

13

Strategiske instituttsatsinger ved miljøinstituttene 2013

Strategiske instituttsatsinger ved miljøinstituttene 2013

Forenklet – kun publisert i nettverson

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

© Norges forskningsråd 2014

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/

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

Grafisk design omslag: Design et cetera AS

Oslo, juni 2014

ISBN 978-82-12-03345-0 (pdf)

Innholdsfortegnelse

Innledning.....	3
CICERO Senter for klimaforskning.....	4
CIENS SIS: Sustainable Transport – Drivers, Change, Impacts, Policies	4
Future Africa: Co-production of climate services in South Africa and Tanzania.....	5
Politically Feasible Renewable Energy Development: The Role of Public Acceptance	7
Climate and health impacts of Short Lived Atmospheric Components	9
Nansen Senter for Miljø og Fjernmåling, NERSC	13
Regional climate change	13
Arctic Ocean, Sea Ice and Glaciers	15
Cross- and interdisciplinary research	18
Norsk institutt for by- og regionforskning, NIBR	19
Styrings- og planleggingsutfordringer i byer og tettsteder (Challenges for Governance and Planning in Cities and Municipalities)	19
Norsk institutt for kulturminneforskning, NIKU.....	22
In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone (In Situ SIS)	22
Sustainable Transport – Drivers, Change, Impacts, Policies	24
Cultural heritage: Negotiations, policy & practice (Verdi-SIS).....	26
The uses of advanced technology in understanding, preservation and management of cultural heritage (Tekno-SIS).....	28
Norsk institutt for luftforskning, NILU.....	34
Advanced modelling of organic contaminants/Avansert modellering av organiske miljøgifter (AMOM)	34
BieBus - Bio-Ethanol in public transport: an integrated approach to evaluate the impact of climate change policies in urban areas	36
GHG-Nor - GreenHouse Gases in the North: from local to regional scale.....	38
OrgSpec - Speciation and quantification of emerging pollutants	41
Strategic Aerosol Observation and Modelling Capacities for Northern and Polar Climate and Pollution	43
Beskrive kilder, dannelse og transport av kortlevde klimadrivere ved bruk av nye avanserte målemetoder	45
TOXROS - Chemical and toxicological characterization of reactive atmospheric species	48
Norsk institutt for naturforskning, NINA.....	50
Management of biodiversity and ecosystem services in spatially structured landscapes	50
Klima-SIS.....	58
Interaksjoner mellom havbruk og vill laksefisk.....	59

Naturgoder i skog – biomangfold, klimatiltak og næringsressurser	65
ECOCOAST: Human impacts in coastal ecosystems - effects on ecosystem structure and function.....	67
Norsk institutt for vannforskning, NIVA.....	71
Klimaeffekter fra fjell til fjord	71
Molekylærbiologiske metoder for studier av biologisk mangfold	73
Nye miljøgifter	75
Marin forsuring/Ocean Acidification	77
Transportøkonomisk institutt, TØI.....	80
Innovasjon for bedre miljø og klima	80
Back on Track: The institutional and financial underpinnings of rail travelling	82
Fremtidig bærekraftig transport for industri og handel i Norge.....	84
Reisevaner og mobilitet 2013.....	87
CIENS SIS: Sustainable transport - drivers, change, impacts, policies	89
Bærekraftig transport: drivkrefter, endringer, virkninger og politikk.....	89
Trafikksikkerhet	91
Turismen i Norge	94
Bioforsk jord og miljø.....	99
In Situ Site Preservation of Archaeological Remains in the Unsaturated Zone (In Situ SIS)	99
Climate effects from mountains to fjords - Effects of climate change on runoff from agricultural/cultivated ecosystems (AGRI-LOSS).....	101
Greenhouse gases in the North: from local to regional scale (GHG NOR)	103

Innledning

Rapporteringen for de Strategiske instituttsatsingene (SIS) ved miljøinstituttene for 2013 omfatter de åtte instituttene som er med i det resultatbaserte finansieringssystemet: CICERO, Nansen senteret for miljø og fjernmåling (NERSC), Norsk institutt for by – og regionforskning (NIBR), Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU), Norsk institutt for luftforskning (NILU), Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Transportøkonomisk institutt (TØI). I tillegg har Bioforsk jord og miljø tre strategiske instituttsatsinger som er finansiert av Klima- og miljødepartementet

Denne samlede rapportering på de strategiske instituttsatsingene ved miljøinstituttene er gitt for at bevilgende departementer og miljøetatene skal kunne følge SISene tett mens de ulike prosjektene pågår. Alle departementer kan finansiere strategiske instituttsatsinger på utvalgte områder. Forskningsrådet skal som hovedregel invitere institutter med relevant kompetanse til å søke om strategiske satsinger. Øvre grense for andel strategiske instituttmidler av samlet basisfinansiering er 40 prosent for miljøinstituttene.

Departementer som vil finansiere nye strategiske instituttsatsninger, må ta dette opp med ansvarlig arenadepartement.

CICERO Senter for klimaforskning

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

The challenge: Breaking the linkages between transport and environmental deterioration

Tekst 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 2013: NOK 225 000

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 transport sector was selected as the focus area for this project, due to its environmental and climatic impacts, as well as being a sector within which many interdisciplinary research approaches and questions are relevant. With respect to sustainable development, all three dimensions; social, economic and ecological, are represented in challenges and issues concerning the transport sector. Sustainable transport is emerging as an increasingly important environmental research area. 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 main focus is on policies related to bicycling, and a key research question we are addressing is the sustained lack of success for bicycle policies. This can be seen as surprising given that 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).

Activities in 2013

- Interviews with key stakeholders on bicycle policies and processes. They point to that the main problem for encouraging more bicycling is the fragmented bicycle path networks. Several potential reasons for this were discussed in the interviews, but in particular the problems relating to the expropriation of land for building bicycle paths was seen as key. They further discussed the difficult trade-offs between bicycle interests (developing the bicycle path networks) and other interests (parking spaces, private gardens, cultural heritage).
- Analyses of relevant policy documents such as action plans for bicycling at municipal and national levels; and various White Papers, such as the National Transport Plan.
- Two articles are in progress in collaboration with TØI with working titles as follows:
 - i) "*Hvorfor stadig mindre forpliktende satsing på sykkel i Norge*" [Why the diminishing binding emphasis and action on bicycle in Norway?]. This article focuses on the historical development of the policy field of bicycling in a policy-institutional perspective.
 - ii) "*What are the effects of more participatory processes in the transport field?*" This paper investigated whether an increased use of participatory processes within transport developments, particularly for bicycle infrastructure, could lead to a higher acceptance of prioritising bicycling interests. There are several policy areas that now require participatory involvement of stakeholders in the policy process, such as the Planning Act (Plan- og bygningsloven), and this paper is asking whether a lack of public participation in relevant policy processes can partially explain the lack of concrete policies in the field of bicycle policies.

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

Project period: 01.01.2013 - 31.12.2015

Total budget: NOK 2,9 millioner (External partners NOK 130 000 per year, travels and field work NOK 270 000 per year)

Budget for CICERO 2013: NOK 1,3 millioner. (NOK 337 000 transferred from 2013 to 2014)

Update on the role of this SIS in CICERO

The main goal of the Strategiske instituttsatsinger from the Climate and Development team in CICERO, “Future Africa: Co-production of climate services in South Africa and Tanzania” was to start off work relevant for developing countries and for CICERO. During 2013, the team climate and development was changed to focus on adaptation, as financing from other sources and specialization in developing countries in CICERO was too thin. However, the core ideas of this Strategic area focused on the co-production of Climate Services for adaptation has been extremely successful. During 2013, we have managed to co design a large project with the World Meteorological Organization, de facto, the first programme dedicated to the operationalization of the Global Framework for Climate Services (see press release during COP 19 https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_982_en.html).

The Climate Services Adaptation Programme in Africa is implemented by seven partner organizations: WMO; the CGIAR Research Programme on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS); the Centre for International Climate and Environmental Research – Oslo (CICERO); the Chr. Michelsen Institute (CMI); the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC); the World Food Programme (WFP); and the World Health Organization (WHO). Climate Services Action is a has a small but central research focus that has been developed with the SIS funds by CICERO in collaborations with CMI and partners in Malawi (Bunda University of Agriculture) and in Tanzania (with Dr. Pius Yanda’s Center for Climate Research at the University of Dar es Salaam). The research perspective is the same as the core ideas outlined in the SIS: The overarching goal of this research proposal is to assess key knowledge needs at three scales (community, local, and national) for a contextual, user-driven, socially informed, and holistic understanding of sustainability. It accomplishes this goal through the design and implementation of three integrated research projects pilots across various scientific fields, using a re-framed and contextualized implementation of the concept of climate services. It thereby draws on knowledge from diverse disciplines and stand-points as well as from knowledge that is co-produced with users. We re-frame climate services as a two-way interaction between research and users, instead of a unidirectional delivery or research to users, and stress the importance of jointly identifying which type of information and at what critical point in time is needed in order to generate a transformational change towards sustainable and resilient pathways. The idea is 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. The core research agenda established for 2014 departs from the original but maintains a sectorial and cross sectorial focus, disaster risk, health, food security and how these link towards adaptation were developed because of the choice of UN and other partners. But the core ideas developed for the original SIS remain.

Themes for studies to be carried by students in 2014 in collaborations with CICERO and CMI Staff

Document analysis of all available frameworks that are relevant to the programme locally, nationally and internationally . *Deliverable:* a Report that can inform all members and partners of the Programme

Mapping of relevant institutions in Tanzania and Malawi engaged in or related to the issuing and delivery of climate information for the sectors addressed in the Programme, including links with adaptation and NAPs processes. *Deliverable:* Report to inform programme and to help in the

process of preparing the National Consultations but also to analyse what happened in the National Consultation

Study on TMA Procedures: a specific project identifying, studying and documenting in a systematic way all the procedures adopted by the met offices. Eventually, we will want to cross-check this with the results of end-users perspectives.

Literature review and identification of key risks in the selected ecological zones

- Use existing knowledge and create documentation with as much details as possible to inform all the other partners work
- Historical trajectories, earlier experiences with disasters, food security, health, etc.
- Identification of key climate change risks in the medium and long term using IPCC and other sources of scientific data
- Make sure these key risks include as socio-ecological perspective, not only natural or physical sciences perspectives. For example, factors such as gender risks because of traditions of migration, etc.

Indigenous knowledge/traditional knowledge: how and to what degree is indigenous knowledge integrated or taken into account by the TMA people when the issue advisories. This theme is worth its own study, looking at various scales, not only grass roots level but also at the national level and in ministries of the sectors studied, that is by those whom TM interacts with.

Case studies on demand side in each or sampled ecological zones. Demand-driven approach: studies on how the climate and weather information of the Met office are communicated down to the grassroots level, unpack who the users are, how the information is received, is it trusted, is it useful? Is there any mismatch between demand and supply? What is lacking? Take the cross-sectorial perspective and analyse the links across sectorial information. This will help us establish a baseline of the project

Once this project started being funded (in 2014), we propose dedicating the SIS funds to build capacity in CICERO to develop methodologies and frameworks that can be applied to multiple regions in the world, including Norway, and to also lean from ongoing work in other projects, such as the Himalaya Climate change Adaptation Programme. The core ideas and goals of co-producing climate services with users remains a central focus for CICERO. Even though the climate and development focus has been dismantled, the issues are central for any part of the world and for Norway climate research.

Politically Feasible Renewable Energy Development: The Role of Public Acceptance

Project period: 2013 - 2015

Total Budget: NOK 3 000 000

Budget for 2013: NOK 1 000 000

Team members involved in 2013 activities: Todd Cherry, Jorge H Garcia (WP2a Leader), Steffen Kalbekken and Asbjørn Torvanger

Brief

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 2013

In **2013** we were concerned with the determinants of public support for renewable energy projects at the community level in Norway (**WP2a**). Using experimental methods, we explored individual **attitudes towards the siting of a wind farm**. Our 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. We designed, tested and implemented an **online survey experiment** with respondents from the Municipality of **Sandnes, Rogaland**. The survey included a hypothetical case in which a windmill park was to be built in Hommersåk in northern Sandnes. Individuals were asked about different aspects of wind power and they went through different alternatives where different wind mill park scenarios were presented. The survey explained that these were hypothetical scenarios. Each alternative was characterized by three characteristics, namely

1. visual impact of the wind farm
2. a deduction of the electricity bill or private compensation
3. and the provision or not of a public gym or public compensation

The exact location of the **hypothetical windfarm** was made taking into account technical criteria such as wind farming potential and sample size so as to generate enough statistical power. Information from the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) was used to avoid overlapping with existing and planned wind farm developments. To recreate the hypothetical wind farm, Photoshop visualizations that used real landscape photos from Sandnes as well as real wind mill photos were made. The decision on the public compensation to be used in the experiment, i.e. a local gym, was based on local needs according to the Municipality's budget plans. With regards to the private compensation, a natural choice was the use of the electricity bill as a payment vehicle. Results from a pilot survey with 20 respondents informed the final design

of the survey. Significant changes to the survey were made after a number of design issues were identified in the pilot.

CICERO hired the service company IPSOS to carry out the survey. Respondents were recruited by telephone and the survey was ran in October 2013. A total of 1.957 households in Sandnes were recruited. Households in Hommersåk were oversampled. In total, **802 respondents** completed the survey, that is a response rate of 41 % of the recruited base. We obtained a total of 208 interviews from Hommersåk.

