

Strategiske instituttsatsinger ved miljøinstituttene 2014

Forenklet – kun publisert i nettverson

Se også FoU statistikkbanken: <http://www.foustatistikkbanken.no/nifu/>

© Norges forskningsråd 2015

Norges forskningsråd
Drammensveien 288
Postboks 564
1327 Lysaker

Telefon +47 22 03 70 00
Telefaks: +47 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Omslagsdesign: Design et cetera AS

Oslo, juni 2015

ISBN 978-82-12-03433-4 (pdf)

Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Innhold

| | | |
|----------|---|------------|
| 1 | CICERO Senter for klimaforskning | 3 |
| | CIENS SIS: Sustainable Transport – Drivers, Change, Impacts, Policies..... | 3 |
| | SIS: Future Africa: Co-production of climate services in South Africa and Tanzania..... | 5 |
| | SIS: Politically Feasible Renewable Energy Development: The Role of Public Acceptance | 7 |
| | SIS: Climate and health impacts of Short Lived Atmospheric Components | 9 |
| 2 | Nansen Senter for Miljø og Fjernmåling, NERSC..... | 17 |
| | NERSC SIS: Regional climate change | 17 |
| | NERSC SIS: Arctic Ocean, Sea Ice and Glaciers..... | 20 |
| | SIS 3: Cross- and interdisciplinary research..... | 25 |
| 3 | Norsk institutt for by- og regionforskning, NIBR..... | 26 |
| | NIBRs strategiske instituttsatsning (SIS) 2011 - 2014..... | 26 |
| 4 | Norsk institutt for kulturminneforskning, NIKU | 28 |
| | Sustainable Transport – Drivers, Change, Impacts, Policies | 28 |
| | Cultural heritage: Negotiations, policy & practice (Verdi-SIS) | 30 |
| | In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone (In Situ SIS) | 32 |
| | The uses of advanced technology in understanding, preservation and management of cultural heritage (Tekno-SIS)..... | 34 |
| 5 | Norsk institutt for luftforskning, NILU | 38 |
| | AMOM - Advanced modelling of organic contaminants/Avansert modellering av organiske miljøgifter | 38 |
| | BieBus - Bio-Ethanol in public transport: an integrated approach to evaluate the impact of climate change policies in urban areas | 41 |
| | GHG-Nor - Greenhouse gases in the North: from local to regional scale | 43 |
| | OrgSpec - Speciation and quantification of emerging pollutants | 48 |
| | SACC - Strategic Aerosol Observation and Modelling Capacities for Northern and Polar Climate and Pollution | 49 |
| | SCLF - Beskrive kilder, dannelse og transport av kortlevde klimadrivere ved bruk av nye avanserte målemetoder | 52 |
| | TOXROS - Chemical and toxicological characterization of reactive atmospheric species | 54 |
| 6 | Norsk institutt for naturforskning, NINA..... | 59 |
| | Interaksjoner mellom havbruk og vill laksefisk | 59 |
| | Management of biodiversity and ecosystem services in spatially structured landscapes | 66 |
| | Direkte og indirekte klimaeffekter på økologiske prosesser i vann og på land: 2011-2015..... | 74 |
| | Naturgoder i skog – biomangfold, klimatiltak og næringsressurser..... | 84 |
| | ECOCOAST: Human impacts in coastal ecosystems – effects on ecosystem structure and function..... | 88 |
| 7 | Norsk institutt for vannforskning, NIVA..... | 100 |
| | Klimaeffekter fra fjell til fjord..... | 100 |
| | Molekylærbiologiske metoder for studier av biologisk mangfold | 104 |
| | Nye miljøgifter | 107 |
| | Marin forsuring/Ocean Acidification | 109 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 8 | Transportøkonomisk institutt, TØI..... | 112 |
| 1 | Bærekraftig transport: drivkrefter, virkninger og politikk | 112 |
| 2 | Næringsliv..... | 114 |
| 3 | Back on Track..... | 116 |
| 4 | Reisevaner og mobilitet | 118 |
| 5 | Trafikksikkerhet..... | 119 |
| 6 | Innovasjon miljø og klima | 122 |
| 7 | Innovasjon, infrastruktur og regional næringsutvikling | 125 |
| 9 | Bioforsk Jord og Miljø..... | 127 |
| | Greenhouse gases in the North: from local to regional scale: | 127 |
| | In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone (In Situ SIS) | 129 |
| | Climate effects from mountains to fjords - Effects of climate change on runoff from agricultural/cultivated ecosystems (AGRI-LOSS) | 130 |

1 CICERO Senter for klimaforskning

CIENS SIS: Sustainable Transport – Drivers, Change, Impacts, Policies

The challenge: Breaking the linkages between transport and environmental deterioration

Collaboration between Transport Economic Institute (TØI, project leader), NINA, NIKU, NILU and CICERO.

Project period: 01.01.2011 – 31.12.2015

Total budget: NOK 17 668 000 (of this for CICERO: NOK 1 125 000)

Budget for CICERO 2014: NOK 225 000

Team members involved in 2014 activities: Helene Amundsen

Summary of the project:

The focus of this SIS-project is sustainable transport and the project's main aim is to improve the project institutions' capabilities to undertake interdisciplinary research within this increasingly important topic. The development in the project of new understandings and methodologies for environmental and sustainability research both strengthen the interdisciplinary research and improve perspectives of important transport-environmental relationships. The capacity building occurring throughout this project is important, and enhances the collaboration between the project institutes. The environmental and climatic impacts of the transport sector is the backdrop for selecting it as the focus area for this project, as well as being a sector within which many interdisciplinary research approaches and questions are relevant. Challenges in the transport sector encompass all three dimensions of sustainable development, social, economic and ecological. The concept "sustainable transport" is emerging as an increasingly important environmental research area, as well as emerging in policy goals relating to transport and population growth in the cities. Knowledge integration of natural and social sciences is particularly in demand to answer complex environmental research challenges, as it allows for the unpacking of an environmental problem from it is produced, discovered, and through to possible solutions. Environmental challenges related to transport include local and global emissions, health and ecological impacts, land use and landscape changes. In addition, questions concerning transport are often the source of substantial environmental policy goal conflicts, such as trade-offs between urban densification and protection of natural habitats and cultural landscapes; conflicts between investing in low-carbon transport infrastructure, such as rail, which leads to fragmentation and barrier effects, and bypass roads which protects urban landscapes but increases road traffic.

The research undertaken in the project is organised according to three underlying tasks relating to the various stages in the transport-environment cycle.

1. *Social drivers behind mobility* (TØI) – within this task the key social drivers of transport are studied in order to point to the mechanisms that promote more sustainable and environmentally friendly patterns of mobility.
2. *Impacts of transport on urban environment and sustainability* (NIKU, TØI) – this task analyses the impacts of transport on urban environments in the context of consideration for sustainable urban development. An area which to date has received little

attention is the consideration of cultural heritage against the goal of more sustainable transport solutions within the urban development.

3. *Policy processes for sustainable mobility* (TØI, CICERO) – this task studies the importance of political processes in order to achieve the goals of increased sustainable transport.

CICERO's role in this project lies in task 3. The key focus is on the governance of the sustainable transport field, exemplified through the case of bicycle policy processes in Oslo. The key research question we are addressing is whether new forms of governance in the transport field help explain the increased attention to bicycle policies. However whilst there has long been a voiced political support for bicycling, coupled with the promised increase in grants for bicycling policies in the National Transport Plan (2014-2023), there has been a sustained lack of success for bicycle policies and the rate of daily commutes by bicycling has decreased. As such, the bicycle policy field represents a paradox with increased political focus on facilitating for bicycling, whilst the share of bicycling has decreased. We are interested to know why the policy attention to bicycling and actual share of bicycling are moving in opposite directions.

In the case of Oslo, we are seeing renewed attention to bicycle policies, exemplified by the bicycle plan, new networks of transport, health and environmental authorities promoting bicycling, and infrastructure changes to facilitate bicycling in the city. We are investigating how these new governance structures are enabling innovation and new opportunities for implementing the bicycle strategies, and thereby reaching the bicycle policy goals of a higher share of bicycling as a mean for daily transport.

Activities in 2014:

- Literature review of theory, particularly of governance theory, and of research on transport development and bicycle policies
- Analyses of relevant policy documents such as strategies and action plans for bicycling at municipal and national levels; and various White Papers, such as the National Transport Plan.
- Analyses of the emerging governance networks within the bicycle policy field. We are investigating the role of the bicycle interest organisation (syklistenes landsforening), the constellation between health, environment and transport authorities for bicycling
- Two written pieces are in progress in collaboration with TØI:

i) Sykkelpolitiske prosesser [bicycle political processes]. This chapter focuses on the historical development of the policy field of bicycling in a policy-institutional perspective.

ii) "New forms of governance in the sustainable transport field – the case of bicycle policy processes in Oslo." This paper takes as a starting point the so-called "zero growth" transport political aim, which is to meet the population growth and increased mobility needs solely by sustainable transport, including public transport, walking and bicycling. This aim taps into a long-standing focus on bicycle policies, and in particular continuous bicycle lanes to encourage more bicycling. We are seeking an understanding of the drivers that are important for a change towards more sustainable transport solutions and use the case of Oslo to investigate the importance of new governance networks to realise the bicycle policy aims.

SIS: Future Africa: Co-production of climate services in South Africa and Tanzania

Project period: 01.01.2013 – 31.12.2015

Total budget: NOK 3,9 mill.

Budget 2014: NOK 1 300 000

Team members involved in 2014 activities: Asuncion Lera St. Clair, Bob Eric Helmuth van Oort, Jana Sillmann, Jennifer Joy West, Kristin Aunan, Lan Marie Nguyen Berg and Tiina Ruohonen

The aim of this SIS “Future Africa: Co-production of climate services in South Africa and Tanzania” was to assess key climate knowledge needs at three scales (community, local, and national) for a contextual, user-driven, socially informed, and holistic understanding of sustainability in Southern Africa. The core idea was to draw on knowledge from diverse disciplines and stand-points as well as from knowledge co-produced with users. It thus re-frames climate services as a two-way interaction between research and users, instead of a unidirectional delivery or research to users, stressing the importance of jointly identifying which type of information and at what critical point in time is needed in order to support a transformational change towards sustainable and resilient pathways. Having accomplished its main aim of establishing a major climate services project, through the WMO led Global Framework for Climate Services (GFCS:

https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_982_en.html), the research agenda for 2014 departed from the original but maintained a sectorial and cross sectorial focus on disaster risk, health, food security and how these link to adaptation. The core idea developed for the original SIS remained: to focus attention on what allows a shift in decision-making and management strategies within a concrete and user-relevant context with the goal of both increasing adaptive capacity and promoting sustainability.

With its widened focus and use of SIS funds, 2014 was a very productive year supporting ongoing activities related to other climate services projects at CICERO, framework development beyond the African context, support dissemination and publication, and to support proposal work for new climate services projects:

- GFCS project support: The SIS funds continue to support the implementation of the WMO Global Framework for Climate Services project through a close collaboration of CICERO with the Christian Michelsen Institute, Lilongwe University of Agriculture and Natural Resources in Malawi, and the Center for Climate Research at the University of Dar-es-Salaam in Tanzania. In this project, CICERO, CMI and local partners are in the process of documenting existing institutional structures governing flow of climate information/services from national to local levels, as well as knowledge, use and perceptions of existing climate and meteorological information and information sources among end-users at local and (selected) district levels in Tanzania and Malawi. Concrete outputs (supported by both SIS and GFCS project funds) consist of: Reports for each country summarizing the key institutions and institutional processes at the national and district levels involved in the supply, communication and application of climate information for decision-making in relation to the target sectors, and 2) reports for each country assessing the available policy documents and frameworks related to climate services that can inform all members and partners of the programme and a matrix of key documents and their sources. Several other activities are in progress, including baseline studies in Tanzania and Malawi at national, district and village level, analyses of current climate services and satisfaction with these in the target districts, a literature review on existing research and projects related to climate services in East Africa, focusing on Malawi, Tanzania and Ethiopia, and general activities related to maintaining the climate service project website and support meetings between

partner and other communication activities for the project (presentations on schools, seminars). The development of a functional climate services system will have a positive effect on gender equality, local development and food security, and is also expected to benefit households in terms of better health and protection from extreme weather events such as droughts and floods.

- Other project support: Climate service related work was further developed supporting activities in the Norwegian MFA and Swedish SIDA funded Himalayan Climate Change Adaptation Programme (HICAP: www.icimod.org/?q=10140). Local studies and perceptions of climate impacts on food security, ecosystem services, flood risk and livelihoods were combined to assess climate information needs. These were then developed and provided through downscaled models, understandable graphics and interpretations of the models results useful for adaptation and policy decisions at the local level. SIS funds supported several reports and peer review publications (see further down) in relation to this work.

- Proposal development and Climate Information Task Team: CICERO developed a proposal and was granted funding (project number 244551) with a CICERO led project on the interactions of climate extremes, air-pollution agro-ecosystems in Nepal and India, submitted to the Norwegian Research Council KLIMAFORSK/OKOSYSTEM call. The project has a strong focus on food security, user inputs and interactions throughout the process, and result dissemination (climate services) to support local policy making. Furthermore, an application (on invitation) was submitted to the the WMO CCI Task Team on Tailored Climate Information (<http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/opace/opace3/TT-TCI-3-5.php>)

- Framework development: A framework for communications capacity building and training for climate services projects was developed by the CICERO Communications department. The framework developed for the GFCS project was further developed to be applicable on all climate services projects. This development is a crucial component in the work of turning climate information into useful climate services world-wide. The framework consists of training, knowledge-sharing and co-production of knowledge through a framework of participatory methodology in which the following topics are highlighted: context-sensitivity and user-relevance; building interpretation competency (science literacy); communication of risk rather than uncertainty; methods of knowledge-cascading; finding and fostering champions; and, finally, the creation of adequate feedback mechanisms and new ways of communicating climate services.

The research agenda for 2015 is to continue support of ongoing climate service activities, support peer review publications, and further developing the climate services at CICERO both through increased cross-disciplinary cooperation which ensures a better understanding both in the natural sciences of what is needed at the local and policy level to ensure adaptation and decision making, and in the social sciences of the potentials and capacities, uncertainties and limitations of modeling for climate services.

SIS funds funded Climate Services related publications:

Published/Accepted:

Bob van Oort, Laxmi Dutt Bhatta, Himlal Baral, Rajesh Kumar Rai, Madhav Dhakal, Ieva Rucevska, Ramesh Adhikari (2014) Assessing community values to support mapping of ecosystem services in the Koshi river basin, Nepal. *Ecosystem Services*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.004>
Van Oort, Bob (2014) Climate projections for local adaptation in the Hindu-Kush Himalayas. CICERO Report 2014:01. CICERO, Oslo, Norge. 165pp. Accessible via: www.cicero.uio.no/media/10568.pdf
Laxmi D Bhatta, Bob Eric Helmuth van Oort, Ieva Rucevska, Himlal Baral (2014) Payment for Ecosystem Services: Possible instrument for managing ecosystem services in Nepal. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 10(4):289-299. DOI 10.1080/21513732.2014.973908

Sillmann et al. (2015) "No emergency argument for climate engineering", *Nature Climate Change*, 5 (to appear in April issue)

Submitted/In preparation:

Laxmi Dutt Bhatta, Bob van Oort (submitted) Understanding the ecosystem –livelihoods interface in changing climate: A case study from Dolakha District, Nepal. Conference on ‘Ecosystem Services and Livelihoods in a Changing Climate: Understanding local adaptation in the Salween and Mekong Basins’, November 12-14, 2013, Kunming, China

Laxmi D Bhatta, Bob Eric Helmuth van Oort, Himlal Baral, Nigel E. Stork (resubmitted) Ecosystem services and livelihoods in a changing climate: Understanding Local adaptations in the Upper Koshi, Nepal. Submitted to *Journal of Environmental Planning and Management*.

SIS: Politically Feasible Renewable Energy Development: The Role of Public Acceptance

Project period: 2013 – 2015

Total budget: NOK 3 000 000

Budget for 2014: NOK 1 000 000

Team members involved in 2014 activities: Guri Bang, Todd Cherry, Jorge H Garcia, Anne Therese Gullberg (project leader), Steffen Kalbekken, Asbjørn Torvanger and Marianne Aasen.

This project explores under what conditions public acceptance is important for the political feasibility of the EU-driven energy transition, both at different stages of the policy-making process, and at different levels of governance. More specifically we ask: To what extent does public acceptance matter in different phases of decision-making processes – from the agenda-setting phase to the implementation phase? WP1 and WP2 explore under what conditions low carbon energy policy must both be adopted and implemented with critical levels of support from key interest groups, voters, individuals and industries. We also ask: To what extent does public acceptance matter at different levels of governance – at the European Union level, at the national level in Norway and at the local level in Norway? WP1 investigates the role of public acceptance at the EU level, while WP2 focuses on how public acceptance influence implementation of policies at a) the local level and b) the national level. WP3 synthesizes by bringing together these two levels of governance in a unifying framework that builds on perspectives from political science and behavioral economics. In particular, interactions and feedback loops among local, national and European actors will be identified and analyzed.

Activities 2014

In 2014 we were concerned with work package 1 and 2. The first work is studying the determinants of public support for renewable energy projects at the community level in Norway. Using experimental methods, we explored individual attitudes towards the siting of a wind farm. This work relates to NIMBY (Not In My Back Yard) effect and a well-known attitude-behavior gap: while individuals often express positive attitudes towards green energy sources, they will not support wind farming in their vicinity. It has been documented that a way to ease local opposition is to provide compensation to local communities. However, what form compensation should take is less clear. Earlier studies conclude that the normative case for community benefits is accepted by all stakeholders but the exact mechanisms for providing them remain misunderstood. We aimed at quantifying local preferences over two compensation mechanisms that would enable the deployment of a wind farm, namely individual payments and provision of a local public good.

The study was carried out in 2013/2014 and the paper will be submitted by June 2015. The study concludes that at higher levels of both private and public compensation opposition to the windmill park eases.

While the former study is done at community level, the following study is done at national level: As a starting point we argue, based on previous research, that Norway has great potential for renewable energy production and renewable energy export. However, political feasibility of Norwegian renewable energy export depends on both political and public support. Although climate-friendly, renewable energy development might come at the expense of nature conservation. This dilemma is even more difficult in Norway because new renewables mainly will be for export.

Based on party programmes and survey data, we study political parties' positions and voters' attitudes towards hydropower development and hydropower export to Europe.

We analysed Norwegian political parties' positions on renewable energy: whether and how they are expressed in the parties' election programmes for the election period 2009–2013 (NSD 2013). The data on Norwegian attitudes towards renewable energy is taken from Norwegian Monitor, a large national survey conducted every second year since 1989. The respondent group is around 3500 for each year, and consists of a representative random sample of the Norwegian population. They fill in a self-administered questionnaire of about four hundred questions. For the 2009–2013 election period we study, two surveys were collected: one right after the 2009 national election and one more right after the 2011 local election.

We find that a majority of Norwegians now support hydropower development at the expense of nature conservation to provide clean energy, although there is still a large share of the population who oppose such development. 54% support hydropower development even at the expense of nature conservation, while 42% do not. Previous research has shown that both nature conservation organisations and energy-intensive industries are opposed to renewable energy export, due to environmental and economically concerns respectively. In this paper, we find that while the political parties support renewable energy export, Norwegians are almost evenly split on the question of hydropower export to Europe to reduce GHG emissions. 48% support Norwegian hydropower export to Europe, while 47% do not. The opposition is greatest among Centre Party and Progress Party voters. We conclude that public opposition might indeed be a barrier to renewable energy export to Europe.

The paper was presented at two conferences: Renewable Energy Research Conference in June 2014 and the national political science conference (Den nasjonale fagkonferansen i statsvitenskap) in January 2014, and is now submitted with the title "Climate-friendly renewables at the expense of nature conservation? Attitudes towards renewable energy in Norway."

In addition to the academic conferences mentioned, the project participants have contributed to dissemination through academic conferences, seminars, debates and articles:

Bang, Guri, 2014. Explaining Growing Climate Policy Differences Between the European Union and the United States. *The EU in a Global World*, 15.07.2014, Berlin School of Economics (HWR).

Bang, Guri, 2014. Norway: Oil-rich strong democracy. *Comparative Politics Seminar*, 25.06.2014, Free University Berlin.

Bang, Guri, 2014. The German Energiewende from the Nordic perspective: Conflicts and potentials for cross-border co-operation. *Konferenz: Herausforderungen an die Mehebenen Governance der Deutschen Energiewende*, 04.11.2014, Kalkscheune, Berlin.

Bang, Guri, 2014. 'Viktig gass for Europa', *kronikk i Dagens næringsliv*, 22.04.2014.

Bang, Guri, 2014. Norway's potential contribution to the European energy transition. *Renewable Energy Research Conference*, 16.06.2014. Oslo, Norway.

Cherry, Todd, Jorge H Garcia, Steffen Kallbekken and Asbjørn Torvanger, 2014. The development and deployment of low-carbon energy technologies: The role of economic interests and cultural worldviews on public support. *Energy Policy*, 68: pp. 562-566.

Gullberg, Anne Therese, 2014. Natural gas and/or hydropower as balancing power to Europe? Bayern gas seminar, 28.05.2014, Litteraturhuset, Oslo, Norway.

SIS: Climate and health impacts of Short Lived Atmospheric Components

Prosjektperiode: 01.01.2011 – 31.12.2015

Totalt budsjett: NOK 8 450 000

Budsjett 2014: NOK 1 690 000

Team members involved in 2014 activities: Bjørn Hallvard Samset, Gunnar Myhre, Jan S. Fuglestad, Kristin Aunan, Marianne Tronstad Lund, Ole Amund Søvde, Ragnhild Bieltvedt Skeie, Stig Bjørnløv Dalsøren og Øivind Hodnebrog

Målet med SLAC, Climate and health impacts of Short Lived Atmospheric Components, er å øke forståelsen av klimaeffektene av kortlevde komponenter, både gasser og aerosoler. Å redusere utslipp av kortlevde komponenter eller forløperen til disse har fått stor oppmerksomhet de siste årene. Et internasjonalt initiativ CCAC «Climate and Clean Air Coalition to Reduce Short-Lived Climate Pollutants» (www.unep.org/ccac/) ble lansert av FN's miljøprogram i 2012 hvor organisasjoner og land, deriblant Norge, er med. Kortlevde klimadrivere har både oppvarmende og avkjølede effekter, men det er store usikkerheter knyttet til størrelsen på effektene. Bedre forståelse for klimaeffekten av kortlevde drivere er avgjørende for å redusere usikkerheten i klimafølsomheten, og dermed redusere usikkerheten i beregninger av fremtidig klima. I en artikkel i Nature Educational Knowledge illustrerer Myhre et al. sammenhengen mellom strålingspådrivet fra aerosoler og klimafølsomheten. I en nylig publisert artikkel i Nature Geoscience viser Myhre et al. at usikkerheten i følsomheten vil reduseres i de neste tiårene, siden det antas at konsentrasjonen av kortlevde komponenter vil reduseres i fremtidsscenarioene.

Gjennom initiativet «Atmospheric Chemistry & Climate Model Intercomparison Project (ACC-MIP)» er det blitt gitt ut en rekke studier av O₃-budsjett og drivere. CICERO bidro i dette modellsammenligningsarbeidet med kjemitransportmodellen Oslo-CTM2. Denne har blitt videreutviklet og er nå oppgradert til Oslo-CTM3, dokumentert i artikkelen Søvde et al. 2012 i Geoscientific Model Development.

For å forbedre forståelsen av strålingspådrivet av aerosoler har man gjennom AeroCom-samarbeidet bedt verdens ledende aerosolmodeller om å kjøre samme eksperimenter, og ved å sammenligne resultatene finne de områdene der modellene avviker mest fra hverandre. En artikkel i Atmospheric Chemistry and Physics ACP (Myhre et al., 2013) presenterer et av hovedresultatene fra den andre runden med AeroCom-sammenligninger, en oversikt over modellenes beregninger av strålingspådriv for den direkte aerosoleffekten. I likhet med den første runden (fra 2006) studeres sot, sulfat og organiske aerosoler, men i tillegg er denne gangen nitrater, aerosoler fra brenning av biomasse og sekundære aerosoler tatt med. Artikkelen viser at forskjellene mellom modellene fortsatt er store, men at de store trekkene i den direkte aerosoleffekten likevel er godt beskrevet. Det pekes på flere områder der videre studier er nødvendig, som aerosoleffekter i områder med mye skyer. De ledende aerosolmodellene gjør ulike antakelser om de optiske egenskapene til aerosolene. For å vurdere hvor stor del av variasjonen mellom modellenes resultater som kan tilskrives disse antakelsene, presenteres det i en artikkel publisert i Atmospheric Chemistry and Physics ACP en serie forenklede modelleksperimenter der optiske egenskaper settes likt for alle modellene (Stier et al. 2013).

Artikkelen viser at selv med identiske optiske egenskaper gir modellene ulike svar, selv om spredningen i resultater reduseres. Dette innebærer at egenskapene til de klimamodellene som aerosolmodellen er en del av, også er viktig for de endelige beregningene av klimapådriv. I en artikkel i Nature Climate Change argumenterer Samset et al. 2014 at man må oppjustere usikkerheten for den direkte aerosol effekten (presentert i Myhre et al. 2013 og brukt som grunnlag i IPCC AR5), for å ta hensyn til at dagens aerosolmodeller ikke spenner det fulle rommet av tillatte parametere.

Sotpartikler har en oppvarmende effekt, både direkte ved absorpsjon av sollys og ved å gjøre snøen mørkere. I tillegg kan sot endre skyers utbredelse, som både kan virke oppvarmende eller avkjølede. En omfattende artikkel av Bond et al. 2013, ga et beste estimat av totalt strålingspådriv på 1.1 Wm^{-2} noe som vil bety at sot frem til i dag er den nest største oppvarmingskomponenten etter CO₂, men usikkerheten er stor, fra 0.17 til 2.1 Wm^{-2} . I en serie av artikler har Samset og Myhre sett på vertikalfordelingen av sot i atmosfæren og hvordan den påvirker klimapådrivet. Sammenliknet med flymålinger fra sør til nord i Stillehavet i perioden 2009 til 2011 så overestimerer AeroCom modellene BC (Black Carbon) i øvre troposfære og nedre stratosfære med en faktor ~ 10 (Scwartz et al. 2013). Samset og Myhre beregnet i 2011 at strålingspådrivet er større per masse ved større høyde, og i en artikkel publisert i ACP i 2013 viste Samset et al 40 % av strålingspådrivet for AeroCom modellene skyldes BC over 5 km. Samset et al. 2014 (ACP) viste at dersom AeroCom modellresultatene justeres i forhold til observasjonene fra flykampanjene, reduseres det direkte strålingspådrivet med 25 % sammenliknet med Myhre et al. 2013. Med en mere realistisk vertikalprofil av BC i en klimamodell finner Hodnebrog, Myhre og Samset (i Nature Communications) en lavere klimaeffekt for BC. I tillegg til den endrede vertikalprofilen skyltes dette at sots påvirkning på skyer gir en avkjøling som motvirker den direkte oppvarmende effekten.

Myhre og Samset har også sammenlignet standardmetoden som benyttes i klimamodeller for å beregne klimaeffekten av sot med mere avanserte beregninger i en artikkel akseptert i ACP. De finner at klimamodellene underestimerer den direkte effekten av sot med 10 %.

Effekten av BC på snø er behandlet i to modellsammenlikningsartikler hvor Oslo CTM2 er med (Lee et al. 2013 og Jiao et al. 2014). Modellert BC konsentrasjon i snø varierte med en faktor 2-3 rundt observasjonene. Lee et al. beregnet tidsutviklingen av strålingspådriv og fant høyere pådriv rundt 1980 sammenliknet med år 2000 grunnet reduksjon av utslipp i Europa og Nord Amerika. Pådrivet er imidlertid lite i forhold til CO₂ og den direkte effekten av sot. Modellresultater fra Oslo-CTM2 sammenliknet med observasjoner gjort av Norsk Polarinstittutt i Europeisk sektor av Arktis i perioden 2007 til 2009 viser at modellen underestimerer konsentrasjonen med en faktor 2-3 (Forstrom et al. 2013). Usikkerheter i både utslipp av sot og hvordan sot fjernes fra atmosfæren i nedbør er store.

Kortlevde klimadrivere kan både ha oppvarmende og avkjølede effekt, men alle har de en negativ effekt på helse. I en ACCMIP studie ble for tidlig død på grunn av utendørs luftforurensning beregnet for troposfærisk ozon og partikler (Silva et al. 2013). Også innendørs luftforurensning har negative helseeffekter. I land der store deler av befolkningen ikke har tilgang på ren husholdningsenergi og fortsatt bruker ved og kull til koking og oppvarming, vil sykdomsbyrden på grunn av eksponering innendørs ofte overstige effektene av forurenset uteluft i byene. I SLAC prosjektet er det gjort studier i Kina av den totale eksponering folk utsetter for både fra kilder innendørs og utendørs. I én studie beregnes det hvordan urbanisering i Kina kan ha redusert den totale befolkningseksponeringen for PM_{2.5} (den viktigste komponenten for helseskade), til tross for at urbanisering betyr at flere mennesker eksponeres for forurenset byluft. Årsaken til reduksjonen er først og fremst at folk i byer har tilgang på gass og elektrisitet i hjemmene sine og dermed slipper å bruke ved og kull innendørs.

SLAC prosjektet har også bidratt til deltakelse i arbeidet med å utforme retningslinjer for innendørs luftkvalitet for husholdningsbrensler for Verdens Helseorganisasjon (WHO Indoor Air Quality Guidelines for Household Fuel Combustion), som ble publisert i november 2014.

Partikler kan også påvirke nedbør siden de kan være kondensasjonskjerner, men de kan også påvirke nedbør på grunn av sitt strålingspådriv. Kvalevåg et al. (2013) har studert sammenhengen mellom nedbørsendringer, strålingspådriv og temperaturendringer siden førindustriell tid for en rekke

klimapådrivere i en klimamodell, og fant resultater som indikerer at nedbørsendringer på grunn av en strålingspådriv mekanisme er mere robust enn hva man tidligere har trodd.

SLAC har også som mål å styrke grunnlaget for utvikling av klima- og miljøstrategier for aerosoler og gasser som ikke dekkes av UNFCCC. Klimapolitikk som inkluderer flere gasser enn CO₂ krever "metrics" som kan brukes for å sammenligne klimaeffektene av ulike utslipp og regne disse om til en felles måleenhet. En rekke ulike metrics er foreslått i litteraturen, både fra naturvitere og fra økonomer. Artikkelen av Tol et al. (i *Environmental Research Letters*) presenterer et konsistent rammeverk som viser sammenhengen mellom de ulike typene metrics og hvordan disse passer inn i cost-benefit og cost-effectiveness analyser. Artikkelen viser hvilke typer metrics som er konsistent med Klimakonvensjonen og et temperaturstabiliseringsmål. I en artikkel av Tanaka et al. (2013) i *Climatic Change* diskuteres også bruk av ulike metrics relatert til et mål om stabilisering under 2 °C.

En oversikt over de mest brukte «emission metrics», og en gjennomgang av de matematiske formuleringene bak, blir diskutert i en artikkel publisert i *Earth System Dynamics (ESD)* av Aamaas et al. Klimaeffekten av globale utslipp eller utslipp delt opp i land, sektorer eller utslippskomponenter vil være avhengig av hvilke metrics man bruker. Her konkluderes det med at betydningen av non-CO₂ komponenter varierer sterkt med type metric og tidshorisont men uansett er det CO₂-utslipp som bidrar mest til total klimaeffekt summert over alle utslipp. Collins et al. (2013) beregnet globalt og regionalt temperaturendringspotensial for kortlevde komponenter og fant at respons på midlere bredder på nordlige halvkule til utslipp i samme region var omtrent dobbelt så stor som globalt gjennomsnitt. For komponenter med kort levetid i atmosfæren, er hvor utslippene finner sted av betydning for klimaeffekten som kompliserer bruken av metrics for kortlevde komponenter.

SLAC bidro til fullføringen av en omfattende artikkel om oppvarmingspotensialet til halocarboner og relaterte komponenter publisert i *Reviews of Geophysics*. Dette arbeidet førte til deltagelse i WMOs 2014 rapport om ozonlaget. Noen halocarboner har en kort levetid i atmosfæren og i en artikkel i *Geophysical Research Letter* fra 2014 vurderte Fuglestad et al. om kortlevde halocarboner kan motvirke avkjøling fra en kraftig vulkan.

SLAC prosjektet har gitt CICERO et meget godt grunnlag for arbeid som retter seg direkte mot beslutningstakernes behov. Høsten 2013 leverte CICERO en rapport til Miljødirektoratet som omhandlet effekten av norske reduksjoner av kortlevde komponenter. («Klimaeffekt av norske utslipp av kortlevde klimadrivere» av Hodnebrog et al.) Denne var med å danne grunnlaget for Miljødirektoratets rapport: «Forslag til handlingsplan for norske utslipp av kortlevde klimadrivere». CICERO arrangerte også høsten 2014 et seminar om BC for beslutningstakere i samarbeid med met.no og NILU

Artikler

2011

2011, Daniel, John S, S Solomon, Todd J Sanford, Mack McFarland, Jan S. Fuglestad and P. Friedlingstein, Limitations of Single-Basket Trading: A Lesson from the Montreal Protocol for Climate Policy, *Climatic Change*, 0165-0009 (Print)-1573-1480 (Online)

2011, Myhre, Gunnar, Jan S. Fuglestad, Terje Berntsen and Marianne Lund, Mitigation of short-lived heating components may lead to unwanted long-term consequences. *Atmospheric Environment*, (In Press)

2011, R. B. Skeie, T. K. Berntsen, G. Myhre, K. Tanaka, M. M. Kvalevåg, and C. R. Hoyle, Anthropogenic radiative forcing time series from pre-industrial times until 2010, *Atmos. Chem. Phys. Discuss*, 22545-22617

2011, O. A. Søvde, C. R. Hoyle, G. Myhre, and I. S. A. Isaksen, The HNO₃ forming branch of the HO₂ + NO reaction: pre-industrial-to-present trends in atmospheric species and radiative forcings, *Atmos. Chem. Phys.* 11, 8929-8943

B. Samset, G. Myhre: Sensitivity of direct radiative forcing to aerosol vertical distributions. Submitted to *Geophysical Research Letters*. Submission Date: 2011-09-15

2012

2012, K. Bowman, D. Shindell, H. Worden, J. F. Lamarque, P. J. Young, D. Stevenson, Z. Qu, M. de la Torre, D. Bergmann, P. Cameron-Smith, W. J. Collins, R. Doherty, S. Dalsøren, G. Faluvegi, G. Folberth, L. W. Horowitz, B. Josse, Y. H. Lee, I. MacKenzie, G. Myhre, T. Nagashima, V. Naik, D. Plummer, S. Rumbold, R. Skeie, S. Strode, K. Sudo, S. Szopa, A. Voulgarakis, G. Zeng, S. Kulawik, and J. Worden, Observational constraints on ozone radiative forcing from the Atmospheric Chemistry Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP), *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 23603-23644

2012, A. Voulgarakis, V. Naik, J.-F. Lamarque, D. T. Shindell, P. J. Young, M. J. Prather, O. Wild, R. D. Field, D. Bergmann, P. Cameron-Smith, I. Cionni, W. J. Collins, S. B. Dalsøren, R. M. Doherty, V. Eyring, G. Faluvegi, G. A. Folberth, L. W. Horowitz, B. Josse, I. A. MacKenzie, T. Nagashima, D. A. Plummer, M. Righi, S. T. Rumbold, D. S. Stevenson, S. A. Strode, K. Sudo, S. Szopa, and G. Zeng, Analysis of present day and future OH and methane lifetime in the ACCMIP simulations, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 22945-23005

2012, P. J. Young, A. T. Archibald, K. W. Bowman, J.-F. Lamarque, V. Naik, D. S. Stevenson, S. Tilmes, A. Voulgarakis, O. Wild, D. Bergmann, P. Cameron-Smith, I. Cionni, W. J. Collins, S. B. Dalsøren, R. M. Doherty, V. Eyring, G. Faluvegi, L. W. Horowitz, B. Josse, Y. H. Lee, I. A. MacKenzie, T. Nagashima, D. A. Plummer, M. Righi, S. T. Rumbold, R. B. Skeie, D. T. Shindell, S. A. Strode, K. Sudo, S. Szopa, and G. Zeng, Pre-industrial to end 21st century projections of tropospheric ozone from the Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP), *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 21615-21677

2012, Y. H. Lee, J.-F. Lamarque, M. G. Flanner, C. Jiao, D. T. Shindell, T. Berntsen, M. M. Bisiaux, J. Cao, W. J. Collins, M. Curran, R. Edwards, G. Faluvegi, S. Ghan, L. W. Horowitz, J. R. McConnell, G. Myhre, T. Nagashima, V. Naik, S. T. Rumbold, R. B. Skeie, K. Sudo, T. Takemura, and F. Thevenon, Evaluation of preindustrial to present-day black carbon and its albedo forcing from ACCMIP (Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project), *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 21713-21778

2012, Lamarque, J.-F., Shindell, D. T., Josse, B., Young, P. J., Cionni, I., Eyring, V., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., Collins, W. J., Doherty, R., Dalsoren, S., Faluvegi, G., Folberth, G., Ghan, S. J., Horowitz, L. W., Lee, Y. H., MacKenzie, I. A., Nagashima, T., Naik, V., Plummer, D., Righi, M., Rumbold, S., Schulz, M., Skeie, R. B., Stevenson, D. S., Strode, S., Sudo, K., Szopa, S., Voulgarakis, A., and Zeng, G., The Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP): overview and description of models, simulations and climate diagnostics, *Geosci. Model Dev. Discuss.*, 5, 2445-2502, doi:10.5194/gmdd-5-2445-2012

2012, D. S. Stevenson, P. J. Young, J.-F. Lamarque, D. T. Shindell, A. Voulgarakis, R. B. Skeie, S. B. Dalsøren, G. Myhre, T. K. Berntsen, G. A. Folberth, S. T. Rumbold, W. J. Collins, I. A. MacKenzie, R. M. Doherty, G. Zeng, T. P. C. van Noije, A. Strunk, D. Bergmann, P. Cameron-Smith, D. A. Plummer, S. A. Strode, L. Horowitz, Y. H. Lee, S. Szopa, K. Sudo, T. Nagashima, B. Josse, I. Cionni, M. Righi, V. Eyring, A. Conley, K. W. Bowman, O. Wild, Tropospheric ozone changes, radiative forcing and attribution to emissions in the Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP), submitted in ACP

2012, D. T. Shindell, J.-F. Lamarque, M. Schulz, M. Flanner, C. Jiao, M. Chin, P. Young, Y. H. Lee, L. Rotstain, G. Milly, G. Faluvegi, Y. Balkanski, W. J. Collins, A. J. Conley, S. Dalsoren, R. Easter, S. Ghan, L. Horowitz, X. Liu, G. Myhre, T. Nagashima, V. Naik, S. Rumbold, R. Skeie, K. Sudo, S. Szopa, T. Takemura, A. Voulgarakis, and J.-H. Yoon, Radiative forcing in the ACCMIP historical and future climate simulations, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 21105-21210

2012, W. J. Collins, M. M. Fry, H. Yu, J. S. Fuglestedt, D. T. Shindell, J. J. West, Global and regional temperature-change potentials for near-term climate forcers, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 23261-23290, 2012

2012, G. Myhre, B. H. Samset, M. Schulz, Y. Balkanski, S. Bauer, T. K. Berntsen, H. Bian, N. Bellouin, M. Chin, T. Diehl, R. C. Easter, J. Feichter, S. J. Ghan, D. Hauglustaine, T. Iversen, S. Kinne, A. Kirkevåg, J.-F. Lamarque, G. Lin, X. Liu, G. Luo, X. Ma, J. E. Penner, P. J. Rasch, Ø. Seland, R. B. Skeie, P. Stier, T. Takemura, K. Tsigaridis, Z. Wang, L. Xu, H. Yu, F. Yu, J.-H. Yoon, K. Zhang, H. Zhang, and C. Zhou, Radiative forcing of the direct aerosol effect from AeroCom Phase II simulations, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 22355-22413

2012, Arlene M. Fiore, Vaishali Naik, Dominick V. Spracklen, Allison Steiner, Nadine Unger, Michael Prather, Dan Bergmann, Philip J. Cameron-Smith, Irene Cionni, William J. Collins, Stig Dalsøren, Veronika Eyring, Gerd A. Folberth, Paul Ginoux, Larry W. Horowitz, Béatrice Josse, Jean-François Lamarque, Ian A. MacKenzie, Tatsuya Nagashima, Fiona M. O'Connor, Mattia Righi, Steven T. Rumbold, Drew T. Shindell, Ragnhild B. Skeie, Kengo Sudo, Sophie Szopa, Toshihiko Takemura and Guang Zeng, Global air quality and climate, *Chem. Soc. Rev.*, 2012,41, 6663-6683, DOI: 10.1039

2012, B. Aamaas, G. P. Peter and J. S. Fuglestedt, A synthesis of climate-based emission metrics with applications, *Earth Syst. Dynam. Discuss.*, 3, 871-934

2012, Richard S.J. Tol, Terje K. Berntsen, Brian C. O'Neill, Jan S. Fuglestedt and Keith P. Shine, A unifying framework for metrics for aggregating the climate effect of different emissions, accepted in *Environmental Research Letters*

2012, Hodnebrog, Ø., Etminan, M., Fuglestedt, J., Marston, G., Myhre, G., Shine, K.P. and Wallington, T.J., Global Warming Potentials and Radiative Efficiencies of Halocarbons and Related Compounds: A Comprehensive Review, submitted to *Reviews of Geophysics*

2012, Stier, P., Schutgens, N. A. J., Bian, H., Boucher, O., Chin, M., Ghan, S., Huneeus, N., Kinne, S., Lin, G., Myhre, G., Penner, J. E., Randles, C., Samset, B., Schulz, M., Yu, H., and Zhou, C., Host model uncertainties in aerosol radiative forcing estimates: results from the AeroCom prescribed intercomparison study, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 25487-25549, doi:10.5194/acpd-12-25487-2012

2012, Søvde, O. A.; M. J. Prather, I. S. A. Isaksen, T. K. Berntsen, F. Stordal, X. Zhu, C. D. Holmes and J. Hsu, The chemical transport model Oslo-CTM3, *Geosci. Model Dev. Discuss.*, 5, 1561-1626, doi:10.5194/gmdd-5-1561-2012

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

2012, Tanaka, K., Johansson, D., O'Neill, B. and Fuglestedt, J., Emission metrics under the 2°C climate stabilization, submitted to *Climatic Change Letters*

2012, Peters, G., Reisinger, A., Fuglestedt, J. and Meinshausen, M., Dependence of Global Warming Potentials on constant and variable background concentrations, submitted to *Environmental Research Letters*

2012, Daniel, John S, Susan Solomon, Todd J Sanford, Mack McFarland, Jan S.. Fuglestedt and Pierre Friedlingstein, Limitations of Single-Basket Trading: A Lesson from the Montreal Protocol for Climate Policy, *Climatic Change*, 111 (2): pp. 241-248

2013

Bond, T. C., Doherty, S. J., Fahey, D. W., Forster, P. M., Berntsen, T., DeAngelo, B. J., Flanner, M. G., Ghan, S., Kärcher, B., Koch, D., Kinne, S., Kondo, Y., Quinn, P. K., Sarofim, M. C., Schultz, M. G., Schulz, M., Venkataraman, C., Zhang, H., Zhang, S., Bellouin, N., Guttikunda, S. K., Hopke, P. K., Jacobson, M. Z., Kaiser, J. W., Klimont, Z., Lohmann, U., Schwarz, J. P., Shindell, D., Storelvmo, T., Warren, S. G., and Zender, C. S.: Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118, 5380-5552, 10.1002/jgrd.50171, 2013.

Aamaas, Borgar, Glen Peters and Jan S. Fuglestedt, 2013. Simple emission metrics for climate impacts. *Earth System Dynamics*, 4: pp. 145-170.

Aunan K, Alnes LWH, Berger J, Dong Z, Ma L, Mestl HES, Vennemo H, Wang S, Zhang W. 2013. Upgrading to cleaner household stoves and reducing chronic obstructive pulmonary disease among women in rural China - A cost-benefit analysis. *Energy Sustain Dev* (in press). <http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2013.06.002>.

Aunan K, Wang S. 2013. Internal migration and urbanization in China: Impacts on population exposure to household air pollution (2000–2010). (Submitted).

Ruppel, M., Lund, M. T., Grythe, H., Rose, N. L., Weckström, J., and Korhola, A.: Comparison of Spheroidal Carbonaceous Particle Data with Modelled Atmospheric Black Carbon Concentration and Deposition and Air Mass Sources in Northern Europe, 1850–2013;2010, *Advances in Meteorology*, 2013, 15, 10.1155/2013/393926, 2013.

Holmes, C.D., M.J. Prather, O.A. Søvde, and G. Myhre, 2013, Future methane, hydroxyl, and their uncertainties: key climate and emission parameters for future predictions, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 285-302.

Myhre, G., B. H. Samset, M. Schulz, Y. Balkanski, S. Bauer, T. K. Berntsen, H. Bian, N. Bellouin, M. Chin, T. Diehl, R. C. Easter, J. Feichter, S. J. Ghan, D. Hauglustaine, T. Iversen, S. Kinne, A. Kirkevåg, J.-F. Lamarque, G. Lin, X. Liu, M.T. Lund, G. Luo, X. Ma, T. van Noije, J. E. Penner, P. J. Rasch, A. Ruiz, Ø. Seland, R. B. Skeie, P. Stier, T. Takemura, K. Tsigaridis, P. Wang, Z. Wang, L. Xu, H. Yu, F. Yu, J.-H. Yoon, K. Zhang, H. Zhang, and C. Zhou, Radiative forcing of the direct aerosol effect from AeroCom Phase II simulations, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 1853-1877.

Randles, C. A., S. Kinne, G. Myhre, M. Schulz, P. Stier, J. Fischer, L. Doppler, E. Highwood, C. Ryder, B. Harris, J. Huttunen, Y. Ma, R. T. Pinker, B. Mayer, D. Neubauer, R. Hitzenberger, L. Oreopoulos, D. Lee, G. Pitari, G. Di Genova, J. Quass, F. G. Rose, S. Kato, S. T. Rumbold, I. Vardavas, N. Hatzianastassiou, C. Matsoukas, H. Yu, F. Zhang, H. Zhang, and P. Lu, 2013, Intercomparison of shortwave radiative transfer schemes in global aerosol modeling: Results from the AeroCom Radiative Transfer Experiment, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 2347-2379.

Samset, B. H., G. Myhre, M. Schulz, Y. Balkanski, S. Bauer, T. K. Berntsen, H. Bian, N. Bellouin, T. Diehl, R. C. Easter, S. J. Ghan, T. Iversen, S. Kinne, A. Kirkevåg, J.-F. Lamarque, G. Lin, X. Liu, J.E. Penner, Ø. Seland, R. B. Skeie, P. Stier, T. Takemura, K. Tsigaridis, and K. Zhang, 2013, Black carbon vertical profiles strongly affect its radiative forcing uncertainty, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 2423–2434.

Stier, P., N.A.J. Schutgens, N. Bellouin, H. Bian, O. Boucher, M. Chin, S. Ghan, N. Huneus, S. Kinne, G. Lin, X. Ma, G. Myhre, J. E. Penner, C.A. Randles, B. Samset, M. Schulz, T. Takemura, F. Yu, H. Yu, and C. Zhou, 2013, Host model uncertainties in aerosol radiative forcing estimates: results from the AeroCom Prescribed intercomparison study, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 3245-3270.

Lee, Y.H., J.-F. Lamarque, M. G. Flanner, C. Jiao, D. T. Shindell, T. Berntsen, M. M. Bisiaux, J. Cao, W. J. Collins, M. Curran, R. Edwards, G. Faluvegi, S. Ghan, L. W. Horowitz, J. R. McConnell, J. Ming, G. Myhre, T. Nagashima, V. Naik, S. T. Rumbold, R. B. Skeie, K. Sudo, T. Takemura, F. Thevenon, B. Xu, and J.-H. Yoon, 2013, Evaluation of preindustrial to present-day black carbon and its albedo forcing from Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP), *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 2607-2634.

Shindell, D. T., J.-F. Lamarque, M. Schulz, M. Flanner, C. Jiao, M. Chin, P.J. Young, Y. H. Lee, L. Rotstain, N. Mahowald, G. Milly, G. Faluvegi, Y. Balkanski, W. J. Collins, A. J. Conley, S. Dalsoren, R. Easter, S. Ghan, L. Horowitz, X. Liu, G. Myhre, T. Nagashima, V. Naik, S.T. Rumbold, R. Skeie, K. Sudo, S. Szopa, T. Takemura, A. Voulgarakis, J.-H. Yoon, and F. Lo, 2013, Radiative forcing in the ACCMIP historical and future climate simulations, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 2939-2974.

Stevenson, D.S., P.J. Young, V. Naik, J.-F. Lamarque, D.T. Shindell, A. Voulgarakis, R.B. Skeie, S.B. Dalsoren, G. Myhre, T.K. Berntsen, G.A. Folberth, S.T. Rumbold, W.J. Collins, I.A. MacKenzie, R.M. Doherty, G. Zeng, T.P.C. van Noije, A. Strunk, D. Bergmann, P. Cameron-Smith, D.A. Plummer, S.A. Strode, L. Horowitz, Y.H. Lee, S. Szopa, K. Sudo, T. Nagashima, B. Josse, I. Cionni, M. Righi, V. Eyring, A. Conley, K.W. Bowman, O. Wild, and A. Archibald, 2013, Tropospheric ozone changes, radiative forcing and attribution to emissions in the Atmospheric Chemistry and Climate Model Inter-comparison Project (ACCMIP), *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 3063-3085.

K. Bowman, D. Shindell, H. Worden, J. F. Lamarque, P. J. Young, D. Stevenson, Z. Qu, M. de la Torre, D. Bergmann, P.J. Cameron-Smith, W. J. Collins, R. Doherty, S.B. Dalsøren, G. Faluvegi, G. Folberth, L. W. Horowitz, B.M Josse, Y. H. Lee, I. MacKenzie, G. Myhre, T. Nagashima, V. Naik, D.A. Plummer, S.T. Rumbold, R.B. Skeie, S.A. Strode, K. Sudo, S. Szopa, A. Voulgarakis, G. Zeng, S.S. Kulawik, A.M. Aghedo, and J.R. Worden, 2013, Evaluation of ACCMIP outgoing longwave radiation from tropospheric ozone using TES satellite observations, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 4057-4072.

Kvalevåg, Samset, Myhre, 2013, Hydrological sensitivity to greenhouse gases and aerosols in a global climate model, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 1432-1438.

Myhre, G., C.E. L. Myhre, B. H. Samset, T. Storelvmo, 2013, Aerosols and their relation to global climate and climate sensitivity, *Nature Educational Knowledge*, 4(5):7

Kvalevåg, M.M., G. Myhre, 2013, The effect of carbon-nitrogen coupling on the reduced land carbon sink caused by tropospheric ozone, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 3227-3231.

Hodnebrog, Ø., M. Etminan, J.S. Fuglestedt, G. Marston, G. Myhre, C.J. Nielsen, K.P. Shine, T.J. Wallington, 2013, Global warming potentials and radiative efficiencies of halocarbons and related compounds: A comprehensive review, *Rev. Geophys.*, 51, 300-378, doi:10.1002/rog.20013.

Young, P. J., Archibald, A. T., Bowman, K. W., Lamarque, J. F., Naik, V., Stevenson, D. S., Tilmes, S., Voulgarakis, A., Wild, O., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., Cionni, I., Collins, W. J., Dalsøren, S. B., Doherty, R. M., Eyring, V., Faluvegi, G., Horowitz, L. W., Josse, B., Lee, Y. H., MacKenzie, I. A., Nagashima, T., Plummer, D. A., Righi, M., Rumbold, S. T., Skeie, R. B., Shindell, D. T., Strode, S. A., Sudo, K., Szopa, S., and Zeng, G.: Pre-industrial to end 21st century projections of tropospheric ozone from the Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP), *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 2063-2090, 10.5194/acp-13-2063-2013, 2013.

Naik, V., Voulgarakis, A., Fiore, A. M., Horowitz, L. W., Lamarque, J. F., Lin, M., Prather, M. J., Young, P. J., Bergmann, D., Cameron-Smith, P. J., Cionni, I., Collins, W. J., Dalsøren, S. B., Doherty, R., Eyring, V., Faluvegi, G., Folberth, G. A., Josse, B., Lee, Y. H., MacKenzie, I. A., Nagashima, T., van Noije, T. P. C., Plummer, D. A., Righi, M., Rumbold, S. T., Skeie, R., Shindell, D. T., Stevenson, D. S., Strode, S., Sudo, K., Szopa, S., and Zeng, G.: Preindustrial to present-day changes in tropospheric hydroxyl radical and methane lifetime from the Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP), *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 5277-5298, 10.5194/acp-13-5277-2013, 2013.

Lamarque, J. F., Dentener, F., McConnell, J., Ro, C. U., Shaw, M., Vet, R., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., Dalsoren, S., Doherty, R., Faluvegi, G., Ghan, S. J., Josse, B., Lee, Y. H., MacKenzie, I. A., Plummer, D., Shindell, D. T., Skeie, R. B., Stevenson, D. S., Strode, S., Zeng, G., Curran, M., Dahl-Jensen, D., Das, S., Fritzsche, D., and Nolan, M.: Multi-model mean nitrogen and sulfur deposition from the Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP): evaluation of historical and projected future changes, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 7997-8018, 10.5194/acp-13-7997-2013, 2013.

Nabat, P., Somot, S., Mallet, M., Chiapello, I., Morcrette, J. J., Solmon, F., Szopa, S., Dulac, F., Collins, W., Ghan, S., Horowitz, L. W., Lamarque, J. F., Lee, Y. H., Naik, V., Nagashima, T., Shindell, D., and Skeie, R.: A 4-D climatology (1979–2009) of the monthly tropospheric aerosol optical depth distribution over the Mediterranean region from a comparative evaluation and blending of remote sensing and model products, *Atmos. Meas. Tech.*, 6, 1287-1314, 10.5194/amt-6-1287-2013, 2013.

Raquel, A. S., West, J. J., Yuqiang, Z., Susan, C. A., Jean-François, L., Drew, T. S., William, J. C., Stig, D., Greg, F., Gerd, F., Larry, W. H., Tatsuya, N., Vaishali, N., Steven, R., Ragnhild, S., Kengo, S., Toshihiko, T., Daniel, B., Philip, C.-S., Irene, C., Ruth, M. D., Veronika, E., Beatrice, J., MacKenzie, I. A., David, P., Mattia, R., David, S. S., Sarah, S., Sophie, S., and Guang, Z.: Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and the contribution of past climate change, *Environmental Research Letters*, 8, 034005, 2013.

Forsström, S., Isaksson, E., Skeie, R. B., Ström, J., Pedersen, C. A., Hudson, S. R., Berntsen, T. K., Lihavainen, H., Godtliebsen, F., and Gerland, S.: Elemental carbon measurements in European Arctic snow packs, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118, 2013JD019886, doi:10.1002/2013JD019886, 2013.

2014

Hodnebrog, Ø., Myhre, G., and Samset, B. H.: How shorter black carbon lifetime alters its climate effect, *Nat Commun*, 5, doi:10.1038/ncomms6065, 2014.

Dutkiewicz, V. A., DeJulio, A. M., Ahmed, T., Laing, J., Hopke, P. K., Skeie, R. B., Viisanen, Y., Paatero, J., and Husain, L.: Forty-seven years of weekly atmospheric black carbon measurements in the Finnish Arctic: Decrease in black carbon with declining emissions, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119, 2014JD021790, doi:10.1002/2014JD021790, 2014.

Jiao, C., Flanner, M. G., Balkanski, Y., Bauer, S. E., Bellouin, N., Berntsen, T. K., Bian, H., Carslaw, K. S., Chin, M., De Luca, N., Diehl, T., Ghan, S. J., Iversen, T., Kirkevåg, A., Koch, D., Liu, X., Mann, G. W., Penner, J. E., Pitari, G., Schulz, M., Seland, Ø., Skeie, R. B., Steenrod, S. D., Stier, P., Takemura, T., Tsigaridis, K., van Noije, T., Yun, Y., and Zhang, K.: An AeroCom assessment of black carbon in Arctic snow and sea ice, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 2399-2417, doi:10.5194/acp-14-2399-2014, 2014.

Aunan, K., and Wang, S.: Internal migration and urbanization in China: Impacts on population exposure to household air pollution (2000–2010), *Sci. Total Environ.*, 481, 186-195, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.073, 2014.

Samset, B. H., Myhre, G., and Schulz, M.: Upward adjustment needed for aerosol radiative forcing uncertainty, *Nature Clim. Change*, 4, 230-232, doi:10.1038/nclimate2170 http://www.nature.com/nclimate/journal/v4/n4/abs/nclimate2170, 2014.

Samset, B. H., Myhre, G., Herber, A., Kondo, Y., Li, S.-M., Moteki, N., Koike, M., Oshima, N., Schwarz, J. P., Balkanski, Y., Bauer, S. E., Bellouin, N., Berntsen, T. K., Bian, H., Chin, M., Diehl, T., Easter, R. C., Ghan, S. J., Iversen, T., Kirkevåg, A., Lamarque, J.-F., Lin, G., Liu, X., Penner, J. E., Schulz, M., Seland, Ø., Skeie, R. B., Stier, P., Takemura, T., Tsigaridis, K., and Zhang, K.: Modelled black carbon radiative forcing and atmospheric lifetime in AeroCom Phase II constrained by aircraft observations, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 12465-12477, doi:10.5194/acp-14-12465-2014, 2014.

