



Årsrapport 2015



Innhold

NILU ønsker «Det grønne skiftet» velkommen!	3
NILU inviterer folk med på å måle luftkvaliteten	4
Forskning for en ren atmosfære	6
NILUs avdelinger	7
Klimaovervåking viser metanrekord i atmosfæren	8
Mose og metaller	10
Overvåker lufta over hele landet	12
Hva meitemark kan fortelle oss om skismøring	13
Storvatnet: Kloakk, kjemikalier, og en kilde til kunnskap	14
Jordfuktighet: Vann som nøkkelement	16
Klimaendringer gir hurtig oppvarming av innsjøer	17
Revolusjonerer kjøretøyteknologi med smarte sensorer	18
WAG: Alt mellom himmel og jord	19
Bedrock: På jakt etter grunnfjell	19
Styrking av vurderingssystemet for luftkvalitet i Polen	20
Priser og utmerkelser i 2015	22
Nøkkeltall	23



Christine F. Solbakken, redaktør.

I redaksjonen: Ingunn Trones og Sonja Grossberndt.

Utforming og tilrettelegging: Finn Bjørklid.

Forside: Majorstukrysset, Oslo.

Foto: Christine F. Solbakken.

NILU ønsker «Det grønne skiftet» velkommen!

Gjennom 46 år har NILU forsket for bidra til å forbedre miljøtilstanden. I 2015 ble begrepet «Det grønne skiftet» kåret til «årets ord» av Språkrådet, og NILUs virksomhet passer godt inn under dette begrepet. For oss betyr det grønne skiftet en omstilling til et samfunn der utvikling og vekst skjer innenfor naturens tålegrenser, og der produkter og tjenester fører til svært mye mindre negative konsekvenser for klima og miljø enn i dag.

NILU kan og vil bidra til den omstillingen som må til for å oppfylle Parisavtalen under klimakonvensjonen. Vi vet mye om hva som driver klimaendringene, og om hva som påvirker miljøet på skalaer fra lokalluft til globale atmosfæriske transportsystemer. Vi har lang erfaring med å utvikle kunnskapen for å finne gode løsninger sammen med forvaltning og industri. Eksempelvis har vi pågående prosjekter om karbonfangst og lagring i Kina og i Polen, og jobber med utvikling av smarte byer både nasjonalt og internasjonalt.

Horizon 2020 er godt i gang. Overgangen til et nytt rammeprogram i EU er alltid utfordrende, og H2020 er langt mer tverrfaglig og innovasjonsrettet enn tidligere programmer. Erfaringene så langt er at NILU gjør det bra, og vi er spesielt stolte av å ha vunnet tildelingen av et stort ERC-forskningsstipend. Suksessen så langt skyldes i stor grad den viktige satsingen til Norges Forskningsråd innenfor Stim-EU, i tillegg til støtte til søknadsskriving og nettverksbygging. Det er helt avgjørende at denne viktige satsingen fortsetter i årene fremover.

Et paradoks i miljøforskningen er at viljen til å satse på miljøgiftforskning er omvendt proporsjonal med både interessen i samfunnet og alvoret i denne trusselen. Norge har gått foran med et godt eksempel, men de siste 10 årene er forskningsfinansieringen redusert til et nivå som truer både rekruttering og kompetanseutvikling.

Det er hyggelig å kunne slå fast at etter omstillingsprosessen i 2013/14 tegner 2015 til å bli et av NILUs beste år, både faglig og økonomisk. Evalueringsrapporten for miljøforskningsinstituttene gir NILU gode skussmål for både faglig kvalitet og relevans for samfunnet i kombinasjon med høy kundetilfredshet i både offentlig og privat sektor. Videre vurderes NILU til å være svært konkurransedyktig både nasjonalt og internasjonalt, og anerkjennes for en veldig god organisasjonskultur.

I denne årsrapporten kan du lese om NILUs ryggrad: overvåknings- og modelleringsvirksomheten, i tillegg til smakebiter fra vårt internasjonale engasjement og spennende nytt fra vår innovasjonssatsing.

God lesning!



Kari Nygaard
Adm.dir



NILU inviterer folk med på å måle luftkvaliteten

Ny teknologi og nye typer bærbare sensorer gjør det mulig å måle luftkvalitet på nye måter og i langt større utstrekning enn før. Det gjør det også enklere å invitere deg og meg med på å bidra til forskningen.

*Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef*

– Folk er stadig mer engasjert i luftforurensning og helse spørsmål forbundet med dette, forklarer forskningsdirektør Alena Bartonova. – Dermed blir det også naturlig å invitere dem med på å måle luftkvaliteten i norske byer, når teknologien etter hvert gjør dette mulig for oss.

Sensorer over hele Europa

NILU-forskere er i ferd med å teste ulike typer teknologi for personlige målinger. Dette skjer i regi av det felleseuropeiske forskningsprosjektet CITI-SENSE (Development of sensor-based Citizens' Observatory Community for improving quality of life in cities). Prosjektet foregår i ni byer; Oslo, Barcelona, Beograd, Edinburgh, Haifa, Ljubljana, Ostrava, Wien og Vitoria.

De lokale prosjektteamene tester ut flere måter å komme i dialog med publikum om lokal luftforurensning, med tanke på å utnytte de nyeste teknologiske nyvinningene innen sensor- og IT-teknologi. I dag er det endelig mulig å kombinere egne målinger og observasjoner med offentlig informasjon, for å gi en oversikt over luftforurensningssituasjonen i nær sanntid akkurat der man er.

Utfyller målestasjonene

CITI-SENSE skal altså benytte mobil sensorteknologi for å la deg og meg overvåke luftkvaliteten i nærmiljøet vårt.

– Selv om de nye mobile teknologiene byr på mange muligheter og har stor innovativt potensiale, finnes det fortsatt flere utfordringer som må takles, forklarer Bartonova. – Måleenheter med mikrosensorer gir foreløpig ikke stabile målinger, den nye teknologien er fortsatt

preget av usikkerhet i funksjon og bruk. Derfor er det vanskelig å sammenligne data fra sensorene direkte med data fra offentlige målestasjoner, men NILU og våre partnere har utviklet et system som lar sensorene inngå som komplement til det offentlige målenettet. Så selv om informasjonen fra de mobile sensorene foreløpig ikke er presis, vil den sammen med data fra de offentlige målestasjonene kunne gi et mer helhetlig bilde av miljøtilstanden i byen. Særlig gjelder dette områder der det ikke finnes stasjonære måleapparater.

Tester med frivillige

Forsker Núria Castell forteller at i Oslo starter den første testrunden der frivillige skal bruke bærbare luftmålesensorer i april 2016.

Informasjonen deltakerne samler inn skal være tilgjengelig for dem via appli-





CITI-SENSE-prosjektet foregår i ni europeiske byer; Oslo (bildene), Barcelona, Beograd, Edinburgh, Haifa, Ljubljana, Ostrava, Wien og Vitoria. Foto: NILU

kasjoner på mobiltelefonene (apper). Det fungerer slik at brukernes mobile sensorer og telefoner sender data til et felles system. Systemet gjør så opplysningene tilgjengelige sammen med et oppdatert kart over luftforurensningen i byen, sammen med brukernes oppfatning av forurensningssituasjonen.

Av hensyn til presisjon i målingene kan man bare se data i klasser (fra dyp grønn til mørkebrun), ikke som konsentrasjoner. Uansett får brukerne nyttig informasjon i retur, som for eksempel et sanntidskart over forurensningssituasjonen.

Slik sammensatt informasjon gjøres tilgjengelig både på internett og gjennom nyutviklede apper. Grensesnittet – et såkalt «Citizens' Observatory» – fungerer som en virtuell møteplass. Folk i hele Europa skal kunne bruke disse virtuelle møteplassene for å utveksle informasjon og lære av hverandre. De vil også få verktøy og opplæring i hvordan

de kan vurdere og bruke de innsamlede dataene til egen og andres nytte.

Fargelegg lufta, du også, og se resultater!

For deg som ikke er med som frivillig, men som har lyst til å bidra til forskningen likevel, har CITI-SENSE laget appen «CityAir». Den lar deg dele din personlige oppfatning av luftkvaliteten der du er med andre brukere, og med forskerne. Du kan «fargekode» lufta - fra grønt for «veldig god» via oransje for «dårlig» til rødt for «svært dårlig», og du kan legge inn informasjon om hva du mener er kilden til den dårlige luftkvaliteten.

Informasjonen som samles og deles kan være nyttig for særlig utsatte grupper, som f.eks. ønsker å unngå områder med mye pollen eller veistøv. Tilbakemeldingene som gis via appen er også viktig for dens videre utvikling.

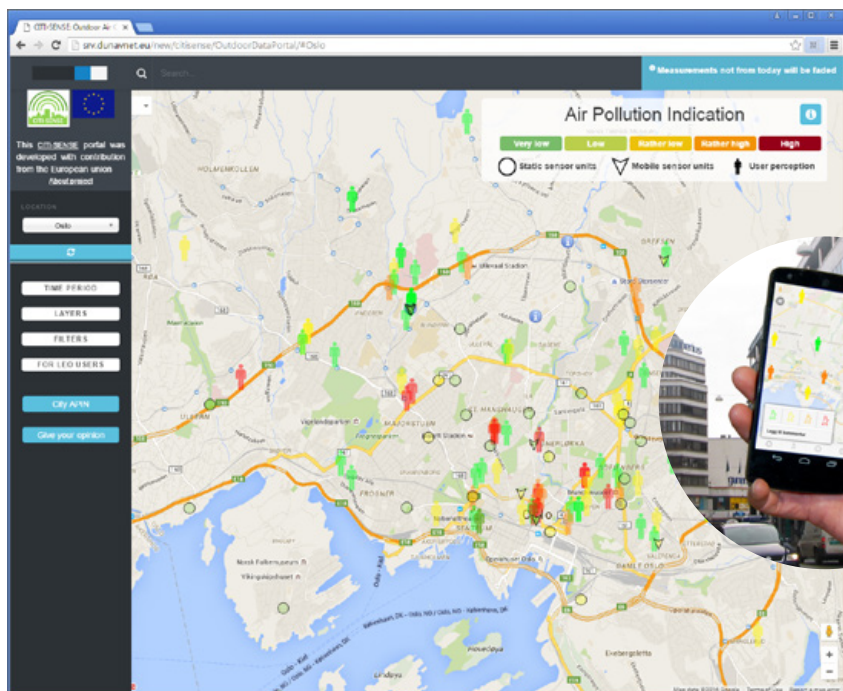
Innsamlede data fra appen vises sammen med annen luftkvalitets-

informasjon i en web-løsning felles for alle de deltagende byene: <http://srv.dunavnet.eu/new/citisense/OutdoorDataPortal/#> (fram til september 2016).

