

Årsrapport 2019



Innhold

2019 - et jubileumsår!	3
NILU 50 år i 2019	4
Om NILU	6
Stadig flere nanoprosjekter i Helseeffektlaboratoriet	7
COPE: Undersøker kombinerte effekter av miljøgifter og klimaendringer på arktiske økosystemer	8
NILU robotiserer laboratoriearbeidet	10
NILU-forsker Cathrine Lund Myhre i Leonardo DiCaprios klimadokumentar «Ice on Fire»	12
Forskning på luftstrømmer og forurensning i Pilestredet	14
FNs Miljøprogram GEO-6-rapport: Tiden for å handle er nå!	16
NILU på oppdrag i Chile: Måling av flyktige organiske forbindelser	18
RAVEN: Deling av luftkvalitetsdata over stadig flere landegrenser	20
ClairCity: Innbyggerne leder an for bedre luftkvalitet i byene	22
Et grønnere Europa: NILU bidrar gjennom temasentre	24
Nye muligheter for NILU: tjenester mot industrien	26
God evaluering av forskningssamarbeidet i Framsenteret og flaggskipet Miljøgifter	28
NILU har fått nytt serverrom	29
Stasjonskavalkade	30
Januar: Birkenesobservatoriet	30
Februar: Lillehammer barnehage	32
Mars: Svanvik	33
April: Zeppelinobservatoriet	34
Mai: Kårvatn	35
Juni: Prestebakke	36
Juli: Hjortnes	37
August: Andøya	38
September: UV- og ozonmålinger i Oslo og på Kjeller	39
Oktober: Hurdal	40
November: Sofienbergparken	41
Desember: Trollhaugen	42
Nøkkeltall	43

Christine Forsetlund Solbakken, redaktør.

Ingunn Trones, layout.

Forsidebilder: En målestasjon anno 1975 i Kirkegata, Oslo. Foto: NILU. En moderne målestasjon på Tiller i Trondheim anno 2014. Foto: Claudia Hak, NILU.



2019 - et jubileumsår!

I 2019 feiret NILU 50 år i miljøets og klimaforskningens tjeneste. Vi feiret også 25 år for vårt forskningssenter i Tromsø på Framsenteret, og 30 år på Zeppelinfjellet i Ny-Ålesund. Der ligger Zeppelinobservatoriet, som en viktig del av et verdensomspennende nettverk for å overvåke atmosfæren.

Vi er stolte over 50 år med helhjertet innsats for å skape et bedre miljø på kloden. Vi har også mange suksesser å vise til. Forskning nytter! Samfunnet har et stort behov for gode råd i en krevende situasjon for vår verden, og sammen med sterke partnere skal NILU fortsette med forskning som bidrar til et mer bærekraftig samfunn. Det vil igjen bidra til å snu den negative miljø- og klimautviklingen.

På det lokale plan har NILU en viktig rolle i både å måle og analysere data som viser hvordan luftkvaliteten er og utvikler seg der folk bor. Vi kombinerer dette med inngående kompetanse om hva dataene betyr, og på den måten bidrar vi til gode, langsiktige og kunnskapsbaserte løsninger.

Vi er vårt ansvar bevisst om å formidle forskningsbasert og anvendbar kunnskap av høyeste kvalitet til forvaltning og politikere. Eksempler på dette er blant annet vår forskning på fluorstoffer i luft, dyr og skismøring, samt på siloksaner i såpe, sjampo og andre forbrukerprodukter. På basis av dette, og svært mye annet, stiller Norge med en sterk stemme i internasjonale forhandlinger og får gjennom sine forslag til forbud og regulering.

Norske myndigheter har i tiår deltatt med engasjement og økonomisk støtte til langsiktig miljø- og klimaforskning. Dette er helt avgjørende for et land som befinner seg i «mottakssonen»

for luftforurensning fra mange av de tettest befolkete områdene på kloden.

På NILU har vi stort fokus på innovasjon i forskningen vår. Størst er bidraget vårt innen samfunnsinnovasjon, men vi jobber også med løsninger knyttet til konkrete problemstillinger. Blant eksemplene finner vi vår forskning på resirkulering av sjeldne og verdifulle jordartsmetaller fra smarttelefoner. I tillegg starter vi i 2020 opp et prosjekt som skal se på hvordan vi kan resirkulere plast mer effektivt, samtidig som vi unngår å resirkulere miljøgiftene den inneholder.

50 år i miljøets tjeneste handler om en stor innsats fra mer enn 700 ansatte gjennom tidene. Mange har jobbet på NILU i mesteparten av sitt arbeidsliv, og det er en stor glede å få lov å lede en organisasjon med så bunnsolide, dedikerte og innsatsvillige medarbeidere.



Kari Nygaard
adm.dir



Administrerende direktør Kari Nygaard. Foto: StudioF2, Fotograf Ingar Naess

NILU 50 år i 2019

Foto: Christine Forsetlund Solbakk, NILU



Lanseringen av ETC / ATNI 17. mars

Vi åpnet jubileumsåret 2019 på Kulturhuset i Oslo, med en lansering av det nye temasenteret for luftforurensning, transport, støy og industriforurensning (ETC / ATNI). NILU har æren av lede temasenteret på vegne av Det europeiske miljøbyrået (EEA). På programmet sto innslag fra Stortingets energi- og miljøkomite, EEA, Miljødirektoratet, Folkehelseinstituttet, Norsk Industri og selvsagt NILUs egne forskere.

Foto: Are Bäcklund, NILU



Besøk på Zeppelinobservatoriet 1.-3. april

I april inviterte vi med oss en rekke celebre gjester til Ny-Ålesund og Zeppelinobservatoriet, for å feire både NILUs 50-årsjubileum og observatoriets 30 år. Blant gjestene var statssekretær Atle Hamar fra Klima- og miljødepartementet, i tillegg til samarbeidspartnere fra Norsk polarinstitutt, NIVA, Meteorologisk institutt, Det Norske Videnskaps-Akademi, Forskningsrådet, UNIS, Stockholms Universitet, SIOS, Kings Bay – og en journalist fra NRK.

Foto: Ingunn Trones, NILU



Jubileumsdagen torsdag 12. september

12. september var det tid for den virkelige store feiringen! Vi valgte å dele dagen i to, og startet med et faglig symposium. Der fikk vi korte foredrag med vekt på samarbeid fra 1969 og fram til i dag fra Forskningsrådet, Klima- og miljødepartementet, Det europeiske miljøbyrået, EMEP, Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Meteorologisk institutt og Bymiljøetaten. Så tok våre egne forskere over, og presenterte spennende forskning fra NILUs første dager og til nå – og med et aldri så lite skråblikk inn i framtiden.

Jubileumsdagen fortsatte så med aperitiff, hyggelige taler og gaveoverrekkelse, før vi igjen bega oss inn i salen. Den var nå fylt opp av flott pyntede bord – der lyslyktene med NILU-dekor spilte hovedrollen. Den deilige middagen ble kun avbrutt av et underholdende foredrag om luftas betydning for allverdens dyr og småkryp, flott levert av zoolog Petter Bøckman fra Naturhistorisk museum.



Foto: Faith Ørnes, NILU

Løsningspils i Tromsø 17. oktober

NILU i Framsenteret i Tromsø feiret sine 25 år i 2019, og markerte det ved å invitere til Tromsøs aller første Løsningspils på studenthuset DRIV. Konseptet går ut på at forskerne byr på korte og løsningsfokuserte foredrag basert på aktuell og gjerne lokal forskning. Publikum fikk høre om alt fra plast i havet og fluor under skiene, til e-avfall, piggdekk og hvordan din gressplen kan bidra til å bremse klimaendringene.



Foto: Eldbjørg Heimstad, NILU

Familedagen 17. november

Ingen feiring er fullstendig uten et skikkelig familieselskap, og det ble siste innslag i et år med feiring fra begynnelse til slutt. 17. november åpnet vi dørene på NILU for familie og venner i alle aldre. For de minste bød vi på forskningstorg med mikroskop, varmekamera og høytlesing, pluss tegnekrok i kantina. De som var litt eldre kunne være med på omvisninger på laboratoriene, eller få med seg et populærvitenskapelig foredrag eller tre. Dagens største hit uansett alder var nok å få bli med ingeniør Are Bäcklund til Zeppelin og Trollhaugen via VR-brillene.



Foto: Kristin Butveit, NILU

Om NILU

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 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 forvaltningssystemer for luftkvalitet i storbyer, til systemer som setter klimagassutslipp og lokal luftforurensning i sammenheng.

I tillegg er avdelingen sentral i norsk overvåking og forskning på industriutslipp.

Avdeling for miljøeffekter og bærekraft

arbeider hovedsakelig med utvikling av bærekraftige løsninger i en sirkulær økonomi, samt kvantifisering av systemers og produkters effekter på helse og miljø i et livsløpsperspektiv.

Avdelingen jobber også med rådgivning og evaluering av politiske virkemidler og tiltak for bærekraftig utvikling.

Avdeling for miljøkjemi

forsker på nye og etablerte miljøgifter, og har kompetanse på alle typer miljøprøver fra luft, vann og sedimenter samt 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, 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, 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.

Stadig flere nanoprosjekter i Helseeffektlaboratoriet

Helseeffektlaboratoriet på NILU har fått finansiering for flere nye prosjekter i løpet av 2019, og de styrker stadig sin kompetanse innen nanomaterialer og toksisitetstesting.

*Christine Forsetlund Solbakken
kommunikasjonssjef*

Seksjonsleder Elise Rundén Pran forteller at to av de nye prosjektene deres er EuroNanoMed-prosjekter som starter i 2020. Prosjektene er finansiert av Forskningsrådet via EU, og de rapporterer til begge instanser.

- Prosjektene går ut på å utvikle nye nanomedisiner til behandling av ulike sykdommer, forteller Elise.
- Nanomaterialer har veldig unike egenskaper, og en særlig fordel er at man kan målrette dem mot en bestemt celletype som forekommer i den aktuelle sykdommen.

Fra kreft til hjerneslag og øyesykdom
Helseeffektlaboratoriet har to EuroNanoMed-prosjekter fra før, ett om lungekreft som ble avsluttet i 2019, og ett om brystkreft som går ut 2020. De to nye prosjektene som starter i 2020 er litt annerledes – det ene tar for seg behandling av hjerneslag og det andre øyesykdommen makuladegenerasjon. De som rammes av denne sykdommen mister skarpsyn og fargesyn, fordi et område av netthinnen ødelegges.

- Det som er viktig under utviklingen av alle typer nye medisiner er å utføre toksisitetstesting, forklarer Rundén Pran videre. – Vi må sjekke at medisinen ikke gir andre effekter enn det vi ønsker, og innen nanofeltet

snakker vi ofte om «safe by design». Denne prosessen handler om å teste toksisitet underveis i utviklingen av medisinen, og gjøre små endringer som kanskje ikke endrer den ønskede funksjonen, men likevel hindrer skadelige bivirkninger.

Hun forteller videre at ved å bare endre litt på overflatebehandling eller lading eller størrelse på nanomaterialet du bruker kan du endre egenskapene. Målet er hele tiden å designe nanomaterialer med ønsket effekt, og samtidig med færrest mulig bivirkninger.

- Dette er en mer effektiv utviklingsprosess, både når det gjelder tid og penger, sier Rundén Pran. – I disse prosjektene står vi for toksisitetstesting, og av og til sjekker vi også at materialet kun tas opp i de celletypene det er ment for.

Ettertraktede prosjektpartnere

Prosjektene gjennomføres som regel i samarbeid med partnere fra ulike fagfelt. Helseeffektlaboratoriets spesialfelt er gentoksisitet, med fokus på DNA-skade. De tilbyr et ettertraktet utvalg av tester og modeller, og er en populær prosjektpartner med bred erfaring innen nano- og toksikologifeltet.

Elise Rundén Prans kollega, seniorforsker Maria Dusinska, er primus motor for det tredje prosjektet

Helseeffektlaboratoriet starter opp i 2020. Der skal de bidra med risikovurdering av nanomaterialer, noe Dusinska også jobber med som representant i EUs Vitenskapelige komite for forbrukertrygghet (SCCS).

- SaByDoMa, (Safety BY Design Of nanoMaterials - From Lab Manufacture to Governance and Communication: Progressing Up the TRL Ladder) er et Horisont 2020-prosjekt, forteller Rundén Pran. – Det er en videreføring av et tidligere prosjekt, HISENT, der målet var utvikling av moduler for nanotoksitet-screening, såkalt «organ på en chip».

«Organ på en chip» er, kort forklart, teknologi som prøver å etterlikne ulike organer på små chiper med elektroder og mikrovæskestrøm. Chipene kan kobles sammen, og brukes til å teste ulike nanomaterialers effekt på nyrer, lunger, blod og så videre. Helseeffektlaboratoriets oppgave i videreføringen i dette prosjektet blir å gjøre kvalitetssikring og risikovurderinger. I tillegg skal de bidra til å etablere risikostyringsverktøy for at utvikling av nanomaterialene kan gjøres etter det såkalte safe by design-prinsippet.

- Vi gleder oss til å komme i gang med prosjektene, som vil utvide nanotoksikologikompetansen vår ytterligere, avslutter Rundén Pran.



COPE: Undersøker kombinerte effekter av miljøgifter og klimaendringer på arktiske økosystemer

Klimaendringer. Tap av biologisk mangfold. Miljøgifter. Vi mennesker utsetter det sårbare Arktis for store påkjenninger. Vil området klare å takle det på sikt?

Ingjerd Sunde Krogseth
seniorforsker

Arktis fremstår som en varslende for miljøendringer. To av de største utfordringene er klimaendringer og eksponering for langtransporterte, vedvarende og bioakkumulerende miljøgifter.

Hvordan takler de arktiske økosystemene dette? Og hvordan takler vi det som forskere? Dette er hovedfokuset i COPE, et nytt tverrfaglig prosjekt basert på det langvarige samarbeidet i Framsenter-

flaggskipet «Miljøgifter – effekter på økosystemer og helse».

Persistente organiske miljøgifter (POP-er) og kjemikalier med lignende egenskaper blir transportert til Arktis fra områder lenger sør. I Arktis blir de tatt opp i økosystemene og hopper seg opp gjennom næringskjeden, noe som resulterer i høye konsentrasjoner i topp-predatorene.

Parallelt med dette opplever Arktis sterke og raske endringer i temperatur og klima, med følger som tap av havis og tilsig av vann fra Atlanterhavet.

Dette påvirker også de arktiske økosystemene.

I COPE tar vi sikte på å belyse dette kunnskapshullet i et omfattende tverrfaglig forskningssamarbeid. Vi vil kombinere empiriske data, tidstrender og statistiske metoder med mekanistiske og nyskapende modelleringsteknikker. For å utvikle og evaluere den tverrfaglige tilnærmingen vil vi fokusere på datarike økosystemer og arter, som sjøfugl og isbjørn.