Tsigaridis, K., Daskalakis, N., Kanakidou, M., Adams, P. J., Artaxo, P., Bahadur, R., Balkanski, Y., Bauer, S. E., Bellouin, N., Benedetti, A., Bergman, T., Berntsen, T. K., Beukes, J. P., Bian, H., Carslaw, K. S., Chin, M., Curci, G., Diehl, T., Easter, R. C., Ghan, S. J., Gong, S. L., Hodzic, A., Hoyle, C. R., Iversen, T., Jathar, S., Jimenez, J. L., Kaiser, J. W., Kirkevåg, A., Koch, D., Kokkola, H., Lee, Y. H., Lin, G., Liu, X., Luo, G., Ma, X., Mann, G. W., Mihalopoulos, N., Morcrette, J.-J., Müller, J.-F., Myhre, G., Myriokefalitakis, S., Ng, N. L., O'Donnell, D., Penner, J. E., Pozzoli, L., Pringle, K. J., Russell, L. M., Schulz, M., Sciare, J., Seland, Ø., Shindell, D. T., Sillman, S., Skeie, R. B., Spracklen, D., Stavrou, T., Steenrod, S. D., Takemura, T., Tiitta, P., Tilmes, S., Tost, H., van Noije, T., van Zyl, P. G., von Salzen, K., Yu, F., Wang, Z., Wang, Z., Zaveri, R. A., Zhang, H., Zhang, K., Zhang, Q., and Zhang, X.: The AeroCom evaluation and intercomparison of organic aerosol in global models, *Atmos. Chem. Phys.*, 14, 10845-10895, doi:10.5194/acp-14-10845-2014, 2014.

WHO Indoor Air Quality Guidelines for Household Fuel Combustion: Nov. 2014

Lund, Marianne Tronstad, Terje Berntsen and Jan S. Fuglestad, 2014. Climate impacts of short-lived climate forcers versus CO₂ from biodiesel: A case of the EU on-road sector. *Environmental Science and Technology*, 48 (24), pp 14445–14454.

2015

Myhre, G., Boucher, O., Breon, F.-M., Forster, P., and Shindell, D.: Declining uncertainty in transient climate response as CO₂ forcing dominates future climate change, *Nature Geosci*, 8, 181-185, doi:10.1038/ngeo2371, 2015.

Myhre, G. and Samset, B. H.: Standard climate models radiation codes underestimate black carbon radiative forcing, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 14, 26173-26186, doi:10.5194/acpd-14-26173-2014, 2014. (akseptert)

2 Nansen Senter for Miljø og Fjernmåling, NERSC

NERSC SIS: Regional climate change

Budget 2014: NOK 650.000

Duration: 2013 – 2017

Objective: To increase the knowledge on regional climate change and their impact on the ecosystem and society.

Regional Climate Change is one of the major national societal challenges

The climate science has presented strong and exhaustive evidence of the global warming due to the anthropogenic green-house gas emission. Despite recent 'hiatus' in the global temperature rise, the mean surface air temperature is expected to increase by 1.5°C-4.5°C by the end of this century. In order to mitigate the climate change problems, concerted international efforts are required. The regional and local climate changes are known much less and projected with much larger uncertainties. These changes unfold on geographical and temporal scales, which are immediately relevant to the ecosystem and societal sustainability being of primary importance for the national and municipal climate adaptation strategies. Arguably, an efficient adaptation strategy requires the public attention, support and engagement with science. It has been recognized that the public engagement strongly fluctuate with occurrence of unusual weather events in the immediate person environment and ability of researcher to communicate through these windows of opportunity.

The recent cold European winters and storms and floods, to which Norway has been fully exposed, have dramatically raised the public interest to the science-based, robust climate change adaptation strategies. Our research (Outten et al., 2013; Gao et al., 2014) showed that the cold winters and the Arctic sea ice retreat are likely linked in a common regional pattern of changes. This pattern is reproduced by majority of the climate models (Davy and Esau, 2014). Moreover, the corresponding climate variations have significant predictability on seasonal-to-decadal time scales (Counillon et al., 2014). These findings are important because predictability of the large-scale climate variations could be translated into the risks related to the essentially local extreme weather events. For example, we found that the air quality hazards in Bergen are strongly related to 10-to-15 years' cycle of the North-Atlantic storminess and blockings (Wolf et al, 2014). The years of bad air quality could be predictable as the climate models are able to some extent reproduce and project these cycles.

The translation mechanism links the spatial scales with persistence and therefore extremity of the weather patterns. This mechanism allows for assessment of the local climate vulnerability and changes with high-resolution process models. It will help to essentially circumvent the problem of cascading uncertainties in the traditional dynamical downscaling with nested model domains of subsequently finer resolution. The local processes are strongly modulated by the local surface conditions and topography, particularly in typical Norwegian mountain environment. The mountains create large diversity of local climates, which differently respond to the changes in the regional climate conditions. However, the responses are shaped by a limited number of the physical processes and thus could be projected with a model of adequate resolution. The most straightforward example here is the local wind climate assessment (Esau, 2014). Figure 1 shows the simulation of the local geographical variability of the wind speed under westerly storm. As strong winds are channelled by the local topography and this dynamics is robustly reproduced in the turbulence-resolving atmospheric model, the obtained maps of the wind anomalies could substitute the statistical assessments approach utilized up to date.

Any model simulations must be validated against observations. Observations for the local climate assessment are scarce and frequently non-representative. Therefore, advanced statistical interpolation methods are required to obtain the useful climatology. Figure 2 shows the results of geo-statistical interpolation done with the kriging method, which uses the turbulence-resolving simulations (similar to that in Figure 1) to account for the temperature variability in the areas with no observations. This method, albeit computationally demanding, has at least one important advantage against the other modelling and statistical methods. It exactly reproduces temperature where it was measured and it recovers physically correct temperatures where such observations are non-representative, e.g. over open water or remote mountain areas.

The current work on the regional and local climates is focussed on three technical research issues: (1) the validation of the turbulence-resolving simulations against the observations; (2) the description and publication of the proposed geo-statistical interpolation method; and (3) the analysis of statistical predictability of the local extreme weather events using the regional projected climate change patterns.

Relevant publications

Counillon F, Bethke I, Keenlyside N, Bentsen M, Bertino L, Zheng F. Seasonal-to-decadal predictions with the ensemble Kalman filter and the Norwegian earth System Model: A twin experiment. *Tellus. Series A, Dynamic meteorology and oceanography*. 2014;66:21074.

Davy R. and I. Esau, 2014: Global climate models' bias in surface temperature trends and variability, *Environmental Research Letters*, 9, 114024, [doi:10.1088/1748-9326/9/11/114024](https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/114024)

Esau, I., 2014: High-Resolution Climate Services with Turbulence-Resolving Simulations, Science of the Future , international conference, Sankt-Petersburg, Russia, 17-19 September, 2014.

Gao Y, Sun J, Li F, He S, Sandven S, Yan Q, Zhang Z, Lohmann K, Keenlyside N, Furevik T, et al. Arctic sea ice and Eurasian climate: A review. *Advances in Atmospheric Sciences*. 2014;32(1).

Outten, S., Davy, R. and I. Esau, 2013: Eurasian winter cooling: Intercomparison of Reanalyses and CMIP5 data sets, *Atmospheric and Oceanic Science Letters*, 6(5), 324-331, doi:10.3878/j.issn.1674-2834.12.0112 (reported in 2013).

Wolf, T., I. Esau, and J. Reuder, 2014: Analysis of the vertical temperature structure in the Bergen valley, Norway, and its connection to pollution episodes, *Journal of Geophysical Research (Atmosphere)*, 119, doi:10.1002/2014JD022085.

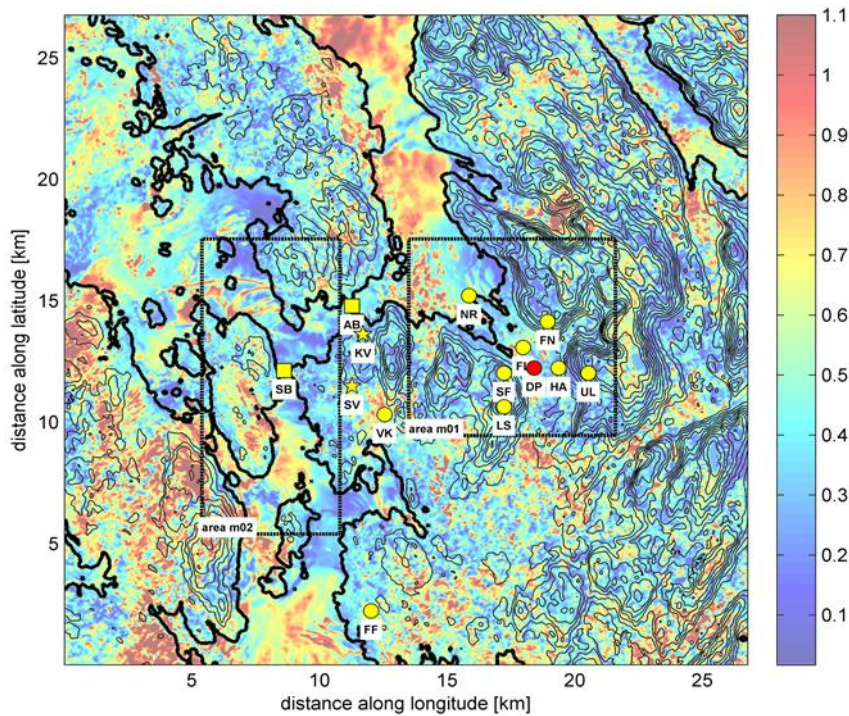


Figure 1: Simulation of the geographical distribution of the wind speed anomalies for the case of the westerly storm landfall, like “Nina” in January 2015. Red colours (>1) shows the wind speed stronger than that over the open sea, blue colours (<1) – weaker than over the open sea. The wind was simulated with the turbulence-resolving model PALM at the spatial resolution of 50 meter. The bold black line shows the sea shore and the thin black lines show the topography in Bergen as given in the digital elevation model by ASTER. Symbols denote the locations of meteorological stations and the specific places of interest where model validation against observations is feasible.

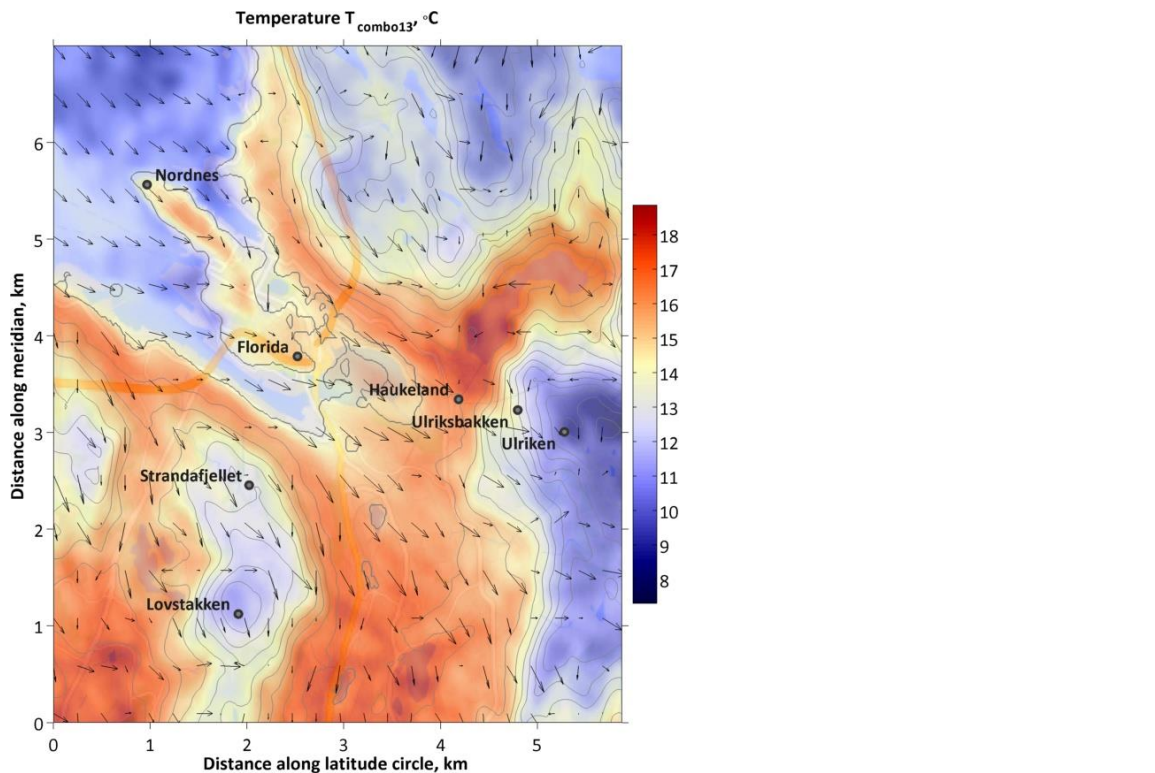


Figure 2: Geo-statistical interpolation of the surface air temperature (May, 2011) in the central Bergen (area m01 in Figure 1) obtained by the means of kriging with external drive. The temperature variability (drive) and the local wind were simulated with the turbulence-resolving model PALM at the

spatial resolution of 27 meter. The interpolated 2 m temperature is given in colours; the 10 m wind – with arrows. The meteorological fields are placed over the Bergen map from Google. Dots with names shows the locations of the meteorological stations where the temperature is measured.

NERSC SIS: Arctic Ocean, Sea Ice and Glaciers

Budsjett 2014: NOK 983.000

Varighet: 2013 – 2017

Mål: To understand, describe and predict the Arctic Ocean marine and sea ice environment as well as the glaciers on the surrounding land areas.

Observasjonsbasert forskning innen Arktisk akustikk og oseanografi

Aktivitetene innen observasjonsbasert Arktisk akustikk og oseanografi har vært fokusert på fundamental og anvendt forskning innenfor akustikk og oseanografi ved bruk av nye og innovative metoder, modellering, instrumentering og plattformer. Forskingen adresserer fundamental kunnskap om lydforplantning i Arktis, storskala varmetransport gjennom Framstredet, vertikal/horisontal miksing relatert til oseanografiske prosesser, og klima relaterte endringer i havmiljøet.

Akustisk termometri i Framstredet

I perioden 29. august til 18. september 2014 koordinerte og gjennomførte Nansensenteret UNDER-ICE forskningstoktet med Kystvaktfartøyet KV *Svalbard* i Framstredet. Formålet var å sette ut et kombinert akustisk og oseanografisk observasjonssystem. Akustisk (både passiv og aktiv) og oseanografisk måleutstyr ble montert på fem undervannsrigger for automatisk å kunne registrere temperatur, salt og strøm i vannmassene som strømmer inn og ut av Polhavet gjennom Framstredet. Riggene skal hentes opp igjen i september 2016.

I UNDER-ICE brukes det akustisk termometri til å måle midlere havtemperatur over åtte seksjoner. Prinsippet for akustisk termometri er å måle hvor fort lyden går mellom faste undervannsrigger. Dersom vannmassene blir varmere går lyden fortere mellom stasjonene, temperaturen kan dermed måles ved hjelp av endringer i lydshastigheten. I det pågående måleprogrammet dekker de akustiske målingene 1691 km fra overflaten og ned til 1500 meters dyp i løpet 9 minutter. Temperaturmålingene gjennomføres 8 ganger i døgnet. Et akustisk termometer gir øyeblikks temperaturmålinger av store havvolum flere ganger i døgnet, året rundt – sommer som vinter. Målingene brukes til å overvåke regionale variasjoner i temperaturen noe som er viktig for kartlegging av klimaendring og havets tilstand. Slike gjennomsnittsmålinger over store havvolum er ikke tilgjengelig med andre målemetoder. Et skip som går 10 knop ville bruke 4 døgn på å dekke samme distanse med konvensjonelle målinger med temperatur og salt sensorer som senkes ned i havet. Slike stasjonsmålinger gir ikke et synoptisk mål for gjennomsnittstemperaturen. En glider vil bruke enda lengre tid, men vil gi data med høyoppløsning vertikalt og horisontalt. Vanligvis utføres skipsoperasjoner i Arktis i sommerhalvåret, og en glider vil ha vanskelig for å operere i Arktis om vinteren. Det er derfor stor mangel på observasjoner i Arktis om vinteren. Det akustiske termometer systemet vil derfor gi viktige helårs observasjoner av endringer i havtemperaturen. I tillegg til klimastudier kan dataene benyttes til å vurdere om havmodeller gir realistiske beregninger av havtemperaturen.

Lytte til lyden av havmiljøet (WIFAR/UNDERICE).

Bakgrunnslyden i Arktisk er satt sammen av bidrag fra mange lydgenererende mekanismer i forbindelse med isdynamikk, bølger som brer seg i åpen sjø og innover i isen, jordskjelv, marine pattedyr, isbrytere og annen skipsaktivitet. Når klimaet endrer seg i Arktis vil det endre det fysiske

miljøet – både med økt havtemperatur, endrede isforhold, endret vind og vær forhold, og økt tilstedeværelse av mennesker. Dette vil endre lydbildet i Arktis. Dyr og fisk bruker hørsel og akustisk kommunikasjon, endret bakgrunnslyd vil derfor påvirke levetilstandene for fisk og pattedyr som andre fysiske parametre.

Akustiske data samlet inn fra Orion P3 fly og drivende isbøyer i WIFAR og UNDER-ICE prosjektene har blitt analysert. Vi har dokumentert at lyd fra luftkanoner bruk i seismisk letevirksomhet utenfor midt Norge bidrar til lydbildet i Framstredet (se figur 1), men dette bidraget avtar hurtig når lyden brer seg innover i det isdekte området fra iskanten (Tollefsen og Sagen, 2014). Dataene viser også at når isfeltet presses sammen under påvirkning av bølger og vind så øker lyden under isen i iskantsonen mer den øker i åpent hav (Sagen et al. 2014). Dette kan påsikt gi ikke bare en kvalitativ men også en kvantitativ informasjon av den marginale issen. Ulike pattedyr som finnhval, blåhval er detektert i lyddataene (finnhval if figur 1). Akustiske observasjonssystemer kan derfor benyttes til kartlegging, overvåking og evaluering av virkningen klimarelaterte miljøendringer på tilstedeværelse, utbredelse og forflyttningsmønstrer for ulike marine pattedyr. I Mikhalevsky, Sagen et al. 2015 er det beskrevet hvordan akustikk er viktig for et framtidig integrert arktisk havobservasjonssystem.

Store deler av aktiviteten er finansiert av Forskningsråd prosjektet UNDER-ICE og videre er koordinert med målerigger satt ut av Geofysisk Institutt, UiB i NICE prosjektet også finansiert av Norges forskningsråd.

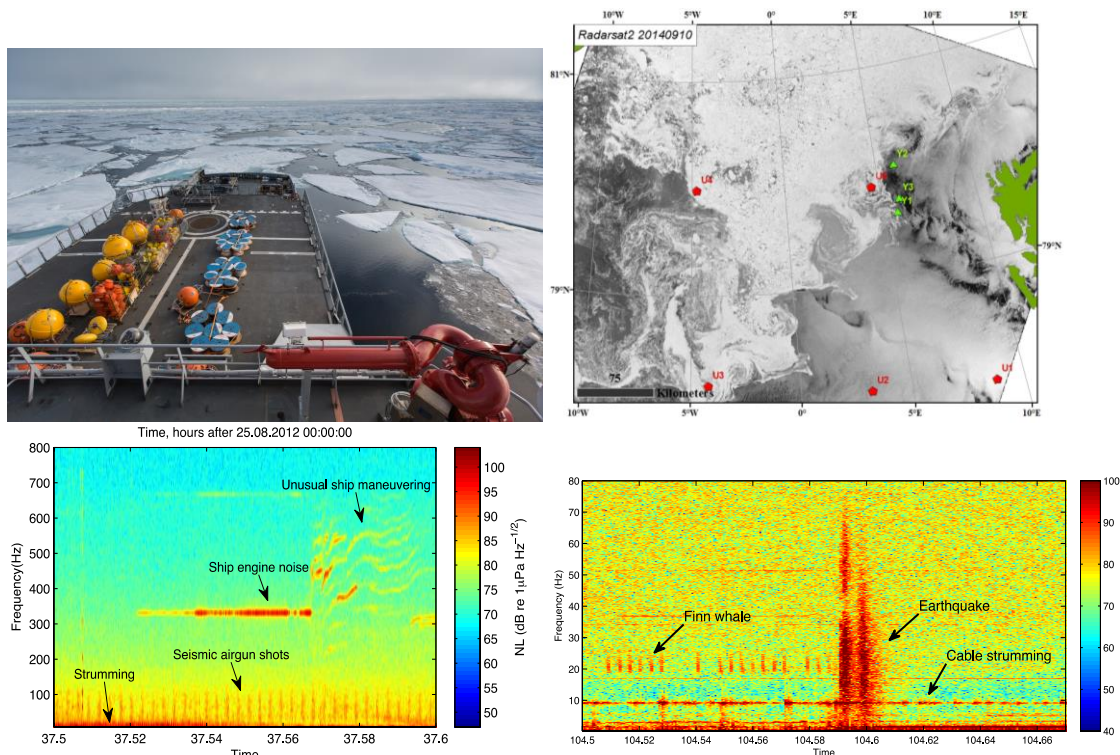


Figure 3. Øverst til venstre er et bilde fra KV Svalbard på vei til den første utsetningsposisjonen i September 2014. Øverst til høyre viser et Radarsat bilde med posisjonene til de fem utsatte akustiske riggene og de tre oseanografiske riggene. Under viser de akustiske signaturer til finnhval, jordskjelv, vibrasjoner i hydrofonkabelen (strumming), ulik type skipstøy fra isbryter og lydsignaler fra seismiske undersøkelser i Barentshavet.

Nasjonalt samarbeider gruppen Universitetet i Bergen; Universitetssenteret på Svalbard, og Forsvarets forskningsinstitutt, Horten. Gruppen arbeider også opp mot bedrifter som Aanderaa Instruments, NAXYS AS og Christian Michelsen Research. Gruppen har internasjonalt samarbeid med Scripps

Institution of Oceanography, USA; Woods Hole Oceanographic Institution, USA; Alfred Wegener Institute, Germany; and Institute of Oceanography Polish Academy of Science, Poland.

Arctic sea ice data from satellites

Within sea ice remote sensing development and validation algorithms to derive sea ice parameters from different satellite sensors is a major research activity. Since sea ice is a sensitive climate indicator with large seasonal and regional variability, the climate research community require long-term and regular observations of the key ice parameters. These include primarily time series of ice concentration data, which has been collected for more than three decades, and ice thickness data, which have been collected from satellite altimeters mainly during the last decade.

A number of algorithms for estimation of ice concentration from passive microwave satellite data have been compared and used to quantify the sea ice extent from 1979 to present in the Arctic Ocean (Ivanova et al., 2014). The various algorithms differ by up to 0.6 mill km² in annual mean extent, but they are quite consistent regarding the trend in the decrease over the last decades. The decrease per decade is ranging from 0.44 mill km² to 0.49 mill km² for the different algorithms for the period 1979 – 2012. But the decrease in the sea ice extent is higher in the early part of the observation period and it is higher during summer than in winter.

While ice concentration retrieval from satellite data is quite well-established, the estimation of sea ice thickness based on satellite Earth observation data is newer and more challenging. In the PhD thesis of Marta Zygmontowska she studied the uncertainties in calculating sea ice freeboard and hence the ice thickness from satellite altimeters. Using laser altimeter data from IceSat, which provided data on sea ice freeboard and thickness from 2003 to 2008, the uncertainties caused by ice density, snow density and snow depth was investigated (Zygmontowska et al., 2014). Use of an average ice density when converting sea ice freeboard into thickness mainly influences the resulting mean sea ice thickness, while snow depth on top of the ice is the main driver for the year-to-year variability, particularly during late winter. The snow depth varies from multi-year ice to first-year ice and for each month of the year. Therefore, ice thickness algorithms need to use different snow depth data for first-year and multi-year ice. Classification of first-year and multi-year ice can be done using scatterometer data or SAR data. Example of ice thickness from IceSat laser altimeter is shown in Fig. 1.

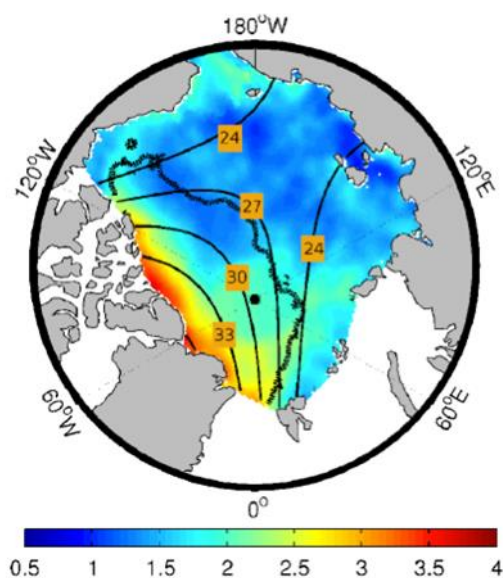


Figure 4. Arctic sea ice thickness obtain from IceSat laser altimeter data averaged for the period 2005-2007 shown in colours. The bold line shows the 50 % multiyear fraction for the same period based on scatterometer data, where the multiyear ice is mainly located in the western hemisphere. The thin black lines indicate snow depth data from the Warren 1999climatology (from Zygmontowska et al., 2014).

The ice thickness estimation from satellite altimeters is sensitive to snow and ice density data used as input in the retrieval algorithms. The sensitivity of the ice thickness estimation from radar altimeter data to the *in situ* snow and ice data has been investigated by Kern et al (2015). One of the case studies was to compare ice draft data from Upward-Looking sonar in the Beaufort Sea with ice draft data calculated from Envisat radar altimeter freeboard data. The results are shown in Fig. 2 where monthly mean and collocated data from the two systems are presented. The radar altimeter data are used only for the winter months (October to March).

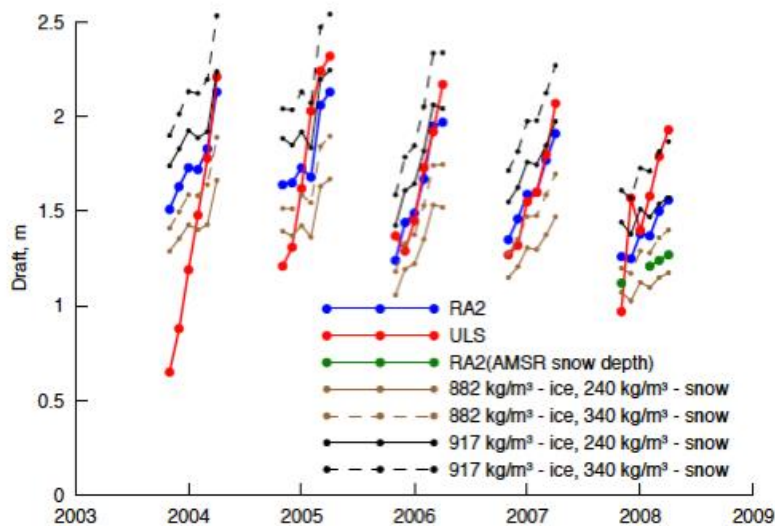


Figure 5. Monthly mean sea ice draft in the Beaufort Sea from Upward-Looking Sonar data (red line) and radar altimeter retrievals using the Warren snow data and ice density of 900 kg/m^3 (blue line). The other lines show the draft estimates for other values of ice and snow density (Kern et al., 2015).

The reduction of ice thickness during the IceSat period 2003-2008 is well documented from different data sources, one of the is the reduction of multiyear ice fraction observed in scatterometer data. The changes in ice thickness after 2008 is more uncertain, because the recent ice thickness data from CryoSat radar altimeter (2010-2014) does not suggest that there is any clear trend of continued thinning of the ice. More studies are needed to compare different satellite data sets and validate the results against other data from aircraft surveys and in situ measurements.

Exploring the Arctic Ocean environment - the ice drift station FRAM-2014/15

An ice drift station is a logistic alternative to explore areas of the Arctic Ocean not accessible to icebreakers, and to carry out scientific field experiments, which require physical presence and cover the full annual cycle. The Nansen Center (NERSC) has in co-operation with A. Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI) in Germany, explored the advantages of a joint operation between an icebreaker and a hovercraft to implement a cost effective scientific and logistic ice drift station. One hundred and eighteen years after Nansen's drift with *FRAM*, the next Norwegian ice drift station *FRAM-2014/15* was deployed near the North Pole in August 2014 using a medium-sized hovercraft as logistic and scientific platform. The hovercraft operated by a crew of two persons, is equipped as a scaled-down modern research vessel. By end of March 2015, *FRAM-2014/15* has drifted 1.450 km and made five crossings over about one quarter of the length of the Lomonosov Ridge. The ridge is a 3 km high submarine mountain chain, which divides the polar ocean into two deep basins. A major portion of the coverage relates to areas of the ridge not hitherto accessed by icebreaker surveys. The Norwegian and Danish air forces have supplied the expedition with additional equipment during three airdrop operations this winter.



Figure 6, *left*: The drift trajectory of the FRAM 2014/15 expedition through the Arctic Ocean deployed at In the Arctic Ocean on 30. August 2014 by the German ice breaker Polarstern. *Right*: Science Magazine Top 10 Science Images 2014: “Adrift on an ice flow: Home alone for the holidays? It could be worse. Somewhere in the Arctic Ocean, two Norwegian scientists are adrift on an ice floe, equipped with a year’s worth of food and fuel-and one research hovercraft named SABVABAA (pictured). Right now, they’re drifting northward along the submarine Lomonosov Ridge, taking sediment cores to learn about the polar environment more than 60 million years ago.” (Science, 18. December, 2014).

Unique environmental data from the Arctic Ocean are being obtained to provide new knowledge in the following fields of science:

Geology: ca. 800 km of single channel seismic reflection data to explore the geological history of the ridge. Sediment cores (6) to investigate the palaeo-oceanographic environment, including the presence of sea ice during warm climate periods. More bathymetric data to improve our knowledge of the ridge morphology and bottom photography to document life forms on the sea bed.

Oceanography: Current measurements at 2000 and 800 meter depth in the basin and at 1.050 and 800 meter depth over the ridge are the first direct long term measurements of the general velocity field of the contour-following currents along both sides of the Lomonosov Ridge. Measurements of the microstructure in the sea water temperature field were made down to 300 meter depth below the ice during four crossings of the ridge. The objective is to determine upper ocean vertical heat transport over the annual cycle.

Sea ice: Measurements of ice thickness and sea ice conditions has been obtained during the entire expeditions. These data are essential for studies of the sea ice variability and validation of satellite remote sensing measurements of sea ice characteristics in these remote and inaccessible part of the Arctic Ocean.

Atmosphere: Measurements over the annual cycle of incoming and outgoing radiation to obtain ground truth documentation of the surface heat budget through the full annual cycle in the central Arctic Ocean.

Publikasjoner og informasjon

[Ivanova, N, Johannessen, OM, Pedersen, LT, Tonboe, RT](#). 2014 . [Retrieval of Arctic Sea Ice Parameters by Satellite Passive Microwave Sensors: A Comparison of Eleven Sea Ice Algorithms](#). IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing . 11. Vol.: 52 (DOI: [10.1109/TGRS.2014.2310136](https://doi.org/10.1109/TGRS.2014.2310136))

Kern, S., K. Khvorostovsky, H. Skourup, E. Rinne, Z. S. Parsakhoo, V. Djepa, P. Wadhams, and S. Sandven: About uncertainties in sea ice thickness retrieval from satellite radar altimetry: results from the ESA-CCI Sea Ice ECV Project Round Robin Exercise. *The Cryosphere Discuss.*, 8, 1517-1561, 2014 (www.the-cryosphere-discuss.net/8/1517/2014/), and *The Cryosphere*, 9, 37-52, 2015 (www.the-cryosphere.net/9/37/2015)

Kristoffersen, Y. and J.K. Hall, 2014. Hovercraft as a mobile science platform over sea ice in the Arctic Ocean. *Oceanography* 27(2), <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2014.33>

Mikhalevsky, Peter N.; Sagen, Hanne; Worcester, Peter; Baggeroer, Arthur B.; Orcutt, John; Moore, Sue E.; Lee, Craig M.; Vigness-Raposa, Kathleen J.; Freitag, Lee; Arrott, Matthew; Atakan, Kuvvet; Beszcynska-Moeller, Agnieszka; Duda, Timothy F.; Dushaw, Brian; Gascard, Jean Claude; Gavrilov, Alexander N.; Keers, Henk; Morosov, Andrey K.; Munk, Walter H.; Rixen, Michel; Sandven, Stein; Skarsoulis, Emmanuel; Stafford, Kathleen M.; Vernon, Frank; Mo, Yan Yuen. Multipurpose Acoustic Networks in the Integrated Arctic Ocean Observing System. *Arctic Vol.* 68, No. 5, 2015.

Sagen, Hanne. "Dagens gjest". NRK P1 Her og Nå [Radio], 27 August, 2014

Sagen, Hanne. Film: Norsk forskningstokt til 84° Nord. www.nersc.no, Februar, 2014

Tollefsen, Dag; Sagen, Hanne. Seismic exploration noise reduction in the marginal ice zone. *Journal of the Acoustical Society of America* 2014; Volum 136(1) s. EL47-EL52

Zygmuntowska, M., P. Rampal, N. Ivanova, and L. H. Smedsrud: Uncertainties in Arctic sea ice thickness and volume: new estimates and implications for trends. *The Cryosphere*, 8, 705-720, 2014 (www.the-cryosphere.net/8/705/2014)

Project webpage: <http://under-ice.nersc.no>; <http://acobar.nersc.no>

SIS 3: Cross- and interdisciplinary research

Budsjett 2014: NOK 180.000

Varighet: 2013-2017

Mål: Establish new research areas of cooperation in order to expand cooperation between the other national environmental research institutions.

Arbeidet med beregning og anvendelser av regionale vannstandendringer har blitt videreført i prosjekt som er delfinansiert av Miljødirektoratet og samarbeide med Statens kartverk. Ytterligere fokus har vært på effektene av stormflo i tillegg til vannstandsændringer og landhevning. Rapporten *Projections of 21st Century Sea Level Changes for Norway* vil bli publisert i en egen nasjonal rapport fra Norsk senter for klimatjenester med hovedkonklusjoner inkludert i rapporten *Klima 2100* som begge vil bli utgitt i 2015.

Nettverksarbeide mot brukergrupper for klimatjenester basert på kunnskapen ved Nansensenteret inkluderer kontakt med Hordaland Fylkeskommune, Bærekraftig Liv, (Bergen), GRID Arendal, Klimapartnere i Agder og Klimapartnere i Hordaland, Telemarksforskning, UN Habitat; Unosat and Unitar. Flere samarbeidspartnere har blitt identifisert og søknader utarbeidet.

Relevante publikasjoner

Flere søknader til Norges forskningsråd og Regionalt forskningsråd.

3 Norsk institutt for by- og regionforskning, NIBR

NIBRs strategiske instituttsatsning (SIS) 2011 - 2014

Challenges for Governance and Planning in Cities and Municipalities

Det overordnede forskningsspørsmålet for NIBRs strategiske instituttsatsning har vært hvilke utfordringer byer og kommuner møter med hensyn til styring og planlegging og hvordan disse utfordringene kan møtes. Styrings- og planleggingsutfordringene som har vært studert er knyttet til tre politikkkfelt: klimaendringer, sosial differensiering og folkehelse. Med ulik vinkling og ulikt geografisk nedslagsfelt har disse temaene blitt studert gjennom seks avgrensede arbeidspakker. En syvende arbeidspakke (Kalt SIS SYNTESE) har bundet sammen funnene fra de ulike. Lederen for hver arbeidspakke har inngått i SIS sitt kjerneteam, og det er denne gruppen som har arbeidet med å lage en syntese av alle funnene.

I løpet av 2014 ble alt feltarbeid avsluttet, og ble alle publikasjoner fra de ulike arbeidspakkene enten publisert eller sendt inn til vurdering i ulike tidsskrifter og antologier. Videre har SIS'en i 2015 fokusert på formidling. Et fagseminar med inviterte deltakere fra presse, forskning og forvaltning ble avholdt i mai 2014. I etterkant av dette ble det publisert artikler på forskning.no og i KOTE+. I juni avholdt vi en spesialsesjon ved forskningskonferansen EURA City Futures 3, i Paris 18.-20. juni. Tittelen på vår sesjon var «Governance of Urban Sustainability Transitions».

Nedenfor følger en kort beskrivelse av funnene fra hver av de seks substans-arbeidspakkene.

Arbeidspakken SIS SOUTH har undersøkt hvordan urban styring, utvikling og planlegging påvirker håndteringen av klimaendringer og sosial ulikhet i fire byer: Cape Town, Dar es Salaam, Saint Louis og Rio. Prosjektet har identifisert barrierer i styringsstrukturen i de fire byene som hindrer byene i å møte utfordringene knyttet til klimaendringer og sosiale ulikhet på en hensiktsmessig måte. Prosjektet har også identifisert eksempler på god styring og sier mer generelt noe om betingelsene for at byer med stor uformell bosetting skal kunne styre mot eller planlegge for en bystruktur som sikrer større grad av robusthet overfor klimaendringer og mindre sosial ulikhet.

Arbeidspakken BYUTVIKLING har undersøkt betydningen av kommunal planlegging og kommunale styringssystemer på tre felt: sosial ulikhet, folkehelse og klimaendringer. Prosjektets har undersøkt hvordan disse tre feltene samt styringen av dem, påvirker hverandre gjensidig og har identifisert felles strukturelle eller organisatoriske faktorer som fremmer eller hemmer en god politikkutvikling på de tre feltene. Felles for disse feltene er at de organiseres på tvers av eksisterende sektorer og at de koordineres gjennom såkalt «mainstreaming». Undersøkelsene har vist at der hvor feltene prioriteres og følges opp politisk er dette en god organisasjonsmodell. Der feltene ikke har politisk prioritet fungerer organisasjonsmodellen som en sovepute. Prosjektet overlapper og samarbeider med et tilsvarende prosjekt i Polen, under det polsk-norske forskningssamarbeidet. I regi av dette prosjektet har vi gjennomført komparative spørreundersøkelser blant alle kommuner i de to landene. Funnen vil bli publisert i løpet av 2015 og 2016. Det foreligger foreløpig to paper basert på resultatene fra spørreundersøkelsene. Forskere fra Universitetet i Warszawa var på studietur til prosjektets casebyer i mai 2014, og det er planlagt felles publikasjoner med SIS'en og det polske prosjektet.

Arbeidspakken MISARIS har fokusert på klimaendringer og bærekraftig byutvikling og betydningen av innovasjon for å få til en overgang til en mer karbonnøytral framtid. Prosjektet har analysert innovasjonsprosesser og framveksten av innovasjonssystemer relatert til energieffektivitet i bygg og bebygde omgivelser. Spesielt har prosjektet fokusert på samspillet mellom ulike aktører i byene og byggesektoren. Empirisk er temaet undersøkt gjennom studier av det pågående programmet FutureBuilt, som fasiliterer 50 pilotprosjekter i byggesektoren i de største byene i Norge. Prosjektet har gitt innsikt i hvordan innovasjon og transisjonsprosesser er organisert og koordinert i forskjellige

urbane kontekster, hvilke faktorer som hemmer og fremmer slike prosesser og hvordan organiseringen av slike prosesser gir ulike veier til en mer bærekraftig urban fremtid.

Arbeidspakken WAPABAT har vært NIBRs bidrag til en felles SIS for CIENS, og har bygget inn en klimadimensjon i NIBRs pågående studie av Norges implementering av EUs vanddirektiv, gjennom vannforskriften. For å sikre at miljømålene i EUs vanddirektiv blir innfridd er landområder organisert i et antall vannregioner som skal sørge for koordinert handling på tvers av både vertikale og horisontale styringsstrukturer. Vannkvalitet og vanntilgang blir påvirket av klimaendringer blant annet ved at hyppigere forekomst av ekstremvær og ekstremnedbør øker avrenning av næringsalter fra jordbruket samt fører til økte erosjonsproblemer som følge av flom. Studiene som er gjennomført viser at klimaendring stadig kommer høyere opp på vannregionenes dagsorden. Spørsmålet er imidlertid hvordan vannregionene håndterer sin rolle som koordinerende instans mellom de mange ulike forvaltnings- og styringsnivåene som må involveres for å nå målsettingene i vanddirektivet og hvordan tilpasning til klimaendringer blir tatt hensyn til i konkurransen med alle de andre målsettingene vannregionene skal innfri.

Arbeidspakken RUSSBYKLIM: Prosjektet har tatt utgangspunkt i de spesielle klimautfordringene russiske byer står overfor, inkludert elflom og overflatevann, havnivåstiging og skred. Mange større byer trues av permafrostsmelting, ekstreme temperaturer og problematiske grunnforhold. Prosjektet har gitt kunnskap om hvordan klimautfordringene håndteres i russiske byer, samt hvilken institusjonell kapasitet russiske byer har til å håndtere klimarelaterte utfordringer og relaterte sårbarhets- og risikoaspekter. Undersøkelsene viser at den institusjonelle kapasiteten er høy, men at klimaendring som tema er så å si fraværende på den politiske dagsorden. En rekke tiltak iverksettes, men de omtales ikke som klimatiltak.

Arbeidspakken SIS SYNTSESE har sammenfattet og analysert funn på tvers av arbeidspakkene. Ved å sammenlikne funn fra studier i ulike land har arbeidspakken vurdert relevansen av nyere konseptualiseringer av tilpasningsbegrepet, og særlig tilpasning som «transition» eller «transformation». Studien viser at klimatilpasning fremdeles er preget av skrittvis endring og søken etter «no regret-solutions». Klimatilpasning kommer først og fremst som respons på akutte problemer knyttet til flom og andre klimarelaterte hendelser. Også den typen tilpasning kan likevel inneholde kimer til mer grunnleggende endring, ikke minst fordi de kan utløse eksperimentering og søken etter innovative løsninger.

4 Norsk institutt for kulturminneforskning, NIKU

Populærvitenskapelig fremstilling av NIKUs fire strategiske instituttsatsinger (SIS), 2014

Sustainable Transport – Drivers, Change, Impacts, Policies

Denne strategiske instituttsatsningen løper i perioden 2011 – 2015 og samlet tildeling for perioden er på NOK 3 034 000.

Satsingen gjennomføres i samarbeid med TØI, NINA, CICERO og NILU.

Formål med satsingen

Det overordnede formålet med denne strategiske instituttsatsingen er å identifisere uheldige miljøkonsekvenser av transport, samt å generere ny kunnskap som kan bidra til å redusere disse konsekvensene. Transport blir ofte knyttet til klimagassutslipp og andre miljøbelastninger – noe som er naturlig, siden transport er både energikrevende og utslippsgenererende – men bærekraftig transport handler også om teknologisk, økonomiske, sosiale og kulturelle forhold. Derfor legger satsingen opp til tverrfaglige studier av samspillet mellom transport og samfunn. Grensene mellom ulike fagdisipliner utfordres og forskere med ulik bakgrunn arbeider sammen for å belyse ulike aspekter av mobilitet – både på et teoretisk og praktisk plan.

Relevans av satsingen

Satsingen arbeider for å utvikle ny forståelse av hva som er bærekraftig miljøforvaltning. Bærekraftig utvikling er et mye brukt begrep i urban og regional planlegging. Det er imidlertid ikke alltid klart hvordan en kan og bør operasjonalisere begrepet i praksis. Det eksisterer ulike tolkninger av hva bærekraftig utvikling er. I våre voksende byer er det derfor spesielt viktig å øke forståelsen for hvordan vi kan bygge et bærekraftig transportsystem som dekker framtidens behov. Satsingen vil derfor generere anvendbar kunnskap for politikere og planleggere som arbeider med bærekraftig transport spesielt og bærekraftsspørsmål generelt.

I de ulike «Taskene» – eller arbeidsoppgavene – belyses ulike aspekter av bærekraftig utvikling – og positive, negative og paradoksale utfall av faktisk planlegging diskuteres. NIKU har spesielt sett på hvordan kulturminnevern og transporthensyn interagerer. Trafikal infrastruktur transformerer kulturlandskapet på ulike måter og forskjellige verdisystem må veies mot hverandre. NIKU har belyst hvordan transport og kulturarv kan brukes til å skape attraktive lokalsamfunn, men NIKU har også, ved hjelp av eksempler, vist at trafikale hensyn og kulturminnevern kan være vanskelig å forene. Gjennom case-studier har nye sider av bærekraftig byutvikling blitt løftet fram i lyset, med spesiell vekt på kulturminnevernets betingelser – i bykjerner, i randsoner og i forsteder. Denne satsingen vil være relevant for framtidige beslutninger i møtet mellom bærekraftig transport og kulturminneforvaltning. NIKU er deltaker i to arbeidspakker og aktiviteter og resultater presenteres i det følgende.

Task 2: Environmental and landscape changes due to transport

I denne arbeidspakken har vi analysert hvordan byvekst påvirket landskap og kulturarv. Vi har diskutert hvordan urbanisering og moderne veibygging påvirker den historiske dimensjonen i landskapet generelt, og de historiske veiene spesielt. Det reises kritikk mot et historiesyn som ser tidsdimensjonen i landskapet som ulike adskilte sekvenser. I virkeligheten er spor fra mange ulike tidsepoker til stede side om side i landskapet. Studien har tatt utgangspunkt i et område i Tune utenfor Sarpsborg i Østfold. Området innehar mange ulike funksjoner og har vært gjenstand for store areal- og bruksendringer. Dette har ført til at tidsdimensjonen er uttrykt på ulike måter i Tune og endring i funksjoner, veier og annen infrastruktur er en viktig årsak til dette.

I arbeidet med denne arbeidspakken i inneværende rapporteringsperiode, har også vært knyttet til JPI-prosjektet «Cultural Heritage in Landscape» (Cheriscape) – et nettverksprosjekt ledet av University of Glasgow (www.cheriscape.eu). Prosjektet tar for seg noen felleseuropeiske utfordringer knyttet til landskap og kulturarv, blant annet de store strukturelle endringene i samfunnet som avspeiles i bruken av landskap og mobilitet i befolkningen. Brukermedvirkning og verdispørsmål er også sentrale felleseuropeiske tema som har vært mye diskutert på konferanser. Vi har deltatt på en internasjonal konferanse i 2014 i Ghent (Belgia), og en i Amersfoort (Nederland). Konferansen i Ghent hadde temaet «Landscape as heritage in policy», med hovedvekt på forholdet mellom Den europeiske landskapskonvensjonen og Farokonvensjonen, som begge omhandler folks relasjoner til landskap og kulturarv. Konferansen i Amersfoort hadde temaet «Landscape as heritage in science», der hovedvekten var lagt på tverrfaglig landskapsforskning og forholdet mellom teori, metode og praksis. NIKU har ansvaret for den tredje konferansen som skal være i Oslo i mai 2015 med temaet «Landscape as Community» der landskapsforvaltning, kulturminnevern og medvirkning blir sentralt. Planleggingen av denne konferansen er utarbeidet i inneværende rapporteringsperiode. Konferansene skal identifisere viktige utfordringer innenfor fagfeltet, både for forskningen og den forvaltning som er satt til ivareta av landskap og kulturarv i Europa.

Task 3: Impacts of transport on urban sustainability

Task 3.1: The impact of transport in contemporary urban planning and development

I denne arbeidspakken har vi undersøkt hvordan bærekraftig transport og kulturarv inngår i Groruddalssatsingen og i utviklingen av Bjørvika som ny bydel Oslo. I inneværende rapporteringsperiode har vi videreført dette arbeidet, men vi har også utvidet prosjektet og studert Oslo kommunes byutviklingsstrategi fram mot 2030. Oslo forventer en stor befolkningsvekst som krever både omstillingsevne og kunnskap om hvordan vi kan utvikle en bærekraftig by. Sentralt i kommuneplanen står en samordnet areal- og transportplanlegging, slik at befolkningsveksten kan tas gjennom kollektivtransporten. Begrepet «banebasert utvikling» henviser til å fortette byen innenfra og utover t-bane-nettet. Samtidig kan en fortetting av bykjernen endre opplevelsen av de historiske byområdene, resultere i tap av lys og utsikt, samt gi et press på den bevaringsverdige bebyggelsen. Det som kan være bærekraftig i energi- og transportøkonomisk forstand, kan være mindre gunstig for kulturminnene. I studien har vi diskutert en rekke slike dilemmaer og paradokser som kan oppstå når en søker å forene ulike bærekraftenssyn. Vi har analysert den kommunale strategien i lys av faktiske og planlagte utbyggingsprosjekter, blant annet i sentrum og på Tveita.

I inneværende prosjektperiode har vi også analysert et kasus hvor transport og kulturarv har stått sentralt: forslaget om å flytte vikingskipene fra Vikingskipshuset på Bygdøy til et nytt Kulturhistorisk museum i Bjørvika. I snart tjue år har folk diskutert om skipene og øvrige gjenstander vil tåle flytting. Det er imidlertid ikke bare spørsmål om skipenes materielle tåleevne som har vært debattert. Uavhengig av skipenes materielle tåleevne, finnes det mange ulike begrunnelser for hvorfor vikingskipene bør flyttes til Bjørvika. Ønsket om å skape en internasjonal turistattraksjon i nærheten av anløpet for cruisebåter står her sentralt. Flytteforkjemperne hevder at Bygdøy er for avsidesliggende, samt at veien ut mot Bygdøy allerede er sterkt belastet med turistbusstrafikk. Det hevdes at området rundt Oslo Sentralstasjon er bedre egnet til å ta imot store turiststrømmer enn veien ut mot dagens museum. Andre igjen har foreslått å gi turistene mulighet til å oppleve Oslo fra sjøsiden gjennom å sette opp turistferjer fra Middelalderbyen til Bygdøynes. På denne måten kan en både løse trafikkproblemer og sikre at museet blir værende på Bygdøy. I forlengelsen av dette argumentet er det andre som vektet det maritime miljøet som allerede er på Bygdøy som viktig for at vikingskipene må bli hvor de er. Her kan en vise norsk sjøfartshistorie på ett Brett – Norsk Maritimt Museum (tidligere Norsk Sjøfartsmuseum), Vikingskipshuset, Frammuseet og Kon-Tiki Museet. Striden om vikingskipene er et godt eksempel på at transportøkonomiske forhold er en sentral del av diskusjoner om hvor vår felles kulturarv bør lokaliseres.

Cultural heritage: Negotiations, policy & practice (Verdi-SIS)

Denne strategiske instituttsatsingen løper i perioden 2011 – 2015 og samlet tildeling for perioden er på NOK 12 139 000.

Overordnet mål

Satsingen har på norsk blitt kalt «Kulturminner: politikk, praksis og forhandlinger» og tar utgangspunkt i at vellykket politikk og praksis innenfor kulturminnevernet forutsetter solid kunnskap og forståelse for hvordan og hvorfor slike verdier blir trukket fram som vesentlige, samt hvordan og hvorfor de kontinuerlig blir reforhandlet og redefinert i sammenheng med øvrige samfunnsendringer. Kulturminnepolitiske studier retter søkelyset mot samfunnets politiske bruk av fortiden; de retorikker, konsepter, utvalg av kulturminner osv. som brukes aktivt for å oppnå bestemte mål i samtiden og for å forme fremtiden sett utfra en ideologisk overbevisning eller et (kultur) politisk program. Mens kulturminnepolitikk viser til visjoner, utopier og intensjoner, handler kulturminnepraksis om det som faktisk foregår med de maktkonstellasjoner, forhandlinger og iscenesettelser som utspilles i en gitt situasjon.

Prosjektet er blitt organisert i tre arbeidspakker, som er styrt hver sin overordnede problemstilling: Den første hovedproblemstillingen fokuserer på forbindelsen mellom etablerte verdisettingssystemer og lokal praksis. Hovedmålet er å studere hva som skjer når kulturhistoriske ressurser blir omfortolket og omdannet til kulturarv. Det stilles spørsmål om hva som skjer når etablerte verdisystemer som er utviklet på nasjonalt plan skal iverksettes lokalt og innpasses i lokal politikk. Den andre problemstillingen dreier seg om å analysere nærmere prosesser som fører til henholdsvis inkludering og ekskludering av kulturarv som er knyttet til et utvalg minoritetsgrupper. Det dreier seg om å studere hvorvidt og i så fall hvordan kulturarv framstår som et instrument med motstridende betydninger. Det tredje settet med forskningsspørsmål har forbindelsen mellom internasjonale konvensjoner, nasjonale og regionale strategier og lokal praksis i fokus. Her er et av hovedmålene å analysere hvilke konsekvenser implementering av rammeverk fastsatt av myndighetene og konvensjoner kan ha for den lokale, regionale og nasjonale kulturminneforvaltningen. Problemfeltet inkluderer også studier av rollen UNESCOs verdensarv konvensjon har hatt for stedsutvikling, merkevarebygging og stedsidentitet.

Gjennomførte aktiviteter og oppnådd resultater

I perioden 2013-2014 har det vært 12 forskere tilknyttet hovedprosjektet. På bakgrunn av erfaringene som ble høstet fra arbeidet med å utgi en norsk antologi i 2013 (Novus forlag), var det enighet blant prosjektdeltakerne at noe lignende burde gjennomføres i løpet av siste periode av prosjektet. Det var ønskelig denne gangen å rette publiseringen mot et internasjonalt publikum. Det er nå inngått avtale med Ashgate forlag om utgivelse. Bokas tittel er: 'Heritage, Democracy and the Public. Nordic approaches to managing heritage in the service of society'. Boka har blitt profilert overfor forlaget som følgende: 'The anthology deals with how heritage can become a democratic resource and a public good that in various ways benefices the citizens in present communities. In many ways a well functioned heritage management that are concerned about how to take care of the past for present and future generations is a hallmark of Nordic democratic societies. However, management practices contains a series of questions about how cultural heritage serves as part of democratic values and contributes to the understanding of what democracy is all about. What significance will for instance heritage have on how welfare is defined? What function does heritage have in the public realm and how can heritage serve as a resource for citizens to gain influence in society? Who and what defines the public debates and the politics about heritage? Is there a knowledge gap between research and management communities, and public understandings and uses of heritage? These are some of the questions that the authors of this anthology will reflect upon. The papers will provide perspectives on how the

management of the past takes place and can be carried out in the service of the society. The aim of the book is to increase our knowledge and new interpretations about the functioning of heritage in present society. The book addresses main challenges faced by today's heritage management in the light of the processes, trends and desires which are prominent at how heritage is understood and used in today's society. The book is directed towards researchers within heritage studies and those working within the institutional heritage management, but also wish to reach others who are involved in how heritage becomes significant in today's society'.

Antologien er blitt inndelt i fire deler; PART I: Contextualising heritage - democracy and the public - PART II: Debating National Heritage - between old and new paradigms - PART III: Experiencing heritage - embodiment, performance and the public - PART IV: Managing heritage - challenges and visions. Når boka foreligger ferdig utgitt, vil den omfatte 21 kapitler, pluss introduksjon og konklusjon. Mens åtte av kapitlene, samt innledning og konklusjon blir skrevet av forskerne fra NIKU, er resten av forfatterne fagfolk fra relevante universiteter og forskningsinstitutter i Norge og andre nordiske land som har blitt invitert til å bidra.

Det ble gjennomført et to-dagers skriveseminar innenfor prosjektet med henblikk på å stimulere arbeidet med antologiartiklene. Seminaret inneholdt kritisk fagfelle vurdering og felles diskusjon av enkeltkapitler antologiens helhet. Skrive- og redigeringsarbeidet av antologien ble gjennomført vinteren 2014 og hele manuset ble innlevert til forlaget ved nyttår. Hele antologien er per tiden inne til fagfelle vurdering hos forlaget.

I desember 2014 deltok en av prosjektdeltakerne på konferansen Association of Critical Heritage Studies Conference (ACHS) i Canberra, Australia. Innlegget "Heritage, Politics, Practice – heritage values' role in defining the welfare state" ble holdt i sesjonen "Exploring 'value' in heritage value". Her tok man utgangspunkt i diskusjonen om hvordan statlig styring bidrar med å produsere og legge til rette for fellesgoder for alle borgere, og mer spesifikt på hvilke måter kulturarv utgjør et fellesgode og kan forstås som en ressurs som bidrar med velferd. Innlegget bidro på den måten med en diskusjon om hvordan kulturarv og kulturminner utgjør verdier i et velferdssamfunn og fungerer som en demokratisk ressurs. På konferansen ble det holdt et ytteligere innlegg, kalt "How is Heroic National Memorials paying homage to a remote collective past re-negotiated in present Multicultural Societies?". Innlegget ble holdt i sesjonen "Multiculturalism, Migration and Diaspora". I innlegget diskuteres hvilke verdier nasjonalmonumenter representerer i dag, spesielt de nasjonalmonumentene som er oppført for å hylle en fjern fortid forbundet med vikingtiden (Nasjonalmonumentet i Haugesund til minne om Harald Hårfagre, Borre nasjonalpark, Stiklestad osv). I ettertid er disse nasjonalmonumentene forbundet med et utgått nasjonalt program og en «mørk fortid» basert på et etnisk kulturbegrep som ikke samsvarer med et verdigrunnlag forankret blant dagens flerkulturelle befolkning. I innlegget foreslås en strategi for å vitalisere denne typen nasjonalmonumenter ved å diskutere en rekke mulige kulturarvsstrategier basert på bruken av monumentale minner om en vanskelig fortid. Strategiene er ment som veiledende for hvordan kulturminneforvaltningen vil kunne initiere strategier for å legge til rette for bruken av nasjonalmonumenter som samfunnsressurs i dag.

