *Atmos. Environ., 46*, 536-544. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.07.056.

Arnot, J.A., Brown, T.N., Wania, F., Breivik, K., McLachlan, M.S. (2012) Prioritizing chemicals and data requirements for screening level exposure and risk assessment. *Environ. Health Perspect., 120*, 1565-1570. doi:10.1289/ehp.1205355.

Barré, J., Peuch, V.-H., Attié, J.-L., El Amraoui, L., Lahoz, W. A., Josse, B., Claeyman, M., Nédélec, P. (2012) Stratosphere-troposphere ozone exchange from high resolution MLS ozone analyses. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 6129-6144. doi:10.5194/acp-12-6129-2012.

Bartonova, A. (2012) How can scientists bring research to use: the HENVINET experience. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 2, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S2.

Bartonova, A., Koppe, J.G., Fucic, A., Gutleb, A., van den Hazel, P., Keune, H. (2012) The Health and Environment Network and its achievements. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 1, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S1.

Becker, S., Halsall, C.J., Tych, W., Kallenborn, R., Schlabach, M., Manø, S. (2012) Changing sources and environmental factors reduce the rates of decline of organochlorine pesticides in the Arctic atmosphere. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 4033-4044. doi:10.5194/acp-12-4033-2012.

Bergkvist, C., Aune, M., Nilsson, I., Sandanger, T.M., Hamadani, J.D., Tofail, F., Odland, J.-Ø., Kabir, I., Vahter, M. (2012) Occurrence and levels of organochlorine compounds in human breast milk in Bangladesh. *Chemosphere, 88*, 784-790. doi:10.1016/j.chemosphere.2012.03.083.

Bergström, R., Denier van der Gon, H. A. C., Prévôt, A. S. H., Yttri, K. E., Simpson, D. (2012) Modelling of organic aerosols over Europe (2002-2007) using a volatility basis set (VBS) framework: application of different assumptions regarding the formation of secondary organic aerosol. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 8499-8527. doi:10.5194/acp-12-8499-2012.

Bernhard, G., Manney, G., Fioletov, V., Grooß, J.-U., Heikkilä, A., Johnsen, B., Koskela, T., Lakkala, K., Müller, R., Myhre, C.L., Rex, M. (2012) Ozone and UV radiation. In: State of the climate 2011. *Bull. Amer. Meteor. Soc., 93*, S129-S132.

Blechschmidt, A.M., Kristjánsson, J.E., Ólafsson, H., Burkhart, J.F., Hodnebrog, Ø., Rosenberg, P.D. (2012) Aircraft-based observations and high-resolution simulations of an Icelandic dust storm. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 10649-10666. 10.5194/acp-12-10649-2012.

Bouwman, H., Kylin, H., Seredad, B., Bornmane, R. (2012) High levels of DDT in breast milk: Intake, risk, lactation duration, and involvement of gender. *Environ. Pollut., 170*, 63-70. doi:10.1016/j.envpol.2012.06.009.

Bouwman, H., Kylin, H., Yive, N.S.C.K., Tatayah, V., Løken, K., Skaare, J.U., Polder, A. (2012) First report of chlorinated and brominated hydrocarbon pollutants in marine bird eggs from an oceanic Indian Ocean island. *Environ. Res., 118*, 53-64. doi:10.1016/j.envres.2012.05.009.

Breivik, K., Arnot, J.A., Brown, T.N., Wania, F., McLachlan, M.S. (2012) Screening organic chemicals in commerce for emissions in the context of environmental and human exposure. *J. Environ. Monit., 14*, 2028-2037. doi:10.1039/C2EM30259D.

Brito, A.C., Fernandes, T.F., Newton, A., Facca, C., Tett, P. (2012) Does microphytobenthos resuspension influence phytoplankton in shallow systems? A comparison through a Fourier series analysis. *Estuar. Coast. Shelf Sci., 110*, 77-84. doi:10.1016/j.ecss.2012.03.028.

Brito, A.C., Newton, A., Tett, P., Fernandes, T.F. (2012) Changes in the yield of microphytobenthic chlorophyll from nutrients: Considering denitrification. *Ecol. Indicat., 19*, 226-230. doi:10.1016/j.ecolind.2011.07.026.

Brito, A.C., Newton, A., Tett, P., Fernandes, T.F. (2012) How will shallow coastal lagoons respond to climate change? A modelling investigation. *Estuar. Coast. Shelf Sci., 112*, 98-104. doi:10.1016/j.ecss.2011.09.002.

Brito, A.C., Quental, T., Coutinho, T.P., Branco, M.A.C., Falcão, M., Newton, A., Icely, J., Moita, T. (2012) Phytoplankton dynamics in southern Portuguese coastal lagoons during a discontinuous period of 40 years: An overview. *Estuar. Coast. Shelf Sci., 110*, 147-156. doi:10.1016/j.ecss.2012.04.014.

Brown, R.J., Bonadonna, C., Durant, A.J. (2012) A review of volcanic ash aggregation. *Phys. Chem. Earth A/B/C, 45-46*, 65-78. doi:10.1016/j.pce.2011.11.001.

Bustnes, J.O., Moe, B., Hanssen, S.A., Herzke, D., Fenstad, A.A., Nordstad, T., Borgå, K., Gabrielsen, G.W. (2012) Temporal dynamics of circulating persistent organic pollutants in a fasting seabird under different environmental conditions. *Environ. Sci. Technol., 46*, 10287-10294. doi:10.1021/es301746j.

Cañedo-Argüelles, M., Rieradevall, M., Farrés-Corell, R., Newton, A. (2012) Annual characterisation of four Mediterranean coastal lagoons subjected to intense human activity. *Estuar. Coast. Shelf Sci., 114*, 59-69. doi:10.1016/j.ecss.2011.07.017.

Castell-Balaguer, N., Téllez, L., Mantilla, E. (2012) Daily, seasonal and monthly variations in ozone levels recorded at the Turia river basin in Valencia (Eastern Spain). *Environ. Sci. Pollut. Res., 19*, 3461-3480. doi:10.1007/s11356-012-0881-5.

Channa, K., Röllin, H.B., Nøst, T.H., Odland, J.Ø., Sandanger, T.M. (2012) Prenatal exposure to DDT in malaria endemic region following indoor residual spraying and in non-malaria coastal regions of South Africa. *Sci. Total Environ., 429*, 183-190. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.03.073.

Channa, K., Röllin, H.B., Wilson, K., Nøst, T.H., Odland, J.Ø., Naik, I., Sandanger, T.M. (2012) Regional variation in pesticide concentrations in plasma of delivering women residing in rural Indian Ocean coastal regions of South Africa. *J. Environ. Monit., 14*, 2952-2960. doi:10.1039/C2EM30264K.

Denby, B. (2012) Source apportionment of PM2.5 in urban areas using multiple linear regression as an inverse modelling technique. *Int. J. Environ. Pollut., 47 (2011)*, 60-69. doi:10.1504/IJEP.2011.047326.

Dickhut, R.M., Cincinelli, A., Cochran, M., Kylin, H. (2012) Aerosol-mediated transport and deposition of brominated diphenyl ethers to Antarctica. *Environ. Sci. Technol., 45*, 3135-3140. doi:10.1021/es204375p.

Dörnbrack, A., Pitts, M. C., Poole, L. R., Orsolini, Y. J., Nishii, K., Nakamura, H. (2012) The 2009-2010 Arctic stratospheric winter - general evolution, mountain waves and predictability of an operational weather forecast model. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 3659-3675. doi:10.5194/acp-12-3659-2012.

Durant, A., Villarosa, G., Rose, W.I., Delmelle, P., Prata, A.J., Viramonte, J.G. (2012) Long-range volcanic ash transport and fallout during the 2008 eruption of Chaitén volcano, Chile. *Phys. Chem. Earth A/B/C, 45-46*, 50-64. doi:10.1016/j.pce.2011.09.004.