Disse dyrene er sårbare for miljøgifter og klimaendringer, og kan fungere



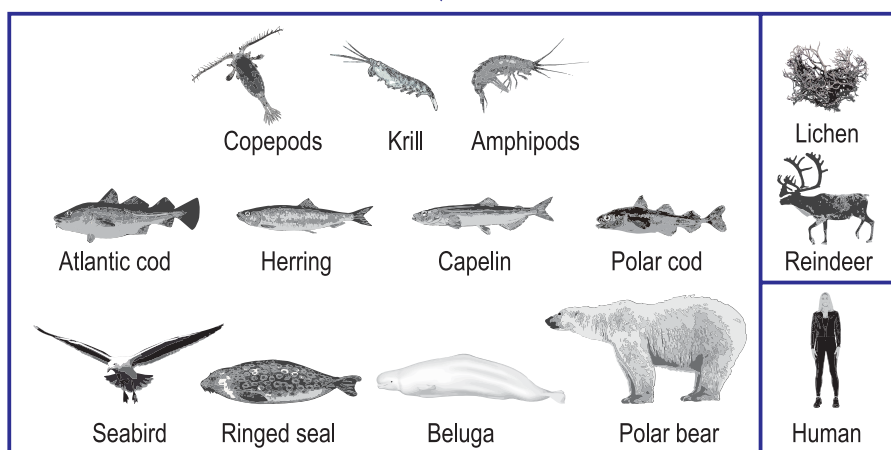
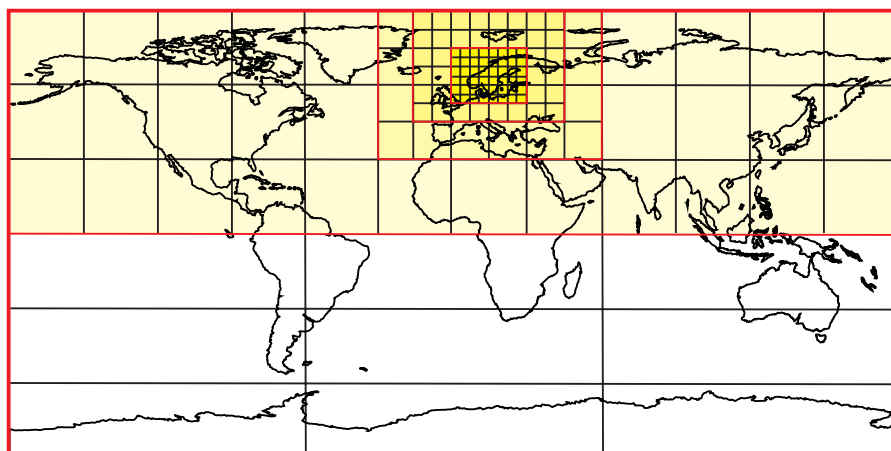
Seniorforsker Ingjerd Sunde Krogseth, NILU
Foto: Christine F. Solbakken, NILU

som indikatorer for endringer i økosystemets tilstand.

I kjernen av COPE ligger modellen NEM, «Nested Exposure Model», som for tiden er under utvikling ved NILU. NEM er en unik multimediemodell for beregning av miljøskjebnen til, og bioakkumuleringen av, organiske miljøgifter. NEM skal øke forståelsen av sammenhengen mellom globale utslipp av miljøgifter og hvordan de ender opp i arktiske økosystemer og arter.

Vi tror at kombinasjonen av NEM-modellen, den tverrfaglige ekspertisen i Framsenteret, store mengder empiriske data samt nye modelleringsverktøy ved Norsk Polarinstitutt gir oss en unik mulighet til å oppnå større forståelse av de komplekse interaksjonene mellom miljøgifter og klimaendringer i arktiske økosystem. Denne kunnskapen er avgjørende for å bygge opp under vitenskapelig forsvarlige forvaltningsstrategier for å sikre en sunn fremtid for arktiske økosystemer.

Den originale (og lengre) versjonen av denne artikkelen ble først publisert i Fram Forum 2020.



NEM-modellen (Nested Exposure Model) integrerer simulering av transport og distribusjon av miljøgifter i det fysiske miljøet (øverst) med bioakkumulering i arktiske næringskjeder (nederst).
Copyright: NILU

COPE – «Integrated risk assessment framework for evaluating the combined impacts of multiple pressures on Arctic ecosystems» (2019-2023)
finansieres av Norges Forskningsråd (#287114).

Prosjektet ledes av NILU – Norsk institutt for luftforskning, i nært samarbeid med Norsk Polarinstitutt, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Akvaplan-niva AS og internasjonale samarbeidspartnere fra Canada, Frankrike og Australia.

Miljødirektoratet vil fungere som prosjektrådgiver for å sikre god kommunikasjon med forvaltningsmyndigheter i forbindelse med prosjektplanleggingen, samt ved formidlingen av prosjektsresultatene.



Silje Eltvik Thomassen fra NILUs laboratorium for organisk analyse setter i gang en prosess på den nye roboten. Foto: Ingunn Trones, NILU

NILU robotiserer laboratoriearbeidet

NILUs laboratorier kan analysere de fleste prøver for et utall komponenter, men det blir ingen analyse uten forutgående klargjøring i laboratoriet. Det er ofte en manuell og svært tidkrevende prosess. Nå skal en ny robot effektivisere dette arbeidet.

*Ingunn Trones
kommunikasjonsrådgiver*

NILUs laboratorium for organisk analyse har nylig anskaffet en robot – en Freestyle fra LC Tech. Roboten er et avansert datastyrt instrument med bevegelige elementer, som kan programmeres til å utføre mange forskjellige handlinger avhengig av hvilke moduler det er utstyrt med. Freestilen i NILUs laboratorium er utstyrt med tre moduler for rensing av prøver: En GPC (Gel Permeation

Chromatography), en SPE (Solid Phase Extraction) og en EVA (EVAporation).

Robot til glede og nytte

Silje Eltvik Thomassen arbeider som ingeniør i laboratoriet. Hun er spent på hvordan dette nye instrumentet vil påvirke arbeidshverdagen hennes.

– Roboten er forholdsvis ny for oss. Vi har ikke tatt den systematisk i bruk ennå, men vi ser at den har potensial til å bli veldig arbeidsbesparende, sier hun. – I vårt laboratorium skal den i

hovedsak forberede prøver som skal sendes videre til analyse.

Et eksempel på oppdrag for NILU er de årlige analysene for Miljødirektoratet i forbindelse med overvåkingen av miljøgifter. Da får laboratoriet tilsendt mange ulike prøvetyper, som leverprøver fra rotte, rev og/eller andre dyr.

Hver prøve skal analyseres, slik at de skal kunne følge utviklingen i miljøgiftinnholdet i de ulike dyrene fra år til år.



Noen brett med prøveglass er satt inn i roboten, armen har forflyttet seg og er klar til å hente opp innholdet til rensing. Foto: Ingunn Trones, NILU

Erstatter manuelle prosesser

– Prøvene kommer først til oss for at vi skal forberede dem, sier Silje. – Målet er å kun sitte igjen med de aktuelle miljøgiftene i prøvene. Da er de klare til instrumentell analyse.

– Vi begynner med ekstraksjon, forklarer Silje. – Det er en manuell prosess der fettløselige stoffer skilles ut ved kolonneeluering. Vi tilsetter et løsemiddel som kun tar med seg fettstoffene i prøven, og siden miljøgiftene vi er på jakt etter er fettløselige, skilles de ut sammen med løsemiddelet.

Denne oppløsningen settes inn i Freestylen der den behandles etter valgte metoder i de forskjellige modulene. Freestylen automatiserer tidkrevende oppgaver som ingeniørene i laboratoriet hittil har utført manuelt.

Fordelen med FreeStylen er også, ifølge Thomassen, at den har potensial til å behandle mange prøver med ulike teknikker samtidig.

– I eksempelet vårt fra Miljødirektoratet er det snakk om et

stort antall prøver, så der er FreeStylen ideell, sier hun.

For å illustrere setter hun et brett fylt med ekstraherte prøver inn i instrumentet. Hun velger ønsket opprensingsmetode fra PC-en, trykker start, og så kan hun forlate rommet.

Freestylen henter inn riktig mengde av hver prøve og tar den gjennom den valgte rensingen. Ut kommer ferdig tilmålt ekstrakt, tappet på nye glass og klar til analyse.

– Det høres enkelt ut, men det er avanserte prosesser som utføres, så det er ikke gjort i en håndvending, forteller Silje.

Bidrar til en mer effektiv arbeidsdag

Selv om prosessene er automatisert tar de fremdeles lang tid. For å utføre én av de mange metodene Thomassen kan velge, bruker roboten fra én til to og en halv time per prøve.

– Inntjeningen ligger ikke nødvendigvis i tid spart per prøve, sier Thomassen.

– Den ligger i at vi kan sette i gang jobben over natten eller helgen, uten at

noen må være fysisk til stede. I tillegg får vi gjort andre arbeidsoppgaver på dagtid mens roboten jobber.

Når prøvene er ferdig behandlet i Freestylen leverer hun dem videre til instrumentseksjonen for analyse, for eksempel i et massespektrometer. Ved hjelp av dette instrumentet og egnet software kan de påvise og beregne mengden av miljøgifter i prøvene.

I forbindelse med Miljødirektoratets overvåkningsprogram ønsker de blant annet å påvise hvor mye prøvene inneholder av komponenter som bromerte flammehemmere, klorparafiner, dekloraner eller klorerte pesticider.

– NILUs analysepark kan utføre mange slags analyser, og vi er veldig stolte av laboratoriene våre. Vi har kapasitet til å analysere for et ukjent antall komponenter, i et utall forskjellige prøvetyper. Og med den nye roboten blir det forberedende arbeidet mye enklere, avslutter hun.

På rød løper i Cannes:

NILU-forsker Cathrine Lund Myhre i Leonardo DiCaprios klimadokumentar «Ice on Fire»

22. mai 2019 hadde dokumentarfilmen Ice on Fire premiere under filmfestivalen i Cannes. Filmen tar for seg klimaendringene som skjer, og fokuserer på forskningen som ligger bak dagens klimavitenskap samt de innovative løsningene som også finnes.

*Christine Forsetlund Solbakken
kommunikasjonssjef*

Klimadokumentaren Ice on Fire er regissert av Leila Conners, og produsert og fortalt av Oscar®-vinneren Leonardo DiCaprio. Under premieren på Filmfestivalen i Cannes satt blant andre seniorforsker Cathrine Lund Myhre fra NILUs avdeling for atmosfære og klima i salen.

– Ja, det kunne knapt kalles hverdagskost for en klimaforsker, fortalte Cathrine om Cannes-besøket.

– Det var nok første og siste gang i mitt liv jeg kjørte i limousinekortesje med politieskorte! Og da vi kom fram til dit filmen skulle vises ble vi omringet av paparazzi-fotografer og hylende tenåringsjenter. Det er ganske langt unna forskningskonferanser, for å si det sånn!

Veien fra Kjeller til Cannes

Så hvordan havner en forsker som til daglig jobber med atmosfærisk

sammensetning og -forandringer på Kjeller utenfor Lillestrøm i Cannes?

– Vel, det var ganske uventet, forteller Cathrine, – men det hele begynte med at filmteamet fra DiCaprios produksjonsselskap Tree Media tok kontakt med CAGE, Centre for Arctic Gas Hydrate Environment and Climate ved UiT – Norges Arktiske Universitet i 2016. De ville ha med forskere derfra for å sette søkelyset på den potensielt svært viktige klimagassen metan.

Så tok CAGE kontakt med Cathrine, og spurte om hun var interessert i å bidra. De hadde tidligere samarbeidet i prosjektet MOCA – Methane Emissions from the Arctic Ocean to the Atmosphere: Present and Future Climate Effects.

– Jeg sa jo ja, og noen måneder senere kom regissør Leila Conners og Tree Media-teamet til Tromsø for å filme. Jeg sto ute midt på vinteren og skulle snakke om hvor viktig metan er for klimaregnskapet, og måtte gjenta meg

selv med små variasjoner sikkert 30 ganger. Hele intervjuet tok omlag 6 timer, og til slutt husket jeg knapt hva jeg hadde sagt, ler Cathrine.

Vi må finne ut mer om metan

Metan er en drivhusgass langt sterkere enn CO₂, med en levetid i atmosfæren på rundt 10 år. Store mengder metan ligger lagret under havbunnen i form av såkalte metanhydrater, en isliknende substans.

Hvis bare litt av metanet som er lagret i disse arktiske metanlagrene brått skulle slippe ut i atmosfæren, kan det endre jordas atmosfæriske sammensetning og sette fart på global oppvarming med alt det innebærer.

Cathrine forklarer at metankilder kan være både naturlige og en direkte følge av menneskelig aktivitet.

– En stor del av metanet skriver seg fra naturlige kilder som er sårbare

for klimaendringer, sier hun. – Dette er for eksempel våtmarker, hav og drøvtyggende ville dyr.

– Å begrense eller kontrollere disse utslippene er utenfor vår kontroll, så det eneste vi kan gjøre i forhold til disse kildene er å lære mer om dem, samtidig som vi jobber for å unngå at den globale gjennomsnittstemperaturen stiger. Samtidig skriver de fleste – rundt 60% – av dagens metanutslipp seg fra menneskelige aktiviteter, og her kan tiltak iverksettes.

Ice on Fire lar klimaforskerne bli hørt

I forkant av premierevisningen i Cannes holdt både regissør Leila Conners og produsent Leonardo DiCaprio korte taler, der de fortalte om arbeidet med filmen.

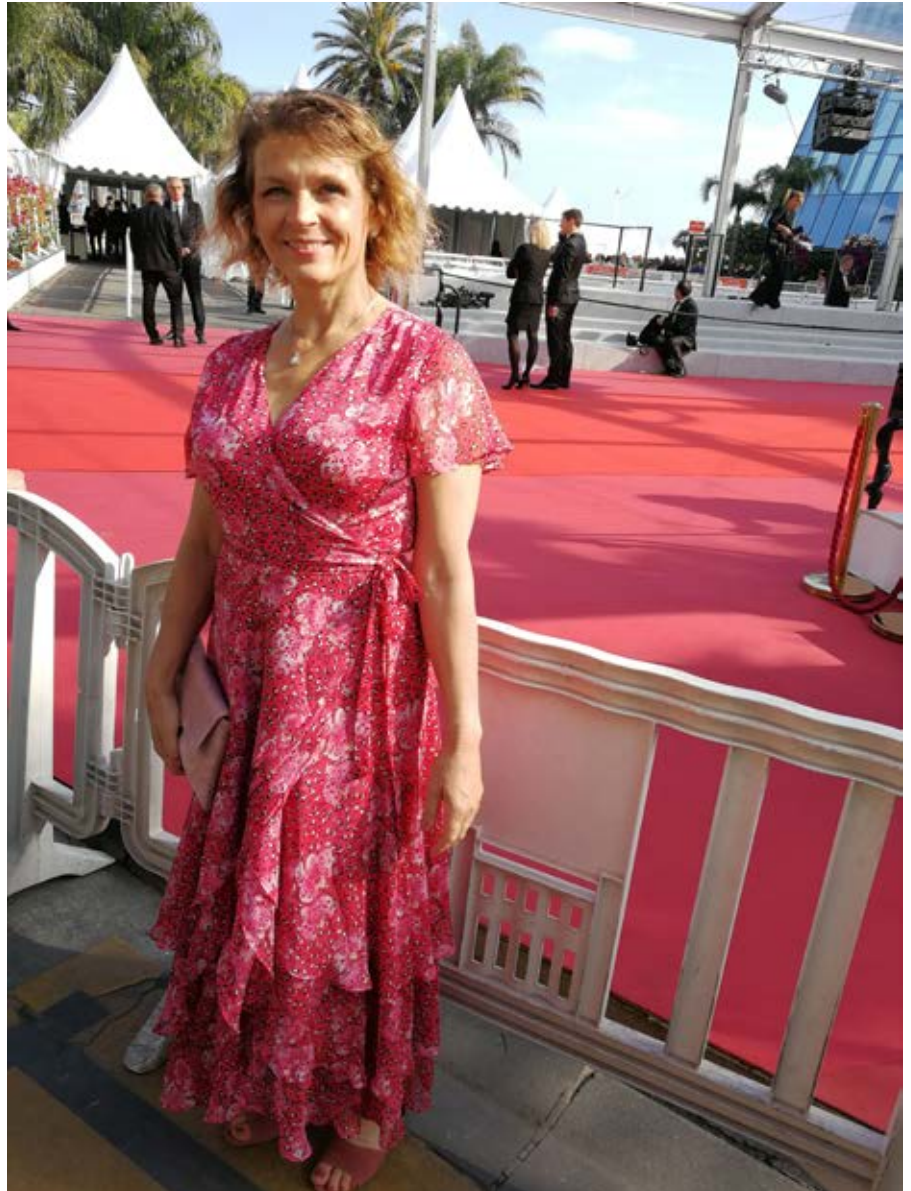
I sin tale sa Leila Conners at vi akkurat nå står ved et veiskille:

– Vi opplever to ulike historier: En der dramatiske klimaforstyrrelser står i fokus, og en annen der banebrytende innovasjon spiller hovedrollen. Spørsmålet er – hvilken av disse to historiene vil vinne til slutt? Vi håper selvsagt at den sistnevnte gjør det, og det er derfor vi laget denne filmen.