Utover antologikapitlene som nå er inne til fagfelle vurdering hos forlaget, har det også vært publisert noen andre vitenskapelige artikler samt holdt foredrag i ulike sammenhenger. I avslutningsåret 2015 vil prosjektet primært viet arbeidet til populærvitenskapelig formidling. Hensikten er å sikre at resultatene når ut til en bredere krets av kulturminneforvaltere, via blant annet populærvitenskapelige artikler, foredrag og tematiske seminarer.

Relevansen av satsingen

Et viktig mål på relevans er hvorvidt satsingen lykkes i å bidra til løpende diskusjoner om dagens forvaltning av kulturminner. I dag står kulturminneforvaltning ovenfor en todelt utfordring: Det er en stadig mer kunnskapsrik befolkning som stiller spørsmål ved de vurderingene fagekspertisen gjør og ved den praksis som utøves. Samtidig stilles det store krav til den utøvende kulturminneforvaltningen i en stresset hverdag med henhold til å oppdatere sin kunnskap om det som foregår innenfor en stadig mer omfangsrik kulturminne- og kulturarvsforskning. Det er behov for en løpende debatt om de

premissene kulturminneforvaltningen bygger sin kunnskap på og handler ut i fra, og ikke minst: bygger sitt verdigrunnlag på. Fagmiljøene innenfor kulturarvfeltet kan bidra med argumenter som på sikt forbedrer virkemiddelbruken for å sikre fremtidig forvaltning og skaper bred motivasjon for engasjement i samfunnet for øvrig.

In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone (In Situ SIS)

Denne strategiske instituttsatsningen løper i perioden 2011 – 2015 og samlet tildeling for perioden er NOK. 3 034 000. Satsingen gjennomføres i samarbeid med Bioforsk.

Overordnede mål for satsningen

Kulturlag og arkeologiske levninger i umettet miljø der naturlige vannforhold mangler eller bare delvis forekommer, er meget utsatte for nedbryting dersom det skjer endringer av de kjemiske forhold. Bevaring av eksisterende arkeologisk materiale, vår felles underjordiske kulturarv for nytte, glede og kunnskap til fremtidige generasjoner er et nasjonalt mål og det er tydelig fremhevet av Direktoratet for kulturminneforvaltning – Riksantikvaren. Allerede i 1992 ble bevaring av arkeologiske levninger in situ med følgende aktivt vern og vedlikehold et felles europeisk mål, nedfelt i Malta- eller Valetta-konvensjonen.

«In Situ SIS» er NIKUs rammeprosjekt for arbeidet med kulturlagsovervåking. Prosjektets hovedmål er å studere muligheter, begrensinger og konsekvenser for in situ bevaring av arkeologiske kulturminner og lokaliteter i forskjellige miljøer over grunnvannstanden (umettet sone), både fra middelalderbyen og fra rurale steder. Det arbeides med å utvikle målemetoder for å undersøke og overvåke kjemiske forhold i kulturlagene som påvirker bevaring. Prosjektet utvikler metoder for avbøtende tiltak som skal kunne iverksettes for å forbedre forhold for kulturlag i umettet sone. Nedbrytning forminsker arkeologenes muligheter for lesbarhet og tolkning av kulturlag, og det er viktig å utvikle redskap for kartlegging og statusbeskrivelser av nedbrytningsgrad og omvandling. Det vil si å arbeide frem et sammenligningsbart grunnlag for beskrivelser og visuelle fremstillinger over hvordan forskjellige typer kulturlag ser ut i forskjellige grader av nedbrytning.

Det er gjennomført svært få slike undersøkelser tidligere. Derfor er gjennomføring av praktiske studier med feltarbeid viktig. Den empiriske delen av prosjektet består av flere case-studier fra forskjellige arkeologiske lokaliteter i Norge: middelalderbyen Trondheim (case A), gårdshauger i Harstad kommune i Troms (case B) og Avaldsnes i Rogaland (case C).

Gjennomførte aktiviteter og oppnådde resultater

Case A er et tiltakshaverfinansiert prosjekt der NIKU utfører arbeid etter oppdrag fra Riksantikvaren. Bakgrunn for prosjektet var at to nybygg skulle oppføres på en tomt sentralt i middelalderbyen Trondheim i forbindelse med byutvikling og fortetting av bygningsmasse. På samme sted hadde tidligere arkeologiske undersøkelser registrert velbevarte trekonstruksjoner og tykke kulturlag med til dels høyt innhold av organisk materiale. Riksantikvaren gav i 2012 tillatelse til nybygg med pelefundamentering, under forutsetning at det ble etablert miljøovervåking av kulturlagene over en 5-års periode, både før og etter at nybygg stod ferdig. Det ble i tillegg stilt krav til utbygger om å etablere et system for reinfiltrering av regnvann under nybygg for å sikre at kulturlagene ble holdt fuktige på samme måte som før bygging. I 2012 installerte Bioforsk i samarbeid med NIKU, måleutstyr som overvåking av temperatur, innhold av vann og redox på forskjellig dybde i kulturlagsprofiler under et av nybyggene og utenfor. De foreløpige resultatene fra overvåkingen viser at fuktigheten er lavere under nybygg enn utenfor, men fuktighetsgraden synes samtidig å være forholdsvis stabil begge steder, med moderate svingninger. Det er blitt målt store svingninger i redox-verdiene gjennom perioden så langt, hvilket oppfattes som utvikling i negativ retning og redox-

verdiene følges opp videre av Bioforsk. Resultater fra undersøkelsene etter avsluttet feltarbeid er presentert i rapporter.

Case B er finansiert dels gjennom SIS-prosjektet, dels gjennom forskningsprosjektet 'Archaeological Deposits in a Changing Climate. In Situ Preservation of Farm Mounds in Northern Norway' (InSituFarms), som er ledet av NIKU og finansiert av Norges forskningsråd (2012-2015). De to valgte lokalitetene er gårdshaugene Saurbekken i Harstad og Voldstad utenfor Harstad, hvorav den siste fremdeles er bebodd. I juni 2012 ble det gjennomført geofysiske undersøkelser på gårdshaugen Saurbekken i Harstad for å kartlegge tykkelse og utbredelse av kulturlagene, samt utført en laserskanning som har generert en ny høydemodel av lokaliteten. I august 2013 ble det gjennomført en mindre arkeologisk undersøkelse på gårdshaugen Voldstad utenfor Harstad. Den er valgt som et typisk eksempel for de mange nordnorske gårdshaugene som fortsatt er bebodd. Selve utgravningen er en undersøkelse som involverer tre etater i samarbeid: Troms fylkeskommune, Tromsø museum og NIKU. Det ble gjort fine funn av dyrebein, lær, bearbeidet tre, keramikk og et lite nålebryne av skifer. Det ble foretatt en grundig beskrivelse av kulturlagene for å kunne vurdere hvor godt bevarte de var. Denne prosessen inneholdt også en opplæringsdel for arkeologene fra museet og fylkeskommunen. Samarbeidspartnerne i InSituFarms-prosjektet: Arkeologisk museum UiS, Nationalmuseet, MVH Consult og Bioforsk var også tilsted under feltarbeidet. Det ble tatt pollenprøver, makrofossilprøver og jordkjemiske prøver for å kunne foreta vurdering av bevaringsforhold, og det ble installert måleutstyr som overvåker kulturlagenes temperatur, innhold av vann samt redox – et sett med kjemiske parametere som har stor utsagnsverdi for nåværende og fremtidige bevaringsforholdene.

Case C er finansiert dels gjennom SIS-prosjektet, dels gjennom forskningsprosjektet 'Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes' som er ledet av Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Samarbeid mellom de to forskningsprosjektene ble etablert tidlig i 2011. Museet utførte utgravninger i 2011 og 2012, og In Situ SiS feltarbeid ble gjennomført i tett dialog med museets arkeologer. Første runde var i august 2011, fulgt opp med nytt feltarbeid i juli 2012. Det ble funnet kulturlag i umettet sone i både gravhaug og som del av bosetningsspor og dyrkningsspor. Dette er kulturlag som er meget sårbare for endringer og nedbrytning. Vi tror at vi igjennom Avaldsnes-prosjektet har fått et godt felteksempel hvor vi, i tillegg til direkte kunnskap om kulturlagene på Avaldsnes, har samlet verdifulle erfaringer rundt en arbeidsprosess der vi kan identifisere, beskrive og måle relevante parametre for bevaringstilstand og bevaringsforhold for arkeologiske kulturlag i umettet sone. Det ble foretatt en grundig beskrivelse av kulturlagene for å kunne vurdere bevaringstilstanden. Det ble i 2011 installert måleutstyr koblet til dataloggere på tre valgte steder. Utstyret overvåker temperatur og vanninnhold i kulturlagene. Hittil viser overvåkingsdata fra langtidsmålingene liten variasjon og svingninger i temperatur og fuktighet i Kjellerhaugen. Stabile forhold er bra for in situ bevaring av kulturminner, men det er noe inntrenging av nedbør, som kan ha negativ effekt, særlig på parkeringsplassen og i dyrkningslagene. Kulturlagene rundt ruinen må anses som svært utsatte for eskalert nedbrytning etter utgravningen i 2012 og bør overvåkes nøye eller utgraves ved videre inngrep i ruinen. En artikkel med grunnlag i resultater fra Case C er i 2014 godkjent for publisering i *Quaternary International*.

Prosjektet har gjennom sine caser tilgang til verdifull måledata fra flere lokaliteter med forskjellige type kulturlag. Resultatene fra disse har dannet grunnlag for flere formidlingsprosjekter til forskersamfunnet så vel som til det større publikum.

Det er i løpet av året blitt holdt flere arbeidsmøter med prosjektets egne deltakere i NIKU og samarbeidspartnere. På arbeidsmøtene diskuteres status i de ulike casene med utgangspunkt i rapporter med måledata og foreløpige resultater. I tillegg er arbeidsmøtene prosjektets primære arena for planlegging av videre arbeid. I denne sammenheng er for eksempel formidling til forvaltningsmyndighetene på nasjonalt og lokalt plan om overgripende spørsmål om bevaring og nedbrytning av arkeologisk materiale under bakkenivå, på grunnlag av resultatene fra casene et viktig punkt. Videre er arbeidsmøtene strategiske for planlegging av hvordan prosjektet skal formidles til det internasjonale forskersamfunn.

Prosjektet har tiltrukket seg interesse fra andre fagfelter som utvikler ikke-destruktive metoder for kartlegging av kulturminner. For eksempel er det blitt foretatt undersøkelse med georadar av kulturminnet gårdshaugen Saurbekken i Harstad kommune. Resultatene viser for eksempel hvor tykke kulturlagene er, fordelt over gårdshaugens område, og hvor det finnes faste konstruksjoner. Denne tverrvitenskapelige fremgangsmåte som kombinerer opplysninger om tykkelse for, og utbredelse av kulturlag, med aktuell måledata fra overvåking av kulturlag i samme lokalitet, er metodeutviklende samtidig som det er et fremtidsrettet redskap for resurseffektiv forvaltning av kulturminner.

Det ble i oktober 2014 arrangert en to-dagers workshop på FRAM-sentret i Tromsø. Workshopen var organisert i overordnede temaer på tvers av casene. I tillegg til NIKUs deltakere var forskere fra Norge, Danmark og Nederland invitert og disse presenterte resultater med relevans for In Situ SIS.

På konferansen European Association of Archaeologists i Istanbul i september 2014 var en medlem i prosjektet med for å organisere en av konferansens sesjoner; «Preservation in situ or excavation?». I tillegg ble det holdt to innlegg av prosjektets deltakere. Innleggene er blitt omarbeidet til artikler og vil bli publisert.

Relevansen av satsingen

Prosjektet er unikt i den forstand at det antagelig er det eneste prosjektet på verdensbasis der data som belyser forhold for tilstand og bevaring i urørte arkeologiske kontekster i umettet sone samles inn kontinuerlig og over flere år. In Situ SIS drives av forskere fra NIKU med lang erfaring fra arkeologisk feltarbeid og tolking av komplekse kulturlagsforhold. Nettverket er vel utbygget med tverrvitenskapelige kontakter i forvaltning og forskermiljøet, så vel som i teknisk bransje for bygg og anlegg. Bevist arbeid med å etablere et bredt og sammensatt nettverk bidrar til å styrke forskningsprosjektet der praktiske undersøkelser er vektlagt for å oppnå resultater som faglig grunnlag, blant annet for forvaltningens behov for kunnskap for vurdering av in situ bevaring innen forskjellige typer av arkeologiske levninger innen umettet sone.

Prosjektet nærmer seg avslutning. På hver av de utvalgte lokalitetene er feltarbeidet avsluttet og langtidsmålingene gir et jevnt tilsig av data. Satsningen på metodeoppbygging med hjelp av praktisk arkeologisk feltarbeid med kartlegging og overvåking av bevaringsforhold i automatisk fredete kulturminner som for eksempel gårdshauger i nordområdene, blitt tatt imot med stort interesse internasjonalt så vel som nasjonalt.

The uses of advanced technology in understanding, preservation and management of cultural heritage (Tekno-SIS)

Denne strategiske instituttsatsingen løper i perioden 2011 - 2015 og samlet tildelingen for perioden er på NOK 12 139 000.

Prosjektets hovedmålsetning er å utforske samt ta i bruk, avansert teknologi og nye metoder som grunnlag for en mer kunnskapsdrevet forvaltning av kulturarven. Hensikten er å øke kunnskapen om metodiske, praktiske og teoretiske sider ved bruken av ikke-destruktive metoder; det vil si metoder som kan brukes til å fremskaffe kunnskap om kulturminner, -miljøer eller landskap uten å måtte foreta ødeleggende inngrep i disse. Gjennom prosjektet ønsker vi å øke kompetansen på dette felt og bidra til at teknologiske nyvinninger i høyere grad kan nyttiggjøres innenfor så vel forskning som forvaltning. Dette gjelder hele spektret fra landskapers historiske dimensjoner, til kulturmiljøer, bygninger og monumenter og ned til materialer og overflater. Prosjektet har i 2014 omfattet seks delprosjekter som er omtalt i det følgende.

Oppnåelse av forbedret kunnskap om kulturminner og deres landskapskontekst ved bruk av avanserte ikke-destruktive metoder

I denne arbeidspakken tar vi for oss bruken av nye ikke-destruktive teknikker i form av geofysikk (georadar og magnetometer) og utreder hvordan disse kan bidra med økt kunnskap om arkeologiske kulturminner og deres landskapskontekst. Studieområdene det jobbes med er områdene rundt Tjølling kirke og Borreparken, begge i Vestfold fylke. Arbeidet omfatter også innsamling og gjennomgang av tilgjengelige historiske kilder og kartmateriale. De innsamlede geofysiske dataene har vært gjenstand for prosessering, bearbeiding og tolkning – et arbeid som delvis er gjennomført i samarbeid med eksperter fra det internasjonale forskningsprosjektet: The Ludwig Boltzmann Institute for Archaeological Propection and Virtual Archaeology (LBI). Det arbeides nå med å sette ny kunnskap denne tilnærmingen har gitt, inn i en kulturhistorisk kontekst og dermed en bedre forståelse for samspillet mellom mennesker og deres omgivende miljø i studieområdene i jernalder og middelalder.

Bruk av 3D-visualiseringer basert på flyskanning i arkeologiske landskapsanalyser og som et verktøy i arealbruksforvaltning

I arbeidet med bruken av flyskanning (også kalt lidar) har vi jobbet med arkeologiske landskapsstudier basert på tredimensjonale (3D) visualiseringer. Landskapet har endret seg markant siden istiden og ved å ta i bruk digitale 3D landskapsmodeller har vi kunnet jobbe med arkeologiske landskapsstudier som også tar hensyn til hvordan topografien har endret seg opp gjennom tiden, blant annet på grunn av landheving og endringer av vegetasjonsbildet. Dette er forhold som har betydning for hvordan vi leser landskapet i en forhistorisk kontekst og kunnskap om denne utviklingen er dermed en forutsetning for best mulig å forstå samhandlingen mellom mennesker og landskap i forhistorien.

Som et trinn 2 i prosjektet, har vi gjennom arbeid med 3D fjernmålingsdata kartlagt hvordan landskapsanalyser og 3D-modeller brukes av kulturminneforvaltningen. Dette er gjort gjennom en større spørreundersøkelse som har resultert i opplysninger om kulturminneforvaltningens bruk av og syn på 3D-visualiseringer som et hjelpemiddel i sitt arbeid med arealplanforvaltning. Det arbeides nå med å analysere dataene og publisere resultater av undersøkelsen.

Metodeutvikling basert på fjernmåling - kartlegging av kulturminner ved hjelp av satellitt-, flybildeanalyse og flybåren laserskanning (lidar)

Det knytter seg en del utfordringer til forvaltningen av kulturminner i Nordområdene, blant annet på grunn av manglende registreringer av arkeologiske kulturminner. Som en tilnærming til å forbedre situasjonen, arbeides det med å se på hvordan fjernmålingsmetodikk kan tas i bruk. Dette gjelder både høyoppløselige satellittbilder, flybåren laserskanning/lidar og vanlige flybilder. Anvendbarheten av slike fjernmålingsmetoder på ulike kulturminnetyper, samt ulike vegetasjons- og landskapstyper blir satt under lupen i denne arbeidspakken. Det er anskaffet fjernmålingsdata fra flere områder i Finnmark og Nordland – områder som omfatter ulike kulturminnetyper slik som fangstanlegg for villrein, mangeromstuffer, gammetuffer fra ulike perioder samt mindre synlige aktivitetsspor som hustuffer fra steinalder, gieddier og lavvuplasser. Et område mellom Tana og Varangerfjorden utgjør hovedstudieområdet og her jobbes det med å vurdere styrker og svakheter ved de forskjellige fjernmålingsmetodene og effekten av å bruke mer enn én metode på samme landskap når hensikten er å få kartlagt så mange kulturminner og kulturmiljøer som mulig.

Bruk av radiografi på bygninger: utvikling av standarder og rutiner for optimaliserte analyser

Innen kulturminnevernet har røntgenfotografering tradisjonelt vært utført på flyttbare objekter for å undersøke og dokumentere deres tilstand og materialbruk. Vi har undersøkt om mobilt røntgenutstyr er egnet til å undersøke og dokumentere tilstand og materialbruk i verneverdige trebygninger. Det er fra før begrenset kunnskap om røntgenundersøkelse av trekonstruksjoner med forskjellige skader. For å skaffe et referansemateriale før vi testet ut røntgenfotografering i felt, startet vi med å røntgenfotografere små treprøver som var angrepet av kjente råtesopper og insekter under ulike klimabetingelser. Deretter røntgenfotograferte vi utvalgte områder i en fredet bygning hvor treets tilstand på forhånd var kartlagt gjennom treprøver fra årringsdatering av samme bygning. Ved å sammenligne røntgenbilder av referanseprøvene og årringsprøvene med røntgenbildene av bygningen fikk vi bekreftet at røntgenfotografering kan være egnet til å identifisere, kartlegge, dokumentere og

visualisere tilstand, skadeårsak og skadeomfang i verneverdige trebygninger. Metoden er kvalitativ, da røntgenbildene ikke kan brukes til for eksempel å beregne hvor mye last en råteskadet konstruksjon kan tåle. Det er av den grunn viktig i tillegg å støtte seg på bygningskyndig ekspertise med kunnskap om konstruksjoner og belastninger i historiske bygninger. Konklusjonen er at røntgenfotografering av verneverdige trebygninger kan gi svar på en del spørsmål om tilstand og bør inngå som en supplerende, ikke-destruktiv metode til allerede etablerte metoder for bygningsundersøkelser.

Bruk av bakkebasert laserskanning til dokumentasjon og overvåking av bygninger, ruiner, detaljer og overflater

I denne studien tester vi ut bakkebasert laserskanning og fotogrammetri og sammenligner disse med tradisjonell oppmåling samt tegninger av bygninger og ruiner. Arbeidet har gitt økt kunnskap om hvorvidt og på hvilket nivå laserskanning med fordel kan brukes til digital dokumentasjon samt på hvilke områder metoden har sine begrensninger. I tillegg viser resultatene av fotobaserte metoder (fotogrammetri og fotoskann) at disse er velegnet til å dokumentere murverk både som todimensjonale flater og som tredimensjonale modeller. Undersøkelsen har vist at disse metodene kan med fordel anvendes i stedet for laserskanning ved problemstillinger som dreier seg om modeller og tegningsgrunnlag. Fordelene med å bruke laserskanning knytter seg til dokumentasjon av større komplekse bygningskonstruksjoner og er i tillegg velegnet i de tilfeller hvor en ønsker å dokumentere en bygning eller ruin i en landskapskontekst. Prosjektarbeidet har bidratt til en bedre forståelse for de ulike dokumentasjonsmetodenes muligheter og begrensninger, spesielt med tanke på gjengivelsesgrad og nøyaktighet. I tillegg har studien gitt innblikk i potensialet for å dokumentere kulturhistorisk informasjon ved hjelp av disse metodene.

XRF som dokumentasjons- og undersøkelsesmetode ved fargeundersøkelser av interiører

Et håndholdt XRF-apparat (hhXRF) er et bekvemt og håndterbart instrument, som kan brukes i ulike sammenhenger for å finne ut hvilke stoffer et materiale består av. For eksempel kan instrumentet benyttes til pigmentanalyse av malerier. Metoden er imidlertid vanskelig å anvende på strukturer med mange ulike lag. I dette prosjektet tester vi om hhXRF kan brukes ved fargeundersøkelser av historiske interiører som har blitt overmalt flere ganger gjennom tiden. Våre studier har vist at det i mange tilfeller vil være mulig å identifisere pigmentene i ulike malingslag på et interiør ved hjelp av hhXRF, og i tilknytning til fargeundersøkelser. Pigmenter kan nemlig fortelle når en dekor tidligst kan være utført, da enkelte pigmenter ikke har vært tilgjengelig før en viss tidsepoke. Metoden kan også si noe om hvilke farge en maling hadde opprinnelig (pigmenter kan ha endret seg over tid). I enkelte tilfeller og for mer utdypende informasjon om pigmentblandinger og tilsetningsstoffer vil det imidlertid være nødvendig å supplere undersøkelsen med andre analysemetoder. I vår studie har vi undersøkt flere fargetrappet og dekorer i utvalgte historiske interiører, der det tidligere er gjort fargeundersøkelser, og hvor det derfor forelå fargetrappet og pigmentanalyser. Slik testet vi analysemetoden i en situasjon som er reell for fargeundersøkelser, og vi hadde muligheten til å sammenligne våre resultater med resultater fra andre analysemetoder. En klar fordel ved bruken av hhXRF, er at en kan få relevant informasjon om bruk av pigmenter med én gang målingene er gjort, noe som gjør at vi kan bruke den informasjonen til det videre arbeidet ved fargeundersøkelsen på stedet der og da. Apparatet er veldig praktisk å bruke i felt. Vår erfaring tilsier imidlertid, at selv om anvendelsen av hhXRF er enkel, kreves det god kunnskap om analysemetoden, samt kunnskap om historiske pigmenter, for å kunne lese og tolke resultatene.

Annet

Innsatsen i prosjektet har gjennom perioden vært formidlet både vitenskapelig og populærvitenskapelig. I løpet av 2014 ble det publisert fire vitenskapelige artikler, holdt 19 foredrag, skrevet to populærvitenskapelige artikler og resultater fra prosjektet ble presentert i tre ulike medieoppslag. Dessuten ble det gjennomført et felles seminar med tittelen: Bruk av avansert teknologi for å kartlegge, forstå, konservere og forvalte kulturarven. Seminaret var åpent for alle interesserte og hadde deltakelse fra Riksantikvaren, regional kulturminneforvaltning og andre personer fra diverse relevante miljøer. Det ble også arrangert en workshop med internasjonal deltakelse i regi av arbeidspakke 2c: XRF-workshop: Analysis of complex structures. I 2015 arbeides det videre med å

tilgjengeliggjøre resultater og erfaringer fra TeknoSIS-prosjektet i både vitenskapelig og populærvitenskapelig form.

5 Norsk institutt for luftforskning, NILU

AMOM - Advanced modelling of organic contaminants/Avansert modellering av organiske miljøgifter

Annual Report 2014

Duration: 01.01.2013 – 31.12.2017

Budget 2014: NOK 1,2 Mill

Main objective and key modelling tools

The overall goal with the AMOM SIS is to understand and predict relationships between sources and emissions of organic contaminants and environmental and human exposures. A particular emphasis is on the long range atmospheric transport of various organic contaminants. CoZMoMAN and FLEXPART are the two core modelling tools in focus in the AMOM-project (Figure 1). Main activities and results during 2014 are briefly summarized below.

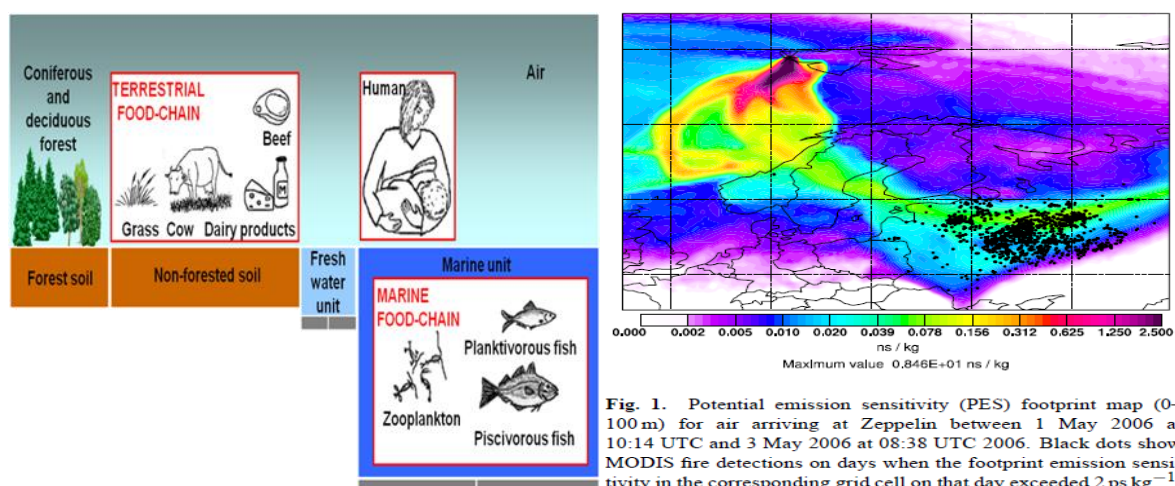


Fig. 1. Potential emission sensitivity (PES) footprint map (0–100 m) for air arriving at Zeppelin between 1 May 2006 at 10:14 UTC and 3 May 2006 at 08:38 UTC 2006. Black dots show MODIS fire detections on days when the footprint emission sensitivity in the corresponding grid cell on that day exceeded 2 ps kg^{-1} .

Figure 1: Complementary modelling tools at NILU to study organic contaminants. Left: Model structure for the CoZMoMAN multimedia model [1]. Right: Illustrative output from FLEXPART whereby record high levels of PCBs measured at Zeppelin (Svalbard) in combination with satellite data (black dots) are traced back to biomass burning events in Russia [2].

FLEXPART

FLEXPART is a model for atmospheric transport representing the Lagrangian trajectories of a large number of particles in the atmosphere. These particles, (which can be tracked forward or backwards in time) are driven by Eulerian (three-dimensional) wind fields such as those produced by meteorological prevision or climate models (e.g. ECMWF is the main source of input data). The backward capabilities of FLEXPART can be exploited in order to analyse episodes of high and low concentrations of POPs at Zeppelin and relate those episodes to specific primary or secondary (over land, ocean or ice) sources.

The footprints produced by FLEXPART are 2D surface fields proportional to the transition probability of an air parcel from the **source** regions (over sea or land) to the location of the instrumental samplings (the **receptor**). The footprints are useful because of the property that if multiplied with the emission fluxes of a species (the source), they provide an estimate of the increase of the concentration

over the background at the receptor location and time. We calculated the footprints for all available POPs measurements at Zeppelin since 2000, extending the partial case studies performed in 2013.

In the first place we have selected for a case study the footprints corresponding to the peaks and the background concentrations (higher and lower 20 % of the measurements time series respectively, Figure 2) of α -HCH at Zeppelin in 2007. The higher panel shows that the lowest concentrations are associated with air masses originated in the European continent. In contrast, the peak concentration correspond to air masses exposed to the high Arctic latitudes.

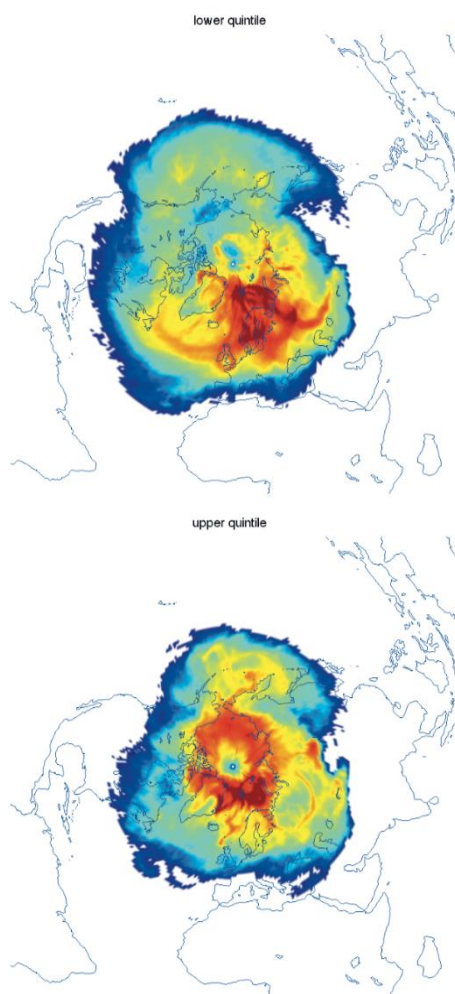


Figure 2: *Integrated footprints associated with the α -HCH peak and the background concentrations (higher and lower 20 % of the measurements time series respectively) at Zeppelin in 2007. Upper panel: lower quintile of concentrations or background, the transport influence is from southern continental masses. Lower panel: upper quintile of concentrations or peaks, the transport influence is from the Arctic region.*

This case study of pure transport calculations focusing on time integrated peak vs. lowest concentrations supports the hypothesis of large influence of oceanic and/or cryospheric secondary outgassing emissions for α -HCH.

In addition, in order to assess the temporal trends we multiplied the individual footprints of every available measurement with a land mask and a sea mask. The footprints multiplied with the land/sea masks represent the influence of the continents and the ocean onto the Zeppelin measurement site. For every available year the resulting time series was compared with the time series of measurements (for three representative POPs: PCB

28, PCB 153 and α -HCH) yielding one correlation coefficient per species per year. Therefore we obtained six time series for the 2000s of correlation coefficients between measurements (3 species) and source region influence (land and sea, Figure 3).

The degree of confidence of the trend analysis is currently low due to a low signal to noise ratio. It doesn't nevertheless rule out the existence of trends for some POPs (e.g. PCB 28). Additional analysis with more species or measurement sites may be required to increase the level of significance (not shown) of the statistical studies.

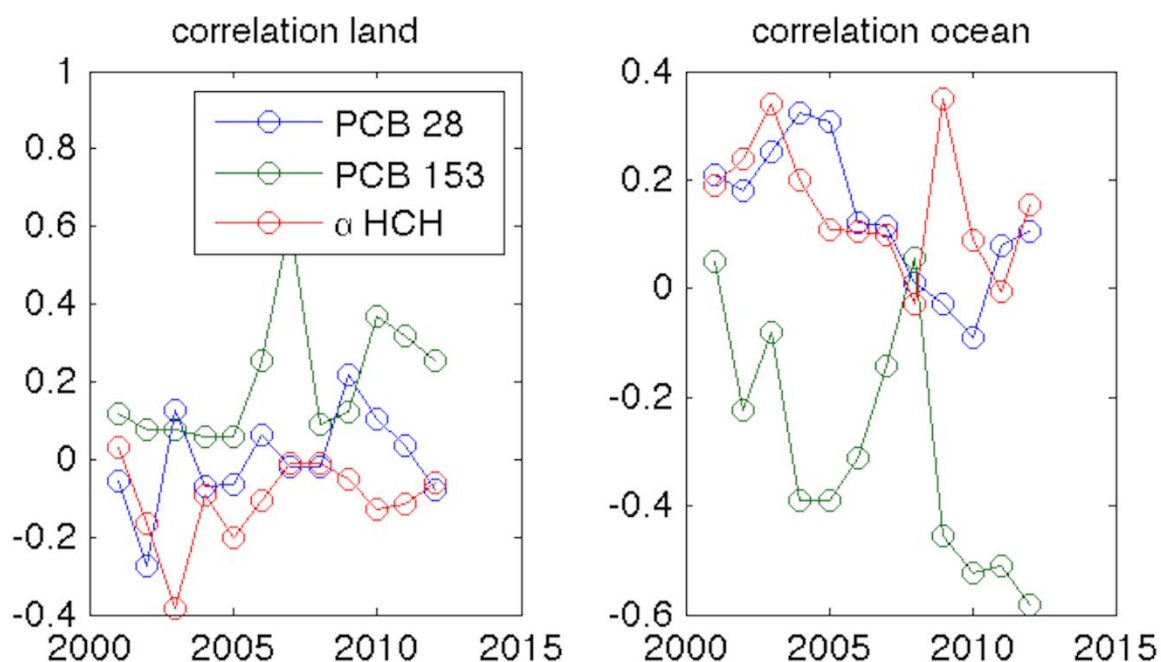


Figure 3: Time-series of the correlation coefficients (one per year) between the influence of the continents and the ocean onto the Zeppelin station's measurements (calculated multiplying all the footprints and land/sea masks) of three representative POPs: PCB 28, PCB 153 and α -HCH. Left panel: using land mask. Right panel: using sea mask.

In 2014, we also initiated the studies with more sophisticated analysis applying inverse methodologies for flux optimization. Our preliminary results indicate that the estimates depend strongly on the uncertainty of the POPs primary emission fluxes.

CoZMoMAN

CoZMoMAN is a dynamic and mechanistic integrated multimedia model aiming to describe the link between environmental emissions and levels of organic contaminants in both the environment and in the human food-chain. The CoZMoMAN model was developed at NILU in close collaboration with scientist from University of Toronto and Stockholm University.

Last year, AMOM supported the completion of a study exploring the utility of the CoZMoMAN model to predict human exposure of individuals to PCBs. We consider the results of this important as the deterministic simulation describes mechanistically the steps in a PCB molecule's journey from initial production and release into the environment to its uptake and accumulation in individual Norwegians. Equally important, a comparison with multivariate statistical approaches also helps to identify processes which should be considered included in CoZMoMAN in the future. The manuscript by Therese H. Nøst and co-workers was provisionally accepted in *Environmental Health Perspectives* in December 2014.

During 2014, AMOM supported efforts to finalize an international collaborative effort, involving scientists from the Universities of Stockholm and Toronto, to screen thousands of high production volume chemicals for their potential enrichment in the environment and the human food chain. In 2014, a paper was published in *Environmental Science and Technology*, examining 215 siloxane compounds more closely. The model identified three of them as possible "new" environmental contaminants. The researchers at Stockholm University developed the necessary analytical methods and gathered environmental samples from the field in both Sweden and Norway. Their measurements established that all three of the assumed siloxane contaminants were present in at least one sample – and one substance was detected in all samples [3]. In 2014, we have also made progress on expanding

the application of *in silico* methods to screen for potential new and hitherto unrecognized organic contaminants, albeit in a Nordic context. This is approached by addressing discrete organic chemicals included in the SPIN (Substances in Preparations in Nordic countries) database (www.spin2000.net).

The end of 2014 also resulted in a successful evaluation of a grant proposal submitted to the RCN “Økosystem” call. The new project “*Development, evaluation and application of a nested exposure assessment model for organic contaminants in the Nordic and Arctic region (NordicExposureModel)*” aims to greatly expand and further improve the CoZMoMAN modelling tool and thereby generate significant synergies with AMOM in the years to come.

References

1. Breivik, K., et al., *Towards an understanding of the link between environmental emissions and human body burdens of PCBs using CoZMoMAN*. Environment International, 2010. **36**(1): p. 85-91.
2. Eckhardt, S., et al., *Record high peaks in PCB concentrations in the Arctic atmosphere due to long-range transport of biomass burning emissions*. Atmospheric Chemistry and Physics, 2007. **7**(17): p. 4527-4536.
3. McLachlan, M.S., et al., *Using Model-Based Screening to Help Discover Unknown Environmental Contaminants*. Environmental Science & Technology, 2014. **48**(13): p. 7264-7271.

BieBus - Bio-Ethanol in public transport: an integrated approach to evaluate the impact of climate change policies in urban areas

Annual Report 2014

Duration: 01.01.2011 – 31.12.2014

Budget 2014: NOK 1,5 Mill

Description of the project and objectives

The main aim of the BieBus project was to contribute to the understanding of the emission of new harmful compounds associated with the combustion of bioethanol via measurements, air dispersion model and integrated analysis. The evaluation of the results and the development of new methodological approaches has provided greater knowledge about the impact of climate change policies and abatement strategies on urban air quality. However, new questions and uncertainties are also raised, and they point out the need for additional research in the field of impact of alternative fuels on urban air quality. The project has been going from 2011 to 2014, when different activities were implemented. The work was originally divided in four different work packages dedicated to management and dissemination (WP1), measurements (WP2), modelling activities (WP3) and impact assessment and cost evaluation (WP4). The last year of the project (2014), the work focussed on the modelling activities.

Results achieved

Innovative measurement campaigns were performed in a pilot study in Oslo to contribute to the understanding of the consequences associated with the use of bioethanol-blended fuel (E95) on a series of pollutants. The highlights from the measurement campaigns are:

- Higher ambient levels of harmful compounds (i.e. aldehydes) were measured at locations exposed to bioethanol-fuelled buses (E95) than at locations not exposed

- High acetaldehyde and acetic acid values were measured from the exhaust pipe during driving conditions and modelled at close distance to the bioethanol bus
- Human exposure to high concentration of acetaldehyde is expected, and it may involve a significantly increased chance in developing cancer. The high concentration of acetic acid will involve odour annoyance and significant material degradation or corrosion

Emission and air dispersion modelling of acetaldehyde associated with bioethanol fuel vehicles were additionally performed. Two scenarios of bioethanol implementation, both realistic and hypothetical, were considered under winter conditions; 1) realistic baseline scenario, which corresponds to the current situation in Oslo where one bus line is running with bioethanol (E95; 95 % ethanol – 5 % petrol) among petrol and diesel vehicles; and 2) a hypothetical scenario characterized by a full implementation of high-blend bioethanol (i.e. E85) as fuel for transportation. The most relevant results from this activity are:

- The results indicate that a full implementation of bioethanol will have certain impact on urban air quality due to direct emissions of acetaldehyde. Acetaldehyde emissions are estimated to increase by 233 % and concentration levels increase up to 650 % with regard to the baseline
- In addition, formaldehyde (known carcinogenic compound) levels were modelled in the dispersion plume and at close distance to the bus, resulting in levels above 1 ppm (permissible exposure limit 8-hours) and 0.8 ppm (threshold for cytotoxic damage) at close distance to the bus. This indicates that formaldehyde associated with emissions from bioethanol fuel vehicles may be a concern for human health

An impact pathway approach for estimating an economic value on undesired pollution effects of acetaldehyde associated with the combustion of bioethanol-fuelled vehicles was also developed. The approach rests on results obtained in the measurement campaigns and by the air pollution dispersion model, followed by an impact assessment and economic valuation of the potential negative externalities.

- The carcinogenic risk from long-term inhalation exposure to acetaldehyde emissions, leads to a significant cost estimate associated with the combustion of bioethanol in vehicles in Oslo. The total cost per average incidence of oral, nose cavity, and laryngeal cancer is estimated between 9.7 and 11.9 million (2013) NOK (€ 1.3 million - € 1.6 million). Productivity and welfare loss is the dominant cost component, whereas the direct medical cost constitutes only a small part, accounting for less than 7 % of this estimate

Completed activities

The results obtained in the BieBus are highly relevant for the evaluation of implementing the use of alternative fuels as mitigation measures to control greenhouse gas (GHG) emissions. The results show in general the need for additional research towards responsible decisions. Our study, as other published in the literature, points out that the use of alternative fuels may create new environmental challenges. While the GHG-emissions may be reduced, emissions of other compounds may increase (aldehydes), giving rise to local air pollution. In addition, new methodologies have been designed and implemented in the project regarding measurements, modelling tasks and the design of impact pathways. These new developments are highly important for further work in different environmental fields and supporting decision-making processes.

The results from the project have been useful for national authorities. For instance, the share for biofuels will increase in Norway from the current 3.5 % to 5.5 % from 1 July 2015. In that connection, the team at NILU – Norwegian Institute for Air Research was asked by the Norwegian Environment Agency for a brief memo describing the potential impact on air quality of increasing the share of bioethanol in fuel based on the results obtained in our study and others published in the literature. In addition, uncertainties and concerns was included.

The last year of the BieBus project has also focussed on dissemination. The main activities have included participation in national and international conferences, publication in popular dissemination magazines (e.g. Allergi i Praksis), institute magazines and webpages. Several results of the BieBus project have been published in peer-review journals:

- López-Aparicio, S., Hak, C. (2013) Evaluation of the use of bioethanol fuelled buses based on ambient air pollution screening and on-road measurements. *Sci. Total Environ.*, 452-453, 40-49. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.02.046.
- Sundvor, I., Lopez-Aparicio, S. (2014) Impact of bioethanol fuel implementation in transport based on modelled acetaldehyde concentration in the urban environment. *Sci. Total Environ.*, 496, 100-106. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.07.017.
- López-Aparicio S., Hak C., Sundvor I., Sundseth K. (2014) Understanding effects of bioethanol fuel use on urban air quality: An integrative approach. *Energy Procedia* 58, 215-220.
- Sundseth, K., Lopez-Aparicio, S., Sundvor, I (In review) The economic value of acetaldehyde-related health risk associated with emissions from bioethanol fuel vehicles. Submitted to *Environmental and Resource Economics*.

GHG-Nor - Greenhouse gases in the North: from local to regional scale

Annual Report 2014

Duration: 01.01.2011 – 31.12.2014

Budget 2014: NOK 1,65 Mill

Main goal and background

CO₂, CH₄ and N₂O are the three key anthropogenic climate gases with direct emissions from human activity. Their concentrations in the atmosphere have increased strongly during the industrial era (IPCC, 2013¹). All three gases have both natural and human-related sources and CH₄ has particularly large potential sources in the Arctic regions. During the last years there has been an increased focus on the natural sources and sinks of these gases, and the climate feedback on the emissions and removal processes. The overall goal of GHG-Nor was to improve the knowledge of climate gas emissions and budgets on various scales at Northern latitudes, including the Arctic. In the period 2008-2011, there was considerable investments strengthening the national infrastructures on climate gas fluxes and measurements.



¹ IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Consequently, in GHG-Nor there was an important strategic priority to build competence and utilize the recent climate gas infrastructure investments.

The main objective of the atmospheric project was to

Characterise and quantify natural and anthropogenic emissions of climate gases at northern latitudes and in the Arctic

Sub objectives were to

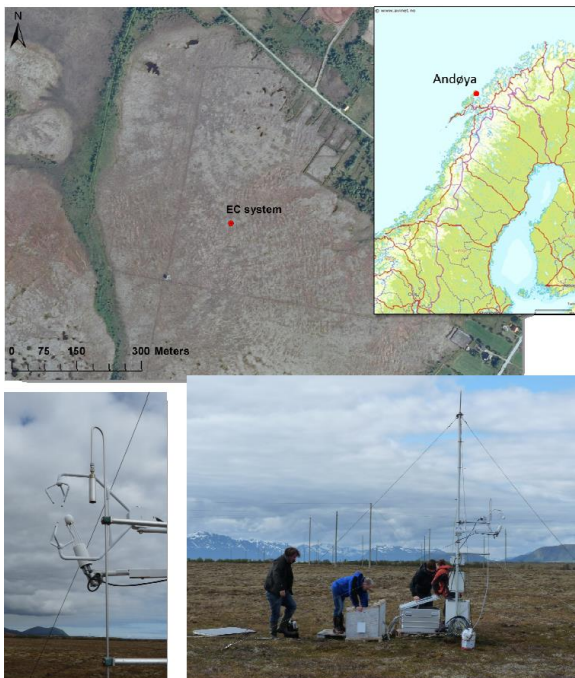
- Develop methods to integrate atmospheric measurements and inverse modelling in order to quantify the regional budgets of particularly atmospheric CH₄. Attempt will also be made to quantify the regional budgets of N₂O and CO₂
- Ensure internationally harmonised greenhouse gas observations and CO₂ flux measurements linked to the international network ICOS.
- Further develop the institutional competence to fully utilize the recent strategic greenhouse gas observational investments at NILU to provide optimized results both for science and policy user communities

Summary of main results

In GHG-Nor several approaches has been used to better understand the budget of natural greenhouse gases in the north and the atmospheric tasks were to:

1. Contribute to work and interpretation of the flux measurements at Andøya in close collaboration with Bioforsk
2. Measure and interpret atmospheric observations of CH₄, ¹³CH₄, CO₂, N₂O
3. Combine regional observations with inversion modelling to determine the greenhouse gas emissions in the Nordic countries

1. Contribute to work and interpretation of the flux measurements at Andøya in close collaboration with Bioforsk



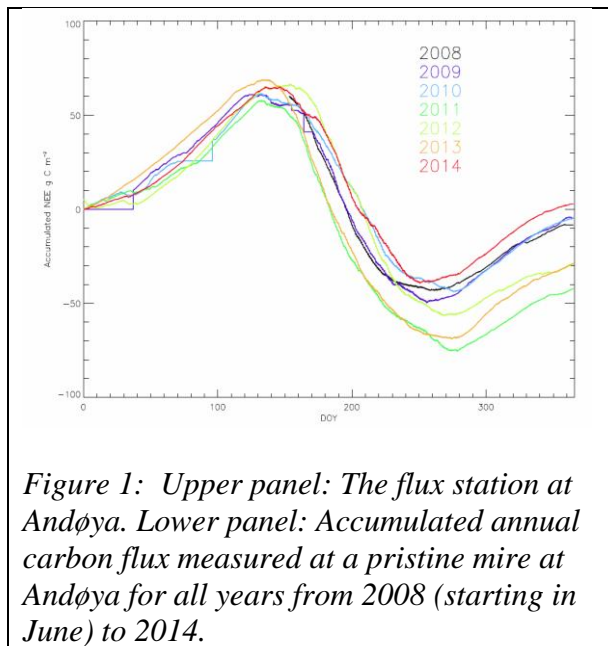


Figure 1: Upper panel: The flux station at Andøya. Lower panel: Accumulated annual carbon flux measured at a pristine mire at Andøya for all years from 2008 (starting in June) to 2014.

Carbon flux measurements at the Andøya Eddy covariance flux site were continued until 31 August, 2014. Operations were terminated on 1 September because of missing external funding. All data have been analysed with the new algorithm developed in cooperation with Magnus Lund at University of Lund/University of Aarhus in early 2013. During the remaining period of the project, the flux evaluation algorithm used to evaluate the measurements is being implemented at NILU to enable future analyses of the complete Eddy covariance and high-resolution meteorological data set.

Figure 1 shows the accumulated carbon fluxes from all years between 2008 (from 3 June) and 2014 from this pristine Sub-Arctic oceanic mire. Large year-to-year variations are obvious with accumulated fluxes ranging from -41 g C m^{-2} (uptake) to $+2 \text{ g C m}^{-2}$ (release). So in general this

mire is a sink for carbon in the Arctic environment. However, the absolute values are highly uncertain, mainly because of the instrument configuration, which causes severe uncertainties at air temperatures below 5°C . The amount of carbon uptake through the year is very depend on the meteorological conditions (temperature, precipitation, sunlight duration) mainly during the growing season, but also winter conditions, such as freezing depth and surface icing may influence uptake in the following growing season. First results have been published in February 2015 (Lund et al., 2015); more detailed analyses are planned for autumn 2015

2. Measure and interpret atmospheric observations of CH_4 , $\delta^{13}\text{CH}_4$, CO_2 , N_2O in the Arctic

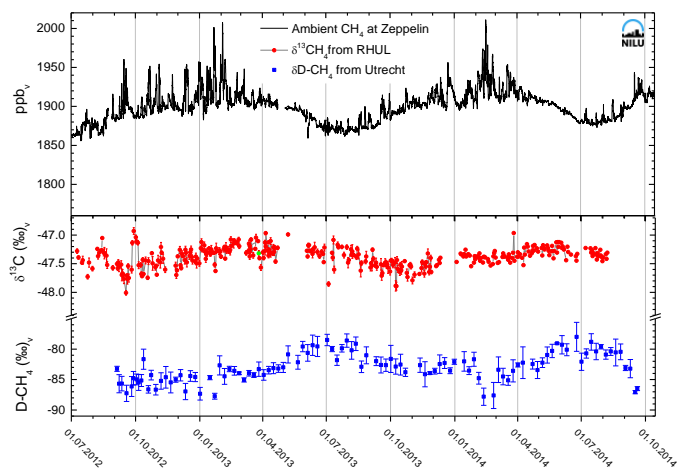


Figure 2: Upper panel; Ambient CH_4 measured at Zeppelin, 1 h resolution. Lower panel: Isotopic signature of CH_4 5 days per week for $\delta^{13}\text{CH}_4$ and 2 days per week for $\delta\text{D-CH}_4$ since summer 2012.

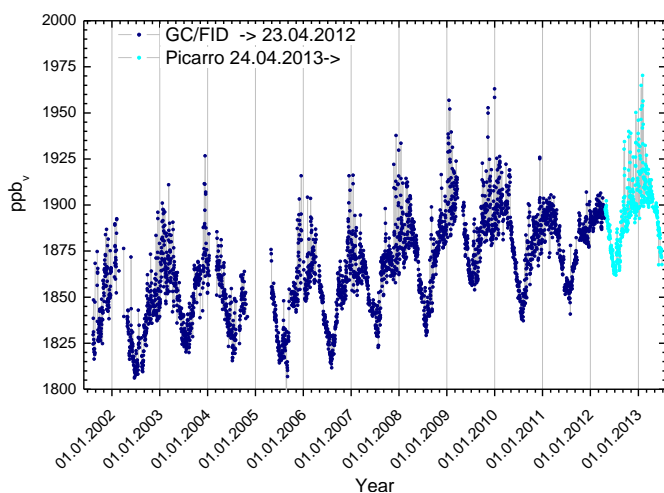


Figure 3: Daily methane observations at Zeppelin.

contributing to the observed changes at Zeppelin. The work is still ongoing, but preliminary results show that wetlands in Siberia and changes in these seem to play a crucial role. Figure 2 shows an overview of these data.

There is considerable inter-annual variability in the CH₄ concentration, as shown in Figure 3, lower. This, to a large extent, represents inter-annual variability in the global background concentration. From the observations, it seems that there has been a special situation in 2010-2011 with very few episodes with high CH₄ at Zeppelin. This remarkable anomaly in the Zeppelin record has been investigated extensively, both by running 2 instruments in parallel and also by using an atmospheric transport model, FLEXPART. It was shown that this anomaly cannot be explained by atmospheric transport alone or instrumental issues, nor does the anomaly arise from a change in very local sources. Instead, it very likely indicates a change in a non-local CH₄ source. Since high CH₄ concentrations are associated with atmospheric transport from Western Siberia, it could well be that a source in this region was anomalously low in 2011. This is being further investigated using atmospheric inversion methods. New instrumentation at Zeppelin in 2010 allow for analysis of ethane together with CH₄. This has also started the last year as enough data is now available. This will provide further information about sources together with the isotopes. Ethane and CH₄ has the same fossil sources, with a relatively stable ratio, but only CH₄ comes from wetlands. NILU is working on finalizing data analysis to publish this. This work is still in progress.

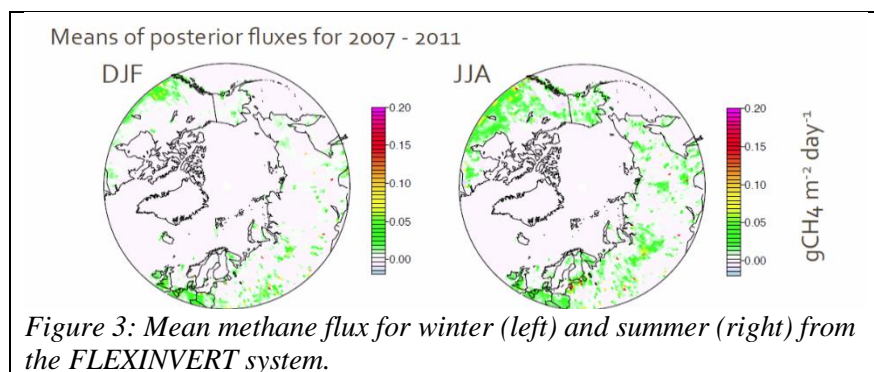
New measurements at Kjølnes Lighthouse in collaboration with UK



NILU has established contact with a group in UK (University of East Anglia, School of Environmental Sciences) and assisted and guided them in installation of CH₄/CO₂ measurements at Kjølnes Lighthouse outside Berlevåg. In particular, the location selected by NILU is central with respect to input to models constraining the inverse modelling. The measurements are funded by UK, but NILU has access to these data, and information about the site is here: <http://kjolnes.co.uk>.

3. Quantify greenhouse gas fluxes on a regional scale by inverse modelling N₂O and CH₄ from Zeppelin, with isotopic information, serve as central input for the model studies, together with other data from the Arctic region (e.g. Kjølnes lighthouse).

The inverse modelling system of Stohl et al. (2009) has been further developed by support of GHG-Nor. FLEXINVERT, for greenhouse gases (GHGs) and other atmospheric species, has been developed based on the work of Stohl et al. (2009). FLEXINVERT is capable of resolving fluxes temporally (e.g. weekly, monthly) and can account for temporal and spatial error correlations in the prior fluxes. These developments were necessary for GHGs that have biosphere fluxes, and considerable temporal variations, such as CO₂, CH₄ and N₂O. Additionally, the background concentration, i.e. the component of the concentration signal that is not accounted for in the period of the Lagrangian backward simulations (typically 10-20 days), can now be estimated by coupling to the output of a global Eulerian model. This combines the advantages of both the high-resolution, high accuracy Lagrangian model and the Eulerian transport model with the ability to run for many years (at much lower resolution). Inversions using FLEXINVERT have been made for CH₄ in Europe (Thompson and Stohl, 2014) and East Asia (Thompson et al, 2014). Methane inversions have also been made for the high northern latitudes for 2007 to 2011 and show higher emissions, relative to the prior, in Canada and Western Siberia, most likely owing to higher wetland emissions (paper in preparation), see also Figure 3.



Atmospheric inversions for N₂O have been made globally using the PYVAR inversion framework in collaboration with the Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement, Gif sur Yvette, France. PYVAR uses the Eulerian global transport model, LMDZ, and its adjoint, thus

enabling the fluxes to be optimized at the resolution of the transport model, i.e., 2.5° × 3.75° latitude by longitude. The inversion was made for 1999 to 2009 and focused on understanding inter-annual variations in N₂O fluxes and how these depend on climate (Thompson et al., 2014b).

Publication list

Lund, C.M., Bjerke, J.W., Drake, B.G., Engelsen, O., Hansen, G.H., Parmentier, F.J.W., Powell, T.L., Silvennoinen, H., Sottocornola, M., Tømmervik, H., Weldon, S., and Rasse, D.P., **Low impact of dry conditions on the CO₂ exchange of a Northern-Norwegian blanket bog.** *Environ. Res. Lett.* 10 025004, doi:10.1088/1748-9326/10/2/025004, 2015.

Thompson, R. L., Dlugokenky, E., Chevallier, F., Ciais, P., Dutton, G., Elkins, J. W., Langenfelds, R. L., Prinn, R. G., Weiss, R. F., Tohjima, Y., Krümmel, P. B., Fraser, P., and Steele, L. P. (2013), Interannual variability in tropospheric nitrous oxide, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 4426–4431, doi:10.1002/grl.50721

Thompson, R. L., Stohl, A., Zhou, L. X., Dlugokenky, E., Fukuyama, Y., Tohjima, Y., Kim, S.-Y., Lee, H., Nisbet, E. G., Fisher, R. E., Lowry, D., Weiss, R. F., Prinn, R. G., O'Doherty, S., Young, D., and White, J. W. C. (2014), Methane emissions in East Asia for 2000 – 2011 estimated using atmospheric Bayesian inversion, in review, *J. Geophys. Res.*

Thompson, R. L., and Stohl, A. (2014), FLEXINVERT: an atmospheric Bayesian inversion framework for determining surface fluxes of trace species using an optimized grid, *Geoscientific Model Development*, 7, 2223-2242, doi:10.5194/gmd-7-2223-2014

Thompson, R. L., Chevallier, F., Crotwell, A. M., Dutton, G., Langenfelds, R. L., Prinn, R. G., Weiss, R. F., Tohjima, Y., Nakazawa, T., Krummel, P. B., Steele, L. P., Fraser, P., O'Doherty, S., Ishijima, K., and Aoki, S. (2014b), Nitrous oxide emissions 1999 to 2009 from a global atmospheric inversion, *Atmos. Chem. Phys*, 14, 1-17, doi:10.5194/acp-14-1801-2014

OrgSpec - Speciation and quantification of emerging pollutants

Annual Report 2014

Duration: 01.01.2011 – 31.12.2015

Budget 2014: NOK 1,7 Mill

Analysis of complex mixtures in environmental samples is an extremely difficult task. In most cases, sample matrices require a complex sample preparation. Following that, ultra-trace analytical methods are developed for specific groups of substances. This traditional targeted approach provides excellent sensitivity and reliable identification and quantification of the analytes. However, unknowns and untargeted substances have been overlooked even when present at high concentrations. Therefore, non-target or screening methods are increasingly realized as an important tool in environmental chemistry. For organic pollutants, two complementary techniques have shown to be important and relevant. For the lipophilic and non-polar compounds, GC-based techniques like GCxGC/MS-ToF, are best suited, whereas for the more polar compounds different, LC-techniques normally give the best results. Both approaches were tested for a long range of different compounds in the OrgSpec-SIS.

