

Årsrapport 2016



Innhold

Forskning, en viktig samfunnsressurs	3
Fra målestasjon til mikrosensor — om luft og helse	4
Forskning for en ren atmosfære	6
NILUs avdelinger	7
ACTRIS — en ny infrastruktur for atmosfæreforskning	8
Jakter mikroplast utenfor Svalbardkysten	10
Små, smarte og trygge: Fabrikerte nanomaterialer i vinden	11
På ufojakt etter miljøgifter i Norge.....	12
Veien mot Fram2	14
Måler svevestøvmålerne «riktig»?.....	15
Hjelp til bedre byluft	16
InnoSense – på vei mot innovative mikrosensorer.....	18
Hackathon – kreativ problemløsning.....	19
Metaller som forurensere	20
Nye doktorgrader på NILU.....	22
Nøkkeltall.....	23



Christine Forsetlund Solbakken, redaktør.
I redaksjonen: Ingunn Trones og Sonja Grossberndt.
Utforming og tilrettelegging: Finn Bjørklid.

Forside: Kjemisk lab, NILU. Foto: Ingunn Trones.
Side 2: Ove Hermansen, Ingjerd Sunde Krogseth og Finn Bjørklid.

Forskning, en viktig samfunnsressurs

Vi oversvømmes av informasjon, og det gjør det ikke lett å skille fakta fra synsing. Nettopp derfor er forskning av høy kvalitet og relevans et viktig redskap for å gjøre de rette samfunnsvalgene i en kompleks verden i rask endring.

NILUs verdier er kompetanse, integritet og samfunnsnytte. Vi har i snart 50 år arbeidet for at samfunnet skal ha tilgang til det best mulige kunnskapsgrunnlaget når beslutninger skal tas, og en av grunnene til at vi tiltrekker oss forskere i verdensklasse er nettopp fordi det vi jobber med er viktig for samfunnet. I tillegg er det ofte kort vei fra publisering i internasjonale tidsskrift til forskningen blir tatt i bruk av myndigheter, og dermed bidra til å utvikle et bærekraftig samfunn.

Forskning er investering

Samtidig vet vi at miljøovervåking og forskning kan synes kostbart, men det er en dråpe i havet i forhold til kostnadene ved tiltak. Et solid og godt kunnskapsgrunnlag er den beste investeringen man gjør i forkant av store tiltaksbeslutninger.

I disse dager revideres langtidsplassen for forskning og høyere utdanning. I lys av de klimautfordringene vi nå står overfor er det viktigere enn noen gang å sørge for at Norge, med sine store land- og havområder, sikrer at vi har sterke forskningsgrupper til å utvikle kunnskapsgrunnlaget innenfor sentrale samfunnsutfordringer. Klimaendringene utfordrer oss til å samle forskerne på tvers av tradisjonelle fagområder – og da er det viktig å sikre at de enkelte fagdisiplinene holder høy kvalitet, slik at de kan gi verdifulle forskningsbidrag inn i komplekse problemstillinger. Vi regner med at de seks langsiktige prioriteringene fra den nåværende planen består, og vil gjøre vårt for å bidra til et så kompetent samfunn som mulig.

Kort vei fra forskning til innovasjon

Samfunnsendringene øker i takt for hvert år. Det er derfor viktigere enn noen gang å gjøre veien kortest mulig fra forskning til innovasjoner som samfunnet kan ta i bruk. Innovasjon kan bidra til bedre livskvalitet, redusere fare for helseskade, og være med på å stille Norge om fra olje/gass til nye kunnskapsbaserte næringer.

NILU ønsker å bidra både med gode løsninger på miljøutfordringer og å skape nye arbeidsplasser — både på instituttet

og i våre datterselskaper under Innovation nilu AS.

I årets rapport kan du lese om høyaktuelle samfunnsutfordringer som klima og luftforurensning, det verdensomspennende problemet mikroplast, og spennende nytt fra vår innovasjonssatsing.

God lesning!

Kari Nygaard
Adm.dir



Foto: Ingunn Trones.

Fra målestasjon til mikrosensor — om luft og helse

Ny teknologi gir nye muligheter. Men hvorfor har ikke luftforskerne kassert de digre målestasjonene til fordel for mikrosensorer ennå?

Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef

Langs norske veier og gater står det to ulike typer målestasjoner for måling av luftkvalitet. De veinære stasjonene måler hovedsakelig forurensning fra trafikken, og står derfor nær veien. Bybakgrunnsstasjoner skal derimot stå slik at de skal kunne fange opp den samlede luftforurensningen fra alle mulige kilder (trafikk, oppvarming, bynær industri, naturlige kilder, etc.), så disse finner man gjerne i parker eller andre åpne byrom.

Strengte rutiner, høy kvalitet

Slike målestasjoner inneholder sensitive instrumenter som registrerer svært nøyaktige data i nær sanntid. Dermed er de også dyre å installere og drifte.

– Foreløpig finnes det ikke noe alternativ til disse målestasjonene, sier

Kjersti Tørnkvist, avdelingsdirektør for NILUs avdeling for måle- og instrumentteknologi og således også sterkt involvert i Nasjonalt referanselaboratorium for luft. – Vi har krav på oss til å måle luftkvalitet som beskrevet i det europeiske luftkvalitetsdirektivet (2008/50/EF), i tillegg til EUs kommisjonsdirektiv 2015/1480 og Forurensningsforskriftens kapittel 7. Til sammen utgjør dette et meget detaljert regelverk for både hva vi skal måle, hvordan, hvor og hvor ofte.

Alle europeiske land måler luftkvalitet i tråd med de samme direktivene. Det betyr at de bruker de samme referansemetodene for å måle luftkvalitet, og de samme drifts- og kalibreringsrutinene for å sikre data av høy kvalitet og med lav usikkerhet. Det betyr også at man kan sammenlikne luftkvalitetsdata fra byer over hele Europa – Tromsø med Berlin, Bergen med Barcelona.

Måler luftkvalitet for å vurdere helserisiko

Tørnkvist forteller at de ofte får spørsmål om hvorfor veinære målestasjoner står nettopp langs veiene, i stedet for i hager eller parker der folk oppholder seg.

– Plasseringen henger sammen med det vi kaller grenseverdier for forurensningen, regler for hvor mye forurensning som er tillatt over en gitt periode. Disse verdiene settes på bakgrunn av to ting: hvilke forurensningsnivåer vi vet kan være helsefarlige, og hvor langt unna kilden til forurensningen målestasjonene står.

Eksempelvis er grenseverdien for NO₂ maks 200 mikrogram NO₂ per kubikkmeter luft (µg/m³) per time. Det er tillatt å gå over denne grenseverdien 18 timer i året, men den nittende timen man passerer 200 µg/m³ bryter man loven. At den tillatte grenseverdien er



Dette er grenseverdier

I norske byer er det NO_2 og grovt svevestøv (PM_{10}) som er de største luftkvalitetsutfordringene, og man snakker ofte om «grenseverdier» for disse stoffene. Grenseverdier er kort forklart regler for hvor mye forurensning som er tillatt i løpet av en gitt periode.

For luftforurensende stoffer oppgis grenseverdier i ulike tidsangivelser, fra time til døgn og opp i år (timemiddel, døgnmiddel, årsmiddel). Grenseverdiene angir et nivå og en periode (f.eks. et antall timer eller døgn) konsentrasjonen av et stoff kan være over et visst nivå, uten at man bryter med grenseverdien. Antallet tillatte overskridelser varierer fra stoff til stoff.

Grenseverdien for timemiddel av NO_2 tillater 18 timer i året med en verdi over 200 mikrogram per kubikkmeter luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv (PM_{10}) tillater 30 døgn i året med verdi over $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ergo er det først den nittende timen (NO_2) eller det 31. døgnet (PM_{10}) med for høye nivåer i løpet av et år som bestemmer om grenseverdien er brutt.

så høy som 200 mikrogram er nettopp fordi veinære målestasjoner står så nær kilden til forurensningen – altså veitrafikken. Hadde direktivet tilsagt at målestasjonene skulle stått lenger unna bilene ville grenseverdien vært justert ned for å veie opp for den økte avstanden.

– Vi måler jo av helseårsaker, sier Tørnkvist. – Hele hensikten er å forsyne myndighetene med reelle data om hvordan luftkvaliteten faktisk er. Så brukes opplysningene videre av forskere og forvaltning for å utarbeide tiltak som gir oss enda renere luft og enda bedre helse.

Begrenset mikro-informasjon

De siste årene har det dukket opp såkalte «mikrosensorer» på markedet. Både bekymrede privatpersoner og andre aktører har begynt å kjøpe inn slike luftkvalitetssensorer, for å kunne måle luftkvaliteten akkurat der de bor og arbeider.

– Vi skjønner godt at folk er engasjert, sier seniorforsker Núria Castell fra NILUs avdeling for by og industri, – og det setter vi også pris på. Samtidig er det viktig å orientere seg godt i markedet.

Castell har deltatt i flere evalueringer av ulike typer mikrosensorer, og mener det er viktig at både privatpersoner og



Forskere fra NILU og Technion Israel Institute of Technology evaluerte i 2015 24 lavkost-sensorer av typen AQMesh (under). Disse sensorene ble montert oppå den veinære målestasjonen i Kirkeveien (over), så forskerne kunne sammenlikne målinger fra den med AQMesh-sensorenes målinger av luftkvaliteten samme sted.

andre er klare over at denne typen sensorer fortsatt er i utviklingsfasen.

– De fleste mikrosensorene for luftkvalitetsmåling på markedet i dag er såpass ustabile at vi fraråder å bruke dem i sammenhenger som krever høy datakvalitet og pålitelighet, forklarer hun.

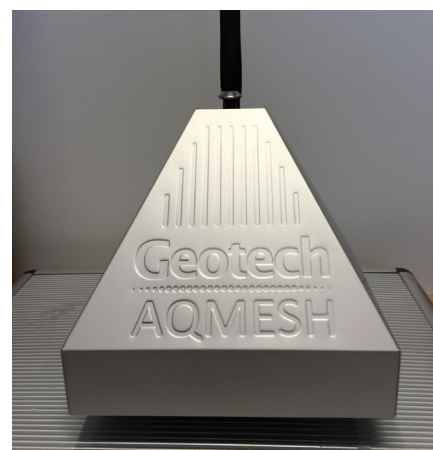
– Eksempler på det kan være i helse-sammenheng, eller som del av overvåkning med tanke på regulativ virksomhet.