Leonardo DiCaprio på sin side benyttet anledningen til å takke alle forskerne og innovatørene som hadde bidratt til filmen, og fikk dem til å reise seg til applaus fra de andre tilskuerne i salen.

Videre fortalte han at grunnen til at de ønsket å lage Ice on Fire var for å gi en stemme til forskerne som jobber utrettelig hver dag, i kampen mot klimaendringene.

– Motstanden mot det vitenskapelige samfunnet er ofte sterk, men forskerne fortsetter framover. Ice on Fire ble laget for at de skulle bli hørt, uten avbrytelser.



Cathrine Lund Myhre ved den røde løperen i Cannes. Foto: Synne Myhre

En film som gir håp

Å delta i filmen og få være til stede under Filmfestivalen i Cannes var litt av en opplevelse. Men Cathrine Lund Myhre er mer opptatt av hva Ice on Fire kan bety for folks forståelse av klimaet, utfordringene og de mulige løsningene forbundet med det.

– Det er en film jeg tenker at så mange som mulig burde se, sier hun.
– Den viser realitetene, den forklarer

utfordringene vi har og hva vi forskere strir med – men den gir også håp. Det er en vakker film, og en film jeg tror kan være inspirerende for alle som ser den. Gjennom å fortelle historiene til de som bruker forskning til å finne løsninger, viser den oss at vi kan klare dette. Men vi må gjøre det nå.

Ice on Fire er tilgjengelig via HBO Nordic.



Forskning på luftstrømmer og forurensning i Pilestredet

På et stillas langt over hodet på fotgjengerne i Pilestredet 47c og 48 hang det i et par uker avanserte måleinstrumenter for å karakterisere luftstrømmer og måle ulike typer luftforurensning. Instrumentene inngikk i et måleprosjekt i regi av NILU – Norsk institutt for luftforskning, for å skaffe data om luftstrømningsmønstre og hvordan luftforurensning fordeles i høyden.

Christine Forsetlund Solbakken
kommunikasjonssjef

- Det meste av forurensningen i bygatene er fra veitrafikk, og slippes ut nede på gateplan, sier prosjektleder og forsker Gabriela Sousa Santos.
- Her ønsker vi å analysere luftstrømningsmønstre og finne ut hvordan denne luftforurensningen beveger seg og fortynnes fra bakkeplan og helt opp til toppen av bygningene i en gate.

Gater som «fanger» luftforurensning

Pilestredet, like ved Frydenlund stasjon, er et eksempel på det forskerne kaller en «urban canyon», en gatestrekke med relativt høye bygninger på begge sider. Nettopp de høye bygningene er med på å gjøre spredningsforholdene dårligere, for de gjør at vind ikke får mulighet til å tynne ut luftforurensningen like effektivt som i mer åpne byområder. Måleinstrumentene ble satt opp tidlig i november 2019, og fjernet igjen to uker senere.

På taket av Pilestredet 48 ble det plassert instrumenter som måler vindhastighet og retning, temperatur og relativ fuktighet. Samme type måleinstrumenter ble også montert på ulike «etasjer» på stillaset, sammen med instrumenter som bl.a. måler komponenter som nitrogendioksid (NO₂), bakkenært ozon (O₃) og CO₂.

I tillegg talte forskerne veitrafikken i Pilestredet, for å skaffe oppdatert informasjon om hvor mange av ulike

typer kjøretøy som passerer på time- og døgnbasis.

Modeller tar ikke hensyn til høye bygninger

Målet med denne kampanjen er å skaffe datagrunnlag for videreutvikling av ulike modeller for både luftstrømmer og luftkvalitet.

Sousa Santos forklarer at spredningsmodeller for luftkvalitet vanligvis ikke omfatter bygninger, og dermed heller ikke gater. Gjengivelsen av topografi er dessuten ganske forenklet og homogen, og flyten og spredningen rundt bygninger baseres på gjennomsnitt. Modellene vil f.eks. vurdere luftstrømmer som går over høyden på bygningene som representativ for gjennomsnittlig vind i en by-sammenheng.

For å beregne forurensningskonsentrasjoner på gatenivå benyttes den NILU-utviklede anvendelige modellen EPISODE, en såkalt Gaussisk modell. Den tar for seg konsentrasjoner og fordeling av ulike stoffer i lufta basert på bl.a. utslippsdata og meteorologiske data. I tillegg definerer den hvor mye av forurensningen som

slippes ut fra hver kilde og beveger seg til et spesifikt punkt, og bruker da den beskrevne gjennomsnittsvinden i byskala – uten å ta hensyn til bygninger.

Data fra Pilestredet skal bidra til bedre modellering

NILU-forskerne vet imidlertid at bygningene i en by representerer fysiske hindringer som spiller en avgjørende rolle i det å heve forurensningsnivået i bymiljøet. Dette er spesielt aktuelt i «urban canyons». Der kan det oppstå luftstrømmer og virvler som gir svært dårlige muligheter for fortykning av luftforurensningen på gateplan.

– Med disse målingene håper vi å fange opp og karakterisere disse episodene, både når det gjelder flytmønster og forurensningsnivå, forklarer Sousa Santos. – Etter hvert ønsker vi å bruke målingene til å utvikle og validere modeller som inkluderer bygninger.

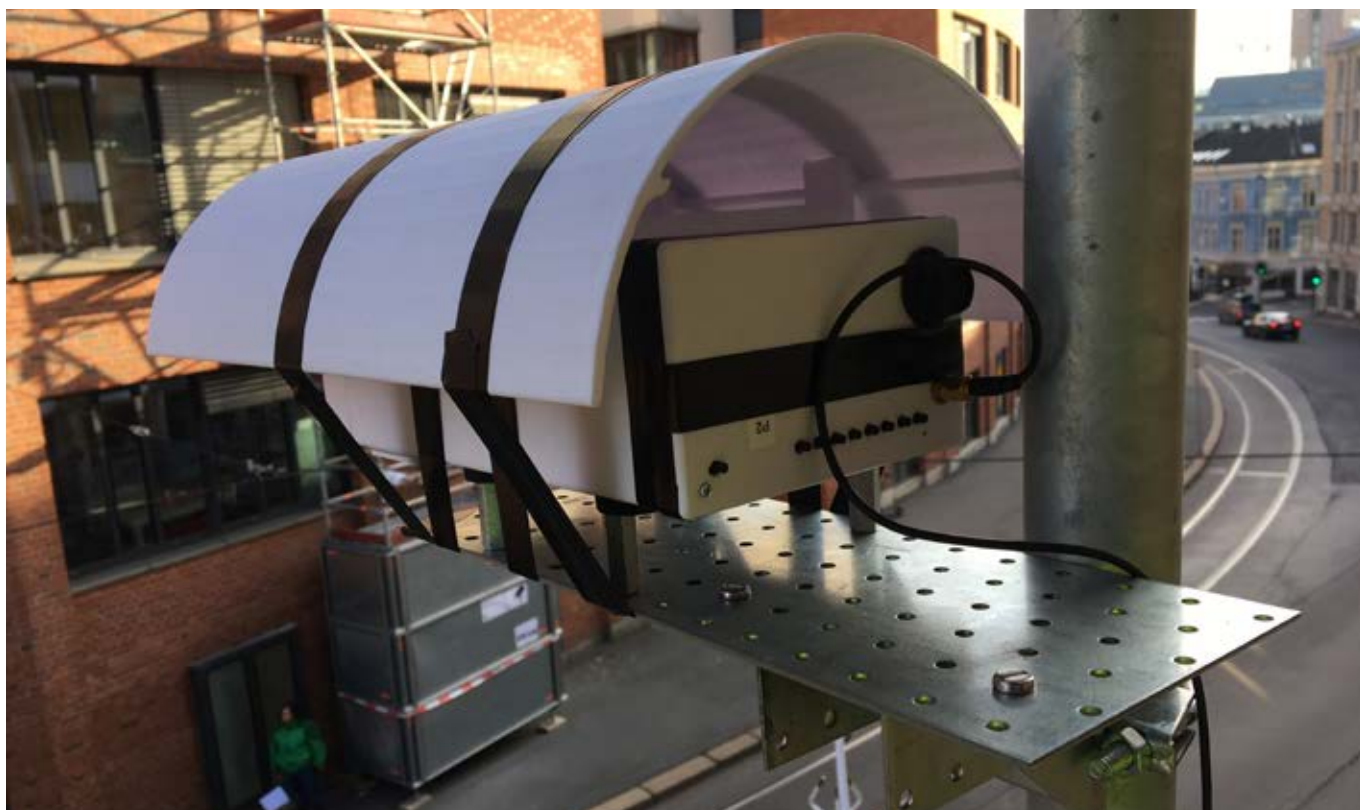
Blant modellene som skal videreutvikles ved hjelp av data fra denne kampanjen er modellen EPISODE-3D. Den bygger på

EPISODE-modellen beskrevet tidligere, men inkluderer blant annet også bygninger når den parametriserer luftstrømningsmønstrene.

Foruten EPISODE og EPISODE-3D bruker NILU-forskerne en numerisk fluiddynamisk modell (computational fluid dynamics, CFD) som eksplisitt inkluderer bygninger. Modellen PALM er en såkalt Large-Eddy simuleringsmodell, som beregner egenskapene til turbulens og vind med svært høy romlig og tidsmessig oppløsning. PALM-modellen er basert på åpen kildekode, og hovedsakelig utviklet ved Universitetet i Hannover.

Etter demontering av instrumentene gjenstår jobben med å analysere de innsamlede dataene. I tillegg er tanken å dele den mest relevante informasjonen de henter ut med naboene der måleinstrumentene har stått.

– Vi vil ferdigstille analysene og begynne å bruke dem for å validere modellene våre i løpet av 2020, avslutter Gabriela Sousa Santos.



Denne mikrosensoren fikk NILU låne av Oslo kommune. Den måler nitrogenmonoksid (NO), nitrogendioksid (NO₂), ozon og karbonmonoksid (CO). Foto: Anne-Cathrine Nilsen, NILU

FNs Miljøprograms GEO-6-rapport: Tiden for å handle er nå!

I mars 2019 lanserte FNs Miljøprogram den sjette Global Environment Outlook-rapporten, «GEO-6: Healthy Planet, Healthy People». I den samles kunnskap om miljøets tilstand per i dag, og det trekkes linjer og skisseres scenarioer for hvordan tilstanden kan og bør utvikle seg framover.

Christine Forsetlund Solbakken
kommunikasjonssjef

– Disse GEO-rapportene er FNs Miljøprograms hovedpublikasjoner, og den som publiseres nå er den mest omfattende rapporten om hele klodens miljøtilstand og framskrivninger siden 2012, forteller forskningsdirektør Cristina Guerreiro fra NILU – Norsk institutt for luftforskning. Hun har ledet arbeidet i kapittel 5 om luft, og har også vært med på å skrive kapittel

12 om luftpolitikk og –retningslinjer («Air policy»).

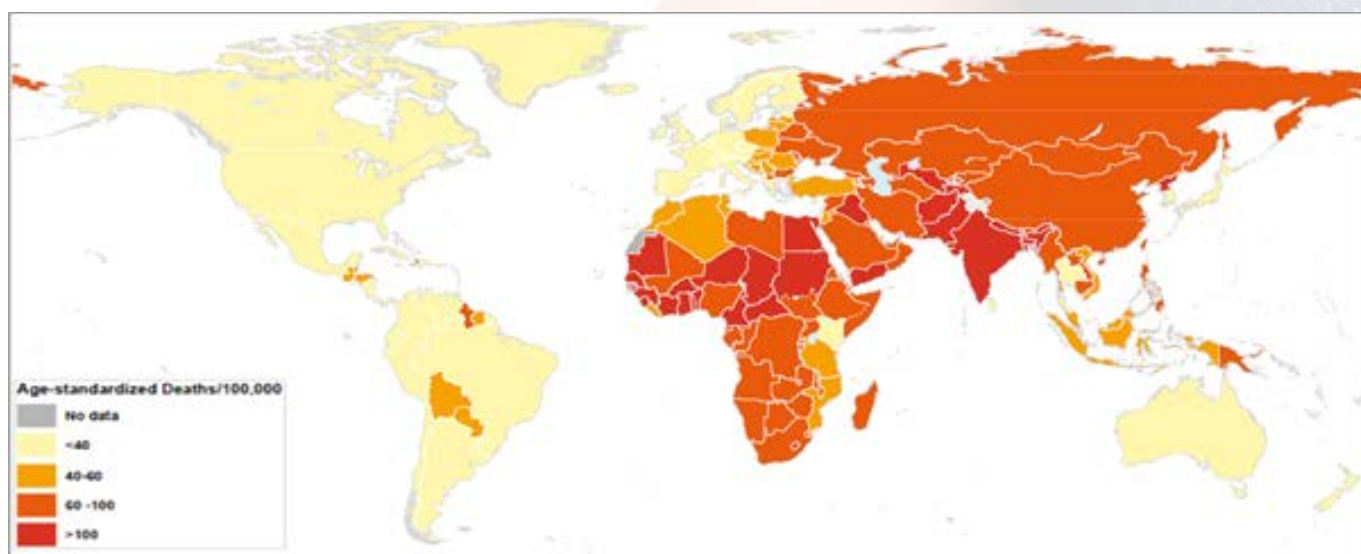
Ekspertene innen ulike felt fra hele verden inviteres til å delta i arbeidet med rapporten, og nettopp denne tverrfagligheten med fokus på FNs utviklingsmål mener Guerreiro er en av rapportens styrker.

Krever globalt samarbeid

Hovedbudskapet i «GEO-6: Healthy Planet, Healthy People» er at tiden for å handle er nå. Ikke bærekraftige

menneskelige aktiviteter har over lang tid forringet jordas økosystemer, og truer nå det økologiske grunnlaget for verdenssamfunnet. Det haster å iverksette tiltak som kan stanse og reversere denne situasjonen.

Viktige tiltak vil være å redusere nedbryting av land, tap av biologisk mangfold og luft-, land- og vannforurensning. Bedre forvaltning av vann, luft og andre ressurser må på plass, utslipp av klimagasser stanses, og ressurser må fordeles og brukes



Figur 1: For tidlige dødsfall per 100.000 innbyggere pga. utendørs luftforurensning ($PM_{2.5}$) i 2016. Kilde: UNEP (2019), adaptert fra HEI (2018).

mer effektivt. Myndighetene i alle verdens land må i langt større grad satse på forebygging og styring av risiko og katastrofer. Målet må være å sikre sunne, meningsfylte liv og et sunt miljø for alle, nå og i framtiden.