We are currently analyzing the survey results. It is clear that at higher levels of both private and public compensation opposition to the windmill park eases. For instance, in Hommersåk, the most affected location, relative high compensation levels are required to achieve support from at least 60% of the population. Individuals who use the area for recreational purposes where the hypothetical farm has been situated, that is about 40% of our sample, also demand relatively higher levels of compensation. Observed choices among the different alternatives enable us to understand the tradeoffs made by individuals between the three attributes. Preliminary **statistical analyses** indicate that local residents would actually trade lower levels of private compensation for higher levels of the local public good. This result, we believe, is important one for a number of reasons:

1. No systematic analysis of private versus public compensation to overcome local opposition has been undertaken before.
2. From the developers view point provision of a local public good as opposed to the use of individual payments may be a cost effective way to ease opposition for deployment plants.
3. Lack of coordination of individual actions to solve social dilemmas poses significant challenges to society in a large number of contexts. Our results suggest that renewable energy developers may serve as possible facilitators in the process of coordinating contributions to the provision of a public good that is important for the local communities.

While our survey experiment has provided us with useful insights, it is important to acknowledge that a number of caveats apply. For instance, we have used a very specific frame to provide information to individuals and the results should be so interpreted. Also public participative processes are believed to enhance public acceptance but these were not part of this study.

Climate and health impacts of Short Lived Atmospheric Components

Prosjektperiode: 01.01.2011 - 31.12.15

Totalt budsjett: NOK 8 450 000

Målet med SLAC, *Climate and health impacts of Short Lived Atmospheric Components*, er å øke forståelsen av effektene av kortlevde komponenter, både gasser og aerosoler. Å redusere utslipp av kortlevde komponenter eller forløpere 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, temperaturendring som følge av doblet CO₂ konsentrasjon når systemet har nådd ny likevekt, 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.

Gjennom initiativet «Atmospheric Chemistry & Climate Model Intercomparison Project (ACC-MIP)» er det blitt gitt ut en rekke studier av O₃-budsjett og drivere. I en artikkel publisert av Young et al. i *Atmospheric Chemistry and Physics* (ACP) har man ved hjelp av historiske simuleringer av O₃-konsentrasjoner fra pre industriell tid og frem til i dag fra 15 forskjellige atmosfære-kjemi-transport modeller funnet et strålingspådriv (radiative forcing) av troposfærisk O₃ på 0.40 Wm⁻². Modellkjøringene stemmer også godt overens med observasjoner. Det er i samme artikkel beregnet strålingspådriv for O₃ frem mot 2030 og 2100 med bakgrunn i forskjellige utslippsscenarioer (såkalte Representative Concentration Pathways, RCP'er). I 3 av 4 RCP'er vil strålingspådrivet av O₃ være lavere i både 2030 og 2100 enn det er i dag på grunn av reduksjon i utslipp av forløpere til O₃. CICERO bidrar 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*. Sammenlignet med Oslo-CTM2, er Oslo-CTM3 bedre parallellisert og transporten (adveksjon) er stabil for lengre tidssteg. Dette gir muligheten for mer komplekse simuleringer med mange komponenter eller høyere romlig oppløsning. Modellen er blitt raskere og har bedre parametrisering av blant annet våtavsetning, transport på polare breddegrader og vertikal transport generelt, samt NO_x-utslipp fra lyn og behandling av skyer for de relevante prosesser.

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 virker 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 forenklete 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, som betyr at egenskapene til de klimamodellene som aerosolmodellen er en del av også er viktig for de endelige beregningene av klimapådriv. I en artikkel akseptert i *Nature Climate Change* argumenterer imidlertid Samset et al. at man må oppjustere usikkerheten for den direkte aerosol effekten presentert i Myhre et al. 2013, for å ta hensyn til det fulle spennet av usikkerhet i aerosolmodellene.

Sotpartikler har en oppvarmende effekt, både direkte ved absorpsjon av sollys og ved å endre skyers utbredelse i tillegg til å gjøre snøen mørkere. 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 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 overestimerer AeroCom modellene BC 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.

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 sammenlignet 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 Polarinstitutt 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 avkjølende 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 publiseres i mai 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 på 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 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».

Nansen Senter for Miljø og Fjernmåling, NERSC

Regional climate change

Duration: 2013 – 2017

Budget 2013: NOK 650 000

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

Global warming cause regional cooling

Climate change and global warming is not a uniform global process of change – regional variability and changes may contradict the overall global change pattern. The local processes of climate change may then be different from the overall trends and the expectations of local climate changes are not necessarily directly derived from the global Earth system model projections. Such regional variability in the climate change have severe implications on the actual regional mitigation or climate adaptation actions needed to be prepared for under a future climate.

R. L. Newson published in this respect in 1973, surprising results in the scientific journal Nature [1]. Global climate models – by that time a new and still a rather coarse tool to study climate dynamics – have suggested considerable cooling in mid-latitudes in response to ice-free Arctic Ocean conditions (Figure A). This short scientific correspondence has soon passed into obscurity, as other climate change simulation, which kept fixed the surface properties, revealed only polar amplification of the projected global warming. Both climate model projections and satellite observations of new extreme summer minimum sea ice extent in the Arctic (e.g. in 2007 and 2012) confirmed the pattern of increased warming.

The recent years with cold winters in Europe and North America have revived the interest of the research community and stakeholders and general public to contra-intuitive regional effects of the climate change. Longer and of higher quality reanalysis of historical data and simulations, supported with results from high quality satellite observations during the last 35 years of the Arctic sea ice extent and its decadal variability disclosed significant statistical correlation (the 1st mode of variation accounts for 53% of the total variability) between the colder wintertime temperatures in the northern mid-latitudes and the sea ice retreat and variation in the Arctic Ocean [2,3] (Figure B, D). Moreover, the state-of-the-art coupled climate models, e.g. the Norwegian Earth System Model – NorESM, developed in cooperation with the Bjerknes Centre for Climate Research, are now able to reproduce at least general pattern of both the inter-annual sea ice extent and atmospheric temperature changes in response to the increasing green-house gas concentration (Figure C). Thus, the colder winters in the mid-latitudes have emerged as a statistically robust transient response on the polar warming and larger areas of open water in the Arctic.

Scientifically there is, however, much less agreement about the physical and dynamical mechanisms inducing such a response of sea ice retreat in the Arctic Ocean and mid-latitude cooling. Boldly speaking, there are two, partially complementary, hypotheses debated. One looks at the stationary response (geographically tele-connection patterns) in the atmosphere on the sea surface temperature anomalies [4] – “the signal sitting in the ocean”. Another looks at the non-

stationary, dynamic response (redirection of storm tracks and Rossby waves) on the changes in the mid-latitude circulation [5] – “the signal emerging from stochastic dynamics”. Both hypotheses have and will need further investigation, which is planned in ongoing research at the Nansen Center.

Relevant publications

1. Newson, R.L., 1973: Response of a General Circulation Model of the Atmosphere to removal of the Arctic Ice cap, *Nature*, 241, 39-40.
2. 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
3. Davy, R. and I. Esau, 2013: Surface air temperature response in global climate models, *Atmospheric Science Letters* , doi: 10.1002/asl2.456
4. Langehaug, HR, Geyer, F, Smedsrud, LH, Gao, Y . 2013. Arctic sea ice decline and ice export in the CMIP5 historical simulations, *Ocean Modelling* , 71
5. Outten, S. and I. Esau, 2011: A link between Arctic sea ice and recent cooling trends over Eurasia, *Climatic Change*, 110, 1069-1075, DOI 10.1007/s10584-011-0334-z

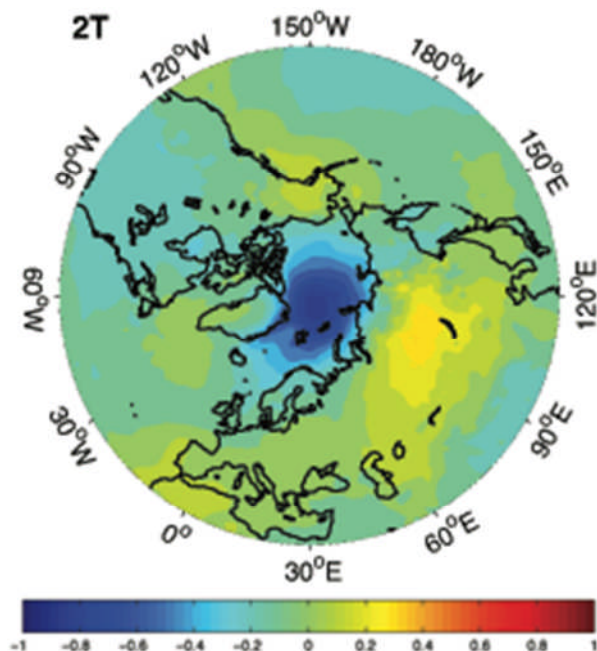
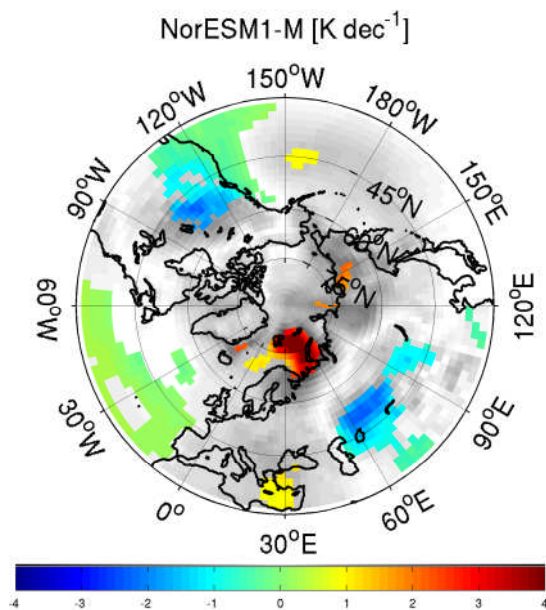
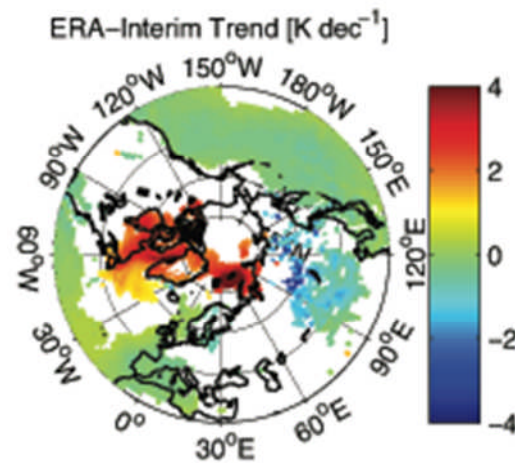
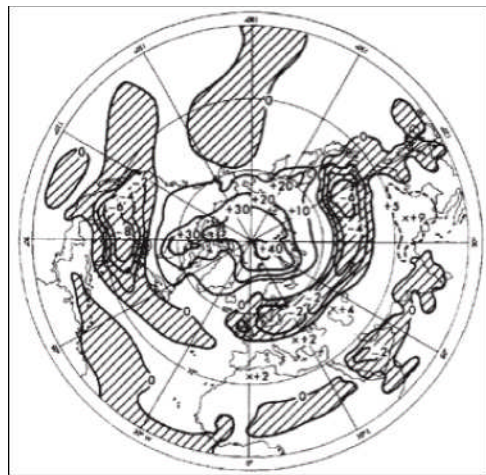


Figure.

(A) After Newson [1], temperature difference, in °C near the model surface, between the computation with an ice-free arctic and the computation with ice at the mean climatological position. Hatched areas indicate regions of cooling in the ice-free experiment; After Outten et al. [2]; (B) wintertime surface air temperature trends (K decade⁻¹) over the period 1989 to 2009 from the ERA-Interim reanalysis. The plotted regions show the locations which were at the 95% confidence level; (C) the same but for NorESM1-M present-day climate simulations; (D) the map of the 1st SVD mode of the wintertime surface air temperature as homogenous correlation with the sea-ice concentration from ERA-Interim

Arctic Ocean, Sea Ice and Glaciers

Duration: 2013-2017

Budget 2013: NOK 983 000

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

Monitoring and prediction of the Arctic Ocean

Integrated use of satellite Earth observation data, in situ data, ocean acoustic data and numerical model simulations including data assimilation techniques are the key research elements in order to better describe and predict changes in the ocean and sea ice. Arctic marine and cryosphere research are among the key areas of knowledge at the Nansen Center and has been among the core research activities since the 1980-ties. This research has made major progress due to increased access to satellite Earth observation data during the last four decades, field experiments and new tools of observations, improved ocean and sea ice modelling tools and increased national and international cooperation.

The Global Ocean Observing System (GOOS) is established in order to facilitate the exchange of ocean observations between the countries. In Europe marine research and operational organisations are organized in EuroGOOS. In 2013 EuroGOOS was transferred from a membership organisation to an international non-profit organisation situated in Brussels, owned by 36 meteorological and oceanographic institutions in 18 European countries. The aim of EuroGOOS is to develop and coordinate ocean monitoring and forecasting in European and Arctic waters, as part of the GOOS program. Countries involved in monitoring and predictions of the Arctic oceans are organized in ArcticROOS. ArcticROOS has 16 member organisations and is lead by the Nansen Center. Daily satellite observations and model predictions of the Arctic Ocean marine and cryosphere information are published at ArcticROOS (<http://arctic-roos.org>).