Durnford, D. A., Dastoor, A. P., Steen, A. O., Berg, T., Ryzhkov, A., Figueras-Nieto, D., Hole, L. R., Pfaffhuber, K. A., Hung, H. (2012) How relevant is the deposition of mercury onto snowpacks? - Part 1: A statistical study on the impact of environmental factors. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 9221-9249. doi:10.5194/acp-12-9221-2012.

Dusinska, M., Staruchova, M., Horska, A., Smolkova, B., Collins, A., Bonassi, S., Volkovova, K. (2012) Are glutathione S transferases involved in DNA damage signalling? Interactions with DNA damage and repair revealed from molecular epidemiology studies. *Mutat. Res., 736*, 130-137. doi: 10.1016/j.mrfmmm.2012.03.003.

Dziendzikowska, K., Gromadzka-Ostrowska, J., Lankoff, A., Oczkowski, M., Krawczyńska, A., Chwastowska, J., Sadowska-Bratek, M., Chajduk, E., Wojewódzka, M., Dusinska, M., Kruszewski, M. (2012) Time-dependent biodistribution and excretion of silver nanoparticles in male Wistar rats. *J. Appl. Toxicol., 32*, 920-928. doi:10.1002/jat.2758.

Eqani, S.A.M.A.S., Malik, R.N., Katsoyiannis, A., Zhang, G., Chakraborty, P., Mohammad, A., Jones, K.C. (2012) Distribution and risk assessment of organochlorine contaminants in surface water from River Chenab, Pakistan. *J. Environ. Monit., 14*, 1645-1654. doi:10.1039/c2em11012a.

Forsberg, B., Bråbäck, L., Keune, H., Kobernus, M., von Krauss, M.K., Yang, A., Bartonova, A. (2012) An expert assessment on climate change and health - with a European focus on lungs and allergies. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 4, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S4.

Fucic, A., Gamulin, M., Ferencic, Z., Katic, J., von Krauss, M.K., Bartonova, A., Merlo, D.F. (2012) Environmental exposure to xenoestrogens and oestrogen related cancers: reproductive system, breast, lung, kidney, pancreas, and brain. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 8, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S8.

Genareau, K., Proussevitch, A.A., Durant, A., Mulukutla, G., Sahagian, D.L. (2012) Sizing up the bubbles that produce very fine ash during explosive volcanic eruptions. *Geophys. Res. Lett., 39*, L15306, doi:10.1029/2012GL052471.

Gimeno, L., Stohl, A., Trigo, R.M., Dominguez, F., Yoshimura, K., Yu, L., Drumond, A., Durán-Quesada, A.M., Nieto, R. (2012) Oceanic and terrestrial sources of continental precipitation. *Rev. Geophys., 50*, RG4003, doi: 10.1029/2012RG000389.

Grøntoft, T. (2012) Performance evaluation for museum enclosures. Measurement, modelling and mitigation of pollutant impact on objects in museum enclosures. *e-Preserv. Sci., 9*, 36-46.

Grøntoft, T., Lopez-Aparicio, S., Scharff, M., Ryhl-Svendsen, M., Andrade, G., Obarzanowski, M., Thickett, D. (2012) Impact loads of air pollutants on paintings: performance evaluation by modeling for microclimate frames. *J. Am. Inst. Conserv., 50 (2011), 2*, 105-122.

Grossberndt, S., van den Hazel, P., Bartonova, A. (2012) Application of social media in the environment and health professional community. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 16, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S16.

Gudmundsson, M.T., Thordarson, T., Höskuldsson, A., Larsen, G., Björnsson, H., Prata, F.J., Oddsson, B., Magnússon, E., Högnadóttir, T., Petersen, G.N., Hayward, C.L., Stevenson, J.A., Jónsdóttir, I. (2012) Ash generation and distribution from the April-May 2010 eruption of Eyjafjallajökull, Iceland. *Sci. Rep., 2*, 572, doi:10.1038/srep00572.

Halse, A.K., Schlabach, M., Sweetman, A., Jones, K.C., Breivik, K. (2012) Using passive air samplers to assess local sources versus long range atmospheric transport of POPs. *J. Environ. Monit., 14*, 2580-2590. 10.1039/C2EM30378G.

Handy, R.D., van den Brink, N., Chappell, M., Mühling, M., Behra, R., Dusinska, M., Simpson, P., Ahtiainen, J., Jha, A.N., Seiter, J., Bednar, A., Kennedy, A., Fernandes, T.F., Riediker, M. (2012) Practical considerations for conducting ecotoxicity test methods with manufactured nanomaterials: what have we learnt so far? *Ecotoxicology, 21*, 933-972. doi: 10.1007/s10646-012-0862-y.

Hansen, L.S., Åkerlund, M., Grøntoft, T., Ryhl-Svendsen, M., Schmidt, A.L., Bergh, J.E., Jensen, K.M.V. (2012) Future pest status of an insect pest in museums, Attagenus smirnovi: Distribution and food consumption in relation to climate change. *J. Cult. Herit., 13*, 22-27. doi:10.1016/j.culher.2011.05.005.

Hansen, T., Moe, M.K., Anderssen, T., Strøm, M.B. (2012) Metabolism of small antimicrobial ß2,2-amino acid derivatives by murine liver microsomes. *Eur. J. Drug Metab. Pharmacokinet., 37*, 191-201. doi:10.1007/s13318-012-0086-9.

Hasplova, K., Hudecova, A., Magdolenova, Z., Bjøras, M., Galova, E., Miadokova, E., Dusinska, M. (2012) DNA alkylation lesions and their repair in human cells: Modification of the comet assay with 3-methyladenine DNA glycosylase (AlkD). *Toxicol. Lett., 208*, 76-81. doi:10.1016/j.toxlet.2011.10.005.

Hassan, A.A., Brustad, M., Sandanger, T.M. (2012) Concentrations and geographical variations of selected toxic elements in meat from semi-domesticated reindeer (Rangifer tarandus tarandus L.) in mid- and northern Norway: Evaluation of risk assessment. *Int. J. Environ. Res. Public Health, 9*, 1699-1714. doi: 10.3390/ijerph9051699.

Hassan, A.A., Rylander, C., Brustad, M., Sandanger, T.M. (2012) Level of

selected toxic elements in meat, liver, tallow and bone marrow of young semi-domesticated reindeer (Rangifer tarandus tarandus L.) from Northern Norway. *Int. J. Circumpolar Health, 71*, 18187, doi: 10.3402/ijch.v71i0.18187.

Hassan, A.A., Sandanger, T.M., Brustad, M. (2012) Level of selected nutrients in meat, liver, tallow and bone marrow from semi-domesticated reindeer (Rangifer t. tarandus L.). *Int. J. Circumpolar Health, 71*, 17997, doi: 10.3402/ijch.v71i0.17997.

Hassan, A.A., Sandanger, T.M., Brustad, M. (2012) Selected vitamins and essential elements in meat from semi-domesticated reindeer (Rangifer tarandus tarandus L.) in Mid- and Northern Norway: geographical variations and effect of animal population density. *Nutrients, 4*, 724-739. doi: 10.3390/nu4070724.

Healy, R. M., Sciare, J., Poulain, L., Kamili, K., Merkel, M., Müller, T., Wiedensohler, A., Eckhardt, S., Stohl, A., Sarda-Estève, R., McGillicuddy, E., O'Connor, I. P., Sodeau, J. R., Wenger, J. C. (2012) Sources and mixing state of size-resolved elemental carbon particles in a European megacity: Paris. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 1681-1700. doi:10.5194/acp-12-1681-2012.