Engasjer deg gjerne!

Foreløpig finnes det ingen EU-direktiver eller annen regulering og uavhengig kvalitetssikring for mikrosensorer, slik det gjør for de stasjonære målestasjonene som benyttes i Norge i dag. Det er derfor vanskelig å være sikker på at kvaliteten på dataene mikrosensorene leverer er god nok. Det må også tas i betraktning når man skal velge overvåkningsløsninger som skal bidra til å beskytte innbyrgernes helse.

– Det er nødvendig å få på plass en ordning der mikrosensorer kalibreres mot referansestasjoner, forklarer Castell.

– En annen utfordring som må løses er hvordan ulike værforhold påvirker mikrosensorene, f.eks. at endringer i temperatur og relativ fuktighet slår ut på målingene. Det gjør at data fra mikrosensorene må kvalitetssikres av eksperter for å kunne brukes til noe. Vi tror fremtiden for måling av luftkvalitet med mikrosensorer er svært lovende, men per i dag anbefaler vi altså ikke folk å bruke dem som grunnlag for å ta avgjørelser som har noe med helse å gjøre. Likevel, med riktig kalibrering og kvalitetskontroll gir noen av sensorene



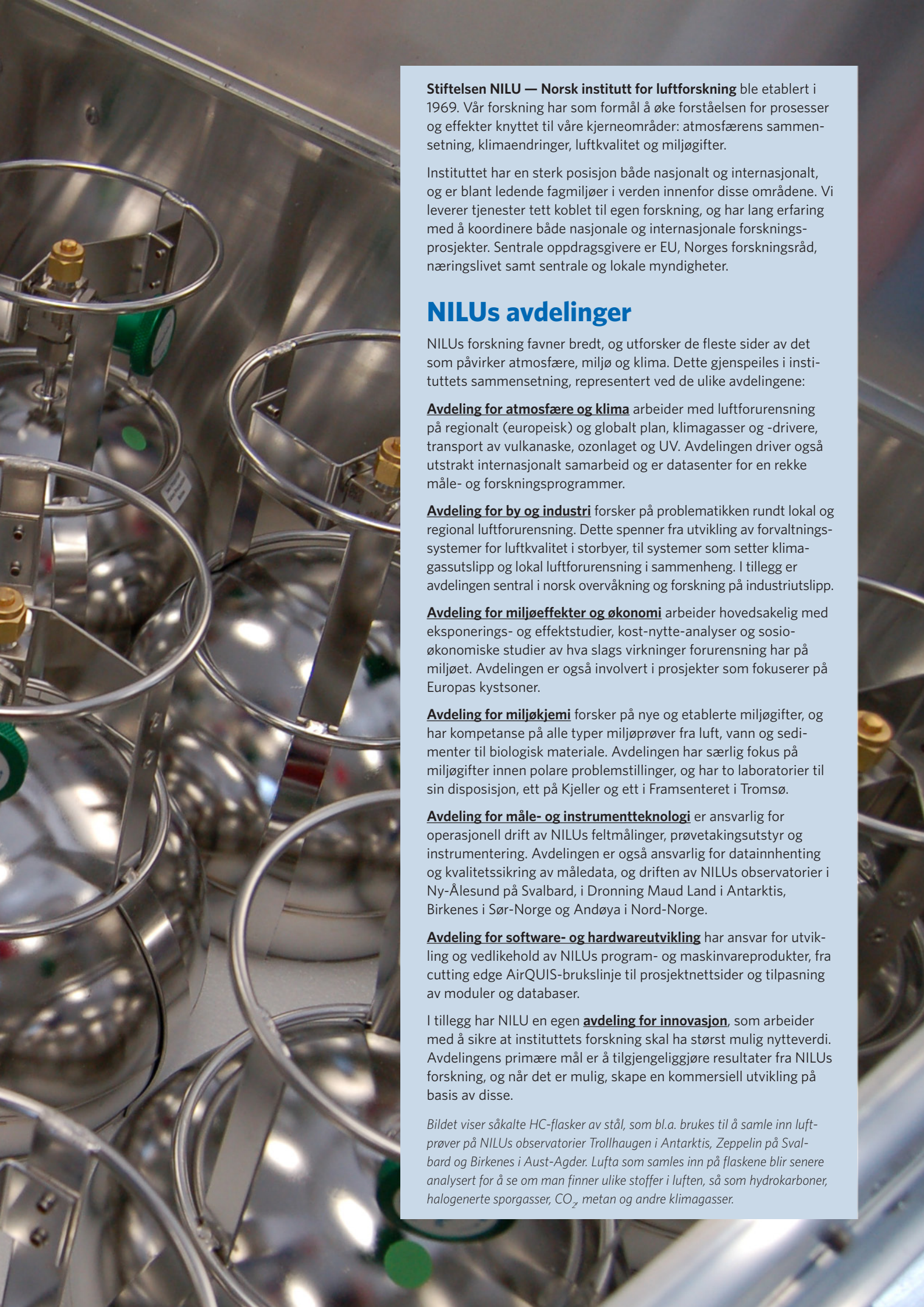
på markedet et godt nok datagrunnlag til å angi luftkvaliteten som god, moderat eller sterkt forurensset. Og det betyr at privatpersoner kan bruke mikrosensorer som en pekepinn for å følge med på luftkvaliteten der de bor, avslutter hun.

Hvem plasserer målestasjonene?

Når eiere av målestasjoner skal sette ut nye målestasjoner for luftkvalitet står de i prinsippet fritt til å velge målested og målemetoder så lenge kravene i EU-direktiv 2008/50/EF, Kommisjonsdirektiv (EU) 2015/1480 og Forurensningsforskriftens kapittel 7 med tilhørende kvalitetshåndbok er oppfylt. I praksis henvender gjerne målestasjonseier seg til det Nasjonale referanselaboratoriet for luft (NRL) for å få veiledning til plassering av målestasjoner. Miljødirektoratet har utpekt NILU – Norsk institutt for luftforskning til NRL i Norge.

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 (europaisk) 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 forvaltningssystemer 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.

Bildet viser såkalte HC-flasker av stål, som bl.a. brukes til å samle inn luftprøver på NILUs observatorier Trollhaugen i Antarktis, Zeppelin på Svalbard og Birkenes i Aust-Agder. Lufta som samles inn på flaskene blir senere analysert for å se om man finner ulike stoffer i luften, så som hydrokarboner, halogenerte sporgasser, CO₂ metan og andre klimagasser.

ACTRIS — en ny infrastruktur for a

ACTRIS er en infrastruktur som muliggjør observasjonsbasert forskning for å bedre forståelsen av klima og luftforurensning. Hovedfokus er aerosoler, skyer og reaktive gasser i atmosfæren, og deres fysiske, optiske og kjemiske egenskaper.

*Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef*

I 2016 ble ACTRIS (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research Infrastructure) satt på det europeiske veikartet for forskningsinfrastrukturer.

– At ACTRIS nå er del av ESFRI-veikartet bekrefter at infrastrukturen anses som et viktig verktøy for europeisk forskning. Infrastrukturen omfatter også deltakelse fra mange andre europeiske land, og vårt bidrag til det internasjonale samarbeidet er svært viktig for å opprettholde internasjonalt ledende forskning de neste tiårene, forklarer seniorforsker Cathrine Lund Myhre fra NILUs avdeling for atmosfære og klima.

Forskningsdata som omfatter avanserte analyser med høy datakvalitet gir mulighet til å studere hvordan atmosfæren endres som følge av menneskeskapte utslipp. Resultatene benyttes blant annet av det europeiske evaluerings- og overvåkingsprogrammet (EMEP) under FNs langtransportkonvensjon, og Global Atmospheric Watch under World Meteorological Organisation (WMO). Antallet vitenskapelige artikler som benytter data fra ACTRIS er i størrelsesorden ca. 100 i vitenskapelige journaler per år.

ACTRIS er viktig for framtidig forskning...

ACTRIS har gradvis utviklet seg i løpet av de siste 10-15 årene gjennom en

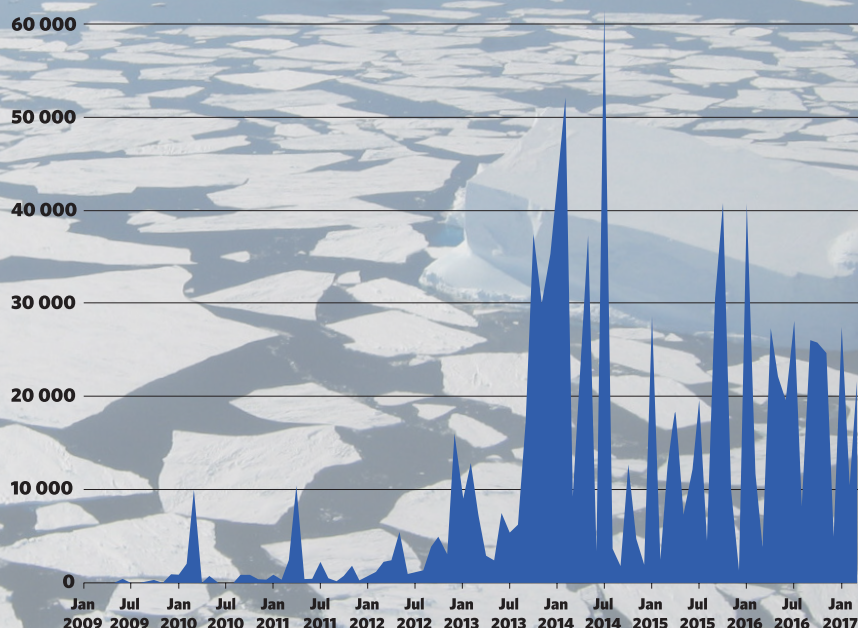
rekke ulike EU-prosjekter. For tiden pågår ACTRIS-2, et EU-prosjekt under Horizon 2020 (<http://www.actris.eu>) og nylig startet ACTRIS Preparatory Phase (PPP) opp. Hensikten med ACTRIS PPP er å etablere ACTRIS som en langsiktig operasjonell forskningsinfrastruktur for de neste 20 årene

– Dette utvidede tidsspennet er viktig, fortsetter Lund Myhre, – fordi sammenlignbare observasjoner over tid og i geografisk utbredelse er avgjørende for å forbedre vår kunnskap om ulike prosesser og langsiktige trender i atmosfæren. Denne kunnskapen spiller igjen en avgjørende rolle for hvordan de europeiske landene skal møte de samfunns- og miljøutfordringene som

ACTRIS

- I april 2016 ble ACTRIS (*Aerosols, Clouds, and Trace gases Research Infrastructure*) del av Det europeiske strategiforumet for forskningsinfrastrukturers oppdaterte veikart for forskningsinfrastrukturer i Europa (ESFRI).
- Mange europeiske land har allerede uttrykt sin politiske og økonomiske støtte til ACTRIS, og 85 organisasjoner som driver forskningsrelatert virksomhet har forpliktet seg til å bidra med ressurser for å implementere ACTRIS. Med ESFRI-status vil ACTRIS etablere nødvendige organisatoriske rammer for å kunne yte tjenester for alle typer brukere i fremtiden.
- ACTRIS forventes å være fullt operativ tidlig på 2020-tallet.