Sea Ice Climate Data from Satellite Earth observation data

Sea ice is an essential climate component, which is very sensitive to climate change. In the Arctic, the area of sea ice cover and thickness have been reduced during the last decades affecting the heat flux causing enhanced warming in this region. In the Antarctic, sea ice has not decreased, but remained at the same level in this period. Sea ice observation from satellites has been carried out for more than four decades and is one of the most important applications of satellite Earth

observations data in climate change studies. In the Climate Change Initiative programme (CCI), supported by the European Space Agency, time series of sea ice concentration (SIC) and sea ice thickness (SIT) have been investigated. In order to provide the “best algorithms” for retrieval of SIC and SIT data sets, an algorithm intercomparison exercise is conducted, where the retrieval methods are analyzed for different seasons and geographical regions. For sea ice concentration, eleven algorithms for passive microwave data were analyzed for the period 1979 – 2012, with estimation of uncertainty [1]. The algorithms showed a consistent decrease in Arctic ice extent of about 0.5 mill km² per decade in annual ice extent, however with significant seasonal variations. The algorithms differed by up to 0.6 mill km² in sea ice extent, documenting the importance of quantifying the uncertainty of the results obtained from different retrieval algorithms (Figure 1).

By combining time series of sea ice extent and thickness measurements it is possible to estimate the changes in sea ice volume, which is one of the most important climate indicators in the Arctic. The main data source for the calculation of the sea ice thickness over the last two decades is satellite radar altimetry, i.e. height measurements from satellites in orbits at 800 kilometres above the Earth. A main objective of the CCI sea ice project is to combine radar altimeter data from the former ERS and Envisat satellites to provide ice thickness data from 1993 to 2012. The algorithm to calculate ice thickness from freeboard estimates, which are measured by satellite altimeters, requires input data on ice density as well as thickness and density of the snow layer on top of the ice. Such data have been compiled from many previous field expeditions and used to evaluate the ice thickness retrieval algorithm in various Arctic areas under different seasonal conditions. The satellite results have been compared against ice thickness data from submarine cruises, airborne surveys and various in situ measurements measuring the sea ice thickness directly [2]. This study has been used to establish the optimal input data to the retrieval algorithm for estimation of the sea ice thickness from satellite radar altimeter data. Development of robust algorithms for retrieval of sea ice thickness from satellite Earth observation data will significantly improve the knowledge of the variation of the sea ice thickness during the last two decades. Combined with knowledge of the sea ice extent in the same period, a quantitative estimation of the variation and changes of the total sea ice volume in the Arctic oceans will be provided.

The uncertainty in the sea ice thickness retrieval and ice volume estimation in the Arctic has been further investigated in the PhD-study of Marta Zygmuntowska [3]. Available observations have shown high variability in snow and ice data that are used in the retrieval algorithm, leading to significant uncertainty in the ice thickness estimations. Analysis of data from IceSat in the period 2005 to 2007 showed that the ice volume had a reduction of 12-14% over the two year period, with uncertainty in the range 6-10%. This reduction is dominated by the decrease in thickness, while reduction of ice extent is much smaller, of order 4 % per decade. Still several challenges need to be solved, in order to provide robust estimates of the changes of the volume of the sea ice in the Arctic oceans.

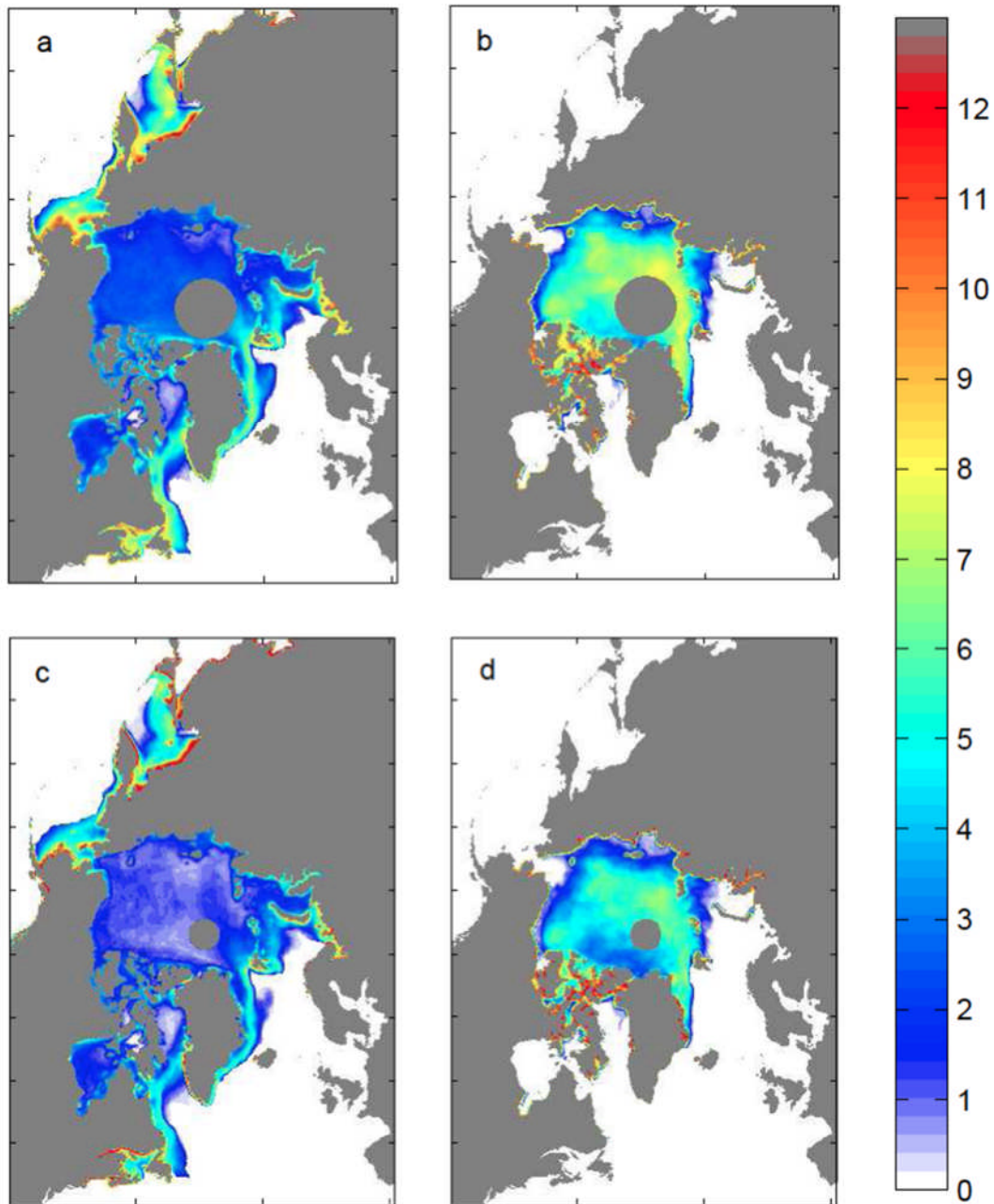


Figure: Sea-ice concentration: standard deviation of all the algorithms from the ensemble mean, %. a, b: 1979–2012 March and September respectively, 5 algorithms. c, d: 1992–2012 March and September respectively, 11 algorithms.

Relevant publications

1. Ivanova, N., Ola M. Johannessen, Leif Toudal Pedersen and Rasmus T. Tonboe; Retrieval of Arctic Sea Ice Parameters by Satellite Passive Microwave Sensors: A Comparison of Eleven Sea Ice Concentration Algorithms, IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing, in press.
2. Zakhvatkina, N.Y.; Alexandrov, Vitaly; Johannessen, Ola M; Sandven, Stein; Frolov, I; Classification of sea ice types in ENVISAT synthetic aperture radar images. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 2013; Volume 51. (5) p. 2587-2600

3. Zygmuntowska, Marta; Khvorostovsky, Kirill; Helm, Veith; Sandven, Stein; Waveform classification of airborne synthetic aperture radar altimeter over Arctic sea ice. *The Cryosphere* 2013; Volume 7. (4) p. 1315-1324
-

Cross- and interdisciplinary research

Duration: 2013 - 2017

Budget 2013: NOK 180 000, not fully used in 2013

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

The Nansen Center cooperates with the other national environmental research institutions through Miljøalliansen AS. A research project, funded by the Ministry of Climate and Environment, on effects of future sea level increase on cultural heritage sites in Norway has been completed. The study was made in cooperation between several of the Norwegian environmental research institutes (Norwegian Institute of Cultural heritage Research (NIKU), Norwegian Institute for Urban and Regional Research (NIBR) and CICERO; Center for Climate and Environmental Research-Oslo).

Other projects exploiting the cross and interdisciplinary expertise of the environmental research institutions are under development.

Relevant publication

1. **Jan Even Øie Nilsen**, Kari Larsen og Vibeke Martens, Trude Rauken og Kjell Harvold, 2013: *Kulturminner og havnivåstigning*. CIENS-rapport: 1-2013, ISSN:1890-4572. 10. oktober 2013, 52 pp.

Norsk institutt for by- og regionforskning, NIBR

Styrings- og planleggingsutfordringer i byer og tettsteder (Challenges for Governance and Planning in Cities and Municipalities)

Det totale budsjettet for SIS for hele prosjektperioden (2011–2014) er NOK 21 809 000

Budsjettet for 2013 var NOK 6 395 000

Det overordnede forskningsspørsmålet for NIBRs strategiske instituttsatsning er hvilke utfordringer byer og kommuner møter med hensyn til styring og planlegging og hvordan disse utfordringene kan møtes. Styrings- og planleggingsutfordringene knyttes spesielt til tre politikkfelt: klimaendringer, sosial differensiering og folkehelse. Med ulik vinkling og ulikt geografisk nedslagsfelt studeres disse temaene gjennom seks avgrensede arbeidspakker. En syvende arbeidspakke (kalt SIS SYNTESE) har som ambisjon å binde sammen funnene fra de ulike arbeidspakkene og si noe mer generelt om betingelsene for styring og planlegging på de tre substansfeltene. Lederen for hver arbeidspakke inngår i SIS sitt kjerneteam, og det er denne gruppen som arbeider med å lage en syntese av alle funnene.

2014 er SIS'ens avslutningsår, og per januar er feltarbeid avsluttet for alle så nær som én arbeidspakke, en rekke artikler, bokkapitler og arbeidsnotater er skrevet, og en del er publisert sendt inn for vurdering i tidsskrifter og antologier. I inneværende år vil SIS'en fokusere på formidling, arbeid med syntesepublikasjoner, i tillegg til ferdigstillelse av artikler og bokkapitler. I mai vil funn fra SIS'en presenteres gjennom arrangementet *NIBR Forum*, som er en seminar- og debattrekke som holdes på NIBR. I juni leder vi en spesialsesjon ved forskningskonferansen EURA, og i september avholdes en ekspertworkshop. Videre vil vi i 2014 ha fokus på å formidle funn i media. Nedenfor følger en kort beskrivelse av hver av de seks substans-arbeidspakkene.

Arbeidspakken **SIS SOUTH** undersøker 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 ved 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** undersøker betydningen av kommunal planlegging og kommunale styringssystemer på tre felter: sosial ulikhet, folkehelse og klimaendringer. Prosjektets ambisjon er å få økt kunnskap om hvordan disse tre feltene som sådan, samt styringen av dem, påvirker hverandre gjensidig og videre undersøke om det er noen felles strukturelle eller organisatoriske faktorer som fremmer eller hemmer en god politikkutvikling på de tre feltene. Prosjektet overlapper og samarbeider med et tilsvarende prosjekt i Polen, under det polsk-norske forskningssamarbeidet. Forskere fra Universitetet i Warszawa kommer på studiebesøk til en av prosjektets casebyer i mai 2014, og det er planlagt felles publikasjoner med SIS'en og det polske prosjektet.

Arbeidspakken **MISARIS** fokuserer på klimaendringer og bærekraftig byutvikling og betydningen av innovasjon for å få til en overgang til en mer karbonnøytral framtid. Prosjektet analyserer innovasjonsprosesser og framveksten av innovasjonssystemer relatert til energieffektivitet i bygg og bebygde omgivelser. Spesielt fokuserer prosjektet på samspillet mellom ulike aktører i byene og byggesektoren. Empirisk er temaet undersøkt gjennom studier av det pågående programmet FutureBuilt, som fasiliteter 50 pilotprosjekter i byggesektoren i de største byene i Norge. Prosjektet gir 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** er NIBRs bidrag til en felles SIS for CIENS, og skal bygge 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** tar 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. Feltarbeidene i russiske byer er gjennomført, og det arbeides med en rekke publikasjoner. Prosjektet gir 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.

Arbeidspakken **PLANNING TOOLS** ble opprettet i 2013 for å gi økt fokus til temaene planlegging og planleggingsverktøy, som er viktige for den overordnede problemstillingen for SIS'en som sådan. Arbeidspakken gir input til de andre arbeidspakkene på feltet og arbeider i tillegg med et knippe egne analyser. Arbeidspakken studerer hvordan planlegging kan bidra til bærekraftig omstilling og har et særskilt fokus på planteori, knutepunktsutvikling, kulturminnevern og konsekvensutretninger.

Publikasjoner

Aasen B. et al (2013): Working paper: Green jobs. Global. Cape Town

Berg-Nordlie, Mikkel, Jørn Holm-Hansen, Martin Lund-Iversen, Aadne Aasland (2014, neste nummer). Russiske byers kapasitet til klimatilpasning. Eksempelet Arkhangelsk. *Nordisk Østforum*

Vedeld, T. et al (forthcoming). Multi-level governance and the social dimension of urban climate change: Case of Dar es Salaam. In *Social adaptation in developing countries*, Routledge.

Vedeld, T. et al (forthcoming). Multi-level governance, climate change and flooding in urban Africa In *Social adaptation in developing countries* Routledge.

Vedeld, Hellevik et al. (resubmitted til Environment and Urbanization). Multi-level governance and floods in urban West Africa. The case of Saint Louis, Senegal

Aasen et al (submitted). Policies and actors in upgrading of informal settlements in Cape Town

Hanssen, G.S., Barkved, Holen, Klausen (innsendt). Hvordan er klimaendringer integrert i arbeidet med vannforvaltningsplaner i Norge?