For å kunne sammenlikne byene og se utviklingen dag for dag har prosjektet også laget et luftkvalitetskart for hver by, basert på en kombinasjon av statistiske teknikker basert på tilgjengelige utslipps- og måledata. Bartonova håper at denne informasjonen kan bidra til å øke folks forståelse for luftkvalitet, i tillegg til å få folk interesserte nok til å ønske å ta del i de ulike prosessene som skal få luftforurensningen i Europa ned til nivåer som ikke er helsefarlig.

Åpent for alle

CITI-SENSE og deres verktøy er åpne for alle, ikke bare for de som deltar i prosjektet – og teamet inviterer også andre utviklere til å dele sine verktøy via CITI-SENSE Citizens' Observatories-plattformen: <http://co.citi-sense.eu>.



Prosjektet tilbyr deltakerne ulike typer mobil teknologi, så som appen CityAir (t.v.) og bærbare luftmålesensorer som den forsker Núria Castell demonstrerer (t.h.). Foto: NILU

Forskning for en ren atmosfære





Stiftelsen 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.

Instituttet har en sterk posisjon både nasjonalt og internasjonalt, og er blant ledende fagmiljøer i verden innenfor disse områdene. Vi leverer tjenester tett koblet til egen forskning, og har lang erfaring med å koordinere både nasjonale og internasjonale forskningsprosjekter. Sentrale oppdragsgivere er EU, Norges forskningsråd, næringslivet samt sentrale og lokale myndigheter.

NILUs avdelinger

NILUs forskning favner bredt, og utforsker de fleste sider av det som påvirker atmosfære, miljø og klima. Dette gjenspeiles i instituttets sammensetning, representert ved de ulike avdelingene:

Avdeling for atmosfære og klima arbeider med luftforurensning på regionalt (europeisk) og globalt plan, klimagasser og -drivere, transport av vulkanaske, ozonlaget og UV. Avdelingen driver også utstrakt internasjonalt samarbeid og er datasenter for en rekke måle- og forskningsprogrammer.

Avdeling for by og industri forsker på problematikken rundt lokal og regional luftforurensning. Dette spenner fra utvikling av forvaltnings-systemer for luftkvalitet i storbyer, til systemer som setter klimagassutslipp og lokal luftforurensning i sammenheng. I tillegg er avdelingen sentral i norsk overvåkning og forskning på industriutslipp.

Avdeling for miljøeffekter og økonomi arbeider hovedsakelig med eksponerings- og effektstudier, kost-nytte-analyser og sosio-økonomiske studier av hva slags virkninger forurensning har på miljøet. Avdelingen er også involvert i prosjekter som fokuserer på Europas kystsoner.

Avdeling for miljøkjemi forsker på nye og etablerte miljøgifter, og har kompetanse på alle typer miljøprøver fra luft, vann og sedimenter til biologisk materiale. Avdelingen har særlig fokus på miljøgifter innen polare problemstillinger, og har to laboratorier til sin disposisjon, ett på Kjeller og ett i Framsenteret i Tromsø.

Avdeling for måle- og instrumentteknologi er ansvarlig for operasjonell drift av NILUs feltmålinger, prøvetakingsutstyr og instrumentering. Avdelingen er også ansvarlig for datainnhenting og kvalitetssikring av måledata, og driften av NILUs observatorier i Ny-Ålesund på Svalbard, i Dronning Maud Land i Antarktis, Birkenes i Sør-Norge og Andøya i Nord-Norge.

Avdeling for software- og hardwareutvikling har ansvar for utvikling og vedlikehold av NILUs program- og maskinvareprodukter, fra cutting edge AirQUIS-brukslinje til prosjektnettsider og tilpasning av moduler og databaser.

I tillegg har NILU en egen **avdeling for innovasjon**, som arbeider med å sikre at instituttets forskning skal ha størst mulig nytteverdi. Avdelingens primære mål er å tilgjengeliggjøre resultater fra NILUs forskning, og når det er mulig, skape en kommersiell utvikling på basis av disse.

I februar 2015 besøkte Kong Harald V forskningsstasjonen Troll i Antarktis i anledning stasjonens tiårsjubileum. Seniorforsker Chris Lunder ga omvisning på «Trollhaugen». Foto: Jan Wasseng

Klimaovervåkning viser metanreko

Observatoriene på Svalbard og i Aust-Agder har fulgt atmosfæreendringer med argusøyne siden 1989.

I 2014 steg metannivået til rekordnivå.

*Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef*

På Svalbard og i Aust-Agder måler NILU konsentrasjonen av en rekke klimagasser i atmosfæren. Målingene er en del av programmet «Overvåkning av klimagasser, ozonlag og atmosfæriske forurensninger», som igjen er del av den statlige overvåkningen av forurensning i Norge.

Global overvåking av klimagasser

Målingene på Zeppelin-observatoriet på Svalbard viser utviklingen i Arktis og den nordlige halvkule, mens Birkenes-observatoriet i Aust-Agder ligger i det området i Norge som er mest berørt av utslipp fra kontinentet.

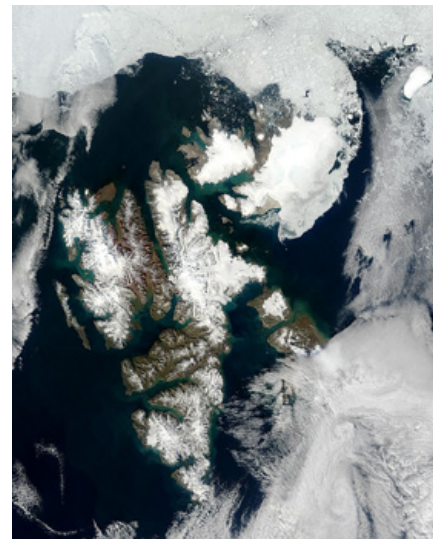
Målingene gjøres på oppdrag fra Miljødirektoratet, og inngår i flere større globale og europeiske nettverk av målestasjoner som overvåker utviklingen av klimagasser i atmosfæren. En rekke forskningsinfrastrukturer og operasjo-

nelle nettverk benytter data fra observatoriene, blant dem European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP), Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE) og fra 2016 også ICOS – Integrated Carbon Observation System. Sistnevnte er under etablering i Norge med sterk finansiell støtte fra Norges forskningsråd, og er designet spesielt for å forstå karbonsyklusen, med vekt på CO₂ og metan.

Lange tidsserier viser trender

Tidsutviklingen og trendene i nivået av drivhusgasser presenteres i en årlig overvåkningsrapport som NILU utarbeider på vegne av Miljødirektoratet.

– Mange av målingene ved Zeppelin-stasjonen har foregått siden 1989, forklarer seniorforsker Cathrine Lund Myhre ved NILUs avdeling for atmosfære og klima. – At stasjonen befinner seg der den gjør, langt fra lokale forurensnings-



kilder, gjør den unikt egnet til overvåking av globale nivåer og trender, og særlig til å oppdage endringer i den arktiske atmosfæren på et tidlig tidspunkt. I tillegg er slike lange, kontinuerlige tidsserier helt avgjørende for å kunne konstatere trender i konsentrasjoner av både klimagasser og ozonreducerende stoffer i atmosfæren, og for å se om utslippstiltak fungerer etter hensikten.

Metan satte ny rekord i 2014

Blant klimagassene NILU-forskerne overvåker, er metan den nest viktigste menneskeskapte klimadrivkraft i atmosfæren etter CO₂. Målingene av metan ved Zeppelin og Birkenes viser at nivåene her øker mer enn den gjennomsnittlige økningen globalt.

– Vi har sett at metannivået over Norge har økt de siste åtte årene, forklarer Lund Myhre, – men i 2014 gjorde nivåene av metan et hopp her i nord. Konsentrasjonen i atmosfæren økte med 0,6 prosent på Svalbard (12 parts per billion - ppb), og med nesten 0,8 prosent (15 ppb) i Sør-Norge. Foreløpige resultater fra målingene i 2015 indikerer fortsatt kraftig økning.

– Det er store variasjoner i konsentrasjonene av metan fra år til år, men de siste årene har vi sett en stadig økning. Samtidig ser vi også nye rekordnivåer for CO₂ ved både Zeppelin og Birkenes, sier Lund Myhre.



Seniorforsker Cathrine Lund Myhre på Zeppelinobservatoriet ved Ny-Ålesund på Svalbard. Foto: Carlo Barbante, University of Venice Ca'Foscari

rd i atmosfæren

Mange kilder til metanutslipp

Det er stor usikkerhet knyttet til forklaringen på hvorfor mengden metan i atmosfæren øker.

– Vi kan ikke med sikkerhet si om økningen skyldes utslipp av metan fra menneskelig aktivitet, eller om den kan skyldes at klimaendringene har satt i gang prosesser i naturen som gir mer metan til atmosfæren, sier Cathrine Lund Myhre. – Det kan også være naturlige variasjoner i f.eks. nedbørsmønstre som gir økte utslipp fra våtmarker, enten i Arktis eller på lavere breddegrader.

Menneskeskapte metankilder omfatter blant annet utslipp fra forbrenning av kull, olje, gass og biomasse, lekkasjer fra rørledninger og andre olje- og gassinstallasjoner, utslipp fra drøvtyggere, rismarker og avfallsdeponier. I den senere tid er det foreslått at lekkasjer fra rørledninger og andre olje- og gassinstallasjoner kan være en økende kilde, men dette må undersøkes næyere.

Våtmarker er den største naturlige kilden til metan. De naturlige metanutslippene utgjør cirka 40 prosent av de årlige totale metanutslippene. Et varmere og våtere klima kan frigjøre mer metan fra naturlige kilder, som våtmarker og tining av permafrost i taiga og tundra. Varmere hav kan også føre til at metanhydrater, en is-liknende substans i sedimentene under havbunnen, løser seg opp og frigir metan både til havet og kanskje også videre til atmosfæren. Dette har stor fokus i forskningen for tiden.