År med data lastet ned fra EBAS hver måned



atmosfæreforskning



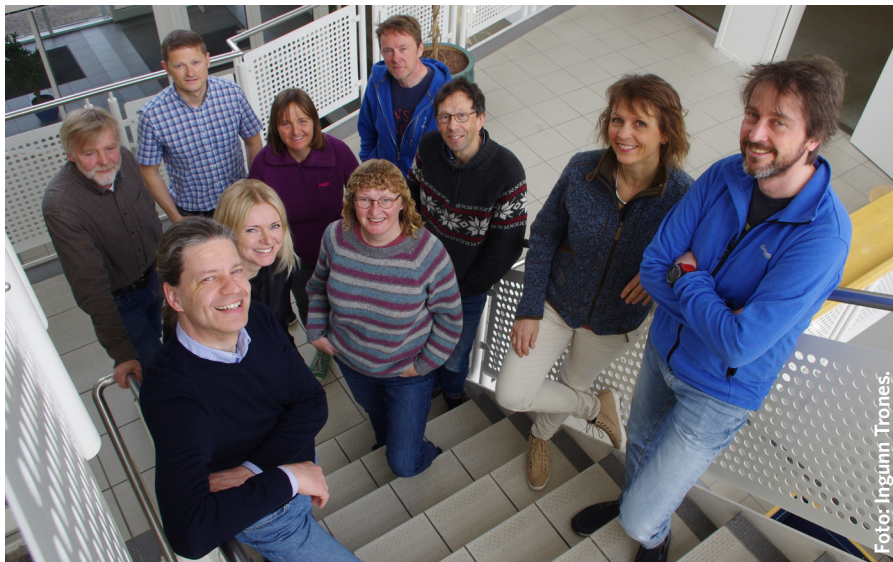
kommer i løpet av de nærmeste tiårene, så som luftkvalitet og klimaendringer.

ACTRIS bidrar med kvalitetssikrede data og dataprodukter for hele Europa, med alle sentrale variabler for partikler, skyer og reaktive gasser i atmosfæren. Alle sentrale optiske og fysiske egenskaper for partikler er inkludert, så som størrelsesfordeling, spredning og absorpsjon av partikler, kjemisk sammensetning med høy tidsoppløsning, og fordeling av partikler i høyden ved hjelp av lidar-målinger, samt ulike skyvariabler. I tillegg måles reaktive gasser, blant annet en lang rekke lette hydrokarboner og flyktige organiske forbindelser i nettverk over hele Europa. Disse dataene danner grunnlag for en stor og bred forskning innen klima, luftkvalitet og værvarslings.

Foruten datatilgang åpner ACTRIS også for tilgang til avanserte laboratorier og observatorier i felt. Etter hvert vil også tilgang til et atmosfærisk simuleringskammer bli tilgjengelig via ACTRIS-forskningsinfrastrukturen, dette kammeret er i dag del av infrastrukturen EUROCHAMP (laboratorier og kammere for å studere reaksjonshastigheter for relevante prosesser som skjer i atmosfæren).

...og for forvaltning i Norge og Europa

Nasjonale og internasjonale myndigheter er sentrale brukere av ACTRIS' tjenester i dag, og dette vil bli styrket fremover. ACTRIS vil tilby tjenester som er nødvendige for å sikre at nasjonale data for partikler og reaktive gasser er harmonisert på internasjonalt nivå, slik at de kan brukes i vurderinger av atmosfæren på regional og kontinental skala. En slik harmonisering er nødvendig for å kunne vurdere effekten av miljøtiltak, utvikle mer effektive klimatiltak og for å etterprøve forpliktende miljøavtaler på nasjonalt, europeisk og internasjonalt nivå. Mange instrumenter som inngår i Miljødirektoratets program for nasjonal overvåking av drivhusgasser og partikler kvalitetssikres i dag gjennom



ACTRIS-teamet på NILU.

EU-prosjektet ACTRIS-2. En videreføring av dette er viktig for å fremskaffe gode data også i fremtiden.

Tilgangen til og videreføringen av alle forskningsdata og andre tjenester inkludert i ACTRIS vil styrkes i fremtiden. Alle nasjoner som bidrar til dette vil få fri tilgang til alle ACTRIS-tjenestene.

NILU i ACTRIS

NILU bidrar med data fra observatoriene på Svalbard (Zeppelin), i Antarktis (Trollhaugen, bilde under) og i Aust-Agder (Birkenes). I tillegg leder NILU hele den omfattende datasenteraktiviteten i ACTRIS, og koordinerer all dataflyt. Alle data er tilgjengelige via ACTRIS'



dataportal, <http://actris.nilu.no>.

En annen del av NILUs rolle er ansvar for innsamling, lagring, tilgang til og dokumentasjon av alle observasjoner gjort nær bakken. Dette gjøres i EBAS, <http://ebas.nilu.no>, som er datanode for disse målingene og datasettene.

En stor gruppe på NILU er involvert i datasenteraktiviteten, og i en nylig evaluering fikk datasenteret ros for å klart å harmonisere svært heterogene data og gjøre produktene både nyttige og lett tilgjengelige.

– Vi jobber hardt med å legge til rette for både enkel opplasting og nedlasting av data i ACTRIS, sier Cathrine Lund Myhre. – Dataene er meget viktige for forskningsgrupper over hele verden, og en oppsummering viser at siden januar 2015 har ACTRIS-brukerne lastet ned mer enn 24 000 årssett med målinger. Bare i 2016 hadde vi i gjennomsnitt mer enn 1100 ulike besøk i EBAS per måned, og ca. 1050 årssett med ACTRIS-data ble lastet ned hver måned. Forbedring av infrastrukturen for å møte forskningsmiljøenes behov for ulike data, formater og tilgang er et kontinuerlig arbeid vi ser fram til å fortsette med.

Jakter mikroplast utenfor Svalbardkysten

At plastsøppel forurenser verdenshavene er etter hvert godt kjent, og har fått mye medieoppmerksomhet både internasjonalt og i Norge. Den synlige plastsøpla er den folk flest legger merke til – men mesteparten av plasten som flyter rundt i havene kan ikke ses med det blotte øye.

Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef

Plastpartikler på 5 mm eller mindre kalles mikroplast. Noe av mikroplasten i havet kommer fra større plastgjensstander og plastavfall som har blitt brutt ned av sol, sjø og mekaniske prosesser, men noe kommer også fra klær.

Hvor er plasten?

– Klær som er laget av syntetiske tekstiler avgir store mengder mikroplast når vi vasker dem, forteller seniorforsker Dorte Herzke fra NILUs avdeling for miljøkemi i Tromsø, – og så følger disse mikroskopiske plastfibrene med vannet fra vaskemaskinen ut i havet.

Når mikroplasten først har kommet så langt kan forskerne finne den igjen overalt – i fugl, i sedimenter og i havet så langt nord som ved Svalbard. Og nettopp ved Svalbard har Dorte Herzke, sammen med Jan H. Sundet og Maria Jenssen fra Havforskningsinstituttet, gjennomført en studie for å finne ut hvor mye mikroplast som faktisk finnes i sjøvannet langs Sval-

bardkysten. Studien fikk finansiell støtte fra Svalbards miljøvernfond i 2015 og 2016, og hovedformålet var å undersøke om det er forskjeller i mengden plastpartikler i vannet i Adventfjorden (der Longyearbyen ligger) sammenliknet med Isfjorden (der det bor folk), og ubebodde Breibogen.

– Grunnen til at vi vil finne ut om det er mikroplast i havet er selvfølgelig på grunn av den negative påvirkningen det kan ha på fisk og andre organismer som spiser det, forklarer Herzke. – En ting er at dyra fyller mage og tarm med plast som blir sittende fast, men i tillegg vet vi at miljøgifter kan binde seg til mikroplasten som dyra får i seg. På den måten får giftige kjemikalier en vei inn i næringskjeden, men vi vet fortsatt for lite om akkurat hvilke negative effekter dette kan få.

Mye mikroplast ved havoverflaten

Resultatene fra Herzke, Sundet og Jenssens undersøkelser viser at nivået av både fiber og fragmenter av mikroplast var nærmest ubetydelig i alle bunnsedimentprøvene, og i de fleste prøvene fra

fjæresonen. I prøvene tatt over høyvannsmarket derimot ble det registrert betydelige forekomster av mikroplast, både fibre og fragmenter. I pilotstudien fra 2015 fant forskerne mest mikroplast og fiber i avløpsvannet av vannrenseanlegget i Longyearbyen, som ikke klarer å fjerne disse partiklene godt nok.

– Det vi fant, samsvarer med tidligere studier, som sannsynliggjør at mikroplasten som stammer fra avløpet i Longyearbyen i hovedsak er lettere enn sjøvann. Dermed blir den liggende og flyte nær havoverflaten, forklarer Herzke. – Over tid vil plastpartiklene synke nedover, på grunn av kjemiske endringer i plasten og fordi organismer fester seg til dem og gjør dem tyngre. Men denne prosessen er langsom, og i kalde, arktiske farvann går den enda saktere enn ellers.