Hervo, M., Quennehen, B., Kristiansen, N. I., Boulon, J., Stohl, A., Fréville, P., Pichon, J.-M., Picard, D., Labazuy, P., Gouhier, M., Roger, J.-C., Colomb, A., Schwarzenboeck, A., Sellegri, K. (2012) Physical and optical properties of 2010 Eyjafjallajökull volcanic eruption aerosol: ground-based, Lidar and airborne measurements in France. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 1721-1736. doi:10.5194/acp-12-1721-2012.

Herzke, D., Olsson, E., Posner, S. (2012) Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in consumer products in Norway - A pilot study. *Chemosphere, 88*, 980-987. doi: 10.1016/j.chemosphere.2012.03.03.

Hodnebrog, Ø., Solberg, S., Stordal, F., Svendby, T. M., Simpson, D., Gauss, M., Hilboll, A., Pfister, G. G., Turquety, S., Richter, A., Burrows, J. P., Denier van der Gon, H. A. C. (2012) Impact of forest fires, biogenic emissions and high temperatures on the elevated Eastern Mediterranean ozone levels during the hot summer of 2007. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 8727-8750. doi:10.5194/acp-12-8727-2012.

Hooper, A., Prata, F., Sigmundsson, F. (2012) Remote sensing of volcanic hazards and their precursors. *Proc. IEEE, 100*, 2908-2930. doi:10.1109/JPROC.2012.2196404.

Huber, S., Ahrens, L., Bårdsen, B.-J., Siebert, U., Bustnes, J.O., Víkingsson, G.A., Ebinghaus, R., Herzke, D. (2012) Temporal trends and spatial differences of perfluoroalkylated substances in livers of harbor porpoise (Phocoena phocoena) populations from Northern Europe, 1991-2008. *Sci. Total Environ., 419*, 216-224. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.12.050.

Hudecova, A., Hasplova, K., Kellovska, L., Ikreniova, M., Miadokova, E., Galova, E., Horvathova, E., Vaculcikova, D., Gregan, F., Dusinska, M. (2012) Gentiana asclepiadea and Armoracia rusticana can modulate the adaptive response induced by zeocin in human lymphocytes. *Neoplasma, 59*, 62-69. doi:10.4149/neo_2012_01_008.

Hudecova, A., Hasplova, K., Miadokova, E., Magdolenova, Z., Rinna, A., Collins, A. R., Galova, E., Vaculcikova, D., Gregan, F., Dusinska, M. (2012) Gentiana asclepiadea protects human cells against oxidation DNA lesions. *Cell Biochem. Funct., 30*, 101-107.

Hudecova, A., Kusznierewicz, B., Hasplova, K., Huk, A., Magdolenova, Z., Miadokova, E., Galova, E., Dusinska, M. (2012) Gentiana asclepiadea exerts antioxidant activity and enhances DNA repair of hydrogen peroxide- and silver nanoparticles-induced DNA damage. *Food Chem. Toxicol., 50*, 3352-3359. doi:10.1016/j.fct.2012.06.017.

Hudecova, A., Kusznierewicz, B., Runden-Pran, E., Magdolenova, Z., Hasplova, K., Rinna, A., Fjellsbø, L.M., Kruszewski, M., Lankoff, A., Sandberg, W.J., Refsnes, M., Skuland, T., Schwarze, P., Brunborg, G., Bjøras, M., Collins, A., Miadoková, E., Galova, E., Dusinska, M. (2012) Silver nanoparticles induce premutagenic DNA oxidation that can be prevented by phytochemicals from Gentiana asclepiadea. *Mutagenesis, 27*, 759-769. doi:10.1093/mutage/ges046.

Isaksen, I.S.A., Zerefos, C., Wang, W.-C., Balis, D., Eleftheratos, K., Rognerud, B., Stordal, F., Berntsen, T.K., LaCasce, J.H., Søvde, O.A., Olivié, D., Orsolini, Y.J., Zyrichidou, I., Prather, M., Tuinder, O.N.E. (2012) Attribution of the Arctic ozone column deficit in March 2011. *Geophys. Res. Lett., 39*, L24810, doi:10.1029/2012GL053876.

Karl, M., Dye, C., Schmidbauer, N., Wisthaler, A., Mikoviny, T., D'Anna, B., Müller, M., Borrás, E., Clemente, E., Muñoz, A., Porras, R., Ródenas, M., Vázquez, M., Brauers, Th. (2012) Study of OH-initiated degradation of 2-aminoethanol. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 1881-1901. doi:10.5194/acp-12-1881-2012.

Karl, M., Leck, C., Gross, A., Pirjola, L. (2012) A study of new particle formation in the marine boundary layer over the central Arctic Ocean using a flexible multicomponent aerosol dynamic model. *Tellus B, 64*, 17158. doi:10.3402/tellusb.v64i0.17158.

Katsoyiannis, A., Birgul, A., Ratola, N., Cincinelli, A., Sweetman, A.J., Jones, K.C. (2012) Can car air filters be useful as a sampling medium for air pollution monitoring purposes? *Environ. Internat., 48*, 65-70. doi:10.1016/j.envint.2012.06.011.

Katsoyiannis, A., Bogdal, C. (2012) Interactions between indoor and outdoor air pollution - Trends and scientific challenges. Introduction. *Environ. Pollut., 169*, 150-151. doi: 10.1016/j.envpol.2012.04.028.

Kazimirova, A., Magdolenova, Z., Barancokova, M., Staruchova, M., Volkovova, K., Dusinska, M. (2012) Genotoxicity testing of PLGA-PEO nanoparticles in TK6 cells by means of the comet assay and the cytokinesis-block micronucleus assay. *Mutat. Res., 748*, 42-47. doi:10.1016/j.mrgentox.2012.06.012.

Keuken, M.P, Henzing, J.S., Zandveld, P., van den Elshout, S., Karl, M. (2012) Dispersion of particle numbers and elemental carbon from road traffic, a harbour and an airstrip in the Netherlands. *Atmos. Environ., 54*, 320-327. doi:10.1016/j.atmosenv.2012.01.012.

Keune, H., Gutleb, A.C., Zimmer, K.E., Ravnum, S., Yang, A., Bartonova, A., von Krauss, M.K., Ropstad, E., Eriksen, G.S., Saunders, M., Magnanti, B., Forsberg, B. (2012) We're only in it for the knowledge? A problem solving turn in environment and health expert elicitation. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 3, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S3.

Keune, H., Ludlow, D., van den Hazel, P., Randall, S., Bartonova, A. (2012) A healthy turn in urban climate change policies; European city workshop proposes health indicators as policy integrators. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 14, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S14.

Kim, J., Li, S., Mühle, J., Stohl, A., Kim, S.-K., Park, S., Park, M.-K., Weiss, R.F., Kim, K.-R. (2012) Overview of the findings from measurements of halogenated compounds at Gosan (Jeju Island, Korea) quantifying emissions in East Asia. *J. Integr. Environ. Sci., 9*, suppl. 1, 71-80. doi:10.1080/1943815X.2012.696548.

Klein, T., Kukkonen, J., Dahl, Å., Bossioli, E., Baklanov, A., Vik, A.F., Agnew, P., Karatzas, K.D., Sofiev, M. (2012) Interactions of physical, chemical, and biological weather calling for an integrated approach to assessment, forecasting, and communication of air quality. *Ambio, 41*, 851-864. doi:10.1007/s13280-012-0288-z.

Kogler, C., Pinnock, S., Arino, O., Casadio, S., Corlett, G., Prata, F., Bras, T. (2012) Note on the quality of the (A)ATSR land surface temperature record from 1991 to 2009. *Int. J. Remote Sens., 33*, 4178-4192. doi:10.1080/01431161.2011.645085.