– Alt dette krever en mer ambisiøs og effektiv politisk styring på tvers av både land og sektorer, sier Guerreiro, – og akkurat den tankegangen er gjennomgående i hele rapporten. Dette er ikke utfordringer som kan løses av ett land alene, det må globalt samarbeid til.

Ser på luft i den store sammenhengen

Det er allerede godt kjent at innendørs og utendørs luftforurensning står for mellom 6 og 7 millioner for tidlige dødsfall hvert år på verdensbasis (Figur 1), noe som igjen representerer et verditap på 5,1 billioner dollar årlig. Det fører også til enorme kostnader knyttet til behandling av sykdom og tapte arbeidsdager, samt verditap fra avlinger som blir dårligere på grunn av for eksempel høye nivåer av bakkenært ozon. Avlinger som feiler kan føre til matmangel i enkelte deler av verden, som igjen fører til sult, sykdomsutvikling og død. Alt henger sammen, og når effektene av klimaendringene blir sterkere påvirker det også andre ledd i verdikjeden vi er en del av.

– Det er klart at utslipp fra menneskelig aktivitet fortsetter å forandre atmosfærens

sammensetning, forklarer Guerreiro. – Og det handler ikke bare om luftforurensning fra forbrenning og trafikk. Disse utslippene fra menneskelig aktivitet fører også til klimaendringer, de bryter ned ozonet i stratosfæren slik at det blir hull i ozonlaget, og folk blir eksponert for ulike miljøgifter.

Veien videre

Hensikten med rapporten er altså å støtte myndigheter og andre beslutningstakere i arbeidet med å nå FNs bærekraftsmål, oppfylle internasjonale forpliktelser som f.eks. Parisavtalen, og forhåpentligvis overholde 1,5-gradersmålet.

Som grunnlag for dette inneholder rapporten faktabaserte vurderinger av nyere vitenskapelig miljøinformasjon og data samt analyser av nåværende og tidligere miljøpolitikk. I tillegg tar den for seg hvilke ulike muligheter vi har for å oppnå bærekraftig utvikling innen 2050.

– Rapporten er forholdsvis praktisk i sin form, sier Guerreiro, – selv om den ikke er en fasit for hva man må gjøre. I stedet skisserer den ulike veier framover basert på eksisterende kunnskap. Den sier noe om hvilke tiltak som så langt har vist seg å virke, hvilke som ikke har virket, og ser på hvordan videre utvikling kan foregå.

– GEO-6-rapporten er dessuten ikke forbeholdt politikere. Alle som ønsker

å lære mer om miljø og miljøpolitikk vil ha glede av å lese den.

Framtiden males ofte svart i slike rapporter, men GEO-6 fremhever at det finnes gode bærekraftige løsninger for de fleste av utfordringene vi står overfor. Løsningene som foreslås har til felles at de vil fremme sosial og økonomisk utvikling samtidig som de reduserer risiko knyttet til klimaendringer, nedgang i biologisk mangfold og forurensning.

– De investeringene som trengs er små sammenlignet med de enorme kostnadene forbundet med å ikke gjøre noe, avslutter Guerreiro.



Cristina Guerreiro er forskningsdirektør for NILUs avdeling for miljøeffekter og bærekraft. Foto: StudioF2, fotograf Ingar Næss

Referanser

Health Effects Institute (2018). *State of Global Air 2018 Special Report: A Special Report on Global Exposure to Air Pollution and Its Disease Burden*. Boston, MA. <https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf>

UN Environment (2019). *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Nairobi. DOI 10.1017/9781108627146. <https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-6>



NILU på oppdrag i Chile: Måling av flyktige organiske forbindelser

I 2019 målte NILU konsentrasjon av flyktige organiske forbindelser (VOC) i lufta over en periode på fire måneder i de chilenske kommunene Quintero-Puchuncaví og Concón i Valparaíso-regionen. Målingene ble utført på oppdrag fra det chilenske miljøverndepartementet. De endelige måleresultatene viste ingen tegn til at VOC-utslipp fra industriområdet påvirker luftkvaliteten i nærliggende boligområder.

*Christine Forsetlund Solbakken
kommunikasjonssjef*

– NILU ble kontaktet høsten 2018, etter at det hadde vært flere episoder med illeluktende utslipp fra industrivirksomhet i disse områdene, forteller seniorforsker Norbert Schmidbauer fra NILUs avdeling for måle- og instrumentteknologi.

– Det chilenske miljøverndepartementet ønsket hjelp fra en uavhengig aktør, som kunne gå inn og gjennomføre målekampanjer i de aktuelle områdene.

Oppdraget NILU fikk gikk ut på å kartlegge konsentrasjoner av flyktige organiske forbindelser (VOC) i lufta. I tillegg skulle forbindelsene, om mulig, spores tilbake til kildene

– som da mest sannsynlig er industrivirksomheten i nærområdet.

Bakgrunnen for oppdraget

I både Quintero-Puchuncaví og Concón foregår det ulike former for industrivirksomhet like ved boligområder og skoler.

Blant virksomhetene er et oljeraffineri i Concón, og to



Foto: Susana Lopez-Aparicio, NILU

kullkraftverk, en koppersmelter og flere anlegg som driver med mottak, mellomlagring og distribusjon av petrokjemiske produkter

Tilbake i august-september 2018 inntraff det en eller flere episoder der det kan ha blitt sluppet ut store mengder forurensende stoffer i lufta.

Flere hundre mennesker oppsøkte sykehusene på grunn av ulike symptomer som de mente hadde sammenheng med utslipp til luft, og det var også mye medieoppmerksomhet i forbindelse med dette.

For å undersøke saken benyttet de lokale myndighetene et nyinnkjøpt måleinstrument. Målingene utført med dette viste svært høye konsentrasjoner av metylkloroform, nitrobenzen, butan og toluen i flere uker på rad i hele det gjeldende området.

Feilaktige måleresultater fra tidligere

– De konsentrasjonene av metylkloroform som har blitt omtalt i media er så høye at de rett og slett må være feil, sier Schmidbauer. – Vi snakker om en faktor på flere millioner ganger høyere enn sannsynlig, så vi antar at instrumentet som ble brukt ikke har vært kalibrert på riktig vis.

Schmidbauer forklarer videre at metylkloroform er et stoff som er vedtatt utfaset under Montréalprotokollen. Det betyr at det ikke er tillatt verken produsert eller brukt, og det overvåkes via målestasjoner og observatorier over hele verden.

Før metylkloroform ble forbudt var konsentrasjonen i luft globalt på noe over 100 ppt (parts per trillion), per i dag ligger det på rundt 2 ppt.

De tidligere målingene utført i Quintero-Puchuncaví viste resultater på rundt 200 ppm (parts per million), det vil si at stoffet må ha blitt brukt i stor skala. Det regner NILU-forskerne som svært usannsynlig, og deres målinger fra 2019 viste da også en gjennomsnittlig konsentrasjon av metylkloroform i lufta på ca. 1,7 ppt.

– Både media og folk flest vil gjerne vite hva slags stoffer luftforurensningen i høst besto av, og hvordan luftkvaliteten faktisk er i området. Siden NILU ikke var der og tok prøver i august og september 2018 kan vi dessverre ikke si noe om det som skjedde da, sier Schmidbauer, – men vi forstår at folk er bekymret og ønsker seg svar.

NILUs måleresultater

Også for nitrobenzen, butan og toluen fant NILU-forskerne svært lave konsentrasjoner i lufta. Målingene av nitrobenzen oversteg aldri en deteksjonsgrense på 0,1 ppb (parts per billion), mens butan og toluen også kun forekom i svært lave ppb-nivåer.

– Det er umulig for oss å si at konsentrasjonene av disse stoffene i lufta ikke har vært høyere på et tidligere tidspunkt, sier Susana Lopez-Aparicio fra NILUs avdeling for by og industri.

– Men særlig for metylkloroform ville nivåer over normalen blitt registrert på atmosfæreobservatorier andre steder i verden, fordi det som nevnt er et forbudt stoff som overvåkes svært nøye.

I Quintero-Puchuncaví viste NILUs målinger også lave til moderate nivåer av hydrokarboner fra olje- og gassrelaterte produkter i de omkringliggende boligområdene.

Innenfor tillatte rammer

– Med unntak av benzen finnes det ingen grenseverdi for flyktige organiske forbindelser i uteluft, forklarer Lopez-Aparicio.

– For benzen fant vi nivåer på mellom 0,3 og 1 mikrogram per kubikkmeter luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), mens grenseverdien ligger på $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsgjennomsnitt. For alle stoffene fant vi nivåer som er lavere enn det som er tillatt for industriell bruk.

I Concón ligger det et olje- og gassanlegg og et raffineri. Der målte NILU-forskerne høyere konsentrasjoner av flyktige organiske forbindelser, særlig om natten. I løpet av måleperioden rapporterte beboere som bor i boligstrøk bare noen hundre meter fra de to virksomhetene flere episoder med svært sterk lukt. Men målingene viste fortsatt ikke verdier over grenseverdien for benzen i uteluft.

Hva skjer videre?

Sluttrapporten for de utførte målingene ble oversendt miljømyndighetene i Chile i mai 2019. Den har blitt presentert for myndigheter, media og for skoler og beboere i Quintero-Puchuncaví og Concón.

– Vi fikk dessverre ikke tatt alle prøvene som var planlagt, forteller Schmidbauer. – Men de siste analyseresultatene blir presentert i januar 2020.

I ettertid har Schmidbauer bistått de chilenske myndighetene i arbeidet med å etablere et eget laboratorium for måling og analysing av luftforurensende stoffer. Lokalet er på plass, instrumentene er bestilt, og Schmidbauer skal etter planen reise tilbake i mars 2020 for å være der i oppstartsfasen.

De to kan ellers fortelle at Chile vurderer en egen målestasjon for luftkvalitet på Páskeøya. Dersom bevilgningene kommer på plass, vil NILU-forskerne engasjeres også til dette prosjektet. Målet er i tilfelle oppstart i løpet av 2020.

RAVEN: Deling av luftkvalitetsdata over stadig flere landegrenser

Alle EU-land må overvåke og rapportere luftkvalitetsdata til Det europeiske miljøbyrået (EEA) i henhold til EU-direktiver og standarder. Hvert år rapporteres det inn data knyttet til soneinndeling, overvåkningsregimer, overvåkningsmetoder og «nær sanntidsdata», i tillegg til miljømål, planer og tiltak for å overholde grenseverdiene.

*Christine Forsetlund Solbakken
kommunikasjonssjef*

I samarbeid med EEAs temasenter om luftforurensning, transport, industriforurensning og støy (ETC / ATNI, se også side 24), er den tekniske datarapporteringen blitt harmonisert og standardisert. Hensikten er å skaffe til veie

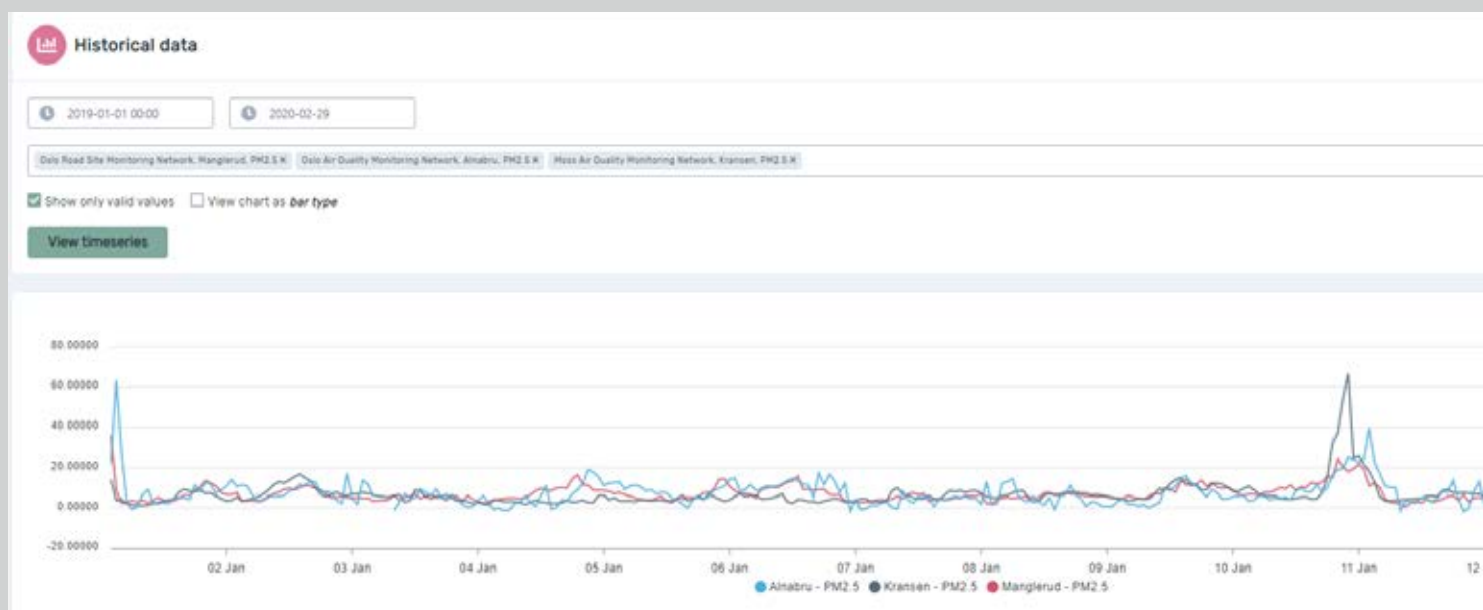
måltrettede og pålitelige luftkvalitetsrelaterte data. NILU – Norsk institutt for luftforskning har hele tiden bidratt til dette utviklingsarbeidet gjennom sin rolle i temasenteret, som vi nå leder.

Sped start i Vest-Balkan

EEA arbeider blant annet med å støtte de seks landene som utgjør Vest-Balkan (Albania, Bosnia-Hercegovina, Kosovo, Makedonia, Montenegro

og Serbia) i deres miljøarbeid. I den forbindelse ble NILU i 2016 forespurt om å bidra til utviklingen av et åpen kildekode-basert system som støtter EEAs nye mekanisme for måling og rapportering av luftkvalitetsdata.

Utviklingen av et slikt system krever både luftkvalitetsekspertise og relevant software-utviklingskompetanse. Det er kostbart,



Uttrekk av måledata. Skjermdump fra RAVEN-systemet.

og Vest-Balkanlandene hadde ikke mulighet til å bekoste dette på egen hånd. Initiativet fra EEA gjorde det derfor mulig for dem å rapportere og dele sine data med resten av EU, via en sikker og enkel plattform.

Ettersom Vest-Balkanlandene ikke er medlemmer av EU, må de foreløpig kun rapportere inn metadata for stasjonene og selve målingene til EEA. Så bestillingen NILU i første omgang fikk fra EEA var å utvikle en database for lagring av metadata og selve luftkvalitetsmålingene, samt et program som kunne levere et API for uttrekk av data i riktig XML-format. Dette var bakgrunnen for prosjektet som fikk utviklingsnavnet RAVEN.

Senior systemutvikler Christoffer Stoll ved NILU var ansvarlig for produktet, og i løpet av 2017 ble det installert i fem av de seks Vest-Balkanlandene. Alt fungerte som planlagt, og EEA var svært fornøyd med resultatet.

– Suksessen er at vi har lagd en applikasjon som både er enkel å benytte og installere, forteller utviklingssjef Rune Ødegård.

RAVEN flyr videre

Suksessen med Vest-Balkan førte til at NILU i 2018 fikk i oppgave å videreføre prosjektet. Målet nå var å finne ut hvordan landene Azerbaijan, Georgia, Ukraina, Moldova, Hviterussland og

Armenia kunne dele sine data med EU. Prosjektet var todelt: Den første delen handlet om å fremskaffe oppdatert informasjon om luftkvalitetssystemer og målinger fra landene, del to tok for seg landenes mulighet for å dele luftkvalitetsdata med EU.