Rydd en strand!

Resultatet av undersøkelsen er overveieende positivt på den måten at forskerne ikke har kunnet påvise mer mikroplast i sjøvannet i Adventfjorden og Kongsfjorden, der det bor folk permanent, enn i ubebodde Breibogen. Men, Dorte Herzke understreker at en større undersøkelse med flere innsamlede prøver må til for å med sikkerhet kunne fastslå at det ikke eksisterer slike forskjeller.

Det hun også kan fortelle er at der de fant mest mikroplast i fjæra var over nivået for høyeste flo. Årsaken til dette er mest sannsynlig at plast som blir skylt i land vaskes opp over flomålet av høye bølger og springflo, i tillegg til å føres dit med vinden. Vel oppe på land blir plasten brutt ned til stadig mindre partikler, som tas med nedover i sedimentene av nedbør. Derfra vaskes den gradvis ut i havet i form av mikroplast, og kommer slik i kontakt med det marine økosystemet.

– Vi håper denne studien kan bidra til mer kunnskap om hvordan plastavfall ender opp som mikroplast i havet, avslutter Herzke. – Vi vil også understreke viktigheten av å rydde strender, ikke bare på Svalbard, men overalt. Ikke bare fordi det ser penere ut, men for å hindre at mer av søpla ender opp som mikroplast.



Sedimentprøvene fra havbunnen og fjæra ble samlet i vanlige syltetøyglass, og senere analysert.

Små, smarte og trygge: Fabrikkerte nanomaterialer i vinden

Vi vil ha små, smarte og trygge produkter, og nanoteknologi kan levere dem små og smarte.

Men er nanomaterialer trygge? Eller kan deres unike egenskaper føre til uønskete effekter for menneskers helse og/eller i miljøet?

Sonja Grossberndt
Forsker

Nanomaterialer er veldig interessante for en rekke forskjellige typer industri. Det skyldes blant annet størrelsen, mindre enn 100 nanometer i minst én dimensjon, samt flere andre tilknyttede egenskaper. Trenden i en rekke industrielle prosesser og produkter er bruk av såkalte fabrikkerte nanomaterialer (manufactured nanomaterials – MNMs).

Behov for regulering

Men er de trygge å bruke? For å svare på dette spørsmålet trengs det standardisering og validering av metoder for toksisitetstesting, samt passende instrumenter til å vurdere risiko.

EU FP7-prosjektet NANoREG med NILUs Helseeffektlaboratorium (HEL) som nasjonal koordinator for nanosikkerhet, i tillegg til mer enn 70 andre partnere fra hele Europa, tar for seg dette spørsmålet.

- Regulering av MNMs er ganske utfordrende, forklarer seniorforsker Elise Rundén Pran fra NILU HEL.

- Forskere som jobber med dette temaet er nødt til å legge frem informasjon som tilfredsstiller myndighetene. NANoREG sikter på å skaffe denne informasjonen til veie ved å utvikle en verktøykasse for risikovurdering av MNMs. Prosjektet ble avsluttet tidlig i 2017 og alle data som har blitt produsert blir tilgjengelige gjennom prosjektets database.

Norsk initiativ

Det norske nasjonale initiativet for å utvikle en passende tilnærming til en regulerende testmetode for MNMs, NorNanoReg, koordineres av NILU HEL sammen med syv partnerorganisasjoner. De får også støtte fra Norges forsknings-

råd. NorNanoReg dekker menneskelig toksisitetstesting, økotoksikologi samt fysiokjemisk karakterisering av MNMs.

For å minske kunnskapsgapet og bedre kommunikasjonen mellom industri, forskning og myndigheter ble det organisert en workshop som del av NorNanoReg. Representanter fra de tre gruppene kunne der møtes og utveksle kunnskap om risiko relatert til bruk og produksjon av MNMs.

- I følge Paracelsus' paradigme er det dosen som utgjør giften, sier Rundén Pran.

- Dette paradigmet blir litt vridd når det gjelder nanomaterialer, fordi fysiokjemiske egenskaper, som for eksempel størrelse, form, ladning og overflatebelegg har stor innflytelse på giftigheten. Dette gjør standardisert toksisitetstesting og risikovurdering ganske utfordrende.

Safe-by-design

NANoREG viste viktigheten av å gjennomføre fysiokjemisk karakterisering som del av toksisitetstesting – men alle de forskjellige trekkene ved hvert enkelt nanomateriale gjør det nesten umulig å teste alle aspekter relatert til det. Forskernes utfordring nå er å utvikle en reguleringsprosess som er robust nok til å takle hastigheten nye MNMs utvikles i.

I Horizon 2020-prosjektet NanoReg2 er det således utviklet et forsøk på forbedret effektivitet, med sikte på å utvikle et innovativt veiledningsdokument for industri og reguleringsorganer for sikker bruk av MNMs. Safe-by-design er identifisert som en grunnleggende del av denne prosessen, der toksisitetstesting tas i bruk parallelt med utvikling av nanoteknologi, ikke bare mot slutten. Denne prosedyren skal sikre en tids- og kostnadsbesparende måte å både lage trygge MNMs og samtidig redusere risikoen for miljøet og menneskers helse.

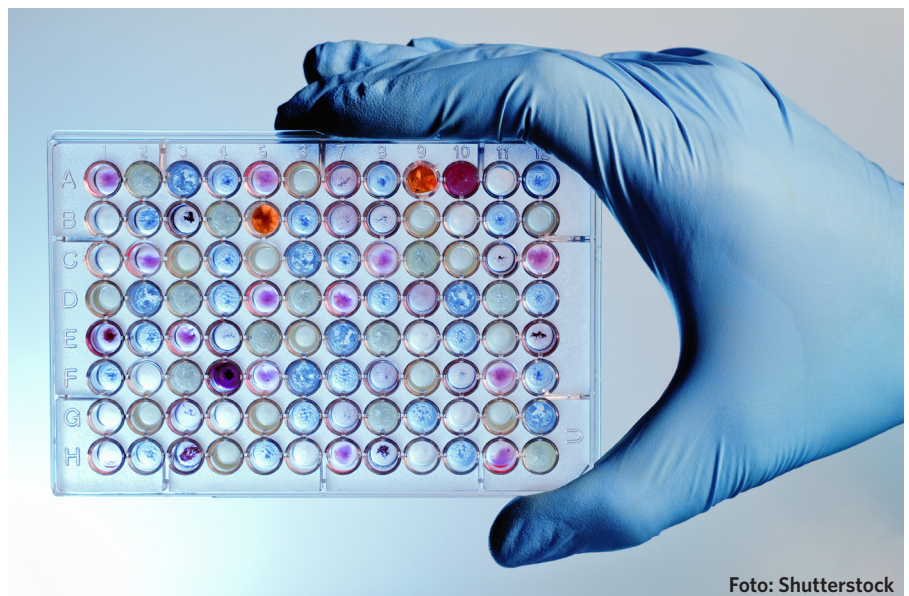


Foto: Shutterstock

På ufojakt etter miljøgifter i Norg

I juni og juli 2016 kjørte forsker Ingjerd Sunde Krogseth og doktorgradsstudent Helene Lunder Halvorsen fra NILU Norge på kryss og tvers, fra Hopseidet i nord til Birkenes i sør. Underveis satte de ut rundt 50 ufolignende luftprøvetakere. De skulle måle gamle og nye organiske miljøgifter i lufta over hele landet, som en del av Forskningsrådets program *Økosystempåvirkning – naturens respons på endringer i klima og miljø* (OKOSYSTEM). Forskerne håper at resultatene fra «ufoturnéen» kan bidra til å utarbeide mer effektive tiltak mot miljøgifter framover.



Ingjerd Sunde Krogseth og Helene Lunder Halvorsen med en passiv luftprøvetaker av typen PUF-PAS.



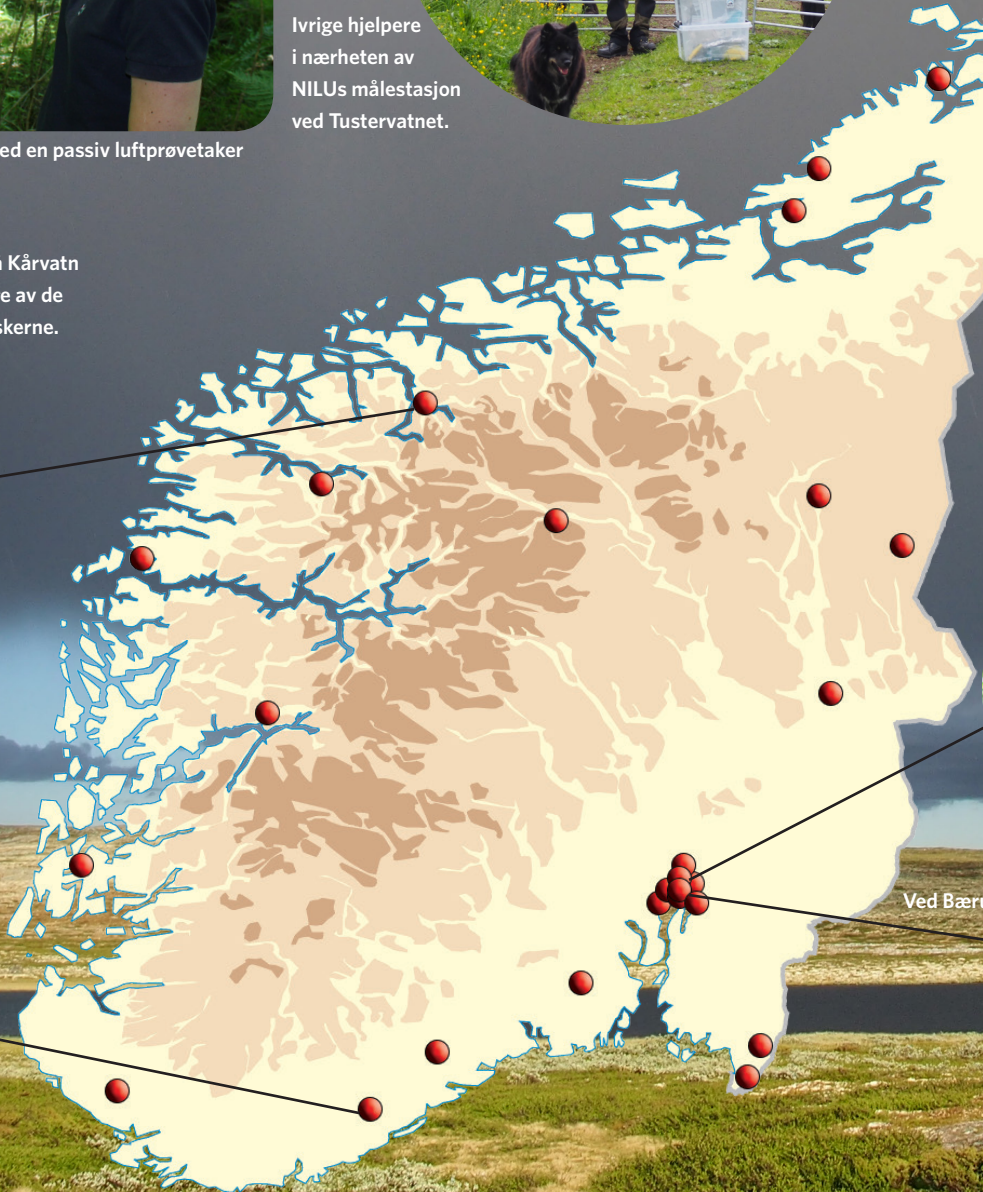
Ivrige hjelpere i nærheten av NILUs målestasjon ved Tustervatnet.