Metanforskning på NILU: MOCA

NILU har flere prosjekter hvor vi jobber med å forstå kilder, utslipp, sluk og endringer i metan. Som en del av prosjektet MOCA, «Methane Emissions from the Arctic Ocean to the Atmosphere», har vi benyttet havobservatorier, skip, flymålinger og målinger fra overvåkningsprogrammet på Zeppelin-observatoriet for å forsøke å estimere hvor store utslipp av metan fra havbunnen som når atmosfæren i Arktis.

Et unikt samarbeid med CAGE – Senter for arktisk gasshydrat, miljø og klima ved UiT gjør en slik tilnærming med målinger mulig, og i tillegg bidrar CICERO med blant annet klimamodeller. Slik kombinerer MOCA, som ledes av NILU, kunnskap og metoder på tvers av fagområder.

Den 1. april 2016 startet også ICOS – Integrated Carbon Observation System – Norway. Dette er en ny forskningsinfrastruktur, der Norge skal bidra med langsiktige observasjoner av klimagasser, forståelse av utslipp og deres regionale variasjon. Dette omhandler særlig målinger av karbondioksid, metan og lystgass i Norge (inkludert norske territorier), den nordlige delen av Nord-Atlanteren og farvannene rundt Svalbard. Målingene skal benyttes i et modellsystem som beregner utslippene. Dette vil blant annet sette oss i stand til å evaluere effekten av ulike klimatiltak på en langt bedre måte.



MOCA-prosjektet fikk benytte seg av verdens best utstyrte forskningsfly, FAAM-forskningsflyet BAe 146. Her i luften over Prins Karls Forland på vestkysten av Svalbard. Foto: CAGE

Mose og metaller

Luftforurensning kjenner ingen landegrenser. Partikler som slippes ut fra kilder langt fra Norge kan fraktes hit gjennom atmosfæren og finnes igjen i den norske naturen. Særlig mose har vist seg å være nyttig når forskerne skal kartlegge atmosfærisk nedfall av tungmetaller i miljøet.

Sonja Grossberndt
Forsker

Hilde Uggerud, seniorforsker i NILUs avdeling for miljøkjemi, har i samarbeid med professor Eiliv Steinnes fra NTNU jobbet i mange år med analyse av etasjemose (*Hylocomium splendens*; se bilde). Steinnes, som startet opp moseundersøkelsen her i landet, har hvert 5. år siden 1977 samlet inn etasjemose fra opptil 464 ulike steder i hele Norge. Per i dag utfører NILU moseundersøkelsen på oppdrag av Miljødirektoratet.

Naturlige luftprøvetakere

– Etasjemose, som alle mosearter, har festeorganer og tar ikke opp næring via røtter. Næringsopptaket skjer gjennom overflaten av planten og er derfor en god indikator på hva som finnes i luft og nedbør, forklarer Uggerud. – Mose har en egen evne til å binde sporstoffer, som metaller, radionuklider og enkelte organiske miljøgifter som kan følge med regn og luft. Den fungerer dermed som en slags passiv prøvetaker. I laboratoriet kan vi ved hjelp av en rekke forskjellige analysemetoder finne ut hvilke stoffer

mosen har absorbert.

Fordelen med etasjemose er at den vokser i alle deler av Norge. Med mer enn 200 prøvetakingsområder spredt over hele fastlands-Norge, er moseundersøkelsen en effektiv måte å kartlegge det geografiske nedfallsmønsteret av tungmetaller fra atmosfæren. Det gjør moseundersøkelsen til et godt supplement til den nasjonale overvåkingen av luft og nedbør, der tungmetallprøver tas fra noen få utvalgte målestasjoner.

Tydelige trender

Mosedataene viser flere interessante trender. Nedfall av metaller som bly, sink, kadmium og vanadium er høyere sør enn nord i landet. Årsaken er at Sør-Norge påvirkes mer av langtransportert luftforurensning fra Europa. Generelt viser dataene en reduksjon av bidraget fra langtransportert atmosfærisk nedfall av disse metallene i perioden moseundersøkelsen har pågått.

Tydeligst er dette for bly, der konsentrasjonen i mose har avtatt betydelig etter utfasingen av blyholdig bensin på 1990-tallet. Når det gjelder metaller som nikkel, kopper og krom, bidrar ofte lokale kilder mer til konsentrasjonen i mose enn langtransportert luftforurensning. Et eksempel på det finner vi nord i landet, hvor utslipp fra det russiske smelteverket i Nikel har forårsaket en økning i nedfall av kobber og nikkel i Øst-Finnmark.

Industrien deltar

I arbeidet med moseundersøkelsen har forskerne funnet ut at det i noen tilfeller er mulig å identifisere hvordan lokale punktkilder bidrar til det regionale nedfallsmønsteret. Derfor har det siden 2000 blitt utført en tilleggsundersøkelse hvor det blir samlet inn mose rundt ulike bedrifter der man vet eller kan anta at det forekommer utslipp av tungmetaller.

Seniorforsker Hilde Uggerud analyserer mose for å kartlegge tungmetaller i norsk natur.

Foto: Ingar Næss



Miljødirektoratet inviterer bedriftene til å delta i undersøkelsen, som finansieres av bedriftene selv. Det er stor interesse for dette i industrien, og i 2015 var det hele 22 bedrifter som deltok.

Verdiene målt i mose fra områdene rundt industribedriftene sammenliknes med verdiene fra den landsomfattende moseundersøkelsen. De generelt mest forurensende industriområdene befinner seg i Mo i Rana og Odda. Resultatene indikerer også hvordan tiltakene innenfor reduksjon av luftforurensing virker i de ulike bedriftene.

Et europeisk kart

– Resultatene fra moseundersøkelsene er også av internasjonal verdi, kommenterer Uggerud.

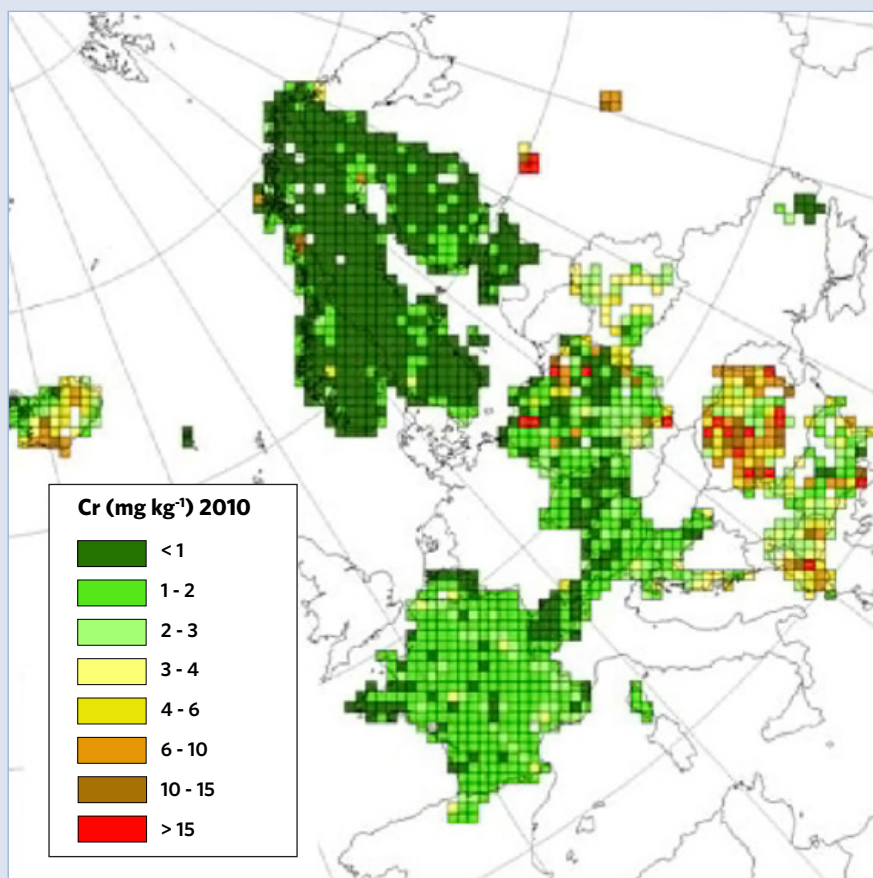
Alle data rapporteres sentralt til ICP Vegetation, et internasjonalt overvåkingsprogram under United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Samarbeidet startet i 1990, og mer enn 20 land deltar. Denne felles moseundersøkelsen bidrar til at man får kartlagt forurensningssituasjonen over hele Europa. Resultatene har så langt bekreftet resultatene fra luftmålingene.

Undersøkelsene viser en reduksjon av tungmetallkonsentrasjon i mose siden 1990. Konsentrasjonen av bly har avtatt mest, mens konsentrasjonen av kobber viser lavest nedgang. De laveste konsentrasjonene av tungmetaller i mose finner man i Nord-Europa, lave til moderate mengder i Vest- og Sentral-Europa, mens de høyeste konsentrasjonene rapporteres fra Sør- og Øst-Europa. Resultatene brukes av forskere internasjonalt, for eksempel for å modellere forurensning.

I 2015 ble nok en innsamling gjennomført, og nå gjelder det å analysere og tolke dataene. Til sommeren skal resultatene offentliggjøres i en rapport til oppdragsgiveren Miljødirektoratet, og til de forskjellige bedriftene.



Bare de øverste tre «etasjene» undersøkes for en rekke metaller: vanadium, krom, jern, nikkel, kobber, sink, arsen, kadmium, kvikksølv, bly og sølv. Foto: Sigmund Lie.



Gjennomsnittlig konsentrasjon av krom i mose per EMEP gridcelle i 2010 (til venstre) og vist som prosent av verdiene i 2005 (til høyre). Verdier under 100% representerer en nedgang, verdier over 100% er en økning siden 2005. Kilde: Harmens m.fl., *Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe*.