Koo, J.-H., Wang, Y., Kurosu, T. P., Chance, K., Rozanov, A., Richter, A., Oltmans, S. J., Thompson, A. M., Hair, J. W., Fenn, M. A., Weinheimer, A. J., Ryerson, T. B., Solberg, S., Huey, L. G., Liao, J., Dibb, J. E., Neuman, J. A., Nowak, J. B., Pierce, R. B., Natarajan, M., Al-Saadi, J. (2012) Characteristics of tropospheric ozone depletion events in the Arctic spring: analysis of the ARCTAS, ARCPAC, and ARCIONS measurements and satellite BrO observations. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 9909-9922. doi:10.5194/acp-12-9909-2012.

Kristiansen, N. I., Stohl, A., Wotawa, G. (2012) Atmospheric removal times of the aerosol-bound radionuclides 137Cs and 131I measured after the Fukushima Daiichi nuclear accident - a constraint for air quality and climate models. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 10759-10769. doi:10.5194/acp-12-10759-2012.

Kristiansen, N.I., Stohl, A., Prata, F., Bukowiecki, N., Dacre, H., Eckhardt, S., Henne, S., Hort, M., Johnson, B., Marenco, F., Neininger, B., Reitebuch, O., Seibert, P., Thomson, D., Webster, H., Weinzierl, B. (2012) Performance assessment of a volcanic ash transport model mini-ensemble used for inverse modelling of the 2010 Eyjafjallajökull eruption. *J. Geophys. Res., 117*, D00U11, doi:10.1029/2011JD016844.

Kusznierewicz, B., Baczek-Kwinta, R., Bartoszek, A., Piekarska, A., Huk, A., Manikowska, A., Antonkiewicz, J., Namiesnik, J., Konieczka, P. (2012) The dose-dependent influence of zinc and cadmium contamination of soil on their uptake and glucosinolate content in white cabbage (Brassica oleracea var. capitata f. alba). *Environ. Toxicol. Chem., 31*, 2482-2489. doi:10.1002/etc.1977.

Kvissel, O.-K., Orsolini, Y.J., Stordal, F., Isaksen, I.S.A., Santee, M.L. (2012) Formation of stratospheric nitric acid by a hydrated ion cluster reaction: Implications for the effect of energetic particle precipitation on the middle atmosphere. *J. Geophys. Res., 117*, D16301, doi:10.1029/2011JD017257.

Kvissel, O.-K., Orsolini, Y.J., Stordal, F., Limpasuvan, V., Richter, J.H., Marsh, D.R. (2012) Mesospheric intrusion and anomalous chemistry during and after a major stratospheric sudden warming. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys., 78-79*, 116-124. doi:10.1016/j.jastp.2011.08.015.

Kylin, H., Bouwman, H. (2012) Hydration state of the moss Hylocomium splendens and the lichen Cladina stellaris governs uptake and revolatilization of airborne α- and γ-hexachlorocyclohexane. *Environ. Sci. Technol., 46*, 10982-10989. doi:10.1021/es302363g.

Lahoz, W.A., Peuch, V.-H., Orphal, J., Attié, J.-L., Chance, K., Liu, X., Edwards, D., Elbern, H., Flaud, J.-M., Claeyman, M., El Amraoui, L. (2012) Monitoring air quality from space: the case for the geostationary platform. *Bull. Am. Meteorol. Soc., 93*, 221-233. doi:10.1175/BAMS-D-11-00045.1.

Leijs, M.M., ten Tusscher, G.W., Olie, K., van Teunenbroek, T., van Aalderen, W.M.C., de Voogt, P., Vulsma, T., Bartonova, A., von Krauss, M.K., Mosoiu, C., Riojas-Rodriguez, H., Calamandrei, G., Koppe, J.G. (2012) Thyroid hormone metabolism and environmental chemical exposure. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 10, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S10.

Leknes, H., Sturtzel, I.E., Dye, C. (2012) Environmental release of oseltamivir from a Norwegian sewage treatment plant during the 2009 influenza A (H1N1) pandemic. *Sci. Total Environ., 414*, 632-638.

Letasiova, S., Medvedova, A., Sovcikova, A., Dusinska, M., Volkovova, K., Mosoiu, C., Bartonova, A. (2012) Bladder cancer, a review of the environmental risk factors. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 11, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S11.

Limpasuvan, v., Richter, J.H., Orsolini, Y.J., Stordal, F., Kvissel, O.-K. (2012) The roles of planetary and gravity waves during a major stratospheric sudden warming as characterized in WACCM. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys., 78-79*, 84-98. doi:10.1016/j.jastp.2011.03.004.

Liu, H.-Y., Bartonova, A., Neofytou, P., Yang, A., Kobernus, M.J., Negrenti, E., Housiadas, C. (2012) Facilitating knowledge transfer: decision support tools in environment and health. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 17, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S17.

Liu, H.-Y., Bartonova, A., Pascal, M., Smolders, R., Skjetne, E., Dusinska, M. (2012) Approaches to integrated monitoring for environment and health impact assessment. *Environ. Health, 11*, 88, doi:10.1186/1476-069X-11-88.

Liu, H.Y., Halvorsen, R. (2012) Single-tree influence on understorey vegetation in five Chinese subtropical forests. *iForest, 5*, 179-187. doi:10.3832/ifor0623-005.

Magdolenova, Z., Bilanicova, D., Pojana, G., Fjellsbø, L.M., Hudecova, A., Hasplova, K., Marcomini, A., Dusinska, M. (2012) Impact of agglomeration and different dispersions of titanium dioxide nanoparticles on the human related in vitro cytotoxicity and genotoxicity. *J. Environ. Monit., 14*, 455-464. doi: 10.1039/C2EM10746E.

Magdolenova, Z., Lorenzo, Y., Collins, A., Dusinska, M. (2012) Can standard genotoxicity tests be applied to nanoparticles? *J. Toxicol. Environ. Health A, 75*, 800-806. doi:10.1080/15287394.2012.690326.

Mazzola, M., Stone, R.S., Herber, A., Tomasi, C., Lupi, A., Vitale, V., Lanconelli, C., Toledano, C., Cachorro, V.E., O'Neill, N.T., Shiobara, M., Aaltonen, V., Stebel, K., Zielinski, T., Petelski, T., Ortiz de Galisteo, J.P., Torres, B., Berjon, A., Goloub, P., Li, Z., Blarel, L., Abboud, I., Cuevas, E., Stock, M., Schulz, K.H., Virkkula, A. (2012) Evaluation of sun photometer capabilities for retrievals of aerosol optical depth at high latitudes: The POLAR-AOD intercomparison campaigns. *Atmos. Environ., 52*, 4-17. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.07.042.

Merlo, D.F., Filiberti, R., Kobernus, M., Bartonova, A., Gamulin, M., Ferencic, Z., Dusinska, M., Fucic, A. (2012) Cancer risk and the complexity of the interactions between environmental and host

factors: HENVINET interactive diagrams as simple tools for exploring and understanding the scientific evidence. *Environ. Health*, *11*, Suppl. 1, S 9, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S9.

Miffre, A., David, G., Thomas, B., Rairoux, P., Fjæraa, A.M., Kristiansen, N.I., Stohl, A. (2012) Volcanic aerosol optical properties and phase partitioning behavior after long-range advection characterized by UV-Lidar measurements. *Atmos. Environ.*, *48*, 76-84. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.03.057.

Miñarro, M.D., Castell-Balaguer, N., Téllez, L., Mantilla, E. (2012) The use of experimental data and their uncertainty for assessing ozone photochemistry in the Eastern Iberian Peninsula. *Chemosphere*, *89*, 796-804. doi:10.1016/j.chemosphere.2012.04.056.

Moe, M.K., Huber, S., Svenson, J., Hagenaars, A., Pabon, M., Trümper, M., Berger, U., Knapen, D., Herzke, D. (2012) The structure of the fire fighting foam surfactant Forafac®1157 and its biological and photolytic transformation products. *Chemosphere*, *89*, 869-875. doi:10.1016/j.chemosphere.2012.05.012.