In the first years of OrgSpec, NILU gave major focus to the study of ambient air samples from the Arctic that were analysed on potential new persistent organic pollutants (POPs) by GCxGC/ToF-MS. NILU analysed the samples for contaminants (e.g. chlorinated and brominated organics, PAHs, PAH analogs and nitro compounds) by applying advanced data filtration tools (VB Scripts). This technique allows detecting of compounds without a commercially available library of known mass spectra. The mass spec library, however, was used either to identify the detected compounds or to determine if further investigation was needed to identify the detected compounds. In addition, NILU examined the samples for potential new contaminants that were proposed by modelling approaches. By evaluating the model results, this can help to improve the quality of the available models, as well as develop highly sensitive “non-target” analytical methods for the identification of hitherto unknown POP-like chemical residues in the environment.

In the later years, NILU has given more focus to more polar compounds like pharmaceuticals, personal care products, and a huge range of industrial chemicals. Based on the application of LC/ToF and LC/Q-ToF techniques, NILU developed a similar non-target screening approach for these compounds of higher polarity. The separation capacity of even the most advanced LC-chromatography cannot be compared to GCxGC-separation. Furthermore, LC/MS-techniques are restricted by mass spectra with lesser structural information. Therefore, it is necessary to apply a more complex and time-consuming data treatment. In many cases, the structure of the compounds are only tentatively assigned and more research is needed to confirm the identity of the compounds.

For a fast and effective development of the non-target screening approach, a strong international cooperation is required. NILU is collaborating in this field with other Norwegian, Scandinavian, and European universities and institutes. Most important during the last years, was the collaboration with NMBU in Ås with common PhD students and with Umeå University and NIVA in Oslo with common research projects. To improve the exchange of ideas, information, data, and mass spec libraries, NILU

has also become a leading member of the European NORMAN network (Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances).

During the last years, these established techniques has been used in a remarkable number of projects for Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet), Research Council of Norway (NFR), Norwegian Polar Institute, ØKOKRIM, other research institutes and different private organizations and customers. Non-target screening has proven to be a practical and useful tool for identification of unknown or new emerging environmental pollutants. NILU has been able to identify a huge number of new or earlier unrecognized contaminants in different environmental samples. The following compound classes were identified and partially quantified in these studies: pharmaceuticals and personal care products (PPCP) including perfumes and biocides, polymer additives and other compounds used in technical applications including bisphenols, phthalates/adipates, antioxidants, benzothiazoles/triazoles, pesticides, and halogenated compounds (prevailing chlorinated and brominated compounds).

Many of these compounds have been classified to be of environmental or health concern. These environmental or health concerns enforce reaction of the public, the marked and restrictions by national and international authorities. In most cases, however, these restricted compounds are replaced with compounds of similar technical properties, which often means also similar chemical, environmental, and health properties. Bisphenol A (BPA), for example, was recognised as an endocrine disruptor and there are concerns over its potential impact, particularly on the health of children and the environment. BPA was permitted for use in food contact materials in the European Union (EU). Recently, the restrictions on the use of BPA have forced the polymer industry to replace BPA with bisphenol S (BPS) in thermal paper and other products. Bisphenol F (BPF) and bisphenol B (BPB) are possible replacements in the production of epoxy resin and polycarbonate, and have already been detected in canned foods and soft drinks. In addition to these analogues, bisphenol AF (BPAF) is used in the manufacturing of phenolic resins or fluoroelastomers.

New techniques, developed under the OrgSpec-SIS, qualified NILU in performing a screening study for Norwegian Environment Agency for contaminants of emerging concern that included new bisphenols. The overall objective of this program was to establish the occurrence and environmental impact of these new persistent organic pollutants in the Norwegian marine and freshwater environments, with particular focus on their potential to bioaccumulate. The study was conducted in collaboration with NIVA and beside bisphenol A (BPA), bisphenol F (4,4'-BPF and 2,2'-BPF), bisphenol AF (BPAF), bisphenol BP (BP-BP) and bisphenol S (BPS) were detected in comparable concentrations in effluent, sludge, leachate, sediment and biological samples. These bisphenols have a structural similarity to BPA and unfortunately, may have the same health effects as BPA.

The OrgSpec-SIS has proven that non-target screening is a practical and useful tool for identification of unknown or new emerging environmental pollutants. It is possible to identify huge numbers of new or earlier unrecognized contaminants in different environmental samples.

SACC - Strategic Aerosol Observation and Modelling Capacities for Northern and Polar Climate and Pollution

Annual Report 2014

Duration: 01.01.2011 – 31.12.2015

Budget 2014: NOK 1,602 Mill

Background

Atmospheric aerosol has a wide range of effects relevant not only for scientists, but also at the policy making level and for the general public. Atmospheric aerosol particles influence climate by scattering incoming solar radiation back into space (direct climate effect, cooling), and absorbing infrared radiation emitted by the Earth surface, thus heating the atmosphere (semi-direct effect, warming). They also influence climate by increasing cloud reflectivity and lifetime (indirect effect, cooling). In the net balance, atmospheric aerosol particles exert a cooling forcing on climate. The 5th IPCC assessment report identifies deficits in the understanding of the atmospheric aerosol climate effects as one of the most significant sources of uncertainty in climate predictions. Here, the deficits in understanding are significant for the direct aerosol climate effect, and even larger for the indirect aerosol climate effect. These uncertainties do not question the facts that climate has been warming, and that human activity is contributing significantly to this change. However, uncertainties in the magnitude of the atmospheric aerosol climate effect contribute significantly to the uncertainty in quantifying future climate change, and thus impact planning of mitigation measures.

Last, but not least, atmospheric aerosol affects human health by influencing the respiratory and cardiovascular system, leading to 300 000 premature deaths annually in Europe. While aerosol concentrations and properties are strongly influenced by local and regional sources in urbanised and industrialised areas, it is also transported on longer scales. Transport pathways go between the continents, but also pole ward from the source regions at lower latitudes.

Strategic Relevance

The project answers the research needs specified in the relevant strategic documents, i.e. the “Prioritised research needs in the area of environmental management 2010 – 2015”, the 2009 – 2012 strategy of the Norwegian Research Council, and the Norwegian Parliament Announcement Nr. 30 “Klima for Forskning”:

- Better understanding of climate system, with focus on northern and polar latitudes, the effects of atmospheric aerosol, and changes in natural emissions
- Knowledge on long-range transported particulate matter (sources, chemical composition, effects) and consequences of climate change thereon
- Answer challenges on society posed by climate change, feed into national research focus on climate
- Foster international collaboration to meet challenges posed by climate change while underlining international excellence
- Extend capacities and competence in areas of strategic importance by building on areas where host institution is already strong
- Improve efficiency and international competitiveness by developing national and Nordic division of labour in climate research further while focussing on strong own areas of expertise/capacity building and national, Nordic, and international collaboration and networking
- Lasting effect of efforts by focussing on equipment and infrastructure (Forsk 2012), extend capacities for monitoring climate relevant parameters at Northern / polar latitudes for early detection of climate forcing and change signals
- Reduce uncertainty of climate predictions by focussing on largest uncertainty sources, aerosol-cloud interaction and the hydrological cycle

The project

The project structure reflects the extreme range of atmospheric aerosol effects with scientific and social relevance. The project is organized in three work packages (WPs), each addressing a challenge identified as research priorities by the Norwegian Environment Agency and the Norwegian Research Council:

WP1: Observations Tailored to Assessing the Indirect Aerosol Climate Effect

Insufficient understanding of the indirect aerosol climate effect is one of the most significant causes for the uncertainty in current climate predictions. In order to improve the situation, climate models need to be constrained by data on the number concentration of cloud condensation nuclei in order to reduce their uncertainty. In regions well covered by such observations, these uncertainties will be reduced best. Before this project, corresponding measurements were conducted in Norway only intermittently, and only on Svalbard. For reducing the corresponding uncertainty specifically for continental Norway, but also elsewhere, this work package aims at establishing these observations at Birkenes observatory in Southern Norway, and collecting the corresponding data from stations in Europe and around the globe. During the previous reporting periods, the corresponding instrument, a Cloud Condensation Nucleus Counter (CCNC), was purchased, installed, and taken into operation at Birkenes. Further, templates were drafted for reporting the corresponding data from European stations and others around the globe to the WMO Global Atmosphere Watch World Data Centre for Aerosol at NILU and were iterated and accepted by community stakeholders. During the present reporting period, the first years of CCNC data were collected from stations around Europe in collaboration with the EU-FP7 research infrastructure ACTRIS. The CCN observations at Birkenes continued in side-by-side operation with an Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACSM) instrument. An ACSM provides the chemical speciation of aerosol particles with the same high time resolution as CCNC measurements. The data are presently evaluated to quantify the connection between aerosol chemical composition and particle CCN properties. This will be the key ingredient to reduce the uncertainty of the indirect aerosol climate in climate predictions.

WP2: Global Transport Pathways of Particle-Bound Air Pollution with Focus on Southern Polar Latitudes

Changes in climate become visible first at high and polar latitudes as compared to lower latitudes. With a national territory largely located at high latitudes, and also in connection with their focus on climate research, Norwegian authorities have placed special emphasis on polar climate research.

This work package addresses this emphasis by investigating data on aerosol properties collected at the NILU operated atmospheric observatory at Norway's whole-year Antarctic research station Troll. Subject of the investigation was the synchronous annual cycle seen in the baseline of microphysical (particle number size distribution) and optical (scattering coefficient) aerosol properties. The analysis showed that Central Antarctic baseline air is transported upward at mid-latitudes or in the tropics, transported to Antarctica in the upper free troposphere or lower stratosphere, and descends over Central Antarctica. The aerosol particles in Antarctic baseline air are largely produced by photochemical oxidation of precursor substances during this transport. The analysis is unique in its overview over these processes, and facilitates a better understanding of natural versus anthropogenic aerosol processes. It will contribute to a better distinction between natural and man-made climate change, and a better quantification of man-made climate change (Fiebig et al., *Atmos. Chem. Phys.* 14(6), 3083 – 3093, 2014). It was possible to achieve these results despite the fact that 80% or more of the data collected at the previous location of Troll Atmospheric Observatory needed to be disregarded due to local contamination by the station main buildings. The station was moved in January 2014 to a new location virtually uninfluenced by local contamination. The observations continue to elaborate the aerosol annual cycle further.

WP3: Past, Present, and Future Air Pollution Transport to Norway

Reliable source attributions of climate forcing agents and atmospheric pollutants are a prerequisite for target-oriented emission policies. The atmospheric observatory at Birkenes in Southern Norway, a cornerstone of Norway's air monitoring network, has been upgraded to an EMEP supersite and WMO GAW station in 2009. In this WP, this comprehensive set of observed aerosol properties is extended by the levoglucosan concentration. Levoglucosan is a highly specific tracer for biomass burning. In the present reporting period, the 2010 – 2012 dataset of microphysical (particle size distribution) and optical (aerosol scattering and absorption) properties at Birkenes has been analysed with cluster analysis to determine the dominating air mass types. In addition, the transport model FLEXPART has been used to determine the regions where the air masses in the detected clusters may have picked up

pollution near the surface. The result reveals that at least 4 main air mass types can be distinguished: arctic/marine air, most often in autumn, winter, and spring; continental European air, most often in summer and late winter; air influenced by regional (domestic) wood burning, occurrence following the heating season; air dominated by particle formation from biogenic precursors, most often in summer. The regional wood burning cluster is present 45% of the time in winter, and contains significant amounts of absorbing particles (black carbon). These will have a warming effect over most landscape types, especially over snow. This effect will be local, but can influence Arctic regions since Norway is a source region for Arctic air. The work in this WP will continue with looking at future transport scenarios obtained from the Nor ESM climate modell.

SCLF - Beskrive kilder, dannelse og transport av kortlevde klimadrivere ved bruk av nye avanserte målemetoder

Årsrapport 2014

Varighet: 01.01.2013 – 31.12.2016

Budsjett 2014: NOK 1,2 Mill

Mål

Det overordnede målet med dette prosjektet er å karakterisere kildeopphav, transport, dannelse og prosessering av kortlevde klimapådrivere og deres forløpere ved å utnytte nye avanserte målinger på Birkenes kombinert med statistiske beregninger og modeller.

Bakgrunn

Kortlevde klimadrivere, som partikler og ozon, og deres potensial for å bremse den globale oppvarmingen de førstkomende 20 år, har hatt stor oppmerksomhet de senere år. Disse komponentene er også viktige for effektstudier relatert til helse og terrestrisk natur. Effektive utslippsreduksjoner forutsetter god forståelse av hvor disse komponentene kommer fra og hvordan de omdannes og transporteres i atmosfæren. Det er store usikkerheter i dagens estimater av partikkelforurensning i Europa, spesielt siden en stor andel av partikkelmassen i stadig større grad ser ut til å bestå av karbonholdig materiale, som er dårlig karakterisert og som har et utall antropogene og naturlige kilder. Nyutviklede instrumenter gjør det mulig å spore kilder på en mer spesifikk måte enn tidligere, de gir kunnskap om andelen som er primært og sekundært dannet, samt til en viss grad fordelingen mellom naturlige og antropogene kilder.

Strategisk relevans

En bedre beskrivelse av kildeopphav for kortlevde klimadrivere er av stor nytte for fremtidig politikktutforming, spesielt knyttet opp mot UNECE LTRAP og EUs AQD.

Nasjonalt er dette også et strategisk viktig tema. Økt kunnskap om klimaendringene og reduksjon av utslipp er sentrale behov slik det er beskrevet i «Miljøforvaltningens prioriterte forskningsbehov 2010 – 2015» og i forskningsmeldingen «Klima for forskning», St.meld. nr. 30 (2008-2009). Av relevans er også Miljødirektoratet nylige publiserte rapport med «Forslag til handlingsplan for norske utslipp av kortlevde klimadrivere» som beskriver tiltak for utslippsreduksjoner samt nasjonale overvåkingsbehov.

For NILU er overvåking og kjemisk analyse av luftforurensninger en av grunnpilaren i instituttets virksomhet. En strategisk satsning og videreutvikling innen dette feltet ved å utnytte nye avanserte

målemetoder kombinert med bedre statistiske verktøy er essensielt for at NILU skal beholde sin sentrale posisjon på dette feltet i Europa.

Sammendrag av aktiviteter og resultater i 2014

Av nye avanserte instrumenter er det i hovedsak snakk om «Aerosol Chemical Speciation Monitor» (ACSM) som måler konsentrasjoner av partikulært nitrat, sulfat, ammonium, klorid og organisk karbon med høy tidsoppløsning og et «Proton-transfer-reaction mass spectrometry» (PTR-ToF-MS) instrument som måler flyktige organiske forbindelser (VOC). En ACSM ble installert på Birkenesobservatoriet i 2012 for permanent drift, mens en PTR-ToF-MS har vært brukt i to målekampanjer på Birkenes, sommer 2013 og vinter 2013 (Langebner et al., 2014).

Det har vært stort fokus på å sikre høy kvalitet på målingene som har blitt etablert. Dette innebærer å delta i feltsammenligninger, etablere kalibreringsrutiner og rapportering av data. Det har vært et nært samarbeid med EUs infrastrukturprosjektet ACTRIS på dette:

- I desember 2013 tok ACSM instrumentet fra Birkenes del i en europeisk interkalibrering i Paris med tretten andre laboratorier/stasjoner med tilsvarende instrument. To artikler med resultater fra denne interkalibreringen er sendt inn til *Atmos. Meas. Tech. Discuss* (Fröhlich et al. og Crenn et al., 2015).
- For å beskrive kildeopphav av forurensningen benyttes et statistisk verktøy spesielt utviklet for dette (Canonaco et al., 2013). Det har vært opplæring i bruk av verktøyet på en workshop i 2014 (Zürich desember 2014) hvor NILU deltok med to personer.
- Det har vært viktig å få på plass harmonisert europeisk datarapportering av ACSM observasjoner inkludert all relevant metadata til EBAS databasen som lagrer observasjoner for blant annet EMEP og ACTRIS. I samarbeid med Paul Scherrer Institute (PSI) har det blitt utviklet et templat for innlevering av data til EBAS:
(<http://ebas-submit.nilu.no/SubmitData/RegularAnnualDataReporting/ACSMregular.aspx>)

Videre planer

- Det vil bli arbeidet videre med å bestemme kildekategorier ved å bruke observasjonene fra ACSM-instrumentet. Det har vist seg å være vanskelig å skille kildekategorier for de ulike oksygenerte organiske forbindelsene fra hverandre. For å bedre tolkningene, vil disse målingene kombineres med andre målinger som for eksempel levoglukosan, sukker og ^{14}C fra andre prosjekter, samt utnytte målinger som inngår i det tradisjonelle overvåkingsprogrammet på Birkenes, inklusive målinger av optiske, fysiske og kjemiske egenskaper for partikler. Dette vil kunne bidra til å si mer om omdanning og transport av kortlevde klimapådrivere og for eksempel, kvantifisere bidraget fra brenning av biomasse og skille mellom antropogene og naturlige kilder. De første resultatene fra dette vil bli presentert på European Aerosol Conference (EAC) i Milano i september 2015.
- Det vil bli arbeidet med en videre tolkning av PTR-MS-TOF målingene utført i 2012 og 2013, kombinert med kjemisk transportmodellering (EMEP), for å estimere andelen av lokale mot langtransporterte forurensninger av primære- og sekundære partikler og ozon på Birkenes.
- Utnytte Flexpart transportmodellering for å bestemme kilderegioner for biomasse brenning ved å bruke levoglukosanmålingene som er gjort på Birkenes. Det planlegges å publisere disse dataene i løpet av høsten 2015.
- Det vil bli installert et nytt ToF-ACSM instrument på Zeppelin i løpet av høsten 2015. Kvalitetssikring og tolking av disse dataene vil bli viktig i 2016.

Referanser

- Canonaco, F., Crippa, M., Slowik, J. G., Baltensperger, U., and Prévôt, A. S. H. (2013) *SoFi, an Igor based interface for the efficient use of the generalized multilinear engine (ME-2) for source apportionment: application to aerosol mass spectrometer data*, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 6, 6409-6443, doi:10.5194/amtd-6-6409-2013

- Crenn, V., Sciare, J., Croteau, P. L., Favez, O., Verlhac, S., Belis, C. A., Fröhlich, R., Aas, W., Äijälä, M., Alastuey, A., Artiñano, B., Baisnée, D., Baltensperger, U., Bonnaire, N., Bressi, M., Canaga ratna, M., Canonaco, F., Carbone, C., Cavalli, F., Coz, E., Cubison, M. J., Gietl, J. K., Green, D. C., Heikkinen, L., Lunder, C., Minguillón, M. C., Močnik, G., O'Dowd, C. D., Ovadnevaite, J., Petit, J.-E., Petralia, E., Poulain, L., Prévôt, A. S. H., Priestman, M., Riffault, V., Ripoll, A., Sarda-Estève, R., Slowik, J., Setyan, A., and Jayne, J. T.: ACTRIS ACSM inter comparison: Part 1 – Intercomparison of concentration and fragment results from 13 individual co-located aerosol chemical speciation monitors (ACSM), *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, submitted, 2015
- Fröhlich, R., Crenn, V., Setyan, A., Belis, C. A., Canonaco, F., Favez, O., Riffault, V., Slowik, J. G., Aas, W., Äijälä, M., Alastuey, A., Artiñano, B., Bonnaire, N., Bozzetti, C., Bressi, M., Carbone, C., Coz, E., Croteau, P. L., Cubison, M. J., Esser-Gietl, J. K., Green, D. C., Gros, V., Heikkinen, L., Herrmann, H., Jayne, J. T., Lunder, C. R., Minguillón, M. C., Močnik, G., O'Dowd, C. D., Ovadnevaite, J., Petralia, E., Poulain, L., Priestman, M., Ripoll, A., Sarda-Estève, R., Wiedensohler, A., Baltensperger, U., Sciare, J., and Prévôt, A. S. H.: ACTRIS ACSM intercomparison – Part 2: Intercomparison of ME-2 organic source apportionment results from 15 individual, co-located aerosol mass spectrometers, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 8, 1559-1613, doi:10.5194/amtd-8-1559-2015, 2015.
URL: <http://www.atmos-meas-tech-discuss.net/8/1559/2015/amtd-8-1559-2015.html>
- Langebner, S., Mikoviny, T., Müller, M. and Wisthaler, A. (2014). *VOC measurements by PTR-ToF-MS at the Birkenes Observatory. A data summary report*. Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, NILU OR 1/2014

TOXROS - Chemical and toxicological characterization of reactive atmospheric species

Annual Report 2014

Duration: 01.01.2013 – 31.12.2016

Budget 2014: NOK 1,2 Mill

Background and objectives

The impact of emerging indoor and outdoor pollutants and newly formed functionalized products on human health has never been comprehensively studied under conditions that are close to the real situation, mainly due to the need for interdisciplinary expertise from tropospheric, analytical and quantum chemistry, as well as from cell biology and toxicology disciplines. A reliable and representative *in vitro* model for respiratory exposure has also been lacking.

The objective of this interdisciplinary project is to develop a realistic *in vitro* respiratory model for lung exposure. This model will be used for toxicity studies by inhalation exposure to study health effects of indoor and outdoor air pollutants. To obtain knowledge about health effects of emerging pollutants and functionalized mixtures of short lived organic pollutants, it is essential to develop a combined exposure-effect model, mimicking real exposure on cells of first target such as lung. The final aim is to investigate health effects of various chemical pollutants by exposure of human cells *in vitro* in an air-liquid interphase (ALI) model, under well-controlled and characterized exposure conditions. We aim to study potential toxicity of chemical pollutants as emerging pollutants, functionalized particles, nanoparticles and reactive volatile and semi-volatile organic compounds, as well as mapping underlying mechanisms of toxicity and development of disease.

Objectives

1. Develop an advanced *in vitro* human lung model for inhalation exposure that is as close as possible to the real situation (Air-Liquid Interphase (ALI)-model, CULTEX)
2. Develop an exposure system (controllable and measurable) for the lung model
3. Study toxicity and underlying mechanisms of toxicity of:
 - a. emerging pollutants
 - b. functionalized particles and reactive volatile
 - c. semi-volatile organic compounds
 - d. Nanoparticles

Work progress in 2014

Development of ALI model for lung exposure

Cultivation of human lung cells on membranes at the air-liquid interphase

To reduce toxicity testing on animals and at the same time use models as close as possible to humans, *in vitro* human cell models are widely used in toxicology. For inhalation studies, a challenge has been that the cells are cultivated and exposed submerged in cell culture medium. However, *in vivo*, the lung epithelial cells are exposed to liquid on one side and air on the other. Thus, an *in vitro* respiratory model closer mimicking the *in vivo* situation would then be comprised of cells cultivated on the interface between air and liquid, as the lung cells are separated from the air only by a thin aqueous lining layer with a surfactant film at the air-liquid interface.

Therefore, our main aim was to set up an air-liquid interphase (ALI) model based upon CULTEX® exposure system for mimicking atmospheric, respiratory exposure conditions. The ALI-exposure model is technically challenging because: i) the cells must be adapted to new conditions, ii) a defined aerosol at constant composition and flow has to be generated, iii) exposure concentrations must be measurable, and iv) the temperature and humidity conditions for the cells should be at physiological level for the whole exposure period.

We have during this period **developed and validated protocols** for cultivation of human lung epithelial cells under normal conditions, and have also adopted the selected A549 human lung epithelial cells for cultivation on transwell membranes for the ALI-system. In this system, the cells are growing at the air-liquid interface (ALI), where the upper part of the cells is directly in contact with air and the basal part of the cells is directly in contact with liquid medium, similarly as *in situ* in the lungs (figure 1). This configuration mimics the conditions found in the human airway, and drives differentiation of the cells towards a mucociliary phenotype. We have set up conditions for testing of different media and for growing cells on different semiporous transwells, in which the cells exhibit morphological and functional characteristics similar to the human epithelium.

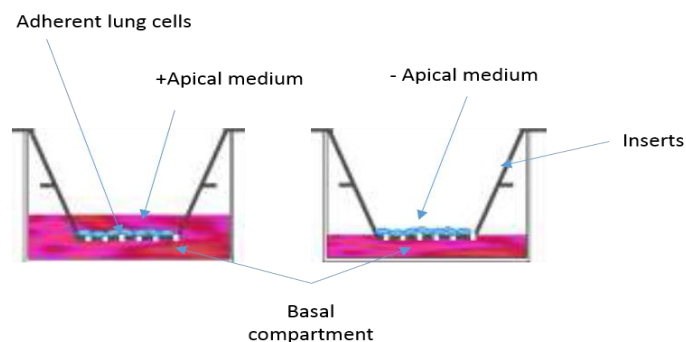


Figure 1. Human adherent lung epithelial cells (A549) seeded onto porous cell culture inserts (transwell) with submerged cells (medium in both basal and apical part) (left), and cells directly

exposed to air from above (apical medium removed) and fed from the medium below (air-liquid-interphase (ALI) (right).

Testing of exposure system for the ALI-cells - CULTEX

For exposure of the cultivated ALI-cells, a sort of cultivation chamber is needed. Therefore, we developed a protocol for cultivation of A549 cells in the CULTEX device. In this set-up, transwell inserts with cells were transferred from the conventional system and placed into their corresponding position inside the CULTEX device (figure 2) before the testing.

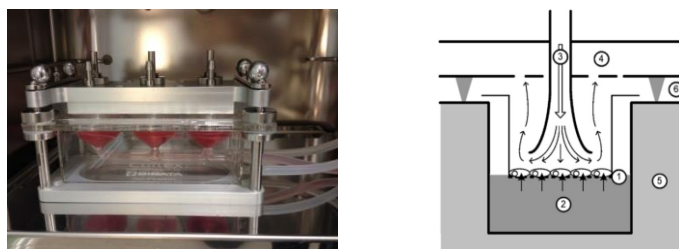


Figure 2: CULTEX device for ALI exposure of lung cells.

For adaptation of the cells to ALI conditions before exposure, the cells were cultivated with reduced serum concentration to slow growth before removal of apical medium (figure 3). In our testing, up to 6 hours, cells cultivated on transwell membranes without apical medium were found to tolerate these conditions, and their viability was above 80 %. Cytotoxicity assays were performed and validated for the A549 cells both for conventional cultivation, submerged cultivation on membranes and on membranes without apical media (ALI). We found no significant differences in cells viability with the different cultivation methods. Standard operating procedure was written for cultivation, adaptation before exposure, as well as for proper cytotoxicity assays.

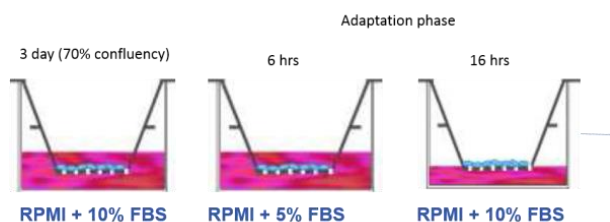


Figure 3: Adaptation of A549 cells for ALI exposure.

Exposure of cells in the CULTEX system

The cells cultivated at the ALI needs to be exposed to the pollutants and compounds in a controllable manner. It is important to be able to measure what the cells are being exposed to, as well as the exposure concentrations. We therefore tested an exposure chamber with a flow control and a calibration unit. The cells were exposed to synthetic air as a control (figure 4).

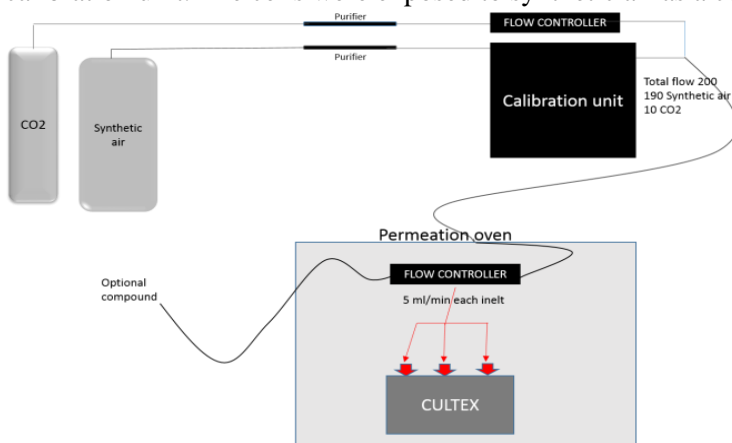


Figure 4. Preliminary exposure set up for CULTEX

Draft protocol for CULTEX exposure for this exposure system was developed. There are different possibilities for exposure systems for CULTEX. We have been visiting other laboratories working on ALI systems for getting increased knowledge on this challenging aspect of the model. We have also attended an ALI workshop in Berlin, in which many issues and challenges connected to both cultivation of cells and exposure were discussed efficiently.

Studies of exposure and uptake of nanoparticles

For exposure of the cells with nanoparticles, uptake of the nanoparticles into the cells is an important issue. We performed some preliminary studies with submerged exposure of the A549 cells to TiO₂ nanoparticles, and studied uptake by our laser scanning microscope. We were able to visualize the nanoparticles, as well as intracellular uptake in some of them. The A549 cells were clearly apoptotic after exposure, showing the cytotoxicity of the nanoparticles tested (figure 5). Procedure for both uptake of nanoparticles and measurement of oxidative stress (ROS production) by live cell imaging using Confocal microscope was developed.

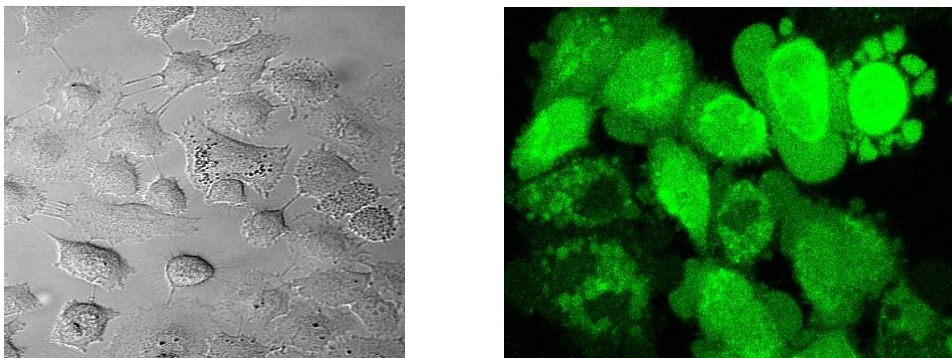


Figure 5. Uptake of nanoparticles into A549 cells. Images obtained by laser scanning microscope (Zeiss LSM 500 confocal microscope). In the left image, TiO₂ nanoparticles can be seen as black dots on top of and around the cells. Also, it is seen how the cells stretch out filopodia to reach each other in a survival strategy. On the right, the cells are labeled with a fluorescent probe (cell tracker green), and are apoptotic (programmed cell death).

Summary of results

- Protocols for ALI cultivation of A549 human epithelial lung cells were developed and validated
- Protocols for cytotoxicity assays, oxidative stress and genotoxicity were developed and validated for the ALI model
- Different systems for exposure of the cells were studied
- Exposure chamber was set up and the cells exposed to synthetic air as control
- Exposure of A549 cells to nanoparticles under conventional submerged system was performed. Uptake of the nanoparticles into the cells, as well as ROS production, was studied by confocal microscopy
- Draft review paper on the ALI model for respiratory exposure was completed
- Attended ALI work shop in Berlin

Further progress

We want to develop the culture model further, to even more closely resemble the *in situ* situation in the human lungs, by establishing an advanced and complex co-culture system. Thus, we want to include immune cells (macrophages) in the model, and plan to set-up THP1 cell line (human peripheral blood model - monocyte-macrophage cell line) in co-culture with A549 to closer mimic the real situation. THP-1 cells have been received in the laboratory, and master cell bank is being created.

- 1) Develop and validate protocols for cultivation of THP-1 cells
- 2) Establishing co-cultures of A549 and THP-1
- 3) Development of improved exposure system for CULTEX
- 4) Selection of atmosphere and nanoparticles to test
- 5) Cytotoxicity testing of different chemicals on A549 cells by CULTEX system
- 6) Cytotoxicity testing of different chemicals on A549 and THP-1 cells in co-culture by CULTEX system
- 7) Uptake of NPs in the cells after exposure (confocal microscope)

6 Norsk institutt for naturforskning, NINA

Innledning

I det foreliggende dokumentet rapporteres de strategiske satsingene (SIS) i NINA for 2014. De forskjellige SIS'ene ble startet opp på ulike tidspunkter, og har derfor forskjellig varighet, og dermed ulik progresjon og resultater.

Årsrapportene er satt opp og redigert i tråd med brev av 05.02.2015 fra Forskningsrådet til miljøinstituttene.

Som en følge av etablering av dialogbaserte prosesser og nye krav om formidling knyttet til etablering og gjennomføring av SIS for Miljøinstituttene, etablerte NINA og daværende Direktoratet for naturforvaltning felles SIS-gruppe høsten 2012. Gruppen består av SIS-koordinatorene fra NINA, fem representanter fra Miljødirektoratet og ledes av NINA. Nærmere info om gruppen finnes på: <http://www.nina.no/Forskningsofgagtema/Strategiskesatsinger/Organisering.aspx>

Gruppen møtes etter behov, minst to ganger pr. år. Forøvrig skal gruppen:

- Ha overordnet ansvar for kommunikasjonen og dialog mellom NINA og miljøforvaltningen for igangværende og nye SIS.
- Oppnevne kontaktpersoner i NINA og Miljødirektoratet for den enkelte SIS.
- Gjennomgå planer for eksisterende og planlagte SIS i NINA.
- Gruppen rapporterer til ledelsen i NINA og Miljødirektoratet.
- Arrangere seminarer om SIS i NINA.

Web-siden <http://www.nina.no/Forskningsofgagtema/Strategiskesatsinger.aspx> gir informasjon om, og beskrivelser av, den enkelte SIS. Informasjonen vil med ujevne mellomrom bli oppdatert med publikasjoner og andre faglige milepæler.

Strategiske satsinger (SIS) i NINA - populærvitenskapelig framstilling:

Interaksjoner mellom havbruk og vill laksefisk

Varighet: 2013 – 2017

Budsjett: NOK 4 mill. årlig

Prosjektleder: Ola H. Diserud

Arbeidspakkeledere: Eli Kvingedal, Sten Karlsson, Peder Fiske, Tor F. Næsje, Odd Terje Sandlund, Bengt Finstad.

Havbruk er en meget viktig næring i Norge, og er utpekt som en av framtidens økonomiske bærebjelker i kystområdene. En slik utvikling forutsetter at kunnskapen om interaksjonene mellom havbruk og miljøet rundt er etablert og at miljøeffektene er akseptable for samfunnet. Forskning er derfor nødvendig for å finne de beste miljøløsningene for næringen. Med bakgrunn i dette ønsker forvaltningen svar på stadig mer komplekse spørsmål, slik som grader av truetthet og de økologiske konsekvensene av konkurranse mellom villfisk og oppdrettsfisk, genetisk innblanding og økt forekomst av lakselus. I denne strategiske instituttsatsingen vil derfor felt- og eksperimentelle studier bli kombinert med økologisk modellering for å gi en bedre forståelse for den samlede effekten av havbruk på ville bestander av laksefisk. SISen består av seks arbeidspakker (AP):

1. AP1 studerer betydningen av kritiske livsstadier og lokal tilpasning av villaksbestander for den genetiske innblandingen av rømt oppdrettslaks.
2. AP2 studerer seleksjon mot rømt oppdrettslaks i naturlige bestander vha. genetiske markører som kvantifiserer andelen oppdrettsgener i villaksbestander.
3. AP3 tilpasser og videreutvikler metodikken for skjelling av villaks og oppdrettslaks, samt beskriver rutiner for innsamling og lagring av vev og DNA for å sikre høy kvalitet på prøvene.
4. AP4 undersøker hvordan oppdrettslaks spres i sjø og elv etter rømming, og hvordan oppdrettslaksens fangbarhet i elv er sammenlignet med villaksens.
5. AP5 bestemmer tålegrenser for lakselus på vill laksefisk, og vurderer konsekvenser av ulike nivåer av lakselus på villfiskbestander gjennom vandringsstudier og modellering.
6. AP6 bruker resultater og data fra de ovennevnte aktivitetene til å forbedre de statistisk-økologiske modellene som vurderer konsekvenser av rømt oppdrettslaks og økt forekomst av lakselus. Ved modellsimuleringer vil det da også være mulig å vurdere effekter av alternative forvaltningstiltak.

AP1 - Kritiske livsstadier for genetisk innblanding

Vi har i 2014 ønsket å studere hvordan økosystemproduktivitet påvirker sårbarheten til en villaksbestand for tilstedeværelse av avkom fra oppdrettslaks. I et eksperiment ved NINAs forskningsstasjon på Ims har vi testet om næringstilgang er avgjørende for villaksbestanders sårbarhet. Dette vil gi verdifull informasjon om hvorfor det er variasjon mellom vassdrag i genstrøm fra oppdrettslaks til villaks. For å kunne avdekke mulige underliggende mekanismer har vi i dette eksperimentet også studert betydningen av tidspunktet som yngelen kommer opp av grusen, metabolsk rate og størrelse før oppstart.

Forsøket ble gjennomført med yngel fra AquaGen, Imsa og hybrider av disse. Mattilgangen til laksyngel fra 24 familier (6 familier av hver type) ble manipulert i 12 tanker inne på forskningsstasjonen samt i 40 semi-naturlige renner og 4 gytearenaer, slik at det enten var ubegrenset eller begrenset tilgang på mat (kommersiell pellets i tankene og tilsatte fjærmygglarver i de semi-naturlige fasilitetene). Før oppstart av forsøket ble individene som ble satt i tanker VIE-merket (visible implant elastomer) i henhold til familie, og individene som ble satt i gytearenaer ble merket til type (Imsa eller hybrid mellom Imsa og AquaGen) ved fettfinneklipping. Vi har nylig fått støtte fra Miljødirektoratet til å allokere individene som ble satt ut i rennene til deres respektive familier ved hjelp av molekylære analyser.

For hver familie ble følgende egenskaper målt:

- Tidspunktet som yngelen kommer opp av grusen. Forskjeller her kan ha store konsekvenser for konkurransen mellom individer. Dette trekket ble overvåket i kunstige reir for 30 individer fra hver familie.
- Metabolsk rate. Dette er en egenskap som er assosiert med konkurransevne, energiforbruk og vekst-potensiale. Metabolsk rate ble kvantifisert ved å måle O₂-forbruket hos 10 egg fra hver familie i et respirometer og ved å registrere individuell ventilasjonsrate for 10 individer fra hver familie i 64 gjennomstrøms-akvarier.
- Størrelse. Et representativt utvalg individer fra hver familie ble veid og lengdemålt før oppstart slik at vekst i løpet av forsøket kan bli analysert. Vi vil også se på eventuelle ulikheter i overlevelse.

Foreløpig har kun vekst-data fra de 12 tankene blitt analysert. Data fra gytearenaene vil snart bli studert, og renne-dataene vil bli analysert når vi har fått allokert individene til familier ved hjelp av molekylære metoder. Den eksperimentelle kunnskapen vil senere bli sammenholdt med effekten av rømt oppdrettslaks i naturlige bestander med ulik veksthastighet i ungfiskstadiet (sammen med AP2).

Et annet forsøk på Ims har som mål å studere hvor godt oppdrettslaksen, og krysninger mellom oppdrettslaks og villaks, overlever i havet, og hvordan de spres mellom ulike elver når de kommer tilbake for å gyte. Produksjon av vill (Imsa), oppdrett (AquaGen) og hybrid (Imsa x AquaGen) laks ble

igangsatt i 2013, og denne fisken ble i 2014 Carlin-merket og satt ut som smolt nedenfor fella i Imsa. Fiskene, totalt ca. 5400, er nå i havet og forventes å komme tilbake i løpet av 2015 og 2016.

AP2 - Seleksjon mot oppdrettslaks i naturlige bestander

En standardisert metode for å beregne genetisk innkryssing fra rømt oppdrettslaks inn i ville laksebestander har blitt utviklet, og ble i 2014 publisert i *Ecology and Evolution* (Karlsson mfl. 2014). Denne molekylærgenetiske metoden estimerer sannsynligheten for at hvert enkelt individ i en prøve skal ha genetisk opphav fra oppdrettslaks, alternativt villaks, og vi får dermed sannsynlighetsfordelingen for det genetiske opphavet for en bestand. Fra en stikkprøve estimeres altså forventet restandel villaksgener i en gitt bestand. En av de store fordelene med denne metoden er at forventet restandel villaksgener i en gitt bestand kan estimeres også uten en historisk prøve fra den aktuelle bestanden. Høsten 2014 ble all stamlaks utvalgt for kultivering sjekket genetisk på individnivå med denne metoden. Denne testen sikret at hver stamlaks har en genetisk bakgrunn som ikke inneholder oppdrettslaks i stamtavlen (Karlsson mfl. 2014).

Estimert genetisk innkryssing fra rømt oppdrettslaks i et stort antall bestander vil bli benyttet for å undersøke i hvilken grad naturlig seleksjon motvirker innkryssing av oppdrettslaks. Naturlig seleksjon kan studeres ved å sammenlikne restandel villaksgener hos unge livsstadier (0+) med eldre livsstadier (1+, gytefisk) fra den samme årsklassen. Vi er også interessert i å studere om det er sammenheng mellom innkryssing av oppdrettslaks og laksebestandens tilstand, gitt ved gytebestandsmål og bestandsestimat.

Arbeidet med å kvantifisere akkumulert innkryssing av oppdrettslaks i et stort antall laksebestander har i 2014 blitt intensivert, og inkluderer i dag ferdige individuelle estimat for over 18 000 individer fra mer enn 120 forskjellige vassdrag. Tilstanden til disse bestandene beskrives i et eget manuskript som forventes å være ferdig i løpet av 2015. Dette gjøres i samarbeid med NFR-kunnskapsplattformen QuantEscape og i den nasjonale satsningen på å kvantifisere genetisk integritet til Kvalitetsnormen for villaks.

AP3 - Metodeutvikling for skjellesing og bevaring av arvestoff

For å undersøke om våre rutiner for prøvetaking og oppbevaring av DNA fra laks kan forbedres, ble det i 2013 tatt prøver av 15 laks med forskjellige metoder. Det ble spesielt undersøkt om Q-tips prøver av laksens slimlag er et alternativ til finneklipp og skjellprøver for å ta prøver av laks uten å gjøre skade på laksen. Resultatene indikerer at slimprøver tatt med Q-tips (spesielt tatt under gjellelokket) kan være en god metode for å samle inn DNA fra laks, og at dette er en enkel og effektiv metode å ta en DNA-prøve på uten å skade laksen.

I 2014 ble det tatt ekstra prøver av 15 nye laks for å teste ut en ny ekstraksjonsmetode (ny buffer fra Qiagen DNeasy® _ blood and tissue kit), og for å teste ut bruken av FTA kort på slimprøver fra laksen. Slimprøven overføres direkte med Q-tips til en membran på FTA kortet som skal binde DNAet og beskytte mot degradering. I tillegg undersøkte vi genotyping-suksessen til de ulike prøvetakingsmetodene ved bruk av mikrosatelitter. Resultatene fra 2014 viser at Q-tips som oppbevares i buffer og isoleres etter protokollen fra Qiagen har høyere utbytte av DNA enn den tidligere protokollen for å samle inn Q-tips prøver av laksens slimlag (E.Z.N.A™, Omega Bio-Tek Inc, Norcross). Videre tyder resultatene fra 2015 på at det ikke er store forskjeller i genotyping-suksessen til prøver tatt med de ulike metodene, til tross for at resultatene fra 2013 viste at ulike prøvemethoder ga utslag på mengde DNA og grad av degradering. Vi testet også ut genotyping-suksessen til FTA kort på slimprøver, men dette fungerte svært dårlig.

Vi vil i 2015 publisere resultatene fra studien i en NINA rapport og begynne arbeidet med å skrive en artikkel som skal publiseres i en internasjonal journal.

AP4 - Merketeknologi

Det er et klart forbedringspotensial for overvåkingmetoder av rømt oppdrettslaks både i sjø og elv. Første prioritet i denne arbeidspakken har derfor vært å supplere allerede etablerte studier på 1) andel

og adferd til rømt oppdrettslaks i fjord og elv, og 2) forbedring av metoder for å beregne andel oppdrettslaks i lakseelver. SISEn har gitt oss mulighet til en videre bearbeiding og analyse av data som ellers ikke hadde vært mulig, hvor hovedfokus er å verifisere estimater av andelen rømt oppdrettslaks i villaksbestander basert på andeler i fangst (kilenøter og på stangredskap), og basert på avansert merketeknologi verifisering og sammenligning av adferd til rømt oppdrettslaks og villaks i elv og sjø, og interaksjoner i gytetida. Prioriterte undersøkelser har vært «Verifisering av innslag av rømt oppdrettslaks i lakseelever» og «Tiltaksrettet overvåking: Andel oppdrettslaks i Trondheimsfjorden og Trondheimsfjordelvene, og vandringsmønster og fordeling i de viktigste elvene». Undersøkelsene vil bli videreført i 2015 ved at vi tester følgende hypoteser, basert på nåværende kunnskapsgrunnlag:

1. Villaksen vandrer inn i fjordene og opp i elvene tidligere enn rømt oppdrettslaks.
2. Andel og mengde oppdrettslaks i kilenotfangster i sjøen kan gi en god indikasjon på når og hvor mye oppdrettslaks som senere vandrer opp i nærliggende elver.
3. En relativt høy andel av oppdrettslaks som vandrer sent inn i fjordene vandrer også opp i elvene lokalt.
4. En stor andel av oppdrettslaksen vandrer høyt opp i vassdraget, gjerne til vandringshindre, men før villaksens gyteperiode starter slipper mange seg nedover igjen.
5. Enkelte områder av ei elv kan ha mye oppdrettslaks, mens det kan være lite i andre områder.
6. Andel oppdrettslaks i fangster og fangst per innsats kan varierer mye med når, og hvor i elva, man fisker.
7. Også under høstfiske vil det være store variasjoner i andel oppdrettslaks i fangsten, avhengig av hvor og når man fisker.
8. Den reelle andelen rømt oppdrettslaks i bestander ligger nærmere den kalkulererte årsprosenten, enn andeler i sportsfisket eller prøvefiske om høsten.
9. Bedre overvåking i sjøen vil kunne gi bedre muligheter for tiltak for å hindre innblanding av oppdrettslaks i villaksbestander.

AP5 – Effekter av lakselus på villfisk

I denne arbeidspakken er laboratorieforsøk og feltstudier foretatt for å bestemme tålegrenser for lakselus hos sjøørret. Videre er det foretatt vandringsstudier og populasjonsundersøkelser (telemetri) hos sjøørret for videre modellering av disse effektene. Denne arbeidspakken samkjøres med ECOCOAST: Human impacts in coastal ecosystems - effects on ecosystem structure and function.

Del 1: Tålegrenseforsøk

Ved Norsk oppdrettsservices AS sitt anlegg på Ræstadholmen har vi i 2013 og 2014 foretatt tålegrenseforsøk av lakselus på vill innfanget sjøørret. I 2013 og 2014 ble fisk med ulik belastning av lakselus satt i individkar og fulgt gjennom et visst antall dager. Prøver av fisk ble tatt før og etter forsøksslutt og analyser av blod (stress/osmoregulering) og vev (genekspresjon: immunrespons og grad av sjøvannstoleranse) ble utført. Lusepåslagene på fisk i 2014 var høye slik at tålegrenseforsøket måtte avsluttes etter 12 døgn. Dette har vi tatt høyde for slik at vi i 2015 skal starte tidlig innsamling av fisk i forkant av en eventuell lakselusoppblomstring. Ut fra disse forsøkene ønsker vi å kunne kvantifisere de fysiologiske prosessene til fisken som følge av ulike lakseluspåslag. Forsøkene samkjøres med tilsvarende forsøk ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon på Matre slik at vi kan sammenligne tålegrenseforsøk hos en sjøørretbestand i Midt- og Vest-Norge som har opplevd ulike lusestrykk og dermed kan være selekterte til ulike kompensjonsmekanismer for å takle lusepåslag. Undersøkelsen vil suppleres med data fra feltsesongen i 2015. En beskrivelse for innsamling av fisk og laboratorieeksperimentet er presentert i linken:

<https://www.youtube.com/watch?v=SqA4PL40ATE&feature=youtu.be>



Bilde 1. Sjøørret med lakselus. Foto: Bengt Finstad (NINA).

Del 2: Populasjonsundersøkelser

En viktig faktor for å vurdere konsekvenser for hvordan påslag av lakselus påvirker atferden hos vill laksefisk er videre undersøkt (Gjelland mfl. 2014). For telemetriforsøket har vi i 2012, 2013 og 2014 satt ut i overkant av 60 dataloggere i Etnefjorden (Hordaland). I telemetriforsøket har vi merket i overkant av 100 sjøørret med hydroakustiske sendere, behandlet halvparten av denne fisken med substans EX (lusebeskyttelse) og holdt den resterende delen av fisken som ubehandlet kontrollgruppe. Tilsvarende grupper har også blitt PIT-merket (passive integrated transponders, Nilsen mfl. 2014) som beskrevet i ECOCOAST. Ut fra dette kan man da studere fiskens atferd i sjø og elv som følge av lakseluspåslag og sammenligne den behandlede og ubehandlede gruppen mht. prematur (for tidlig) tilbakevandring for å kvitte seg med lakselus i ferskvann. Data fra del 1 og 2 vil være en leveranse til arbeidspakken som omhandler modellering av effekter på individer og fiskepopulasjoner som følge av lakseluspåslag. Denne samlede kunnskapen trengs for å kunne definere grenseverdier for påvirkning og for igjen å kunne lage regionale bærekraftsmodeller (Taranger mfl. 2014) for interaksjonen mellom lus på oppdrettsfisk og lus på vill laksefisk langs norskekysten.

Prosjektet er et samarbeid mellom forskere fra Norsk institutt for naturforskning, Havforskningsinstituttet, Veterinærinstituttet, University of Toronto (Canada) og University of St. Andrews (Skottland).

AP6 – Syntese og modellering

Formålet med denne arbeidspakken er å bruke resultater og data fra de ovennevnte aktivitetene til å forbedre de statistisk-økologiske modellene som predikerer konsekvenser av rømt oppdrettslaks og økt forekomst av lakselus. Mange verdifulle datasett eksisterer allerede, både publiserte og upubliserte, så mye av innsatsen i denne arbeidspakken, og i SISen generelt, settes inn på å få analysert ferdige datasettene og publisert resultatene.

Et manus, «Statistical and ecological challenges of monitoring parasite infestations in wild fish stocks», er utarbeidet i samarbeid med Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet og er nå klar for vitenskapelig publisering. Økologiske overvåkningsprogram skal gi så presis informasjon som mulig til forvaltningen, men datakvaliteten reduseres ofte av metodiske og økonomiske begrensninger. Påslag av parasitter er spesielt utfordrende å overvåke på grunn av komplekse interaksjoner mellom vert, parasitt og miljø. Her sammenlignes variasjon i lakseluspåslag i tid og rom med variasjon i lokale forhold i fjordene, inkludert salinitet, temperatur og infeksjonstrykk fra oppdrettsanlegg. Tre forskjellige mål på lusepåslag, med forskjellige statistiske egenskaper, testes.

Sjøørret vil bli brukt som modellart når effekter på populasjoner av vill laksefisk som følge av varierende lakseluspåslag skal studeres. For å kunne vurdere effekten av lakselus på sjøørretbestander trenger vi først en realistisk livssyklusmodell for sjøørret, før vi kan introdusere lakselus som en påvirkningsfaktor på ulike livshistorieparametere. Dette utviklingsarbeidet ble påbegynt i 2013 og har fortsatt i 2014. Resultater fra arbeidspakke 5, og rapporten «Effects of salmon lice on sea trout - a literature review» (Thorstad mfl. 2014), er viktige for parametriseringen av modellen

Det pågående arbeidet med å modellere konsekvensene av rømt oppdrettslaks i ville gytebestander består av to hoveddeler. Først ønsker vi å skaffe bedre informasjon og mer presise estimater for innflytelsesrike parametere i modellen, slik som andel rømt oppdrettslaks i gytebestandene, hvor lenge

oppdrettslaksen har vært på rømmen og relativ fitness for oppdrettslaks og deres avkom under varierende naturlige forhold. Videre modifiseres modellen for akkumulert genetisk introgresjon slik at den kan tilpasses det store mangfoldet av ville laksebestander mht. tetthet, vekst, overlevelse og aldersfordeling, noe som er nødvendig for å besvare spørsmål som «hvorfør vil den genetiske introgresjonen få ulike forløp i forskjellige laksebestander». Resultater fra arbeidspakkene 1 til 4 vil gi svært verdifulle bidrag til dette arbeidet.

Resultater

Her presenteres resultater av arbeid som er hel- eller del-finansiert av SISEn.

Publikasjoner

Karlsson, Sten, Diserud, Ola H., Moen, Thomas & Hindar, Kjetil. 2014. A standardized method for quantifying unidirectional genetic introgression. *Ecology and Evolution* **4** (16): 3256-3263. doi: 10.1002/ece3.1169. (AP2)

Karlsson, S., Florø-Larsen, B., Balstad, T. & Eriksen, L. B. 2015. Stamslakskontroll 2014. - NINA Rapport 1143. 13 s. (AP2)

Moe, K. 2014. Comparison of area use and movement behavior in wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) before and during spawning in the river Namsen. Master of Science Thesis, Norwegian University of Life Sciences. (AP4)

Moe, Karina, Tor F. Næsje, Thron O. Haugen, Eva M. Ulvan, Tonje Aronsen, Tomas Sandnes & Eva B. Thorstad. 2015. Area use and movement patterns of wild and escaped farmed Atlantic salmon before and during spawning in a large Norwegian river. Submitted, Aquaculture Environment Interactions. (AP4)

Næsje, T.F., Aronsen, T., Ulvan, E. M., Moe, K., Økland, F., Østborg, G., Skorstad, L., Fiske, P.; Thorstad, E.B., Holm, R., Sandnes, T. & Staldvik, F. 2014. Innvandring, fangst og atferd til villaks og rømt oppdrettslaks i Namsfjorden og Namsenvassdraget i 2013. - NINA Rapport 1059. 63 s. (AP4)

Næsje, T.F., Aronsen, T., Ulvan, E.M., Jørrestol, A., Økland, F., Fiske, F., Østborg, G., Diserud, O., Rognes, T., Heggberget, T.G., Krogdahl, R. 2014. Tiltaksrettet overvåking av villaks og rømt oppdrettslaks i Trondheimsfjorden og tilsluttende elver. 2013. - NINA Rapport 1062. 70 s. (AP4)

Finstad, B. 2014. Film: Salmon lice on sea trout and Atlantic salmon
<https://www.youtube.com/watch?v=SqA4PL40ATE&feature=youtu.be> (AP5)

Gjelland, K.Ø., Serra-Llinares, R.M., Hedger, R.D., Arechavala-Lopez, P., Nilsen, R., Finstad, B., Uglem, I., Skilbrei, O.T. & Bjørn, P.A. 2014. Effects of salmon lice on the behaviour of sea trout in the marine phase. *Aquacult. Env. Interact.* **5**: 221-233. (AP5)

Nilsen, R., Serra-Llinares, R.M., Halttunen, E., Finstad, B., Knutar, S. & Bjørn, P.A. 2014. Effects of salmon lice on sea trout in years of high and low infestation pressure: preliminary results. Poster to Sea Lice 2014, August 31-September 5, Portland, Maine, USA. (AP5)

Nilsen, R., Bjørn, P.A., Serra Llinares, R.M., Asplin, L., Johnsen, I.A., Skulstad, O.F., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Barlaup, B. & Wiik Vollset, K. 2014. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs Norskekysten i 2014. Sluttrapport til Mattilsynet. Rapport fra havforskningen nr. 36-2014 (ISSN 1893-4536 (online)): 1-42+appendiks 11 sider. (AP5)

Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M. & Asplin, L. 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian 'national salmon fjords'. *Aquacult. Env. Interact.* **5**: 1-16. (AP5)

Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M., & Asplin, L. 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian 'National salmon fjords'. Poster to Sea Lice 2014, August 31-September 5, Portland, Maine, USA. (AP5)

Taranger, G.L., Karlsen, Ø., Bannister, R.J., Glover, K.A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B.O., Boxaspen, K.K., Bjørn, P.A., Finstad, B., Madhun, A.S., Craig Morton, H. & Svåsand, T. 2014. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. ICES. J. Mar. Sci. doi:10.1093/icesjms/fsu123 (AP5)

Taranger et al. 2014. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2013. Fisken og havet, særnummer 2-2014. 158 s. (AP5)

Thorstad, E.B., Todd, C.D., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Uglem, I., Berg, M. & Finstad, B. 2014. Effects of salmon lice on sea trout - a literature review. NINA Report 1044: 1-162. (AP5)

Thorstad, E.B., Todd, C.D., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Uglem, I., Berg, M. & Finstad, B. 2014. Effekter av lakselus på sjøørret – en litteraturoppsummering. NINA Rapport 1071: 1-144. (AP5)

Foredrag

Diserud, O.H., Fiske, P., Hindar, K., Karlsson, S. og Næsje, T.F. 2014. Interactions between salmon aquaculture and wild Atlantic salmon populations – adding more pieces to the puzzle. Aquaculture Europe. San Sebastian, Spania, 16. oktober 2014 (AP2)

Karlsson, S. 2014. Måle genetisk innkryssning av oppdrettslaks. Seminar om rømt oppdrettslaks. Kunnskapssenter for laks og vannmiljø. Namsos, 7. mai 2014. (AP2)

Karlsson, S. 2014. Måle genetisk innkryssning av oppdrettslaks. Laksemøte Fiskeridirektoratet – Miljødirektoratet. Bergen, 7. mai 2014. (AP2)

Finstad, B. 2014. Presentasjon av Romsdalsfjordprosjektet 2011-2013. 4. februar 2014. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Fylkeshuset, Molde. (AP5)

Finstad, B. 2014. Presentasjon av Romsdalsfjordprosjektet 2011-2013. 18. august 2014. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Fylkeshuset, Molde. (AP5)

Finstad, B. 2014. Lakselus – hva vet vi om effekten på sjøørret? Foredrag ved Hardangerfjordseminaret 21. – 22. november 2014. Thon Hotel Sandven, Norheimsund. (AP5)

Finstad, B., Todd, C.D., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Wiik Vollset, K., Halttunen, E., Kålås, S., Uglem, I., Berg, M. & Thorstad, E.B. 2014. Effekter av lakselus på individnivå - resultater fra laboratorieundersøkelser (kap. 6). Presentasjon av rapport Effects of salmon lice on sea trout – a literature review. 16. September 2014. NINA-bygget, Trondheim. (AP5)

Finstad, B., Todd, C.D., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Wiik Vollset, K., Halttunen, E., Kålås, S., Uglem, I., Berg, M. & Thorstad, E.B. 2014. Effekter av lakselus på individnivå - resultater fra feltundersøkelser (kap. 7). Presentasjon av rapport Effects of salmon lice on sea trout – a literature review. 16. September 2014. NINA-bygget, Trondheim. (AP5)

Finstad, B., Thorstad, E.B., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Todd, C.D., Halttunen, E., Wiik Vollset, K., Uglem, I., Berg, M. & Kålås, S. 2014. Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on sea trout *Salmo trutta* – a literature review. Foredrag ved Aquaculture Europe 2014, October 14-17, Donostia-San Sebastián, Spain. (AP5)

Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Lindstrøm, U., Johansen, I.A., Sandvik, A.D., Nilsen, R., Finstad, B., Skardhamar, J. & Asplin, L. 2014. The effect of synchronized fish farm fallowing: Experiences from Hardangerfjord 2010-2013. Foredrag ved Sea Lice 2014, August 31-September 5, Portland, Maine, USA. (AP5)

5 foredrag er holdt i ulike fora hvor det er presentert resultater fra AP4 delfinansiert av SISen.