– Vi foreslo da for EEA å innføre RAVEN også her, og videreutvikle brukergrensesnittet for løsningen, sier Ødegård. – Slik ble det, så den utvidede kontrakten med EEA ble undertegnet i 2019.

Ødegård forteller videre at alle de involverte landene ønsket å benytte seg av systemet. Noen ønsket å bruke RAVEN i sin helhet, mens andre, for eksempel Georgia, integrerte løsningen inn i sin egen løsning. De bruker RAVEN til å rapportere up-to-date (UTD) data til EEA, slik at de nå er tilgjengelige via EEAs luftkvalitetsindeksportal <https://airindex.eea.europa.eu/>.

– NILU har nå fått på plass et nytt prosjekt som omfatter alle de opprinnelige landene i Vest-Balkan, sier Ødegård. – Planen er å utvide systemet til å inneholde flere dataflyter, slik at landene også kan rapportere soneinndeling, overvåkningsregime, overvåkningsmetoder, samt rapportering av modelldata. Da er de på linje med øvrige EU-land

når det gjelder rapportering av luftkvalitetsdata.

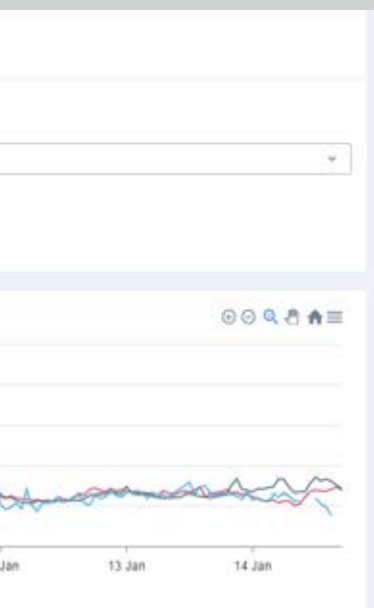
Åpen kildekode og GitHub

Neste trinn for NILU er å utvikle en åpen datalogger. En utfordring i dag er proprietære dataloggere, hvor en må forholde seg til «lukkede» systemer som er vanskelige å integrere. Det ønsker Ødegård og hans kollegaer å utvikle en åpen kildekode-løsning for, noe som igjen betyr at RAVEN blir et komplett system som gjør at man slipper å håndtere ulike filformater for hver enkelt målestasjon.

RAVEN-systemet er basert på åpen kildekode, og det er gratis – men Ødegård forteller at de planlegger å lisensbelegge det slik at hvem som helst kan bruke det, men ikke selge det. Alle som ønsker det kan også utvikle løsninger basert på RAVEN, men det som utvikles skal tilbakeføres til systemet.

I tillegg planlegger NILU, sammen med Sveriges meteorologiske og hydrologiske institutt (SMHI), å danne en åpen kilde-community for utviklere som jobber med åpne luftkvalitetssystemer som tar utgangspunkt i RAVEN.

RAVEN kan i dag lastes ned fra NILUs koderepository: <https://git.nilu.no/eea-tools/raven>



Vest-Balkanlandene i blått



Prosjektleder Svein Knudsen og systemutviklerne Mirjam Fredriksen og Håvard Vika Røen
Foto: Ingunn Trones, NILU

ClairCity: Innbyggerne leder an for bedre luftkvalitet i byene

ClairCity-prosjektet har hatt som mål å øke oppmerksomheten rundt luftforurensning og karbonutslipp i byer ved å se på hvordan folks adferd påvirker disse utfordringene. I motsetning til mange andre prosjekter har ClairCity inkludert byboerne i å finne de beste løsningene. Det er dem som til syvende og sist påvirkes av dårlig luftkvalitet og klimaendringer.

*Sonja Grossberndt
forsker*

– Vi oppsøkte så mange innbyggere som mulig. Vi ville forstå deres motiver og valg for miljøvennlig adferd, sier Svein Knudsen, seniorforsker ved NILU – Norsk institutt for luftforskning. Knudsen jobber i

Innovasjonsavdelingen, og er NILUs prosjektleder for ClairCity.

Samhandling for løsninger

– Vi ville også finne ut hva innbyggerne mener om hvordan vi kan løse problemer knyttet til luftforurensning og klimaendringer, fortsetter Knudsen.
– Derfor utviklet vi blant annet en app

og et spill for å lette kommunikasjonen med ikke-forskere. Vi har vært kreative i samhandling med folk, og oppmuntret dem til å si sin mening.

Resultatene er brukt til utvikling av løsninger for hver partnerby, basert på individuelle luftforurensningsmodeller. I ClairCity forsket de også på de



ulike politiske og administrative retningslinjene i hver av partnerbyene, for å sikre at løsningene ble tatt inn i beslutningsprosessene.

En innovativ og engasjerende prosess basert på innbyggerstyrte scenarier resulterte i en rekke ulike politiske muligheter. NILU var involvert i scenarioutviklingen og utarbeidet den endelige rapporten om disse aktivitetene.

– NILU hadde flere oppgaver i dette prosjektet, forklarer Knudsen.

– Forskerne våre jobbet blant annet med å vurdere helseeffekten av svevestøv (PM) og nitrogendioksid (NO₂) i de deltagende byene og byregionene. Disse vurderingene er en viktig del av den generiske modellen fra ClairCity, og kan brukes i alle byer.

NILUs andre hovedoppgave var å lede innovasjonsprosessen som definerer produkter og tjenester fra prosjektet, og gjøre dem tilgjengelige for et bredt spekter av potensielle kunder etter at prosjektet er slutt.

Den tredje hovedoppgaven var å utvikle GreenAnt-systemet. Det omfatter en kartlegging av innbyggernes reisemønstre, samt endringer i disse mønstrene som følge av tiltak iverksatt av kommunen.

GreenAnt: Lær av maur – reis smart og grønt

Maur er stadig på farten, og finner alltid den smarteste veien til målet. Det inspirerte både navnet og tanken bak GreenAnt-systemet. Det består av to deler – en nettside for å lage en brukerprofil og få tilgang til data, og en smarttelefon-app for datainnsamling.

Etter utvikling og omfattende testing på NILU, ble GreenAnt også testet i de forskjellige ClairCity-partnerbyene/-regionene. Å få tilbakemelding fra brukerne, og la dem være med på å teste systemfunksjonaliteten, var svært nyttig.

– GreenAnt tilbyr et bredt utvalg applikasjonsalternativer, forklarer

Mirjam Fredriksen. Hun og Håvard Vika Røen er senior systemutviklerne bak GreenAnt-appen.

– Systemet er designet for å gi innsikt i menneskers daglige reisevaner, og deres reaksjon på endringer, fortsetter hun.

– Det visualiserer hvordan menneskers reiseatferd forårsaker luftforurensning og bidrar til klimagassutslipp. Systemet indikerer også områder med høy luftforurensning, noe som hjelper folk til å unngå soner der eksponeringen kan være høy. Gjennom dette kan folk bli motivert til å unngå å bruke bilen på grunn av høye forurensningsutslipp.

GreenAnt kan også brukes i strategisk planlegging av aktiviteter samt i kampanjer som drives av statlige organisasjoner, frivillige organisasjoner, tjenesteleverandører og industri.

Hvis en kommune for eksempel ønsker å stenge en vei for trafikk, kan GreenAnt brukes som verktøy for å analysere endringer i folks adferd ved å bruke GreenAnt før og etter stengningen av veien.

– Vi ser stort potensial i GreenAnt-systemet, avslutter Fredriksen. – Det kan i utgangspunktet brukes hvor som helst for å tallfeste endring. Det åpner for mange muligheter, og kan holde systemet gående lenge etter at prosjektet er offisielt over.

ClairCity

ClairCity-prosjektet har mottatt støtte fra EUs forsknings- og innovasjonsprogram Horisont 2020 under tilskuddsavtale nr. 689289. Ti partnerorganisasjoner har jobbet tett med følgende seks byer/byregioner: Amsterdam (Nederland), Bristol (Storbritannia), Aveiro (Portugal), Liguria (Italia), Ljubljana (Slovenia) og Sosnowiec (Polen). Siden hver by/byregion har ulike utfordringer med luftkvalitet og klimaendringer, er det utviklet individuelle løsninger for hver by/byregion for å støtte lokale myndigheter i å ta de beste valgene.

GreenAnt

Nettside med brukerveiledning: <https://greenant.nilu.no/>

Smarttelefon-app for Android og iOS: GreenAnt



Et grønnere Europa: NILU bidrar gjennom temasentre

Den nye EU-kommisjonen har med sin «European Green Deal» satt i gang hektisk aktivitet for å omsette politiske visjoner til et klimanøytralt Europa som sikrer gode liv for sine innbyggere. Det betyr at et felleseuropeisk miljø- og klimasamarbeid vil spille en stadig viktigere rolle.

*Christine Forsetlund Solbakken
kommunikasjonssjef*

– NILU – Norsk institutt for luftforskning er en viktig bidragsyter til Det europeiske miljøbyråets arbeid, ikke minst gjennom deltakelsen i to såkalte temasentre. Dermed blir instituttet også en viktig brikke i både den nasjonale og internasjonale innsatsen mot klimaendringer og forurensning, sier EU-koordinator og forskningsdirektør Alena Bartonova fra NILU.

Bartonova leder temasenteret om luftforurensning, transport, støy og industriforurensning (ETC/ATNI) på NILUs vegne. I tillegg til å lede arbeidet med ETC/ATNI bidrar NILU-forskere også i temasenteret for klimatiltak og energi (ETC/CME).

Felles miljøinnsats stadig viktigere

Innsatsen for et grønnere Europa kommer ikke som noen overraskelse for Norge, som ifølge Bartonova kan kalles «moderlandet» for bærekraftighet. Samtidig trenger

Norge fortsatt et dytt i riktig retning når det gjelder klimagassutslipp og det grønne skiftet.

– Den europeiske miljøpolitikken vi ser nå er bredt anlagt, sier Cristina Guerreiro, forskningsdirektør for NILUs avdeling for Miljøeffekter og bærekraft. – Den er knyttet opp mot globale bærekraftsambisjoner uttrykt i FNs bærekraftsmål, og den skal implementeres i et tempo som gjenspeiler hastverket i klima- og miljøkrisen. Dermed blir

miljøsamarbeidet på tvers av sektorer og landegrenser enda viktigere enn før.

Både norsk og europeisk lovgivning stiller mange krav til reduksjon av utslipp av forurensende stoffer til miljøet, og til hvor høye konsentrasjoner av ulike stoffer i luft som er lovlige. Pålitelig informasjon og data er avgjørende for å følge opp implementeringen av miljøpolitikk og tiltak, samt for å kunne overvåke utviklingen i miljøtilstand og effekter. Gode data lar oss skreddersy tiltak som sikrer minst mulige negative effekter på klima, miljø og helse.

- Evidensbasert og evidensorientert politikk, det at man tar utgangspunkt i forskning og kunnskap, må spille en sentral rolle, fastslår Bartonova.
- Her har temasentrene to primære oppgaver: Den første er å støtte og kvalitetssikre datainnsamlingene. Den andre er å bruke data i integrerte vurderinger av miljøstatus og trender, og vurdere virkninger, avveininger og synergier av miljøpolitikk og iverksatte tiltak.

Temasentrene som kunnskapsformidlere

Temasentrene skal fungere som broer mellom landenes miljødata og Det europeiske miljøbyråets miljøinformasjonssystemer. En annen viktig oppgave er å formidle den miljøkunnskapen de erverver gjennom felles forskning, utvikling og innovasjonsarbeid i nettverkene som er knyttet til temasentrene.

Dette gjør at temasentrene sikrer både kontinuitet i lange tidsrekker av overvåkningsdata, og at observasjonene brukes i forbindelse med nye oppgaver som dukker opp når politikken utvikles videre.

Av praktiske eksempler på hva arbeidet i temasentrene allerede har bidratt til er Det europeiske miljøbyråets årlige «Air quality in



*Alena Bartonova er EU-koordinator and forskningsdirektør ved NILU, i tillegg til å lede ETC/ATNI på NILUs vegne.
Foto: StudioF2, fotograf Ingar Næss*

Europe report», basert blant annet på data og analyser fra ETC/ATNI.

Cristina Guerreiro har vært hovedforfatter for denne rapporten, som gir en årlig oppdatert oversikt over og analyse av luftkvaliteten i Europa – og feirer sitt tiårsjubileum i 2020. Rapporten oppsummerer videre de fremskritt som er gjort for å redusere de negative effektene luftforurensning har på helse og økosystemer i Europa.

– Andre nye temaer vi jobber med i ETC/ATNI er blant annet



*Cristina Guerreiro er forskningsdirektør for NILUs avdeling for miljøeffekter og bærekraft, og bidrar i arbeidet med ETC/CME.
Foto: StudioF2, fotograf Ingar Næss*

bruk av mikrosensorer og jordobservasjonsdata for måling av luftkvalitet og utslipp, samt urban bærekraft. I tillegg følger vi opp utviklingen innen industriutslipp, dets effekter og samfunnskostnader, forklarer Bartonova.

– I ETC/CME jobber vi med framskrivinger av klimagassutslipp, livssyklusanalyser av energisystemene i Europa, samt livssykluseffekter av bruk av kjemikalier i den sirkulære økonomien, avslutter Guerreiro.

Les mer:

Det europeiske miljøbyråets rapport «Air Quality in Europe 2019»:
<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>

Rapporter fra temasenteret om luftforurensning, transport, støy og industriforurensning (ETC/ATNI)
<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/atni-reports>

Rapporter fra temasenteret om klimatiltak og energi (ETC/CME)
<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cme/products/cme-reports>

Nyutviklet støvsensor fra Kjeller Innovasjon og NILU:

Nye muligheter for NILU: tjenester mot industrien

Veistøv og vedfyring er kjente kilder til svevestøv i norske byer, men industri og byggeplasser er også steder der særlig de ansatte kan være utsatt for til dels høye svevestøvnivåer i arbeidshverdagen. I et nytt prosjekt har NILU utviklet tjenester som kan gi mer detaljert informasjon om forurensningsnivåer i sanntid på industrielle arbeidsplasser.

*Sonja Grossberndt
forsker*

Det kan være skadelig å puste inn for mye svevestøv – men hvordan vet man når grensen er nådd? For å svare på dette igangsatte Kjeller Innovasjon prosjektet «Leopard», der NILU – Norsk institutt for luftforskning bidro betydelig. Målet med prosjektet var å utvikle en liten, bærbar sensor som måler svevestøvparkler i ulike størrelser i sanntid med høy nøyaktighet, og varsler om for høye svevestøvkonsentrasjoner i lufta.

En svevestøvsensor blir til

– Det har vært et meget spennende prosjekt, som resulterte i nye produkter og tjenester som NILU kan tilby i framtiden, forteller seniorforsker Matthias Vogt.

– I første steg benyttet vi oss av såkalt DAK-tegning (dataassistert konstruksjon, på engelsk «CAD-drawing»). Tegningen ble utgangspunktet for en liten og lett sensor som skulle kunne måle svevestøvparkler i ulike størrelser og med høy nøyaktighet, utdyper han.
– Samtidig måtte den kunne kalibrere seg selv, automatisk og i sanntid, for å tilpasse seg

svevestøvkonsentrasjonene i luften den er omgitt av.