Naiker, Y., Diab, R.D., Zunckel, M., Hayes, E.T. (2012) Introduction of local Air Quality Management in South Africa: overview and challenges. *Environ. Sci. Polit.*, *17*, 62-71. doi:10.1016/j.envsci.2011.11.009.

Newton, N., Carruthers, T., Icely, J. (2012) The coastal syndromes and hotspots on the coast. *Estuar. Coast Shelf Sci.*, *96*, 39-47. doi:10.1016/j.ecss.2011.07.012.

Nordstad, T., Moe, B., Bustnes, J.O., Bech, C., Chastel, O., Goutte, A., Sagerup, K., Trouvé, C., Herzke, D., Gabrielsen, G.W. (2012) Relationships between POPs and baseline corticosterone levels in black-legged kittiwakes (Rissa tridactyla) across their breeding cycle. *Environ. Pollut.*, *164*, 219-226. doi:10.1016/j.envpol.2012.01.044.

Nøst, T.H., Helgason, L.B., Harju, M, Heimstad, E.S., Gabrielsen, G.W., Jenssen, B.M. (2012) Halogenated organic contaminants and their correlations with circulating thyroid hormones in developing Arctic seabirds. *Sci. Total Environ.*, *414*, 248-256. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.11.051.

Nygård, T., Steinnes, E., Røyset, O. (2012) Distribution of 32 elements in organic surface soils: Contributions from atmospheric transport of pollutants and natural sources. *Water Air Soil Pollut.*, 669-713. doi:10.1007/s11270-011-0895-5.

Orsolini, Y.J., Senan, R., Benestad, R.E., Melsom, A. (2012) Autumn atmospheric response to the 2007 low Arctic sea ice extent in coupled ocean-atmosphere hindcasts. *Clim. Dyn.*, *38*, 2437-2448. doi:10.1007/s00382-011-1169-z.

Papayannis, A., Mamouri, R.E., Amiridis, V., Giannakaki, E., Veselovskii, I., Kokkalis, P., Tsaknakis, G., Balis, D., Kristiansen, N.I., , Stohl, A., Korenskiy, M., Allakhverdiev, K., Huseyinoglu, M.F., Baykara, T. (2012) Optical properties and vertical extension of aged ash layers over the Eastern Mediterranean as observed by Raman lidars during the Eyjafjallajökull eruption in May 2010. *Atmos. Environ.*, *48*, 56-66. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.08.037.

Perrone, M. R., De Tomasi, F., Stohl, A., Kristiansen, N. I. (2012) Integration of measurements and model simulations to characterize Eyjafjallajökull volcanic aerosols over south-eastern Italy. *Atmos. Chem. Phys.*, *12*, 10001-10013. doi:10.5194/acp-12-10001-2012.

Pfaffhuber, K. A., Berg, T., Hirdman, D., Stohl, A. (2012) Atmospheric mercury observations from Antarctica: seasonal variation and source and sink region calculations. *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 3241-3251. doi:10.5194/acp-12-3241-2012.

Pikridas, M., Riipinen, I., Hildebrandt, L., Kostenidou, E., Manninen, H., Mihalopoulos, N., Kalivitis, N., Burkhart, J.F., Stohl, A., Kulmala, M., Pandis, S.N. (2012) New particle formation at a remote site in the eastern Mediterranean. *J. Geophys. Res.*, *117*, D12205, doi:10.1029/2012JD017570.

Prata, A.J., Prata, A.T. (2012) Eyjafjallajökull volcanic ash concentrations determined using Spin Enhanced Visible and Infrared Imager measurements. *J. Geophys. Res.*, *117*, D00U23, doi:10.1029/2011JD016800.

Quennehen, B., Schwarzenboeck, A., Matsuki, A., Burkhart, J.F., Stohl, A., Ancellet, G., Law, K.S. (2012) Anthropogenic and forest fire pollution aerosol transported to the Arctic: observations from the POLARCAT-France spring campaign. *Atmos. Chem. Phys.*, *12*, 6437-6454. doi:10.5194/acp-12-6437-2012.

Quinn, C.L., Armitage, J.M., Breivik, K., Wania, K. (2012) A methodology for evaluating the influence of diets and intergenerational dietary transitions on historic and future human exposure to persistent organic pollutants in the Arctic. *Environ. Int.*, *49*, 83-91. doi:10.1016/j.envint.2012.08.014.

Ratola, N., Cincinelli, A., Alves, A., Katsoyiannis, A. (2012) Occurrence of organic microcontaminants in the wastewater treatment process. A mini review. *J. Hazard. Mater.*, *239-240*, 1-18. doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.05.040.

Rauthe-Schöch, A., Weigelt, A., Hermann, M., Martinsson, B. G., Baker, A. K., Heue, K.-P., Brenninkmeijer, C.A.M., Zahn, A., Scharffe, D., Eckhardt, S., Stohl, A., van Velthoven, P.F.J. (2012) CARIBIC aircraft measurements of Eyjafjallajökull volcanic clouds in April/May 2010. *Atmos. Chem. Phys.*, *12*, 879-902. doi:10.5194/acp-12-879-2012.

Ravnum, S., Zimmer, K.E., Keune, H., Gutleb, A.C., Murk, A.J., Koppe, J.G., Magnanti, B., Lyche, J.L., Eriksen, G.S., Ropstad, E., Skaare, J.U., Kobernus, M., Yang, A., Bartonova, A., von Krauss, M.K. (2012) Policy relevant results from an expert elicitation on the human health risks of decabromodiphenyl ether (decaBDE) and hexabromocyclododecane (HBCD). *Environ. Health*, *11*, Suppl. 1, S 7, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S7.

Rodríguez, E., Toledano, C., Cachorro, V.E., Ortiz, P., Stebel, K., Berjón, A., Blindheim, S., Gausa, M., de Frutos, A.M. (2012) Aerosol characterization at the sub-Arctic site Andenes (69°N, 16°E), by the analysis of columnar optical properties. *Q. J. Roy. Meteorol. Soc.*, *138*, 471-482. doi:10.1002/qj.921.

Rudge, C.V.V., Sandanger, T., Röllind, H.B., Calderona, I.M.P., Volpatoa, G., Silvaf, J.L.P., Duarteg, G., Netoh, C.M., Sassi, N., Nakamuraj, M.U., Odland, J.Ø., Rudgea, M.V.C. (2012) Levels of selected persistent organic pollutants in blood from delivering women in seven selected areas of São Paulo State, Brazil. *Environ. Int.*, *40*, 162-169. doi:10.1016/j.envint.2011.07.006.

Rylander, C., Lund, E., Frøyland, L., Sandanger, T.M. (2012) Predictors of PCP, OH-PCBs, PCBs and chlorinated pesticides in a general female Norwegian population. *Environ. Int.*, *43*, 13-20. doi: 10.1016/j.envint.2012.02.008.

Saikawa, E., Rigby, M., Prinn, R. G., Montzka, S. A., Miller, B. R., Kuijpers, L. J. M., Fraser, P. J. B., Vollmer, M. K., Saito, T., Yokouchi, Y., Harth, C. M., Mühle, J., Weiss, R. F., Salameh, P. K., Kim, J., Li, S., Park, S., Kim, K.-R., Young, D., O'Doherty, S., Simmonds, P. G., McCulloch, A., Krummel, P. B., Steele, L. P., Lunder, C., Hermansen, O., Maione, M., Arduini, J., Yao, B., Zhou, L. X., Wang, H. J., Elkins, J. W., Hall, B. (2012) Global and regional emission estimates for HCFC-22. *Atmos. Chem. Phys.*, *12*, 10033-10050. doi:10.5194/acp-12-10033-2012.