Studenter

Pablo Arechavala Lòpez, Post doc. fra University of Alicante, 2013-2014. (AP5)

Management of biodiversity and ecosystem services in spatially structured landscapes

Duration: 2011-2015

Budget: NOK 19 425 000

Project participants: Duncan Halley (coordinator); Graciela Rusch, Bjørn Kaltenborn, Erling Solberg, Stefan Blumentrath (work package leaders); Jens Astrom, Tor Erik Brandrud, Anders Endrestøl, Marianne Evju, Øystein Flagstad, Jan Ove Gjershaug, Dagmar Hagen, Olve Krange, Henrik Lindhjem, John Linnell, Roel May, Manuela Panzacchi, Olav Skarpaas, Ketil Skogen, Erik Stange, Plav Strand, Kristine Westergard, Frode Ødegaard

Description of project and aims

Landscape changes that result in loss, fragmentation, or undesirable changes in habitats are serious threats to biological diversity, both in Norway and globally. These changes are mainly due to complex pressures caused by changes in human land use; and there is now good information on what is happening. However, we do not understand well the way these landscape changes affect species, and the way ecosystems function. These changes in the landscape in which we live as a result of land use management decisions are also of public interest. To manage landscapes, and the values they provide to us, sustainably needs a better understanding of the effects of these changes, both directly; and indirectly through the way they affect the interactions between the plants and animals in the landscape. These may in the long term affect the landscape itself in ways that might not be expected or desired when the human changes to the landscape were first made. This project looks at this problem through four related work packages:

WP1: Spatial dynamics of threatened species and their critical habitat resources

WP2: Structural and functional complexity as determinants of provision of ecosystem services

WP3: Effect of landscape structure on animal movement: directions for landscape planning

WP4: Understanding landscapes: Concepts, values and management legitimacy

Results in 2014

WP1: Spatial dynamics of threatened species and their critical habitat resources

The Objectives of work package 1 are to study how species assemblages in restricted and critical habitats are affected by the habitat's distribution in space, with specific focus on red-listed species; to investigate how species composition in habitat fragments of different sizes and isolation can be predicted from species traits hypothesized to increase sensitivity to fragmentation; and to investigate

to what degree the longevity of different critical habitats is related to the life history traits of species assemblages found there.

Description of activities

This research is being conducted for three case studies: Hollow oaks, Dry calcareous meadows, and Calcareous lime forest. The general tasks for all three case studies are to:

Task 1a: Analyse spatial patterns of critical habitats

Task 1b: Analyse landscape change (with the Oslofjord area as a case)

Task 2: Identify species traits of relevant species

Task 3: Gather supplementary data in the field

Task 4: Integrating landscape genetic analysis (for selected target species)

Task 5: Analyses and Synthesis

Progress was made in 2014 on all five tasks. A focus topic was planning and conducting field work for the landscape genetic study (Task 4), based on the results from screening conducted in 2013. Further, statistical analysis of the data material from the Dry calcareous meadows case was conducted as a pilot for the other two cases.

Task 1a)

For the case of hollow oaks, need for refinement of the predictive model for the occurrence of hollow oaks (developed in 2013) was identified during model validation and a new dataset for an improved occurrence model was created. Refinement of the model is planned for the end of 2014.

Task 1b)

In order to be able to account for possible time lag effects (“extinction debt”), an analysis of relevant landscape change in the Oslofjord area was started in 2014. Historical aerial photos (for the years 1937, 1947, 1971, and 1997) were collected and (for selected areas) relevant land cover types are being mapped in a Geographic Information System (GIS). Here a special focus is put on Dry calcareous meadows.

Task 2)

In the current reporting period, the species traits database developed in 2013 was expanded for relevant invertebrate species from the Dry calcareous meadows case.

Task 3)

Preliminary analysis of species composition in cicadas on Dry calcareous meadows (collected in 2012 and 2013) showed limited overlap between the two years. Therefore, cicadas were sampled on the same 12 spots also in 2014. Analysis of the collected data is work in progress. From this field work, presence of the hopper species *Recilia coronifer*, which is new to the Norwegian fauna, could be confirmed for Northern Europe (Endrestøl 2014).

Task 4)

During the current reporting period, DNA-material from the Northern dragonhead (*Dracocephalum ruyschiana*) and the Dragonhead Sap Beetle (*Meligethes norvegicus*) was systematically collected for the landscape genetic study – based on the results of a screening conducted in 2013.

Based on herbaria records (Norwegian Biodiversity Information Centre and GBIF Norway), known populations of the Northern dragonhead were delineated and the population size estimated. These populations were then classified with regard to population size and isolation. Based on this classification a stratified random sample was selected for collection of DNA-material from Northern dragonhead.

The associated Dragonhead Sap Beetle has a much narrower distribution. From this species, DNA-material was only collected in 12 localities, which nevertheless will most likely be able to represent the global distribution of this very rare species. Therefore, we expect that the collected samples will give a good overview of the relevant genetic variation.

The collected DNA-material has been sent for analysis to a specialized lab in Switzerland.

Task 5)

Based on the data collected on vascular plants on Dry calcareous meadows, the effect of patch size, isolation and species traits on species occurrence has been analyzed. This work can be seen as a pilot for the other case studies.

We found that in larger habitat patches a larger number of both ubiquitous species as well as species specialized on this habitat type could be found compared to smaller habitat patches. Furthermore, isolated habitat patches house a lower number of specialist species compared to well-connected habitat patches of the same size. Ca. 1/3 of the species specialized on Dry calcareous meadows were found to be sensitive for isolation. Especially short-lived species and species with a lower number of seeds showed an effect of isolation.

WP2: Structural and functional complexity as determinants of provision of ecosystem services

The main activities in WP 2 have consisted in entering and quality check of data collected in the summer 2013 and 2013, preliminary analysis of data collected in 2013, and decisions about data collection in the summer 2014. The field activities in 2014 were planned and executed following the same protocol as in 2013, in 3 campaigns (instead of 4 in 2013). The data collected consisted on the distribution of pollinators, their food resources and the relationship between pollinator density and diversity with yields of two crops, apple and red clover.

Description of activities

The data collected in 2013 were entered into a database consisting of the following tables: 1) Pollinator food resources (records of flowering plants in the landscape), 2) pollinator occurrences in the landscape, 3) pollinator occurrences in apple orchards and red-clover fields, 4) apple and red-clover yields, and 4) GIS database of landscape land-cover elements. Approximately 60% of the data collected in 2014 have been entered. Preliminary analysis of the data collected in 2013 and discussion with research team members on the sampling scheme for 2014 has been carried out.

Fieldwork was conducted from middle of May to end of September. Approximately 10 researchers were involved in the field work. Also, facilities for accommodation, transport and time-tables for the field campaigns were set. In 11 apple orchards, trees were marked to conduct 3 kinds of surveys, flowering phenology, pollinator diversity, and pollinator density. In the case of red clover, 20 fields were delimited and plots demarcated to conduct these surveys. In total 520 transects were located in the 26 landscapes and geo-referenced. Inventories of flower and pollinator occurrences were conducted along the transects 3 times from June to August 2013.

Pollinator density, diversity and flower phenology were surveyed 4 times during the crop flowering period in apple and red-clover. Apples were harvested in the 3rd week of September, approximately 1 000 kg apples in total. Red-clover plots were harvested in August.

Project participants attended a workshop organized by the coordination of the “Polliclover” project in February 2014, at the Agricultural Extension Center at Stokke. A short talk on the status and tentative results of Polliclover was given, including how the SIS interacts with the Polliclover project. At the inauguration of NINA’s new headquarters in Trondheim (NINA-huset) we made a presentation to the general public illustrating the role of pollinators in supporting pollination (ecosystem) services using “Bie-produkt – Aplemost à la NINA”, the apple juice from apples that grew on the trees on which pollination deficit was assessed.

A popular science presentation of work was prepared and published on the NINA website:

Popular science: The relationship between the landscape, pollination and yield

As a result of the intensification of agriculture over the past 50-100 years, the cultural landscape has declined in quantity, complexity and diversity. This phenomenon has been especially evident in developed countries, including Norway. It is known that simplification of the landscape leads to losses

of biodiversity in general, which could affect the functions that provide natural benefits (ecosystem services), such as the pollination of crops from wild pollinators. However, it is less well known what the consequences of these changes are under Norwegian conditions, where landforms have prevented a homogenization on a large scale. Moreover, it is unclear to what extent continuous cultivation of crops that are rich in nectar and pollen, such as fruits and berries, can function independently of the surrounding landscape



*Garden
the species
pollinate*

*bumblebee (Bombus
with long enough
red clover.*



*hortorum) is one of
tongue to effectively*

Wild pollinators fill important biological functions with significant economic value both in the short and long term. In the short term, wild pollinators pollinate a large part of both crops and wild flowers. In the longer term, a rich community of pollinators can act as a buffer against unpredictable and relatively large changes in environmental conditions, such as major climatic fluctuations and changes in land use.

Wild pollinators require nesting habitats and access to flowers that produce nectar and pollen as food. The distance between nesting places and food sources is also important, as flight involves a cost for insects. It is also thought that the amount of nectar and pollen, as well as the time windows when food is available are important for maintaining populations of wild pollinators.

What are the project's goals?

Our starting point is that the role of pollinators in the production of cultivated fruits (apples) and production of red clover seeds will be modified by landscape characteristics (size and composition of different habitat types, and the degree of closeness between crops). Moreover, the functional properties of pollinators, such as body weight, tongue length, wing size mm, are probably of importance. The same is also probably true about where the fruit orchards and clover fields are distributed in the landscape.

Recording pollinators in an apple orchard



To investigate these topics, we conducted field studies in 2013 and 2014. We studied landscapes with different spatial structure in terms of edge elements such as road and forest verges, and type of vegetation cover. We have mapped the distribution of pollinators (bumblebees, wild bees and

honeybees) and flowers in 26 ‘landscapes’ located in Vestfold, Østfold, Buskerud and Telemark. Each ‘landscape’ is 2 km in radius and has at its center a field of apple trees or red clover. We also surveyed control landscapes that were not centered on crops that are attractive to pollinators.

We have examined the extent to which the landscape structure and composition may affect the diversity and numbers of pollinators, and their potential for pollination of flowers and production of fruit and seeds. In addition have we registered local measures (such as the edge mowing, location of honeybee colonies and spraying of agrochemicals), which can affect pollinators. The data collected in 2013 were processed and preliminary analyses were used for planning the field season in 2014.



One by-product of the pollination project is “Bie-Product – Eplemost à la NINA”, the exquisite apple juice produced from the apples that were harvested to assess yields.

WP3: Effect of landscape structure on animal movement: directions for landscape planning

Description of activities

In 2014 work in WP 3 focused on submitting and revising papers initiated during our international workshop “Stuck in Motion? Reconnecting questions and tools in movement ecology” from August 11-12, 2012 at Evenstad, Hedmark (see report in 2012). During the workshop, 13 contributions were discussed, of which 9 contributions were submitted to a special issue on animal movement in *Journal of Animal Ecology*, in January 2014. Currently, one manuscript is accepted for publication (Beyer et al. in press) while the remaining 8 are in the revision process (Van Moorter et al. submitted A; Lele et al. submitted; Gurarie et al. submitted; Calenge et al. submitted; Van Moorter et al. submitted B; Panzacchi et al. submitted; Cagnacci et al. submitted; Boyce et al. submitted).

Since October 2014, we have also submitted one more manuscript (Bartzke et al. submitted), published two scientific manuscript (Panzacchi et al. 2014, Bouyer et al. in press), and published three popular articles (Huseby et al. 2014, Panzacchi et al. 2013, 2014). Results from the work package have been presented in several talks in Norway and abroad (see below). In the year to come, we will continue the work on 1) ungulate resource selection, 2) ungulate movement in relation to human infrastructure and 3) on cost-effective actions to mitigate ungulate-human conflicts.

WP4 Understanding landscapes: Concepts, values and management legitimacy:

Description of activities

We have furthered analysis and publication from the national survey (SOSIORASTER panel) which was carried out in 2011-12. In addition we have cooperated with researchers from Evenstad where we carried through larger surveys in Norway and Sweden involving data collection in both countries to analyse geographic and scale-dependent questions related to attitudes to landscape and predators.

Based on analyses from the first investigation we show that about half of the population consider loss of biodiversity as a real and significant environmental problem, but that it is less of a problem than environmental poisons, climate change, air and water pollution, or loss of rain forest; but a greater problem than radiation, area use, or invasive species. Loss of biodiversity is also considered to affect people’s relationship to nature negatively, and to reduce nature’s ability to withstand stresses, and that this is caused by human activities. This is considered to be a theme which is important for a much wider section of the population than researchers and scientists. Increasing knowledge levels on environmental conditions and environmental problems is positively correlated with an increased concern about the effect of loss of biological diversity.

We also show through this work that concern for and interest in climate change and loss of biodiversity are not necessarily part of the same ‘package’ of concerns about environmental change. Our data shows that there is no direct correlation between being concerned about biodiversity and climate change, and we can find no clear differences in social background or political leaning. This indicates that there are more complex underlying reasons and we are now working on analysis of a range of variables to better understand why some are very concerned about loss of biodiversity, but not similarly concerned about climate change. We see, for example, that there is considerable opposition to many renewable energy projects, but this is not necessarily synonymous with denial of human-caused climate change. Increased knowledge on these conditions is especially interesting in an ‘ecological modernisation’ perspective.

Based on cooperation with researchers from Evenstad, we have documented a range of interesting relationships with regard to spatial and scale-dependent aspects related to landscape perception and understanding. We show among other things that general environmental attitudes correlate most with larger socio-cultural patterns than specific resource challenges, localized conflicts or species, and that general attitudes to environment and landscape are best explained at a national level. This has considerable implications for understanding how best to match social and ecological scales so that one defines functional management levels. We also find that clear geographic-regional attitude patterns are

found in Scandinavia (on large predators, for example), and that these are little related to management bodies and other administrative boundaries. One implication is that larger, areally stratified surveys of attitudes, etc., are needed in order to understand better the relationship between social and ecological scales as a basis for defining more effective and legitimate management bodies.

This work package has also analysed attitudes to ecological restoration. Our findings show that most people think they have poor or limited knowledge about what restoration involves, which can be explained in part by that this is a relatively new field in Norway. We also find that ecological restoration is considered to be a measure to strengthen/bring back the experience of 'naturalness', and with it positive experience of the environment. At the same time, a majority express a view that restoration is more ecologically than esthetically based, which indicates that people generally connect 'restoration' with strengthening the condition of nature more functionally.

Results from this work have been published both as conference presentations and articles in international journals (see below).

Further work

There will be a further fieldwork season for all work packages in 2015. The information collected will be analysed and the final results for the project produced in a series of scientific and popular scientific publications, and in a final report for the project, which will be published in the first quarter of 2016.

Recent publications, talks and presentations

Andreassen, H.P., Gangås, K.E., & Kaltenborn, B.P. Matching social-ecological systems by understanding the spatial scale of environmental attitudes. Submitted to *European Journal for Wildlife Management*.

Degano, E. (2014) La Marcia delle renne. National Geographic Italia. Article base on an interview to M. Panzacchi. March 2014.

Degano, E. (2014) Quando le renne potevano migrare. National Geographic Italy. Online gallery and article base on an interview to M. Panzacchi. March 14.
http://www.nationalgeographic.it/natura/animali/2014/03/13/foto/renne_norvegia-1989045/7/#media

Evju, M. 2013. Bevaring av artsmangfold i Oslo-området – med eksempler fra kalktørrenger. CIENS Frokostseminar, CIENS Toppssenter 14.11.13

Gangås, K.E., Kaltenborn, B.P. & Andreassen, H. 2014. Environmental attitudes associate with large-scale cultural differences, not local environmental conflicts. *Environmental Conservation* (online) doi:10.1017/S0376892914000125

Gangaas, K.E., Kaltenborn, B.P. & Andreassen, H. 2013. Geo-Spatial Aspects of Acceptance of Large Carnivores in Scandinavia. *PLOS ONE*,8(7), 1-9.

Kaltenborn, B.P., Gundersen, V., Stange, E., Hagen, D. & Skogen, K. Public perceptions of biodiversity in Norway: From recognition to stewardship? *Biodiversity and Conservation* (submitted).

Panzacchi, M., B Van Moorter, O Strand, V Gundersen, E Nilsen., P Jordhøy, R Andersen (2014) Managing wildlife in a human dominated world or managing man into the wild? Experiences from the last remaining populations of wild mountain reindeer. IX Congresso dell'Associazione Teriologica Italiana. 7-10/5/2014, Civitella Alfedena, L'Aquila, Italy.

Panzacchi, M., BV Moorter, O Strand. (2014) A unifying framework to define and identify movement corridors and barriers using Step Selection Functions and Randomized Shortest Paths. International Conference on Ecology and Transportation, IENE, 16-19/9/2014 Malmö, Sweden

Skogen, K. (2014) *Concern about climate change and biodiversity loss: Different environmental orientations?* Paper presented at the 20th International Symposium on Society and Natural Resource Management, Hannover, Germany, June 8-13 2014.

Solberg, E.J. 2013. Moose population dynamics in Norway - Harvest rates, recruitment rates and natural mortality. Foredrag: Sveriges Landbruksuniversitet (SLU), Uppsala.

Solberg, E.J. 2014. Elgen og kunnskapsgrunnlaget. Foredrag: Viltmøte, Vest-Agder Fylkeskommune, Lyngdal.

Stange, E. & Hagen, D. 2014. "Norwegian public perceptions regarding ecological restoration" Paper presented at Society for Ecological Restoration European Chapter's annual meeting. Oulu, Finland

Articles

Bartzke, G. S., R. May, E. J. Solberg, C. M. Rolandsen & E. Røskoft (submitted) Differential barrier and corridor effects of power lines, roads and rivers on moose (*Alces alces*) movements. *Ecosphere*.

Beyer, Hawthorne L., E Gurarie, L Borger, M Panzacchi, M Basille, I Herfindal, B van Moorter, S Lele, J Matthiopoulos. (in press) "You shall not pass!": quantifying barrier permeability and proximity avoidance by animals. *Journal of Animal Ecology* – Special Issue.

Bouyer Y., Rigot, T., Panzacchi, M., Van Moorter, B., Poncin, P., Beudels-Jamar, R., Odden, J. & Linnell, J. D. C. (in press) Using zero-inflated models to predict the relative distribution and abundance of roe deer over very large spatial scales. *Ann. Zool. Fennici* 52: (online first).

Boyce et al. (submitted) Ecological and conservation insights from animal-tracking data. *Journal of Animal Ecology* – Special Issue.

Cagnacci et al. (submitted) How many routes lead to migration? Re-establishing the link between definitions, methods and movement patterns. *Journal of Animal Ecology* – Special Issue.

Calenge, et al. (submitted) How to identify preferred habitats? Factor analyses vs. Resource Selection Probability functions for exploration and confirmation in explanatory habitat selection studies. *Journal of Animal Ecology* – Special Issue.

Gurarie et al. (submitted) What is the animal doing? A comparison of methods and a practical guide to the behavioral analysis of animal movements. *Journal of Animal Ecology* – Special Issue.

Endrestøl, A. (2014): The genus *Recilia* Edwards, 1922 (Hemiptera, Cicadellidae) confirmed from Northern Europe. *Norwegian Journal of Entomology* 61: 37–41.

Evju M, Blumentrath S, Skarpaas O, Stabbetorp OE, Sverdrup-Thygeson A (2014): Plant species occurrence in a fragmented landscape: The importance of species traits. (submitted to *Biodiversity and Conservation* after first review round)

Huseby, O., T.H. Ringsby, C. M. Rolandsen, B. Van Moorter, I. Herfindal & E. J. Solberg. (2014) Sesongvariasjon i elgens aktivitet gjennom døgnet påvirker når og hvor den påkjøres. *Hjorteviltet*: 84-85.

Lele et al. (submitted) Statistical issues in the inference for movement models: Effect of covariate measurement errors and estimation of resource independent movement kernel. *Journal of Animal Ecology* – Special Issue.

Panzacchi et al. (submitted) A unifying framework to define and identify movement corridors and barriers using Step Selection Functions and Randomized Shortest Paths. *Journal of Animal Ecology – Special Issue*.

Panzacchi, M. Van Moorter, B. Gundersen, V. Jordhøy, P., Strand, O. (2014) Managing wildlife in a human dominated world or managing man into the wild? Experiences from the last remaining populations of wild mountain reindeer. *Hystrix: The Italian Journal of Mammalogy* (25): 3.

Panzacchi M., Bram V. Moorter, Per Jordhøy, O. Strand (2014) Signpost from the stones. Deer, the Journal of the British Deer Society, 30-33

Panzacchi M., Van Moorter B., Jordhøy P., Strand O. (2013) How archaeology helps wild reindeer. ScienceNordic.com, December 12. <http://sciencenordic.com/how-archaeology-helps-wild-reindeer>

Van Moorter et al. (submitted A) Preface: Stuck in Motion: reconnecting questions and tools in movement ecology. *Journal of Animal Ecology – Special Issue*.

Van Moorter et al. (submitted B) How do animal movements lead to patterns of space use in geographic and environmental space?

Direkte og indirekte klimaeffekter på økologiske prosesser i vann og på land: 2011-2015.

Budsjett 2014: NOK 4 mill

Prosjektleder: Bror Jonsson

Prosjektdeltakere: Aina Mærk Aspaas, Nina Elisabeth Eide, Knut Andreas Eikland, Anders G. Finstad, D.K. Hendrichsen, Annika Hofgaard, Ingeborg Palm Helland, Jane Jepsen, Olve Krange, Ingvild Kålås, Zlatko Petrin

Formål

Studere virkninger av klimaendringer på bestander, økologiske samfunn og økosystemprosesser og modellere effektene på bestands- og samfunnsnivå.

Delmål

Undersøke bestandseffekter hos utvalgte arter, direkte og indirekte virkninger av temperatur og nedbør på bestander og samfunn i vann og på land, studere interaksjoner mellom klimatiske drivere, gressing og naturbruk, modellere effektene på systemnivå og teste effektene i felt.

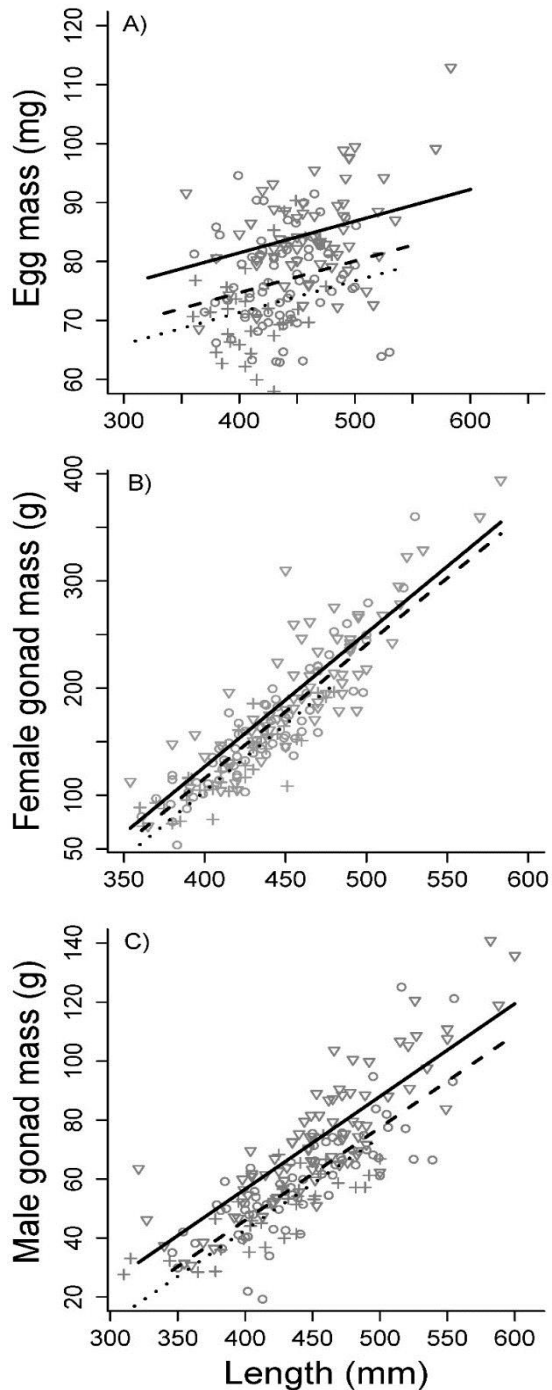
Oppnådde resultater i 2014

Temperaturen under fosterutviklingen påvirker laksens livshistorie

Dette året har vi testet effekten av temperaturpåvirkning på fosterstadiet hos laks på deres senere livshistorie. Mekanismene som styrer slike fenotypisk plastiske forandringer er ikke godt kjent, men epigenetiske endringer (uten ending i arvestoffets oppbygging eller sammensetning) synes å være en mulig mekanisme (Forskningen har hatt delfinansiering fra Forskningsrådet).

Vi avsluttet et eksperiment som har gått siden 2011. Da ble grupper av befruktede lakseegg inkubert ved to temperaturer, 3° (kald) og 7°C (varm) fram til klekking midt i mars. Ved klekking ble halvparten av eggene fra den kalde gruppen overført til den varme temperaturen (blandet påvirkning).

Den kalde gruppen som da var plommesekkkyngel, ble deretter holdt ved den naturlige temperaturen i Imsa. Når Imsavannet nådde 7°C midt i april ble oppvarmingen i varmtvannet slått av og alle gruppene fikk deretter samme temperatur, naturlig Imsatemperatur fra midt i april fram til smoltifisering ett år senere, da de ble merket og overført til sjøvann. Gruppene ble så oppdrettet i sjøvann fram til kjønnsmodning i november-desember 2013 da eksperimentet ble avsluttet og materialet bearbeidet i 2014.



Figuren illustrerer hvordan laks med lengde fra 30 til 60 cm fra grupper med fosterutvikling og plommesekkstadiet i oppvarmete vann (heltrukket linje) fikk større rogn, større ovarier og mer melke enn gruppene med fosterutvikling og plommesekkstadiet i kaldt vann (prikket linje). Gruppene

med fosterutvikling i kaldt vann og plommesekkstadiet i varmt vann (stiplet linje) var ikke signifikant forskjellig fra de kalde gruppene.

Forsøket viste at laks med fosterutvikling i oppvarmet vann vokste fortere i ferskvann, men likt i havet. På grunn av vekstfordelen i ferskvann ble varmtvannsgruppen størst ved kjønnsmodning. Alder ved kjønnsmodning ble imidlertid ikke påvirket av den raskere veksten slik man kanskje kunne tro. De hadde imidlertid høyere fettinnhold i forhold til lengden, fikk større kjønnskjertler og hunnene hadde signifikant større egg når vi kontrollerte for kroppsstørrelsen. Det var ingen endring av disse trekkene i gruppen med blandet påvirkning. Dette betyr at en økning i temperaturen under fosterutviklingen endrer trekk som er viktige for fiskenes reproduksjonsevne. Økning av temperaturen på det senere plommesekkstadiet har ingen slik effekt. Dette viser hvordan laks kan tilpasse seg endrede miljøforhold under fosterutviklingen med endrede livshistorietrekk senere i livet uten endring i arvematerialet (kalt fenotypisk plastisk endring). Når temperaturen er høy gir store egg en fordel fordi overføringen fra plommemasse til kroppsvæv er mindre effektiv når det er varmt i vannet, og omsetningen går hurtig, enn når det er kaldt.

Økt temperatur om våren gir laksungene tidligere utvandring til havet

Vi testet videre hvordan temperaturutviklingen om våren påvirket tidspunktet for utvandring til havet hos laksunger (smolt). Også denne delen av SISen har hatt Forskningsrådsstøtte).

Vi analyserte en 35 år lange tidsserier fra elva Imsa i Rogaland, med utvandring til havet fra 1976. Selv om flest smolt forlot elva om våren, kom det noen ungfisk ned elva alle månedene i året. Men overlevelsen i havet til dem som vandret ut i april-mai var 3 ganger høyere enn overlevelsen til dem som emigrerte resten av året. Dette er trolig en viktig årsak til at de fleste laksungene vandrer til havs om våren. Den årlige variasjonen i tid for utvandring i april-mai, da det meste av fisken kom, variert med vanntemperaturen i april. Både høy vanntemperatur og hurtigere oppvarming av vannet ga tidligere utvandring. Sannsynligvis på grunn av klimaendringer, har tidspunktet for utvandring kommet 4,2 dager tidligere per 10 år siden 1970-tallet.

Resultatene fra Imsa ble benyttet i en undersøkelse fra 67 elver fra hele laksens utbredelsesområde der det ble testet hvordan tidspunktet for smoltutvandring hos villaksen globalt har endret seg de siste 50 årene. I gjennomsnitt for alle elvene har utvandringen startet 2,5 dager tidligere pr. 10-år i denne epoken. Årsakene til forskjellen i tid mellom resultatene fra Imsa og gjennomsnittet fra alle populasjonene er antakelig at det meste av klimaendringen har skjedd etter 1975, da Imsastudien ble utført, og at endringen er sterkere i nordlige elver enn lenger sør.

I havet var laksens vekst best for de som vandret ut mellom mai og juli. Fisk som kom nedover Imsa mellom april og september syntes å vandre direkte til havs etter at de nådde utløpet. De som kom mellom september og mars ventet til april-mai før de vandret til havs. Senere migranter syntes å vente i utløpsområdet til våren før de fortsatte videre til havs.

Resultatene støtter hypotesen om at laksens overlevelse i havet i hvert fall delvis har sunket i senere år på grunn av stadig tidligere utvandringstidspunkt. Oppvarmingen i elva har vært større i elva enn i havet, og ved tidligere utvandring har fisken blitt møtt av et gradvis kaldere hav. Laksungene begynner ikke å vokse før ved 6-7 °C, og i kaldere vann blir vekst og overlevelse dårlig. Smolten har lav energitetthet og tåler sult dårlig.

Vi ser således at laksungenes utvandringstidspunkt har endret seg, ikke bare i Norge, men i hele Atlanterhavsområdet og det kaldere havvannet tidligere om våren når fiskene kommer ut for å beite i havet, påvirker fiskenes overlevelse negativt.

Lavere energiforbruk gjør røye bedre tilpasset kaldt vann enn ørret

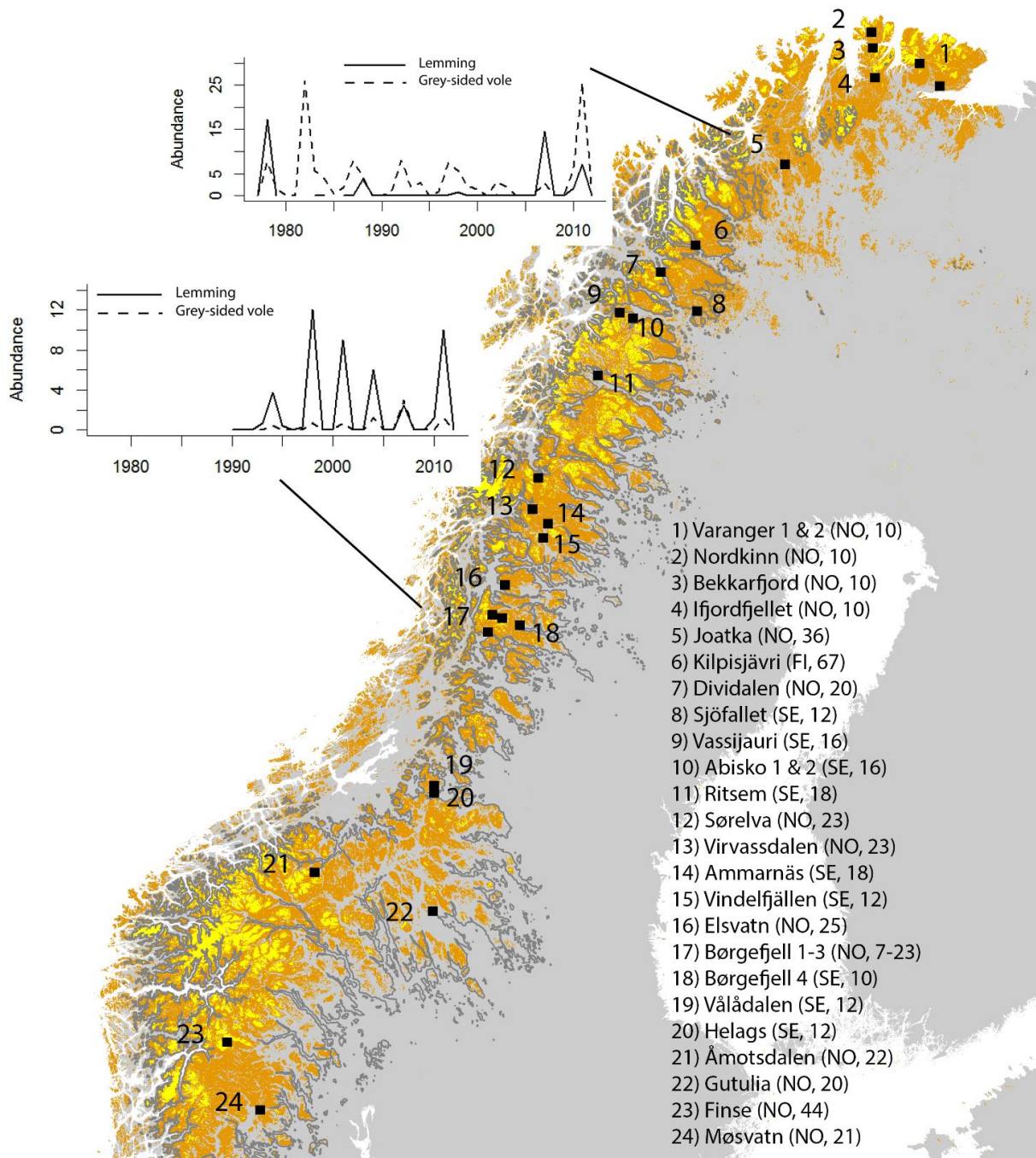
I konkurranseforsøk med ørret og røye har vi samarbeid med Gøran Englund ved Umeå universitet i Sverige der vi har utført laboratorieundersøkelser i akvarier. Her har vi vist at ørret og røye er sterke konkurrenter, men at hver av artene har konkurransefortrinn under ulike miljøforhold. Fordi ørret er

mest aggressiv, vinner denne arten i direkte konkurranse om levested og mat. Men ørretens aggressive atferden er kun lønnsom dersom innsjøens produktivitet er høy nok til at kostnadene til å dominere betaler seg gjennom tilgang til mat. Røye, på sin side, har en konkurransemessig fordel når det er lite mat fordi den er lite næringskrevende. Derfor utkonkurrerer ørret røye i varme, produktive innsjøer, mens røye utkonkurrerer ørret i innsjøer med lav produktivitet og lang, mørk vinter. Denne forskjellen kan forklare forskjeller i utbredelsen til de to artene. Det er således ikke en spesiell tilpasning til lav temperatur som gjør at røye er verdens nordligste ferskvannsfisk, men at den kan gjennomføre livssyklus selv om den får svært lite mat.

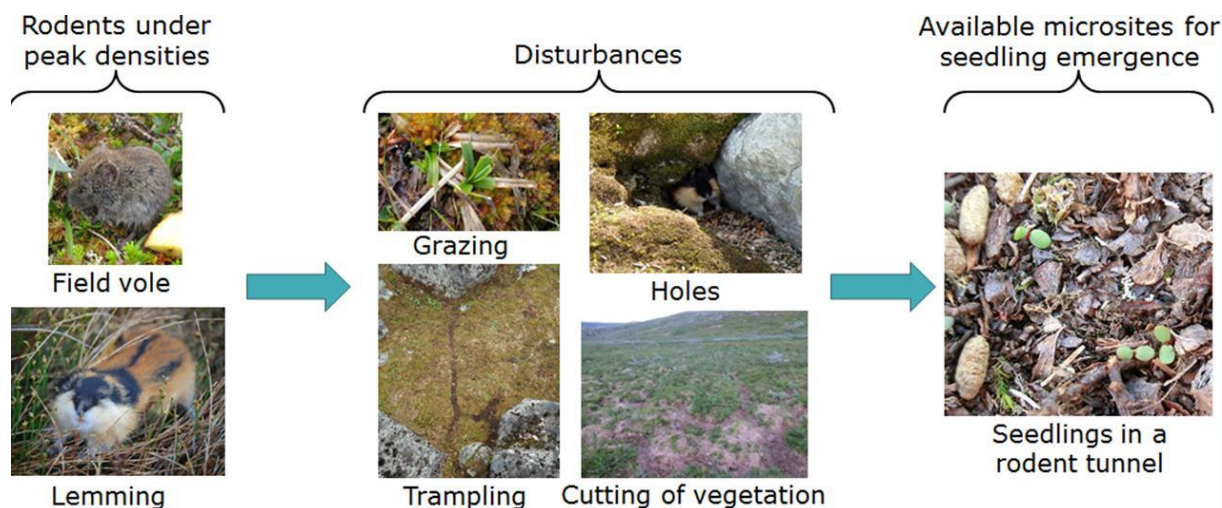
Økosystemøkologi i høyfjellet

Vi har under SIS-Klima prosjektet gjort en stor jobb med å få samlet alle eksisterende tidsserier på fangst av smågnagere i høyfjellet i Skandinavia (Norge, Sverige og Finland). Studieområdene (n= 24) dekker en nord-sør og en øst-vest klimagradiert (se kart). Tidsseriene viser stor variasjon i artsdominans og dynamikk. Hva er bestemmende for de store variasjonene i dynamikk og artssammensetning? Dette delprosjektet vil i 2015 analysere smågnagerdynamikken mot variasjon i struktur i smågangensamfunnene, vinterklima og landskap/habitat-variasjon. Dette datamaterialet har et potensiale til å kunne gi oss svar på en rekke aktuelle problemstillinger framover og inngår allerede i flere søknader sendt til NFR.

Smågnagere er nøkkelarter i høyfjellsøkosystemet, som virker både oppover og nedover i næringskjeden. De er sentrale byttedyr for en rekke smågnagerspesialister, som bare får fram unger i smågnagerår. Vi viser i dette prosjektet også at smågnagerne har stor innvirkning nedover i næringskjeden på vegetasjonen. 2011 var et smågnagerår. Da beitet gnagerne så hardt på vegetasjonen at det syntes fra verdensrommet. Sommeren 2012, da gnagerbestanden hadde kollapset kunne vi observere at det hadde vært stor smågnageraktivitet under snøen. Blåbær og krekling var kuttet ned i store områder nært snøleiene. Lemen og mus hadde rotet rundt i strø og jord og laget små åpninger der frø kunne slå rot og vokse. Vi fant flere spireplanter i prøveflatene våre etter dette store gnageråret (Nystuen et al. 2014). Det synes som om smågnagerne åpner landskapet, holder busker nede og gjødsler jorden. Gnagerens betydelige beiting og gjødsling i fjellet har trolig innvirkning på utformingen av vegetasjonen og artsmangfoldet der.



Figuren viser fordelingen av områder der smågnagerne til tidsseriene har blitt innsamlet.

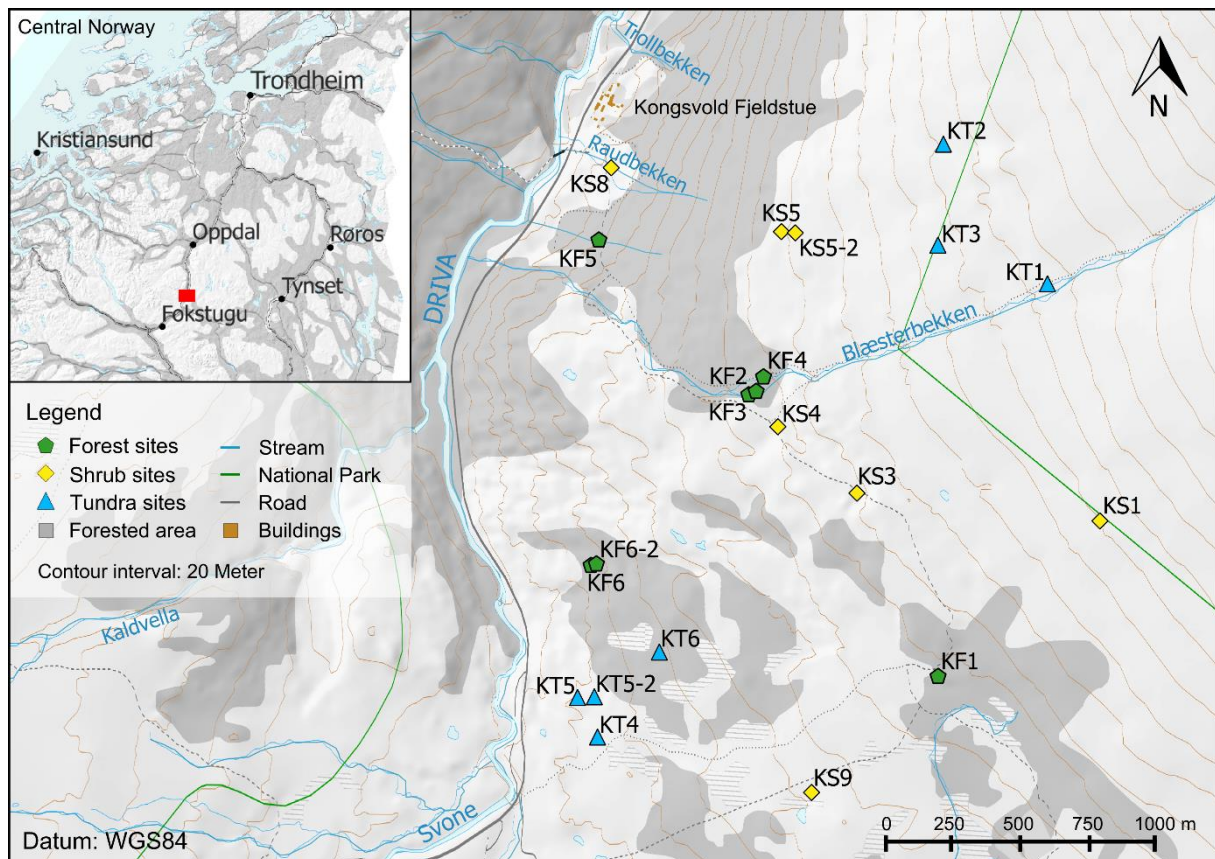


Figuren illustrer hvordan smågnagerne gjennom sin atferd påvirker frøspiringen i fjellet.

Flerårige studier av smågnageraktivitet (2007-2014) langs høydegradienter i Dovrefjell, startet SIP Ecodriver i 2007, videreført gjennom Klima SIS, viser at busk og kratt virker som hot spots i landskapet (Eide, Evju og Rusch *foreløpige analyser som slutføres 2015*). Her er forekomsten av herbivore gjennomgående høyere og mer stabil enn i eng og hei. Klima, og særlig vintersesongens varighet har stor innvirkning på vegetasjonsstrukturen. Med utsikter til kortere vintre kan vi forvente at busk- og vedvekster får større utbredelse. Dette kan få kaskade-effekter oppover i næringskjeden, da økt utbredelse av busk og kratt drar med seg boreale arter. Dette kan gi en stabilisering av næringsgrunnlaget, som også kan dra konkurrerende predatorer opp i høyfjellet. Dette kan svekke konkurransegrunnlaget til alpine arter, som nettopp er tilpasset den karakteristiske ustabiliteten det marginale høyfjellsøkosystemet tilbyr. Framvekst av busker og trær vil også redusere mengden høyfjell dramatisk. Storskala effektene av dette vil bli videre undersøkt i ECOFUNC (244557).

Effekter på økosystemfunksjonen

Vi undersøkte effektene av terrestrisk vegetasjon og av en endret snødybde på biologisk mangfold og funksjon (økologiske prosesser på økosystemnivå) i alpine akvatiske økosystemer. Resultatene så langt viser at både vegetasjonstype og snødybde påvirker økologien i alpine bekker. For eksempel favoriserte økt skygge (områder med økede grad av skog/busk-vegetasjon) makro-invertebraters nedbrytning av løvmateriale mens en reduksjon i snødybde reduserte nedbrytningen. Nedbrytning av organisk materiale i ferskvann er en viktig økologisk prosess og en viktig økosystemtjeneste. En endring av denne kan få store konsekvenser for natur og for mennesker. Videre favoriserte økt skygge utbredelsen og diversiteten av makro-invertebratene, mens en reduksjon i snødybde var negativt og endret artssammensetningen mot mer opportunistiske arter på bekostning av de mer spesialiserte artene. Effektene på bio-mangfoldet var større i tundra enn i skog og minst i bekker som rant gjennom områder med busk-vegetasjon. Økt temperatur og redusert snødybde kan potensielt svekke økologisk funksjon og diversitet i alpine bekker, mens tilvekst av buskvegetasjon kan øke diversiteten og økologisk funksjon. De relative effektstyrkene ble ikke kvantifisert i disse studiene og er fortsatt ukjent, men funnene løfter frem viktigheten av å adressere klimaendringenes effekt på økologien til fjellbekker. Eksperimentområdene er vist på nedenforstående kart.



Hoveddelen av felt- og laboratoriearbeidet ble slutført i 2014. I tillegg ble to masteravhandlinger innenfor arbeidspakken levert og forsvart.

Kunstig reduksjon av snødybden hemmet nedbrytningen av blader. Videre favoriserte skyggemengden utbredelsen og diversiteten blant bunnlevende, virvelløse dyr. Redusert snødybde hadde motsatt effekt. Det fremmet opportunistiske arter som er mindre selektiv i valg av føde. Påvirkningen var sterkere på tundraen enn i bekkene som rant gjennom vierbeltet og skoglandskap. Dette betyr at mer oppvarming og mindre mengder snø i fjellet som følge av klimaendring vil hemme mangfoldet og økosystemfunksjonene i bekker i kildeområdet. Høyere vegetasjon, på sin side, har motsatt effekt. Dette er motsatte effekter, og det er derfor god grunn til fortsatt å studere påvirkningen av klimaendring på økologien i fjellbekker.

To bilder fra feltarbeidet er vist nedenfor:

Innsamling av bunndyr i fjellbekk:



Område der snødekket ble fjernet:



Terrestrisk vegetasjon påvirker vannøkosystemene

Vannøkosystemene påvirkes av klimarelaterte endringer i terrestrisk vegetasjon. Vi har i samarbeid med forskningsgrupper ved Universitetet i Oslo arbeidet med å utvide landsdekkende modeller for å forutsi primærproduksjonen og sentrale vannkjemiske variabler i innsjøer i Fennoskandia. Dette arbeidet er basert på bruk av fjernmålingsdata kombinert med terrengmodeller basert på geografiske informasjonssystemer (GIS) og nedskalerte klimadata. Inkludert i dette arbeidet er aggregering av en helt ny 10m digital høydemodell for Fennoskandia og en database over fennoskandiske innsjøer som har blitt brukt som basis for å definere nedbørsfelt. Dette arbeidet ferdigstilles løpet av våren 2015.

Virkingen av karbontilførsel på produksjonen av ferskvannsfisk er avhengig av artssammensetning

Ved bruk av modeller som beskriver sammenhengen mellom landskapsvariabler i nedbørsfeltet og konsentrasjon av organisk karbon i innsjøer har vi tidligere undersøkt virkingen av karbontilførsel på produksjonen av ferskvannsfisk. Tilførsel av organisk karbon (humus) til innsjøer er i stor grad avhengig av mengde og type terrestrisk vegetasjon i nedbørsfeltet, samt avrenning. Disse variablene er i høy grad klimastyrte. Økt nedbør og temperatur gir mer vegetasjon og økt avrenning av organisk karbon og brunere vann. Dette gjør at mindre lys slipper ned i vannet og primærproduksjonen minsker. Humøst og brunt vann gir derfor lavere produksjon i innsjøer. Vi har tidligere vist, gjennom å koble sammen store databaser på prøvefiske fra en-arts fiskesamfunn med beregnet karboninnhold i innsjøer, at organisk karbon har en positiv effekt ved lave konsentrasjoner, og at den negative effekten først slår inn ved høyere konsentrasjoner. Gjennom å utvide datagrunnlaget til å inkludere flerartssamfunn har vi vist at sammenhengen mellom organisk karbon og fiskeproduksjon for enkeltarter avhenger av fiskesamfunnets sammensetning. Generelt synker produksjon av ørret med antall arter i fiskesamfunnet. Produksjonen synker også ved høye konsentrasjoner av organisk karbon. Ved høye karbonnivåer synker ørretproduksjonen hurtigere jo flere fiskearter som er tilstede. Dette har sannsynligvis sammenheng med at flere arter gir en begrensning i ørretens habitatbruk og nisje-

muligheter. Spesielt litoralsonen (bunnområder som ligger så grunt at nok lys til produksjon av planter og alger slipper ned) er ørretens viktigste habitat, og denne minsker sannsynligvis raskere i størrelse enn andre habitater i innsjøen med økende tilførsel av organisk karbon.

Samfunnets syn på klimaendringen

Det er ingen nye resultater, men de tidligere rapporterte resultatene er ferdig bearbeidet og et manuskript 'Cool dudes in Norway: Climate change denial among conservative Norwegian' er sendt til tidsskriftet for vurdering og eventuell publisering.

Andre gjennomførte aktiviteter

Vi har også gjennomført nye eksperimenter som ennå ikke er ferdig analysert. Dette gjelder konkurranse-eksperimenter som tester de fysiologiske og atferdsmessige mekanismene som styrer atferden til ørret og røye, og betydningen av snødybde på økosystemfunksjonen. I tillegg vil vi undersøke effektene av beiting og gjødsling av pattedyr på økologisk funksjon i bekker. Eksperimentet er oppstartet og materiale innsamlingen avsluttes våren 2015.

Betydning i større sammenheng

De økologiske eksperimentet med laks viser hvordan endringer i temperatur påvirker vår modell-organisme. Vi entret vintertemperaturen 4 °C, hvilket er ventet temperaturendring om vinteren innen 2080 ifølge FNs klimapanel. En slik temperaturendring kan endre arters livshistorie slik eksperimentet med laks viste. Forandringen i avkominvesteringen skjer innen en generasjon (uten endring i arveanleggene). En slik fenotypisk plastisk forandring i økologiske trekk på grunn av endret temperatur under fosterutviklingen er også relevant for mange andre vekselvarme dyr, og viser hvordan organismene kan møte klimaendringen uten at det er nødvendig med forandring av arveanleggene i bestanden. Vi antar at endringen er adaptiv i den forstand at den bedre tilpasser organismen til det endrede klimaet innen det temperaturnivået vi venter i dette hundreåret. Det er sannsynlig at tilsvarende tilpasninger finnes hos andre arter laksefisk med lang fosterutvikling gjennom vinteren.

Økt temperatur under fosterutviklingen ga også økt vekst hos laksungene. Økt vekst i ungestadiet gir typisk yngre alder ved kjønnsmodning. En slik effekt på laksen i saltvann fikk vi imidlertid ikke av økt temperatur under fosterutviklingen. For voksen laks var det veksten i havet som var viktigst for når fisken ble kjønnsmoden. Det finnes ingen lignende forskning på andre arter, og det er interessant å teste hvor generelt dette resultatet er.

I hele laksens utbredelsesområde har temperaturøkningen i elvene siden 1970-tallet ført til tidligere utvandring av laksungene (smolten) om våren. Denne endringen synes å være maladaptiv idet havtemperaturen i det nordlige Atlanterhavet har forandret seg saktere enn det elvetemperaturen har gjort. En mismatch mellom temperaturen i elvene og havet reduserer fiskenes vekst og overlevelse i havet, en negativ utvikling som har foruroliget lakseforskere over hele verden. Bare tilpasning gjennom naturlig utvalg over lang tid som motvirker forandrer tidspunktet i utvandring mot senere utvandring, vil bestandene tåle et slikt resultat av klimaendringen. Denne forskningen er relevant også for andre vandrende fisker.

Det er generelt antatt at vanntemperaturen avgjør fiskearters utbredelse. Røye og ørret har lik temperaturltilpasning i forhold til næringsopptak og vekst, og ingen av artene har spesielle fysiologiske tilpasninger til liv i kaldt vann. Likevel er utbredelsen forskjellig med mer nordlig utbredelse av røye enn ørret. For eksempel er røye eneste ferskvannsfisk på Svalbard. Vår forskning har vist at dette skyldes ulikt energiforbruk i forhold til temperaturen der ørreten har dobbelt så høyt forbruk som røye. Dette gjør at ørreten utkonkurreres i kalde, fattige økosystemer. Røye er imidlertid lite aggressiv og utkonkurreres av ørret i grunne, rikere systemer der de mangler en dypvannssone der de kan unngå konkurransen fra ørret. På denne måten er det ikke bare temperaturen som er avgjørende for utbredelsen, men også konkurransen med andre arter. Dette er et viktig resultat som kan øke vår forståelse av utbredelsen til såkalte artspar.

Smågnagerforskningen i fjellet har dokumenterer at lemen nærmest opptrer som «gartnere i egen hage». Gjennom kutting av dvergbusker og roting i jorda gir den gode forhold for frøspredning og etablering av spireplanter. Smågnagerne er nøkkelarter som virker kraftig både nedover og oppover i det terrestre økosystemet. De kan trolig også virke inn på akvatiske miljøer i høyfjellet. Hva som styrer gnagerdynamikken er tross mye forskning fortsatt en gåte. Vi undersøker hvordan artsstruktur, klima- og landskapsvariasjon påvirker de regelmessige svingningene med toppår hvert 3-5 år.

Eksperimentene med endret snødybde er også interessante i en videre sammenheng. Med klimaendringen er det ventet at snømengden i lavlandet vil avta, mens den i høyfjellet vil øke. Eksperimentene vil vise ventet effekter på sekundærproduksjonen i bekker.

Modelleringsarbeidet har gitt en ny 10m digital høydemodell for Fennoskandia og en database over Fennoskandiske innsjøer. Dette er viktig som basis for å definere nedbørsfelt. Resultatene vedrørende sammenhengen mellom vannets karboninnhold og fiskeproduksjon er viktig for å forklare produksjonsvariasjonen mellom innsjøer.

Den samfunnsvitenskapelige delen av prosjektet har demonstrert at konservative menn er mer skeptiske til om det er en klimaendring, og om den i tilfelle er menneskeskapt, enn andre deler av den norske befolkning. Dette viser hvem som er skeptiske og kan legge til rette for bedre informasjon om klimaendringene for også å kunne nå denne gruppen av befolkningen.

Videreføring

Dette er siste år i denne SISEn, og en vesentlig del av arbeidet i 2015 vil bestå i å avslutte prosjektet med ytterligere publisering. Når det gjelder klimaeffekter på laks vil vi nå se på betydningen av den endrede havtemperaturen i Norskehavet for vekst, størrelse, alder ved kjønnsmodning og overlevelse for fisken i Imsa fra 1976 til nå. Vi gjør dette i samarbeid med Havforskningsinstituttet som har temperaturdata fra laksens beiteområde. Vi vil videre analysere resultatene fra konkurranseeksperimentene med ørret og røye. Vi har også planlagt å koble smågnagerdataene med data for flere arter (fjellrev, rødrev, rypearter). Videre skal vi undersøke om det er muligheter for å koble disse dataene til tidsserier fra akvatiske økosystemer i de samme områdene som smågnagerdataene er innsamlet. Når det gjelder effekten av snødybde på faunaen i fjellbekker gjenstår behandling av innsamlet materiale og publisering. Gjennom en masteroppgave har vi evaluert sammenhengen mellom variable brukt for terrestrisk produksjon (diameter- og høydevekst av furu), produksjon målt fra satellitt (NDVI) og registrert klimadata (temperatur og nedbør), og i tillegg evaluere hvordan sammenhengen varierer over tid og rom. Studien er lokalisert til to regioner i Norge; en i sør og en i nord, i hver av regionene det er to studieområder; et i vest med kystklima og et i øst med innlandsklima. Analysene omfatter de fire siste tiårene. Masteroppgaven vil bli innlevert og forsvares i mai/juni 2015, og vil resultere i en innsendt vitenskapelig artikkel senere i 2015.