For å få best mulig resultat, ansatte NILU seniorforsker Tuan-Vu Cao, som har en doktorgrad innen elektroteknikk. Som hoveddesigner og teknisk koordinator jobbet han med utviklingen av sensoren i Leopard-prosjektet. Hans kunnskap om lysspredning, mekanikk, luftstrømmer og kalibrering av sensorer var avgjørende for å kunne lage svevestøvsensoren for prosjektet – men også som del av NILUs produkter og tjenester i fremtiden.

En komplementær tilnærming ...

Som en komplementær tilnærming til design av sensoren brukte forsker Islen Vallejo og ingeniør Torbjørn Heltne fra NILU en iterativ metodikk mellom mekanisk design og eksperimenter på datamaskin, for å bedre forstå hva som foregår på innsiden av sensoren før den produseres.

Numerisk fluiddynamikk (engelsk computational fluid dynamics - forkortet CFD) gjør det mulig å simulere hvordan geometrien påvirker luftstrømmen med ulike nivåer av forurensningskomponenter når den beveger seg gjennom sensoren.

Samtidig kan man observere hvordan forurensningskomponentene forholder seg i sensorens innerste. Beveger for eksempel partikler i ulike størrelser seg gjennom sensoren i samme hastighet, eller vil noen partikler legge seg på sensorveggen? CFD kan brukes både for gass- og partikkelsensorer.

... som åpner for nye muligheter

– På denne måten kan vi finne ut ganske nøyaktig hvordan sensoren kommer til å forholde seg i reelle situasjoner og under ulike meteorologiske betingelser, forklarer Vallejo. – Det kan spare oss for mange måneder med felt-testing.

Det samme prinsippet kan også brukes for å teste rimelige luftmålere, som vanligvis ikke leverer måldata i bra nok kvalitet.

– Vi kan bruke og tilpasse disse algoritmene for å forbedre datakvaliteten fra de rimelige måleinstrumentene, fortsetter Vallejo. – Det vil også gjøre det mulig å installere store nettverk av rimelige luftmålere over en hel by for å måle luftkvalitet på ulike steder i byen i sanntid. Dette er en viktig tjeneste NILU nå kan levere til for eksempel kommuner og andre interessenter.



NILU-forsker Matthias Vogt under testing av sensoren i produksjonshallen. Foto: Francisco Periales

Testing under reelle forhold

En stor metallprodusent var veldig interessert i Leopard-prosjektet, og stilte sine produksjonshaller til rådighet for å teste sensoren under reelle forhold.

– Det viste seg at kunnskapen om svevestøvforurensning var begrenset hos både arbeidsgiver og de ansatte, forteller Vogt. – Selvfølgelig gjennomførte de undersøkelser av inneluft i tråd med arbeidsmiljøloven, og så lenge forurensningsnivået var innenfor den lovlige grenseverdien antok de at alt er i orden. Men det er jo ikke nødvendigvis det, fordi selv svevestøvnivåer som er innenfor grenseverdiene kan føre til helseskader pga de ultrafine partiklene som pustes dypt inn i lungene, forklarer han.

Da den involverte produsenten fikk mer informasjon rundt sammensetningen av svevestøv og hvordan de ulike svevestøvparkler kan skade helsen til tross for lave nivåer, ble de svært interesserte.

Fra før kjente de ikke til at forurensningsnivåene kunne variere i de forskjellige fabrikkområdene, fordi nivåene henger sammen med ulike utslippskilder, arbeidsprosesser og byggetiltak på hvert enkelt sted. Det ønsket de som arbeidsgiver også ytterligere informasjon om fra Leopard-prosjektet.

Skaper løsninger

– Med vår metode kunne vi kartlegge forurensningsnivåer i hele arbeidsområdet i sanntid, forteller

Vogt. – På denne måten kunne vi identifisere ulike forurensningskilder. I dialog med oss forskere ble arbeidsgiveren mer bevisst på problematikken, og de fikk mye informasjon som førte til større eierskap på arbeidsgiversiden.

– Basert på prosjektets resultater har metallprodusenten nå satt i gang med byggetiltak for å redusere svevestøvnivået i en av de hallene som vi undersøkte, for å beskytte arbeiderne mot helseskader fra svevestøv. Dette er kjempebra, forteller en fornøyd Vogt.

Leopard-prosjektet har dermed åpnet veien for nye tjenester NILU kan tilby industri og andre kunder.



Framsenteret i Tromsø Foto: Helge Markussen, Framsenteret

God evaluering av forsknings-samarbeidet i Framsenteret og flaggskipet Miljøgifter

I løpet av høsten 2018 og våren 2019 ble forskningssamarbeidet i Framsenteret eksternt evaluert av en internasjonal ekspertgruppe, i regi av Norges Forskningsråd. Evalueringen baserte seg på intervjuer og tilsendt dokumentasjon fra flaggskipene, medlemmene og sekretariatet.

*Eldbjørg S. Heimstad
forskningsdirektør nordområdene*

Evalueringsrapporten konkluderer med at Framsenteret i stor grad har nådd målene som ble satt da senteret ble etablert i 2010. Komiteen var imponert over produksjonen og antall prosjekter i forskningsprosjektene i flaggskipene, og mente at kunnskapsproduksjonen var både relevant og av høy kvalitet.

Flaggskipet «Miljøgifter – effekter på økosystemer og helse», som ledes av NILU, fikk veldig god evaluering. Det ble fremhevet at forskningen er

av høy kvalitet, den har gitt viktige kunnskapsbidrag til internasjonale organisasjoner, og hatt innflytelse på nasjonal og internasjonal regulering av miljøgifter. I tillegg fikk flaggskipet ros for god vitenskapelig og populærvitenskapelig formidling.

Komiteen konkluderte med at flaggskipet er en unik plattform for arktisk overvåkning og forskning på global forurensning og økosystemendringer. Videre at flaggskipet og Norge har et stort potensial for å påvirke miljøgift-regulering på internasjonalt nivå.

For alle flaggskip er det fremhevet at samfunnsfag burde bli sterkere integrert i prosjektene, både i planlegging og implementering.

Dette vil fulgt opp i tiden som kommer, både med strategimøter og oppdateringer av programplaner for ny femårsperiode.

Lenke til rapporten:

<https://www.forskningsradet.no/contentassets/8695dd49ad9b46b283ab2760de69136c/fram-evaluation-report.pdf>



NILU har fått nytt serverrom

NILUs totale datamengde øker kraftig fra år til år. Dette er grunnfjellet i mye av forskningen vi utfører, og for å ivareta og sikre tilgjengeligheten utførte IT-avdelingen i 2019 en stor forbedring av NILUs serverinfrastruktur.

*Morten Pedersen
IT-sjef*

Forskerne våre har store mengder data som må ivaretas og være tilgjengelig til enhver tid. For å sikre disse dataene dersom problemer skulle oppstå har NILU i flere år basert seg på ett hoved-serverrom, pluss et sekundært serverrom. Denne løsningen har vi vokst ut av, og dermed ble løsningen å bygge et splitter nytt og lydisolert serverrom på NILU.

I planleggingen har IT-avdelingen tatt høyde for det stadig økende lagringsbehovet. Av sikkerhetshensyn

har vi dessuten duplisert store deler av serverinfrastrukturen de siste ti årene. Det betyr at dersom det oppstår problemer i ett serverrom kan det andre ta over driften.

Planleggingen foregikk stort sett i 2018, mens arbeidet ble utført sommeren og høsten 2019. Siden det nye serverrommet var tenkt tilkoblet samme strøm- og kjøleanlegg som hoved-serverrommet ble det nødvendig med graving for å legge kabler og rør. I tillegg ble det gjort en del endringer på den utendørs plattformen der aggregat og utekjøleenheter står.

En slik utendørs løsning gir gevinst i form av «frikjøling», store deler av året er temperaturen lav nok til at uteluften kan kjøle ned serverrommene direkte.

IT-avdelingen på NILU drifter med noen få unntak alle NILUs IT-tjenester internt. Det fordrer optimale strøm- og kjølingssystemer. Kravene til oppetid og tilgjengelighet må imøtekommes, samtidig som sikkerheten ivaretas. IT-avdelingen tilbyr et vidt spekter av tjenester til både interne og eksterne brukere, og den nye serverinfrastrukturen vår sikrer både fleksibilitet, god redundans og høy oppetid.

Stasjonskavalkade

I anledning jubileumsåret inviterte vi til en månedlig «stasjonsvisitt» på Facebook, der vi fortalte litt om ulike observatorier og målestasjoner rundt om i Norge.

Første stasjon ut var Birkenesobservatoriet.

*De fleste tekstene er skrevet av kommunikasjonssjef Christine F. Solbakken, NILU.
Teksten om Svanvik er skrevet av seniorforsker Tore Flatlandsmo Berglen, NILU.*

Januar: Birkenesobservatoriet

Først ut i NILUs stasjonskavalkade er Birkenesobservatoriet, NILUs eldste observatorium! Birkenes i Aust-Agder ble først etablert i 1971, og er en av målestasjonene i Europa som har vært drevet lengst.

Birkenesobservatoriet ligger i det området i Norge som er mest berørt av utslipp fra kontinentet. På 1960-tallet begynte fisk å dø i skandinaviske vassdrag, og forskere mistenkte at såkalt langtransportert forurensning i form av svovelforbindelser (ofte kalt sur nedbør) kunne være årsaken til dette.

Konvensjonen om langtransportert grenseoverskridende luftforurensning

For å finne ut om denne sure nedbøren faktisk kunne fraktes gjennom lufta i så store mengder at den kunne føre til slike skader, var det nødvendig å starte målinger for å finne ut hva forurensningen i både luft og nedbør besto av.

Basert på måleresultater fra Birkenes og de andre bakgrunnsstasjonene klarte forskerne å bevise at forurensning fra andre land var årsaken til problemene.

Dette ble også grunnlaget for Konvensjonen om langtransportert



grenseoverskridende luftforurensning (CLRTAP) og protokollene under denne.

CLRTAP-arbeidet viste at de fleste land i Europa mottar betydelige mengder luftforurensning fra andre land, og som følge av dette ble det felleseuropeiske overvåkningsprogrammet EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) etablert.

Data tilbake fra 1970

Fra starten fikk NILU ansvaret for koordineringen av den kjemiske

delen av EMEPs måleprogram, samt å samle inn, bearbeide og utgi alle måleresultatene.

Disse oppgavene utfører NILU fortsatt, i tillegg til å kvalitetssikre og lagre alle data fra de 40 medlemslandene, utvikle målestrategi, anbefale metodikk, og bidra med opplæring og støtte til medlemmene.

Per i dag er 5 av de rundt 20 overvåkningsstasjonene i Norge inkludert i EMEPs

overvåkningsprogram for kjemiske sammensetninger i luft og nedbør.

Blant dem spiller Birkenesobservatoriet fortsatt en svært viktig rolle for NILUs dokumentasjon av langsiktige endringer i atmosfærens sammensetning, med data helt tilbake til 70-tallet. Det gir oss en unik mulighet til å følge historiske endringer i type og mengde forurensning, og se hvordan forurensning transporteres gjennom luften på tvers av landegrensene.



Februar: Lillehammer barnehage

Målestasjonen som har fått navnet Lillehammer barnehage, er en såkalt bybakgrunnsstasjon. Denne typen målestasjoner skal stå slik at de fanger opp den samlede luftforurensningen fra alle mulige kilder (trafikk, oppvarming, bynær industri, naturlige kilder, etc.).

Lillehammer barnehage eies av Statens Vegvesen, og driftes av Lillehammer kommune ved overingeniør Gudbrand Skinnerlien. Den er en av de målestasjonene i Norge som i sin tid ble etablert for å oppfylle det europeiske luftkvalitetsdirektivet (2008/50/EF).

Dette direktivet, sammen med EUs kommisjonsdirektiv 2015/1480 og den norske Forurensningsforskriftens kapittel 7, utgjør et svært detaljert regelverk for både hva som skal måles, hvordan, hvor og hvor ofte.

Felles luftkvalitetsdirektiver i Europa

Alle europeiske land måler luftkvalitet i tråd med de samme direktivene. Det betyr at de bruker de samme referansemåtehodene for å måle luftkvalitet, og de samme drifts- og kalibreringsrutinene for å sikre data av høy kvalitet og med lav usikkerhet.

Her i Norge er NILU nasjonalt referanselaboratorium for luft. Det innebærer at instituttet har det endelige ansvaret for at måledata som samles inn fra norske målestasjoner er av høy kvalitet, og for å sikre dette

holder NILU kurs i kvalitetssikring, kvalitetskontroll og drift av målestasjoner og -instrumenter for stasjonsholdere over hele landet.

Plassering og målinger

Ikke overraskende er målestasjonen Lillehammer barnehage plassert like ved en barnehage. Der har den stått helt siden den ble satt i drift i begynnelsen av oktober 2004. Den er en av de målestasjonene i det norske overvåkningsnettverket som måler de høyeste nivåene av PAH. Dette henger sammen med at det fyres mye med ved i området. PAH har vært målt på stasjonen siden 2012. Målinger av NO₂ og PM₁₀ kom i gang allerede i oktober 2004, og PM_{2,5} i januar 2005. Data vises på luftkvalitet.info.

Lillehammer barnehage er representativ for andre tilsvarende størrelse byer i Norge, og er en god representant for det norske nettverket for måling av lokal luftkvalitet.

Målinger under Lillehammer-OL

Lillehammer gjorde et solid arbeid når det gjaldt luftkvalitet under OL i 1994. De olympiske lekene i 1994

utviklet nemlig et eget og svært avansert system for miljøovervåkning og miljøinformasjon. Systemet het ENSIS (Environmental Surveillance and Information System, Lillehammer '94). ENSIS ble utviklet innenfor rammene av Eureka, et europeisk teknologisamarbeid. NILU sto for utviklingen av ENSIS-LUFT.

NILU var med og målte luftkvaliteten ved seks stasjoner under de olympiske lekene på Lillehammer. Ikke alt sto helt bra til. Det ble registrert forhøyede timemiddelverdier av NO₂ på fem av de seks stasjonene, med den høyeste NO₂-verdien målt på Lillehammer. Selv om det var restriksjoner på personbiltrafikken under OL, økte utslippene av nitrogenoksider på grunn av busstrafikken. Sammen med meget kaldt vær og dårlige spredningsforhold, medførte dette høye NO₂-konsentrasjoner i OL-perioden.

For øvrig ble det også målt svevestøv (PM₁₀), karbonmonoksid (CO), svoveldioksid (SO₂) og ozon (O₃). Det ble ikke målt overskridelser for noen av disse stoffene i løpet av lekene.

Mars: Svanvik

Svanvik målestasjon i Pasvikdalen i Øst-Finnmark ligger ca. 40 km sør for Kirkenes og bare en drøy kilometer fra den russiske grensen. Grunnen til at NILU gjør målinger der er de store utslippene av svoveldioksid (SO₂) og tungmetaller fra smelteverket i byen Nikel i Russland. Nikel ligger kun 8 km unna Svanvik, og når vinden står fra øst måler NILU høye konsentrasjoner av SO₂ på målestasjonen.

Berggrunnen i området er rik på metaller og mineraler (jfr. AS Syd-Varanger gruve på norsk side).

Området øst for Pasvikelva var finsk fra 1920 og fram til 2. verdenskrig (Petsamo), og det var finnene som først oppdaget nikkel i området.

På 1930-tallet ble det etablert smelteverk her, og da området ble del av Sovjetunionen etter krigen ble verket bygget opp igjen. På 1990-tallet ble verket privatisert og eies nå av Kola Bergverkskompani (Kolskaja GMK), et datterselskap av Norilsk-Nickel-kombinatet, verdens største produsent av bl.a. nikkel og palladium.