Overvåker lufta over hele landet

NILU eier og driver en lang rekke såkalte bakgrunnsstasjoner rundt om i Norge. Disse stasjonene står litt utenfor allfarvei, og måler atmosfæriske tilførsler og sammensetning, klimadrivere, ozonlaget og UV-stråling.

*Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef*

Fra Birkenes i sør til Karpdalen i nord står NILUs målestasjoner for luftbåren forurensning. Noen av dem ser ut som små laftede hytter, andre er en enkel plastbøtte i et stativ. Alle er del av nettverket for overvåkning av luftforurensning i Norge.

Forurensning føres med vær og vind

– Hvor bakgrunnsstasjonene står ble bestemt for lenge siden, forteller seniorforsker Wenche Aas i NILUs avdeling for atmosfære og klima. – Målet var å få god oversikt over hvilke ulike typer forurensninger som befinner seg i lufta over Norge, og særlig over det som føres hit med vær og vind – såkalt langtransport. Derfor står også stasjonene plassert slik at de påvirkes minst mulig av lokale utslippskilder.

Overvåkningen av luft- og nedbørsinnhold av svovel startet i 1972, som en del av et omfattende forskningsprosjekt for å studere sur nedbørs virkninger på skog og fisk (SNSF-prosjektet). Prosjektet ble senere innlemmet i det nasjonale overvåkingsprogrammet til Miljødirektoratet, samt i det europeiske programmet EMEP (se faktaboks) og flere andre internasjonale nettverk.

I begynnelsen var det mest fokus på å studere tilførsler av sur nedbør fra Europa. Etter hvert ble overvåkingsprogrammet gradvis utvidet til å omfatte også andre miljøtema, som overgjødsling, bakkenær ozon, partikler, miljøgifter og klima.

Stasjonsholdere i generasjoner

Ingeniørene Dorothea Schulze og Andreas Fiskum jobber begge i NILUs avdeling for måle- og instrumentteknologi. Avdelingen har ansvar for vedlikehold av måleinstrumentene NILU bruker i overvåkningen, og som del av jobben reiser ingeniørene

rundt på jevnlige vedlikeholdsbesøk på de ulike stasjonene.

– Men det er stasjonsholderne som står for den daglige innsatsen, forklarer Dorothea. – De er lokale, ofte bønder, og de samler inn luft- og nedbørprøver fra «sine» bakgrunnsstasjoner hver dag, hele året gjennom. Prøvene sender de inn til NILU på Kjeller for analyse og registrering.

– Uten stasjonsholderne hadde vi ikke kunnet ha et så omfattende overvåkingsprogram som vi har i dag, forteller Andreas. – De setter sin ære i utføre jobben skikkelig, og flere av stasjonsholderjobbene har faktisk gått i arv i generasjoner.

Data gjennom tid og rom

Forskerne bruker data fra målestasjonene til å følge med på hvordan ulike forurensende stoffer sprer seg gjennom atmosfæren. De brukes som grunnlagsdata for å beregne overskridelser av gitte grenser for f.eks. forsuring og eutrofiering.

Utslipp i Europa er fortsatt hovedårsaken til sur nedbør i Norge. 90 prosent av svovelen som avsettes her føres hit fra andre land. Nitrogen stammer i større grad fra nasjonale utslipp, blant annet landbruk, men mer enn 70 prosent av nitrogenet er langtransportert.

– Data fra bakgrunnsstasjonene våre gir oss oversikt over hele landet, og brukes til å overvåke en lang rekke ulike komponenter, forklarer Aas. – Dette er nyttig både for å kunne fange opp nye miljøutfordringer og for å se på flere komponenter i ulike sammenhenger, som for eksempel partiklers effekt på helse og klima. I tillegg er det at vi har sammenhengende data fra langt tilbake i tid ekstremt viktig for å kunne følge med på trender og utvikling av luftforurensningen. Mye av dette kan vi takke generasjoner av stasjonsholdere for.



Måleutstyr ved Kårvatn.

EMEP – et felles-europeisk målenettverk

Det totale overvåkingsprogrammet av kjemiske sammensetninger i luft og nedbør i Norge omfatter 19 målestasjoner. Ved 15 av stasjonene måles det også hovedkomponenter i nedbør. Fem stasjoner, blant dem Zeppelinstasjonen på Svalbard, inngår i EMEP-programmet (European Monitoring and Evaluation Programme) under FNs konvensjon for grenseoverskridende luftforurensninger (CLRTAP-konvensjonen).

EMEP er et overvåkingssamarbeid som har pågått siden begynnelsen av 70-tallet. Den lange innsamlings tiden for data gir en unik mulighet til å se historiske endringer i type og mengde forurensning, og hvordan forurensning transporteres gjennom lufta på tvers av landegrensene.

Samarbeidet involverer omlag 40 land, og bidrar til politiske avtaler om utslippsreduksjoner under CLRTAP-konvensjonen. Den var resultatet av et omfattende arbeid internasjonalt for å skape forståelse for at luftforurensning kan spres over landegrensene og gi negative effekter i andre land.

NILU koordinerer de kjemiske målingene i EMEP-programmet, i tillegg til å utvikle målestrategi, anbefale metodikk, og bidra med opplæring og støtte til medlemslandene. NILU kvalitetssikrer og lagrer også alle data som mottas fra de over 40 landene som deltar i programmet (www.emep.int).

Hva meitemark kan fortelle oss om skismøring

Meitemarken i Osloområdet er full av organiske fluorforbindelser som finnes i skismøring.

Hvordan dette skjer skal forskerne på NILU finne ut.

Sonja Grossberndt
Forsker

Tidlig en mandag morgen i februar møtes en liten gjeng forskere fra NILU i Tromsø på Storelva skistadion. Dagen før var Ski-NM 2016 over, og nå må forskerne skynde seg til løypa. Men ikke for å gå på ski – de skal ta snøprøver fra skiløypa og luftprøver fra skismøringsbua.

– Det var faktisk meitemark fra Holmenkollen som satte oss på dette sporet, forteller Dorte Herzke, seniorforsker på NILU.

Per- og polyfluorerte stoffer

Per- og polyfluorerte stoffer er syntetiske organiske stoffer med et høyt innhold av fluor, som brytes svært sakte ned i naturen. Stoffgruppen kalles ofte PFAS, med PFOA og PFOS som de viktigste forbindelsene. PFAS er veldig stabile stoffer, og når de hopper seg opp i mennesker og dyr kan de forårsake DNA-endringer som i verste fall kan føre til kreft.

Selv om stoffene er svært bestandige og skadelige for helse og miljø, blir de fortsatt brukt i mange områder, for eksempel i maling og lakk, som slippbelegg i gryter og stekepanner, som impregneringsmidler for tekstiler og lær, samt i skismøring, matpapir og brannsløkkingsmidler. Dette skyldes deres unike vann- og fettavstøtende egenskaper.

PFOS er strengt regulert i de fleste typer produkter. I 2007 ble PFOS forbudt i brannskum. I tillegg er det innført et nasjonalt forbud mot innhold av PFOA i tekstiler og andre forbrukerprodukter som selges i Norge. Virksomhetene får anledning til å selge ut varer som per 1. juni 2014 var på lager og i butikkene. Overgangsordningen varer frem 1. januar 2018. Miljødirektoratet samarbeider med tyske myndigheter om et forslag til restriksjoner i bruken av PFOA for hele EU/EØS.

Miljøgifter i urbant miljø

I forbindelse med et oppdrag fra Miljødirektoratet (overvåkningsprogrammet «Miljøgifter i terrestrisk og bynært miljø») undersøkte NILU sammen med Norsk institutt for naturforskning og Institutt for energiteknikk i 2015 om utvalgte miljøgifter er å finne i planter og dyr i parker, ved veikanter og i nærheten av byer.

Målet var å påvise hvordan miljøgifter som finnes i byer hopper seg opp i en næringskjede. For dette formålet ble prøver av meitemark, gråtrost, spurvehauk og rødrev analysert. Resultatene bekrefter forskernes teori, nemlig at dyr som befinner seg lenger oppe i næringskjeden viser høyere konsentrasjoner av miljøgifter enn organismene lenger nede i kjeden. Samtidig kunne de fastslå at dyrene i byen utsettes for et stort mangfold av giftige stoffer.

Oppsiktsvekkende funn

– Ett av resultatene var litt oppsiktsvekkende, nemlig at meitemark fra områdene rundt Holmenkollen og Voksenåsen i Oslo viste ekstremt høye verdier av PFAS, forklarer Herzke. PFAS er en stoffgruppe som inneholder mye fluor, og som er veldig skadelig for dyrs og menneskers helse (se faktaboks).

Disse stoffene forekommer i såpass mange produkter, og er så stabile når de først havner i naturen at det knapt finnes



Meitemark i området rundt Voksenkollen i Oslo inneholder mer enn åtte ganger så mye PFAS som meitemark fra områder der det ikke er så mange som går på ski. Foto: NILU



Seniorforsker Dorte Herzke undersøker meitemark for miljøgifter fra skismøring. Foto: NILU

et sted på kloden der PFAS ikke kan påvises. Problemet med disse stoffene er at de ikke brytes ned, og derfor kan hoppe seg opp i organismer.

Hvorfor inneholder Oslo-mark så mye PFAS?

– Dette gjelder først og fremst meitemarkene fra Voksenkollen, forklarer Herzke. Forskernes teori er at Voksenkollen om vinteren er et av Oslos mest trafikkerte skiområder. Skismøring inneholder ekstremt mye organiske fluorforbindelser, som blir igjen i snøen. Etter at snøen har smeltet, vandrer stoffene inn i jorden, som er meitemarkens rike. På denne måten tar meitemark opp til åtte ganger mer PFAS enn meitemark som lever langt unna dette området.

– Det er viktig å forstå hvordan disse fluorstoffene tas opp fra jorda og overføres til organismer og næringskjedene som vi mennesker også er en del av, sier Herzke. – Så for å støtte teorien vår om at PFAS i meitemarken stammer fra skismøring, har vi samlet inn snøprøver fra stadion der Ski-NM foregikk i Tromsø i januar. I tillegg tok vi prøver av luften i smørebodene under NM, for å finne ut hvor mye av de farlige fluorforbindelsene som slippes ut under smøringsprosessen. Jeg er veldig spent på resultatene, som vi håper foreligger i løpet av våren 2016.