Publikasjoner

Aspaas, A. M. (2014) Snow depth alteration and vegetation cover effects on invertebrate communities in headwater streams. Master thesis. Norwegian university of science and technology.

de Wit, H.A., Bryn, A., Hofgaard, A., Karstensen, J., Kvalevåg, M., Peters, G. (2014) Climate warming feedback from mountain birch forest expansion: reduced albedo dominates carbon uptake. *Global Change Biology* 20: 2344-2355. doi: 10.1111/gcb.12483

Eikland, K. A. (2014). Snow depth and vegetation cover effects on ecological functioning in headwater streams. Master thesis. Norwegian university of science and technology.

Hendrichsen DK, Finstad AG, Nilssen EB and Schmidt NM (2014) Spatio-temporal variation in trophic interactions of plankton communities during a high Arctic summer. Presented at 'Joint Aquatic Sciences Meeting', 18-23 May 2014, Portland, USA. Oral presentation

Jonsson, B. (2014) Lykkelig laksebarndom? *Alt om fiske* (2014, 4): 88-89.

Jonsson, B., Jonsson, N. & Finstad, A.G. (2014) Linking embryonic temperature with adult reproductive investment. *Marine Ecology Progress Series* 515: 217-226. doi: 10.3354/meps11006

Jonsson, B. & Jonsson, N. (2014) Early environments affect later performances in fishes. *Journal of Fish Biology* 85: 155-188. doi: 10.1111/jfb.12432

Jonsson, N. & Jonsson, B. (2014) Time and size at seaward migration influence the sea survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Fish Biology* 84: 1457-1473. doi:10.1111/jfb.12370

Jonsson, N. & Jonsson, B. (2014) Vanntemperaturen under fosterutviklingen hos laks har betydning for utviklingen senere i livet. *Naturen* 138: 191-195.

Mathisen I.E., Mikheeva A., Tutubalina O.V., Aune S. and Hofgaard A. (2014) Fifty years of tree line change in Khibiny Mountains, Russia: advantages of combined remote sensing and dendroecological approaches. *Applied Vegetation Science* 17: 6-16. doi: 10.1111/avsc.12038.

Nystuen, K.O., Evju, M., Rusch G. M., Graae, B. & Eide, N. E. (2014) Rodent population dynamics affect seedling recruitment in alpine habitats. *Journal of Vegetation Science* 25: 1004–1014. doi: 10.1111/jvs.12163

[Otero, J.](#), [L'Abée-Lund, J.H.](#), [Castro-Santos, T.](#), [Leonardsson, K.](#), [Storvik, G.O.](#), [Jonsson, B.](#), [Dempson, B.](#), [Russell, I.C.](#), [Jensen, A.J.](#), [Baglinière, J.L.](#), [Dionne, M.](#), [Armstrong, J.D.](#), [Romakkaniemi, A.](#), [Letcher, B.H.](#), [Kocik, J.F.](#), [Erkinaro, J.](#), [Poole, R.](#), [Rogan, G.](#), [Lundqvist, H.](#), [Maclean, J.C.](#), [Jokikokko, E.](#), [Arnekleiv, J.V.](#), [Kennedy, R.J.](#), [Niemelä, E.](#), [Caballero, P.](#), [Music, P.A.](#), [Antonsson, T.](#), [Gudjonsson, S.](#), [Veselov, A.E.](#), [Lamberg, A.](#), [Groom, S.](#), [Taylor, B.H.](#), [Taberner, M.](#), [Dillane, M.](#), [Arnason, F.](#), [Horton, G.](#), [Hvidsten, N.A.](#), [Jonsson, I.R.](#), [Jonsson, N.](#), [McKelvey, S.](#), [Næsje, T.F.](#), [Skaala, O.](#), [Smith, G.W.](#), [Sægvog, H.](#), [Stenseth, N.C.](#), [Vøllestad, L.A.](#) (2014) Basin-scale phenology and effects of climate variability on global timing of initial seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Global Change Biology* 20: 61-75. doi: 10.1111/gcb.12363

Naturgoder i skog – biomangfold, klimatiltak og næringsressurser

Varighet: 2013-2017

Budsjett: 1,3 mill. årlig

Prosjektleder: Annika Hofgaard

Prosjektdeltakere: Björn Nordén, Erik Stange, Henrik Lindhjem, Jarle W Bjerke, Olav Skarpaas, Per Arild Aarrestad

Assosierte medarbeidere: Erik Framstad, Matthias Schröter, David Barton, Stefan Blumentrath

Skogen i Norge har en nøkkelrolle for bevaring av biomangfoldet, for klimasystemet som karbonlager og karbonbinding, for folks friluftsliv og naturopplevelse, samt for næringer knyttet til utnytting av skogressursene. I regjeringens klimamelding (Meld. St. 21 (2011-2012)) legges det stor vekt på klimatiltak i skog, med potensielle konsekvenser for andre naturgoder (økosystemtjenester). Prioritering mellom ulike naturgoder blir ofte satt opp mot hverandre, der bevaring av biomangfoldet ved bl.a. skogvern, står i motsetning til skogbruk og skogreising. Videre er det ulike syn på om vern av gammelskog eller aktiv skogsdrift er best for klimaet. Mye tyder på at det ikke alltid trenger å være

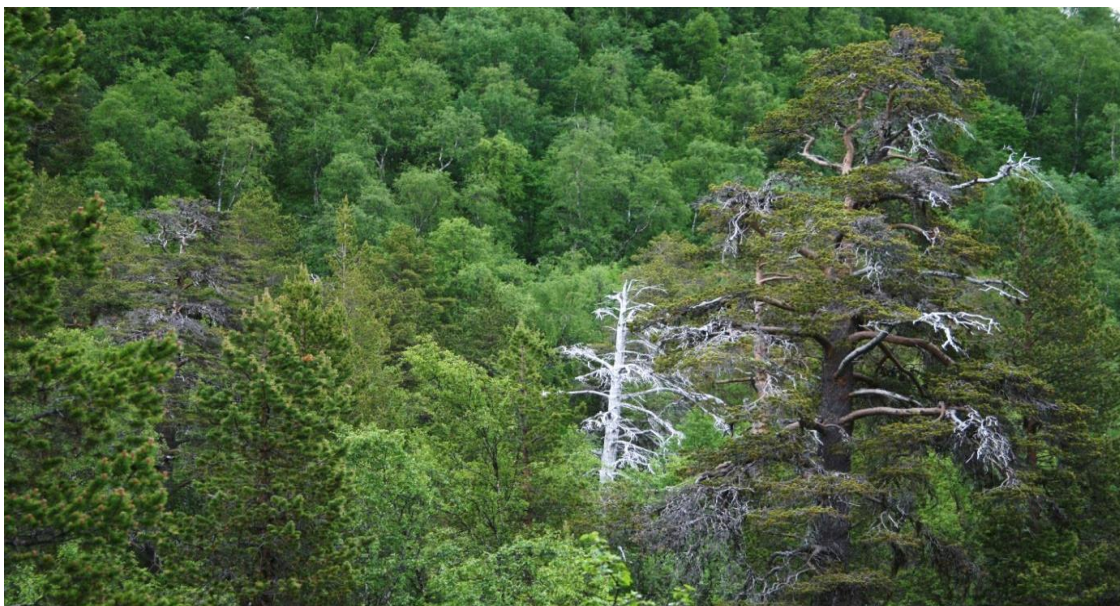
klare motsetninger mellom skogforvaltning, bevaring av biomangfold og/ eller klimatiltak der bevaring av gammelskog på visse arealer ikke trenger å innebære store konflikter med skogbruket. Vi har imidlertid for dårlig kunnskap om hvordan ulike typer skogforvaltning påvirker ulike naturgoder knyttet til biomangfold, karbonlager og skogen som næringsressurs. Kunnskapen er særlig dårlig når skogforvaltningen ses i landskapssammenheng og over tid. Videre trenger man mer kunnskap om hvordan man for eksempel kan gjøre en arealmessig differensiering av skogforvaltningen for å bevare biomangfoldet og bevare karbonlageret best mulig i et landskap med aktiv skogsdrift, og hvordan behovet for ulike naturgoder kan eventuelt avveies i forhold til hverandre, slik at konfliktene blir minst mulig. Her kan en differensiering av hva ulike arealer skal ha som hovedfunksjon være en mulig vei å gå.

Faglige mål

- å sammenstille og videreutvikle kunnskapen om hvilke egenskaper ved skogøkosystemene som har størst betydning for biomangfoldet. SIS-en fokuserer her på lokale økologiske kvaliteter som død ved, gamle trær og ulike løvtrær, så vel som til betydningen av fordelingen av disse kvalitetene i landskapet
- å sammenstille og videreutvikle kunnskapen om hvordan skogens karbonlager varierer med ulike naturforhold og skogens alder, samt hvilken klimaeffekt karbondynamikken i ulike skogtyper og aldersklasser kan ha sammenholdt med albedo-effekten av ulike areal- og skogtyper. Denne kunnskapen vill bidra til å vurdere hva som er gunstige klimatiltak i skog
- å sammenstille metoder for å vurdere betydningen (verdien) av de ulike naturgodene knyttet til biomangfold, karbonlager og skogen som næringsressurs, samt hvordan disse kan avveies i forhold til hverandre. Dette for at forvaltningen av ulike arealer kan optimaliseres for best mulig å tilgodese de ulike målene for skogforvaltningen
- å analysere effektene av differensiert forvaltning av ulike skog/arealtyper i et konkret landskap på disse naturgodene. Aktuelle forvaltningstiltak kan være skogvern/ikke-hogst, forlenget omløpstid, mer intensiv skogskjøtsel for økt produksjon pr arealenhet, skogreising, og økt avvirkning på eksisterende skogarealer

Arbeidspakker

- AP1** Skogens rolle i klimasystemet
- AP2** Skogens biomangfold
- AP3** Skogens naturgoder
- AP4** Ulike mål for skogforvaltningen – optimal avveining



Gamle og døde trær inngår i den naturlige skogen (Foto: A. Hofgaard)

Aktiviteter og betydning i en større sammenheng

Her presenteres aktiviteter som er hel- eller delfinansiert av SISen.

På grunn av den begrensede økonomiske rammen for Skog-SISen så er hovedfokus lagt til to av arbeidspakkene: AP2 og AP3, med sammenstilling og analyse av eksisterende kunnskap og kompletterende datainnsamling som dominerende aktiviteter. Hovedaktivitetene i 2014 har derfor vært knyttet primært til planlegging, innsamling og pre-analyse av feltdata (AP2, AP3), men også publisering (alle AP), utvikling av nasjonale og internasjonale samarbeidsnettverk, og utvikling av søknader rettet mot NFR og EU (alle AP). Store deler av Skog-SISens aktiviteter inkluderer et nært samarbeid med det NFR-finansierte prosjektet ECOSERVICE (“Approaches for integrated assessment of forest ecosystem services under large scale bioenergy utilization”) som ledes av Institutt for Skog og Landskap.

Feltdatainnsamlingen (AP2) gjøres i samarbeid med Landsskogtakseringen og med fokus på de sørøstre delene av Norge. Valg av skogområder gjøres langs en skogbruksgradient fra flatehogst til gammelskog og inkluderer variabler som muliggjør analyser av sammenhengene mellom skogstruktur, skoghistorie, biodiversitet og jordforhold (jordkjemi og karboninnhold). Datainnsamlingen med hensyn til biodiversitet består av blant annet karplanter, moser og sopp. Data innen sopp-gruppen er DNA-baserte, med fokus på de for skogvekst funksjonelt viktige samfunnene av mykorrhizasopp og saprofyttisk sopp i jord. Innsamlet data vil bli brukt for å evaluere graden av overlapp mellom ulike skogbaserte økologiske, økonomiske og klimatiske samfunnsinteresser på bestands- og regional nivå. Evalueringen vil også inkludere analyser av i hvilken grad mønsteret man får fra empirien vil stemme med modeller for større skala.

Arbeidet innen AP3 og AP4 er nært knyttet til det EU-finansierte prosjekt “Operationalisation of natural capital and ecosystem services” (OpenNESS) og en case-studie som ser på økosystemtjenester i og rundt Oslo (“Oslomarka”). I OpenNESS leder NINA blant annet arbeid med integrering av monetære og ikke-monetære verdsettingsmetoder for vurdering av økosystemtjenester. Oslomarka-prosjektet inneholder spørreundersøkelser av folks bruk og verdsetting av grøntarealer (som en kulturell økosystemtjeneste), inkludert skogområdene rundt Oslo.

Skog-SISen bruker i tillegg etablerte samarbeid med en rekke innenlandske og utenlandske institutter og universiteter; som for eksempel Norsk institutt for vannforskning, Norsk institutt for skog og landskap, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), University of Québec in Abitibi-Témiscamingue (UQAT), University of Barcelona, Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet, og Sveriges Lantbruksuniversitet.

Resultater og videreføring

Denne SISen er kommet nesten halvveis i det planlagte arbeidet for hele SIS-perioden, og resultater så langt er presentert nedenfor under “Publikasjoner”. Arbeidet i 2015 vil i hovedsak ha fokus på AP2 og bestå av kompletterende feltdatainnsamling, analysearbeid og sammenstilling av primærresultater. Deretter vil spørsmålene om geografisk og funksjonell fordeling av biodiversitet, andra naturgoder, og skogproduksjon analyseres.

Videre vil vi (AP1), i samarbeid med ECOSERVICE og UQAT, studere sammenhenger i skogproduksjon over store avstander (teleconnections). Arbeidet er inkludert i det dendroklimatiske PhD-prosjektet til Clementine Ols (UQAT & NINA): “Patterns of anomalous growth in boreal forests of the North Atlantic region”. Ytterligere har vi gjennom en masteroppgave (Ingvil H. Kålås; NTNU), i samarbeid med NINAs Klima-SIS, evaluert sammenhengen mellom skogproduksjon (diameter- og høydevekst av furu), produksjon målt fra satellitt (NDVI) og klimadata (temperatur og nedbør), og hvordan sammenhengen varierer over tid og rom. Analysene omfatter fire områder i Norge og de fire siste tiårene. Masteroppgaven vil bli innlevert i mai 2015, og en vitenskapelig artikkel er planlagt senere i 2015.

AP3 og AP4 planlegges i parallell og vil utnytte case-studie arbeidet i OpenNESS, med vekt på skog rundt Oslo og økosystemtjenestene karbonopptak og lagring, biomangfold, skogbruk og rekreasjon. Det er ønskelig å legge på egne versjoner av spørreskjemaene som kan brukes i Skog-SISen. Aktivitetene vil også bli koordinert med forskningsprosjektene KLIMALAND (NFR-finansiert og ledet av Statistisk Sentralbyrå) og ECOSERVICE, der avveiningen mellom skogbruk og andre økosystemtjenester også er viktige prosjektkomponenter.

Publikasjoner

Foredrag, kronikker og høringsuttalelser

Bevanger K., Hofgaard A., Finstad A.G., Eide N., Ødegård F. & Bjerke J.W. 2013. Naturen og klimaet. Kronikk i Adressa 2. november 2013. **(AP1)**

Framstad, E. 2013. Svar til kronikk av Jarle E. Holberg, Allskog, i Stjørdalens Blad 29. juni. Skogsveier som miljøtiltak? Ikke for det biologiske mangfoldet. 13. juli 2013. **(AP2)**

Framstad, E. 2013. Skogvern som klimatiltak. Debattinnlegg. Dagens Næringsliv 4. oktober 2013. **(AP1, 2)**

Hofgaard A. 2013. Nordic-Canadian network of forest research – main activities. SNS research project start-up meeting, Hunnebostrand, Sweden. 8. oktober 2013. **(AP1)**

Hofgaard A. 2015. Warming vs. Grazing Impacts on Birch Growth in the Alpine Tundra. Invited presentation (27 January). Los Alamos National Laboratory (LANL), New Mexico, USA. **(AP1)**

Hofgaard A. 2015 Subarctic forest advance – empirical-based results vs. modeled predictions. Invited presentation (28 January) Los Alamos National Laboratory (LANL). New Mexico, USA. **(AP1)**

Lindhjem, H., Grimsrud, K., Navrud, S. & Kolle, S.O. 2013. The Social Benefits and Costs of Preserving Forest Biodiversity and Ecosystem Services. Presented by S. Navrud at the workshop "Forest Sector Modelling and Multifunctionality in Forests" at INRA, Nancy, France 31 May - 1 June. **(AP 3-4)**

NINA 2013. Høringsuttalelse "Planting av skog på nye arealer som klimatiltak" på Miljødirektoratets Rapport M26-2013 "Planting av skog på nye arealer som klimatiltak. Egnede arealer og miljøkriterier". 29. oktober 2013. **(AP1, 2)**

Stange, E. 2013. Naturgoder i skog – biomangfold, klimatiltak og næringsressurser. Foredrag på NINA-DN Dagen, 28. august 2013. **(AP1, 2, 3, 4)**

Sverdrup-Thygeson, A. & Framstad, E. 2013. Verdien av veiløs skog. Kronikk i Nationen 13. august 2013. **(AP2)**

Sverdrup-Thygeson, A., Framstad, E. & Skogen, K. 2013. Gammelskogens fordeler. Kronikk i Klassekampen 17. juni 2013. **(AP2)**

Vitenskapelige publikasjoner

Aarrestad, P.A., Bendiksen, E., Bjerke, J.W., Brandrud, T.E., Hofgaard, A., Rusch, G. & Stabbetorp, O.E. 2013. Effekter av treslagsskifte, treplanting og nitrogengjødsling i skog på biologisk mangfold. Kunnskapsgrunnlag for å vurdere skogtiltak i klimasammenheng. NINA Rapport 959. 69 s. **(AP1, 2)**

de Wit, H.A., Bryn, A., Hofgaard, A., Karstensen, J., Kvalevåg, M. & Peters, G. 2014. Climate warming feedback from mountain birch forest expansion: reduced albedo dominates carbon uptake. *Global Change Biology* 20: 2344-2355. **(AP1)**

Lindhjem, H, Grimsrud, K., Navrud, S. & Kolle, S.O. In press. The Social Benefits and Costs of Preserving Forest Biodiversity and Ecosystem Services. Forthcoming in special issue of *Journal of Environmental Economics and Policy*, summer 2015. (AP 3-4)

Mathisen, I.E., Mikheeva, A., Tutubalina, O.V., Aune, S. & Hofgaard, A. 2014. Fifty years of tree line change in Khibiny Mountains, Russia: advantages of combined remote sensing and dendroecological approaches. *Applied Vegetation Science* 17: 6-16 (AP1)

Mitani, Y. & Lindhjem, H. In press. Forest owners' participation in voluntary biodiversity conservation in Norway: What does it take to forego forestry for eternity? *Land Economics* (Mai 2015). (AP3)

Schröter, M., Rusch, G.M., Barton, D.N., Blumentrath, S. & Nordén, B. 2014. Ecosystem services and opportunity cost shift spatial priorities for forest biodiversity conservation. *Plos One* 9(11): e112557. 12pp. (AP2)

ECOCOAST: Human impacts in coastal ecosystems – effects on ecosystem structure and function

Varighet: 2012-2015

Budsjett: Totalt NOK 7,6 millioner

Prosjektdeltagere: Per Fauchald (Leder) Ingebrigt Uglem, Bengt Finstad, Kari E. Ellingsen, Sveinn Are Hanssen

Beskrivelse og målsetning

Prosjektet har som hovedmål å undersøke effekten av menneskelige drivere på norske kystøkosystemer. Prosjektet fokuserer på to typer drivere: forstyrrelse av habitater og høsting. Innenfor disse to temaene er prosjektet delt inn i fire uavhengige arbeidspakker (WP) som undersøker hvert sitt system.

Tema 1: Forstyrrelse av habitater:

WP 1 undersøker effekten av oppdrettsanlegg på ville fiskesamfunn gjennom kvasi-eksperimentelle (BACI) forsøksoppsett.

WP 2 undersøker hvordan biologisk mangfold hos bunndyr påvirkes av forstyrrelse fra bunntråling.

Tema 2: Høsting

WP 3 undersøker hvordan havklima og fluktuasjoner i høstbare fiskebestander påvirker den romlige organiseringen av predator og byttedyr i pelagiske økosystemer.

WP 4 undersøker hvordan predasjon fra havdykkender, endrede isforhold og invasjon av kongekrabbe påvirker bunnsamfunnene i den sublittorale sonen.

Oppnådde resultater og aktiviteter

WP 1: Oppdrettsanlegg og villfisk

Organisk avfall fra oppdrettsanlegg påvirker villfisk

Organisk avfall i form av spillfôr og eventuelt også fekalier påvirker marin villfisk på flere måter. Foruten at villfisken kan fungere som et biofilter ved at den spiser fôret før det når bunnen, kan inntak av spillfôr påvirke reproduksjonsevnen, konsumkvaliteten og matvaretryggheten (miljøgifter). I dette prosjektet har vi spesielt fokusert på hvordan tiltrekning til lakseanlegg påvirker sei og hyse som spiser spillfôr.



Sammenhenger mellom lakseanlegg og vill marin fisk og effekter og implikasjoner for fiskerier og forvaltning. Grønne bokser studeres i EcoCoast.

Spillfôr øker fiskestørrelsen og biomassen av villfisk rundt merdene

Generelt blir villfisk som spiser spillfôr større og fetere enn annen villfisk. Funn fra EcoCoast basert på feltundersøkelser med ekkolodd og bioenergetisk modellering, tyder på at organisk avfall fra lakseoppdrett fører til økt biomasse av villfisk i områder med anlegg.

Konsumkvaliteten til villfisk reduseres rundt merdene

Innsamling av sei fra nærområdet rundt lakseanlegg og kontroll-lokaliteter har bekreftet og styrket tidligere antagelser om at konsumverdien, målt som filet kvalitet, kan forringes ved en diett bestående av laksepellets med høyt fettinnhold. Kvalitetsforskjellene reflekteres i biokjemisk variasjon (fettsyrer, metabolitter og sporstoffer).

Det er også samlet inn et betydelig materiale for måling av miljøgifter i sei og hyse som er fanget ved oppdrettsanlegg. Disse to artene representerer henholdsvis pelagiske og bentiske livshistorier, noe som kan påvirke innholdet av miljøgifter. Analyser av dette materialet er under slutføring.

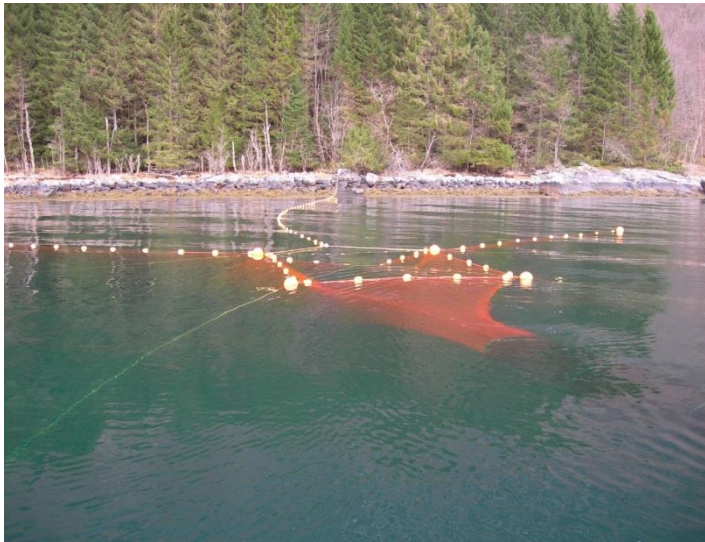
Konsumkvaliteten til villfisk varierer med fiskemetode

Resultater fra prosjektet viser også at konsumkvaliteten av villfisk fanget i nærheten av oppdrettsanlegg er avhengig av fiskemetode (juksa vs. garn), noe som betyr at det kommersielle fisket etter sei i oppdrettsintensive områder kan tilpasses slik at kvaliteten maksimeres ved å fangste sei på best mulig måte (juksa, umiddelbar bløgging og ising). Et slikt fiske krever imidlertid at både

forvaltningen og oppdrettsaktiviteten tilpasses, gjennom unntak fra fiskeforbudssone og koordinering av aktiviteter ved anleggene og fisket (f.eks. ved bruk av medisineret lusefôr).

Vill laksefisk smittes av lus fra oppdrettsanleggene –hva er tålegrensen?

Smitte av lakselus fra oppdrettsanlegg kan være en betydelig trussel for vill laksefisk. I prosjektet er det utført flere forsøk for å undersøke tålegrensene hos laksefisk med hensyn til lakselus. I 2013 og 2014 ble vill sjøørret med ulik infeksjonsnivå fanget i spesialutviklede ruser, og overført til individkar hvor de ble overvåket de neste ukene. Prøver til blod- og vevsanalyser ble foretatt (stress/osmoregulering/immunrespons/sjøvannstoleranse) ved forsøksstart og forsøkslutt. I 2014 var lusepåslagene så høye at tålegrenseforsøket måtte avsluttes etter 12 døgn på grunn av høy dødelighet. Resultatene fra forsøkene vil bli rapportert i 2015.



Fangstruse for å foreta levendefangst av sjøørret. Foto: Marius Berg (NINA).

Hvordan påvirker lakselus atferden til infiserte villfisk?

I 2013 og 2014 ble det også gjennomført eksperimenter for å undersøke hvordan lakselus påvirker atferd og overlevelse hos villfisk. Vill luseinfisert sjøørret ble fanget inn og delt i to grupper, hvor den ene gruppen ble behandlet med lusemiddel. Fiskene ble deretter merket med akustiske sendere og sluppet fri. Dette eksperimentet gjør det mulig å undersøke om luseinfisert fisk har høyere dødelighet og oppsøker andre leveområder enn fisk behandlet med lusemiddel. Resultatene i denne SISen samkjøres med resultatene fra «Lakse-SISen» og rapporteres i løpet av 2015.

WP 2: Bunntråling og bunndyr i Barentshavet

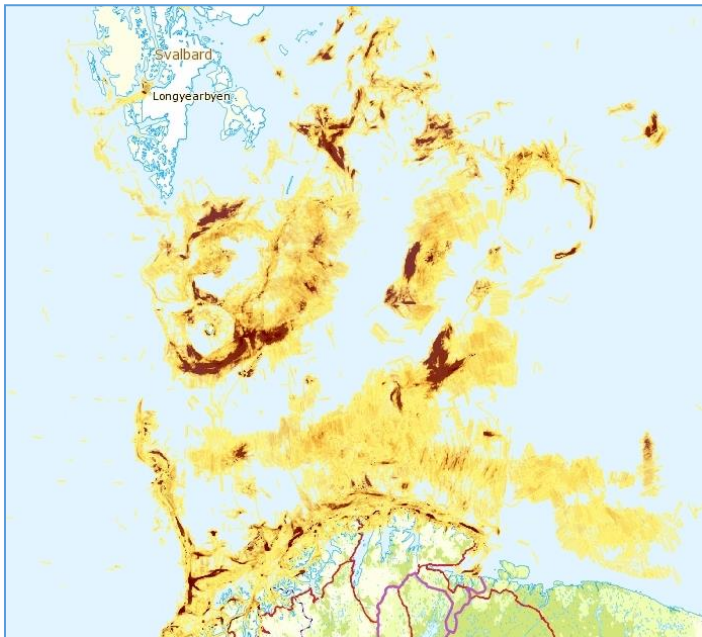
Bunntråling setter spor og endrer bunndyrssamfunnet

Intensiv bunntråling er en av de største fysiske forstyrrelsene på habitater og organismer på kontinentalsokkelen over hele verden. Bunntråling ekspanderer nå også til stadig dypere habitater og til høyere breddegrader, men det finnes per i dag ikke så mange effektstudier i slike områder. Fiske med bunntrål setter spor og forstyrrer bunnhabitater ved at trålingsredskapene blander og virvler opp sedimentene. Bunntråling har den utilsiktede konsekvensen at bunnlevende organismer kan bli ødelagt, begravd, drept eller fjernet. Ved intensivt fiske vil bunntråling kunne medføre endringer i økosystemfunksjoner, inkludert redusert produksjon, samt redusert biodiversitet, habitatomogenisering og endret samfunnssammensetning.

Hvor er trålingsaktiviteten størst?

Trålingsaktivitet indikeres ved hjelp av automatisk sporing av fiskefartøyer (VMS -data). Tolkning og bruk av disse dataene gjøres i samarbeid med Fiskeridirektoratet. Resultatene viser at trålingsaktiviteten i det sørvestlige Barentshavet varierer fra nesten ingen til høy aktivitet.

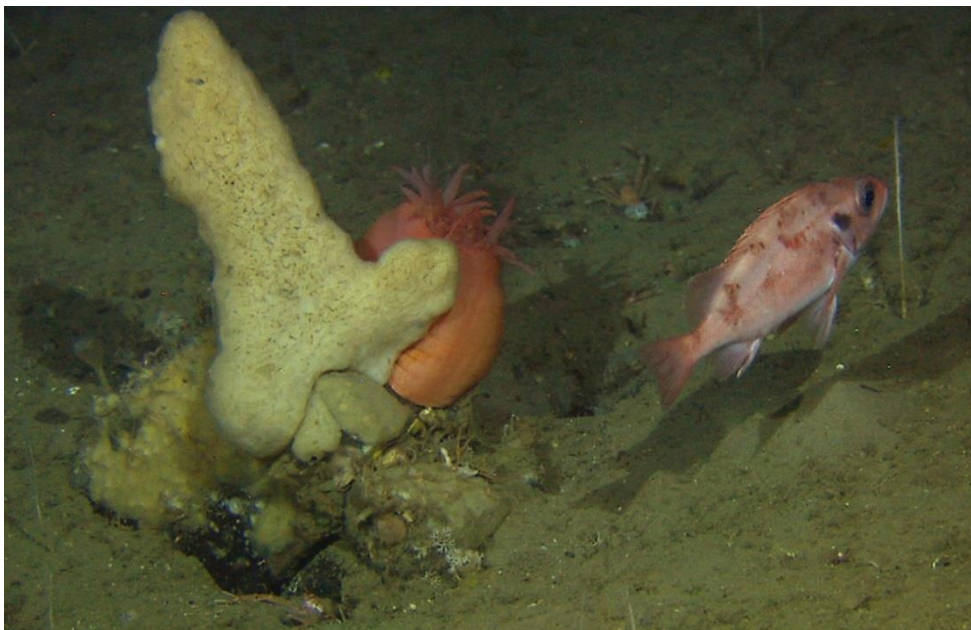
Trålingsintensiteten varierer imidlertid lite fra år til år. MAREANO har kartlagt spor etter bunntåling på sjøbunnen, samt skade på bunnorganismer, ned til 900 m dyp.



Sporing av fiskeriaktivitet i Barentshavet. Kart fra Fiskeridirektoratet.

Kartlegging av effekter

I samarbeid med MAREANO, Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet undersøker vi effektene av trålingsaktivitet i det sørvestlige Barentshavet og utenfor Lofoten ved hjelp av eksisterende data fra MAREANO og Fiskeridirektoratet.



Bunndyr: Svamp, anemone og uer. Foto: MAREANO/ Havforskningsinstituttet (www.mareano.no)

Effekter på de store bunnorganismene

Vi har fokusert på megabenthos (> 2 cm) som er undersøkt ved hjelp av videotransekter i MAREANO. Eksempler på slike organismer er svamp, sjøstjerne, sjøpinnsvin, og sjøfjær. Det forventes spesielt sterke negative effekter av bunntåling på megabenthos, ettersom denne gruppen omfatter store arter med et langt livsløp. I denne gruppen fant vi, selv ved lav

trålingsintensitet, negative effekter på totalt antall arter og individer. En rekke faunagrupper og enkeltarter peker seg ut som mulige indikatorer for påvirkning; noen har negativ sammenheng, spesielt svamper, mens andre har positiv sammenheng med trålingsintensitet.

Kobling mellom effekter av bunntåling og miljøovervåking

Oljeindustrien har et omfattende biologisk datamateriale som blant annet omfatter prøvetaking av bunndyr (makrobenthos: > 1 mm) og sediment i tilknytning til miljøovervåking rundt oljeinstallasjoner (samlet i Miljøovervåkingsdatabasen, MOD). I samarbeid med Universitetet i Tromsø undersøker vi et sett av referansestasjoner fra dette materialet fra Nordsjøen (Region I), og vurderer resultatene opp mot trålingsaktivitet. Kartdata fra Fiskeridirektoratet viser at trålingsaktiviteten i denne regionen varierer fra lav til relativt høy. Det er klart at referansestasjoner som brukes i miljøovervåkingen ikke bør være påvirket av fiskeriaktiviteten i området.

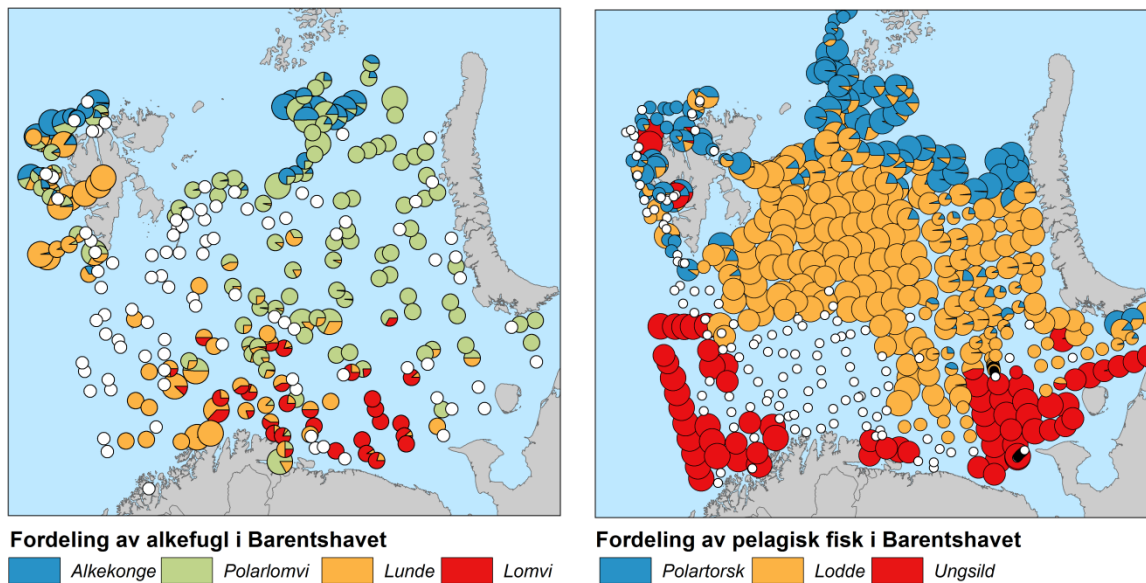
WP 3: Romlig organisering av marine pelagiske økosystemer

Hvordan påvirker predasjon fra pelagisk fisk overlevelsen til fiskelarver i Norskehavet?

Kyststrømmen langs Norskekysten er oppvekstområdet for mange av de store fiskebestandene i Barentshavet og Norskehavet. Rekrutteringene til disse bestandene er derfor avhengig av oppvekstmiljøet til fiskeyngelen mens de driver nordover langs norskekysten. Særlig vil predasjonstrykk og næringsgrunnlag være viktig for yngeloverlevelsen, og disse faktorene vil igjen påvirkes av bestandsstørrelsen og utbredelsen til de store pelagiske fisktestammene i Norskehavet. I samarbeid med Havforskningsinstituttet og Universitetet i Oslo, analyserer vi eksisterende tidsserier for å finne ut hvordan predasjon og konkurranse fra pelagisk fisk kan påvirke overlevelsen til fiskelarver som driver nordover langs norskekysten.

Hvordan oppstår den romlige organiseringen av marine pelagiske økosystemer?

Predatorer leter etter byttedyr og byttedyr prøver å unngå å bli spist. Noen arter er mobile, mens andre driver passivt med havstrømmene. Disse to prosessene står bak den komplekse romlige organiseringen av marine pelagiske økosystemer. Ved hjelp av data fra de omfattende økosystemtoktene i Barentshavet undersøker vi de romlige sammenhengene mellom predator og byttedyr på flere trofiske nivåer i det pelagiske økosystemet i Barentshavet. Vi viser at den romlige strukturen i økosystemet endrer seg radikalt mellom sommer og vinter. Om sommeren er systemet karakterisert av høy diversitet og komplekse romlige interaksjoner mellom predator og byttedyr. Konkurrerende arter er segregert i rigide romlige nisjer. Om vinteren løses disse nisjene opp, og systemet er karakterisert av mer flyktige romlige aggregeringer av predator og byttedyr.



Romlig organisering av sjøfugl (predator) og pelagisk stimfisk (byttedyr) i Barentshavet i september. Data fra økosystemtoktet i Barentshavet (PINRO/Havforskningsinstituttet/NINA)

Mange sjøfuglbestander synker

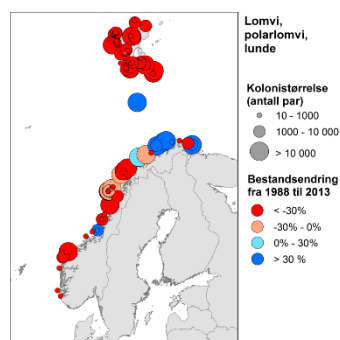
Overvåkingsstudier i regi av overvåkingsprogrammet SEAPOP viser at mange bestander av norske sjøfugl har gått tilbake de siste årene. Vi har sammenstilt alle overvåkings- og kartleggingsdata for norske sjøfugl, og gjennomført statistisk modellering av bestandsdynamikk for 17 arter på regional og nasjonal skala fra 1988 til 2013. Resultatene viser store artsvisse og regionale forskjeller. Flere måkearter går kraftig tilbake i Nordsjøen, Skagerrak og Barentshavet. Bestandene av krykkje har gått kraftig ned på Spitsbergen og fastlandet, mens den store kolonien på Bjørnøya er mer stabil. De store bestandene av polarlomvi på Spitsbergen gått tilbake fra 1.15 millioner til 522 000 par de siste 25 årene. Lomvi og lunde øker imidlertid i Barentshavet mens de går tilbake i Norskehavet.

Årsaken til nedgangen er sammensatt

Vi har parallelt arbeidet med å sammenstille studier og tidsserier som kan forklare bestandsendringene i sjøfuglbestandene. Samtidig som mange sjøfuglbestander synker, har et mer bærekraftig fiske ført til en kraftig vekst i mange fiskebestander. Man observerer også tiltagende endringer i de marine

Fordeling og bestandsutvikling av alkefugl i Norge.

Hekkebestander av polarlomvi, lomvi, og lunde representerer endringer i totalantallet av disse artene. Polarlomvi finnes hovedsakelig på Spitsbergen og Bjørnøya, lomvi finnes hovedsakelig på Bjørnøya og langs norskekysten, og lunde dominerer langs norskekysten.



økosystemene som følge av klimaendringer. Årsaken til endringene i sjøfuglbestandene er derfor sammensatte, og i hovedsak knyttet til storskala endringer i det marine miljø. Klimaendringer påvirker tilgangen til fiskelarver for de store sjøfuglkoloniene fra Mørkekysten til Troms. Samtidig må sjøfuglene i Norskehavet konkurrerer med økende bestander av pelagisk fisk. På Spitsbergen fører klimaendringer til store endringer i det arktiske næringsnett, noe som ser ut til å ha konsekvenser for arktiske sjøfugl som polarlomvi og alkekonge.



Polarmåke og lomvi på Bjørnøya. Foto: Kjetil Schjølberg.

WP 4: Havdykkender og kystøkosystemet

Ærfugl som indikator for kystøkosystemet

Havdykkender som ærfugl ernærer seg i stor grad av fastsittende bunndyr som skjell og kråkeboller i sublittoralsonen. Endringer i bunnfaunaen langs kysten og i fjordene, påvirker derfor næringsgrunnlaget til de store bestandene av havdykkender som overvintrer langs kysten av Nord Norge. Viktige faktorer som kan påvirke næringsforholdene er nedbeiting av tareskogen fra kråkeboller, endrete isforhold og invasjon av kongekrabbe.

Beite –og migrasjonsmønsteret til ærfugl og havdykkender

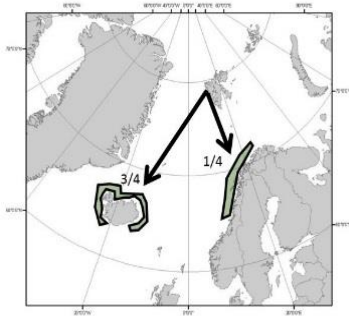
I prosjektet er det samlet inn data over hvordan fordelingen av sjøender i henholdsvis Balsfjorden (Troms) og Porsangerfjorden (Finnmark) endrer seg gjennom året og fra år til år. For videre å undersøke individuelle endringer i beite- og migrasjonsmønster gjennom året, har man også utstyrt ærfugl i Kongsfjorden (Svalbard) og Balsfjord med loggere som registrerer migrasjon (posisjon) og dykkeaktivitet (dyp) gjennom året.

Ærfugl fra svalbard overvintrer i Nord Norge og på Island

Analyse av loggere fra Kongsfjorden er påbegynt, og det viser seg at ærfuglbestandene i Kongsfjorden har to adskilte overvintringsområder. $\frac{1}{4}$ av fuglene overvintrer langs kysten av Nord-Norge mens $\frac{3}{4}$ av bestanden overvintrer ved Island. Videre er det forskjeller i hvilke migrasjonsstrategier ærfuglene har, avhengig av om de overvintrer i Nord-Norge eller Island. Ærfuglene som skal til Nord-Norge oppholder seg lengre på Svalbard om høsten, noe som fører til at total tid brukt i overvintringsområdet er kortere for disse fuglene.



Venstre: Lyslogger settes på foten til en ærfugl hunn. Foto: Sveinn Are Hanssen.



Overvintringsområder for ærfugl fra Spitsbergen.

Endrede isforhold på Spitsbergen påvirker predasjon av ærfugl

Reirpredasjon fra rev, mink, kråke og store måker har store konsekvenser for ærfugl. I studier fra Troms, viser vi at hunner som opplever eggtap holder seg unna hekkekolonien i opptil to år etter predasjonsepisoden. I Arktis har isforhold stor betydning for om polarrev får tilgang til ærfuglkoloniene, og i år med mye is avstår derfor en større andel av hunnene fra hekking. I et studie fra Svalbard viser vi at aktiv bekjempelse av eggpredatorer har stor effekt på bestandsutviklingen, og vi viser at slike tiltak kan øke vekstraten i ærfuglkolonien med opptil 3-4 ganger sammenlignet med kontrollområder.

Videreføring og betydning av ECOCOAST i en større sammenheng

Den strategiske målsetningen til ECOCOAST er å integrere NINAs artsspesifikke dataserier og kompetanse i større økosystemorienterte tverrfaglige samarbeidsprosjekter. Hovedhensikten er å gjøre NINAs kompetanse mer relevant for marin økosystembasert forvaltning.

Denne målsetningen har blitt oppnådd i alle de fire arbeidspakkene. I arbeidspakke 1, undersøkes et bredt spekter av miljøeffekter av oppdrettsanlegg, fra fysiologiske responser hos villfisk til effekter på økosystemtjenester for lokale fiskere. Arbeidspakken videreføres gjennom en rekke prosjekter finansiert av miljøforvaltningen og Norges forskningsråd. I arbeidspakke 2 brukes store datasett til å undersøke effekten av bunntåling på biologisk mangfold i bunnsamfunnet. Dette krever samarbeid mellom økologer, statistikere og marinbiologer. Prosjektet videreføres gjennom et prosjekt finansiert av Norges forskningsråd (som omhandler drivere og marint biologisk mangfold), samt at det er en kobling til prosjekter finansiert av oljeindustrien og miljøforvaltningen. Tilsvarende, settes store marine datasett sammen i arbeidspakke 3, og dette prosjektet videreføres gjennom prosjekter finansiert av Norges forskningsråd, sjøfuglprogrammet SEAPOP og prosjekter finansiert av miljøforvaltningen. Arbeidspakke 4 undersøker havdykkender som en del av kystøkosystemet, og denne arbeidspakken videreføres i Framsenterets forskningsflaggskip Fjord og kyst, samt i det nye sjøfuglprogrammet SEATRACK.

Publikasjoner

Vitenskapelige

Andersson M, Waldeck P, Hanssen SA, Moe B. 2015 Female sociality and kin discrimination in brood parasitism: unrelated females fight over egg-laying. In press Behavioral Ecology

Arechavala-Lopez P, Sæther BS, Marhuenda-Egea F, Sanchez-Jerez P, Uglem I. 2015. Assessing the Influence of Salmon Farming through Total Lipids, Fatty Acids, and Trace Elements in the Liver and Muscle of Wild Saithe *Pollachius virens*. Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science 0:1–9, 2015.

Buhl-Mortensen L, Ellingsen KE, Buhl-Mortensen P, Skaar KL, Gonzalez-Mirelis G, Breen M. Trawling disturbance on megabenthos and sediment in the Barents Sea: chronic effects on density, diversity, and composition. ICES Journal of Marine Science (in review).

- Chittenden CM, Fauchald P, Rikardsen AH. 2013. Important open-ocean areas for northern Atlantic salmon—as estimated using a simple ambient-temperature approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70: 101-104.
- Fenstad AA, Jenssen BM, Moe B, Hanssen SA, Bingham C, Herzke D, Bustnes JO, Krøkje Å. 2014. DNA double-strand breaks in relation to persistent organic pollutants in a fasting seabird. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 106, 68–75.
- Gjelland KØ, Serra-Llinares RM, Hedger RD, Arechavala-Lopez P, Nilsen R, Finstad B, Uglem I, Skilbrei OT, Bjørn PA. 2014. How does salmon lice infection affect the marine phase of sea trout behaviour? *Aquaculture Environment Interactions* 5: 221–233.
- Hanssen SA, Erikstad KE. 2013. The long-term consequences of egg predation. *Behavioral Ecology* 24:564-569.
- Hanssen SA, Moe B, Bårdsen BJ, Hanssen F, Gabrielsen GW. 2013. A natural antipredation experiment: predator control and reduced sea ice increases colony size in a long-lived duck. *Ecology and Evolution*.
- Johannesen E, Lindstrøm U, Michalsen K, Skern-Mauritzen M, Fauchald P, Bogstad B, Dolgov A. 2012. Feeding in a heterogeneous environment: spatial dynamics in summer foraging Barents Sea cod. *Marine Ecology Progress Series* 458: 181-197.
- Krkošek M, Revie CW, Gargan PG, Skilbrei OT, Finstad B, Todd CD. 2012. Impacts of parasites on salmon recruitment in the Northeast Atlantic Ocean. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* , <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.2359>.
- Møller AP, Merino S, Soler JJ, Antonov A, Badás EP, Calero-Torrallbo MA, de Lope F, Eeva T, Figuerola J, Flensted-Jensen E, Garamszegi LZ, González-Braojos S, Gwinner H, Hanssen SA, Heylen D, Ilmonen P, Klarborg K, Korpimäki E, Martínez J, Martínez-de la Puente J, Marzal A, Matthysen E, Matyjasiak P, Molina-Morales M, Moreno J, Mousseau TA, Nielsen JT, Pap PL, Rivero-de Aguilar J, Shurulinkov P, Slagsvold T, Szép T, Szöllösi E, Török J, Vaclav R, Valerac F, Ziane N. 2013 Assessing the Effects of Climate on Host-Parasite Interactions: A Comparative Study of European Birds and their Parasites. *PLoS ONE* 8(12): e82886. doi:10.1371/journal.pone.0082888.
- Serra-Llinares, RM, Bjørn PA, Finstad B, Nilsen R, Harbitz A, Berg M & Asplin L. 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian ‘national salmon fjords’. ? *Aquaculture Environment Interactions* 5: 1-16.
- Taranger GL, Karlsen Ø, Bannister RJ, Glover KA, Husa V, Karlsbakk E, Kvamme BO, Boxaspen KK, Bjørn PA, Finstad B, Madhun AS, Craig Morton H, Svåsand T. 2014. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Sciences* doi:10.1093/icesjms/fsu123
- Tartu S, Angelier F, Bustnes JO, Moe B, Hanssen SA, Herzke D, Gabrielsen GW, Verboven N, Verreault J, Labadie P, Budzinski H, Wingfield JC, Chastel O. 2015 Polychlorinated biphenyl exposure and corticosterone levels in seven polar seabird species. *Environmental Pollution* 197, 173–180.
- Thrush SF, Ellingsen KE, Davis K. Implications of fisheries impacts to seafloor biodiversity and Ecosystem-Based Management. *ICES Journal of Marine Science* (in revision)
- Uglem I, Karlsen Ø, Sanchez Jerez P, Sæther P-S. 2014. Impacts of wild fish attracted to open-cage salmonid farms in Norway- *Aquaculture Environment Interactions* 6: 91–103

Varenes É, Hanssen SA, Bonardelli J, Guillemette M. 2015 Functional response curves of avian molluscivores: high intake rates are maintained even at low prey density. In press *Marine Ecology Progress Series*

Rapporter etc.

Berg M, Finstad B, Kvalvik A, Uglem I, Bjørn PA & Nilsen R. 2012. Laksefisk og luseovervåking i Romsdalsfjorden. NINA Rapport 779: 1-43.

Berg M, Finstad B, Kvalvik A, Uglem I, Bjørn PA, Nilsen R. 2013. Laksefisk og luseovervåking i Romsdalsfjorden – del 2. NINA Rapport 919: 1-42.

Fauchald P, Barrett RT, Bustnes JO, Erikstad KE, Nøttestad L, Skern-Mauritzen M, Vikebø FB. 2015. Sjøfugl og marine økosystemer. Status for sjøfugl og sjøfuglenes næringsgrunnlag i Norge og på Svalbard. - NINA Rapport.

Fauchald P, Anker-Nilssen T, Barrett RT, Bustnes JO, Bårdsen B-J, Christensen-Dalsgaard S, Descamps S, Engen S, Erikstad KE, Hanssen SA, Lorentsen S-H, Moe B, Reiertsen TK, Strøm H, Systad GH (2015) The status and trends of seabirds breeding in Norway and Svalbard – NINA Report.

Finstad, B. 2014. Film: Salmon lice on sea trout and Atlantic salmon
<https://www.youtube.com/watch?v=SqA4PL40ATE&feature=youtu.be>

Nilsen R, Bjørn PA, Serra Llinares RM, Asplin L, Johnsen IA, Skulstad OF, Karlsen Ø, Finstad B, Berg M, Uglem I, Barlaup B & Wiik Vollset K. 2014. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs Norskekysten i 2014. Sluttrapport til Mattilsynet. Rapport fra havforskningen nr. 36-2014 (ISSN 1893-4536 (online)): 1-42+appendiks 11 sider.

Otterå H, Karlsen Ø, van der Meeren T, Uglem I, Sæther BS. 2013. Interaksjon mellom havbruk, fiskeressurser og gyteplasser (2013) I: Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2013 (Red.: GL Taranger, T Svåsand, BO Kvamme, T Kristiansen, K Kroon Boxaspen). Kap. 9, 125-131 Fisken og havet, særnummer 2-2014.

Sæther BS, Uglem I, Karlsen Ø. 2013. Interaksjoner mellom havbruk og ville marine organismer, en kunnskapsoppsummering. NOFIMA RAPPORT 65pp.

Taranger et al. 2014. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2013. Fisken og havet, særnummer 2-2014. 158 s.

Thorstad EB, Todd CD, Bjørn PA, Gargan PG, Vollset KW, Halttunen E, Kålås S, Uglem I, Berg M & Finstad B. 2014. Effects of salmon lice on sea trout - a literature review. NINA Report 1044: 1-162.

Foredrag

Buhl-Mortensen L, Ellingsen KE, Buhl-Mortensen P, Skaar KL, Gonzalez-Mirelis G, Breen M. 2014. Trawling impact on megabenthos and sediment in the Barents Sea: use of satellite vessel monitoring and video. ICES Symposium, Effects of fishing on benthic fauna, habitat and ecosystem function. June 16-19 2014, Tromsø, Norway.

Fauchald P, Skern-Mauritzen M, Johannesen E, Lindstrøm U. Seasonal changes in the spatial organization of the Barents Sea ecosystem. Presentation Arctic Frontiers 24.01.2013.

Finstad, B. 2014. Presentasjon av Romsdalsfjordprosjektet 2011-2013. 4. februar 2014. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Fylkeshuset, Molde.

Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Lindstrøm, U., Johansen, I.A., Sandvik, A.D., Nilsen, R., Finstad, B., Skardhamar, J. & Asplin, L. 2014. The effect of synchronized fish farm fallowing: Experiences

from Hardangerfjord 2010-2013. Foredrag ved Sea Lice 2014, August 31-September 5, Portland, Maine, USA.

Finstad, B. 2014. Presentasjon av Romsdalsfjordprosjektet 2011-2013. 18. august 2014. Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Fylkeshuset, Molde.

Finstad B, Todd CD, Bjørn PA, Gargan PG, Wiik Vollset K, Halttunen E, Kålås S, Uglem I, Berg M & Thorstad EB. 2014. Effekter av lakselus på individnivå - resultater fra laboratorieundersøkelser (kap. 6). Presentasjon av rapport Effects of salmon lice on sea trout – a literature review. 16. September 2014. NINA-bygget, Trondheim.

Finstad B, Todd CD, Bjørn PA, Gargan PG, Wiik Vollset K, Halttunen E, Kålås S, Uglem I, Berg M & Thorstad EB. 2014. Effekter av lakselus på individnivå - resultater fra feltundersøkelser (kap. 7). Presentasjon av rapport Effects of salmon lice on sea trout – a literature review. 16. September 2014. NINA-bygget, Trondheim.

Finstad B, Thorstad EB, Bjørn PA, Gargan PG, Todd CD, Halttunen E, Wiik Vollset K, Uglem I, Berg M & Kålås S. 2014. Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on sea trout *Salmo trutta* – a literature review. Foredrag ved Aquaculture Europe 2014, October 14-17, Donostia-San Sebastián, Spain.

Finstad B. 2014. Lakselus – hva vet vi om effekten på sjørret? Foredrag ved Hardangerfjordseminaret 21. – 22. november 2014. Thon Hotel Sandven, Norheimsund.

Hanssen SA. 2014. Trade-offs during common eider incubation (plenary lecture). 5th International Sea Duck Conference, 11.09.2014, Reykjavik, Iceland.

Hanssen SA, Moe B, Bårdsen B-J, Hanssen F, Gabrielsen GW. 2013. A natural anti-predation experiment: predator control and reduced sea ice increases colony size in a long-lived duck (lecture). 11th Ny-Ålesund Science Managers Committee Seminar, CNR National Research Council of Italy, 10.10.2013 Rome, Italy

Nilsen R, Serra-Llinares RM, Halttunen E, Finstad B, Knutar S, Bjørn PA. 2014. Effects of salmon lice on sea trout in years of high and low infestation pressure: preliminary results. Poster to Sea Lice 2014, August 31-September 5, Portland, Maine, USA.

Sæther B-S, Uglem I, Karlsen Ø, Sanchez-Jerez P, Gjelland, KØ, Arechalvala Lopez P. 2014. Sustainable coexistence between salmon culture and coastal fisheries. Oral talk, Aquaculture Europe San Sebastian, Spain 14-17.10.14

Sæther BS, Uglem I, Karlsen Ø, Sanchez-Jerez P. 2014. Tiltak for å styrke sameksistens mellom fiskeri og havbruk. Foredrag, Havbrukskonferansen 31 Mars-2 April 2014. Radisson Blu Hotel Tromsø.

Thrush SF. 2014. Implications of fisheries impacts to seafloor biodiversity and Ecosystem-Based Management. ICES Symposium, Effects of fishing on benthic fauna, habitat and ecosystem function. June 16-19 2014, Tromsø, Norway (Invited key-note speaker).

Uglem, I. 2013 Konflikter mellom oppdrettsnæringen og fiskeri. Foredrag Tekna Fagseminar Trondheim 10.01.2013

Uglem, I. 2013. ProCoEx - sameksistens mellom havbruk og fiskeri. Foredrag FHF Trondheim Krabbekonferanse 10.01.2013

Uglem I, Sæther, BS, Karlsen Ø, Sanchez Jerez P, Gjelland KO, Arechavala Lopez P, Bjørn PA. 2013. Sustainable coexistence between salmon culture and coastal fisheries. Talk at Aquaculture 2013. Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 3-7 November, 2013.