Norsk institutt for kulturminneforskning, NIKU

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

Den strategiske instituttsatsningen løper i perioden 2011 – 2015 og samlet tildeling for perioden er på NOK 3 millioner (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 undersøkelser tidligere. Derfor er gjennomføring av praktiske studier med feltarbeid viktig. I prosjektet er det valgt tre undersøkelsesområder: 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.

Det ble gjort feltarbeid i 2012 der Bioforsk i samarbeid med NIKU, installerte 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, og redox-verdiene følges opp videre av Bioforsk. Resultater fra undersøkelsene etter avsluttet feltarbeid er presentert i rapporter. Overvåkingsperioden avsluttes 2017 med en sluttrapport. I tillegg mottar Riksantikvaren årlige rapporter med overvåkingsdata. Den arkeologiske undersøkelsen er også blitt presentert i media (Adresseavisen 11.12.2012). Den vitenskapelige presentasjon av prosjektet frem til nå omfatter to foredrag, den ene på seminaret 'Groundwater and Cultural Heritage' i regi av NGU og Riksantikvaren i Trondheim mai 2013, og den andre ved Riksantikvarens Miljøovervåkingsseminar i København 11. des. 2013. Sammen med PEAB AS Trondheim som var hovedentreprenør for byggeprosjektet, arbeides det med en artikkel om miljøovervåking og bygningsvirksomhet innenfor middelalderbyer som automatisk fredete kulturminner. Artikkelen skal publiseres i en bransjetidskrift for bygg og anlegg. Byggebransjen ser ofte pålegg om arkeologisk arbeid som en utfordring i byggeprosjekter med krav til fremdrift og inntjening. Tidlig etablering av samarbeidsmøter for god planlegging og kommunikasjon har vært en suksess i dette prosjekt, noe som alle parter, fra forvaltningsmyndighet, byggherre, entreprenør og utførende arkeolog synes det er viktig å kommunisere videre til bransjen.

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). 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. Resultatene er formidlet dels populært via NIKUs arkeologi-blogg, dels av samarbeidspartner fra Tromsø museum på Norsk Arkeolog Møte i november 2013.

Vitenskapelig presentasjon av undersøkelsene, utstyr og metoder ble gjort på Ruralia-konferansen i Slovakia i september 2013. Det ble utført arkeologiske vurderinger av bevaringstilstand for kulturlagene under feltarbeidet. Det var gode og til dels utmerkede bevaringsforhold i kulturlagene. Analyser av jordprøver for jordkjemisk, pollen og makrofossiler foreligger ennå ikke.

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. I tillegg ble det tatt ut jordkjemiske prøver for vurdering av bevaringsforhold i utvalgte kontekster både i 2011 og i 2012. Resultatene fra undersøkelsene er presentert i inntil videre tre delrapporter (januar 2012, 2013 og 2014) og et notat levert til Kongsgårdsprosjektet Avaldsnes. I tillegg er resultatene blitt presentert vitenskapelig på NGU-seminaret 'Groundwater and Cultural Heritage' i Trondheim mai 2013. Foredraget er omarbeidet til en artikkel som er sendt til Quaternary International for publisering. 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.

Relevansen av satsingen

In Situ SIS drives av arkeologer fra NIKU med lang erfaring fra arkeologisk feltarbeid og tolking av komplekse kulturlagsforhold. Nettverket er vel utbygget med tverrvitenskapelige kontakter i det akademiske miljø, 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 er godt og vel midtveis. På hver av de utvalgte lokalitetene er feltarbeidet avsluttet og langtidsmålingene gir et jevnt tilsig av data. Satsningen på å kartlegge og overvåke bevaringsforhold i automatisk fredete kulturminner som for eksempel gårdshauger i nordområdene, blitt tatt imot med stort interesse internasjonalt så vel som nasjonalt, samt fra de lokale forvaltningsmyndigheter.

Sustainable Transport – Drivers, Change, Impacts, Policies

Den strategiske instituttsatsningen løper i perioden 2011 – 2015 og samlet tildeling for perioden er på NOK 3 millioner (NOK 3 034 000).

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

NIKU er deltaker i to arbeidspakker og aktiviteter og resultater presenteres i det følgende.

Task 2: Environmental and landscape changes due to transport

Denne arbeidspakken har som overordnet mål å se på forholdet mellom transport og landskap og på sammenhengen mellom bærekraftig transport og bærekraftig landskapsforvaltning.

Utgangspunktet for studien er et syn på historiske veier som elementer som binder sammen landskapselementer i både tid og rom. En historisk vei har gjort det mulig for folk å bevege seg fra sted til sted i et landskap gjennom århundrer. Mange veier har en lang historie og har blitt kontinuerlig tilpasset, utvidet og ombygget for å tilpasses behov til ulike tider. Veiene gjør det derfor mulig for oss å bevege oss både i tid og rom i et landskap. Veien har både formet landskapet og påvirket hvordan det oppfattes og forstås.

Vi har gjennomført en studie av nasjonale veimyndigheters arbeid med kulturhistorisk verdifulle veier gjennom å se på «Nasjonal verneplan for veger, bruer og veg-relaterte kulturminner». Planen omfatter i alt 350 hovedveier, bruer og konstruksjoner. Vi har sett på hvordan oppfattelsen av tid og rom har nedfelt seg i planen og hvilke kriterier som er lagt til grunn for vern. Planen speiler ulike verneinteresser som også delvis er i konflikt med hverandre. På den ene siden er veiene vurdert som del av en endringsprosess i et landskap over tid. På den andre siden er de også vurdert som historiske stillbilder og arkitektoniske objekter eller monumenter som representant for en tidsepoke eller en bestemt type teknologi. Broer er derfor over-representert i planen. Arbeidet er i prosess, men foreløpig har vi avdekket at verneplanen i liten grad har klart å lage en plan som tar høyde for at veien er et viktig element i landskapet som binder sammen steder i fortid og nåtid og som har en levende rolle i samfunnet også i sin samtid. Planen er i stor grad et vern av isolerte statiske objekter som er bevart som representanter for sin tid og for en bestemt teknologi (standstills) og som har en viss estetisk opplevelsverdi. Veien som strukturerende element i landskapet over tid er underordnet disse andre kriteriene. Et eksempel i planen som belyser dette er Liebakken i Buskerud som i virkeligheten består av tre generasjoner veier, men der bare den eldste og den yngste er med i planen fordi de er bevart i sin opprinnelige form og har konstruksjoner som er typisk for sin tid. Endringshistorien som disse tre veiene representerer er dermed ikke fanget opp i planen. Så selv om veiene muliggjør bevegelse og som resultat av en prosess over tid, så har eksisterende bevaringskriterier vanskeligheter med å fange opp denne kvaliteten ved dem. Studien ble presentert på Royal Geographical Society's Annual conference 2013 i London, august 2013 på sesjonen: Nature, time and environmental management - med et foredrag med tittelen; Passages of Time: Simultaneous Pasts Present or Absent in Infrastructure. Foredraget er planlagt utvidet til full artikkel for vitenskapelig publisering i 2014.

Videre har arbeidet i task 2 resultert i en vitenskapelig artikkel av Gro B. Jerpåsen med tittelen «Impact from urban sprawl on cultural heritage and landscape - an integrated historical approach» som vil bli publisert i «Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development» i løpet av 2014. Her diskuteres hvordan urbanisering og moderne veibygging påvirker den historiske dimensjonen i landskapet og spesielt de historiske veiene. Det reises en kritikk mot synet på historien og tidsdimensjonen i landskapet der ulike tidsepoker vurderes som adskilte sekvenser. I virkeligheten er spor fra mange ulike tidsepoker til stede side om side i landskapet. Artikkelen tar utgangspunkt i et studieområde 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 her og at endring i funksjoner samt veier og annen infrastruktur er en viktig årsak til dette.

Task 3: Impacts of transport on urban sustainability

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

I denne arbeidspakken undersøkes hvordan bærekraftig transport og kulturarv inngår i Groruddalssatsingen og i utviklingen av Bjørvika som ny bydel Oslo. Studien belyser ulike prioriteringer i de to programmene. I Groruddalen synes større forbedringer av transportsystemet å ligge utenfor programmets rammer, mens satsing på bærekraftig transport er sentralt i Bjørvika. Kulturarv brukes aktivt i Bjørvika for å skape et attraktivt område som skal generere økonomisk vekst. Både Middelalderparken og Munchmuseet brukes strategisk i byggingen av det som skal bli en bydel på størrelse med Lillehammer. I tilfellet Groruddalen er ikke ambisjonene like store,

men kulturarv spiller en viktig rolle også her. Gamle hus har blitt restaurert og blir brukt som forsamlingshus. Kulturarv brukes som sosiale møtesteder og til integreringsformål. Det er gjort forbedringer i kollektivtilbudet og det er etablert nye gang- og sykkelveier. Samtidig er det store forskjeller mellom prosjektene. Bjørvika er internasjonalt orientert mot verden, turisme og kapital, mens Groruddalssatsingen er orientert mot bedring av lokale levekår. Likevel hevder Oslo kommune at de forsøker å gjøre noe av det samme i Groruddalen som i Bjørvika. Studien viser imidlertid at politikkområdene transport og kulturarv gis ulik prioritet etter hvilket potensial de geografiske områdene tilskrives. Byutviklingsprosjektet i Bjørvika har blitt kritisert for å bruke kulturarv instrumentelt for å generere økonomisk vekst, samt at det er lagt for liten vekt på sosiale forhold. Groruddalssatsingen har derimot greid å bruke kulturarv til å generere nye sosiale relasjoner blant lokalbefolkningen. Konklusjonen er derfor at programmene kan lære av hverandre. Groruddalssatsingen kan lære av Bjørvika-prosjektets evne til entreprenørskap og generering av synergieffekter. Bjørvika-prosjektet kan lære av Groruddalssatsingens evne til å integrere sosiale forhold i programmet.

Arbeidet med task 3 har foreløpig resultert i artikkelen «The City and the Suburbs: Comparing Two Urban Development Programmes in a Nordic Capital» som er sendt til fagfelleevaluering i det sveitsiske tidsskriftet «Sustainability». Artikkelen er forfattet av Anders Tønnesen og Vibeke Nenseth (Transportøkonomisk institutt) og Joar Skrede og Kari Larsen (Norsk institutt for kulturminneforskning). I tillegg har Joar Skrede fått antatt en artikkel i «Journal of Urbanism. International Research on Placemaking and Urban Sustainability». Artikkelen drøfter forholdet mellom kulturdrevet byutvikling og bærekraftig byutvikling. Artikkelen er nå under revidering på bakgrunn av fagfellevurderingene og er planlagt publisert mot slutten av 2014.

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

Denne strategiske instituttsatsingen løper i perioden 2011 – 2015 og samlet tildeling for perioden er på vel NOK 12, 1 millioner (NOK 12 139 000).

Overordnede mål for satsingen

Denne strategiske forskningssatsingen tar utgangspunkt i at forvaltning av kulturarv representerer et viktig profesjonsfelt der fortid og nåtid krysser hverandre. Vellykket politikk og praksis innenfor kulturminnevernet forutsetter solid kunnskap og forståelse for hvordan og hvorfor slike verdier har blitt trukket fram som vesentlige, og hvordan og hvorfor de kontinuerlig blir reforhandlet og redefinert i sammenheng med øvrige samfunnsendringer i samtiden. Denne pågående prosessen er påvirket av en serie av verdisystemer koblet opp mot økonomiske, sosiale og kulturelle forhold, der nasjonale og internasjonale politiske direktiver, traktater og konvensjoner spiller en vesentlig rolle. Verdi-SIS forholder seg til disse rammebetingelsene. Den første hovedproblemstillingen fokuserer på forbindelsen mellom etablerte verdissettingsystemer 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 oppnådde resultater

Prosjektet er inndelt i en serie case-studier og har blitt organisert i tre arbeidspakker. Til sammen 13 forskere er eller har vært tilknyttet satsingen hittil.

Arrangering av interne arbeidsseminarer har vært et viktig virkemiddel for å bidra til kunnskapsdeling på tvers av case-studiene. Det har bidratt til å stimulere til samarbeid på tvers av fagdisipliner. Målsettingen har vært å skape en samforståelse om hovedmålsettingen i prosjektet og om delundersøkelsenes og arbeidspakkenes plass i helheten. Det bidro til å gi innblikk i den enkelte prosjektmedarbeiders teoretisk innfallsvinkel, valg av analyseverktøy og metoder, samt intensjonene bak valg av konkret case, samtidig som det ga grunnlag for teoretiske refleksjoner rundt perspektivvalg. Teori- og metodediskusjonene viste mange berøringspunkter mellom de ulike case-undersøkelsene, og det har vært arrangert et løpende teori- og metodeseminar innenfor prosjektets overordnede ramme. I tillegg har det vært arrangert arbeidsseminarer med fokus på prosessen rundt skriving av vitenskapelige artikler.

Verdi-SIS tok videre initiativ til å publisere en norsk antologi med bidrag både fra prosjektmedarbeiderne og inviterte forskere. Som et første ledd i publiseringsarbeidet, ble det arrangert et symposium 19. & 20. september 2012, med tittelen: «å lage kulturminner: om hvordan kulturarv formes, forstås og forvaltes». I tillegg til NIKUs deltakere var 10 forskerne fra Sverige, Danmark og Norge invitert til å presentere resultater med relevans for overordnede problemstilling i Verdi-SIS.