Storvatnet: Kloakk, kjemikalier, og en kilde til kunnskap

Det som skjer på badet, forblir slett ikke på badet. Ganske mye skylles ut i innsjøer og hav – og der står forskerne klare til å undersøke hvilke kjemikalier som følger med.

Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef

Storvatnet er en liten innsjø som ligger tett på Hammerfest by. Fram til 1970-tallet var Storvatnet mottaker av kloakkutslippet fra boligområdene rundt vannet, men per i dag føres kloakken ut i havet. Men til tross for at kommunen jobber iherdig med å reparere det gamle ledningsnettet, hender det fortsatt at kloakk ender opp i Storvatnet.

Siloksaner i arktiske innsjøer

Storvatnets forurensede historie er slett ikke unik, men er en av årsakene til at forskere ved NILU, Akvaplan-niva og University of Leicester i Storbritannia har valgt det som åsted for prosjektet NORDIC-LACS – *Nordic Lake exposure to Cyclic Siloxanes*.

Prosjektet finansieres gjennom Miljø 2015-programmet til Forskningsrådet, og målet er å finne ut hvordan siloksaner – en gruppe kjemikalier som blant annet

brukes mye i hudpleieprodukter, så som såpe, deo og kremer – oppfører seg i arktiske vannmiljøer.

Fra snø og is til sommer

– Det er mye usikkerhet knyttet til hvordan siloksaner oppfører seg i miljøet, forklarer Ingjerd Sunde Krogseth, som er postdoktor ved NILU, – men de har blitt funnet i fisk og sedimenter i mange fjorder og innsjøer som er påvirket av kloakkutslipp, til og med på Svalbard. De kan påvirkes av arktiske forhold som lave temperaturer, snø og is. Ergo ville vi se på hvordan dette påvirker hvordan siloksanene faktisk oppfører seg i miljøet og hopper seg opp i organismer. I tillegg ønsket vi å utvikle nye og mer robuste analysemetoder, og å bruke resultatene i kombinasjon med modeller for å gjøre en helhetsvurdering av både modellene og siloksanene.

Nicholas Warner, seniorforsker på NILU og leder for prosjektet, forteller videre at de tok prøver i mars og juni 2014.

Prøvene omfattet sedimenter, vann og kloakk, samt muskel- og leverprøver fra røye og ørret. I tillegg tok de prøver av fiskenes føde; stingsild, en type mygg-larver og ørsmå muslinger som lever i innsjøen.

Kloakkrensing og forskning i friluft

Mange forbinder forskere med hvite labfrakker og rene omgivelser. Det stemmer ikke alltid, siden prøvetaking og arbeid ute i felten kan være like viktig for å få svar på alle spørsmål om siloksanes skjebne i Arktis. For å vurdere hvor mye siloksaner som ble sluppet ut fra Hammerfest, fikk forskerne god hjelp fra kommunen til å ta prøver av selve kloakken.

– Når vi jobber med kloakkprøver, må vi ha en del vaksiner på plass for å redusere risikoen, forteller Krogseth. – Men det var faktisk verre å ta bunnprøver fra havnebassenget enn å ta kloakkprøvene. Vi sleit med å få gode prøver av sedimentene i havnen, hvor hovedkloakkledningen kommer ut. Før vi fikk tak i sedimenter, fikk vi både toalett-papir, bleier, sokker og annet avfall som lå på bunnen og fløt. Og de sedimentene vi til slutt fikk tak i luktet ikke akkurat godt, for å si det sånn.

Storvatnet ligger like utenfor Hammerfest by. Nivåene av siloksaner i innsjøen er sammenliknbare med de NILU-forskere tidligere har funnet nær Oslo og Tromsø. Foto: Ingjerd S. Krogseth, NILU



I Hammerfest lever det ca. 10 000 mennesker, og som i mange mindre norske byer og tettsteder langs kysten slippes kloakken ut i havet uten å ha gjennomgått noen form for rensing på forhånd.

– I spredtbygde strøk langs Norges-kysten har vi ikke tradisjon for sofistikerte rensesanlegg, tilføyer Warner. – Vi har i stedet sluppet det meste ut i havet etter prinsippet «the solution to pollution is dilution». Store byer, samt Østlands-området ned til Lindesnes, har avansert rensing som fjerner det meste av organisk materiale og næringsstoffer før resten av kloakken føres ut i havet. I mindre byer langs resten av kysten foregår imidlertid ofte kun enkel filtrering av kloakken – eller ingenting. Foreløpig gjelder det også Hammerfest, men kommunen jobber med å få på plass bedre rensesystemer.

Lukket miljø gir høye nivåer

I prøvene fra Storvatn fant forskerne siloksaner, men ikke først og fremst i vannet. Det meste var å finne i sedimentprøvene og i fisken. Nivåene var sammenliknbare med det som tidligere har vært funnet nær Tromsø og Oslo, som jo er langt større byer enn Hammerfest.

– Vi tror dette har å gjøre med at Storvatnet er en innsjø, ergo et mer lukket miljø enn Tromsøsfjorden og Oslofjorden, forklarer Krogseth. – Storvatnet er jo mye mindre enn disse fjordene, og det dekkes av is om vinteren. Dermed vil mengdene siloksaner både fortynnes mindre og hindres fra å «dampe vekk» fra innsjøen om vinteren. Dermed kan konsentrasjonene i sedimentene bli like høye som de vi målte utenfor Tromsø i 2014 og Oslo i 2007, selv om Storvatnet utsettes for lavere siloksan tilførsel.

Forskerne fant også siloksaner i fiskene, spesielt i røyen. Sommeren i Hammerfest er kort, og plankton er kun tilgjengelig i Storvatnet i en veldig begrenset periode. Dette er en av grunnene til at fiskene som lever der spiser mye bunndyr. Blant annet er mygglarver en favoritt. Siden bunndyrene lever nede i de forurensede sedimentene, og dermed eksponeres for siloksaner, kan det være en grunn til at fisken i Storvatnet inneholder såpass høye konsentrasjoner av disse kjemikaliene.

Siloksaner er annerledes

Nå sammenlikner forskerne det de har målt med modellene sine, for å beregne hvordan det hele henger sammen. Da må de også ta hensyn til aspekter som

vanngjennomstrømming, temperatur og isdekke, og ny tilførsel fra kloakkledninger som særlig flyter over i snøsmeltesesongen om våren.

– Det slippes jo ikke lenger kloakk ut i Storvatnet med vilje, sier Warner. – Men modellene våre viser at det som renner ut i innsjøen når kloakksystemet overbelastet kan være nok til å opprettholde de konsentrasjonene vi ser. Siloksanene vil lagres i sedimentene – og derfra kan det ta lang tid før de forsvinner.

– Men dette er faktisk ganske interessant, forteller Krogseth videre. – Vi tenker ofte at miljøgifter er mer persistente i arktiske miljøer, på grunn av kulda som forsinker de fleste prosesser. Altså bruker kjemikalier lenger tid på å forsvinne her enn de gjør lenger sør hvor det er varmere. Men siloksaner kan faktisk oppføre seg motsatt, fortsetter hun. – Selv om de brytes saktere ned, går de også mer over fra sedimentene til vann når det blir kaldt. Dermed kan det hende at de skylles raskere ut fra Storvatnet enn det de ville gjort i varmere områder. Dette er imidlertid avhengig av den spesifikke innsjøen, og det viser bare hvor viktig det er å forstå hvordan miljøfaktorer kan påvirke kjemikaliene som er der ute.

Storvatn også interessant i fremtiden

NORDIC-LACS-prosjektet avsluttes i 2016. Men Storvatn kan fortsatt hjelpe forskerne å forstå mer om siloksaner i miljøet. I 2014 ble nemlig mange av de lekkende kloakkledningene ved Storvatnet reparert. Dette betyr at forskerne kan få mulighet til å følge med på hvor lang tid det tar før konsentrasjonene av siloksaner i Storvatnet synker etter at tilførselen av kloakk (og med det siloksaner) stanser opp. Dette er spesielt interessant fordi det nå foregår en prosess på europeisk nivå for å vurdere hvorvidt noen siloksaner som brukes i såper og sjampoer skal reguleres eller ikke. I denne prosessen er nettopp hvor lang levetid (persistens) siloksaner har i sedimenter et viktig aspekt.

– Det er fortsatt usikkert om siloksaner er farlige for fisk og andre organismer eller ikke. Men bare det at vi ser så mye av dem på så mange steder er bekymringsverdig. Det blir veldig spennende å se hva som blir resultatet av reguleringsprosessen i ECHA (European Chemicals Agency) avslutter Warner og Krogseth.

T.h.: Forsker Ingjerd S. Krogseth under prøvetaking ved Storvatnet i mars 2014.

Foto: Guttorm Christensen, Akvaplan-niva

Hva er siloksaner?

Siloksaner brukes i industrien, tilsettes drivstoff og inngår i en rekke forbruksprodukter som bilvoks, rengjøringsmidler, skumdempingsmidler og kosmetikk/hud- og hårpleieprodukter. Bruken av siloksaner er omfattende, og forbruket kan komme til å øke i framtida. Utslipp til miljøet skjer først og fremst gjennom kosmetikk/hud- og hårpleieprodukter.

Siloksaner finnes i flere varianter, blant annet D4 (oktametylsyklotetrasiloksan), D5 (dekametylsyklopentasiloksan) og D6 (dodekametylsykloheksasiloksan).

Forskning viser at noen siloksaner kan ha miljøskadelige egenskaper ved at de brytes langsomt ned og ved at de oppkonsentreres i levende organismer. De binder seg gjerne til partikler og sedimenter, og i fett hos fisk. I luft kan de bli fraktet langt av sted med luftstrømmene.

Siloksantypene D4 og D5, som hovedsakelig brukes i kosmetikk/hud- og hårpleieprodukter, står på Miljødirektoratets «verstingliste» over kjemikalier som utgjør en alvorlig trussel mot helse og miljø. For stoffer på denne listen er målet å stanse utslippene innen 2020. For øvrig har Storbritannia nylig foreslått å forby D4 og D5 i nivåer høyere enn 0,1 prosent i hygieneprodukter som vaskes av under normal bruk, for eksempel sjampo, balsam og såpe. I mars 2016 sluttet ECHA (European Chemicals Agency) seg til forslaget, og en endelig avgjørelse er ventet i løpet av året.