Malmen er såkalte sulfidiske malmer. Det betyr at de inneholder svovel, og når malmen videreføres fører det til utslipp av svoveldioksid (SO₂) i tillegg til tungmetaller som nikkel, kobber, kobolt og arsen.

Utslippene fra briketteringsanlegget i Zapoljarnij lenger øst og smelteverket i Nikel påvirker luftkvaliteten i grenseområdene mellom Norge og Russland.

Målinger siden 1974

NILU har gjort målinger i grenseområdene siden 1974. Målingene finansieres av norske myndigheter (Miljødirektoratet og

Klima- og miljødepartementet). Dette er derved et av de eldste og lengste måleprosjektene NILU har.

I dag har NILU en målestasjon på Svanvik (8 km vest for Nikelverket) og en målestasjon i Karpdalen i Jarfjord nord for Nikel og Zapoljarnij. I tillegg gjør NILU langtidsmålinger av SO₂ på Viksjøfjell og nedbørmålinger i Karpbukt. Måleresultatene fra Svanvik og Karpdalen legges løpende ut på nettsiden luftkvalitet.info, og resultatene publiseres i årlige rapporter.

Utslippene av SO₂ fra Nikel og Zapoljarnij har gått ned de senere årene. De offisielle utslippstallene er ifølge smelteverket omlag 80.000 tonn pr år. Dette er fem ganger Norges samlede utslipp. På 1970- og 80-tallet var utslippene over 400.000 tonn SO₂ pr år. De høye utslippene den gang skyldtes bruk av malm fra Sibir med høyt innhold av svovel.

Nå brukes bare lokal malm fra gruvene rundt Zapoljarnij. De siste årene har briketteringsanlegget i Zapoljarnij og smelteverket i Nikel blitt modernisert slik at utslippene har gått ned, og det forventes at utslippene skal reduseres ytterligere fram mot 2023.

De to siste årene (2017 og 2018) har det vært relativt lave konsentrasjoner

av SO₂ på Svanvik. Men på nyåret 2019 var det to episoder med høye konsentrasjoner, 14. januar og 25. januar.

Varsling ved høy luftforurensning

Det er etablert et system for varsling av lokalbefolkningen ved høy luftforurensning. Dette er et samarbeid mellom NILU, Sør-Varanger kommune og Miljødirektoratet.

Fredag 25. januar 2019 sendte Sør-Varanger kommune for første gang ut varsel om høye SO₂-konsentrasjoner i Pasvikdalen til 204 abonnenter. Saken fikk stor oppmerksomhet både lokalt og nasjonalt.

Forurensningen fra nikkelverkene på russisk side er også et politisk tema i samarbeidet mellom Russland og Norge. Saken ble senest tatt opp under møtet i Norsk-russisk miljøkommisjon i Moskva 19. februar.

Episodene i vinter med høye konsentrasjoner av SO₂ viser at det er nødvendig med fortsatte målinger av luftforurensning i grenseområdene.

Slik sett har NILU en viktig oppgave med å overvåke luftkvaliteten og gi oppdatert kunnskap om miljøtilstanden til lokalbefolkningen, forvaltning, politiske myndigheter og andre interessenter.

April: Zeppelinobservatoriet

I april ønsket vi velkommen til Zeppelinobservatoriet, som i 2019 har vært i drift i 30 år. Det befinner seg på Zeppelifjellet utenfor Ny-Ålesund, og der det ligger på 79 grader nord har det en unik beliggenhet som gjør det til et ideelt sted for overvåkning av globale atmosfæriske endringer og langtransportert forurensning inn i Arktis.

Zeppelinobservatoriet er en av få arktiske stasjoner, og befinner seg i et særlig viktig område der klimaendringene går raskere enn ellers i verden.

Som følge av dette inngår Zeppelinobservatoriet i en rekke internasjonale programmer og forskningsinfrastrukturer, inkludert EMEP (The European Monitoring and Evaluation Programme under CLRTAP, UNECE), AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme), ACTRIS (European Research Infrastructure for the observation of Aerosol, Clouds, and Trace gases), ICOS (Integrated Carbon Observation System) og WMO/GAW (World Meteorological Organization/Global Atmosphere Watch).

Måler bakgrunnsnivåer

Arktis (og Antarktis) er noen av de mest sårbare områdene på kloden, der klimaendringene først gir seg til kjenne. Det er en av grunnene

til å det er så viktig å følge med på atmosfærens sammensetning der. I tillegg er dette områdene i verden med renest luft, noe som betyr at atmosfæreforskerne får målt det de kaller «bakgrunnsnivå».

Bakgrunnsnivået vil si det laveste nivået av ulike partikler og gasser som finnes i atmosfæren, og i våre dager kan man bare måle dette på steder der menneskelig aktivitet ikke bidrar med lokal forurensning.

Ved hjelp av luftprøvene finner forskerne ut hvor de forurensende stoffene kommer fra, og i hvilke mengder forurensningene slippes ut. Over tid vil målingene vise utviklingen for de ulike stoffene, det som ofte refereres til som «lange tidsserier».

Lange tidsserier

Slike tidsserier er særdeles viktige for klimaovervåkingen, og Zeppelinobservatoriet har noen av de lengste tidsseriene i verden for

blant annet karbonmonoksid (CO) og karbondioksid (CO₂, sistnevnte fra starten av i regi av Stockholms Universitet), metan, andre klimagasser, kvikksølv, organiske miljøgifter og ozonnedbrytende stoffer. Disse norske tidsseriene er også verdifulle i et internasjonalt forskningsperspektiv.

Overvåket luftkvalitet siden 1989

NILU har altså overvåket luftkvaliteten ved Zeppelin-observatoriet siden 1989, men de aller første luftmålingene NILU gjorde på Svalbard ble foretatt i Ny-Ålesund i 1974. NILU driver Zeppelinobservatoriet i nært samarbeid med Norsk Polarinstitutt, de tar seg av den daglige tekniske oppfølgingen av observatoriet mens NILU er forskningsfaglig ansvarlig. I tillegg bidrar Kings Bay AS med praktisk støtte og tilrettelegging for forskere og andre gjester som besøker Ny-Ålesund.

Foto: Ove Hermansen, NILU

Mai: Kårvatn

Målestasjonen Kårvatn ligger ved gården Kårvatn øverst i Todalen, i utkanten av Trollheimen i Møre og Romsdal fylke. Der den er plassert befinner den seg langt unna større kilder til forurensning, og måler da også noen av de laveste nivåene i Europa av en del luftforurensninger. Dermed kan målingene fra Kårvatn fungere som bakgrunnsnivå for sammenligning med de europeiske målingene som er nærmere utslippskildene.

Ved Kårvatn måles bakkenær ozon, nitrogen- og svovelforbindelser i luft og nedbør, karbonholdig materiale i partikler, partikkelmasse, samt tungmetaller i nedbør.

En del av EMEP-programmet

Data fra Kårvatn og de andre bakgrunnsstasjonene brukes i nasjonale overvåkningsprogrammer som NILU utfører på oppdrag av Miljødirektoratet.

I tillegg brukes de i flere internasjonale programmer, som for eksempel det omfattende europeiske måleprogrammet EMEP under langtransportkonvensjonen (CLTRAP).

Kårvatn er en av fem tilsvarende EMEP-målestasjoner, spredt over hele Norge. De fire andre er Zeppelin, Tustervatn, Hurdal og Birkenes.

Det er NILU som eier og driver disse stasjonene. De spiller en viktig

rolle i nasjonale og internasjonale nettverk for overvåkning av luftbåren forurensning.

Luftforurensning forflytter seg nemlig via atmosfæren over store avstander og på tvers av landegrenser, og denne forflytningen kalles «langtransport». Data fra nettverket av målestasjoner gir forskerne mulighet til å følge med på hvordan de langtransporterte forurensningene beveger seg.

Forsuring fremdeles et miljøproblem

Kårvatn har vært i drift siden 1978. Den er en viktig målestasjon for å dokumentere endringer i utslipp og luftforurensning over tid. Store kutt i utslippene av spesielt svovel i Europa over tid har gjort at belastningen fra sur nedbør i Norge nå er betydelig mindre enn på 1970-1990-tallet.

Forsuring er allikevel fremdeles et miljøproblem, særlig i sørlige deler av landet. Utslipp i Europa er nemlig

hovedårsaken til sur nedbør i Norge. 90% av svovelen som avsettes i Norge kommer fra andre land. På Kårvatn er det observert en reduksjon på ca. 60% i svovelavsetningen siden 1990.

Drift og vedlikehold

Det er NILUs avdeling for måle- og instrumentteknologi som har ansvar for vedlikehold av måleinstrumentene NILU bruker i overvåkingen.

Den daglige innsatsen er det de lokale stasjonsholderne som står for. På Kårvatn er det nå Gudmund Kårvatn som tar seg av målingene til hverdags. Prøvene han tar sendes inn til NILU på Kjeller for analyse og registrering.

Han og de andre stasjonsholderne samler inn luft- og nedbørsprøver fra «sine» bakgrunnsstasjoner hver dag, hele året gjennom. Uten dem kunne ikke Norge hatt et så grundig overvåkningsprogram som vi har i dag.

Juni: Prestebakke

Målestasjonen Prestebakke er en såkalt regional bakgrunnsstasjon som måler bakkenært ozon. Den står 25 km sør-sørøst for Halden og øst for Iddefjorden i Østfold. Plasseringen er spesielt godt egnet til å fange opp ozonepisoder som skyldes langtransporterte luftforurensninger fra kontinentet til Sørøst-Norge.

De fleste av oss forbinder ozon med ozonet som er i stratosfæren – det som beskytter oss mot skadelig UV-stråling fra sola.

Bakkenært ozon

Det bakkenære ozonet derimot, som befinner seg nær jordoverflata, er ikke til beskyttelse. Det er en giftig gass som dannes når karbonmonoksid (CO), nitrogenoksider (NO_x) og flyktige organiske forbindelser (VOC) reagerer med hverandre under påvirkning av sollys og varme. Det betyr at bakkenært ozon i all hovedsak er et sommerproblem her til lands.

Høye nivåer av bakkenært ozon kan føre til skader på vegetasjon, reduserte avlinger og negative helseeffekter. Ozonet trenger inn i plantene via

spalteåpningene og skader dermed plantecellene. Bakkenært ozon kan også bryte ned materialer, og gassen er regnet som en såkalt kortlivet klimagass. Eksponering for bakkenært ozon kan gi betydelige økonomiske tap for landbruket, særlig i Sør-Europa.

Bakkenært ozon kan dessuten være skadelig for helsa vår, blant annet ved å svekke luftveisfunksjonen og øke luftveisplager. Heldigvis er det svært sjelden at nivåene blir så høye at det er fare for liv og helse her i Norge.

NILU har overvåket ozon på Prestebakke siden november 1985. Stasjonen ble opprinnelig satt opp som del av overvåkningsprogrammet for sur nedbør, og målte tidligere flere komponenter. Ozondata fra

Prestebakke blir også brukt av svenskene i deres overvåkning.

Nasjonalt referanselaboratorium for ozon og luft

NILU er utpekt av Justervesenet til å være nasjonalt referanselaboratorium for ozon. Det betyr at NILU representerer den høyeste nasjonale kompetansen på måling av ozon. I tillegg er NILU Nasjonalt referanselaboratorium for luft (NRL).

Det betyr at på Prestebakke – og på alle andre målestasjoner i Norge – blir instrumentene driftet og dataene kvalitetskontrollert i henhold til nøye utarbeidede prosedyrer. Det sikrer oss et velfungerende ozoninstrument med høy oppetid.



Foto: Helene L. Halvorsen, NILU

Juli: Hjortnes

Målestasjonen Hjortnes ligger like ved E18 ved Hjortneskaia i Oslo. Her har den stått siden oktober 2008. Målestasjonen eies av Statens vegvesen og driftes av NILU, og her måles svevestøv (både PM_{10} og $PM_{2,5}$), nitrogenoksider (NO_x) og polyaromatiske hydrokarboner (PAH). Sistnevnte analyseres i NILUs laboratorium og rapporteres årlig, de andre komponentene rapporteres kontinuerlig.

Hjortnes er en såkalt veinær stasjon. Slike målestasjoner måler hovedsakelig forurensning fra trafikken, og skal derfor være plassert nær vei. Stasjonen står nå 5 m fra veikanten sør for motorveien E18. Den er godt plassert for å måle forurensningen fra veitrafikken.

Stasjonen står også ved Oslos – og Norges – mest trafikkerte sykkelvei. Den har en årsdøgntrafikk på 2100 passeringer. Det vil si at i 2018 passerte nesten 770 000 syklistene Hjortnes! Måledata herfra er derfor svært aktuelle også for denne gruppen trafikanter, og ikke minst for andre som bor og oppholder seg i området.

God plassering

Mange lurer på hvorfor det står målestasjoner langs veiene, i stedet for i hager eller parker der folk oppholder seg. Det er fordi plasseringen henger sammen med de såkalte grenseverdiene for forurensningen. Grenseverdiene er kort sagt regler

for hvor mye forurensning som er tillatt over en gitt periode. De 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 timesgjennomsnittet av NO_2 maks 200 mikrogram NO_2 per kubikkmeter luft ($\mu g/m^3$). For å kunne ta høyde for at det i løpet av året vil kunne være noen episoder med høy luftforurensning er det tillatt å gå over denne grenseverdien 18 timer i året. Den nittende timen man passerer 200 $\mu g/m^3$ bryter man loven.

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

plassering av målestasjoner alltid være et kompromiss mellom kravene i EU-direktivet og praktiske forhold, f.eks. tilgang på relevante målesteder, tillatelse til å plassere målestasjonen, strømtilgang, vegetasjon og andre hindre, lokale kilder, trafikale forhold, parkeringsmuligheter for operatør, osv.

Sånn sett er Hjortnes godt plassert. Den er enkelt tilgjengelig for vedlikehold – men samtidig også for forbipasserende og lokale gatekunstnere. Det bærer den stadig vekk fargerikt preg av!

For et par år siden var dekoren til mild sjenanse. En av NILUs forskere skulle intervjues av fransk TV om luftkvaliteten i Oslo. Målestasjonen på Hjortnes ble valgt ut som åsted for intervjuet, men det ble raskt avbrutt da den franske fotografen oppdaget at siden på målestasjonen var nedtagget med «I love sluts» og et stort hjerte...



Foto: Claudia Hak, NILU

August: Andøya

Helt på tampen av august går ferden til observatoriet på Andøya, som sto klart i 2010. Observatoriet er del av et overvåkningsprogram finansiert av Miljødirektoratet, og skal identifisere og kvantifisere tilførsler av organiske miljøgifter og sporelementer.

Blant stoffene som måles på Andøya er tungmetaller i luft, blant annet bly, kvikksølv, kobber og nikkel, samt semi-flyktige organiske miljøgifter (POP-er) som ioniske og flyktige PFAS, herunder PFOA og heksaklorobensen (HCB). NILU er hovedansvarlig for overvåkingen, mens Andøya Space Center AS står for den daglige driften på oppdrag fra NILU.

Selv om Andøya-observatoriet ikke åpnet før i 2010 (med målinger fra 2009), startet NILU overvåkning av ozon på stedet allerede i 1994, da i samarbeid med Andøya Space Center/ALOMAR.

Måler langtransporterte forurensninger

Andøya ligger i Vesterålen, og observatoriet med samme navn er plassert 380 meter over havet,

på 69°16'42"N, 16°00'31"E. Såpass langt nord er det få lokale forurensningskilder, så det forskerne kaller «langtransport» er som regel hovedkilden til forurensningen som måles.

Langtransport betyr at de forurensende stoffene fraktes med vind, vær og hav fra kildene sine – som gjerne kan befinne seg mange tusen mil unna.