Antologien, som forelå ferdig publisert høsten 2013, er et direkte resultat av det nevnte symposiet. Alle de 15 innleggene som ble presentert på symposiet ble videre bearbeidet til vitenskapelige artikler og samlet i denne boka. Som ledd i dette arbeidet har det vært gjennomført to to-dagers skriveseminarer for prosjektdeltakerne. Fem av antologikapitlene er direkte resultat av bearbeiding av kildemateriale samlet inn i regi av forskningsprosjektet. Åtte forskere fra relevante universiteter og forskningsinstitutter i Norge, Sverige og Danmark har stått for fagfelle vurderingene og derigjennom bistått forfatterne med råd i arbeidet med å bearbeide innleggene til ferdige artikler. Hva bidrar til å gjøre noe til et kulturminne? Hvor er definisjonsmakten plassert? Fører internasjonale konvensjoner til en ensretting av hva som betraktes som kulturminner- og kulturmiljøer, og skaper de fornyelse og revitalisering av lokalsamfunn? Dette er noen av spørsmålene som reises i antologien. Kulturminner betraktes her som verdier som skapes i skjæringspunktet mellom politikk, praksis og forhandlinger. I de 15 artikler drøftes hvordan og hvorfor visse kvaliteter ved fortiden blir fremhevet, mens andre overses. Flere av artiklene retter søkelys mot samfunnets politiske bruk av fortiden; de retorikker, forestillinger, utvalgsmetoder osv. som brukes aktivt for å oppnå bestemte mål i samtiden. Kulturminnepolitikk viser til visjoner, utopier og intensjoner, mens kulturminnepraksis omhandler maktkonstellasjoner, forhandlinger og iscenesettelser. Når forestillingene om hva kulturminner er, blir konfrontert med et pluralistisk, globalt samfunn i rask endring, må forestillingene kontinuerlig omformuleres og reforhandles. Antologien har hatt som intensjon å skape en bredere diskusjon om dagens kulturarvpolitikk og praksis. Kulturarv er den røde tråden i antologien, men artiklene spenner vidt både tematisk og med hensyn til form og lengde. Noen artikler består av omfattende casestudier og analyser, mens andre har en mer drøftende og generaliserende form. Til sammen utfyller de hverandre og gir et bilde av sentrale sider ved dette forskningsfeltet slik det framstår i dag, og antologien intenderer å skape en bredere diskusjon om dagens kulturarvpolitikk og praksis.

Det har i forlengelse av publiseringen vært gjennomført et lanseringsseminar i NIKU, samt et lunsjseminar hos Riksantikvaren i 2014 der deler av antologiens problemstillinger ble lagt fram og diskutert. Det har også vært holdt forelesninger på Arkitektur- og designhøgskolen over deler av problematikken som berøres.

I 2012 ble det også arrangert en workshop som en del av konferansen «The 2nd European Workshop on Cultural Heritage Preservation (EWCHP). Workshopen hadde tittelen «Constructing cultural heritage: defining, selecting and understanding».

Det arbeides nå aktivt med å få utgitt en engelskspråklig antologi, som kan nå internasjonale forskningsmiljøer, og en søknad om å bli utgitt innenfor serien Heritage Studies på Ashgate forlag er til vurdering. Det blir gjennomført interne skriveseminarer som ledd i denne planen. I løpet av 2013 ble tre nye delprosjekter igangsatt.

Det har vært holdt innlegg med paper på en rekke nordiske og internasjonale konferanser; eksempelvis European Association of Archeologist Conference i Oslo; Association of Critical Heritage Studies, Gøteborg; Nordic Conference of Ethnology and Folkloristic, Bergen; International Conference of Historical Geographers i Prague; Ouvvast, New concepts, theories and methodologies on Saami studies i Enare; ICOM General Conference, Rio de Janeiro.

Relevansen av satsingen

Denne strategiske satsingen tar opp til drøfting noen av de grunnleggende spørsmålene innenfor kulturarvfeltet. Satsingen kan betraktes som sentral både fra et forskerperspektiv, instituttperspektiv og et samfunnsperspektiv. For forskerne som deltar, har satsingen vært viktig i generell kunnskapsoppbygging og gitt økt motivasjon og muligheter til å presentere delresultater på internasjonale konferanser, samt initiert publisering i anerkjente forskningstidsskrift. Gjennom slik deltakelse og gjennom utgivelsen av antologien har NIKU blitt markert som en viktig institusjon innenfor kulturarvfeltet i Norden, da det hittil er utgitt få antologier som omhandler forskning på kulturminneforvaltning i Norge og Norden. Samtidig drøftes vesentlige problemstillinger om hvordan man forstår samtidige prosessers innflytelse på definisjonsmakten innenfor kulturarvfeltet. Betydningen på samfunnsnivå ligger i at resultatene som foreligger underbygger hvor sentral rolle samtida har i formuleringen av kulturarvfeltet og i aktiviseringen av ny bruk av kulturminner. Det har gitt en bredere innsikt i det mangfoldet av arenaer og sammenhenger hvor kulturminner tas i bruk, og i hvor heterogen gruppen av aktører som engasjerer seg på kulturarv-feltet er.

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 tildeling for perioden er på vel NOK 12, 1 millioner (NOK 12 139 000).

Prosjektets hovedmålsetning er å utforske og ta i bruk avansert teknologi og nye metoder som grunnlag for en mer kunnskapsdrevet forvaltning av kulturarven. Målet er å få bedre innsikt i metodiske, praktiske og teoretiske sider ved bruken av ikke-destruktive metoder; det vil si metoder som kan bidra med viktig informasjon om kulturminner, -miljøer eller landskap uten å måtte gjøre ødeleggende inngrep i disse. Prosjektet ønsker å øke kompetansen på dette området til fordel for kulturarvsforskning og forvaltning. Dette gjelder hele spektret fra landskapers historiske dimensjoner, til kulturmiljøer, bygninger og monumenter og ned til materialer og overflater.

Prosjektet er organisert i åtte arbeidspakker av ulik varighet og oppstarttidspunkt. I det følgende presenteres de ulike arbeidene.

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

Denne arbeidspakken har som mål å undersøke spesielt utvalgte lokaliteter ved hjelp av avansert ikke-destruktiv teknologi, for på denne måten å kunne si noe om lokalitetenes plassering i landskapet i forhold til allerede kjente lokaliteter. Eksempelvis er områdene rundt Tjølling middelalderkirke i Larvik kommune undersøkt med georadar med tanke på å påvise eventuelle førkristne graver og andre kultiske elementer i nærheten som uttrykk for kontinuitet/diskontinuitet i landskapet, og således sette kirkestedet inn i en videre landskapskontekst. Ved tidligere gjennomførte undersøkelser med storskala geofysikk i kirkens nærområde er det påvist en rekke førkristne gravfelt og i tillegg er Nordens største kokegropfelt blitt avdekket. Funnene indikerer at Tjøllingvollen og de nærliggende områdene har vært et maktsenter i jernalderen. De videre geofysiske resultater blir vurdert opp mot disse funnene, slik at landskapet på Tjøllingvollen i overgangsperioden mellom førkristen/kristen tid kan belyses. Målet med undersøkelsene er å finne ut hvorvidt plasseringen av den middelalderke kirken kan knyttes opp mot middelalderens bosetning i området og om en kontinuitet i bosetning kan spores fra jernalder til tidlig middelalder.

Undersøkelsene gjennomføres ved bruk av nyvinninger innen arkeologisk geofysikk i tillegg til at data fra andre fjernmålingsmetoder slik som flybåren laserskanning (LiDAR), satellittbilder og flyfoto tas i bruk. Denne kombinasjonen av metoder er svært viktig, ettersom de ulike teknikkene utfyller hverandre. Prosjektet baserer seg dels på feltarbeid, der det gjennomføres geofysiske målinger ved de ulike lokalitetene, og dels på analyser og tolkninger av de innhentede datasettene.

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

3D-visualiseringer tas i bruk i økende grad som grunnlag for å ta beslutninger som berører arealer både i by og på land. 3D-visualiseringer er dermed et viktig instrument som bidrar til å legge premissene for arealbruk på både forvaltningsnivå og politisk nivå. Flybåren laserskanning har gjort det mulig å lage svært detaljerte 3D-modeller av hele landskap som egner seg godt for å studere landskapet i detalj og til å analysere og formidle endringer på landskapsnivå. I denne arbeidspakken har vi tatt i bruk flyskanningsbaserte 3D-visualiseringer i landskapsstudier bl.a. som et redskap for å rekonstruere hvordan landskapet så ut i bronse- og jernalderen. Med Brunlanes i søndre Vestfold som studieområde har vi sett på hvordan henholdsvis gravhauger og gravrøyser ligger i landskapet og analysert oss frem til en nærmere forståelse av hvordan mennesker kan ha brukt gravminner som en måte å markere tilhørighet og eierskap til geografiske områder i forhistorien. I analysearbeidet har vi basert oss på digitale visuelle landskapsstudier foretatt i GIS (Geografisk Informasjons System). Vi har studert hvordan kvaliteten på dataene som brukes i digitale visuelle landskapsanalyser påvirker muligheten for å forstå fortidige landskap og hvordan mennesker forholdt seg til omgivelsene sine. Dessuten er slike digitale visuelle landskapsanalyser en forutsetning for å kunne foreta studier som tar høyde for de endringer av landskapet som har skjedd siden forhistorisk tid som f.eks. vegetasjonsendringer og landheving. Analysene våre viser dermed at detaljerte landskapsmodeller basert på flybåren laserskanning åpner for studier som kan bidra med ny kunnskap. Bruken av detaljerte 3D-landskapsmodeller basert på flyskanning kan dermed gi et bedre grunnlag for en kunnskapsbasert forvaltning av landskaper. Videre frem planlegger vi å se nærmere på hvordan kulturminneforvaltningen håndterer arealplansaker som forutsetter visuelle landskapsanalyser og i hvilken grad bruken av 3D-modeller inngår i dette.

Metodeutvikling basert på fjernmåling - kartlegging av kulturminner ved hjelp av satellitt- og flybildeanalyse og flybåren laserskanning

Det har, i de senere årene, vært en rivende utvikling innenfor arkeologien når det gjelder fjernmålingsmetodikk og bruk av bl.a. satellitt- og flybilder og flybåren laserskanning (LiDAR). Nordområdene vil i årene fremover oppleve store utfordringer tilknyttet både klimaendringer og menneskelig aktivitet. Pågående klimaendringer bidrar til en gradvis vegetasjonsendring bl.a. gjennom gjengroing, økende krattvekst i viddeområder og en tregrense som «kryper» høyere og lenger nordover. Videre vil mineralutvinning, store kraftutbygginger og utbygging tilknyttet turisme og friluftsliv bidra til endringer som, over tid, vil ha en innvirkning på kulturminner og kulturmiljø.

I dette prosjektet fokuserer vi på Nord-Norge og de kulturminne- og kulturmiljøtyper som finnes her. Det dreier seg om godt synlige store og små fangstanlegg for villrein, mangeromstuffer, gammetufter fra ulike perioder og mindre synlige aktivitetsspor som hustufter fra steinalder, gieddier og lavvuplasser. Høyoppløselige satellittbilder samt flybilder og laserskanningsopptak gir en oversikt over store landskapsområder noe som er hensiktsmessig i kartleggings- og overvåkingsøyemed. Vi vil undersøke anvendbarheten av slike data i forhold til forskjellige kulturminnetyper og i forhold til forskjellige vegetasjons- og landskapstyper. Det er anskaffet bilder over syv kulturmiljøer i Finnmark og Nordland som omfatter ulike kulturminnetyper, terreng- og vegetasjonsforhold. Videre er flere av områdene valgt ut fordi man vet kulturmiljøene er truet av gjengroing, slitasje grunnet ferdsel eller erosjon.

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

Et mål innen bygningsvernet er å bevare mest mulig av originalmaterialet der det er mulig. Derfor er det viktig å utvikle undersøkelsesmetoder som er ikke-destruktive og som kan identifisere, visualisere og kartlegge eventuelle skader i skjulte bygningselementer. Radiografi er en slik metode. Radiografi har lenge vært benyttet til å tilstandsundersøke flyttbare kulturhistoriske objekter, som middelalderkrusifikser, malerier og arkeologiske funn. Utvikling av batteridrevne røntgenrør og digitale billedplater gjør det nå mulig å røntgenundersøke også ikke-flyttbare kulturminner, eksempelvis verneverdige trebygninger. Hensikten er å kartlegge tilstanden til ueksperte bygningselementer på en ikke-destruktiv måte. Resultatet av undersøkelsene kan benyttes til å begrense tiltak, eksempelvis utskifting av originalmateriale pga råte, til et minimum. Utfordringen ligger i å optimalisere røntgenundersøkelsen og tolke røntgenbildene. Det er derfor utført en rekke laboratorieforsøk, hvor treprøver som var angrepet av identifiserte råtesopper og treborende insekter, ble røntgenfotografert. Gjennom nyutviklede rutiner ble opptakene gjort så standardiserte som mulig. Resultatet av de ulike skadegjørere har vist seg ofte å være lett gjenkjennelige på røntgenbildene. Basert på laboratorieforskene har prosjektet vist at røntgenbilder kan benyttes både til å identifisere skadegjørere og til å lokalisere omfanget av skader. Arbeidet er derfor videreført med feltstudier. Utvalgte elementer i en bygning som tidligere var dendrokronologisk undersøkt ved hjelp av boreprøver ble røntgenfotografert. Ved tolkning av røntgenbildene ble boreprøvene brukt som referanse. Det viste seg å være godt samsvar mellom tilstand på boreprøvene og det som vi kan se på røntgenbilder. Forskjellen mellom de to metodene – boreprøving vs radiografi - er at boreprøving er en punktanalysemetode mens radiografi visualiserer og lokaliserer tilstanden på et større område. Radiografi har også gitt ny kunnskap om tradisjonell bygningsteknikk.