Saunders, M., Magnanti, B.L., Carreira, S.C., Yang, A., Alamo-Hernández, U., Riojas-Rodriguez, H., Calamandrei, G., Koppe, J.G., von Krauss, M.K., Keune, H., Bartonova, A. (2012) Chlorpyrifos and neurodevelopmental effects: a literature review and expert elicitation on research and policy. *Environ. Health*, *11*, Suppl. 1, S 5, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S5.

Schneider, P., van der A., R.J. (2012) A global single-sensor analysis of 2002-2011 tropospheric nitrogen dioxide trends observed from space. *J. Geophys. Res.*, *117*, D16309, doi:10.1029/2012JD017571.

Schuster, J.K., Gioia, R., Harner, T., Lee, S.C., Breivik, K., Jones, K.C. (2012) Assessment of sorbent impregnated PUF disks (SIPs) for long-term sampling of legacy POPs. *J. Environ. Monit.*, *14*, 71-78. doi:10.1039/C1EM10697J.

Seibert, P., Kristiansen, N.I., Richter, A., Eckhardt, S., Prata, A.J., Stohl, A. (2012) Uncertainties in the inverse modelling of sulphur dioxide eruption profiles. Corrigendum. *Geomatics Nat. Hazard Risk*, *3*, 97. doi:10.1080/19475705.2011.635854.

Sekovski, I., Newton, A., Dennison, C. W. (2012) Erratum to «Megacities in the coastal zone: Using a driver-pressure-state-impact-response framework to address complex environmental problems» [Estuar. Coast. Shelf Sci. 96 (2012) 48-59]. *Estuar. Coast Shelf Sci.*, *104-105*, 123. doi:10.1016/j.ecss.2012.05.001.

Sekovski, I., Newton, A., Dennison, C. W. (2012) Megacities in the coastal zone: Using a driver-pressure-state-impact-response framework to address complex environmental problems. *Estuar. Coast Shelf Sci.*, *96*, 48-59. doi:10.1016/j.ecss.2011.07.011.

Sivertsen, B., Bartonova, A. (2012) Air quality management planning (AQMP). *Chem. Ind. Chem. Eng. Quart.*, *18*, 667-674. doi:10.2298/CICEQ120110111S.

Sjostedt, S.J., Leaitch, W.R., Levasseur, M., Scarratt, M., Michaud, S., Motard-Côté, J., Burkhart, J.H., Abbatt, J.P.D. (2012) Evidence for the uptake of atmospheric acetone and methanol by the Arctic Ocean during late summer DMS-Emission plumes. *J. Geophys. Res.*, *117*, D12303, doi:10.1029/2011JD017086.

Smita, S., Gupta, S.K., Bartonova, A., Dusinska, M., Gutleb, A.C., Rahman, Q. (2012) Nanoparticles in the environment: assessment using the causal diagram approach. *Environ. Health*, *11*, Suppl. 1, S 13, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S13.

Sobek, A., Arnot, J.A., Breivik, K., Brown, T.N., Wania, F., McLachlan, M.S. (2012) Using models to screen the domain of industrial chemicals for potential environmental contaminants. *Organohalogen Compd.*, *74*, 375-378.

Sonne, C., Bustnes, J.O., Herzke, D., Jaspers, V.L.B., Covaci, A., Eulaers, I., Halley, D.J., Moum, T., Ballesteros, M., Eens, M., Ims, R.A., Hanssen,S.A., Erikstad, K.E., Johnsen, T.V., Rigét, F.F., Jensen, A.L., Kjelgaard-Hansen, M. (2012) Blood plasma clinical-chemical parameters as biomarker endpoints for organohalogen contaminant exposure in Norwegian raptor nestlings. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, *80*, 76-83. doi: 10.1016/j.ecoenv.2012.02.012.

Stjernberg, A.-C. E., Skorokhod, A., Paris, J.D., Elansky, N., Nédélec, P., Stohl, A. (2012) Low concentrations of near-surface ozone in Siberia. *Tellus B*, *64*, 11607, doi:10.3402/tellusb.v64i0.11607.

Stohl, A., Seibert, P., Wotawa, G. (2012) The total release of xenon-133 from the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. *J. Environ. Radioact.*, *112*, 155-159. doi:10.1016/j.jenvrad.2012.06.001.

Stohl, A., Seibert, P., Wotawa, G., Arnold, D., Burkhart, J. F., Eckhardt, S., Tapia, C., Vargas, A., Yasunari, T. J. (2012) Xenon-133 and caesium-137 releases into the atmosphere from the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant: determination of the source term, atmospheric dispersion, and deposition. *Atmos. Chem. Phys.*, *11*, 2313-2343. doi:10.5194/acp-12-2313-2012.

Sundseth, K., Pacyna, J.M., Pacyna, E.G., Panasiuk, D. (2012) Substance flow analysis of mercury affecting water quality in the European Union. *Water Air Soil Pollut.*, *223*, 429-442. doi:10.1007/s11270-011-0871-0.

Surono, Jousset, P., Pallister, J., Boichu, M., Buongiorno, M.F., Budisantoso, A., Costa, F., Andreastuti, S., Prata, F., Schneider, D., Clarisse, L., Humaida, H., Sumarti, S., Bignami, C., Griswold, J., Carn, S., Oppenheimer, C. (2012) The 2010 explosive eruption of Java's Merapi volcano - a '100-year' event. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, *241/242*, 121-135. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2012.06.018.

Tegtmeier, S., Krüger, K., Quack, B., Atlas, E. L., Pisso, I., Stohl, A., Yang, X. (2012) Emission and transport of bromocarbons: from the West Pacific ocean into the stratosphere. *Atmos. Chem. Phys.*, *12*, 10633-10648. doi:10.5194/acp-12-10633-2012.

Thorsteinsson, T., Johannsson, T., Stohl, A., Kristiansen, N.I. (2012) High levels of particulate matter in Iceland due to direct ash emissions by the Eyjafjallajökull eruption and resuspension of deposited ash. *J. Geophys. Res.*, *117*, B00C05. doi:10.1029/2011JB008756.

Tidblad, J., Kucera, V., Ferm, M., Kreislova, K., Brüggerhoff, S., Doytchinov, S., Screpanti, A., Grøntoft, T., Yates, T., de la Fuente, D., Roots, O., Lombardo, T., Simon, S., Faller, M., Kwiatkowski, L., Kobus, J., Varotsos, C., Tzanis, C., Krage, L., Schreiner, M., Melcher, M., Grancharov, I., Karmanova, N. (2012) Effects of air pollution on materials and cultural heritage: ICP Materials celebrates 25 years of research. *Internat. J. Corrosion, 2012*, Art ID 496321. doi:10.1155/2012/496321.

Toledano, C., Bennouna, Y., Cachorro, V., Ortiz de Galisteo, J.P., Stohl, A., Stebel, K., Kristiansen, N.I., Olmo, F.J., Lyamani, H., Obregón, M.A., Estellés, V., Wagner, F., Baldasano, J.M., González-Castanedo, Y., Clarisse, L., de Frutos, A.M. (2012) Aerosol properties of the Eyjafjallajökull ash derived from sun photometer and satellite observations over the Iberian Peninsula. *Atmos. Environ.*, *48*, 22-32. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.09.072.

Toledano, C., Cachorro, V., Gausa, M., Stebel, K., Aaltonen, V., Berjón, A., Ortiz de Galisteo, J.P., de Frutos, A.M., Bennouna, Y., Blindheim, S, Myhre, C.L., Zibordi, G., Wehrli, C., Kratzer, S., Hakansson, B., Carlund, T., de Leeuw, G., Herber, A., Torres, B. (2012) Overview of sun photometer measurements of aerosol properties in Scandinavia and Svalbard. *Atmos. Environ.*, *52*, 18-28. doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.10.022.