7 Norsk institutt for vannforskning, NIVA

Populærvitenskapelig fremstilling av de strategiske instituttsatsingene (SIS)

Strategiske instituttsatsinger

SIS-ene skal styrke miljøinstituttene forskning innen områder hvor forvaltningen har identifisert et kunnskapsbehov. Det er en klar sammenheng mellom NIVAs strategiske instituttsatsinger og NIVAs nye strategi. Dette innebærer at de strategiske instituttsatsingene er svært sentrale for NIVAs utvikling. Budsjett og påløpte kostnader 2014 er oppgitt. Det understrekes at innsatsen på SIS-temaene er betydelig også ut over det som er registrert direkte som en SIS-aktivitet. NIVA har fire SIS-er:

1. Klimaeffekter fra fjell til fjord
2. Molekylærbiologiske metoder for studier av biologisk mangfold
3. Nye miljøgifter
4. Marin forsuring

Klimaeffekter fra fjell til fjord

Varighet: 1.1.2011-31.12.2015,

Totalt budsjett alle år: NOK 15,7 mill

Budsjett 2014: NOK 3,3 mill, påløpt: NOK 3,77 mill

Introduksjon

Hovedmålet er å studere integrerte effekter av klimaendringer på fysiske, kjemiske og biologiske forhold i økosystemer fra fjell til fjord, og vurdere konsekvenser og mulige tilpasninger for viktige sosiale og økonomiske sektorer. Prosjektet er delt opp i fire arbeidspakker:

1. Karbon- og nitrogenomsetning i utmarksområder
2. Nitrogen- og fosforavrenning i lavlandsvassdrag
3. Interaksjoner mellom ferskvann og fjorder
4. Vurdering av samfunnseffekter og aktuelle tilpasningsstrategier

Prosjektet har vært organisert i delprosjekter som har adressert forskjellige problemstillinger innenfor de fire arbeidspakkene. Vi har hatt et utstrakt samarbeid med andre miljøinstitutter i prosjektperioden.

Per utgangen av 2014 er det i forbindelse med Klima SIS publisert i alt 17 vitenskapelige artikler i internasjonale journaler med fagfelle-vurdering. Det er videre holdt 46 foredrag i nasjonale og internasjonale møter, publisert tre artikler på forskning.no og resultater knyttet til SISen er presentert i alt seks ganger på NRK TV eller NRK Radio.

Noen temaer som ble presentert i form av foredrag i 2014:

- Konsentrasjoner og flukser av løst organisk karbon i vann fra boreale skogområder (Uppsala, Sverige)
- Modelling av biogeokjemiske responser på endret næringssalttilførsel til innsjøer (Dallas, USA)
- Bruk av modeller for å simulere klimaeffekter på isforhold og konsentrasjoner av løst organisk materiale i en innsjø (Westport, Ireland)

- Endret akvatisk eksport av løst organisk materiale og implikasjoner for terrestrisk karbonlagring (Bayreuth, Tyskland)
- Stillehavsøstersens innvandring i Oslofjorden (Ås, Norge)
- Regimeskifter i kyst-økosystemer (Oslo, Norge)

Smakebiter fra noen av artiklene som ble publisert med støtte fra Klima SIS i 2014:

Globale mønstre i kråkebollers nedbeiting av tareskog

Kråkeboller som beiter ned tareskog har medført et markert og vedvarende regimeskifte på tempererte hardbunnlokaliteter på tvers av jordkloden. Artikkelen definerer en empirisk dynamikk i regimeskiftet fra produktiv tareskog til forhold som minner om en marin ørken. Et eksempel fra Australia viser at overbeiting både har forårsaket en økologisk katastrofe og en stor forvaltningsmessig utfordring ved at kråkebollepopulasjonene må reduseres til et svært lavt nivå før tareskogen igjen kan reetableres. Dynamikken i regimeskiftene er studert på i alt 13 hardbunnlokaliteter fordelt over ulike deler av verden. Studien omfatter 10.901 overvåkingsruter og 57 eksperimentelle manipuleringer in situ.



(Foto: Janne Gitmark, NIVA)

Resultatene viser at når et område først er overbeitet, tar det lang tid å komme tilbake til utgangspunktet selv om mengden av beiteorganismer er redusert til under terskelnivået for overbeiting. En av årsakene til denne asymmetrien (hystereses-effekten) kan være ulik livssyklus hos beitere og beiteplanter. I tillegg kan menneskeskapte stressfaktorer bidra til å minske tareskogens resiliens (motstandsevne), og samtidig stimulere faktorer som bidrar til økt nedbeiting eller nedbrytning av det naturlige hardbunnsamfunnet. Dette øker faren for omfattende og irreversible regimeskifter i marine økosystemer.

Referanse:

Ling SD, Scheibling RE, Johnson CR, Rassweiler A, Shears N, Connell SD, Salomon A, Norderhaug KM, Perez-Matus A, Hernandez JC, Clemente S, Blamey L, Hereu B, Ballesteros E, Sala E, Garrabou J, Cebrian E, Zabala M, Fujita D. Global regime-shift dynamics of catastrophic sea urchin overgrazing. *Phil. Trans. R. Soc. B* 370: 20130269. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0269>

Modellering av fosfor og alger i Vansjø ved endret klima og arealbruk

Et modellnettverk sammensatt av klimamodeller, en hydrologisk modell, en nedbørfeltmodell og en innsjømodell ble brukt for å simulere fosforbelastning og konsentrasjoner av fosfor og klorofyll i Vansjø, Østfold fylke. Modellene ble automatisk kalibrert mot hydrologiske, kjemiske og biologiske tidsserier i hovedinnløpselva og i innsjøen ved hjelp av en Markov Chain Monte-Carlo (MCMC) algoritme. Nedskalerte klimaprojeksjoner fra tre globale modeller (HadRM3, ECHAM5r3 and BCM) kjørt med IPCC-scenariet A1B (periode 2031–2060) ble brukt til å simulere effekter av fremtidige klimaendringer på hydrologi og vannkvalitet i elv og innsjø. I tillegg ble modellene kjørt med to ulike scenarier for fremtidig arealbruk og forvaltningspraksis: vannkvalitetsfokus vs. økonomisk vekstfokus.

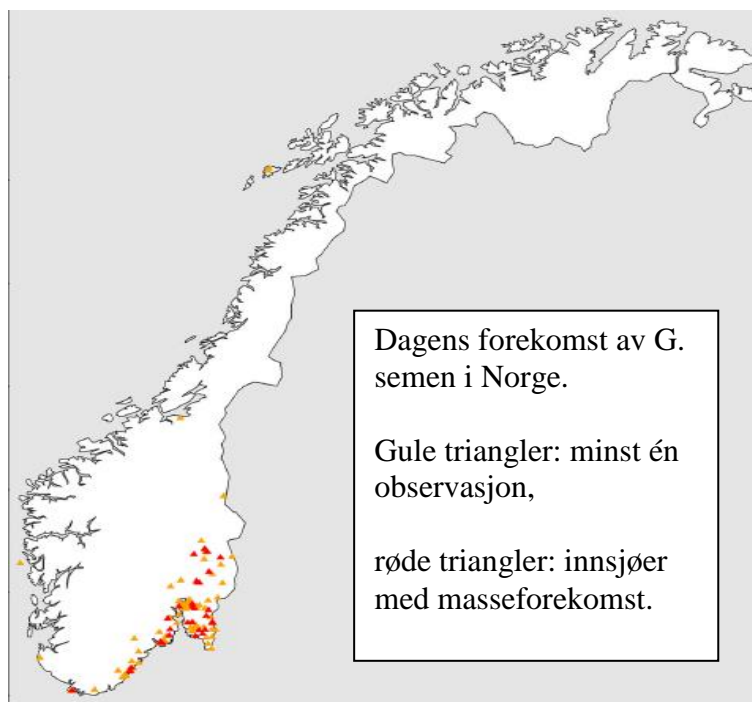
HadRM3 predikerte den største økningen i temperatur og nedbør og gav også den høyeste økningen i konsentrasjonene av fosfor og klorofyll i innsjøen. På tross av signifikant endring av klimaet i 2031–2060, er effekten av dette på vannmiljøet liten i forhold til effekten av endret arealbruk og forvaltningspraksis. Modellresultatene viser at det blir svært utfordrende å nå miljømålet om god økologisk tilstand i Vansjø både under dagens og morgendagens forhold. For å nå dette vil det være behov for en forvaltningspraksis med sterkt vannkvalitetsfokus framfor et fokus på økonomisk vekst.

Referanse:

Couture RM, Tominaga K, Starrfelt, Moe J, Kaste O, Wright RF. 2014. Modelling phosphorus loading and algal blooms in a Nordic agricultural catchment-lake system under changing land-use and climate. *Environmental Science: Processes & Impacts*, DOI: 10.1039/c3em00630a

Forekomst og spredning av algen *Gonyostomum semen* i norske innsjøer

Den invaderende og problematiske mikroalgen *Gonyostomum semen* har økt betydelig i utbredelse i Sverige og Finland i senere år. Temperatur, totalt organisk karbon, vannfarge og fosfor er trukket fram som de viktigste driverne bak ekspansjonen. Allerede på 1980-tallet ble det sett tegn på samme utvikling i Norge, og i denne studien har vi gjennomgått tidligere og nyere observasjoner basert på følgende hypoteser: (1) *G. semen* har fortsatt økningen i forekomst siden 1980-tallet, (2) etter at den er etablert i en innsjø, vil *G. semen* gradvis øke sin biomasse gitt at de klimatiske faktorene utvikler seg i en gunstig retning for arten. Vi har brukt eksisterende data fra norske overvåkingsprogrammer og supplert med prøver fra et større antall innsjøer for å undersøke den geografiske utbredelsen.



De nye undersøkelene viser at *G. semen* har økt sin utbredelse i Norge de siste 25 årene, både i antall innsjøer og i geografisk utbredelse. I åtte av innsjøene som er undersøkt, har andelen av *G. semen* i fyttoplanktonet økt over tid. Økningen i biomasse er sammenholdt med fysiske og kjemiske overvåkingsparametere, og kan til en viss grad knyttes til samtidig økning i totalt organisk karbon og vannfarge i flere av innsjøene.

Referanse:

Hagman CHC, Ballot A, Hjermann DØ, Skjelbred B, Brettum P, Ptacnik R. 2015. The occurrence and spread of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in Norwegian lakes. *Hydrobiologia* 744:1–14

DOI 10.1007/s10750-014-2050-y

De nye undersøkelene viser at *G. semen* har økt sin utbredelse i Norge de siste 25 årene, både i antall innsjøer og i geografisk utbredelse. I åtte av innsjøene som er undersøkt, har andelen av *G. semen* i fyttoplanktonet økt over tid. Økningen i biomasse er sammenholdt med fysiske og kjemiske overvåkingsparametere, og kan til en viss grad knyttes til samtidig økning i totalt organisk karbon og vannfarge i flere av innsjøene.

Referanse:

Hagman CHC, Ballot A, Hjermann DØ, Skjelbred B, Brettum P, Ptacnik R. 2015. The occurrence and spread of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in Norwegian lakes. *Hydrobiologia* 744:1–14

DOI 10.1007/s10750-014-2050-y

Karbonopptak i Norges naturlige økosystemer - transporterer elvene ut det som skogen fanger?

Vegetasjon og jord i boreale landskap er viktige sluk for atmosfærisk karbon, samtidig som elvene transporterer betydelige mengder av terrestrisk karbon til kystområdene. I dette arbeidet ønsker vi å kvantifisere lagring av karbon i boreale landskap og sammenligne denne med akvatisk transport av karbon via elver, for å øke forståelsen av sammenhengen mellom terrestrisk karbonopptak og akvatisk karbontransport. Vi beregnet størrelsen på karbonopptak mellom 1990 og 2008 i de viktigste økosystemene i Norge: skog, myr, fjell, jordbruksområder og innsjøer. Dette ble sammenlignet med karbontransport i elver i Norges fire store avrenningsområder (til Skagerak, Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet).

Gjennomsnittlig årlig karbonopptak i terrestriske økosystemer tilsvarte 40 % av de nasjonale klimagassutslippene. Arealnormalisert opptak var i følgende rekkefølge: biomasse i skog > myr > skogsjord >> innsjøer > fjell, mens dyrket jord var en kilde til atmosfærisk karbon. Elvetransporten av karbon var ikke en fast prosent av karbonopptak i jord: den varierte fra å være cirka like stor som karbonakkumulering i jord på Vestlandet og i Midt-Norge (Sør-Trøndelag til Nordland), til å være halvparten av karbonakkumuleringen i resten av Norge (Nord-Norge og Østlandet).

Vår studie illustrerer at metoder for estimering av regionalt opptak av karbon i jord ikke tar tilstrekkelig hensyn til transport av karbon fra jord til vann. Dette øker usikkerheten i estimater av karbonopptak i terrestriske økosystemer. Antageligvis spiller transport av karbon fra land til vann en klimaavhengig rolle for terrestrisk karbonbinding. Dette er stort sett ignorert i terrestriske karbonbalanser. Høyere temperaturer og endringer i nedbørsmønstre fra klimaendringer kan føre til betydelige endringer av omsetning og transport av karbon i terrestriske og akvatiske økosystemer, med potensielt store konsekvenser for utslipp og opptak av karbon fra boreale landskap.

Referanse:

De Wit, H.A., Austnes, K., Dalsgaard, L. and Hysten, G. 2014. A carbon budget of Norway: terrestrial and aquatic fluxes. Biogeochemistry. DOI :10.1007/s10533-014-0060-5

Molekylærbiologiske metoder for studier av biologisk mangfold

Varighet: 1.1.2011 - 31.12.2014

Totalt budsjett alle år: NOK 7, 4 mill

Budsjett 2014: NOK 2 mill, påløpt 2014: NOK 2,46 mill

Om SISen

I 2011 startet NIVA opp tre strategiske instituttsatsinger (SIS): én fokusert på effekter av klimaendringer, én fokusert på miljøgifter og én fokusert på biologisk mangfold, såkalt biodiversitet. Biodiversitet SIS ble som den første av de strategiske satsingene avsluttet med et seminar ved CIENS 4. mars 2015.

Gjennom SISen ville NIVA utvikle nye molekylærbiologiske metoder og bruke dem på nye problemstillinger og utvalgte områder. Målsetningen var å etablere genetiske markører for flest mulige arter, og prioritere arter som ellers er vanskelige å bestemme i detalj eller arter med liten utbredelse (rødlistearter). SISen på biodiversitet fokuserer i utgangspunktet på organismegrupper som krepsdyr, fytoplankton og kransalger, men inkluderer også prosjekter som ser på fisk, kråkeboller, vasspest og ålegress. Dessuten har NIVA de siste årene gjennomført flere prosjekter som benytter molekylære metoder, men som ikke er finansiert over SISens budsjett. Målsettingen om å etablere molekylære metoder ved instituttet er derfor langt på vei oppnådd, men potensialet for slike markører er langt større enn det som er realisert.

Arbeidet i SISen har skjedd langs to hovedretninger. Den ene går ut på å etablere genetiske markører for identifikasjon av arter. Slike markører vil oftest være korte DNA-sekvenser som lett lar seg amplifisere og sekvensere. Når markørene er etablert og testet kan de benyttes på ulike måter, som identifikasjon av umodne stadier (som ikke lar seg identifisere morfologisk), eller ved å detektere DNA i miljøprøver (vann, sediment, mageinnhold). Det siste er særlig aktuelt i forhold til arter som er svartelistet eller på rødlistene.

Den andre arbeidsmetoden benytter seg av genetiske markører for å belyse populasjonsgenetiske problemstillinger. Spørsmål som isolasjon/innavl (med lav genetisk diversitet som konsekvens) og konektivitet (utveksling av gener mellom ulike mer eller mindre isolerte deler av en bestand) er typiske eksempler på anvendelse av denne metodikken.

Oppsummering av Biodiversitet SIS

I tillegg til avslutningsseminaret ble det også laget en tekst til niva.no for å oppsummere arbeidet som har blitt gjort innenfor Biodiversitet SIS:

Biodiversitet har inngått i NIVAs arbeidsfelt i mange år som ett av flere elementer i vurdering av miljøtilstand i vannforekomstene. Forskningen har økende betydning, både for å kartlegge klodens mangfold og forstå hvilken betydning biodiversitet har for økosystemenes funksjon. Å bygge kompetanse og etablere kapasitet til DNA-baserte analyser har derfor vært en viktig målsetting for denne satsingen.

- Bearbeiding av biologiske prøver kan være tid- og kostnadskrevende, sier Jens Thaulow, forsker i NIVA.

- Utviklingen av DNA-baserte metoder som verktøy for både forskning på og overvåking av biodiversitet har vært svært rask, og vi har sett det som viktig å legge grunnlag for å kunne utnytte mulighetene som ligger i molekylære metoder.

Tre kjerneprosjekter, tre arter

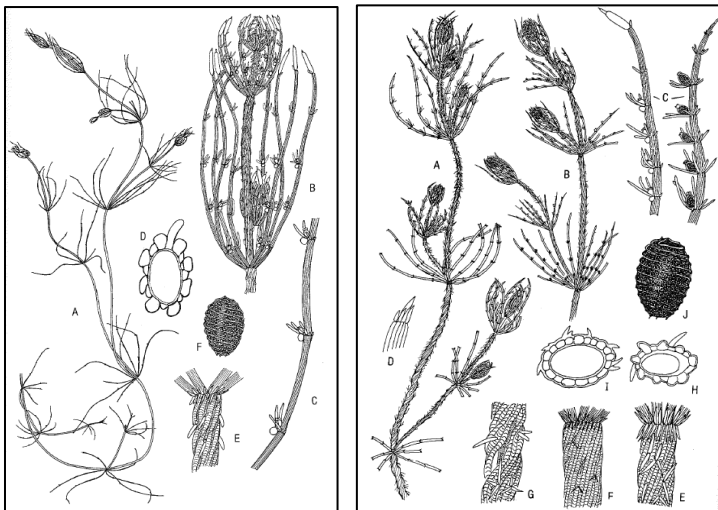
Tre kjerneprosjekter inngikk i SIS Biodiversitet ved oppstarten, og samtlige hadde som mål å etablere egne DNA-markører for identifikasjon av arter. De tre prosjektene omhandler planteplankton, kransalger og krepsdyr, alle i ferskvann.

- En viktig del av arbeidet har involvert teknikker for å lese av baseparenes rekkefølge, såkalt sekvensering av ulike DNA-fragmenter, sier Thaulow.

Sekvenseringen har vært basert på materialer som kan belegges og være tilgjengelig for identifikasjon av dyr, planter og mikroorganismers ytre form, såkalt morfologi.

Pigger ikke nok

Hos kransalger har pigger vært brukt som viktige morfologiske karakterer til å skille mellom arter.



Kransalgen Chara Rudis (t.v.) er samme art som Chara hispida (t.h.) til tross for forskjellig utseende. (Figur: W. Krause)

Analyse av genetiske markører (kloroplast-genet *matK*) viser imidlertid at denne karakteren varierer betydelig innen arter, og derfor ikke egner seg til å skille mellom dem. Artene *Chara rudis* (indikatorart for naturtypen kalksjøer) og *Chara hispida* (vanligere, ikke karakter-art) viser seg å være en og samme art med ulik morfologisk utforming.

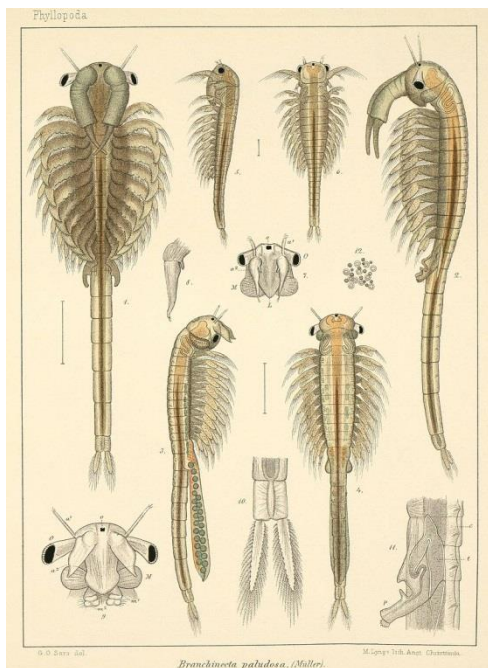
- I dette tilfellet har resultatet konsekvenser for rødlistevurdering og karakterisering av naturtyper, påpeker Susanne Schneider, forsker i NIVA.

Molekylær verktøykasse

I likhet med kransalgene er planteplankton også viktige elementer i overvåkningssystemer. Taksonomi og kvantifisering av disse i miljøstudier er også hovedsakelig basert på morfologiske karakterer.

- Innen SIS Biodiversitet har vi utviklet molekylære verktøyer for å identifisere og kvantifisere en håndfull utvalgte grønne alger. Dette vil på sikt hjelpe oss med raskt å identifisere problemalger, sier Anders Hobæk, forsker i NIVA.

Langhalet tusenbeinkreps (*Branchinecta paludosa*) er en arktisk-alpin art med en sirkumpolar utbredelse, og som antas å være sensitiv for varmere klima. En analyse av genetisk variasjon (barcoding) over hele utbredelsesområdet viste et klart skille mellom nearktiske dyr (økosonen som omfatter det meste av Nord-Amerika inkludert Grønland) og palearktiske dyr (som er de kalde og tempererte områdene av Eurasia, eksklusive Sør-Asia, samt Nord-Afrika). Artens forekomst i Sør-Norge har vært isolert i lang tid fra den arktiske utbredelsen, og er fattigere på genetisk variasjon. Den isolerte forekomsten i sør kan derfor ha liten tilpasningsevne, og være sårbar for ytterligere klimaendringer.



Den langhalet tusenbeinkrepsen *Branchinecta paludosa* er isolert i Sør-Norge. (Foto: Wikimedia, illustrasjon av G.O. Sars)

Omfattende - og spesifikt

I tillegg til de opprinnelige tre delprosjektene har SIS Biodiversitet vokst til å inkludere en rekke mer spesifikke aktiviteter. Her inngår prosjekter med fokus på genetisk variasjon innen arter, sett i forhold til geografisk avstand mellom populasjoner. Disse prosjektene har benyttet seg av hypervariable DNA-fragmenter, først og fremst mikrosatelitter, men også sekvensering av relevante gener. Også disse markørene må utvikles for de aktuelle organismene. Slike studier er utført på arter av økologisk eller forvaltningsmessig interesse som:

Ålegras (*Zostera marina*) danner en viktig naturtype og habitat for et rikt biologisk mangfold. Dette er en utvalgt naturtype i Norge og truet på verdensbasis på grunn av utbygging og eutrofiering. Genetisk sammenligning av ålegrasenger fra Oslofjorden (indre og ytre) og kyststrekningene langs Sør-Norge og Sverige i Skagerak viste liten grad av genetisk isolasjon, med unntak av engene i Indre Oslofjord.

Grønn kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) har beitet ned tareskog langs store deler av norskekysten. Prosjektet viste at kråkebollelarver spres med kyststrømmen nordover. Nye nedbeitingsepisoder kan derfor skje raskt om forholdene skulle bli fordelaktige for kråkebollene i fremtiden.

Et annet prosjekt har sett på genetisk variasjon hos vasspest, som er et introdusert problem i en rekke norske vassdrag, men som i andre vassdrag ikke utviser samme problemvekst. De genetiske sammenligningene viste ingen forskjell mellom de analyserte plantene fra Norge, Danmark, Sverige, Estland og Italia, eller mellom lokaliteter med problemvekst og med liten vekst.

eDNA

I motsetning til de andre prosjektene ble det også iverksatt prosjekter som har hatt som målsetting å utvikle metoder for tidlig påvisning av enkeltarter basert på DNA direkte fra vannprøver, uten å måtte samle inn den organismen som ønskes undersøkt.

Denne metoden er kjent som miljø-DNA eller environmental DNA (eDNA). Dette er særlig aktuelt for oppdagelse av fremmede (svartlistede) arter, sjeldne (røddlistede) arter og for sykdomsvekkende eller patogene organismer. Slik metodikk er utviklet for påvisning av introdusert rødgjellet solabbor (svartlistet), elvemusling (røddlistet) og for to arter mikroskopiske organismer som kan forårsake dødelighet hos oppdrettsfisk.

Til nytte for overvåkning

- Alle disse prosjektene har gitt ny kunnskap om spredning, genutveksling eller isolasjon mellom ulike områder og for ulike arter. Slik kunnskap er viktig både for økt forståelse av artenes spredningsmulighet og sårbarhet, og dermed også for forvaltningen, konkluderer Thaulow.

SIS Biodiversitet har i rekken av prosjekter generert en mengde resultater av både vitenskapelig og forvaltningsmessig interesse som nå er under publisering. Et viktig moment er at satsingen har gjort det mulig for mange av NIVAs biologer å opparbeide kompetanse og erfaring med bruk av DNA-markører, og hvilke muligheter som ligger i disse. Dette er svært aktuelt ved videre utvikling av overvåkingsmetodikk, f. eks. knyttet til implementering av [vannforskriften](#). SIS-aktiviteten har også medført at NIVA har blitt engasjert i nye prosjekter og etablert nye nettverk både nasjonalt og internasjonalt.

Nye miljøgifter

Varighet: 1.1.2011 - 31.12.2015

Totalt budsjett alle år: NOK 19,125 mill

Budsjett 2014: NOK 4,3 mill, påløpt NOK 2014: 4,45 mill

Introduksjon

Denne strategiske instituttsatsingen fokuserer på nye miljøgifter i alle typer vann og akvatiske systemer. I 2014 er det gjennomført forskning innen alle de fire hovedelementene i satsingen:

1. Utvikling av nye og innovative metoder for overvåking og vurdering av miljøfare
2. Effekter på alle nivå, fra gener til økosystemer
3. Miljøgifter og klimaendringer
4. Utvikling av regional-skala modellverktøy for risikovurdering

Prosjektet har vært organisert i delprosjekter som har adressert forskjellige problemstillinger innenfor de fire hovedelementene. Per utgangen av 2014 er det publisert i alt 14 vitenskapelige artikler i

internasjonale journaler med fagfelleevaluering. I tillegg er det holdt en rekke foredrag på nasjonale og internasjonale møter, hvorav flere har vært med forvaltningen til stede.

Aktiviteter i 2014

Mange nye miljøgifter har husholdninger som viktigste kilde (f.eks. personlige pleieprodukter og medisiner), og utslipp fra kloakkrensaneanlegg blir dermed en viktig punktkilde til miljøet. Vi studerer hvordan slike stoffer brytes ned i renseprosessene og vurderer alternative renseprosesser for å kunne redusere utslippene av nye miljøgifter i større grad enn i dag. Vi utvikler også en teknikk som inkluderer en kombinasjon av modellering, eksperimenter og prøvetaking i renseanlegg for å kunne risikovurdere slike nedbrytningsprodukter.

I arbeidet med å utvikle bedre og mer effektive overvåkingsmetoder jobber vi med både passive prøvetakere og høyvolum-prøvetakingsmetoder som verktøy for miljøovervåking av (nye) miljøgifter. Vi har gjennom delprosjektet «Ikke-spesifikk screening av miljøgifter i ulike matrikser» videreutviklet metoden hypotesefri miljøscreening (non target screening) i jakten på ukjente miljøgifter. Dette betyr i praksis at man prøver å identifisere miljøgifter, uten at man på forhånd har bestemt hvilke forbindelser som skal måles. Utgangspunktet for at en slik metode skal fungere tilfredsstillende er at det velges en opparbeidings- og analyseprotokoll som overfører et bredest mulig spekter av forbindelser ut fra prøven og frem til deteksjon. I 2014 har vi utviklet standardiserte protokoller for opparbeidning og instrumentell analyse av ulike matrikser. NIVA har også deltatt i den første internasjonale interkalibreringstesten av denne analysemetoden i regi av det europeiske nettverket NORMAN (Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances).

En viktig ny funksjon ved denne metoden er muligheten til å undersøke gamle datafiler i en retrospektiv måte for å lete etter miljøgifter som tidligere var ukjent, overvåket eller av mindre interesse. Fremtidige screening- og overvåkingsstudier vil ha betydelige fordeler av denne muligheten, og dataene vil være svært nyttig for bruk i internasjonale reguleringer for kjemikalier. I screeningprogrammet som finansieres av Miljødirektoratet, benyttes metoden for å fastslå om utvalgte organiske UV-kjemikalier, organiske peroksider, nye bisfenoler, utvalgte PBT-stoffer, flere fosforflammehemmere og insektrepellent DEET (N,N-Diethyl-m-toluamide) slippes ut til norsk miljø, og om nivåer i miljøet tilsier at disse stoffene allerede er problematiske eller om dagens bruk kan føre til et miljøproblem i fremtiden.

Flere delprosjekter er gjennomført med et felles mål om å utvikle og styrke vår verktøykasse når det gjelder studier av eksponering, opptak og økosystemresponser på nye miljøgifter. Innen effektstudier utvikler vi molekylærbiologiske metoder og metoder som kombinerer kjemisk analyse og effektstudier. Vi har blant annet benyttet slike teknikker i bynære vassdrag i Osloområdet, og har påvist en rekke fosfororganiske flammehemmere som tidligere ikke har vært påvist i miljøet i Norge.

I prosjektet «Bioaccumulation response – proof of concept» har delprosjektet «Kransalger som ny modell for miljøgiftopptak i celler» fremskaffet interessante resultater etter akkumuleringsforsøk. Vi ønsket å øke kunnskapen rundt mekanismene for hvordan hydrofobe stoffer akkumulerer i bunnen av næringskjeden, altså i primærprodusentene. Vi brukte kransalger (*Chara rudis*) som modellorganismer, og den polysykliske aromatiske hydrokarbon-forbindelsen pyren som modellsubstans på grunn av sine kjente fysiske og kjemiske egenskaper og robuste analysemetoder. Resultatene fra kransalgeeksperimentet viste at kransalger er utmerkede modeller for å forstå opptak, metabolisme og fordeling av organiske miljøgifter ved næringsnettets base. Videre ble det observert at opptaket skjedde raskt. Kransalgene hadde også evne til å omdanne pyren. Denne omdannelsen skjedde dessuten i større grad i lys (sannsynligvis forbundet med fotosyntese). Delprosjektet har vist at mesocosm-eksperimenter kan være et nyttig verktøy for å tilegne seg kunnskap om drivere og delprosesser fra organismer til økosystem.

Videre har vi i delprosjektet «Chemostat» igangsatt utvikling av et system som skal benyttes til å studere effekter av miljøgifter på en populasjon eller et økosystem. I slike systemer kan vi utføre

eksponeringseksperimenter under kontrollerte forhold, og dermed teste viktige hypoteser av ulike stressfaktorer inkludert klimaendringer. En etablering av et slikt system vil gi kunnskap om hvordan miljøendringer kan forventes å påvirke både opptak og å gi økologiske effekter.

Betydningen av klimaeffekter både på mobilisering av miljøgifter og effekter på økosystemer er viktige forskningsområder hvor vi er i gang med å kombinere feltobservasjoner og utvikling og bruk av matematiske modeller. Vi har for eksempel interessante resultater fra Folgefonna og Hardangerfjorden som indikerer at upolare langtransporterte miljøgifter avsatt over lang tid, har en netto transport fra vann til luft oppe ved breen, mens det motsatte er tilfelle nede ved fjorden.

Delprosjektet «Betydningen av smeltevann fra Folgefonna som sekundær kilde til DDT i Sjøfjorden» har som mål å undersøke betydningen av smeltevann fra Folgefonna som sekundær kilde til DDT og kvikksølv i Sjøfjorden. Det har vist seg vanskelig å detektere noe særlig DDT i brevannet, hvilket indikerer at avrenning av avsatt DDT på breen er begrenset. Resultater fra analyse av sedimentkjerner i brevannet viser lave verdier (under deteksjonsgrensen) av DDT-forbindelser i dypere lag (sedimenter fra før rundt 1950). Høyest nivå av DDT-forbindelser finner man i sedimentlag fra mellom 1960 og 1970. Dette stemmer godt med tidsintervallet DDT ble brukt i Norge. Det er interessant at man detekterer DDT-forbindelser også i sedimentoverflaten. Dette prosjektet har i tillegg inkludert analyser av kvikksølv. Resultatene viser de høyeste konsentrasjonene av kvikksølv i de øverste snittene av sedimentene (etter ca. 1960). Dette kan settes i sammenheng med generelt økende kvikksølvkonsentrasjoner flere steder i Norge.

På modelleringssiden har vi gjennom prosjektet «SISpoll4» laget en helt ny type simuleringsmodell for nye miljøgifter på nedbørfeltskala, som kombinerer egenskapene fra hydrologidrevne nedbørfelt-/stofftransportmodeller og fugasitetsbaserte multimediamodeller for persistente organiske miljøgifter. Modellen kan simulere transport og omdanning av mange miljøgifter simultant, fra mange ulike kilder og avhengig av alle de viktigste prosessene. Som et resultat av denne satsningen leder vi et internasjonalt konsortium som utvikler en regionskala nedbørfeltmodell for scenarioanalyse av transport og eksponering av de fleste typer miljøgifter. Vi er også i gang med å utvikle en ny type modell for bioakkumulering av nye miljøgifter.

En viktig intensjon med denne strategiske instituttsatsingen er å styrke samarbeidet mellom fagretninger som tradisjonelt har samarbeidet lite, og gjennom det utvikle ny kunnskap. Vi ser tydelige og svært positive resultater på at dette fungerer. Den strategiske satsingen har også ført til økt vitenskapelig formidling gjennom artikler og foredrag, og også økt mediedekning rundt nye miljøgifter. Moderne samfunn er avhengig av bruk av kjemikalier for å opprettholde livskvaliteten. Satsningen nye miljøgifter har synliggjort kunnskapsbehov for slike kjemikalier som slippes ut i vannmiljøet og påvirker økosystemer.

Marin forsurening/Ocean Acidification

Varighet: 1.1.2013 - 31.12.2016

Totalt budsjett alle år: NOK 11, 9 mill

Budsjett 2014: NOK 2, 39 mill, påløpt i 2014: NOK 2,47 mill

Introduction

The common aim of the ocean acidification SIS (OASIS) is a strengthening of the institutional and national capacity in understanding of the effects of ocean acidification on marine ecosystems through

cooperation at the highest national and international level. Marine acidification is becoming a major issue on both the political and scientific agenda. The project will prepare for activity in the Northern areas and strengthen the collaboration with the flagship partners in the FRAM Centre, as well as other national and international competence centers.

OA-SIS will provide new understanding of the coupled climate change and ocean acidification effects on marine ecosystems, in a global setting with special focus on the Norwegian Fjords and Coastal waters, the Arctic Ocean, and selected regions of high relevance (i.e. upwelling regions). OASIS will deliver assessments of the natural variability of the marine carbonate system in the specified region. It will deliver assessments of the effects of ocean acidification on marine organisms and the structure and functioning of marine ecosystems in response to rising carbon dioxide concentrations. The project will enhance national capacity and standing in the important and emerging research field of ocean acidification. OASIS will study acidification effects in linked studies from the atmosphere, through ecosystems to the sediments.

The main goal is to develop a world class capacity to study ocean acidification, provide improved understanding of the changes in biogeochemistry and its effects on marine ecosystems.

The following sub-goals are planned for the duration of the SIS:

- Build capacity in instrumentation, platforms, models and personnel.
- Advance our understanding of natural variability of the marine carbonate system in the OA-SIS regions using advanced measuring platforms.
- Develop and study scenarios of ocean acidification relevant to key ecosystems.
- Advance understanding of the effects of ocean acidification on targeted marine organisms and ecosystems.
- Determine the response of target organism and ecosystems to ocean acidification and climate scenarios.
- Develop indicators on changes in marine acidification and effects on ecosystems.
- Advise policymakers on likely responses to facilitate management of ecosystem change.

2014: Activity and results

Ocean acidification is a growing challenge both to the security of many marine ecosystems and the ocean's capacity to continue being a significant reservoir for storing anthropogenic CO₂ and, thus, being a delay mechanism for future climate change. In 2014, NIVA has strengthened its already significant contribution to the understanding of the rate of ocean acidification, sensitive organisms and ecosystems and future scenarios of change. OASIS has worked on a global basis with research on and in the Norwegian coastal zone, the Arctic Ocean including Svalbard fjords, the productive Barents Sea and the continental shelf and the Southern Ocean.

The application of new, state of the art instrumentation for the measurement of seawater pH and pCO₂ has enabled on-line, autonomous determination of the entire CO₂ system on Ship of Opportunity lines from Germany to Oslo, Bergen to Kirkenes and from Tromsø to Longyearbyen/Ny Ålesund (Color Line, Hurtigruten and the cargo ship MS Norbjørn). This is the longest coastal ocean acidification survey route and will deliver critical new information on seasonal and interannual variability and the rate of change of key ecosystem drivers (pH, CO₂, omega). This information is necessary in order to develop informed and targeted management plans for key ecosystems and marine protected areas.

The wider scientific community requires support, guidance and measurement techniques by leading ocean acidification scientists. NIVA has, through the OASIS project, developed and tested new instrumentation for all four of the master CO₂ system variables: namely, pH, pCO₂, total alkalinity and total inorganic carbon. OASIS has now been invited to lead several ocean acidification

experiments and process studies on the back of this measurement strategy and experience in developing experiments to “stress” ecosystems with ocean acidification.

Model simulations of ocean acidification for this century have been investigated and multi-stressor scenarios for change have been developed for key ecosystems of the Arctic. Studies have shown how surface ocean phytoplankton may respond to climate change and ocean acidification. Plankton will modify the future uptake capacity of the ocean and also affect how carbon and nutrients are exported to the interior ocean.

Models have also shown that significant regions of the Arctic shelf will undergo changes in hydrography and ocean acidification. In collaboration with Polish partners we are determining which thresholds for survival for keystone benthic organisms and ecosystems are relevant from the model simulations. This will provide a timeline for future ecosystem change and biodiversity.

In 2014, NIVA has significantly strengthened its capacity for integrated climate, ecosystem, carbon cycle modeling. NIVA has adopted the European Regional Seas Ecosystem Model (ERSEM) in close collaboration with Plymouth Marine Laboratory. This is in the process of being coupled to physical models for the Nordic Seas and Arctic Ocean.

The new observational, experimental and modeling capability is being integrated to provide new information for socioeconomic models. This is the growing focus of the OASIS project towards delivering informed scenarios of coupled chemical, ecosystem and economic evaluations that will facilitate and provide momentum towards the development of much-needed management plans for marine resource utilization and security. Better and timely advice on the oceans health and sensitivities will enable maximal and long-lasting utilization of marine ecosystem services.

OASIS has been very successful in securing new funding from NFR and EU sources in 2014 that illustrate both the scientific strengths of the consortium, but also the strong backbone of sound instrumental and modeling capacity that has been developed and honed under the first OASIS years. The consolidation of a strong science capacity has enabled NIVA to be a leading scientific actor in the Fram Centre ocean acidification flagship.

Towards the goal of improved conveyance of knowledge of ocean acidification and ocean management NIVA leads, with large inputs from OASIS, both the AMAP Ocean acidification working group and the Scientific Committee for Antarctic Research Action Group on Ocean Acidification. NIVA also has a seat in the executive committee of the Global Ocean Acidification Observation Network.

8 Transportøkonomisk institutt, TØI

TØI SIS I 2014

Strategiske instituttsatsninger (SIS) er en del av den basisbevilgning som er til disposisjon for Norske forskningsinstitutter. Forskningsrådet bevilger midlene, men SISens innhold diskuteres med berørte departement. Forskningsrådet samler instituttene i grupper og TØI tilhører den så kalte «Miljøarenaen» og må dermed ha 40% av sin basisbevilgning som SISer.

TØI har i dag 7 SISer på til sammen 7,755 mill NOK i 2015 hvilket utgjør ca 7% av omsetningen.

| SIS | Tittel | Prosjektleder | Start | Slutt | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Tot bevilgning |
|--------------|---------------|---------------------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| I | Reiseliv | Petter Dybedal | 01.08.2009 | 31.12.2013 | 815 000 | 815 000 | 815 000 | - | - | 3 260 000 |
| II | Miljø og Klin | Vibeke Nenseth | 01.01.2011 | 31.12.2015 | 880 000 | 880 000 | 880 000 | 880 000 | 880 000 | 4 400 000 |
| III | Næringslivst | Inger Beate Iversen | 01.01.2011 | 31.12.2015 | 1 620 000 | 1 620 000 | 1 820 000 | 1 820 000 | 1 820 000 | 8 700 000 |
| IV | Back on track | Frode Longva | 01.01.2011 | 31.12.2015 | 620 000 | 620 000 | 620 000 | 620 000 | 620 000 | 3 100 000 |
| V | Trafikksikker | Rune Elvik | 01.01.2011 | 31.12.2015 | 1 620 000 | 1 620 000 | 1 820 000 | 1 820 000 | 1 820 000 | 8 700 000 |
| VI | Reisevanøer | Randi Hjorth | 01.01.2013 | 31.12.2017 | | | 800 000 | 1 000 000 | 1 000 000 | 4 800 000 |
| VII | Innovasjon f | Ronny Llaebæk | 01.01.2013 | 31.12.2017 | | | 500 000 | 800 000 | 800 000 | 3 700 000 |
| VIII | Innovasjon, i | Ove Langela | 01.01.2014 | 31.12.2018 | | | | 815 000 | 815 000 | 4 075 000 |
| Total | | | | | 5 555 000 | 5 555 000 | 7 255 000 | 7 755 000 | 7 755 000 | |

1 Bærekraftig transport: drivkrefter, virkninger og politikk

Denne miljø-SISens hovedmål er å styrke felles og tverrinstitusjonell forskning på bærekraftig transport på tvers av de natur- og samfunnsvitenskapelige instituttene i CIENS/Miljøalliansen². CIENS-SISen er derfor gjennomgående opptatt av tverrfaglig teori- og metodeutvikling. Transport er et spesielt tverrfaglig anliggende som favner bredt og dekker hver av de grunnleggende bærekraftdimensjonene - så vel velferd og økonomi som klima og lokalmiljø. Samtidig er transportsektoren i søkelyset som særlig avgjørende for en utslipps- og fossilfri framtid. Transport er et hovedmål for miljøpolitikken slik miljø er et hovedmål for transportpolitikken.

1.1 Mål og partnere

CIENS-SISen er tredelt med følgende mål og samarbeidspartnere (initialer TØI-forskere i parentes)

1. Å studere sentrale *samfunnsmessige drivkrefter* bak transport, for å påpeke hvilke mekanismer som ser ut til å kunne frambringe – eller framtvinge – mer bærekraftige, miljøvennlige mobilitetsmønstre (TØI: KVE, AF, VNE)
2. Å vurdere transportens *miljøkonsekvenser* i by sett i sammenheng med andre hensyn i byutviklingen, der en ny og lite studert sammenheng undersøkes spesielt - hensynet til kulturminner satt opp mot målet om å få fram mer bærekraftige transportløsninger i byutviklingen (TØI (ATO, VNE) og NIKU)
3. Å studere betydningen av politiske prosesser for en bedre måloppnåelse i arbeidet for mer bærekraftig transport (TØI (PCH, AST) og CICERO)

² Miljø-SIS i regi av Miljøalliansen (som består av miljøinstitutter med basisbevilgning fra Klima- og miljøverndepartementet). I *denne* SISen er følgende institutter med: CICERO, NIKU, NILU og TØI (kalles ofte en CIENS-SIS selv om NIKU er med i Miljøalliansen, men ikke i CIENS). TØI har prosjektlederansvaret.

I tillegg er NILUs del av CIENS-SIS om et klimapolitisk virkemiddel som bruk av bio-etanol og effekter på luftkvalitet i by (Bie-bus) koblet til denne CIENS-SISen.

1.2 Aktiviteter og resultater 2014

I 2014 har det vært følgende aktiviteter på gang:

- Paperet "*The Knowledge-Policy Interaction for Sustainable Transport - Eased by Interdisciplinarity?*" drar veksler på det tverrinstitusjonelle CIENS-samarbeidet og peker på tverrfaglighetens potensialer og paradokser og undersøker tesen om at tverrfaglig forskning letter kunnskap-politikk-utvekslingen. Paperet ble lagt fram og diskutert på 'European Environmental Evaluator's Conference' i Helsinki i april.
- I CIENS-SIS1 har det vært et fokus på å vurdere hvilke drivkrefter som forklarer variasjonen i sykling som bærekraftig transportløsning i norske byer. I paperet *Variation and Explanation of Cycling participation in Norwegian Cities*, legges det vekt på data- og metodeutvikling med nye koblingsmuligheter for data om bærekraftig bytransport (kobling TØIs reisevaneundersøker, SSBs KOSTRA (kommune-stat-rapportering)- og andre registerdata o.a.). Basert blant annet på disse datakoblingene er et integrert indikatorsett for miljøvennlig bytransport utviklet som igjen ligger til grunn for en multivariat analyse av drivkreftene bak sykling som miljøvennlig transport i norske byer.
- Artikkelen «*Home, car use, and vacation. The structure of environmentally significant behavior*» (Bratt, C, Stern, P, Matthies, E. & Nenseth, V.) ble publisert (februar 2014) i tidsskriftet 'Environment and behavior». Artikkelen påpeker at ulike typer atferd med miljøkonsekvenser vanskelig kan ses som resultat av én generell miljøorientering, men snarere er utpreget sektorisert og kontekstspesifikk. Når det gjelder transport, er det interessant å merke seg at ulike typer transportatferd havner i tre distinkte handlingskontekster: å kjøpe bil henger sammen med husholdsforbruk generelt: å bruke bil i det daglige er en egen kategori, mens flyreiser for ferier er en tredje.
- I CIENS-SIS2 er artikkelen "*The city and the suburb - comparing two urban development projects in a Nordic capital*" ble i mars 2014 i tidsskriftet 'Sustainability'. Artikkelen finner positive synergier, vinn-vinn, mellom transportløsninger og kulturattraksjoner der også næringslivet er på banen (som i utviklingen av Bjørvika); mens hensynet til lokalmiljø og sosial inkludering vies langt mer oppmerksomhet enn transport og kultur der næringslivet i liten grad er involvert (som i Groruddalssatsingen).
- CIENS-SIS3 er opptatt av politiske prosesser for bærekraftig transport der følgende papere er under arbeid i samarbeid med CICERO, ett om "*Hvorfor stadig mindre forpliktende satsing på sykkel i Norge*", med et hovedsakelig historisk policy-institusjonelt perspektiv, og ett om "*What are the effects of more participatory processes in the transport field?*". Det har også vært dratt veksler på arbeidet (i TEMPO-prosjektet) om 'policy integration', om erfaringer med å integrere bærekraftensynet i transportpolitiske prosesser.

Ellers har følgende **foredrag** vært holdt med utspring fra dette SIS-arbeidet:

Vibeke Nenseth: *The Knowledge-Policy Interaction for Sustainable Transport – Eased By Interdisciplinarity?* EEEN (European Environmental Evaluations Network) Conference, Helsinki, 28-29.4.14

Vibeke Nenseth: *Interdisciplinarity in CIENS*, visitors from NMBU, Department of Ecology and Natural Resource Management, 11.9.2015

Vibeke Nenseth: *Urbanisering som klimapolitikk?*, Forskning til lunsj, Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Planavdelingen, 23.9.2014

Vibeke Nenseth: *CIENS on Urban Sustainability*, presentasjon på UERA (Urban European Research Alliance) Conference, Leiden, 24.10.2014

Vibeke Nenseth: *Presentasjon av CIENS' forskning på bærekraftig transport og byutvikling*, Idédugnad om Smart Cities, i regi av UiO Energi/CIENS, Tøyen hovedgård 3.12.2014

1.3 Publikasjoner

Bratt, C., P. C. Stern, E.Mathies, V.Nenseth. 2014. "Home, Car Use, and Vacation: The Structure of Environmentally Significant Individual Behavior." *Environment and Behavior*. Sage Journals

Tønnesen, A., Larsen, K., Skrede, J. & Nenseth, V. 2014. «Understanding the Geographies of Transport and Cultural Heritage: Comparing Two Urban Development Programs in Oslo», *Sustainability* 6(6)

Nenseth, V. 2014. «Integrering av klimahensyn i transportpolitikken», i Fridstrøm, L & Alfsen, K. (red.) *Vegen mot klimavennlig transport*, [TØI-rapport 1321/2014](#)

Nenseth, V. 2014. «Bytransport», in Reed, E.U. (red.), *Transport og klima, funn og fakta om transportens klimapåvirkning*, Info-grafikk (populærvitenskapelig magasin) fra TEMPO-prosjektet, CICERO/TØI

2 Næringsliv

2.1 Formål

SISen *Fremtidig bærekraftig transport for industri og handel i Norge*, er inndelt i tre delprosjekt som løper parallelt. I delprosjekt 1 er hovedmålsetningen å studere godstransport i transnasjonale verdikjeder. I delprosjekt 2 er et hovedmål å få økt kunnskap om hvorfor og hvordan forretningsreiser gjennomføres i norske virksomheter, samt hvilken betydning disse reisene har for kunnskapsutvikling og innovasjonsevne. I det tredje delprosjektet jobbes det med forbedring av det nasjonale modellsystemet for analyse av persontransport og godstransport.

2.2 Varighet og budsjett

SISen *Fremtidig bærekraftig transport for industri og handel i Norge* startet i 2011 og løper i fem år, fram til 31.12.2015. Budsjettet for de to første årene var på NOK 1 620 000, mens siden 2013 har årlig budsjett vært på NOK 1 820 000.

2.3 Godstransport i transnasjonale verdikjeder

Utslipp av klimagasser fra vegtransport er bestemt av et komplisert samspill mellom avsendere og transportører, der rammeverket er satt av regelverk og økonomiske faktorer. For å oppnå utslippsreduksjoner i framtiden er det nødvendig å forstå de forskjellige drivkrefter og trender som påvirker transporttetter, valg av transportløsning og kjøretøyutvikling. I artikkelen *Road freight energy efficiency and CO₂ emissions in the Nordic countries*, har hensikten vært å finne ut hvilke faktorer som påvirker den langsiktige utviklingen i CO₂-utslipp fra vegtransport, og å identifisere i hvilken grad de langsiktige utslippsmål vil kunne nås.

Analysen er basert på en internasjonal sammenligning av lignende Delphi undersøkelser utført i Norge, Finland og Sverige. Delphi undersøkelsene tyder på at den strukturelle endringen av økonomien, endringer i forbrukernes vaner, bekymringer for energisikkerhet og miljø og endringer i logistikkpraksis og teknologi er de overordnede trendene som former fremtidig energieffektivisering og CO₂-utslipp fra godstransport på vei. Ekspertprognoser for Finland og Sverige markerer at å nå karbonutslippsmålet om 30 prosent reduksjon fram til 2030 er mulig. Imidlertid kan CO₂-utslippene også øke betydelig selv om CO₂-intensiteten avtar, slik den norske prediksjonen viser. Ekspertene tror også at prisen på fossilt drivstoff vil øke, noe som ytterligere vil øke betydningen av energieffektiv drift og best mulig utnyttelse av kjøretøy. Økte drivstoffpriser kan føre til at biodrivstoff og andre

alternative energikilder blir økonomisk levedyktig, men vil også føre til at kjøretøyene blir mer energieffektive.

Forventet økning i e-handel kan ha en betydelig effekt på logistikkoperasjoner og effektiv håndtering av et økende antall små direkteleveranser til forbrukere krever samarbeid mellom avsendere og transportører. Samtids utveksling av informasjon gjennom IKT-systemer bør iverksettes for å muliggjøre et slikt samarbeid. Implementere slike systemer krever imidlertid høy grad av tillit mellom avsendere og transportører.

I studien kombineres kvantitativ og kvalitativ analyse. Resultatene viser at lignende forhold forventes å påvirke fremtiden i alle tre land, men med noen nasjonale forskjeller i de sannsynlige effektene av faktorene. Videre forskning ved bruk av samme metode, muliggjør en bredere analyse av global betydning av disse drivkrefter.

Liimatainen, H, I B Hovi, N Arvidsson and T C Jensen. "Driving Forces of Road Freight CO₂ in 2030." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol 45, Issue 3. Pages 260-285. <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/IJPDLM-10-2013-0255>

Liimatainen, H, L Nykänen, N Arvidsson, I B Hovi and T C Jensen. "Road freight energy efficiency and CO₂ emissions in the Nordic countries". *Research in Transportation Business & Management*, Volume 12, October 2014. Page 11-19. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221053951400056X>

2.4 Passasjertrafikk i den globale kunnskapsindustrien

I dette delprosjektet er det gjennomført studier av forretningsreiser kunnskapsutvikling og innovasjoner, samt pendling og integrasjon av arbeidsmarkeder. Flere artikler er under produksjon og noen er allerede publisert. Vi vil her fremholde et spesielt bidrag som er under publisering, knyttet til betydningen av ny teknologi for drosjenæringen.

Stadig strengere reguleringer av drosjenæringen i Europa har økt kostnadene forbundet med å drive drosje, samtidig har det gjort det betydelig vanskeligere å kjøre svart. Parallelt med denne utviklingen har nye teknologier kommet til, i form av smarttelefoner og sosiale medier. Disse teknologiene har redusert den viktigste faste kostnaden forbundet med drosjesentraldrift, koblingen mellom passasjer og bil. Tidligere var en piratdrosje avhengig av å spre telefonnummeret sitt til en stor krets, for å kunne motta forhåndsbestillinger, nå holder det å legge det ut på en facebookgruppe, eller å registrere seg på en nettside. I kjølvannet av dette har det også kommet flere tjenestetilbydere som tilbyr kobling mellom potensiell sjåfør og passasjer via en smarttelefon og en app. Disse nye tjenestetilbyderne kommer til, utenfor de eksisterende reguleringene. Om de er lovlige eller ikke avhenger litt av det enkelte lands lovgivning. Det er for eksempel lovlig i Storbritannia og Sverige, men ulovlig i Tyskland, Danmark og Norge.

I paperet *Returning to the black economy? – technology and the taxi*, er fokuset de økonomiske konsekvensene av denne typen teknologi og virksomhet, ikke de juridiske. Paperet ser særlig på utfordringene knyttet til å beholde drosjevirkosomhet innenfor den formelle delene av økonomien. Dette går særlig på at brukertersklene for disse nye tjenestene er betydelig lavere enn det som er for å drive en drosjesentral. Dette muliggjør globale drosjesentraler, lokalkunnskap er ikke like nødvendig når både kunden og føreren har GPS. Som en konsekvens av dette har selskap som Uber etablert seg. Slike selskap er organisert slik at formidlingstjenesten gjøres gjennom et eget foretak, gjerne lokalisert i et område med lavere skatt. Samtidig stiller førerne med egne biler, og er selv ansvarlig for å følge lokale regler. Tilsvarende er betaling enten organisert direkte mellom passasjer og fører, som i tilfellet Haxi, eller gjennom registrering og et eget selskap, som i tilfellet Uber. Begge disse løsningene er langt billigere enn betaling gjennom godkjent taxameter. Den teknologiske utviklingen har altså gitt mer kostnadseffektive løsninger, enn de lovlige både i formidling av forhåndsbestilte turer og i

betalingen av dem. Dette gjøre at aktører som unnlater å følge kravene om utstyr, har betydelig lavere kostnader, og mulighet til å både tilby lavere priser og høyere avkastning enn det de lovlige aktørene kan. I tillegg er det langt vanskeligere for myndighetene å kontrollere og å skatlegge aktiviteten.

2.5 Transportmodeller

I Norge brukes transportmodeller i mange sammenhenger, f eks til utvikling av prognoser for framtidig transportomfang, for å evaluere effekten av ulike tiltak eller virkemiddelpakker, eller som et ledd i beregning av samfunnsøkonomisk nytte av større og mindre infrastrukturinvesteringer. I 2014 er denne type transportmodeller bl a brukt for å beregne hvordan klimautslippene fra transport kan reduseres ved ulike tiltak som påvirker etterspørselen etter ulike transportformer.

I tillegg til tradisjonelle transportmodeller har vi ved TØI også en modell som ser på hvordan etterspørselen etter ulike biltyper påvirkes av endringer i kostnadene knyttet til innkjøp og bruk av den enkelte biltype. Beregninger som er gjort i 2014 viser at vi ved å forsterke klimaprofilen i engangsavgiften for personbiler kan forsere overgangen til ladbare biler og kutte CO₂-utslippene fra bilparken med 50 prosent. Men det vil ta tid, anslagsvis 25-30 år, fordi bare 5-6 prosent av bilparken skiftes ut hvert år. Innen 2020 er det derfor ikke realistisk å kutte mer enn 9-18 prosent av utslippene fra personbiler, tilsvarende mellom 0,6 og 1,2 millioner tonn CO₂ hvert år. Overgangen til ladbare biler vil gi store energibesparelser, siden elmotoren er rundt regnet tre ganger så energieffektiv som forbrenningsmotoren. De tradisjonelle transportmodellene forteller oss at økte drivstoffavgifter, høyere bompenger eller bedre og billigere kollektivtrafikk er virkemidler som også bidrar til å redusere klimagassene, men i mer beskjeden grad enn gjennom tilpasning av engangsavgiften. Dette er noen av resultatene fra prosjektet TEMPO om klimavennlig transport i Norge, som ble avsluttet i juni 2014. Gjennom SIS-en er dette arbeidet videreført og det ble høsten 2014 utarbeidet flere abstracts til vitenskapelige konferanser.

Et viktig element knyttet til næringslivets transporter er tidsbruk knyttet til kø, spesielt i byområdene. Å kunne forutse og forstå hvordan og hvor køer dannes i vegnettverket, er viktig for å kunne avvikle trafikken på en best mulig måte. For å få mer kunnskap om dette har vi i 2014 prøvd ut en ny simuleringsmetode for vegene i Trondheimsområdet. Denne metoden kalles aktivitetsbasert mikrosimulering, og definerer et system hvor trafikken genereres ut fra hver enkelt reisendes behov for å komme seg fra aktivitet til aktivitet gjennom dagen. I motsetning til i tradisjonelle modeller så kan også valg av avreisetidspunkt endres bl.a. basert på køsituasjonen foregående dag. Hver enkelt bil i systemet simuleres på en slik måte at man i større grad fanger opp danning av kø og andre dynamiske effekter enn i de modellene som hittil har vært brukt i Norge. I Trondheim er metoden testet ut i ulike case for bompengeløsninger, med lovende resultater. Dette er dokumenter i bl a en artikkel i Samferdsel i 2014.

3 Back on Track.

Navn: Back on Track: The institutional and financial underpinnings of rail travelling.

Varighet: 2011-2015.