Luftmasser som kommer inn over norske områder, bærer altså med seg forurensende stoffer som opprinnelig ble sluppet i andre land

Forurensning hopes opp i nord

Sør i Norge kommer det meste av slike langtransporterte luftforurensninger fra industri, landbruk og befolkning på det europeiske kontinentet.

Men så langt nord som på Andøya utgjør utslipp fra Nord-Amerika og Asia en relativt større andel av forurensningen som fanges opp av måleapparatene på observatoriet.

Mange organiske miljøgifter og tungmetaller har fysiske egenskaper som gjør at de i større grad avsettes i kjøligere områder, og i liten grad transporteres videre herfra. På et tidspunkt blir det nemlig så kaldt at stoffene ikke lenger fordamper og fraktes videre med vinden, og dermed kan de hope seg opp her oppe i nord.

Som følge av dette finner vi i dag høye nivåer av tungt nedbrytbare miljøgifter i enkelte arktiske dyr på toppen av næringskjeden.



Foto: Ingrid Sunde Krogseth, NILU



September: UV- og ozonmålinger i Oslo og på Kjeller

Instrumentene som måler UV og ozon står ikke inne i noen målebu. De står fritt ute. De første 42 årene sto de på taket av Fysikkbygningen på Universitetet i Oslo, men siden juli 2019 har de stått på taket av NILU-bygget på Kjeller.

De første gode, kvalitetssikrede målingene av ozon startet opp på Blindern i 1977, i regi av Søren Larsen.

Ozonpionéren Dobson

Larsen brukte et Dobson-instrument, oppkalt etter ozonpionéren Gordon Dobson – som også er opphavet til navnet på måleenheten for ozonlagets tykkelse; Dobson-enheter, DU (engelsk: Dobson Units).

Det ble mer fokus på ozonmålinger utover 80-tallet. Forskerne oppdaget hullet i ozonlaget over Antarktis, og fant ut at menneskeskapte utslipp av klorfluorkarbonbaserte drivgasser (KFK), var årsaken. Med denne oppdagelsen kom også ønsket om automatiserte målinger.

Rundt 1990 kom Brewer-instrumentet (under) til Blindern. Det kunne stå ute

hele tiden. Professor Arne Dahlback, som først jobbet på NILU og senere på UiO, var ansvarlig for disse målingene på UiO de siste tiårene.

I 1995 fikk Brewer selskap av et såkalt GUV-instrument (over) som måler UV-stråling.

GUV-en og Brewer-instrumentet har tikkert og gått siden den gang, men da Dahlback pensjonerte seg i april i år hadde ikke UiO lenger noen som ønsket å fortsette med UV- og ozonmålingene. Dermed flyttet instrumentene hit til NILU på Kjeller i slutten av juni.

Her har de blitt kalibrert og plassert ut på taket, der vi forventer at de skal stå i mange år fremover.

Ozondata fra målingene her på Kjeller (og tidligere fra UiO) legges inn i en internasjonal database som kalles WOUDC. De blir også rapportert inn til Miljødirektoratet, og publisert hvert år i en overvåkningsrapport.



Brewerinstrumentet Foto: Ingunn Trones, NILU

Oktober: Hurdal

I skogsområdet øst for Hurdalssjøen står det vi kaller en regional bakgrunnsstasjon. Der måler NILU bakkenært ozon, partikkelmasse, karbonholdige forbindelser og svovel- og nitrogenforbindelser i luft samt uorganiske forbindelser og tungmetaller i nedbør, på oppdrag fra Miljødirektoratet.

Betegnelsen «regional bakgrunnsstasjon» betyr at her måles langtransportert luftforurensning. Det vil si stoffer som fraktes med vær og vind langveisfra.

Stasjonen inngår i det europeiske overvåknings- og evalueringsprogrammet (EMEP) som har som formål å overvåke luftforurensninger som transporteres over landegrensene i Europa.

På denne stasjonen er det også et nært samarbeid med Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO). Hurdal er én av tre norske stasjoner der de driver med intensiv skogovervåkning. Ett av formålene er å studere effekter av luftforurensning på skog, jord og vegetasjon.

Plassering

Målestasjonen i Hurdal ble opprinnelig etablert på Nordmoen i 1987. Den ble flyttet til sin nåværende posisjon i 1998 fordi det etter hvert ble for mye lokal forurensning på Nordmoen.

Selve målestasjonen er ikke så iøynefallende. Den består av to små buer samt at det står det noen måleinstrumenter på bakken for oppsamling av nedbør og partikler.

Måleinstrumenter i masta

Det man kan legge merke til om man går forbi er den 25 meter høye masta. Det er det eneste stedet NILU har en såpass høy mast. Grunnen til det er at målingene av den langtransporterte luftforurensningen på stedet må foregå over trekronene, der luften er mer representativ for området enn nede i skogen.

Selve måleinstrumentet på toppen av masta heises opp og ned i en spesialkonstruert boks. Det er et egenkonstruert Reodor Felgen-opplegg som gjør det mulig å ta prøver i flere høyder. Filtrene som sitter i instrumentet skiftes hver dag, og dette er det stasjonsholderen som gjør. Vedkommende er ikke ansatt på NILU, men gjør dette på oppdrag fra instituttet. Alle filtre, nedbørsprøver

og andre prøver samles opp og sendes inn til laboratoriet på NILU hver uke.

For tiden jobber NIBIO med å erstatte masten med en større versjon som vil være noe høyere og ha plass til flere målinger. Dette er del av arbeidet med å etablere stasjonen som del av det europeiske Integrated Carbon Observation System-nettverket (ICOS).

En viktig betingelse for at måledata fra regionale bakgrunnsstasjoner som Hurdal skal ha verdi for forskning og forvaltning er langsiktighet. En måleserie må gjerne spenne over flere tiår for å kunne brukes til å forstå og dokumentere endringer i atmosfærens sammensetning. Målingene må dessuten utføres på korrekt vis og med tilstrekkelig tidsoppløsning. Det må være mulig å både relatere den lokale sammensetningen med atmosfærisk transport og omdanning, og sammenlikne resultater med målinger foretatt på andre steder og i andre land.



Foto: Dorothea Schulze, NILU

November: Sofienbergparken

I Sofienbergparken i Oslo finner vi bybakgrunnsstasjonen som har navn etter parken. Den står side om side med miljøstasjon, lekeplass og Miljøhuset Sofienbergparkens parsellhage.

En bybakgrunnsstasjon skal være plassert slik at den fanger opp den samlede luftforurensningen fra alle mulige kilder (trafikk, oppvarming, bynær industri, naturlige kilder, etc.) og dermed gi forskerne og kommunen et best mulig bilde av totalbelastningen i områder der mange mennesker bor.

Kontinuerlige målinger siden 2004

Oslo kommune eier målestasjonen i Sofienbergparken. Det ble etablert en fast målestasjon med kontinuerlige målinger der i 2004, etter å ha målt enkeltkomponenter i perioder.

«Innflyttingen» skjedde i hui og hast en iskald januardag. De ansatte på miljøstasjonen i Sofienbergparken tilbød både kaffe og litt husly til de som skulle sette opp målestasjonen,

så de kunne få litt varme i kroppen underveis.

Siden 2012 er det NILU som har driftet målestasjonen i Sofienbergparken for Oslo kommune. Den har vært med i mange målekampanjer i regi av både kommunen og NILU.

Måler svevestøv, PAH, bakkenært ozon og svoveldioksid

Per i dag måles det grovt og fint svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$), PAH, bakkenært ozon og svoveldioksid i parken.

PAH står for polysykliske aromatiske hydrokarboner, og er en gruppe på over 100 ulike stoffer. PAH dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale (olje, kull, vedfyring, mat).

De viktigste kildene til utslipp av PAH er industrianlegg som aluminiumsfabrikker, biltrafikk, vedfyring og annen stasjonær forbrenning.

For eksempel finner man PAH i svartsvilde rester i stekepanna eller på grillen. De kan være kreftfremkallende dersom man spiser eller puster inn veldig mye av dem. Skal du ta med grillen ut i parken er det lurt å ikke svi pølsene for mye!

Mens vi snakker om grilling kan vi røpe at det er lett å se på målingene fra Sofienbergparken når det har vært en ekstra fin sommerkveld. Da får rett og slett svevestøv fra dusinvis av griller PM_{10} -kurven til å gjøre et lite ekstra hopp.



Foto: Jørn Solnes Skar, NILU



Desember: Trollhaugen

Siste stasjon ut - og den som er lengst unna - er Trollhaugenobservatoriet i Dronning Maud Land i Antarktis. Trollhaugenobservatoriet ligger på fjellet Trollhaugen, 1553 meter over havet mellom det antarktiske platået og kysten. Beliggenheten er unik og upåvirket av den lokale aktiviteten.

Observatoriet ble etablert i januar 2007, med støtte fra forskningsprogrammet NARE (Norwegian Antarctic Research Expeditions).

Til å begynne med lå observatoriet i nærheten av den norske hovedstasjonen Troll, men for stor påvirkning av lokal forurensning førte til at observatoriet ble flyttet til Trollhaugen i februar 2014.

På Trollhaugen ligger observatoriet omlag 1 km øst for og 300 meter høyere enn Troll hovedstasjon, i nunatakområdet Jutulsessen, som er rundt 235 km fra kysten.

Kun til stede i sommersesongen

NILUs forskere og ingeniører er kun på Trollhaugen i den sydlige sommersesongen.

De øvrige månedene er det teknikere fra Norsk Polarinstitut som tar seg av vedlikehold og målinger, de er en

del av mannskapet som overvintrer i Antarktis. Når siste fly forlater Troll i slutten av februar er stasjonen isolert fra omverdenen i 9 måneder.

Måler bakgrunnsnivået

Zeppelinobservatoriet nær Ny-Ålesund på Svalbard og Trollhaugenobservatoriet ligger der lufta er renest på henholdsvis den nordlige og sørlige halvkule. Det betyr at luftforskerne fra NILU får målt det de kaller «bakgrunnsnivå».

Bakgrunnsnivået vil si det laveste nivået av ulike partikler og gasser som finnes i atmosfæren, og det får man kun målt på steder der menneskelig aktivitet ikke bidrar med lokal forurensning.

Den reneste plassen på kloden finner du i Antarktis, og ut fra luftprøver tatt der har forskerne best forutsetning for å si noe om hvordan partikkeldannelsen i lufta var før den industrielle revolusjon.

Og når forskerne kjenner «bakgrunnsnivået», kan de også gjennom luftprøvene finne ut hvor de forurensende stoffene kommer fra, og i hvilke mengder forurensningene slippes ut.

Ved hjelp av ulike avanserte måleinstrumenter fanger NILU-forskerne opp miljøgifter og partikler som kommer svevende med lufta langveis fra. Aske fra skogbranner i f.eks. Brasil har blitt funnet igjen på Trollhaugen – ca 8500 km unna.

Åpne data

Alle data NILU produserer ut fra målingene ved Trollhaugen og de andre observatoriene er åpent tilgjengelig så snart de er kvalitetssikret og overlevert til oppdragsgiver. Data fra Trollhaugen blir mye brukt både av norske og internasjonale forskere.

Nøkkeltall

Utdrag fra årsregnskap (alle tall i MNOK):

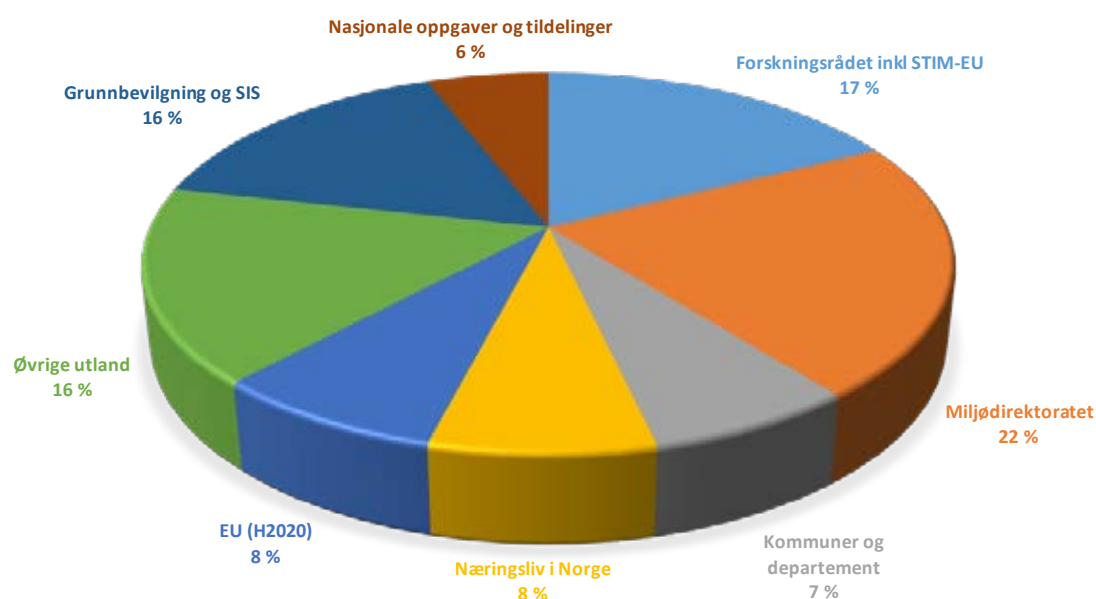
RESULTATREGNSKAP	2019	2018
Prosjektinntekter	154,8	154,0
Basisbevilgning inkludert strategiske instituttsatsninger	32,2	31,3
Nasjonale oppgaver og tildelinger	12,0	15,8
STIM-EU	5,9	4,6
Andre inntekter	0,0	0,1
Driftsinntekter	204,9	205,8
Lønn og sosiale kostnader	-143,4	-142,9
Eksterne utlegg	-23,4	-26,0
Andre driftskostnader	-41,3	-39,5
Driftsresultat	-3,3	-2,6
Netto finansposter	-1,7	0,2
Skatt på ordinært resultat	0,6	-0,7
Årsresultat	-4,4	-3,1
BALANSE	31.12.19	31.12.18
Anleggsmidler	97,2	102,1
Omløpsmidler	82,9	85,9
Sum eiendeler	180,1	188,0
Egenkapital	116,3	120,7
Kortsiktig gjeld	63,8	67,3
Sum gjeld og egenkapital	180,1	188,0

ANTALL UTFØRTE ÅRSVERK	2019	2018
Totalt	155	160
- herav forskerårsverk	101	103
- herav årsverk andre ansatte	54	57
Omsetning per forskerårsverk	2 038	1 998

ANTALL ANSATTE	31.12.19	31.12.18
Totalt fra over 20 ulike nasjoner	161	175
- herav kvinner	81	92
- herav menn	80	83
Antall ansatte med doktorgrad	68	69

PUBLISERING OG FORMIDLING	2019	2018
Vitenskapelige artikler og kapitler	104	122
Foredrag og postere	254	194
NILU-rapporter	26	39
EMEP/CCC-rapporter	4	4
Eksterne rapporter	22	14
Oppslag i media	320	371
Antall følgere på Facebook	1217	1080

Prosjektportefølje – prosentvis fordeling 2019





NILU – Norsk institutt for luftforskning

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

NILUs verdier: Integritet – Kompetanse – Samfunnsnytte
NILUs visjon: Forskning for en ren atmosfære

www.nilu.no

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

NILU i Framsenteret
Hjalmar Johansens gate 14
9296 Tromsø
Telefon 63 89 80 00
E-post nilu@nilu.no
www.nilu.no

ISBN 978-82-425-2971-8 (trykt)
ISBN 978-82-425-2972-5 (elektronisk)