Den lokale lamaen på Kårvatn lot seg ikke affisere av de besøkende forskerne.



Sommerufoer på Birkenes.



Ved Bær

e



Til venstre: Varangerhalvøya, og høyre: Neiden mot grensen av Finland.



Junkerdal: Regn og knott til tross, forskerne tar også jordprøver på hvert sted for å ha muligheten til å se på organiske miljøgifter i jord over hele landet.



Utsikt langs veien - Finnmark fra sin beste side.



ums Verk.



Forskerne setter sammen ufoen ved Bærums Verk. Skiva i midten er filteret som samler opp miljøgiftene fra lufta.

Veien mot Fram2

Året 2016 har vært et aktivt og til dels støyende år for NILU i Framsenteret. Årsaken er å finne like utenfor kontorvinduene til de ansatte — der reiser Fram2 seg i all sin prakt.

Eldbjørg S. Heimstad
Forskningsdirektør Nordområdene

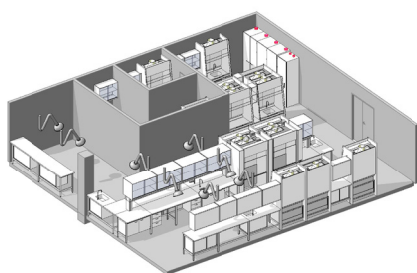
Byggingen av det nye Fram2-bygget for Framsenteret i Tromsø startet opp på vårcparten 2016. Totalt blir nybygget på 9500m², og vil koste 500 millioner kroner. Det har siden oppstarten vært mange møter og oppfølginger mellom NILU, brukerkoordinator (Framsenteret AS), byggherren Statsbygg, entreprenører og arkitekter.

Når Fram2 står ferdig i 2018 vil NILUs laboratorium ha et renrom samt dobbelt så store labfasiliteter. Det nye

renrommet vil minske risiko for kontaminering av miljøprøver ved å forhindre at partikler og flyktige organiske gasser trenger inn, oppstår eller forblir i renrommet. Renrommet vil være spesielt egnet for nye potensielle miljøgifter som er flyktige og som brukes i mange for-

bruksprodukter, eksempelvis siloksaner, flammehemmere og klorerte parafiner.

Her vil det også kunne håndteres veldig sårbare miljøprøver fra lavkontaminerte steder, som iskjerner, luft og biologiske prøver.



Over: 3D-prosjeksjon av laboratoriet.
Under: Plantegning av Frambygget, Fram1 til venstre og det nye Fram2 til høyre, knyttet sammen av en åpen lysgård.
Tegninger: HENT AS.



NILUS ansatte i Tromsø. Foto: Helge Markussen, Framsenteret.



Måler svevestøvmålerne «riktig»?

På nettportalen *Luftkvalitet.info* har folk tilgang til informasjon om lokal luftkvalitet til enhver tid fra målestasjoner rundt om i Norge. Hvordan kan vi være sikre på at disse dataene er pålitelige?

Ingunn Trones
Kommunikasjonsrådgiver

NILU er Nasjonalt referanselaboratorium for luft i Norge, og vi spør lederen for referanselaboratoriet, Leif Marsteen, hvordan de vet at målingene er «riktige».

Referansemetoden

– For at dataene skal være pålitelige krever EUs luftkvalitetsdirektiv for lokal luftkvalitet at slike målinger utføres etter en referansemetode, sier Marsteen.

– For svevestøv betyr denne metoden svært forenklet at luft suges gjennom et filter der svevestøvet avsettes, og filteret veies i laboratoriet før og etter eksponering for å finne mengden støv.

– Men denne metoden gir kun ett måleresultat per døgn, og resultatene er ikke klare før etter flere dager. I dag forventer publikum at resultatene er tilgjengelig i sanntid på internett, og da er ikke dette en hensiktsmessig metode å bruke, sier Marsteen.

– EU-direktivet bestemmer ikke bare metode, men også at vi skal informere publikum. Derfor må vi ha tilgang på målinger med en helt annen hyppighet.

Jakten på de korrekte måleresultatene

For å gi publikum oppdatert informasjon om luftkvaliteten benytter kommuner og veikontraktører i dag automatiske måleinstrumenter som gir en ny måleverdi hver time. Hvordan er dette forenlig med referansemetoden, luftkvalitetsforskriften og EUs direktiver?

– EU-direktivet tillater bruk av alternative målemetoder så lenge man kan vise at disse instrumentene gir samme resultater som referansemetoden, sier Marsteen. – Dette kan undersøkes ved at man lar de automatiske måleinstrumentene måle i parallell med referansemetoden.

I et prosjekt i 2015-2016, initiert av Miljødirektoratet, testet Marsteen fem ulike typer automatiske svevestøvmålere som er vanlige på norske målestasjoner. Instrumenttypene har ikke vært testet mot referansemetoden i Norge før, og Miljødirektoratet ønsket å se hvilke resultater instrumentene ga under norske forhold.

– Instrumentenes evne til å måle svevestøv påvirkes av vær, vind og type støv. Derfor testet vi instrumentene sommer og vinter på to forskjellige steder – på Hjortneskaia der det i dag er en veinær målestasjon, og i Sofienbergparken der det er en bybakgrunnsstasjon, forklarer Marsteen.

– På Hjortneskaia målte vi i stor grad veistøv som kommer fra E18 like ved. Det er særlig PM_{10} , partikler med diameter mindre enn 10 mikrometer, vi ventet å finne her. Ved Sofienbergparken måler vi generell byforurensning. I vinterseongen ventet vi å finne en del finere partikler fra vedfyring. Dette er partikler med diameter mindre enn 2,5 mikrometer, såkalt $PM_{2.5}$.

Målingene pågikk i totalt 24 uker, fordelt på seks uker om sommeren og seks uker om vinteren på hvert målested. Fem forskjellige instrumenttyper, med

stort sett to eksemplarer av hvert type, ble testet mot fire referanseinstrumenter, der to målte PM_{10} og to målte $PM_{2.5}$.

– I tillegg til å sammenligne med referanseinstrumentet ønsket vi å sammenligne instrumenter av samme merke for å avdekke eventuelle feil på instrumentene, forklarer Marsteen.

Testmetode

Siden referansemetoden gir ett resultat per døgn mens de automatiske instrumentene gir verdier hver time må alle måleresultatene regnes om til middelverdier per døgn for å kunne sammenlignes.

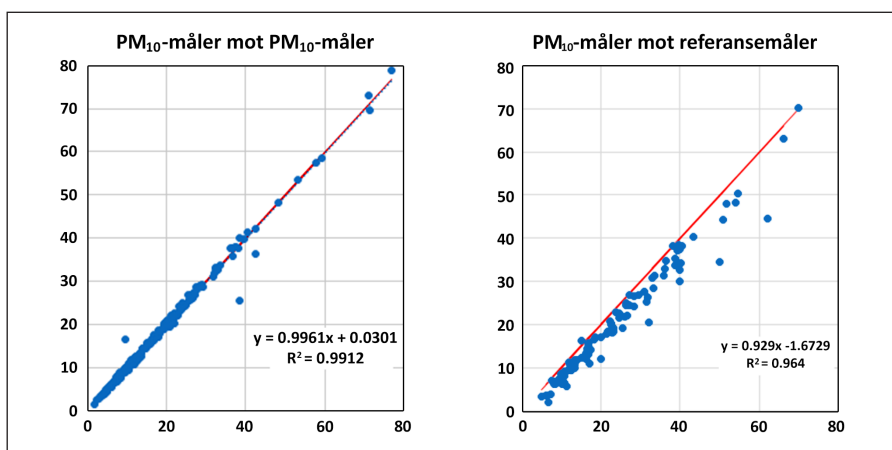
Resultater fra instrumenter fra samme produsent plottes mot hverandre i et punktdiagram for å se hvor likt de måler, og deretter plottes resultatene fra hvert instrument mot resultatene fra referansemetoden. Hvert punkt i diagrammet representerer en parvis måling på en dag. Enheten på aksene er $\mu g/m^3$.

– Hvis instrumentene måler helt likt med hverandre vil punktene i et slikt diagram ligge på en rett linje, sier Marsteen. Men slik er det ikke alltid i virkeligheten.

– Figuren under til venstre viser resultater fra en sammenligning av to PM_{10} -målere av samme merke. Som vi ser måler de svært likt bortsett fra 2-3 dager. I figuren til høyre er resultatene fra et måleinstrument plottet mot referansemetoden. Her er punktene spredd utover. Det viser at instrumentet måler litt forskjellig fra referansemetoden. Punktene i høyre diagram ligger på en linje som går under den perfekte linjen. Det betyr at instrumentet måler mindre enn referansemetoden, i dette tilfellet ca. 7 % for lavt. Ved bruk av denne typen måleinstrument må resultatene derfor alltid multipliseres med en korreksjonsfaktor på 1,07 for å gi rett verdi.