I 2013 var 62 % av Norges befolkning tilknyttet høygradige rensesanlegg (med kjemisk og/eller biologisk rensing), mens resten er tilknyttet anlegg med mekanisk rensing (filtrering) eller ingen rensing. Den høygradige rensingen finnes først og fremst for utslipp til ferskvann og til Nordsjøen mellom Svenskegrensa og Lindesnes. Kloakkrensing er hovedsakelig designet for å fjerne organisk materiale og næringssalter, og ikke for å fjerne miljøgifter.



Jordfuktighet: Vann som nøkkelelement

Vannet i jordsmonnet er avgjørende for plantevekst og henger dessuten nært sammen med vær og klima. Dette er fordi fuktigheten i jorda er viktig for utvekslingen av vann og energi mellom land og atmosfære.

William Lahoz
Seniorforsker

De siste årene har NILU startet opp en rekke forskningsaktiviteter knyttet til studier av jordoverflaten, med fokus på fuktigheten i jorda. Jordfuktighet er en viktig variabel i den hydrologiske syklusen, og spiller en viktig rolle i jordas klimasystem.

Jordoverflatens tilstand

Den hydrologiske syklusen i Arktis er viktig, siden vi antar at denne regionen er særlig følsom for klimaendringer i det 21. århundre. Samtidig er det vanskelig å overvåke kretsløpet i den arktiske regionen. Dette gir en sterk motivasjon for

arbeidet med jordfuktighet ved NILU.

I løpet de siste årene har NILU etablert seg som en sentral aktør innen land-datamodellering i Norden og innledet gode samarbeid med de norske og svenske meteorologiske instituttene. Dette utfyller det opprinnelige samarbeidet mellom NILU og Météo-France, som utstyrte NILU med en state-of-the-art land-datamodell for noen år tilbake. Som et eksempel på NILUs arbeid er det nylig publisert en artikkel som beskriver den første evalueringsstudien av satellittbaserte jordfuktighetsobservasjoner over hele Norge.

Forskningen ved NILU benytter avanserte modellverktøy og algoritmer

for å kombinere satellittobservasjoner og modellsimuleringer av jordfuktighet for å oppnå et best mulig estimat. De første resultatene viser at modellverktøyet gir nyttig informasjon og egner seg for å overvåke variasjoner over tid, også for de nordiske områdene. I tillegg får vi mer kunnskap om de faktorene som påvirker utvekslingen av vann og energi mellom jorda og atmosfæren. Jordfuktighets-estimatene kan gjøres med høy romlig og tidsmessig oppløsning.

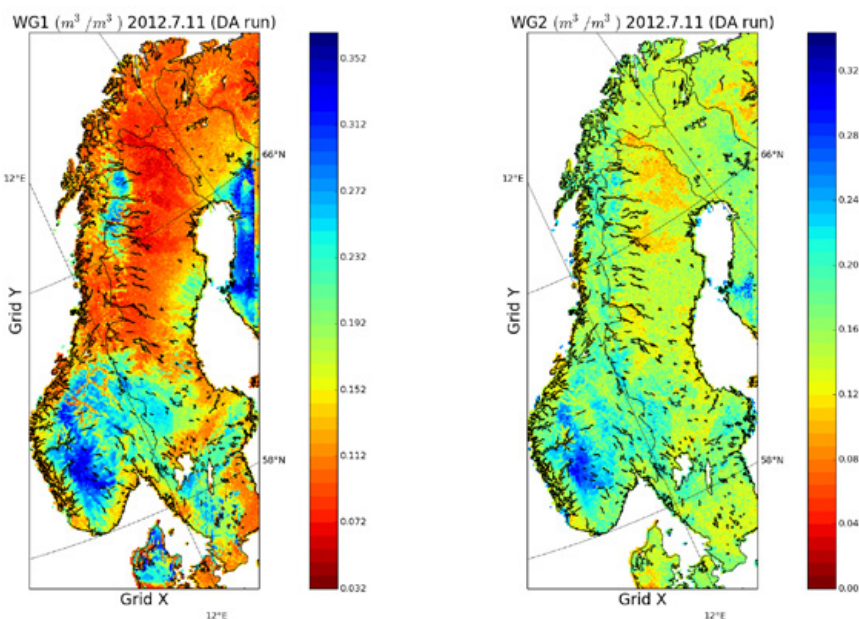
Framtidig arbeid

Det er flere muligheter for forskning på jordfuktighet ved NILU. Det ene området er knyttet til flerårige modellstudier av jordfuktighet over nordiske områder, for å overvåke og få bedre innsikt i den hydrologiske syklusen i Arktis og dens respons på klimaendringer i det 21. århundre (Figur). Et annet forskningsområde fokuserer på prediksjon av ekstremvær i Norge, som for eksempel flom og tørke.

Det er også viktig å utvikle en metode for å koble sammen atmosfære- og land-datamodellene for å bedre dagens værvarslingsmodeller. Et slikt koblings-system vil være et relevant forskningsområde for NILU. I tillegg til jordfuktighet, er det planer om å overvåke og simulere snødekket over hele Norge, og å studere sammenhengen mellom vegetasjon og jordoverflate. Det er all grunn til å forvente at jordoverflatearbeidet ved NILU vil fortsette å utvikle seg og gi ytterligere innsikt i den hydrologiske syklusen i Arktis. Dette vil være til fordel for en rekke ulike interessenter, blant annet akademia, meteorologer, offentlige etater, industri (for eksempel innen reiseliv og energi) og beslutningstakere.

Partnere og finansiering

Flere ulike finansieringskilder støtter dette arbeidet, blant annet ESA CCI for jordfuktighet (<http://www.esa-soilmoisture-cci.org>, der NILU er partner); Norges Forskningsråd og Norsk Romsenter.



Estimater av overfladisk jordfuktighet (venstre panel) og volumetrisk jordfuktighet (høyre panel) over Norden 11. juli 2011, enhet m^3/m^3 . Blå/rød farge indikerer relativt høye/lave verdier av jordfuktighet. Beregningene er basert på matematiske algoritmer (kalt dataassimilasjon), der en kombinerer informasjon (og feil) fra observasjoner og modeller. Observasjonsinformasjonen er jordfuktighetsdata fra ESA-satellitten SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity), modellinformasjonen er fra land-modellen SURFEX.

Klimaendringer gir hurtig oppvarming av innsjøer

I desember 2015 ble en oppsiktsvekkende studie publisert som viser at innsjøer over hele verden varmes opp med et gjennomsnitt på 0,34 grader Celsius hvert tiår. Innsjøer i Nord-Europa kan rammes med en gjennomsnittlig oppvarming på 0,72 grader Celsius i samme perioden.

Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef

Denne oppvarmingen er høyere enn oppvarmingsraten for både havet og atmosfæren, og ifølge forskerne kan det få alvorlige konsekvenser. Temperatursvingningen kan nemlig føre til at livsformer i en innsjø endrer seg dramatisk og til og med kan forsvinne fullstendig.

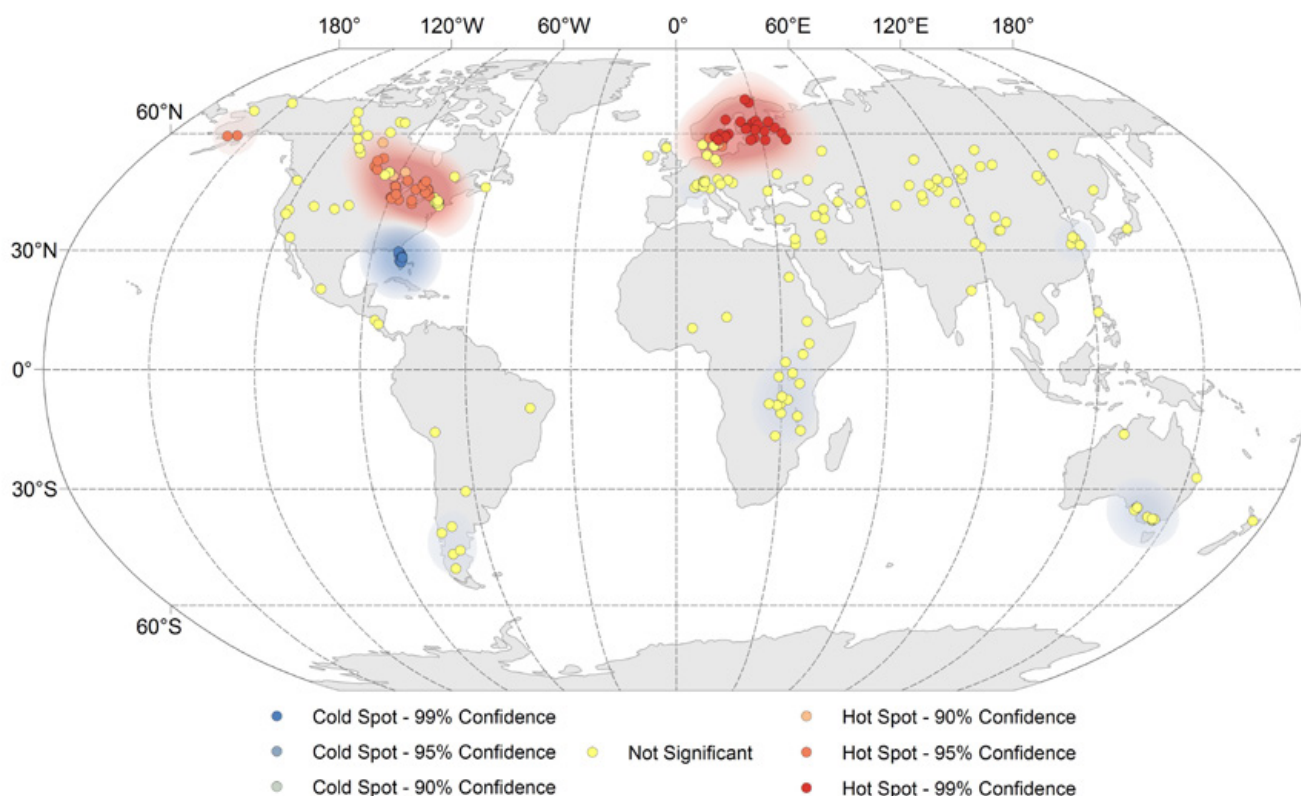
– Denne forskningen er banebrytende, sier Philipp Schneider, seniorforsker ved NILU og leder for studiens satellitt-dataanalyse. – Den kombinerer for første gang globale satellittdata om innsjøers

overflatetemperaturer, med verdens så langt største samling av bakkebaserte temperaturmålinger fra innsjøer. De to datasettene utfyller hverandre, og gir oss bedre mulighet til å se endringsmønstre for globale innsjøtemperaturer i både tid og rom. I tillegg forbedrer vi vår forståelse av de underliggende mekanismene.