Tørseth, K., Aas, W., Breivik, K., Fjæraa,

A.M., Fiebig, M., Hjellbrekke, A.G., Lund Myhre, C., Solberg, S., Yttri, K.E. (2012) Introduction to the European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) and observed atmospheric composition change during 1972-2009. *Atmos. Chem. Phys., 12*, 5447-5481. doi:10.5194/acp-12-5447-2012.

Ubl, S., Scheringer, M., Stohl, A., Burkhart, J.F., Hungerbuhler, K. (2012) Primary source regions of polychlorinated biphenyls (PCBs) measured in the Arctic. *Atmos. Environ., 62*, 391-399. doi:10.1016/j.atmosenv.2012.07.061.

van den Hazel, P., Keune, H., Randall, S., Yang, A., Ludlow, D., Bartonova, A. (2012) The challenge of social networking in the field of environment and health. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 15, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S15.

Veyhe, A.S., Hansen, S., Sandanger, T.M., Nieboer, E., Odland, J.Ø. (2012) The Northern Norway mother-and-child contaminant cohort study: implementation, population characteristics and summary of dietary findings. *Int. J. Circumpolar Health, 71*, 18644, doi: 10.3402/ijch.v71i0.18644.

Vieweg, I., Hop, H., Brey, T, Huber, S., Ambrose jr., W.G., Locke, W.L., Gabrielsen, G.W. (2012) Persistent organic pollutants in four bivalve species from Svalbard waters. *Environ. Pollut., 161*, 134-142. doi:10.1016/j.envpol.2011.10.018.

Volkovova, K., Bilanicova, D., Bartonova, A., Letasiova, S., Dusinska, M. (2012) Associations between environmental factors and incidence of cutaneous melanoma. Review. *Environ. Health*, *11*, Suppl. 1, S 12, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S12.

Walker, S.E. (2012) WORM - A new open road line source model for low wind speed conditions. *Int. J. Environ. Pollut., 47 (2011)*, 348-357. doi:10.1504/IJEP.2011.047348.

Webster, H.N., Thomson, D.J., Johnson, B.T., Heard, I.P.C., Turnbull, K., Marenco, F., Kristiansen, N.I., Dorsey, J., Minikin, A., Weinzierl, B., Schumann, U., Sparks, R.S.J., Loughlin, S.C., Hort, M.C., Leadbetter, S.J., Devenish, B.J., Manning, A.J., Witham, C.S., Haywood, J.M., Golding, B.W. (2012) Operational prediction of ash concentrations in the distal volcanic cloud from the 2010 Eyjafjallajökull eruption. *J. Geophys. Res., 117*, D00U08. doi:10.1029/2011JD016790.

Weinbruch, S., Wiesemann, D., Ebert, M., Schütze, K., Kallenborn, R., Ström, J. (2012) Chemical composition and sources of aerosol particles at Zeppelin Mountain (Ny Ålesund, Svalbard): an electron microscopy study. *Atmos. Environ., 49*, 142-150. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.12.008.

Wiedensohler, A., Birmili, W., Nowak, A., Sonntag, A., Weinhold, K., Merkel, M., Wehner, B., Tuch, T., Pfeifer, S., Fiebig, M., Fjæraa, A. M., Asmi, E., Sellegri, K., Depuy, R., Venzac, H., Villani, P., Laj, P., Aalto, P., Ogren, J. A., Swietlicki, E., Williams, P., Roldin, P., Quincey, P., Hüglin, C., Fierz-Schmidhauser, R., Gysel, M., Weingartner, E., Riccobono, F., Santos, S., Grüning, C., Faloon, K., Beddows, D., Harrison, R. M., Monahan, C., Jennings, S. G., O'Dowd, C. D., Marinoni, A., Horn, H.-G., Keck, L., Jiang, J., Scheckman, J., McMurry, P. H., Deng, Z., Zhao, C. S., Moerman, M., Henzing, B., de Leeuw, G., Löschau, G., Bastian, S. (2012) Mobility particle size spectrometers: harmonization of technical standards and data structure to facilitate high quality long-term observations of atmospheric particle number size distributions. *Atmos. Meas. Tech., 5*, 657-685. doi:10.5194/amt-5-657-2012.

Worton, D.R., Sturges, W.T., Reeves, C.E., Newland, M.J., Penkett, S.A., Atlas, E., Stroud, V., Johnson, K., Schmidbauer, N., Solberg, S., Schwander, J., Barnola, J.-M. (2012) Evidence from firn air for recent decreases in non-methane hydrocarbons and a 20th century increase in nitrogen oxides in the northern hemisphere. *Atmos. Environ., 54*, 592-602. doi:10.1016/j.atmosenv.2012.02.084.

Yang, M.Y.M., Vay, S.A., Stohl, A., Choi, Y., Diskin, G.S., Sachse, G.W., Blake, D.R. (2012) Chemical composition of tropospheric air masses encountered during high altitude flights (>11.5 km) during the 2009 fall Operation Ice Bridge field campaign. *J. Geophys. Res., 117*, D17306, doi:10.1029/2012JD017858.

Zhang, D., Aunan, K., Seip, H.M., Larssen, T., Vennemo, H., Larssen, S., Feng, L., Wu, C., Xie, R. (2012) Air pollution reduction during China's 11th Five-Year Plan period - Local implementation and achievements in Shanxi province. *Environ. Dev., 4*, 36-53. doi:10.1016/j.envdev.2012.09.002.

Zimmer, K., Gutleb, A., Ravnum, S., von Krauss, M.K., Murk, A.J., Ropstad, E., Skaare, J., Eriksen, G., Lyche, J., Koppe, J.G., Magnanti, B.L., Yang, A., Bartonova, A., Keune, H. (2012) Policy relevant results from an expert elicitation on the health risks of phthalates. *Environ. Health, 11*, Suppl. 1, S 6, doi:10.1186/1476-069X-11-S1-S6.

Oppdragsrapporter

Tønnesen, D., Haugsbakk, I. (2012) Målinger av luftkvalitet og nedbørkvalitet på Tjeldbergodden oktober 2009 - september 2010. Kjeller, NILU (NILU OR, 01/2012).

Haugsbakk, I. (2012) Målinger av meteorologi og luftkvalitet i Sauda april - september 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 02/2012).

Tønnesen, D., Haugsbakk, I. (2012) E16 Bjørum - Skaret. Vurdering av luftforurensning fra tunnelmunninger. Kjeller, NILU (NILU OR, 03/2012).

Tønnesen, D., Berglen, T.F. (2012) Luftkvalitet i Hamar. Måleprogram desember 2010 - juni 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 04/2012).

Stebel, K., ed. (2012) 10th Ny-Ålesund seminar. Proceedings and presentations from the 10th Ny-Ålesund seminar, Lillestrøm Centre of Expertises, Kjeller, Norway, October 25 -26, 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 05/2012).

Haugsbakk, I., Tønnesen, D. (2012) Spredningsberegninger Toten Metall AS. Kjeller, NILU (NILU OR, 06/2012).

Sivertsen, B., Castell-Balaguer, N. (2012) Air quality impact assessment, Kinyerezi, Dar Es Salaam, Tanzania. Kjeller, NILU (NILU OR, 07/2012).

Hak, C. (2012) Måledata. Juli 2010 - juni 2011. Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. Kjeller, NILU (NILU OR, 08/2012).

Dahlin, E., Grøntoft, T. (2012) Measurement of air quality in exhibition and storage rooms at Wawel Royal Castle, Krakow, Poland. Kjeller, NILU (NILU OR, 09/2012).

Kylling, A. (2012) Rotational Raman scattering in the O2-A and O2-B bands: simulations for Carbonsat, FLEX/FLORIS, MERIS and OLCI. Kjeller, NILU (NILU OR, 10/2012).