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

Laserskanning innebærer en tredimensjonal digital gjengivelse av f.eks. objekter og landskap. Teknologien er opprinnelig utviklet for industrien, men har med årene også blitt tatt i bruk innen

kulturminnefeltet. Dette innebærer på flere områder en effektivisering sammenlignet med tradisjonell oppmålingsteknikk og byr i tillegg på nye muligheter for undersøkelser, visualiseringer og formidling. NIKU har tidligere opparbeidet seg et erfaringsgrunnlag ut fra samarbeid med Geoplan 3D på ulike anlegg og lokaliteter. I 2010 fikk instituttet egen laserskanner (Riegl VZ-400) og har utført flere egne skanningsprosjekter hvor kombinasjonen av teknisk og kulturminnefaglig kompetanse har vært en viktig forutsetning. Denne arbeidspakken har et særlig fokus på dokumentasjon av historiske murverksbygninger og ruiner fra middelalderen. Økt innsikt i metodens muligheter har bl.a. fremkommet ved skanning av Holla kirkeruin og Romnes kirke i Telemark samt Olavsklosteret i Oslo og Erkebispegården i Bergen. Etersom laserskanning også innebærer enkelte begrensninger, har vi inkludert andre digitale dokumentasjonsmetoder som fotogrammetri og fotoskann. I 2012 og 2013 har prosjektet sett på disse tre metodenes fordeler, svakheter, kombinasjonsmuligheter samt på hvilke områder de utfyller hverandre. Her har de respektive metodene blitt vurdert ut fra tidsbruk og egnethet for praktisk gjennomføring i felt, prosessering av data, metodenes nøyaktighet, gjengivelsesgrad og lesbarhet, samt egnethet for bearbeidelse, digitale tegninger og tilleggsinformasjon. Med bakgrunn i aktuelle problemstillinger, er tanken at man skal kunne velge den metoden og programvaren som er best egnet for et optimalt resultat. I prosjektarbeidet har det vært viktig at dokumentasjonen ikke bare skal medføre digitale rådata, men også et bearbeidet sluttprodukt som har relevans for forskning og forvaltning.

Energisparing i bevaringsverdige bygninger

Energiforbruket i bygninger utgjør ca. 40 % av Norges totale forbruk og av disse går over 20 % av all energi til boliger. Myndighetenes har en klar målsetning om å halvere energibruken i bygningsmassen innen 2040. Viktige statlige virkemidler på dette området er energimerkeordningen hos Norges vassdrags- og energidirektoratet (NVE) og støtteordninger hos Enova og Husbanken. Energimerkeforskriften, som forvaltes av NVE, pålegger eier av en bygning å sørge for at bygget er energimerket ved salg og utleie av eiendom. Enova skal styrke arbeidet med en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge gjennom finansiering og rådgivning. Det stilles også krav til energibruk i verneverdige bygninger, men verken kravene eller de statlige virkemidlene tar hensyn til de bevaringsmessige utfordringer knyttet eldre og/eller verneverdige bygninger.

Målet med denne arbeidspakken er å sørge for at vernehensyn også blir ivaretatt ved energieffektivisering gjennom å vurdere energimerkeordningen og metoder for energieffektivisering. Dette har vi gjort gjennom å se på muligheten for å utvikle bedre metoder for vurdering av energieffektivisering av eldre bygninger og å utvikle en metode for å kunne lage helhetsvurderinger knyttet til verneverdige bygninger og energiutfordringer. De fremste utfordringene med dagens ordninger og rådgiving er knyttet til det faktum at de Enøk-tiltak som først og fremst benyttes forringer verneverdier og tilfører eldre bygninger skader.

For å kunne beregne energibruken til en bygning fra vogge til grav (fra materialene blir produsert, fraktet til byggeplassen, bygget satt opp, energibruk i driftsperioden og til det rives igjen) – såkalte livsløpsanalyser - fins det flere alternative verktøy. Vi har vurdert tre metoder for livsløpsanalyser for relevante bygninger med forskjellige foreslåtte tiltak for energieffektivisering og kommet frem til at klimagassregnskap.no er den som egner seg best. Vi har også vurdert risikoen for bygningsfysiske skader og skader relatert til reduksjon av kulturhistoriske verdier. Dette har ført til en anbefaling om at man bygger videre på klimagassregnskap.no og videreutvikler både denne og energimerkeordningen med hensyn på eldre bygninger.

Bruk av dendrokronologisk fotometode for datering av gjenstander

Dendrokronologisk analyse bidrar til datering av og kunnskap om trevirket i gjenstander, og er også velegnet til å gi opplysninger om opprinnelsesstedet for trevirket. Kunnskap om datering og opprinnelsessted er ofte et viktig grunnlag for forvaltningsbeslutninger. For kirker og kirkegjenstander kan datering og proveniens være særlig aktuelt i en tid hvor kirke og stat splittes, og kirkenes forvaltning og vern kan bli annerledes enn nå, og medføre et strengere utvalg for hva som skal være et nasjonalt ansvar.

Dendrokronologisk fotometode krever ikke boring, minsker inngrepet i gjenstanden og kan i beste fall gjøres uten inngrep i overflaten. Ved nødvendige inngrep i overflaten gjøres dette med tilpassede metoder og verktøy, slik at inngrepet blir minst mulig og resultatet gir best mulig leselighet av årringene. Prosjektet har videreutviklet de praktiske metodene for preparering, lesing og dokumentasjon av målebanene. Anvendbarheten av målebanene er avhengig av egnet markering av årringene, av at fotografering, skanning og dokumentasjon av radiene gjøres slik at materialet er egnet både til analyse umiddelbart og for eventuelle oppfølgende analyser på et senere tidspunkt.

Studiematerialet for prosjektet har først og fremst vært alterskapene i Hadsel og Røst kirker. Disse er av kunsthistorikere datert til første fjerdedel av 1500, sagt å være importert fra det samme området i Nord- Nederland og gitt en tilhørighet til lignende alterskap i Leka, Ørsta og Grip kirker. Datering av fellingsåret for de analyserte elementene i alterskapene i prosjektet viser at kunsthistorikernes datering kan være sammenfallende med resultatet av dendroanalysen. Dendrodatering viste også at materiale fra samme tre er brukt i forskjellige elementer i de enkelte alterskapene. Mer interessant er at materiale fra samme tre var brukt i to forskjellige alterskap. Dette kan tyde på at de er laget i samme verksted. Resultatene av prosjektet viser at dendroanalyse med fotometoden av preparerte målebaner både kan brukes til å datere materialet som er brukt i gjenstander og til å finne ut om materiale fra samme tre er brukt i flere elementer, og således øke kunnskapen om denne gruppen alterskap i Norge.

XRF som dokumentasjons- og undersøkelsesmetode ved fargeundersøkelser av interiører

Røntgenfluorescens (XRF) er en metode for grunnstoffbestemmelse av en prøve. Et håndholdt XRF-analyseinstrument gjør det mulig å kartlegge grunnstoffene i et materiale uten å måtte ta ut prøver. Instrumentet gjør det også mulig for konservatoren selv å utføre analyser under feltoppdrag og å utføre tolkning av resultater uten hjelp fra eksterne. Til nå har det vært nødvendig å ta ut prøver som så sendes til eksterne laboratorier for grunnstoffanalyse.

Metoden er anerkjent og mye brukt innen konservering, blant annet til pigmentanalyser på lerrets- og veggmalierier, til analyse av metallegeringer og til å detektere blyinnhold i maling. Fargeundersøkelser av interiører som utføres i dette prosjektet er imidlertid en ny anvendelsesområde for håndholdt XRF. Fargeundersøkelser av fredete og verneverdige bygninger er meget utbredt innenfor bygningshistoriske undersøkelser. Konservatoren undersøker lagsammensetningen og kronologien til overflatebehandlingene på alle arkitekturelementene og relatere disse til hverandre. Slik kan interiørers utseende gjennom tidene kartlegges. Analyser av prøver fra materialene er en viktig del av dette fordi identifisering av grunnstoffer vil gi indikasjon på hvilke materialer er brukt, som igjen kan gi informasjon om alder på og autentisitet til bygningsdeler.

Denne arbeidspakken har som mål å utvikle en metode og kompetanse på bruk av håndholdt XRF, samt å undersøke metodens egnethet for dokumentasjon og undersøkelse av malingslag og forgylling i forbindelse med fargeundersøkelser av interiør. Prosjektet vil identifisere muligheter og begrensninger ved bruk av analysemetoden ved å utføre målingsrekker som identifiserer rene grunnstoffer og referansemateriale, samt analyser av materiale fra interiører som NIKU har

fargeundersøkt tidligere og der det er utført grunnstoffanalyser som kan sammenlignes med resultatene fra XRF-analysene. Videre analysearbeid vil bli utført på Gjetemyren gård i Oslo og Hafslund hovedgård i Sarpsborg, begge fra 1700-tallet.

Norsk institutt for luftforskning, NILU

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

Duration: 01.01.2013 - 31.12.2017

Budget 2013: NOK 1.2 Mill

Main activities and results during 2013

CoZMoMAN and FLEPART are the two core modelling tools in focus in the AMOM-project (Figure 1), and the main activities and results are summarized below for each model.

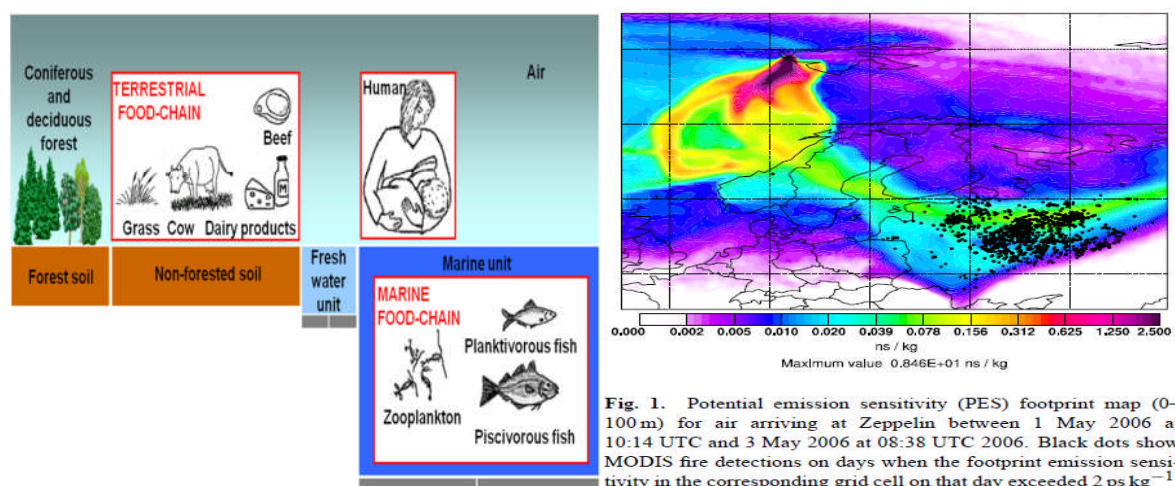


Fig. 1. Potential emission sensitivity (PES) footprint map (0–100m) for air arriving at Zeppelin between 1 May 2006 at 10:14 UTC and 3 May 2006 at 08:38 UTC 2006. Black dots show MODIS fire detections on days when the footprint emission sensitivity in the corresponding grid cell on that day exceeded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

Figure 1: Complementary modelling tools at NILU to study organic contaminants.

Left: Model structure for the CoZMoMAN multimedia model (Breivik et al 2010).

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 in Russia (Eckhardt et al 2007).

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 first version of the CoZMoMAN model was originally developed at NILU in close collaboration with scientist from University of Toronto and Stockholm University.

In order to understand the effects of Persistent Organic Pollutants (POPs) on human beings, a better quantitative understanding of exposure is essential. In 2013, efforts were invested within AMOM to modify and adapt the CoZMoMAN model to support interpretation of individual measurements of POPs as measured in pregnant and postmenopausal Norwegian women; Concentrations of PCBs had already been analysed in serum from more than 800 women, which each had also submitted responses to detailed questionnaires. These empirical data were collected and analysed by PhD student Therese H. Nøst at the University of Tromsø (UT) under the

supervision of scientists from the University Hospital of North Norway and NILU Tromsø. With support from AMOM, we wanted to explore the capability of CoZMoMAN to reproduce these observed measurements by running the CoZMoMAN model for each individual, using specific information on birth date, number of children, age of the female at any born children, food frequency and dietary information (daily intakes of fish, dairy and meat) submitted by each individual and compare model outputs (predicted concentrations of PCBs) with measured levels in serum. For this task, there was a need to re-program the model to run in batch mode in order to simulate each person individually from birth and up to the time the samples were collected.

While past evaluations of human biomonitoring data have typically been interpreted using statistical approaches, our study may be the first attempt to use a dynamic and mechanistically-oriented model to simulate individual exposures to organic contaminants. Because CoZMoMAN is a dynamic (time-variant) model, it calculates for each person both lifetime exposure as well as exposure during more critical life stages, such as prenatal and postnatal exposures, which cannot be deduced easily from empirical cross-sectional studies and statistical interpretations alone. Clearly, if historical exposures of individuals can be realistically predicted (i.e. in accordance with measurements) using a dynamic and mechanistic model fed with information on individual characteristics as detailed above, this could facilitate a better understanding between exposure and potential human health effects of POPs. A manuscript on this study is currently being finalized by the Nøst in collaboration with AMOM, intended for the journal “*Environmental Health Perspectives*”.