Korreksjonsfaktoren – sakens kjerne

– Å finne korreksjonsfaktoren er hele formålet med sammenligningen av måleinstrumentene, sier Marsteen. – Når vi kjenner denne faktoren for et instrument kan vi korrigere resultatene slik at de gir riktige verdier både under norske forhold og etter EUs krav.



Hjelp til bedre byluft

Med det nye nasjonale beregningsverktøyet (NBV) får ansvarlige myndigheter og byplanleggere en webtjeneste som hjelper dem til å planlegge bedre luftkvalitet i sju norske byer.

*Christine F. Solbakken
Kommunikasjonssjef*

Webtjenesten er utviklet av NILU – Norsk institutt for luftforskning og Meteorologisk institutt, på vegne av Miljødirektoratet i samarbeid med Vegdirektoratet, Helsedirektoratet og Folkehelseinstituttet.

– Det har vært et krevende, men meget interessant arbeid, sier forskningsdirektør Leonor Tarrasón fra NILUs avdeling for by og industri. – Prosjektdeltakerne har gjort en enorm jobb med å få lagt inn modell- og utslippsdata i tråd med internasjonale standarder, og det vi sitter igjen med er en samlet metodologi for utarbeidelse av luftkvalitetsdataene – som igjen betyr at dataene er sammenlignbare for alle byene og tettstedene. Vi har også lagt vekt på en pedagogisk utforming som skal fungere slik at brukerne kan lære underveis, for eksempel ved å se hva som skjer på kartet når valgene endres.

Alle forskningsresultatene benyttet i NBV er dokumentert i tilgjengelige rapporter. I tillegg er dataene fritt tilgjengelige via to forskjellige webløsninger og utarbeidet med åpen kildekode.

Ekspertverktøy

Per i dag kan hvem som helst gå inn og se på kartene som ligger i NBV, men seniorforsker Britt Ann K. Høiskar understreker at dette er et dialogverktøy som forutsetter en del forkunnskap, ikke en fasit. Hovedmålgruppen er eksperter på luftkvalitet i forvaltning og konsulent-selskaper.

– Luftkvalitets- og luftsonekartene er basert på modellering, det vil si beregninger gjort på bakgrunn av en rekke ulike data. De viser ikke luftkvalitets-situasjonen hver dag eller varsler for de neste dagene, så verktøyet har nok ganske begrenset verdi for den jevne innbygger, sier Høiskar.

I denne første versjonen av webtjenesten får brukerne tilgang til

utslippsdata, meteorologiske data og luftkvalitetsdata for sju byområder: Oslo, Trondheim, Bergen, Stavanger, Drammen, Grenland og Nedre Glomma (Fredrikstad og Sarpsborg). I tillegg omfatter NBV fem andre kommuner, og kan kompletteres med data fra hele Norge fra bakgrunnskart hentet fra www.luftkvalitet.info.

– Kartene har best detaljering i byområdene, der det bor mest folk, forklarer Leonor Tarrasón. – Det er en naturlig prioritering, siden hensikten med NBV er å kunne planlegge bedre luftkvalitet der folk bor. Dermed har vi fokusert på å skaffe informasjon om de områdene som har høyest befolkningstetthet.

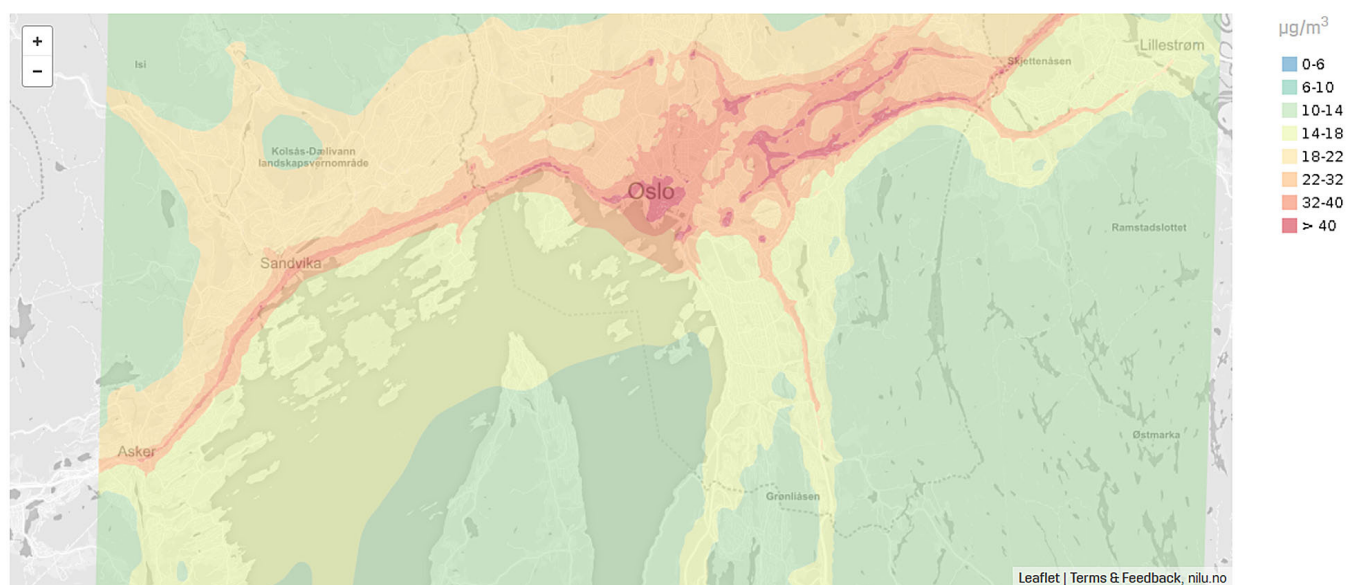
Kartløsning og utslippskilder

Den nye webtjenesten er et ledd i utviklingen av et nasjonalt beregningsverktøy for lokal luftkvalitet, <http://www.luftkvalitet-nbv.no>

Nettsidene inneholder per i dag forurensningskart som viser hvordan nivåene

Årsmiddelkonsentrasjonen for NO₂(µg/m³):

Avansert kartløsning



Kartet viser at Oslo har store problemer med høy konsentrasjon av NO₂ målt som et gjennomsnitt over hele året. Dette kartet viser forurensnings-situasjonen i 2015. Mørkerødt betyr konsentrasjoner over grenseverdiene, dvs. minstekravet til akseptabel luftkvalitet. Lyserødt viser områdene der NO₂-konsentrasjonen er under grenseverdiene men likevel høy. Kilde: Nettsidene til Nasjonalt beregningsverktøy (NBV).



av svevestøv og NO_2 er i ulike områder i de sju byene. Kartet viser både hvordan luftkvaliteten er over lengre perioder (års-middelverdier), og gir informasjon også i forhold til døgn- og timesmiddelverdier.

I norske byer er det i hovedsak svevestøv i form av partikkelfraksjonene PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ og nitrogendioksid (NO_2) som forringer den lokale luftkvaliteten. På kartene er nivåene av luftforurensning gradert med en fargeskala. Mørkerødt viser hvor lufta er over grenseverdiene, dvs. dårligere enn minstekravet til akseptabel luftkvalitet, mens blå farge betyr at det er lite luftforurensning.

På nettsidene finnes også kart som viser kildene til forurensning i de ulike

byene; trafikk, skip, vedfyring og industri. I tillegg kan man se hvor mye hver kilde bidrar til den lokale luftforurensningen, og en indikasjon på hvor mange mennesker som er eksponert for nivåer over grenseverdiene i hver by.

Usikkerhet og variabilitet

Datagrunnlaget inneholder en del usikkerheter. Det skyldes blant annet at det er vanskelig å estimere de eksakte utslippene som er viktige for å kunne beregne luftkvaliteten korrekt.

– For å få så god kunnskap som mulig om de aktuelle utslippene er samarbeidet med lokale myndigheter og andre aktører som bidrar til forurensningen meget viktig. Vi har etablert en god dialog med kommunale aktører, og dette vil gi oss bedre forståelse av utslipp i byområder og tettsteder i Norge, sier Tarrasón. – En slik forståelse vil være svært viktig for den videre utviklingen av Nasjonalt beregningsverktøy for lokal luftkvalitet.

Foreløpig inneholder beregningsverktøyet kun data for 2015. Tarrasón understreker at meteorologien varierer kraftig fra år til år, og luftkvaliteten endrer seg deretter.

– På grunn av disse usikkerhetene og variabiliteten, bør resultatene brukes som indikasjoner, f.eks. bør ikke antall eksponerte personer over grenseverdien tolkes som et eksakt tall, avslutter hun. – Bruk av måledata kombinert med disse modelldataene kan bidra til fremtidige forbedringer av resultatene, skulle det være ønskelig med oppdaterte kart i årene framover.

Dette finner du i Nasjonalt beregningsverktøy

Denne webtjenesten gir tilgang til tre typer viktige data for lokal luftkvalitet; meteorologiske data, utslippsdata og luftkvalitetsdata. Meteorologisk institutt har utarbeidet og kvalitetssikret alle meteorologiske data. NILU har gjort det samme for utslippsdata og luftkvalitetsdata.

Nettsidene til beregningsverktøyet inneholder følgende produkter:

- *Forurensningskart* - geografisk utbredelse av luftforurensningen i 2015
- *Luftsonekart* - geografisk utbredelse av luftforurensning i 2015 framstilt med utgangspunkt i planregelverk
- *Befolkningseksponering* - antall mennesker som er utsatt for nivåer over forurensningsforskriftens krav i 2015
- *Utslippskilder* - prosentvis bidrag fra relevante kilder til utslippene i 2015
- *Kildebidrag* - prosentvis bidrag fra relevante kilder til luftforurensningskonsentrasjonene i 2015
- *Nedlastning av data* - utslippsdata og meteorologidata av dokumentert kvalitet. Disse ligger til grunn for beregning av kartene

Hva er grenseverdier?