Satellittmålingene gir oversikt over innsjøtemperaturer over hele kloden, men måler kun overflatetemperaturen. Bakkebaserte målinger kan derimot oppdage endringer i temperaturen i hele innsjøen. I tillegg går satellittmålingene

bare 30 år tilbake i tid, mens for enkelte innsjøer har man bakkebaserte målinger som strekker seg mer enn et århundre tilbake.

Studien, som er delfinansiert av NASA og the National Science Foundation, er den største i sitt slag og inneholder data fra 235 innsjøer over et tidsrom av i minst 25 år. Selv om dette kun utgjør en brøkdel av alle innsjøene på jorden, inneholder de samlet mer enn halvparten av verdens ferskvannstilførsel.



Revolusjonerer kjøretøy-teknologi med smarte sensorer

Selv om den europeiske luftkvaliteten har blitt betraktelig bedre i løpet av de siste tiårene, anslås det fortsatt at mer enn 1500 dødsfall hvert år kan kobles til dårlig luftkvalitet bare i Norge. De fleste vet at de er utsatt for dårlig luftkvalitet når de er ute, særlig i nærheten av trafikk. Men visste du at du også kan utsettes for luftforurensning inne i bilen, via bilens ventilasjonssystem? Prosjektet ECLECTIC er NILUs første steg inn i dette relativt nye forskningsområdet, som igjen kan lede til nye markeder.

Sonja Grossberndt
Forsker

ECLECTIC står for «Enabling Clean Air Environment in Cars and Smart City Services through Big Data Processing», og dets viktigste mål er å redusere luftforurensningen førere og passasjerer utsettes for i bilene sine. Like viktig for ECLECTIC er det å redusere utslipp fra biler på steder der konsentrasjonene allerede er høye, eller i «grønne soner» der vi ønsker god luftkvalitet – så som nær skoler og barnehager. NILU er ansvarlig for all utvikling i prosjektet, som startet opp i 2015.

Smarte biler

– Vi vil utvikle en ny teknologi som kalles «smart air inlet – smart luftinntak», forklarer Morgan Kjølørbakken, forsker ved NILU og ansvarlig for teknologiutviklingen. – Data om utendørs luftkvalitet, hentet fra alle biler utstyrt med denne teknologien, skal kombineres med data fra lokale luftkvalitetsmålinger, trafikkflyt og modelleringsbaserte luftkvalitetskart. Den nye teknologien vil føre til at bilen automatisk justerer luften innvendig: når luftkvaliteten utenfor bilen er dårlig reduseres luftinntaket, mens det økes når luftkvaliteten er god. Informasjonen fra bilene skal også brukes i vår såkalte «ren luft-ruteplanlegger». Dette verktøyet hjelper bilførere med å planlegge mindre forurensede ruter.

Tilpasser seg omgivelsene

– Men teknologien vår kan brukes til enda mer, fortsetter Kjølørbakken.
– Sanntidsinformasjonen om luftkvaliteten skal også brukes til å tilpasse bilens

kjøremekanisme til omgivelsene. Hvis en hybridbil f.eks. passerer en skole, vil ECLECTIC-teknologien få bilen til å automatisk slå over til elektrisk modus. Eller, hvis en bensin- eller diesebil kjører langs en park, kan den nye teknologien få bilen til å automatisk slå over i «øko-modus». Dette vil redusere luftforurensningen dramatisk, og tilpasningen til ulike situasjoner vil bidra til et renere miljø.

ECLECTIC tar sikte på å være serviceleverandør for alle bilprodusenter, men ønsker også å tilnærme seg nye teknologiaktører på området – så som Google og Apple – i en ikke altfor fjern fremtid. Dette er et prosjekt med stort bedrifts-/innovasjonspotensial, der det i dag er ingen eller liten konkurranse.

Forskning og innovasjon

– Dette prosjektet er ikke bare en spennende øvelse, det gir oss gode muligheter til å forbedre dagens teknologier,



sier Kjølørbakken entusiastisk. – Vi får helt nye muligheter i markedet, og kan bruke NILUs forskning på innovative måter. Jeg ser fram til å komme i gang med dette prosjektet!

ECLECTIC koordineres av Kjeller Innovasjon, med NILU og Statens vegvesen som partnere. Prosjektet finansieres av Forskningsrådet via deres FORNY 2020-program.



WAG: Alt mellom himmel og jord

WAG AS er et fellesforetak som eies av de fire norske forskningsinstituttene NILU, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Institutt for energiteknikk (IFE).

Idéen til WAG oppsto da de tre amerikanerne James Strout fra NGI, James Berg fra NIVA og John Ackerman fra NILU møttes og fant ut at de kunne gå sammen om å bringe til torgs ny teknologi. De valgte å etablere et nytt aksjeselskap, en såkalt SMB (små og mellomstore bedrifter), der tilleggss-bonusen er at selskapet også kan konkurrere om EU-finansiering av prosjekter.

– Målsetningen var å videreutvikle og kommersialisere forskningsresultater innen instituttenes fagfelt: vann, luft og geoteknologi (**W**ater, **A**ir, **G**eotechno-logy), forklarer Pål Midtlien Danielsen, som er leder for NILU Innovasjon.
– Senere ble også Institutt for energiteknikk (IFE) invitert inn i fellesskapet.

WAG er i gang med å distribuere passive prøvetakere for ulike typer forurensninger, utviklet av eierinstituttene. Videre har selskapet fått tilsagn på sitt første større offentlig finansierte prosjekt, en plattform for utvikling og kommersialisering av nye produkter eller tjenester. Til dette har WAG fått tildelt prosjektmidler fra Regionalt innovasjonsprogram i Akershus fylkeskommune.

– WAG har utviklet seg til å bli en veldig spennende aktør med en sjelden kombinasjon av fagfelt, avslutter Danielsen.
– Et viktig poeng er også at de som er og blir involvert i selskapets aktiviteter får god mulighet til å diskutere idéer og utveksle erfaringer med hverandre på tvers av instituttgrensene innen ulike områder,

så som innovasjon, kommersialisering, finansiering og prosjektutvikling. Vi kommer garantert til å se flere prosjekter og initiativ til samarbeid fra WAG i framtiden.



Bedrock: På jakt etter grunnfjell

Idéen til det FORNY2020-finansierte prosjektet Bedrock oppsto i hodet på NILU-ingeniør Rolf Haugen, og har siden blitt tatt videre i samarbeid med Kjeller Innovasjon og NORSAR.

– Det finnes mange dyre måter å finne ut hvor dypt det er fra overflaten til grunnfjell, sier seniorforsker Leif Marsteen, som også er involvert i utviklingen av Bedrock-prosjektet. – Målet vårt er å kunne tilby en billigere og enklere metode til både det profesjonelle og det private markedet.

Bedrock-teknologien har stor anvendelighet: Både veiplanlegging, bane, bygg og brønnboring er aktuelle bruksområder. Den første runden med tester ga positive resultater, men blottla også utfordringer – blant annet det å avdekke hva slags grunnforhold som ligger mellom overflaten og grunnfjellet.

Dette skal teamet, bestående av Marsteen og Haugen fra NILU, Jan Fredrik O. Häger fra Kjeller Innovasjon, samt Volker Oye, Dominik Lang og Abdelghani Meslem fra NORSAR, finne ut av i neste testrunde. Denne vil foregå i løpet av våren 2016. Er de fornøyde med resultatene etter dette, skal prosjektet i samarbeid med tunge industriaktører få gjentatt testingen i større og mer reell skala.

– Det blir spennende, sier Marsteen, – og vi gleder oss til å fortsette arbeidet.

Ingeniør Rolf Haugen er hjernen bak Bedrock-teknologien. Foto: Ingar Næss



Styrking av vurderingssystemet for luftkvalitet i Polen

Å gi råd til miljøforvaltningen om luftkvalitet er en viktig aktivitet ved NILU. I 2015 gjennomførte NILU og Chief Inspectorate for Environmental Protection (GIOŚ) i Polen prosjektet «Strengthening the air quality assessment system in Poland», basert på norske erfaringer.

Jozef M. Pacyna
Forskningsdirektør

Som del av programmet «Improving Environmental Monitoring and Inspection» innenfor EØS-rammeverket for finansielle mekanismer 2009-2014, ga prosjektet NILU en viktig sjanse til å bedre luftkvaliteten også utenfor Norge.

Forbedre luftkvalitetsdata

Det generelle målet var å styrke GIOŚ' kapasitet til å sørge for rettidige og pålitelige data om luftkvaliteten i Polen. Prosjektet skal også bygge opp et

informasjonssystem for luftkvalitetsdata, som rapporterer luftkvalitetsdata nasjonalt og internasjonalt i samsvar med de nye kravene.

Hovedmålene for prosjektet var:

- Å forbedre det polske utslippsregnskapet for luftkvalitet (AQ) og modelleringskapasiteten
- Å forbedre overvåkingssystemet som sørger for online luftkvalitetsinformasjon i Polen
- Å etablere en nettbasert tjeneste som visualiserer GIOŚ' luftkvalitetsdata

Prosjektet har også som mål å optimalisere og modernisere overvåkingsnettverket for luftkvalitet i Polen, herunder IT-verktøy og programvareløsninger samt service og vedlikehold av målestasjoner.

Sørger for framtida

De eksisterende overvåkingsnettverkene for luftkvalitet i Polen ble først analysert i tråd med EU-direktivet. Analysen var basert på opplysninger fra det eksisterende måleutstyret som brukes i de polske Voivode-nettverkene, og annen utfyllende informasjon.