AMOM has also supported an international collaboration related to the use of multimedia models to screen for unknown environmental contaminants. Within this joint international effort, involving scientists from the University of Toronto and Stockholm University, multimedia models are used to screen discrete chemicals, which are produced and used in high volumes for their potential for enrichment in the environment and the human food-chain (including humans). The ultimate goal is to help discover unknown environmental contaminants, and a manuscript on this research activity, which indeed was successful in predicting and consecutively detecting three hitherto unknown organic contaminants in environmental samples, has recently been submitted to *Environmental Science and Technology*.

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. Applications of this modelling approach include the assessment of the impact of pollutant releases on air quality, ozone depletion substances, nuclear activities involving the release of radionuclides and greenhouse gases emissions among others. Flexpart is free software, the site <http://transport.nilu.no/flexpart> provides more detailed information.

POPs concentrations in the atmosphere and in particular in the Arctic have been evolving in the last decades. In particular in the Arctic, where NILU's Zeppelin station is located, the concentration of many POPs raised in the 20th century. It was expected that concentrations of regulated POPs would drop noticeably in response to various control strategies, such as the Stockholm Convention, as it happened for example with the Montreal Protocol on ozone depleting substances. In practice, the measured data did not yield a linearly decreasing trend. Instead, a rather puzzling set of linear series with increases as well as decreases and even oscillating patterns with clear peaks (as for PCB-28 in 2007) emerged. The origin of these residual concentrations has been and still is the subject of a debate within the community. It may well be that the provisions of the convention are not fulfilled either because of non-member emissions or

because members of the convention are still producing emissions. Other possible sources of the high concentration episodes are secondary emissions. Secondary emissions are a combined result of the persistency of POPs in the soils, the oceans, and the cryosphere as well as their semi-volatility. Because these compounds are not rapidly destroyed and may even experience prolonged persistence in cold environments, the deposited material can be re emitted into the atmosphere (a process named “grass-hopping”). The question whether atmospheric concentrations of POPs in the Arctic primarily are controlled by remaining primary emissions or secondary emissions is highly policy-relevant because secondary sources are beyond the control of the convention.

The Lagrangian model FLEXPART has the capabilities of running in backward mode. This means that on every measurement time and location, a large (many thousands) of particles can be followed backwards in time describing with very high resolution and accuracy the history and origins of the air masses. These capabilities of FLEXPART can be exploited in order to analyse episodes of high and low concentrations and relate those episodes to specific primary or secondary (over land, ocean or ice) sources. So far, we have found statistical evidence that the oceans may be a non-negligible secondary source of PCBs (polychlorinated biphenyls) and HCHs (hexachlorocyclohexanes). The question of the temporal trend has also been assessed. We have found an increasing trend in the 2000s for some POPs, although the statistical significance of the limited set of measurements and periods analysed is not strongly conclusive. We are intending to extend the studies carried out during 2013 into 2014. Beyond the mere use of pure transport particle dispersion models, we have attempted the source assessment based on inverse methodologies. This ongoing work will be subject of a presentation in the EGU meeting in Vienna this spring.

References

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.

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.

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

Duration: 01.01.2011 - 31.12.2014

Budget 2013: NOK 1,5 mill

Results achieved

Bioethanol has become increasingly popular as a sustainable fuel alternative to reduce greenhouse gas emissions. However, several studies have pointed out the potential effects on urban air quality and therefore on human health. Within the BieBus project, 1) pollutant concentration measurements, 2) air dispersion modelling and 3) cost assessment approaches have been applied

since 2011 to shed light on and contribute to the understanding of emissions from bioethanol combustion, and potential impact on urban environment.

1) Pollutant Concentration Measurements; an innovative study was designed in order to look at individual compounds associated with the emissions from bioethanol buses in Oslo. The original plan was to determine differences in ambient concentration between locations exposed and those not exposed to the circulation of bioethanol buses. Measurements were performed for NO₂, O₃, organic acids (acetic and formic acids), aldehydes and VOCs.

Ambient acetaldehyde measurements carried out at locations both exposed to and not exposed to bioethanol buses showed lower concentrations at the locations that were not exposed. These results were supported by an additional monitoring of volatile organic compounds from the exhausts of a bioethanol bus under on-road driving conditions. Measurements were carried out with a proton-transfer-reaction time-of-flight (PTR-TOF) mass spectrometer, which allows performing online measurements of organic compounds with high time resolution (10 Hz). The online monitoring shows that ethanol, acetaldehyde and acetic acid are the compounds with the highest concentrations in the exhaust. Acetaldehyde concentration measured in the exhaust of the bioethanol buses is exceptionally high (100-250 ppm: idling conditions), indicating that emissions of acetaldehyde may become a concern for human health. Acetic acid concentrations in the exhaust of the bioethanol bus were above irritating odour threshold values for all situations of on-road driving conditions.

As concentration values were monitored at the bus exhaust, both acetaldehyde and acetic acid were then estimated in the dispersion plume and at close distance from the bioethanol bus to evaluate possible consequences for human health. The US Environmental Protection Agency established that when breathing air that contains 5 µg/m³ of acetaldehyde, there is an increased chance of developing cancer of one-in-a-hundred-thousand. Acetaldehyde concentrations estimated at close distance to the bus were above 50 µg/m³, indicating an increased chance of developing cancer of one-in-ten-thousand for an individual who continuously breathes air around the bus during his entire life. Likewise, acetic acid was estimated in the dispersion plume and resulted above odour threshold levels, explaining the odour noticed and associated with the passage of bioethanol buses in Oslo.

The results from the measurements carried out in Oslo, along with those obtained from the modelling at close distance to the bus were published in *Science of the Total Environment* in 2013, under the title “Evaluation of the use of bioethanol fuelled buses based on ambient air pollution screening and on-road measurements” (Lopez-Aparicio and Hak, 2013).

2) Pollutant Dispersion Modelling and Impact; In order to support the results obtained by means of measurement techniques, and to determine potential impact on urban air quality, emission and air dispersion models were applied to estimate acetaldehyde concentrations in Oslo associated with bioethanol combustion. Two scenarios are considered under winter conditions: 1) a realistic baseline scenario where one bus line is running with bioethanol (E95; 95% ethanol - 5% gasoline) and 2) a hypothetical scenario characterized by a full implementation of bioethanol and thus an entire E85-fleet. The modelled gridded results for a baseline scenario show winter average acetaldehyde concentrations below 1.5 µg m⁻³, whereas a full implementation of bioethanol brings average concentration to levels well above 5 µg m⁻³ for a large part of the highly populated areas in Oslo. Estimation indicates up to 650% increased acetaldehyde ambient levels with regards to the baseline scenario.

The results obtained from emission and air dispersion models have been summarized in a publication by Sundvor and Lopez-Aparicio, which is currently under submission for peer-review

publication. Moreover, the results will be presented as oral communication at the Air Quality 2014 – Science and Application Conference, which will take place in Garmisch-Partenkirchen (24-28 March 2014).

3) *Impact and Cost Assessment*; first results regarding the evaluation of impact and cost associated with exposure to acetaldehyde from bioethanol combustion have been obtained. For the baseline scenario, less than one incident of oral cavity and pharynx cancer attributed to lifetime exposure to acetaldehyde is obtained. This incident involves a total cost of about 6.7 million NOK. With a full implementation of bioethanol in transportation, two additional cases are expected with a consequent cost of about 27 million NOK, involving an increase of about 300% compared to the baseline scenario. These results indicate that significant costs can potentially occur from undesired pollution effects associated with the combustion of bioethanol in vehicles in Oslo. These results have been submitted for participation at a conference and for peer-review publication by Sundseth K., Lopez-Aparicio S. and Sundvor I.

Completed Activities

The BieBus project is implemented through activities in different WPs, as WP1: Management, communication and dissemination; WP2: Pollutant concentration measurements associated with the use of Biofuel in urban environment; WP3: Pollutant dispersion modelling and impact of bio-fuel in urban environment; WP4: Impact and cost assessment of the use of bio-fuel in transport.

Activities within WP1 continue until the end of the project, as cover dissemination and management. Among the dissemination activities it is noteworthy to highlight one peer-review article in 2013, two peer-review articles submitted in 2014, dissemination at two conferences, one invited lecture at the University of Goteborg, and other dissemination activities in different media, such as CIENS seminars (CIENS Frokostseminar on 12th February 2014), newspapers, and institute magazines, among others.

WP2 about pollution measurements has been completed and the expected results have been achieved and disseminated. Outputs from WP2 have been input for WP3 (Air Dispersion Modelling). Most of the activities planned within WP3 have been fulfilled and significant results have been achieved as for instance the estimation of acetaldehyde concentration in Oslo associated with the implementation of bioethanol as fuel. The WP4 regarding Impact and Cost have achieved preliminary results based on the output from the modelling activities concerning health effects associated to acetaldehyde emissions. These results are already available, such as the economic cost associated with acetaldehyde-related health risk in connection with emissions from bioethanol fuel vehicles. Within the last year of the project (2014) activities related to 1) air dispersion calculation of other compounds such as NO_x, acetic acid or particulate matter (WP3) and to 2) the impact and cost associated therein (WP4), will be carried out.

GHG-Nor - GreenHouse Gases in the North: from local to regional scale

Duration: 01.01.2011 – 31.12.2014

Budget 2013: NOK 1,46 mill

Core people involved at NILU

Cathrine Lund Myhre, Ove Hermansen, Georg Hansen, Andreas Stohl, Rona Thompson

Collaborators

Bioforsk, Norway

University of Aarhus, Denmark

Royal Holloway University of London, UK

IMAU, University Utrecht, Netherlands

*The project **GHG-Nor** improves the knowledge of greenhouse gas emissions and budgets at Northern latitudes, including the Arctic. The main focus is on carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄). The project's outcome is expected to reduce the uncertainty in the prediction of climate change, and it is central for development and evaluation of effective abatement strategies.*

Summary of the analysis of Zeppelin methane based on model and observational studies in GHG-Nor

Measurements of atmospheric methane (CH₄) concentrations have been made from the Zeppelin Station, Ny-Ålesund, Svalbard since 2001. The location is suitable for studying Arctic sources of CH₄, in particular, for monitoring changes in natural CH₄ emissions from high latitude wetlands and permafrost, as well as for estimating emissions from oil and gas exploitation. The CH₄ time series shows a regular seasonal cycle with a minimum in summer, owing to the reaction of atmospheric CH₄ with OH, and a maximum in winter owing to much lower reaction rates with OH and to atmospheric transport. In winter, air is more likely to be transport from the mid-latitudes, i.e. in Europe and central Siberia to the Arctic, compared with the summer, when air is mostly circulated within the Arctic. In spring, summer and autumn, isotopic measurements, that is, the ratio of ¹³C to ¹²C in CH₄, show a strong influence of wetland source of CH₄ at Zeppelin, whereas in winter, this source is absent and the measurements represent the well-mixed air masses.

There is also considerable inter-annual variability in the CH₄ concentration, which to a large extent represents inter-annual variability in the global background concentration. One important anomaly in the Zeppelin record, however, is the absence of high CH₄ concentrations from the end of 2010 to the beginning of 2012. Using atmospheric transport model, FLEXPART, it seems that this anomaly cannot be explained by atmospheric transport alone, 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 investigated further using atmospheric inversion methods and the isotopic data collected.

Background and the strategic foundation of GHG-Nor at NILU

In **GHG-Nor** NILU develops a method to quantify greenhouse gas sources with natural and anthropogenic origin on a regional scale, focusing first on CH₄. This is a bottom up method combining results from atmospheric measurements of CH₄, CO₂, N₂O and δ¹³CH₄, local CO₂ flux measurements from an Arctic mire at Andøya, and inverse modelling to achieve new knowledge of the emissions and budgets of these important climate gases at Northern latitudes. The goal is to provide optimized results both for science and policy user communities.

The strategic motivation of **GHG-Nor** is to further develop the institutional competence on greenhouse gases to fully utilize the greenhouse gas observational investments made at NILU recently. NILU made considerable investments strengthening the national infrastructures on greenhouse gas measurements in 2009-2011. Consequently, there was an important strategic

priority for NILU to utilize the recent infrastructure investments, both with measurement and modelling activities. Bioforsk and NILU collaborated also on strengthening Norway's capability on greenhouse gas flux measurements in the same period. The start of **GHG-Nor** was January 2011, and the project includes two complementary modules: atmospheric studies lead by NILU and terrestrial studies lead by Bioforsk. NILU's activity is summarized here.

Status and description of the ongoing work in GHG-Nor

Fluxes of CO₂ from an Arctic mire at Andøya

This project analyses and interprets the local CO₂ fluxes from an Arctic mire at Andøya. Bioforsk and NILU, in collaboration with the Smithsonian Environmental Research Centre, built the first greenhouse gas flux monitoring station in terrestrial Norway at Andøya in May 2008. Fluxes from this particular ecosystem are not studied elsewhere to our knowledge, and the measurements provide knowledge about this source's contribution to the atmospheric CO₂ burden. The flux measurements are in accordance with ICOS (*Integrated Carbon Observation System*¹) methods and recommendations.

A tight cooperation was established and further strengthened the last year with the European carbon flux community and especially groups in other Nordic countries (University of Lund, Helsinki University and Aarhus University) which have extended experience with carbon flux analysis including **EdiRe**. In the frame of the Nordic Centre of Excellence project DEFROST, the analysis programme used for the flux measurements at Andøya was validated, and an improved version was completed in spring 2012 with the support of Dr. Magnus Lund (University of Aarhus). The complete data set is re-analysed in accordance with the improved analysis program.