El-Araby, T. (2012) Ambient air quality in Abu Dhabi. 2011 annual report. Kjeller, NILU (NILU OR, 11/2012).

Randall, S., Sivertsen, B. (2012) BAPMAN Mission 4: Project planning and further AQ screening. 18-23 February 2012, Dhaka, Bangladesh. Kjeller, NILU (NILU OR, 12/2012).

Gjerstad, K.I. (2012) Modellering av luftkvalitet og avsetningsnivå april 2010 - april 2011. Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. Kjeller, NILU (NILU OR, 13/2012).

Myhre, C.L., Hermansen, O., Fjæraa, A.M., Lunder, C., Fiebig, M., Schmidbauer, N., Krognes, T., Stebel, K. (2012) Monitoring of greenhouse gases and aerosols at Svalbard and Birkenes: Annual report 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1117/2012. TA-2902/2012) (NILU OR, 14/2012).

Steinnes, E., Schlabach, M. (2012) Moseundersøkelse i Norge 2010. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 1120/2012. TA-2914/2012) (NILU OR, 15/2012).

NILU. (2012) Environmental management report 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 16/2012).

Hak, C. (2012) Indoor air quality at Life Technologies AS. Measurement of particulate matter. Kjeller, NILU (NILU OR, 17/2012).

Tønnesen, D. (2012) Belastning av støv og PAH ved Mongstad. Oktober 2009 - mai 2010. Kjeller, NILU (NILU OR, 18/2012).

Aas, W., Solberg, S., Manø, S., Yttri, K.E. (2012) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfæriske tilførsler 2011. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1126/2012. TA-2940/2012) (NILU OR, 19/2012).

Pillay, B. (2012) Emissions Inventory forecast for Khalifa Industrial Zone Abu Dhabi. Kjeller, NILU (NILU OR, 20/2012).

Guerreiro, C. (2012) Review of air quality standards. Kjeller, NILU (NILU OR, 21/2012).

Uggerud, H.T., Lyrån, B. (2012) Kartlegging av fremmedstoffer i vegetabiler. Bestemmelse av bly, kadmium og tinn. Kjeller, NILU (NILU OR, 22/2012).

Denby, B.R., Sundvor, I. (2012) NORTRIP model development and documentation: NOn-exhaust Road TRaffic Induced Particle emission modelling. Kjeller, NILU (NILU OR, 23/2012).

Tønnesen, D., Berglen, T.F. (2012) SK-1401 Mongstad. Spredningsberegninger. Kjeller, NILU (NILU OR, 24/2012).

Berglen, T.F., Andresen, E., Arnesen, K., Nilsson, L.O., Ofstad, T., Rode, A., Tønnesen, D., Vadset, M. (2012) Grenseområdene Norge-Russland. Luft- og nedbørkvalitet, april 2011-mars 2012. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1128/2012. TA 2951/2012) (NILU OR, 25/2012).

Randall, S., Sivertsen, B., Dam, V.T., Dauge, F. (2012) BAPMAN Mission 5: Continuous air monitoring operations and advanced emissions training. Kjeller, NILU (NILU OR, 26/2012).

Hak, C., Castell Balaguer, N. (2012) Målinger og beregninger av luftforurensning i Øvre Årdal. 1. Oppfølging av SO2 i ombyggingsperioden. Kjeller, NILU (NILU OR, 27/2012).

Hak, C., Castell Balaguer, N. (2012) Målinger og beregninger av luftforurensning i Øvre Årdal. 2. Spredning ved normal drift. Kjeller, NILU (NILU OR, 28/2012).

Svendby, T.M., Myhre, C.L., Stebel, K., Edvardsen, K., Orsolini, Y., Dahlback, A. (2012) Monitoring of the atmospheric ozone layer and natural ultraviolet radiation. Annual report 2011. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1129/2012. TA-2952/2012) (NILU OR, 29/2012).

Dahlin, E., ed. (2012) Cultural heritage preservation, EWCHP-2012. Proceedings of the 2nd European Workshop on Cultural Heritage Preservation, Kjeller, Norway 2012. Kjeller, NILU (NILU OR, 30/2012).

Hak, C. (2012) Luftkvalitetsmålinger i nærområdet til Finnfjord AS oktober 2011 - mai 2012. Kjeller, NILU (NILU OR, 31/2012).

Solberg, S., Svendby, T., Gjerstad, K.I., Liu, L., Wathne, B.M., Skjelkvåle, B.L., Høgåsen, T., Aarrestad, P.A., Gjershaug, J.O. (2012) Åpning av havområdene ved Jan Mayen for petroleumsvirksomhet. Konsekvenser av regulære utslipp til luft. Kjeller, NILU (NILU OR, 32/2012).

Solberg, S., Svendby, T., Gjerstad, K.I., Liu, L., Wathne, B.M., Skjelkvåle, B.L., Høgåsen, T., Aarrestad, P.A., Gjershaug, J.O. (2012) Åpning av havområdene vest for delelinjen i Barentshavet Sør for petroleumsvirksomhet. Konsekvenser av regulære utslipp til luft. Kjeller, NILU (NILU OR, 33/2012).

Tibi, N., Gopinath, V. (2012) BASELINE ambient air quality monitoring at KPIZ, Abu Dhabi. Kjeller, NILU (NILU OR, 34/2012).

Tibi, N., Sheikh Elhadadeen, T. (2012) Indoor air quality study for the Norwegian Embassy in Abu Dhabi. Kjeller, NILU (NILU OR, 35/2012).

Tibi, N., Daham, B., Shinbin, N. (2012) Assessment of traffic noise and mitigation options for Al Salam Street. Kjeller, NILU (NILU OR, 36/2012).

Tibi, N., Sheikh Elhadadeen, T. (2012) Indoor air quality investigation sector E3-02. Kjeller, NILU (NILU OR, 37/2012).

Dye, C., Bjerke, A., Sturtzel, I. (2012) Akrylamid i utvalgte næringsmidler 2011. Kjeller, NILU (NILU OR, 38/2012).

Katsogiannis, A., Breivik, K., Schlabach, M. (2012) Estimating the contribution of long-range transport to the atmospheric deposition of selected organic contaminants over Norway. Kjeller, NILU (NILU OR, 39/2012).

Randall, S., Sivertsen, B., Dauge, F., Gjerstad, K.I., Clemetsen, T. (2012) BAPMAN Mission 6: Continuous air monitoring operations, measurement data training, and data acquisition interface development. Kjeller, NILU (NILU OR, 40/2012).

Aas, W., Hjellbrekke, A., Hole, L., Tørseth, K. (2012) Deposition of major inorganic compounds in Norway 2007-2011. Kjeller, NILU (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 1136/2012) (NILU OR, 41/2012).

Tønnesen, D., Borgnes, D. (2012) Veileder. Beregning av skorsteinshøyde. Kjeller, NILU (NILU OR, 42/2012).

Gjerstad, K.I., Sundvor, I., Tønnesen, D. (2012) Vurdering av luftkvalitet. Måledataanalyse og litteraturstudie. Kjeller, NILU (NILU OR, 43/2012). ■

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
Abu Dhabi University, Khalifa Campus,
Second Floor, Female Section
POB 34137 Abu Dhabi, UAE
Tel: +971-2-5868837 Fax: +971-2-5868873
E-post: uae@nilu.no
www.nilu.no

NILU Polska Ltd.
117/121 Waly Dwernickiego St.
PL 42-200 Częstochowa
Director NILU Polska:
Tel: +48 693 021 559
E-post: pg@nilu.pl
www.nilupolska.eu

ISBN 978-82-425-2571-0 (trykt utgave)
ISBN 978-82-425-2572-7 (elektronisk utgave)