På bakgrunn av denne analysen gikk NILU-forskere gjennom planene om å kjøpe nytt utstyr, dvs. innkjøpene av overvåkingsutstyr foreslått av GIOŚ og finansiert av EØS via et annet prosjekt utført av NILU i Polen. Forskerne ga også konkrete anbefalinger om hvordan nettverkene kan forbedres for å møte EU-direktivets krav til datadekning, og ga råd om implementering av ulike normer og standarder.

I løpet av prosjektet ble det også gitt retningslinjer for kombineringsavmålinger, modelleringsverktøy for å estimere konsentrasjoner i områder som ikke dekkes av overvåkingsnettverk, og modelleringsverktøy for kildebidrag i svært forurensede områder.

Partikler og modellering

Blant flere andre aktiviteter bidro NILU også til å bedre kvalitetssikringsprosedurene i Polen, ved hjelp av blant annet inter-kalibreringer og vanlige feltampanjer. Hovedmålene var å gjennomgå og forbedre metoder for å finne ut hvilke områder som var preget av høye svevestøvkonsentrasjoner (PM_{10} og $PM_{2,5}$).

Polsk overvåkingsstasjon, drevet av WIOS
Rzeszow. Foto: Marzena Załęska





Overvåkningsstasjon i Mielec, Polen, drevet av WIOS Rzeszow. Foto: Marzena Załęska

samt deres kjemiske sammensetning), og å delta i en sammenlikning av metoder for suspendert partikkelprøvetaking i Zabrze i Polen.

NILU har også støttet polske myndigheter i arbeidet med å tilpasse luftkvalitetsvurderingen til de nye EU-kravene, spesielt for romlige data og modellering. Dette ble særlig knyttet til:

- Implementering av et støttesystem for luftkvalitetsvurdering, basert på norske erfaringer
- Å forberede mandatet for en pilotstudie av luftkvaliteten, ved hjelp av den valgte modellen (eller modellene)
- Etter den endte pilotstudien, å forberede anbefalinger for en luftkvalitetsvurdering utført av et polsk modelleringssenter

Bruk av modelleringsdata

EUs luftkvalitetsdirektiv (2008/50/EC) åpner for en bredere bruk av luftkvalitetsmodelleringsteknikker enn tidligere luftkvalitetslovgivning i EU. Den sier at «der det er mulig, skal modelleringstek-

nikker brukes slik at punktdata kan tolkes i relasjon til den geografiske fordelingen av konsentrasjon. Dette kan tjene som grunnlag for å beregne den kollektive eksponeringen for befolkningen som bor i området».

I Polen har luftkvalitetsmodeller blitt brukt i forskjellige programmer for å vurdere luftkvaliteten på ulike skalaer, og sørge for rettidige prognoser for enkelte forurensningskomponenter. Men bruken av disse luftkvalitetsmodellene ble ikke samkjørt i et konsistent rammeverk, som støtter rapportering i tråd med luftkvalitetsdirektivet.

For å forbedre dette ble det satt i gang en pilotstudie, som etter NILUs forslag baserte seg på erfaringsbaserte referanserammer. Formålet var å legge til rette for en konsekvent og harmonisert modell, som alle berørte nasjonale miljøorganisasjoner i Polen kunne bruke. NILU-forskerne bidro med både kortsiktige og langsiktige anbefalinger, som gikk på anvendelse av utslipps- og meteorologiske data i modellene, bruken

av ulike modeller, samt romlig analyse av modellresultater og datafusjonsutfordringer.

Mer kunnskap

NILUs siste prosjektoppgave i Polen var å utstyre GIOŚ med en portal for visualisering av overvåkingsdata for luftkvalitet, som en del av et informasjonssystem i tråd med INSPIRE-kravene. Dette skulle støtte GIOŚ i arbeidet med å utvikle en helhetlig AQ-visualiserings- og formidlingsportal for hele Polen.

Vi skisserte retningslinjer for hvordan man best når en definert målgruppe, og forslo metoder for å sikre at de som er mest berørt skal forstå luftkvalitetsinformasjonen.

Dette vellykkede prosjektet viser at NILUs kunnskap om luftkvalitet på urbant, regionalt og nasjonalt plan både er nyttig, og kan benyttes i andre land.

Priser og utmerkelser i 2015

Jozef M. Pacyna tatt opp som nytt medlem i European Academy of Sciences and Arts



Februar 2015: Jozef Pacyna, forskningsdirektør ved NILU, ble tatt opp som medlem i the European Academy of Sciences and Arts.

The Academy of Sciences and Arts er et europeisk faglig forum med 1500 medlemmer. Akademiet fokuserer på europeiske problemstillinger, og de 1500 medlemmene er fordelt på 7 klasser; humaniora, medisin, kunst, naturvitenskap, samfunnsvitenskap/jus/økonomi, teknologi/miljøvitenskap og verdensreligionene.

Nye medlemmer nomineres av en komité og velges av Det akademiske kollegium, på grunnlag av akademiske meritter. Å bli invitert inn som medlem i akademiet er en utmerkelse og anerkjennelse av vitenskapelig arbeid.

Selv uttaler Jozef Pacyna at «medlemskapet i akademiet vil gi meg muligheten til å bidra til bedre forståelse av store politiske, sosiale og miljømessige problemer og spørsmål som Europa står overfor i dag. Sammen med forskere fra andre land får jeg arbeide for å finne løsninger på disse utfordringene, og bidra til å bygge broer mellom ulike vitenskapelige disipliner, samt politiske og religiøse systemer i dagens Europa.»

ERC Advanced Grant tildelt Dr. Andreas Stohl



Juni 2015: Seniorforsker Dr. Andreas Stohl ble tildelt et ERC Advanced Grant, European Research Councils mest prestisjetunge forskningsfinansieringspris. Prisen er ørmerket prosjektet COMTESSA – Camera Observation and Modelling of 4D Tracer Dispersion in the Atmosphere.

Turbulens har lenge vært en av de store utfordringene innen atmosfæreforskningen. Men, ifølge Stohls ERC-søknad vil COMTESSA flytte grensene for vår forståelse av turbulens og såkalt «plume dispersion» (f.eks. forurensning som stiger i plumes – «søyleform») i atmosfæren. Dette skjer ved å samkjøre firedimensjonale observasjoner av et nær passivt sporstoff (svoveldioksid, SO_2) med avansert dataanalyse, samt turbulens- og spredningsmodellering.

Det svært tverrfaglige arbeidet som skal utføres i COMTESSA er kun mulig fordi Andreas Stohl har fått med seg et unikt utvalg forskere med ulik og komplette kompetanse.

Foruten Stohl selv deltar NILU-forskerne Massimo Cassiani, Kerstin Stebel, Arve Kylling, Ignacio Pizzo, Norbert Schmidbauer og Jonas Glien.

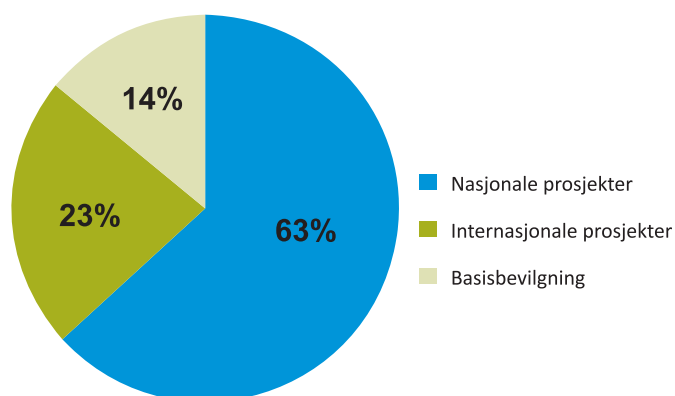
Nøkkeltall

Utdrag fra årsregnskap: Alle tall i MNOK

Resultatregnskap	2015	2014
Prosjektinntekter	158,9	151,3
Basisbevilgning*	27,0	25,6
Nasjonale oppgaver og tildelinger	11,0	9,1
STIM-EU	1,4	0,7
Andre inntekter	0,7	0,8
Driftsinntekter	199,0	187,5
Lønn og sosiale kostnader	-132,6	-137,2
Eksterne utlegg	-21,7	-23,6
Andre driftskostnader	-34,4	-33,6
Driftsresultat	10,3	-6,9
Netto finansposter	9,8	1,7
Skattekostnad	-6,5	0,8
Årsresultat	13,6	-4,4

Balanse	31.12.15	31.12.14
Anleggsmidler	98,9	123,0
Omløpsmidler	98,8	76,1
Sum eiendeler	197,7	199,1
Egenkapital	120,5	115,9
Langsiktig gjeld	14,5	15,9
Kortsiktig gjeld	62,7	67,3
Sum gjeld og egenkapital	197,7	199,1

PROSJEKTPORTEFØLJE - PROSENTVIS FORDELING 2015



*inkl. strategiske instituttsatsninger

Antall årsverk	31.12.15	31.12.14
Totalt	160	164
- herav forskerårsverk	92	94
- herav årsverk andre ansatte	68	70
Omsetning per forskerårsverk	2 163	2 068

Antall ansatte	31.12.15	31.12.14
Totalt	175	179
- herav kvinner	87	90
- herav menn	88	89
Antall ansatte med doktorgrad	67	71

Prosjektportefølje - prosentvis fordeling	2015	2014
Nasjonale prosjekter	63 %	63 %
Internasjonale prosjekter	23 %	23 %
Grunnbevilgning	14 %	14 %
Total	100 %	100 %

NILUs utgivelser	2015	2014
Vitenskapelige artikler	147	124
Oppdragsrapporter	40	69
Tekniske rapporter	0	2
EMEP/CCC-rapporter	5	4
Foredrag	124	139
Postere	45	32

I tillegg bidro NILUs forskere til utgivelse av:

Eksterne rapporter	20	15
Kapitler/artikler i bøker/rapporter	25	55

Antall og nasjonal fordeling av ansatte

2015: 175 ansatte fra 22 ulike nasjoner

2014: 179 ansatte fra 25 ulike nasjoner



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 63 89 80 00
Telefaks 63 89 80 50
E-post nilu@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 978-82-425-2831-5 (trykt utgave)
ISBN 978-82-425-2832-2 (elektronisk utgave)