Grenseverdiene for time og døgn angir et nivå og et antall timer eller døgn konsentrasjonen av et stoff i lufta kan være over et gitt nivå, uten at man bryter med grenseverdien. Antallet tillatte overskridelser varierer fra stoff til stoff. Grenseverdien for timemiddel av NO_2 tillater 18 timer i året med en verdi over 200 mikrogram per kubikkmeter luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv (PM_{10}) tillater 30 døgn i året med verdi over 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ergo er det først den nittende timen (NO_2) eller det 31. døgnet (PM_{10}) med for høye nivåer i løpet av et år som bestemmer om grenseverdien er brutt.

InnoSense – på vei mot innovative mikrosensorer

NILU har utviklet en prototype på en integrert mikrosensorplattform som klarer å levere luftmåledata av god kvalitet.

*Sonja Grossberndt
Forsker*

Basert på en serie NILU-prosjekter om nye og små luftkvalitetssensorer, erfarte forskerne at sensorene som er i salg i svært liten grad ga gode måleresultater. I arbeidet med å utrede og teste sensorenes presisjon og robusthet fikk de selv idéer for hvordan NILU faktisk kunne få disse nye og små sensorene til å levere gode data – og dermed kunne måle luftkvaliteten der folk faktisk er.

Spennende utvikling

– Vi skjønnte tidlig i 2014 at dette var et svært spennende område for NILU, og ikke minst at her hadde vi mulighet til å utvikle et teknologiområde og kanskje ende med et banebrytende produkt, forteller Rune Åvar Ødegård, utviklingssjef i avdelingen for software- og hardwareutvikling (SHADE) på NILU. – Basert på våre erfaringer fra å teste forskjellige mikrosensorer som er ute på markedet nå utviklet vi planer for å bygge vår egen mikrosensor-baserte luftkvalitetsmåler.

Søknaden ble utviklet av NILUs daværende innovasjonsdirektør John Ackerman og fikk støtte gjennom Norges forskningsråds FORNY-program. Slik ble InnoSense-prosjektet til. Med Kjeller Innovasjon som prosjektleder og NILUs fagekspertise har de utviklet en mikrosensor som leverer luftmåledata av tilfredsstillende kvalitet. Sensoren har blitt testet i både Oslo og Sarpsborg kommune, som begge er partnere i InnoSense. I tillegg var Ericsson prosjektpartner, og bidro med kommersielle- og bedrifts-elementer.

Fremtidig kommersialisering

– InnoSense har blitt en stor suksess! Det som gjør at InnoSense har blitt såpass vellykket er kombinasjonen av Kjeller Innovasjons meget gode ledelse og NILUs solide erfaring og kompetanse innen måleteknologien, forteller Pål Midtlien Danielsen. Han er leder av

InnoSense AS, fortsettelsen på InnoSense-prosjektet, der de skal fortsette arbeidet med utviklingen av teknologien i tett samarbeid med NILU.

– Målet er nå å utvikle prototypen videre slik at resultatene kan kommersialiseres i nær fremtid, fortsetter Danielsen. – InnoSense har søkt patent på teknologien og jobber nå videre med å utvikle et kommersielt produkt. I denne sammenhengen skal sensorplattformen

testes over et lengre tidsrom i Sarpsborg kommune.

– Mikrosensoren vår skal også testes videre for å se på nytteverdien i sammenheng med smart city-satsinger, forklarer Ødegård. – På lang sikt kan mikrosensoren vår være interessant for mange kundegrupper, for eksempel skoler og barnehager. Prosessen videre vil bli svært spennende for alle involverte!



Hackathon – kreativ problemløsning

Hva kan du få hvis du gir en gjeng kreative utviklere åpne luftkvalitetsdata og en oppgave der de skal prøve å redusere luftforurensningen i Oslo?

Svaret er «ganske mye», kan seniorrådgiver The Nguyen Than fortelle!

The Nguyen Thanh
Seniorrådgiver

På oppfordring fra klimaetaten i Oslo kommune bidro NILU med åpne luftkvalitetsdata til arrangementet Smart Mobility Hackathon i september 2016.

Oslo kommune og StartupLab står bak dette IKT-orienterte arrangementet, der datagivere, oppstartsselskap og datautviklere/studenter kommer sammen for å løse en problemstilling utformet av arrangøren. Denne gangen var utfordringen «Skap innovative prototyper som vil redusere luftforurensning (CO₂ og/eller lokal forurensning) fra transport av mennesker og varer i Oslo», og deltakerne fikk til sammen to døgn på seg til å

finne partnere, utvikle og presentere sin løsning. Foruten NILU bidro blant annet Met.no, Ruter, Bymiljøetaten og Statens Vegvesen med data og annen bakgrunnsinformasjon.

I tillegg til data bidro NILU som mentor og jurymedlem, og det første som slo meg var all den kompetansen som var samlet på ett sted, samt det store engasjementet blant deltakerne. Man får tilgang til et nettverk som er ganske unikt. Det er noe magisk som skjer når mange kloke hoder går sammen, og hvor ingen idé er for dårlig til å testes ut. Suksessen tror jeg definitivt ligger i kombinasjonen av engasjement, kreativitet og samarbeid.

Hackathon-arrangementet var

intens, og alle deltakerne jobbet hardt hele tiden. Når vi endelig kom til evalueringen vektla juryen idéenes innvirkning på miljøet, kombinert med markeds potensial. Den beste idéen denne gangen var teamet bak «UrbanMapping». Deres løsning fokuserte på å visualisere all tilgjengelig informasjon på en enkel, forståelig og profesjonell måte via en egen plattform.

Har du et problem du ønsker deg en kreativ løsning på i en fart? Hackathon-konkurranser er gull verdt. Utfordringen er å definere en relevant og interessant problemstilling med tanke på å kunne tiltrekke aktuelle datagivere og kreative utviklere.



Foto: Niis Jueli, Startuplab

Metaller som forurensere

Metaller er blant de mest skadelige forurensningene vi slipper ut i miljøet. De er på den ene side nødvendige ressurser for ulike bruksområder og moderne teknologier, men på den annen side er mange av metallene giftige og har negativ innvirkning på miljø og helse.

Jozef M. Pacyna
Forskningsdirektør

I løpet av de siste tiårene har samfunnet dramatisk endret de biogeokjemiske syklusene for ulike kjemikalier. En stadig voksende befolkning krever større mengder energi, industrivarer og mat. For å skaffe dette til veie øker mengden

av forurensende stoffer som slippes ut i atmosfæren, og i akvatiske og terrestriske økosystemer.

Metaller, miljø og helse

NILU har de siste førti årene vært involvert i en rekke studier av utslipp av spormetaller og deres innvirkning på miljø og helse. Målet var helt fra begynnelsen å utarbeide en vitenskapelig begrunnelse

for etablering av en ny FN-konvensjon om reduksjon av utslipp og eksponering for kvikksølv. Anstrengelsene resulterte i Minamata-konvensjonen, som ble undertegnet i 2013.

Spørsmål som har generert kunnskap om bekymringer angående metaller og folkehelse:

- Har den biogeokjemiske syklusen for et gitt metall endret seg vesentlig på grunn av menneskelig aktivitet, og i hvilken grad?
- Hvilke transportveier tar de mest giftige formene av et metall for å nå de menneskelige organene som er mest sensitive for effektene?
- I hvilken grad gjør metallet oss bekymret for folkehelsen?

NILU-forskere har bidratt til å gi svar på spesielt det første av disse spørsmålene. Etter at metaller slippes ut i atmosfæren, kan de bli transportert med luftmasser og vannstrømmer over korte eller lengre avstander før de avsettes på vann- og jordoverflaten. De fleste metaller transporteres med partikler gjennom luftmassene, eller med sedimenter i vann.

Påvirkning fra klimaendringer

Noen metaller, som for eksempel kvikksølv og til en viss grad selen, kan transporteres i gassform i atmosfæren. Det betyr at de kan bli transportert med luftmassene over store avstander og kan avvike fra sine biogeokjemiske sykluser på en kontinental skala, f.eks. over store deler av den nordlige halvkule. I EU-prosjektet ArcRisk studerte NILU transport av metaller til Arktis, og hvordan klimaendringene påvirker metallenes biogeokjemiske sykluser der.

Klimaendringer vil påvirke metallenes transportveier og nivåer både i Arktis og andre steder. Men de fleste resultater viser kun beskjedne nivåendringer i luft, jord og vann som følge av klimaendringene. Forståelsen av prosesser knyttet til indirekte effekter,



Foto: NILU.

som for eksempel endringer i forekomst og spredning av arter, karbonsyklus, nedbørfelt-hydrologi, arealbruksmønster og vegetasjonsdekning er imidlertid begrenset og forbundet med store usikkerheter. ArcRisk-modellene bidro til å forklare disse usikkerhetene.

Viktig for nye teknologier

NILUs forskning på metaller har i senere tid hatt søkelyset på sjeldne jordarts-metaller (*Rare Earth Elements (REE)*), også kalt nye metaller. Disse metallene er avgjørende for global økonomisk vekst, men mange av dem er vanskelige å utvinne på en økonomisk levedyktig og miljøvennlig måte. Dette må tas i betraktning når metallene vurderes brukt i ny moderne teknologi. I tillegg er avfallsgjenvinning en viktig problematikk som må adresseres. Hovedformålet med vår forskning på REE er å øke forståelsen av hvordan disse metallene, som hovedsakelig brukes i ny industriell teknologi, påvirker miljø og helse.

Man må ta i betraktning den «sanne verdien» når man vurderer å ta i bruk nye metaller, inkludert sosiale og



miljømessige kostnader og fordeler. Potensielle inntekter fra hele verdikjeden må sammenlignes med både kostnader og fordeler, og vurderes i henhold til et livssyklusperspektiv. Også monetære metoder for verddivurdering må tas i bruk

til støtte for analysen.

NILUs kvikksølvforskning er et eksempel på bruk av kost-nytte-analyse. Vi har tidligere sammenlignet investerings- og driftskostnadene ved å redusere kvikksølvutslipp fra menneskeskapte kilder, med kostnadene ved skader som skyldes helseeffekter av kvikksølvforurensning av miljøet. Nå undersøker vi om prosedyrene fra denne kost-nytte-analysen av kvikksølv kan modifiseres og brukes til å analysere andre metaller.