Økonomiske rammer: NOK 620 000 per år, totalt NOK 3,1 millioner

3.1 Resultater og aktiviteter i 2014

Prosjektet har som formål å undersøke hvilke institusjonelle, organisatoriske og finansielle forhold som påvirker utviklingen av persontransport på jernbane i Norge og internasjonalt, og bidra til å styrke TØIs kompetanse og internasjonale og nasjonale nettverk på området. Prosjektet er delt inn i fem arbeidspakker. Den første studerer organisatoriske endringer i jernbaneforvaltningen, den andre

deregulering av markedsadgangen og innføringen av konkurranse innen persontransport, den tredje analyserer ulike finansieringsmodeller for investeringer og drift innen skinnegående transport, og den fjerde analyserer hvilke faktorer som påvirker etterspørselen etter slik transport i Norge og Europa. Den siste arbeidspakken studerer hvilke implikasjoner funnene kan sies å ha for fremtidig politikktutforming i Norge og faglig utvikling på feltet.

I denne perioden har prosjektet fått publisert tre tidsskriftartikler, fått akseptert en artikkel i europeisk bokantologi, sendt inn 3 papers til review, presentert 2 papers på vitenskapelige konferanser, skrevet 2 populærvitenskapelige artikler og holdt flere brukerrettede foredrag.

Tre temaer har stått sentralt i denne rapporteringsperioden: Overførbarhet av nye finansieringsformer for kollektiv infrastruktur, desentralisering og kommersialisering av persontransport på jernbane, og samordning av kollektivtransporten på regionalt nivå. I tillegg har vi i inneværende rapporteringsperiode fått publisert to artikler om risiko og usikkerhet ved investeringer og planlegging av ny infrastruktur, men hoveddelen av dette arbeidet ble gjort i forrige rapporteringsperiode.

Overførbarheten av nye finansieringsformen innen kollektivtransporten diskuteres i artikkelen «Policy Transfer of Public Transport Funding Schemes – The case of Norway» (Olsen, S., Fearnley, N., 2014, *Research in Transportation Economics*, Volume 48, December 2014, Pages 429–433. Elsevier). Artikkelen diskuterer under hvilke betingelser en finansieringsform kan overføres fra et land til et annet. Artikkelen presenterer ulike alternative finansieringsformer som blir benyttet for å finansiere kollektivtransporten internasjonalt, og kategoriserer hver enkelt finansieringsform ut fra hvilke og hvor store barrierer som må overvinnes før de kan tas i bruk i norsk sammenheng.

Desentralisering og kommersialisering av persontransport på jernbane diskuteres i bokkapitlet «Commercialization and managerial independence» (Olsen, S., Fearnley, N., Krogstad, J.R., 2015 (forthcoming), Chapter 5 in: Finger & Holvad (eds., forthcoming) *Rail Economics, Policy and Regulation in Europe*. Edward Elgar). Kapitlet diskuterer hvordan økt markedsorientering har påvirket togselskapenes autonomi og markedsatferd. EU-lovgivning har initiert endringer i konkurranse og eierstrukturer, noe som har beveget sektoren bort fra statlig intervensjon og mot mer autonome enheter og engasjement fra den private sektor. Selv om disse tiltakene har kommersialisert sektoren, utgjør de samtidig organisatoriske begrensninger for togselskap, gjennom ulike bestemmelser og krav foretakene er forpliktet til å følge. Det er også betydelige forskjeller fra ett EU-land til et annet med hensyn på i hvilken grad nye tiltak er innført. Studien konkluderer med at det er en økende kompleksitet i jernbanesektoren, der samhandling foregår på flere organisatoriske nivåer. Iverksettingen av nye reformer balanserer frihet og forpliktelser, uttrykt gjennom ulike kombinasjoner av kontrakter og organisatorisk design.

Samordning av kollektivtransporten på regionalt nivå diskuteres i paperet «Arm's length as a root of conflict: Experiences from Norwegian local public transport» (Krogstad og Leiren 2014), som ble presentert på XVII Nordic Political Science Congress 2014. Paperet tar utgangspunkt i den internasjonale trenden med egne profesjonelle innkjøpsorgan i kollektivtransporten, noe vi også ser utstrakt bruk av i Norge. Dette skaper igjen utfordringer knyttet til politisk styring og demokratisk innsyn i beslutningsprosessene. Artikkelen diskuterer utfordringene ut fra empiriske studier i norske fylkeskommuner.

Risiko og usikkerhet ved samferdselstiltak og investeringer i ny infrastruktur behandles dels i artikkelen "Managing risk and irreversibility of transport interventions" (Ramjerdi og Fearnley 2014, i *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 60:31-39) og dels i "A process for designing policy packaging: ideals and realities" (Jsuten, Fearnley, Givoni and Macmillan 2014, i *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 60:9–18). Innholdet i begge artiklene er redegjort for i tidligere rapporter.

I forlengelsen av arbeidene over har vi også produsert populærvitenskapelige artikler og foredrag som berører jernbanetransportens utvikling i Norge. Den populærvitenskapelige artikkelen «Bør ansvaret

for lokaltogene i Oslo og Akershus overføres til Ruter» (Krogstad 2014 i tidsskriftet Samferdsel), brukes eksempler fra Europa til å diskutere styrker/svakheter ved å overføre ansvaret for deler av jernbanen fra stat til regionalt forvaltningsnivå. Dette har også blitt presentert i foredrag for SD i forbindelse med statens arbeid med ny jernbanereform, og holdt foredrag om på Jernbaneforum 2014.

SISen har også gjort det mulig å delta på tre internasjonale konferanser foruten det årlige forskerforumet Florence School of transport regulation. Medlemmer av faggruppen har i tillegg deltatt i ECTRI og det internasjonale kontaktnettet er stort.

4 Reisevaner og mobilitet

4.1 Formål og innhold

Reisevaner og mobilitet er en baisaktivitet ved TØI. Kunnskap om befolkningens reiser og mobilitet er fundamental for nasjonal, regional og lokal transportplanlegging.

Formålet med en strategisk instituttsatsning (SIS) innenfor dette feltet er først og fremst å øke kompetansen og det nasjonale - og internasjonale samarbeidet. Denne strategiske instituttsatsningen er tilknyttet fagfeltet Reisevaner og mobilitet. Programmets formål er å studere de samfunnsmessige betingelsene for reiseaktivitet, utvikle teorier til forståelse av slik aktivitet, forbedre metoder for å kartlegge persontransport og å undersøke befolkningens mobilitet og reisevaner. Kunnskapsutvikling innenfor dette programmet danner grunnlag for tiltak innenfor både til samferdsels- og miljøpolitikken.

Programmet omfatter studier av alle typer reiser, både private og næringstilknyttede, korte og lange. Det tar også opp samspillet mellom den fysiske og den virtuelle mobiliteten. Sentrale temaer i programmet som en SIS støtter opp om, er:

- Metodeutvikling, gjennomføring og analyser av reisevaneundersøkelser, spesielt de nasjonale, som TØI har hatt ansvaret for siden de startet i 1985. Den siste ble gjennomført i 2013/14.
- Studier av mobilitet og reiser som resultat av dagliglivets og næringslivets aktiviteter og organisering. Dette inkluderer også samspillet mellom fysisk reiseaktivitet og bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi, for eksempel videokonferanser og fjernarbeid.
- Studier av samfunnsmessige drivkrefter av betydning for reiseaktivitet. Hvilke utviklingstrekk har betydning for hvordan mobilitet og reiser utvikler seg?
- Transportstatistikk, markeds- og konkurranseanalyser. Dette er kunnskapsgrunnlag for politikutvikling på samferdsels- og miljøfeltet.

4.2 Varighet og budsjett

SIS – Reisevane og mobilitet startet i 2013 og løper i fem år. Budsjettet for 2014 og de påfølgende årene er på NOK 1 000 000.

4.3 Resultater og aktiviteter i 2014

I 2014 er det:

Publisert fire *vitenskapelige artikler* innenfor fagfeltet. Tematisk omfatter det to knyttet til mobilitet og velferd; en teoretisk og en om transport og velferd for eldre. Videre er det en artikkel bruk av mobiltelefoni i små bedrifter i Malaysia. Den fjerde artikkelen handler om arbeidsreiser og fordeling av arbeidsoppgaver i forskjellige typer av hushold der begge parter er yrkesaktive.

Nordbakke, Susanne Therese Dale; Schwanen, Tim.

Transport, unmet activity needs and wellbeing in later life: exploring the links. *Transportation* 2014, 1-23

Nordbakke, Susanne Therese Dale; Schwanen, Tim.

Well-being and Mobility: A Theoretical Framework and Literature Review Focusing on Older People. *Mobilities* 2014 ; Volum 9.(1) s.104-129.

Julsrud, Tom Erik; Roldan, Ma Divina Gracia Z.

Mobile phones and business networks among Malaysian micro and small enterprises: A comparative network approach. *Asia Pacific Social Science Review* 2014 ; Volum 14(1)5,21-42

Hjorthol, Randi; Vågane, Liva.

Allocation of tasks, arrangement of working hours and commuting in different Norwegian households. *Journal of Transport Geography* 2014 ; Volum 35. s.75-83

Videre er det publisert tre *populærvitenskapelige artikler* som tar opp bruk av kommunikasjonsteknologi underveis på reisen og en artikkel om virkninger av bedriftsflytting.

Tom Erik Julsrud, Jo Herstad, Jon Martin Denstadli

Hva gjør ny kommunikasjonsteknologi med opplevelsen av å være underveis? *Plan*, 2014, -(6):60-63

Tom Erik Julsrud, Petter Christiansen, Nils Gaute Voll Noe av vinningen kan riktignok gå opp i spinningsen, men: Flytting til sentrum ga miljøgevinst. *Samferdsel*, 2014, 53(8):6-7

Jon Martin Denstadli, Tom Erik Julsrud Ny teknologi gir reisetiden nytt innhold *Samferdsel*, 2014, 53(1):8-9.

I november ble det holdt et *seminar* om bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi underveis på reiser. Seminaret var åpnet og rettet både mot brukere fra forvaltning, selskaper og andre forskningsmiljøer. Seminaret hadde bortimot 30 deltakere.

Medlemmer av faggruppen har deltatt i en nyetablert COST-gruppe – Social Networks and Travel Behaviour. Costgruppen har medlemmer fra de viktigste fagmiljøene i Europa, samt Israel.

Faggruppen har ellers nær kontakt med nordiske transportfaglige forskningsmiljøer som arbeider med reisevaner og mobilitet, først og fremst DTU i Danmark, VTI og Göteborgs universitet i Sverige. Samarbeidet består også i sensorarbeid og opposisjon i forbindelse med doktorgrader.

Medlemmene av faggruppen fungerer som referees i en rekke internasjonale tidsskrifter, og som medlem av redaksjonsråd.

5 Trafikksikkerhet

Den strategiske instituttsatsingen innenfor trafikksikkerhet pågår i perioden 2011-2015. Den årlige økonomiske rammen til satsingen er 1,8 millioner kroner. Satsingen består av tre deler: (1) Grunnlagsproblemer og metodeproblemer i trafikksikkerhetsforskningen, (2) Samspill mellom trafikanter og teknologi, (3) Faktorer som påvirker trafikksikkerhet og trafikksikkerhetspolitikk. De viktigste resultater som ble oppnådd innenfor disse tre områdene i 2014 omtales nedenfor.

5.1 Grunnlagsproblemer og metodeproblemer

Forskningen om grunnlagsproblemer og metodeproblemer tok i 2014 blant annet for seg temaer knyttet til spillteoretiske modeller og optimal bruk av trafikksikkerhetstiltak.

En gjennomgang av spillteoretiske modeller i trafikksikkerhetsforskningen fant en rekke anvendelser av slike modeller. Slike modeller er brukt blant annet til å studere valg mellom en liten eller stor bil, fartsvalg i trafikken, hvordan samspillet mellom trafikanter og politi bestemmer nivået på kontroller, valg av når man bør skifte kjørefelt, valg av avreisetidspunkt for å unngå de verste køene og samspill mellom bilister og syklist i gangfelt. Et fellestrekk ved mange spillteoretiske modeller av trafikk, er at modellene kan bidra til å forklare at det kan være rasjonelt ikke å følge trafikkreglene til punkt og prikke. Eksempelvis er det til begge parters fordel at syklist ikke følger trafikkreglene når de skal krysse vegen i et gangfelt, men sykler over samtidig som bilisten viker for syklisten. Det er i de fleste tilfeller den raskeste og enkleste løsningen. Spillteoretiske modeller tilsier også at det er rasjonelt for politiet å tolerere en viss mengde lovbrudd i trafikken og rasjonelt for trafikantene å satse på at politiet ikke alltid driver kontroll, slik at man trygt kan kjøre litt for fort.

Et viktig argument for økonomisk verdsetting av trafikksikkerhet har tradisjonelt vært at man trenger en slik verdsetting for å finne den optimale bruk av trafikksikkerhetstiltak. Med optimal bruk av trafikksikkerhetstiltak menes at hvert tiltak gjennomføres opp til det punkt der grensenytten av tiltaket er lik grensekostnaden ved det. Vi tenker oss da at bruken av et tiltak kan beskrives i form av «enheter» der man for hver ny enhet kan beregne hva den koster og hvilken nytte den gir. En slik tanke gir mening for mange trafikksikkerhetstiltak, men ikke for alle. Noen tiltak, spesielt nye lover, er enten-eller. Tiltakene er udelelige og det er da ikke sikkert at en tanke om optimal bruk av dem gir mening. Et annet problem er at den økonomiske verdsettingen av trafikksikkerhet er upresis. Det «optimale» nivået på trafikksikkerhet blir ulikt alt etter hvilken økonomisk verdsetting man velger å legge til grunn. Tanken om at det finnes et veldefinert optimum må derfor oppgis. Det finnes i beste fall et vagt definert område hvor man kan anta at det optimale nivået ligger.

5.2 Samspill mellom trafikanter og teknologi

I denne del av SIS-en har hovedaktiviteten i 2014 vært et prosjekt om trafikksikkerhet og kjørestil. Dette er et samarbeidprosjekt mellom TØI, Chalmers og Volvo innenfor rammen av SAFER-samarbeidet. Arbeidet i 2014 har omfattet en gjennomgang av forskningslitteratur om sammenheng mellom trafikksikkerhet og individuelle forskjeller i kjørestil. Arbeidet er sammenfattet i en artikkel som er innsendt til Human Factors og er nå under vurdering etter revisjon. Basert på tidligere definisjoner presenteres en definisjon av kjørestil som «en relativt permanent (vanemessig) måte å kjøre på, som kjennetegner visse førere eller grupper av førere». Det identifiseres både risikoøkende og risikoreduserende kjørestiler, eksemplifisert ved *aggressiv* vs. *defensiv* kjøring. Det vurderes hensiktsmessig å skjelne mellom *globale* og *spesifikke* kjørestiler. Eksempelvis er aggressiv kjøring en global kjørestil, som kan bestå av flere ulike spesifikke kjørestiler, som høy fart, kort avstand til forankjørende, brå akselerasjon, ureglementert tuting og blinking med lys, etc. Det presenteres en foreløpig modell over sammenhenger med ulike bakgrunnsfaktorer, som egenskaper ved førerne, samt sosiale og kulturelle faktorer, og modellen vurderes ut fra eksisterende forskningsresultater. Kjørestil måles dels ved hjelp av selvrappport-skalaer og dels ved atferdsobservasjon, og forskningen viser rimelig bra samsvar mellom disse metodene. Det er også påvist klare sammenhenger mellom kjørestil og ulykkesinnblanding. Naturalistiske studier er en lovende metode for å få enda bedre kunnskap om disse sammenhengene. Kunnskapen om kjørestil kan ha flere praktiske anvendelser, bl.a. når det gjelder opplæringstiltak, incentivbasert forsikring, samt individuell tilpasning av førerstøttesystemer i bil.

5.3 Faktorer som påvirker trafikksikkerhet og trafikksikkerhetspolitikk

Sammenhengene mellom arbeidsmiljø, sikkerhetskultur og trafikkulykker er et tema som får stadig mer oppmerksomhet, blant annet fordi det etter hvert er kommet mange utenlandske transportører og sjåførere på norske veier. Arbeidstilsynet har nå transport som et av sine satsingsområder og samarbeider nå med Statens vegvesen om tilsyn blant transportaktørene på vei.

Vi har også hatt dette som en sentral tematikk i SIS-arbeidet og har gjennomførte en omfattende empirisk studie av sammenhengene mellom arbeidsbelastninger, helse og sikkerhet blant bussjåfører organisert i Yrkestrafikkforbundet. Studien ble rapportert som en TØI-rapport (1279/2013), og presentert på den internasjonale «Working on safety»-konferansen i Skottland i september 2014.

I 2014 har vi også arbeidet videre med spørsmålene om sikkerhetskultur i transport, der vi har gjennomført empiriske studier av sikkerhetskultur i tre transportbedrifter som frakter gods på vei, som kan sammenlignes med sikkerhetskultur i andre transportgrener. Vi har dessuten gjennomført en undersøkelse om sikkerhetskultur blant trikkeførere i Oslo-trikken, med bruk av det samme spørsmålsbatteriet som i de tre nevnte transportbedriftene.

I 2014 har vi også ferdigstilt to artikler i *Safety Science* om hhv. sikkerhetskultur og forholdet mellom safety og security i luftfarten. Vi har også skrevet en populærvitenskapelig artikkel om utfordringer når det gjelder arbeidsrelaterte transportulykker.

Et sentralt spørsmål i trafikksikkerhetsforskningen og i myndighetenes trafikksikkerhetsarbeid er hvor store inngrep i folks frihet som folk aksepterer når det gjelder å bedre trafikksikkerheten. Det er lett å argumentere for tiltak som bedrer sikkerheten for andre, for eksempel for fartsgrenser og promillegrenser. Det er mindre opplagt at myndighetene skal kunne påby tiltak som kun beskytter den enkelte fra å skade seg selv. Spørsmålet er stadig aktuelt for eksempel i diskusjonen om man skal påby bruk av sykkelhjelm, redningsvest i fritidsbåt osv.

Denne tematikken er sentral i SIS-arbeidet og vi gjennomførte en spørreundersøkelse på internett høsten 2014 med en rekke spørsmål for å kartlegge folks syn på hva som er akseptabelt av inngrep fra myndighetene. I undersøkelsen inngikk spørsmål om aksept for tiltak på en rekke områder i tillegg til trafikk. I forbindelse med dette arbeidet har vi vært i dialog med Statens vegvesen som har funnet dette så viktig og interessant at de nå har lyst ut et eget prosjekt om temaet.

Arbeidet med spørreundersøkelsen har vært en hovedaktivitet i 2014. I tillegg har SIS-en bidratt til å dekke paper og presentasjoner på viktige internasjonale konferanser som «Transportation Research Arena» i Paris og «Working on Safety» i Skottland og «International Cycling Safety Conference» i Gøteborg.

5.4 Referanser

Bjørnskau, T. 2014. The Zebra Crossing Game – a game theoretic model to explain counter-rule interaction between cars and cyclists. Proceedings, International Cycling Safety Conference November 2014, Gothenburg, Sweden. Under vurdering i *Safety Science*.

Bjørnskau, T. 2014. Some paradoxes and challenges in transport safety. Transportation Research Arena, Paris.

Bjørnskau, T., Backer-Grøndahl, A. 2014. Youths' development in attitudes, driver behaviour and accidents – a cohort study. Transportation Research Arena, Paris.

Elvik, R. A review of game-theoretic models of road user behaviour. *Accident Analysis and Prevention*, 62, 2014, 388-396.

Elvik, R. Problems in determining the optimal use of road safety measures. *Research in Transportation Economics*, 47, 2014, 27-36.

Nævestad, T-O., Elvebakk, B. & Bjørnskau, T. 2014. Traffic safety culture among bicyclists – Results from a Norwegian study. *Safety Science*, 70, 29-40.

Pettersen K. A. & Bjørnskau, T. 2015. Organizational contradictions between safety and security – Perceived challenges and ways of integrating critical infrastructure protection in civil aviation. *Safety Science*, 71, 167-177.

Phillips, R.O., Nævestad T-O., Elvebakk, B. & Bjørnskau, T. 2014. På veiene, til sjøs og i luften: Leting etter effektive tiltak mot arbeidsrelaterte transportulykker. *Samferdsel*, 6, 10-11.

Sagberg, F., Selpi, S., Piccinini, G.F.B., Engström, J. (2015). A review of research on driving styles and road safety. (Artikkel under vurdering i Human Factors).

6 Innovasjon miljø og klima

6.1 Utslipp fra forbrenningsmotorer

Den viktigste framgangen for SISEn i 2014 har vært styrkingen av miljøteknologiområdet ved TØI. Etersom Norge ikke har egne laboratorier som gjennomføre utslippsmålinger, har det vært viktig å få etablert et godt samarbeid med VTT som har målestyr og kompetanse.

Med betydelig støtte fra vegmyndighetenes EMIROAD prosjekt har vi lyktes i samarbeid med produsenter/leverandører av nye kjøretøy å få etablert måleserier av tunge og lette kjøretøy som tilfredsstiller Euro VI/Euro 6 kravene. Det økonomiske tilskuddet har gitt grunnlag for å rekruttere på området, og legge forholdene til rette for kompetanse-overføring.

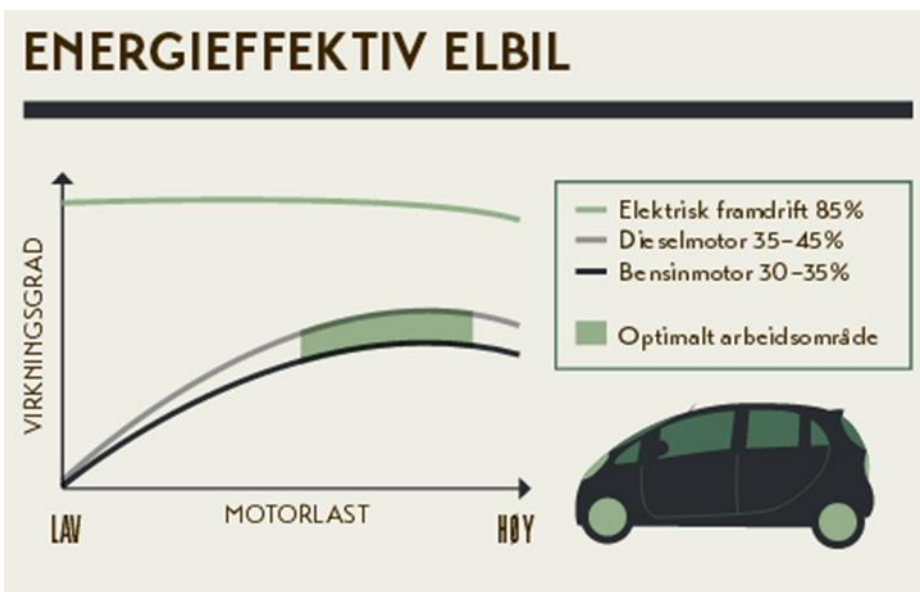
Påviste sprik mellom rapporterte og virkelige lokale og globale utslipp fra forbrenningsmotorer under nordiske forhold viser at egen miljøteknologisk kompetanse er avgjørende for at norske myndigheter kan være treffsikre ved reguleringer og ilegging av avgifter av kjøretøy med ulike drivstoff og renseteknologier.



Figur 1: Viktige resultater fra måleprogrammet ble illustrert i infografiske sider som en del av det store TEMPO prosjektet <http://www.tempo2014.no>.

6.2 Elektromobilitet

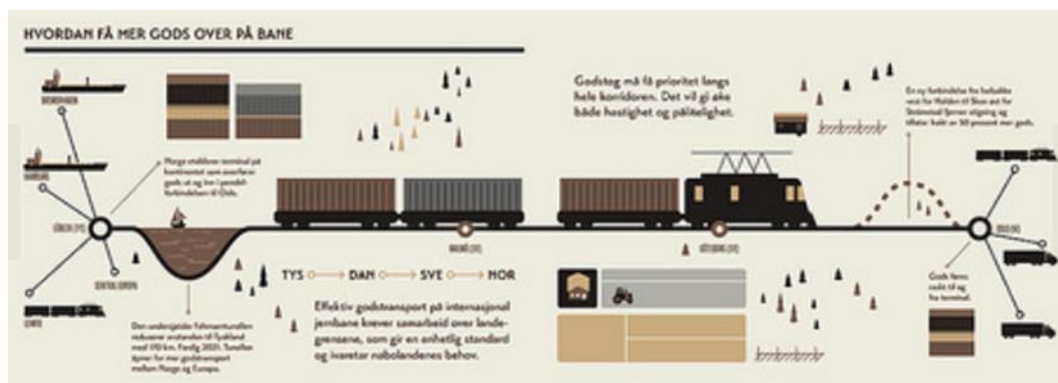
Viktige miljøteknologiske prosjekter innen elektromobilitet er COMPETT, og analyser av utviklingen av buken av Elbil (også el-sykler) og tilrettelegging av infrastruktur. Resultatene fra denne forskningen er formidlert bredt i form av flere rapporter og foredrag for myndigheter brukere.



Figur 2: Elbil-satsingen er lagt fram som en hovedstrategi for å redusere utslipp fra den transportsektoren. <http://www.tempo2014.no>.

SIS:en har her i 2014 satset på å gi støtte til den vitenskapelige publiseringen og kvalitetssikringen på området. Vi forventer å nyte godt av denne satsingen allerede i 2015.

SIS har gitt formidlingsstøtte til er arbeidet med å utvikle grønne godskorridorer mellom Norge og Europa. Spesielt interessant er en rimelig løsning for å bedre forbindelsen mellom Oslo og Gøteborg. Med togforbindelsen under Fehmarnbelt, vil det forkorte framføringstiden til sentrale godsnav i Europa betydelig.



Figur 3: Overføring av gods fra veg til tog gir reduserte lokale og globale utslipp, minker støybelastningen og er mer energieffektiv.. <http://www.tempo2014.no>.

6.3 Referanser

Vitenskapelig publisering med bidrag SIS

Ludvigsen, Johanna; Klæboe, Ronny. Extreme weather impacts on freight railways in Europe. *Natural Hazards* 2014 ;Volum 70.(1) s.767-787 (elektronisk versjon i 2013)

Klæboe, Ronny; Veisten Knut. Economic analyses of surface treatments, tree belts, green façades, barriers, and roofs I: Nilsson, Mats; Bengtsson, Jörgen; Klæboe, Ronny (eds.): Environmental Methods for Transport Noise Reduction, s. Boca Raton, FLCRC Press , 2014

Rapporter innen SIS-området

| | | | | |
|-----------|---|---|-----------|---|
| 1385/2014 | Muligheter, barrierer og framtid for elektromobilitet i Norge – Aktørenes perspektiver | | | 23 |
| 1373/2014 | ED95 - drivstoff for tunge kjøretøy | | | 23 |
| 1352/2014 | Potensialet for bruk av elektriske biler på de daglige reisene | Electric Vehicles Randi Hjorthol, Liva Vågane, Jens Foller, Bettina Emmerling | | 23 |
| 1325/2014 | Elsykler – hvem kjøper dem, og hvilken effekt har de? | Aslak Fyhri, Hanne Beate Sundfør | | 23 |
| 1329/2014 | Elbiler - miljømessige, økonomiske og praktiske kjennetegn - vurdert av eksisterende og potensielle brukere | Erik Figenbaum, Marika Kolbenstvedt, Beate Elvebakk | | 23 |
| 1310/2014 | Mer aktiv transport blant barn – hvilke effekter har kampanjer? | Marika Kolbenstvedt | | 23 |
| 1294/2014 | Lydlandskap i stille soner - resultater fra en brukerundersøkelse | Aslak Fyhri, Ruth Kjærsti Raanaas | | 23 |
| 1321/2014 | Vegen mot klimavennlig transport | Lasse Fridstrøm, Knut H Alfsen | Norwegian | Sammendrag Hele rapporten Summary |
| 1307/2014 | Marginale eksterne kostander ved vegtrafikk | Harald Thune-Larsen, Knut Veisten, Kenneth Løvold Rødseth, Ronny Klæboe | Norwegian | Sammendrag Hele rapporten Summary |

Bidrag til standarder

Bidrag til NS8142/A2:2014

Endringsblad A2 – Vibrasjoner og støt – Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk – Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom

Forord

NS 8141-1:2012+A1:2013/A2:2014 ble fastsatt i juli 2014.

Endringsbladet er et informativt tillegg D til NS 8141-1:2012+A1:2013, og omhandler virkning av vibrasjoner på mennesker fra sprengningsarbeider.

Dette endringsbladet er utarbeidet av Standard Norges komité SN/K 293 *Revisjon av NS 8141*.

Tillegg D er utarbeidet for å utdype hvordan vibrasjoner fra sprengning oppleves av beboerne i boliger nærheten av anleggsplasser.

Bidrag til tiltakskatalogen.no

- Eurokrav og typegodkjenning av kjøretøy. Astrid, Rolf
- Støyreduksjon ved hjelp av grønne fasader. Ronny, Astrid
- Støyreduksjon ved hjelp av grønne tak. Ronny, Astrid
- Elektrifisering av bilparken. (Større revisjon) Rolf, Marika

Artikler i SAMFERDSEL

- Nærbutikk - Fornøyde eiere: Elbil også neste gang Erik Figenbaum, Marika Kolbenstvedt, Beate Elvebakk Samferdsel, 2014, 53(9):8-9
- Flere boliger nær trafikknutepunkt: Byfortettingen forsterker behovet for støydempende tiltak Astrid Helene Amundsen, Gunn Marit Aasvang, Ronny Klæboe Samferdsel, 2014, 53(4):18-19

7 Innovasjon, infrastruktur og regional næringsutvikling

Navn: Innovasjon, infrastruktur og regional næringsutvikling

Varighet: 01.01.2014 – 31.12.2018

Budsjett:

| 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | Total |
|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 815 000 | 815 000 | 815 000 | 815 000 | 815 000 | 4075 000 |

7.1 Mål

Målet for denne strategiske instituttsatsingen (SIS) er å styrke og utvikle TØIs kompetanse på områdene innovasjon, infrastruktur og regional næringsutvikling. Satsingen skal framskaffe kunnskap om hvordan transportsystemet kan bidra til å styrke næringslivets konkurransekraft, skape bedre bymiljø og fremme regional utvikling. For å få til det må transportsystemet både bli mer effektivt og mer miljøvennlig.

SIS tar utgangspunkt i to sentrale områder – i) innovasjon, transport og grønn vekst der det anvendes et gjennomgående innovasjonssystemperspektiv med fokus på transportsektoren og grønn vekst, ii) regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet, infrastruktur og ringvirkninger der søkelyset rettes mot geografisk interaksjon mellom by og omland samt regional utvikling knyttet til transportrelaterte næringer som opplevelsesnæringer og reiseliv. Som en integrert del av disse to områdene arbeides det også med å utvikle databaser og modellverktøy for analyser av innovasjon, infrastruktur og regional utvikling.

7.2 Resultater

SIS startet opp relativt seint i 2014 og det første året har i hovedsak vært brukt til litteraturstudier, utviklingsarbeid med modeller og databaser samt til ferdigstilling av SIS-relevant vitenskapelig og brukerrettet publisering og formidling. Det har vært nær kontakt med relevante myndigheter og aktuelle aktører i samferdselssektoren i SIS-arbeidet.

Bokkapitler:

Flere bokkapitler av Jens Kristian Steen Jacobsen i boken «Turisme: fenomen og næring». Gyldendal Akademisk 2014. (Relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS, spesifikt AP 2.2 regional næringsutvikling og reiseliv).

Avisartikler og kronikker:

Kronikk i Aftenposten 16.01.2015 av Jørgen Aarhaug «Når veien blir viktige enn målet» om samferdsel utvikling av togtilbud, pendling og arbeidsmarkeder, regional utvikling. (Relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS).

Kronikk i Nationen 12.03.2015 av Jan Vidar Haukeland om næringsutvikling og turisme i randsonene til nasjonalparkene «Reiseliv rundt nasjonalparkene». (Relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS, spesifikt AP 2.2 regional næringsutvikling og reiseliv).

En rekke avisartikler i utenlandsk presse av Jens Kristian Steen Jacobsen om turisme og næringsutvikling (relatert til AP 2.2 regional næringsutvikling og reiseliv).

Brukerformidling og foredrag:

Presentasjoner (5) på Formidlingsmøte for NFR PROTOUR-prosjektet av Jan Vidar Haukeland for Fjellmuseet Lom, NMBU og for Miljødirektoratet 28.08.2014 om næringsutvikling og turisme i randsonene til nasjonalparkene. «Aktive reiselivsstrategier i norske nasjonalparker – muligheter og begrensninger i forvaltningen». Resultater fra intervjuundersøkelser blant naturforvaltere.» Relatert til arbeidspakke AP 2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS, spesifikt AP 2.2 regional næringsutvikling og reiseliv).

Presentasjoner av Øystein Engebretsen 08.01.2014 for NTNU, NJKF, Tekna på Kursdagene 2014, Trondheim 7-8 jan 2014. «Potensial for regionforstørring. Sammendrag av underlagsberegninger til regionalmeldingen og NTP (med enkelte tillegg)», samt presentasjon på Internt seminar i Kommunal- og moderniseringsdepartementet 26.02.2014 «TØIs verktøy for analyse av regionforstørring.» Metoder/eksempler/planer» (begge relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS, og sistnevnte også AP 3 Analyseverktøy og kunnskapsmessig infrastruktur). I tillegg også 2 andre presentasjoner av Øystein Engebretsen i 2014 for hhv. Statens vegvesen og NHO om regional utvikling og regionforstørring.

Presentasjoner (5) av rapporten «Næringslivets nytte av samferdselsinvesteringer» Jørgen Aarhaug, Wiljar Hansen og Øystein Engebretsen 29.08.2014 for NHO sentralt i Oslo, internseminar om næringslivets nytte av samferdselsinvesteringer. 4 andre presentasjoner av samme rapport for lokalavdelinger av NHO høsten 2014. (Relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS).

Presentasjoner (4) av Tom Erik Julsrud i 2014 om IKT og mobilitet/mobile reiseapplikasjoner bl.a. for NSB, UIO, TØI, Victoria ICT 08.04.2014 «Personlig mobilitet i fremtidens «smarte» byer», og på TØIs jubileumsfeiring 19.06.2014 «Mobile teknologier underveis – hva skjer med reisetiden? (Begge relatert til AP 1 Innovasjon, transport og grønn vekst.)

Presentasjon i Samferdselsdepartementet i Oslo 02.12.2014 av Eivind Farstad «Innovasjon, infrastruktur og regional næringsutvikling» presentasjon av SIS- programmet, utført arbeid og planlagte aktiviteter for 2015.

Presentasjoner (2) av funn fra prosjekt om transportinfrastruktur for ressursgruppen (brukere) av Jørgen Aarhaug 02.12.2014 i Hammerfest og av Jørgen Aarhaug og Eivind Farstad i Alta 05.03.2015 «Utredning av infrastruktur og transporttjenester i Vest-Finnmark». (Relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS).

TØI rapporter:

1) «Næringslivets nytte av samferdselsinvesteringer» av Jørgen Aarhaug, Wiljar Hansen, Øystein Engebretsen, TØI-rapport 1328/2014. Ser på sammenhengen mellom samferdselsinvesteringer og ringvirkninger, med særlig vekt på næringslivets nytte. (Relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS).

2) «Transportinfrastruktur som vegen til bærekraftige regioner» av Jørgen Aarhaug og Frants Gundersen, TØI-rapport 1346/2014. Ser på hvordan transportpolitikk kan påvirke muligheten for å utvide regionale arbeidsmarkeder. Innspill til analyse- og strategifasen til Nasjonal transportplan 2018-2027. (Relatert til arbeidspakke A2, regional utvikling, tilgjengelighet og mobilitet i SIS).

9 Bioforsk Jord og Miljø

Greenhouse gases in the North: from local to regional scale:

Reference: NFR 208424

Duration: 01 Jan. 2011 to 31 Dec. 2014

Budget: NOK 4 020 000 from the Research Council of Norway over the 4-year period

Introduction

The main objective of the “Greenhouse gases in the North” project is to develop the technological capacity for monitoring greenhouse-gas concentration and fluxes over the Norwegian territory and analyze these fluxes as a function of environmental drivers. This effort takes place as a contribution to pan-arctic, pan-nordic and pan-European networks. Sub-objectives are: - Analyse data and further develop the advanced eddy-covariance technology for the Andøya monitoring station operated since 2008 by Bioforsk and NILU - Building the capacity and competence to assess GHG emissions from multiple types of managed and pristine ecosystems. - Build competence in the field of the new tunable-diode laser (TDL) instruments for detecting GHG sources, including monitoring of CO₂ geological storage sites with 13C technologies.

Results

Section 1 : monitoring GHG fluxes with eddy-covariance technology at Andøya

Eddy covariance is the international standard for continuous measurements of GHG emissions at the ecosystem level. Ecosystem eddy-flux stations are the backbone infrastructure needed for estimating the impact of climate variability on GHG emission from terrestrial ecosystems. This is a central activity in the European research infrastructure, ICOS, Integrated Carbon Observation System. With support from the GHG-Nor SIS project, Bioforsk has been able to consolidate measurements and research activities at the only existing eddy-covariance monitoring project for Norwegian ecosystems. Our eddy-flux station is located on the island of Andøya, a coastal arctic mire ecosystem, which is unique to Norway, and thereby helps us understand ecosystem responses that cannot be inferred from other eddy-flux stations in the Nordic countries.

We have gathered and analyzed 6 years of CO₂-flux data. The data clearly show the release of CO₂ during the cold season, and the photosynthetic uptake during the arctic summer. Overall, the mire ecosystems of Andøya appear to be a net sink of CO₂ under current climatic conditions, with an average uptake of 20 g CO₂-C m⁻² y⁻¹. However, our analysis suggests that this C sink capacity would be reduced or reversed under future climate scenarios involving reduced precipitations. Our data also suggest that the Andøya mire is only a very moderate source of CH₄ to the atmosphere. Synthesis of results from Andøya has been presented as a standalone research published in Environmental Research Letters in 2015. We have conducted the research at Andøya in tight collaboration with research groups in Sweden, Finland and Denmark. We have contributed the Andøya data to a pan-arctic analysis of the environmental drivers of CO₂ fluxes in arctic mires. This study has resulted in a manuscript published in the open-source journal Biogeosciences the European Geophysical Union in 2014. Further synergies were obtained through participation and representation to the cost Action ES0804 “Advancing the integrated monitoring of trace gas exchange between biosphere and atmosphere”, and training on eddy-flux technology of Bioforsk personnel at a dedicated summer school organized by this COST action.

The scientific results, the international networks and the new competences that we have been developing during GHG-Nor allow us to pursue the development of monitoring and research projects on GHG from terrestrial ecosystems. For example, we have two proposals pending for eddy-flux stations in Norway.

Section 2: Building the capacity and competence to assess GHG emissions from multiple ecosystems

In this section of the GHG-Nor project, we have developed advanced application of gas chromatography for laboratory measurements of GHG and robotized incubations. In many instances, continuous monitoring of GHG with eddy-covariance is either not possible or not desirable. For example, agricultural trials are often made of a checkered pattern of small plots, which require an evaluation of GHG gas emission within each plot. In such a case, small chambers are placed on the soil and gas samples collected in the field must be analyzed in the laboratory. In addition, continuous monitoring of N₂O fluxes is still extremely difficult, and proxies for potential N₂O production are crucially needed. Therefore, Bioforsk has invested in a new robotized multi-purpose gas chromatograph, and the GHG-Nor project has been providing the necessary support for development, competence building and pilot applications.

The gas chromatograph (GC) was assembled for field analysis of N₂O, CO₂, CH₄, N₂, O₂ and SF₆ as well as high-through-put analysis from laboratory incubations under controlled temperature, nutrient and gas-phases. In addition to the currently fully functional setup, a high precision NO-analyser is being combined to the GC set-up, in order to allow detailed analysis of denitrification kinetics and other NO forming processes. The current set-up facilitates field studies on greenhouse gas kinetics and detailed process level studies on C- and N- cycles. The robotized GC is helping evaluate how multiple environmental drivers influence actual and potential GHG emissions, with new and ongoing examples including: 1) field-simulated climate warming in arctic ecosystem, 2) evaluating the climate efficiency of restoration of formerly cultivated peatlands, 3) organic pollutants and nanoparticles, 4) climate impact of organic amendments and biochars, 5) water management of agricultural fields. Currently, there are four manuscripts under preparation from the experiments made with the GC. The robotized GC is proving a cornerstone of GHG research at Bioforsk, and opening for outstanding collaborations, both at the national level (such as with NMBU) and internationally (with visiting scientists from Italy and China, for example).

Section 3: Apportioning CO₂ fluxes to their different sources with ¹³C tracing technology.

Being able to determine the origin of CO₂ fluxes is key to our understanding and thereby our ability to mitigate emissions. For example, an increase in ecosystem CO₂ flux can result from a decrease in photosynthesis or in increase in respiration. Decreased photosynthesis can mean that the vegetation is suffering from climate changes, while increased respiration can mean that climate changes are promoting microbial processes responsible for the breakdown of soil organic matter. Another example concerns the detection of potential leakage to the soil surface of geologically-stored CO₂. If fluxes are low, it is important to be able to differentiate a potential leakage of geologically-stored CO₂ from the natural background of soil CO₂ emission. The key methodology for apportioning sources of CO₂ in a measured flux is stable isotopic ¹³C measurements. Recently, a new line of instruments has emerged for fast and continuous measurement of ¹³CO₂ signatures.

The GHG-Nor project has allowed us to build competence on a new type of ¹³CO₂ stable analyzers: wavelength scanned Cavity Ring Down Spectrometers (WS-CRDS). The analyzer was set up and calibrated so that it would be functional both in laboratory and field environments for a large range of CO₂ concentration. To develop our methods we took advantage of a shallow underground controlled release experiment of labeled ¹³CO₂. We developed a series of method to apportion the contribution of different sources of CO₂ based on their isotopic signature, 1) within the soil, 2) within the atmosphere, 3) within soil flux at the soil-atmosphere interface and 4) within incubation flask. We have described most of these methods and applications in published article in the International Journal of Greenhouse Gas Control (IJGGC, 2014).

With the vital support of the SIS GHG-Nor project, we have developed competences on state-of-the-art methods for measuring GHG fluxes at the ecosystem level, developing GHG-emission proxies based on advanced soil incubations, and apportioning CO₂ fluxes to their different sources with ¹³C tracing technology. This has greatly increased our capacity to conduct research and monitoring work on GHG emissions from Norwegian ecosystems, both managed and natural, in order to answer the critical question associated with evaluating and choosing the most appropriate mitigation options.

In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone (In Situ SIS)

In situ SIS forskning og overvåking av kulturminner i umettet soner på tre lokaliteter i Avaldsnes, Trondheim og Harstad

Av Ove Bergersen, Bioforsk

Overalt i Norge finnes det skjulte kulturminner i jorda, ofte lokalisert til spesielle kulturlag. For at disse ikke skal gå tapt for ettertiden, er det viktig at de blir oppdaget, kartlagt og overvåket. I samarbeid med arkeologer i Norsk institutt for kulturminneforskning, NIKU, undersøker forskere fra Bioforsk kulturlag på gårdshauger og utbyggingsområder i middelalderbyer for å finne ut om kulturminnene best kan bevares på funnstedet (in situ) eller om de bør graves ut. Et utvalg av disse undersøkelsene inngår i Strategiske instituttsatsing (SIS): *In situ bevaring av arkeologiske kulturminner og lokaliteter i umettet sone (In Situ SIS)*, finansiert av Forskningsrådet for perioden 2011 – 2015, hvor totalrammen for Bioforsks andel utgjør 1,073 mill. Nedenfor presenteres noen av undersøkelsene og foreløpige funn.

I følge norsk lov skal kulturminner fra middelalderen oppbevares *in situ* hvis forholdene ligger til rette for det. Oppbevaring *in situ* vil si at kulturminnene bevares for ettertiden der de er, det være seg i kulturlag i jord eller på havets bunn. For å få mer kunnskap om hvordan kulturminner fra middelalderen kan bevares i umettet jord, ble et strategisk instituttprogram (SIS) etablert i samarbeid med NIKU. Tre ulike lokaliteter er valgt ut for spesielle undersøkelser i regi av In Situ SIS ut fra arkeologiske kvaliteter, om det foreligger tilleggsfinansiering og geografisk spredning.

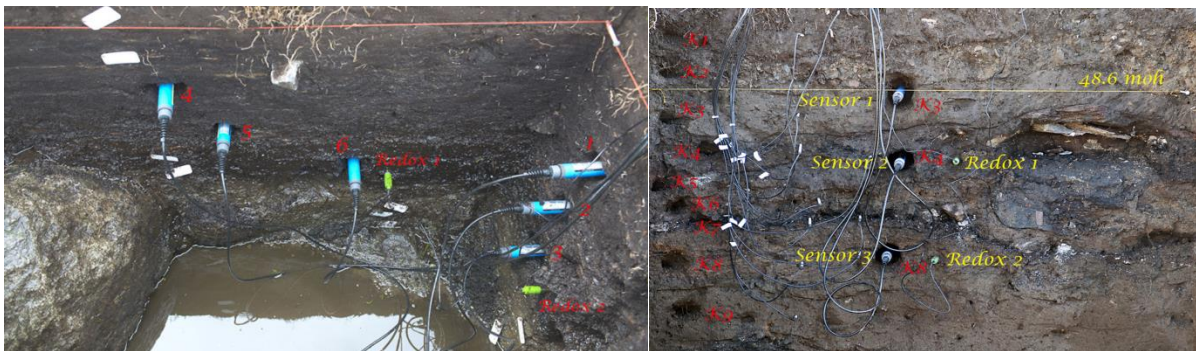
Kunnskap og overvåking av kulturminner på kongsgården Avaldsnes (Karmøy) er et samarbeid med et større utgravingsprosjekt i regi av Kulturhistorisk museum UiO og Arkeologisk museum UiS for å få mer kunnskap om bevaringen av kulturminner på gårdshauger i et typisk kystklima. Det samme gjelder to typiske gårdshauger ved Harstad hvor kulturlagene har ulik andel av organisk materiale og bevaringsforhold. Disse lokalitetene vil derfor være viktig å kunne sammenligne med hverandre. Bioforsk har også analysert prøver og overvåker nå to forskjellige tufter fra steinalder i Varangerområdet. Data fra disse områdene skal kunne vurderes samlet. Figur 1 viser overvåkingsutstyr plassert i profilvegg på utgravet profil i to ulike gårdshauger.

Tilstanden til kulturlagene i middelalderbyen Trondheim er også et viktig å få mer kunnskap om. Her viser undersøkelser at kulturlagene blir dårligere i både øvre og nedre lag. Kulturlagene nå er mye tynnere enn på 1960 - 70 tallet og ligger som små isolerte kulturperler. I et område av Trondheim hvor det fortsatt er mulig å finne godt bevarte kulturlag viser forundersøkelse at nedbryting og bevaringsforholdene av kulturlagene er forskjellige på en byggetomt. Bioforsk har satt i gang miljøovervåking av kulturlagene for å kunne vurdere en ny bevaringsstrategi. Det ble tatt ut jordprøver for å kunne undersøke nedbrytningshastigheter av organisk materiale uten tilgang på luft over lang tid. Dette er en ny strategi finansiert med SIS-midler som Riksantikvaren har etterspurt og som de er interessert i å få vite mer om. Resultatene så langt viser at nedbrytingsraten av organisk materiale er 3 til 4 ganger høyere i dårlig bevarte jordprøver sammenlignet med bedre bevarte jordlag. Disse

kulturlagene blir derfor overvåket med moderne miljøovervåkingsutstyr hvor planen er å tilføre regnvann fra tak ned i kulturlagene får å gi beskyttelse. Denne strategien kan imidlertid også gi ugunstige bevaringsforhold dersom regnvannet tilfører oksygen til kulturlagene. I det dårligere bevarte jordlaget på samme tomt, som nå ligger under et nytt bygg, er planen å beskytte dette med å tilføre regnvann i kulturlagene under bygget. Resultatet så langt, viser imidlertid at denne strategien foreløpig har gitt liten effekt.

I overvåkingsprosjektet i Harstad ser vi nå at kulturlagene i gårdshaugen er svært godt bevart med rikt organisk materiale. Overvåkingen så langt viser stabile gode forhold uten telesvingninger og oksygenfrie soner. Nedbrytingsstudier i våre laboratorieundersøkelser har fortsatt vist lav nedbrytingsrate målt som frigjort oksidert karbon uten luft, målt som CO₂ og CH₄. I en ny profil ved Harstads største gårdshaug "Sauerbekken" er overvåkingsutstyr satt ned for å overvåke om gårdshaugens kulturlag blir påvirket av fjernvarmerør etablert i kantsonen til gårdshaugen. Kulturlagene i profilen er beskyttet med blåleire.

In Situ SIS fokuserer på anvendte forsøk som fremskaffer ny kunnskap om kulturlagsovervåking, kunnskap som Riksantikvaren vil kunne benytte i forvaltningen av våre kulturminner. Endret klima med økt nedbør langs kysten og nordover i landet kan være positivt for bevaringen av kulturlag i gårdshauger, mens økt temperatur kan bidra til økt nedbrytning av organisk materiale. En god kulturlagsovervåking med moderne sensor- og datateknologi vil kunne vise hvordan endret klima kan påvirke bevaringsforholdene forskjellige steder i landet.



Figuren viser sensorer plassert i profilveggen som måler redokspotensiale, jord fuktighet og temperatur på Vollstad gård (venstre) Sauerbekken (Høyre) begge steder i Harstad regionen.

Det har så langt blitt produsert tre vitenskapelige publikasjoner fra Bioforsks forskning med støtte fra In Situ SIS foruten flere statusrapporter i samarbeid med NIKU. Det er holdt flere foredrag og aktiviteten er beskrevet med nyhetsoppslag på Bioforsks websider og arbeidene er blitt presentert på www.forskning.no i løpet av 2014. I april 2015 vil mye av forskningsdataene fra In Situ SIS presenteres på en konferanse med hovedtyngde "Miljøovervåking av arkeologisk kulturminner" PARIS 5 i Sveits.

Climate effects from mountains to fjords - Effects of climate change on runoff from agricultural/cultivated ecosystems (AGRI-LOSS)

Samarbeid: NIVA – Bioforsk

Varighet: 2011 – 2015

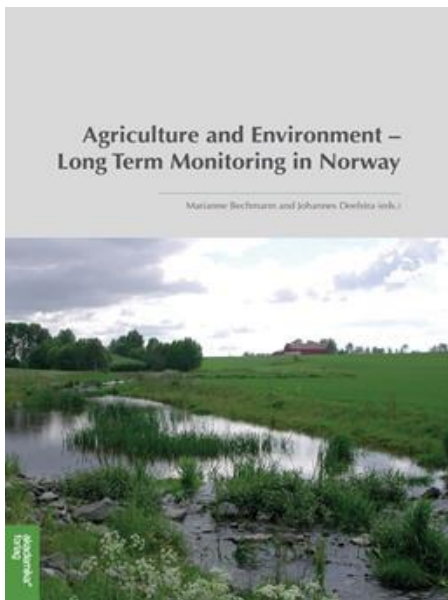
Budsjett Bioforsk (NFR): NOK 3 114 000

Prosjektleder: Per Stålnacke

Næringsstofftap fra landbruket i Norge

Overvåking av jordbruksdominerte nedbørfelt har de siste 20 årene dannet grunnlag for kunnskapen om avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler fra landbruket i Norge. AGRI-LOSS-prosjektet har bidratt til at de viktigste resultater fra de 20 års overvåking har blitt samlet til en engelsk-språklig fagfelle-vurdert publikasjon. Boka har tittelen '*Agriculture and Environment – Long Term Monitoring in Norway*', og den retter seg mot forskere og forvaltning innen jordbruk og miljø som har interesse for spillet mellom jordbruk og miljø. Jord- og vannovervåking i landbruket ble igangsatt i 1992 for å dokumentere avrenning av næringsstoffer fra jordbruket og effekter av tiltak og driftsendringer på vannkvaliteten i jordbruksbekker. Fra 1996 ble plantevernmidler inkludert i programmet.

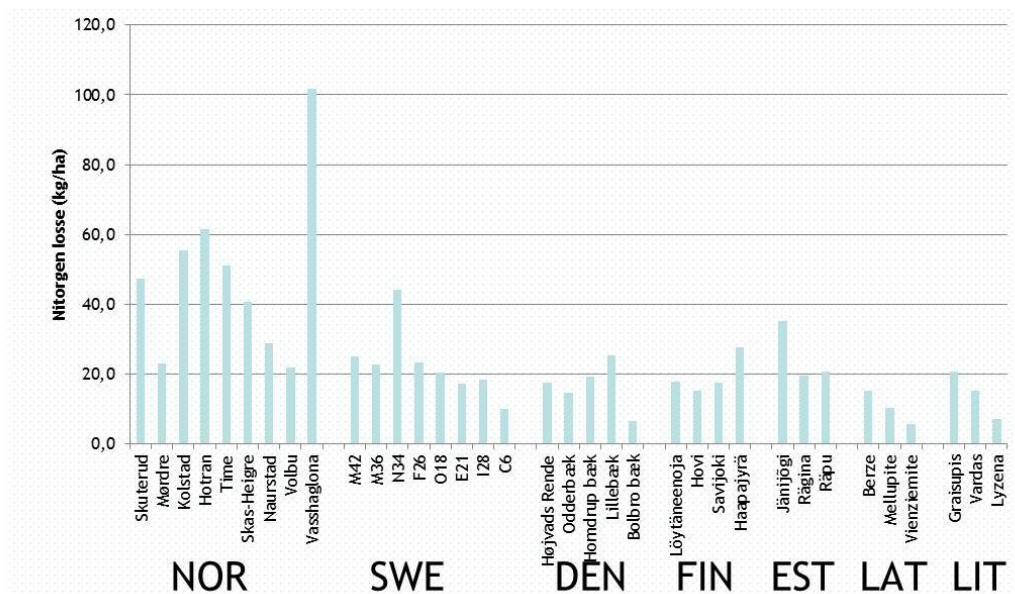
Boken oppsummerer resultater fra 20 års overvåking med fokus på følgende tematiske områder:



- Overvåkingsmetoder
- Vannets veier i små jordbruksdominerte nedbørfelt
- Trender i tap av jord, næringsstoffer, tungmetaller og pesticider i jordbruksbekker
- Endringer i jordbrukspraksis gjennom de siste 20 årene
- Modellering av avrenningsprosesser og tap
- Overvåkingsens rolle i samfunnet.

En sammenligning av næringsstofftap fra landbruket i Norden og Baltikum

AGRI-LOSS-prosjektet har også tatt initiativ til et spesialnummer av et vitenskapelig tidsskrift om nitrogen-avrenning fra landbruket i de Nordiske og Baltiske land. Bechmann og Stålnacke (fra Bioforsk) utgjør 2 av 3 redaktører for dette spesialnummeret, som består av 13 artikler publisert i tidsskriftet *Agriculture, Ecosystems & Environment* i desember 2014. Resultatene, eksemplifisert ved figuren nedenfor, indikerer store forskjeller i tap av nitrogen til vann mellom de 35 nedbørfeltene i Nordiske og Baltiske land. En del av forskjellene kan forklares av vannføring og klimaforhold. En analyse av langtidsutviklingen i klima-normaliserte N-tap viser imidlertid forbausende få statistisk signifikante trender til tross for det økte fokus på redusert næringsstofftap som har vært i de siste 20 årene i disse områdene (Stålnacke et al., 2014). Det er imidlertid vist en sammenheng mellom redusert N-gjødsling og N-tap etter kraftige N-gjødslings-restriksjoner i Danmark. Spesial-nummeret i AGEE diskuterer problemstillingene rundt nitrogen-tap til vann fra landbruket utfra klima, drenering, gjødsling, nitrogen-balanser, drift og jordtypeforhold. Analysene av de 35 nedbørfelt i de Nordisk-Baltiske land har gitt forskerne en større innsikt i de kompliserte sammenhenger for nitrogen-tap fra jord til vann.



Figur 1. Nitrogen-tap i landbrukspåvirkede bekker i Nordiske og Baltiske land. Tallene viser årstap som gjennomsnitt over mange år. Kilde: modifisert fra Stålnacke et al (2014)

Retensjon av næringsstoffer

Tilbakeholdelse av næringsstoffer fra jord via bekker til elver har også blitt analysert i prosjektet. En statistisk modell som ble brukt for nedbørfeltet til hele Østersjøen viste at 40 % av nitrogenet som tilføres bekker og elver blir tilbakeholdt (først og fremst i innsjøer) før det når Østersjøen (Stålnacke et al., 2015). Disse resultatene har vekket oppmerksomhet i forbindelse med revideringen av HELCOMs Baltic Sea Action Plan. Dette fordi det har vært stor usikkerhet knyttet til metodikk for å kvantifisere tilbakeholdelse av næringsstoffer i nedbørfelt.

Modellering av næringsstofftap

Videre har AGRI-LOSS fokusert på bruk av hydrologiske modeller for å simulere tidsdynamikk i små norske landbruksdominerte nedbørfelt. Preliminære resultater viser at mange modeller utviklet for større vassdragsområder er mindre egnet i små nedbørfelt og at det er vanskelig å skille nettoeffekter av landbruksdrift og klimaforhold på næringsstofftap til vann.



Norges forskningsråd

Drammensveien 288

Postboks 564

1327 Lysaker

Telefon +47 22 03 70 00

Telefaks +47 22 03 70 01

post@forskningsradet.no

www.forskningsradet.no

Omslagsdesign: Design et cetera AS

Oslo, juni 2015

ISBN 978-82-12-03433-4 (pdf)

Publikasjonen kan lastes ned fra
www.forskningsradet.no/publikasjoner