H																	He
Li 41	Be 63											B 41	C	N	O	F	Ne
Na	Mg 94											Al 44	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc 65	Ti 63	V 63	Cr 76	Mn 96	Fe 57	Co 54	Ni 62	Cu 70	Zn 38	Ga 38	Ge 44	As 38	Se 47	Br	Kr
Rb	Sr 78	Y 95	Zr 66	Nb 42	Mo 70	Tc	Ru 63	Rh 56	Pd 39	Ag 44	Cd 38	In 60	Sn 36	Sb 57	Te 38	I	Xe
Cs	Ba 63	*	Hf 38	Ta 41	W 53	Re 90	Os 38	Ir 69	Pt 66	Au 40	Hg 45	Ti 100	Pb 100	Bi 46	Po	At	Rn
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fi	Mc	Lv	Ts	Og
* Lantanoider		La 75	Ce 60	Pr 41	Nd 41	Pm	Sm 38	Eu 100	Gd 53	Tb 63	Dy 100	Ho 63	Er 63	Tm 88	Yb 88	Lu 63	
** Aktinoider		Ac	Th 35	Pa	U 63	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Global etterspørsel etter høyteknologiske produkter som moderne elektronikk fører til knapphet på allerede sjeldne metaller.

Les mer

Resultatene av NILUs studier på metaller er publisert i en rekke vitenskapelige artikler og nylig oppsummert i to bøker: *Trace Metals and Infectious Diseases*, utgitt av MIT Press (redigert av J.O. Nriagu og E.P. Skaar) og *Environmental Determinants of Human Health*, utgitt av Springer Humana Press (redigert av J.M. Pacyna og E.G. Pacyna).

Sofia Eirini Chatoutsidou

Sofia Eirini Chatoutsidou forsvarte sin doktorgradsavhandling ved det Tekniske Universitet på Kreta, Hellas 20. mai 2016. Tittelen på avhandlingen var "Physical processes of indoor aerosols in modern microenvironments".

Avhandlingen ble gjennomført ved NILUs avdeling for atmosfære og klima, og støttet av EUs syvende rammeprogram HEXACOMM (*Human Exposure to Aerosol Contaminants in Modern Microenvironments*).

Luftkvalitet på kontoret

I arbeidet gransket Chatoutsidou innendørspartikler og deres interaksjoner; fysiske prosesser og reaksjoner som kan endre deres kjemiske sammensetning, fysiske egenskaper og konsentrasjon.

Siden vi i dag tilbringer mesteparten av tiden innendørs, blir vi utsatt for

forurensning også der. Inneluftkvalitet, et begrep som refererer til luftkvalitet inni bygninger, innebærer karakterisering av kilder innendørs, samt granskning av forskjellige forurensninger og hvordan de virker på luften. Forurensninger inne er også forbundet med skadelige helseeffekter, blant annet kardiovaskulær sykdom, astma, kvalme, kreft og mer.

Chatoutsidou fokuserte på moderne arbeidsplassmiljøer i studiet og gjorde målekampanjer på kontorer på NILU på Kjeller her i Norge og i Chania i Hellas. Hun gjorde samtidige målinger av innen- og utendørspartikkelkonsentrasjoner (antall og masse) i flere kontorer, som ble utstyrt med et mekanisk ventilasjonssystem.

Utemiljøet påvirker inneklimaet

Resultatene viste at utemiljøet spiller en viktig rolle på innendørs partikkelnivå, spesielt i ledige kontorer. Både antallet og massekonsentrasjonene på innendørspartiklene fulgte profilen for utendørspartiklene, noe som indikerer en betydelig infiltrering av utendørspartikler innendørs.



Samtidig fant Chatoutsidou at kilder inne, særlig kontorutstyr som f.eks. skrivere, sto for det viktigste bidraget til ultrafine partikler innendørs. For partikkeltransporten spilte plassering av dører, intern layout og luftstrømmer en viktig rolle. For de grovere partiklene var det menneskene på kontoret som betød mest, de forårsaket resuspensjon når de gikk rundt, flyttet på gjenstander etc.

I sum demonstrerte kampanjene i Norge og Hellas at miljømessige forhold innendørs i form av partikkelkonsentrasjon henger sammen med både innendørs og utendørs bidrag, hvor primære utslipp og partikkeldynamikk bestemmer hvordan innemiljøet påvirkes.

Cristina de Brito Beirão Guerreiro

Cristina de Brito Beirão Guerreiro forsvarte sin doktorgradsavhandling «A novel combination of methods for air quality management support with focus on particulate matter» ved Det Tekniske Universitetet i Gdansk, Polen 21. september 2016.

Svevestøv leder til helseskader. Husholdningsforbrenning og jordbruk er nøkkelutslippssektorer i fremtidig forvaltning av luftkvalitet, særlig med fokus på reduksjon av svevestøv (PM) og helseskader som følge av det.

BaP og lungekreft

I avhandlingen identifiseres husholdningsforbrenning som en hovedutslippssektor for primær-svevestøv (PM) og benzo(a)pyren (BaP). Forbrenning i husholdninger er også av økende betydning for konsentrasjoner av svevestøv og BaP i Europa.

Guerreiro har videre estimert den europeiske befolknings eksponering for BaP, sett i sammenheng med den relaterte forekomsten av lungekreft. Dette gjorde hun ved å kombinere målinger, spredningsmodeller og relevante hjelpedata.

Funnene viser at omtrent 20% av den europeiske befolkningen ble utsatt for årlige gjennomsnittskonsentrasjoner av BaP over målverdien ($1 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$) i 2012. Kun ca. 12% av den europeiske befolkningen bor i områder med konsentrasjoner under anslått referansenivå for akseptabel risiko ($0,12 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$).

Gøteborgprotokollen ikke tilstrekkelig

Jordbruk er den største utslippssektoren for NH_3 , en viktig forløper for svevestøv (PM). Den fører til dannelsen av sekundære uorganiske aerosoler (SIA). SIA står for om lag en tredjedel av PM_{10} - og halvparten av $\text{PM}_{2,5}$ -konsentrasjonene i den regionale bakgrunnsluften i Europa. Modellsimuleringene i denne studien, kombinert med måledata, viser at de avtalte utslippsreduksjonene i den revideerte Gøteborgprotokollen ikke vil være



tilstrekkelig til å oppnå samsvar med svevestøvstandardene i Europa i 2020. Dermed bør ytterligere europeiske tiltak vurderes. En ytterligere reduksjon på 30% av NH_3 -utslippene fra landbruk vil kunne oppnås ved å gjennomføre tilgjengelige avbøtende tiltak. En slik reduksjon ville bidra til en reduksjon av $\text{PM}_{2,5}$ -nivåene, som ville ført til en reduksjon i for tidlig død på grunn av luftforurensning i Europa.

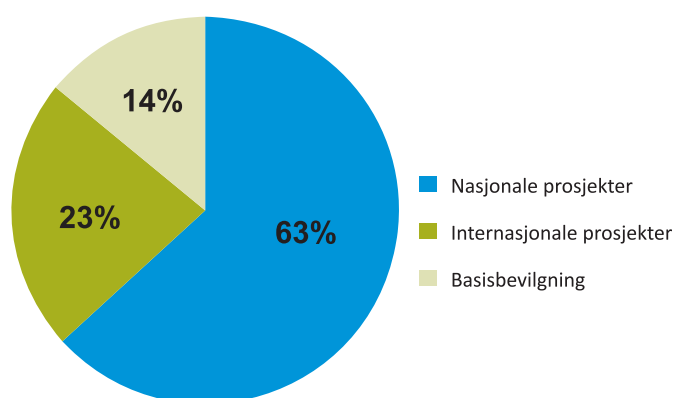
Nøkkeltall

Utdrag fra årsregnskap: Alle tall i MNOK

Resultatregnskap	2016	2015
Prosjektinntekter	158,0	158,9
Basisbevilgning*	28,4	27,0
Nasjonale oppgaver og tildelinger	16,3	11,0
STIM-EU	3,5	1,4
Andre inntekter	0,8	0,7
Driftsinntekter	207,0	199,0
Lønn og sosiale kostnader	-138,1	-132,6
Eksterne utlegg	-27,8	-21,7
Andre driftskostnader	-35,9	-34,4
Driftsresultat	5,3	10,3
Netto finansposter	-1,0	9,8
Skattekostnad	-2,3	-6,5
Årsresultat	2,0	13,6

Balanse	31.12.16	31.12.15
Anleggsmidler	100,0	98,9
Omløpsmidler	96,9	98,8
Sum eiendeler	196,9	197,7
Egenkapital	122,4	120,5
Langsiktig gjeld	0,0	14,5
Kortsiktig gjeld	74,5	62,7
Sum gjeld og egenkapital	196,9	197,7

PROSJEKTPORTEFØLJE - PROSENTVIS FORDELING 2016



*inkl. strategiske instituttsatsninger

Antall årsverk	31.12.16	31.12.15
Totalt	163	160
- herav forskerårsverk	94	92
- herav årsverk andre ansatte	69	68
Omsetning per forskerårsverk	2 117	2 163

Antall ansatte	31.12.16	31.12.15
Totalt	176	175
- herav kvinner	92	87
- herav menn	84	88
Antall ansatte med doktorgrad	68	67

Prosjektportefølje - prosentvis fordeling	2016	2015
Nasjonale prosjekter	63 %	63 %
Internasjonale prosjekter	23 %	23 %
Grunnbevilgning	14 %	14 %
Total	100 %	100 %

NILUs utgivelser	2016	2015
Vitenskapelige artikler	130	147
Oppdragsrapporter	35	40
EMEP/CCC-rapporter	4	5
Foredrag	136	124
Postere	41	45

I tillegg bidro NILUs forskere til utgivelse av:

Eksterne rapporter	20	20
Kapitler/artikler i bøker/rapporter	33	25

Antall og nasjonal fordeling av ansatte

2016: 176 ansatte fra 20 ulike nasjoner

2015: 175 ansatte fra 22 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
AGH Energy Center
36, Czarnowiejska Str.
30-059 Krakow
Poland
Tel. + 48 519 165 371
E-mail: nilupolska@nilu.pl
www.nilupolska.eu