All data for the years 2008 – 2012 have been re-analysed with the new routine and for 2013 the measurements up until November is analysed. A preliminary interpretation of the re-analysed data shows that the annual accumulated carbon flux at the Andøya site is positive in all years investigated so far. However, the PAR level at which one changes from day-time to night-time Webb-Pearman-Leuning correction has a great impact on the amount of CO₂ flux from the mire. Based on the years studied one of the issues observed is that the winter temperature during the coldest period of the winter seems to be central, as this influence the vegetation during summer. Very low winter temperatures damage the vegetation and ecological system, reducing the uptake of CO₂ in the summer months.

Measure, analyse and interpret novel and regular atmospheric observations of CH₄, CO₂, N₂O and ¹³CH₄

New data on δ¹³CH₄ and DCH₃ at the Zeppelin Observatory is a part of **GHG-Nor**. The isotopic measurements are used to distinguish various CH₄ sources in the Arctic as many of the Arctic reservoir sources have different isotopic signatures e.g. emissions from thawing permafrost, wetlands, biomass burning, ocean hydrates, and fossil combustion. Measurements of isotopic ratios of methane in Arctic requires very high precision (0.05 ‰) and there is currently no instruments suitable for field observations worldwide with this precision. Consequently, we are sampling 5 times per week, and the samples are analysed for δ¹³CH₄ at Royal Holloway University. This sampling technique also allows us to sample for DCH₃, sent to University of Utrecht for analysis. Combined information about these isotopes of methane is particularly valuable to distinguish emissions from natural Arctic emissions and anthropogenic sources.

¹ ICOS: An infrastructure on ESFRI's roadmap for new large scale infrastructures <http://www.icos-infrastructure.eu/>. On the Norwegian national roadmap from March 2014.

Currently we do have a time series of 1 ½ year with these measurements. This is currently under interpretation, and the data also serve as input for the inverse model studies. Furthermore, we have established contact with a group in UK (University of East Anglia, School of Environmental Sciences) and assisted and guided them in selection of location and installation of CH₄/CO₂ measurements. Kjølnes Lighthouse outside Berlevåg was selected, also optimising the inverse modelling activity (<http://kjolnes.co.uk/>). The collaboration will give us access to these data, crucial for constraining model studies of source distribution of CH₄ in the Arctic. **GHG-Nor** also contributes to ensure international harmonised greenhouse gas observations and CO₂ flux measurements linked to the international network ICOS, but also GAW.

Finally, in 2012, contact was established with Jurgen Mienert at UiT as we saw that collaboration on ocean-atmosphere interaction is important to understand the emissions and budgets for CH₄ in the Arctic. We sought to strengthen this collaboration in 2013 through a joint research proposal. This was successful, and NILU (Cathrine Lund Myhre) does now lead a project, MOCA <http://moca.nilu.no/>, where NILU collaborates with CAGE (The new the SFF “Centre for Arctic Gas Hydrate, Environment and Climate” in Tromsø) and Ciceri. This is a new link between scientific groups and institutes in Norway.

Quantification of greenhouse gas fluxes on a regional scale by inverse modelling

The inverse modelling system of Stohl et al. (2009) has been further developed in preparation for inversions of greenhouse gases, which are more complex than the halocarbons considered previously. Our inversion method can now retrieve temporally resolved fluxes (e.g. weekly, monthly) and account for spatial and temporal correlations in the fluxes. A particularly important development is that the background signal, that is, the component of the concentration signal that is older than the period of the Lagrangian backward simulations (typically 10-20 days) can be estimated by coupling the Lagrangian model to the output of a global Eulerian model, thus combining the advantages of both the Lagrangian (high accuracy, high resolution around measurement sites) and the Eulerian transport model (ability to run for many years). Currently, these new developments are being tested, and first full inversions for methane for the Arctic will be performed in early 2014. Additional developments for the inversion of CO₂, such as the ability to optimize both biosphere fluxes and anthropogenic emissions, will also be made in 2014.

Stohl, A., P. Seibert, J. Arduini, S. Eckhardt, P. Fraser, B. R. Grealley, C. Lunder, M. Maione, J. Mühle, S. O'Doherty, R. G. Prinn, S. Reimann, T. Saito, N. Schmidbauer, P.G. Simmonds, M. K. Vollmer, R. F. Weiss, and Y. Yokouchi (2009): An analytical inversion method for determining regional and global emissions of greenhouse gases: Sensitivity studies and application to halocarbons. *Atmos. Chem. Phys.* 9, 1597-1620.

OrgSpec - Speciation and quantification of emerging pollutants

Duration: 01.01.2011 – 31.12.2015

Budget 2013: 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. In order to limit efforts in sample clean-up, novel techniques such as comprehensive two-dimensional gas chromatography (GCxGC) are getting more and more attractive for the thorough analysis of complex samples.

In the first years of ORGSPEC a major focus was given to study of ambient air samples from the Arctic which were analysed on potential new persistent organic pollutants (POPs) by GCxGC/ToF-MS (two-dimensional gas chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry). By eliminating general/traditional sample pre-cleaning steps, we primarily aimed at providing a comprehensive overview of the compounds transported to the Arctic without discrimination effects. The samples were analysed for contaminants (e.g. chlorinated and brominated organics, PAHs, PAH analogs and nitro compounds) by applying advanced data filtration tools (VB Scripts). These scripts flag peaks to their corresponding class by means of criteria given for masses, abundance of masses, and ratios of abundances between masses. 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. Since sample pre-cleaning has various discriminating effects to the sample, we applied different pre-cleaning methods to several samples to evaluate the effects on the detected compounds. In addition, the samples were also examined for potential new contaminants, which 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.

The application of GC-based analytical methods is restricted to compounds of low polarity, but more polar compounds like pharmaceuticals, personal care products, and huge range of industrial chemicals are of similar environmental importance. Based on the application of LC/ToF and LC/Q-ToF techniques a parallel non-target screening approach was therefore developed for these compounds of higher polarity. The separation capacity of even the most advanced liquid chromatography (LC) 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 a common PhD student and Umeå University. To improve the exchange of ideas, information, data, and mass spec libraries NILU has also become an active and contributing member of the European NORMA network (Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances).

During the last years, these techniques were already used in a remarkable number of projects for authorities, NFR, and private organizations. Non-target screening has proven to be a practical and useful tool for identification of unknown or new emerging environmental pollutants. It was possible to identify 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, polycyclic aromatic compounds (PACs), polymer additives and other compounds used in technical applications including phthalates/adipates, antioxidants, benzothiazoles/triazoles, and

branched alkylated benzenes (BABs), pesticides, and halogenated compounds (prevailing chlorinated and brominated compounds).

It is often asked if it is possible to estimate the quantity of the identified compounds in an easy and straightforward way. This is unfortunately only possible for compounds detected by the GC-MS methods. The reason for that is the tremendous variation of ionization potential and hence response in the available LC-MS methods. The only way out of this is to calibrate the LC-MS system with an isolated standard of the compound of interest. That means quantification is in principal possible for all detected compounds, however, in some cases this may be quite complicated, work intensive, and thus also expensive. On the other hand the use of isolated standards is also the most reliable way to finally proof and verify the tentatively identification, and is one of our most important recommendations.

In order to use the full potential of the ToF-MS technique for non-target screening and especially retrospective analysis at a later stage, we strongly recommend including this analytical technique in future screening and more regular monitoring studies.

All in all non-target screening is a practical and useful tool for identification of unknown or new emerging environmental pollutants. It is possible to identify huge number of new or earlier unrecognized contaminants in different environmental samples.

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

Duration: 01.01.2011 – 31.12.2015

Budget 2013: NOK 1,54 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 300000 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. 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. The templates were iterated in European expert groups. During the present reporting period, it was possible to get these templates accepted and taken into use by the European FP7 infrastructure project ACTRIS. The operating procedures of the CCNC instrument at Birkenes were revised and improved, specifically also with further training of the station personnel. In the remainder of the project, data

processing routines will be established that allow for an easy use of the generated data in climate models.

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, which was in the project focus during the reporting period, 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 (article under review).

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. The dataset is to be analysed with cluster analysis to determine the dominating air mass types. The transport model FLEXPART will be used to determine the origin of these air mass types, and to extend this climatology into the future. During the reporting period, the analysis of the archived filter samples for levoglucosan could be completed, with the years 2009 - 2012 now being available. A first analysis of the Birkenes data revealed high winter concentrations of absorbing ultra-fine particles, which are indicative of biomass burning. The levoglucosan data show a corresponding annual cycle with a peak in winter, which confirms this origin of the absorbing ultra-fine winter particles at Birkenes. The cluster analysis determining the origin of these particles has been started.

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

Varighet: 01.01.2013 – 31.12.2016

Budsjett 2013: NOK 1,2 millioner

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. 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 så 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 2013

I startfasen av prosjektet har det vært hovedfokus på å sikre høy kvalitet på de nye målingene som har blitt etablert. Dette innebærer å delta i feltsammenligninger, etablere kalibreringsrutiner og rapportering av data. Videre har instrumentene vært tilgjengelig og brukt i fastlagte internasjonale kampanjeperioder til eks. EMEP/ACTRIS intensive målekampanje juni 2012 og januar 2013. 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 to workshop (Zürich og Zagreb) i løpet av 2013. NILU deltok på begge.

Instrumentering og kvalitetssikring

- En "Aerosol Chemical Speciation Monitor" (ACSM) som måler konsentrasjoner av partikulært nitrat, sulfat, ammonium, klorid og organisk karbon med høy tidsoppløsning ble installert på Birkenesobservatoriet i 2012 for permanent drift. Som en del av SIS'en fikk vi etablert en egen kalibreringsenhet i 2013, og i desember var instrumentet del av en europeisk interkalibrering i Paris med tretten andre laboratorier/stasjoner med tilsvarende instrument. Det må gjøres mer jobb med kvalitetssikring og rensing av måledataene fra Birkenes før de kan rapporteres.

- Et høyoppløselig “proton-transfer-reaction time-of-flight mass spectrometer” (PTR-ToF-MS) måler flyktige organiske forbindelser (VOC) med høy tidsoppløselighet og kan måle veldig lave konsentrasjonsnivåer. Instrumentet har vært installert på Birkenes i to perioder: 28 april – 30 august 2012 og 12 januar - 8 februar 2013. Disse dataene har blitt kvalitetssikret og rapportert, og de er tilgjengelig i ebas databasen: <http://ebas.nilu.no/> (Langebner et al., 2014). Høsten 2013 var instrumentet med i en interkalibrering med andre europeiske PTR-MS-TOF instrumenter i Hohenpeissenberg i Tyskland.

Noen foreløpige resultater

VOC målingene med PTR-ToF-MS instrumentet viser at oksygenerte VOC'er dominerer både sommer og vinter. Hydrokarboner ble også observert, og på vinteren var dette hovedsakelig aromatiske hydrokarboner som benzen, toluen og C₈-alkylbenzener, mens på sommeren var det hovedsakelig biogene hydrokarboner som monoterpener og isopren. Sommermålingene bekrefter at Birkenes er interessant plassert i den såkalte boreo-nemoral vegetasjonssone, hvor det er mulig å observere utslipp av monoterpener og isopren, og deres fotokjemiske prosesser. ACSM-målingene bekrefter i stor grad at organisk karbon er oksygenert, og det har foreløpig vært vanskelig å detektere primære antropogene kilder for organisk karbon, men i noen episoder, kan det tyde på innslag av vedfyring (biomasse brenning).

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 forbindelse fra hverandre. For å bedre tolkningene, vil disse målingene kombineres med andre målinger som til eksempel levoglukosan, sukker og ¹⁴C 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 til eks. kvantifisere bidraget fra brenning av biomasse og skille mellom antropogene og naturlige kilder.
- ACSM-instrumentet deltok i målekampanjen som ble utført i Paris i desember og en evaluering for å dokumentere kvaliteten på målingene vil gjøres. I tillegg til å sammenligne selve instrumentene, skal alle instrumentansvarlige gjøre hver sin bestemmelse av kildekategorier for å se på variasjon i hvordan dataene tolkes, det vil si en bestemmelse av den “menneskelige faktor” i disse analysene.
- Det vil bli arbeidet med en videre tolkning av PTR-MS-TOF målingene utført i 2012, kombinert med kjemisk transportmodellering (EMEP), for å estimere andelen av lokal vs. 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 og Zeppelin.

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

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

Duration: 01.01.2013 – 31.12.2016

Budget 2013: NOK 1,2 mill

Work plan and project targets

The impact of emerging indoor and outdoor pollutants and newly formed functionalized products on health has never been comprehensively studied in conditions that are close to real situation especially because of many challenges and interdisciplinary expertise needed from tropospheric, analytical and quantum chemistry, cell biology and toxicology disciplines.

The objective of this interdisciplinary project is **to develop an exposure system using *in vitro* lung model that is as close as possible to realistic situation** to be used in inhalation toxicology to study health effects of exposure from indoor and outdoor air pollutants. To understand health effects of emerging pollutants and functionalized mixtures of short lived organic pollutants it is important 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 emerging pollutants and well-defined chemical pollutants using **human *in vitro* models under well-controlled and characterized conditions**. We aim to study effects of emerging pollutants, functionalized particles and reactive volatile and semi-volatile organic compounds by investigating toxicity and underlying mechanisms leading to toxicity and development of disease.

Work progress in 2013

Aim for the first period was **to set-up an advanced exposure facility for *in-vitro* exposures to atmospheric species**: *in-vitro* CULTEX® exposure module with cells of first contact and target, and environmental chamber with flow tubes.

Challenges and achievement

To reduce testing of environmental pollutants on animals and to be able to use models close to humans, *in vitro* cell systems were developed and are widely used in toxicology. However, in conventional *in vitro* toxicology cells are submerged with liquid medium and thus not in direct contact with air and therefore less suitable for air pollution and inhalation toxicology studies.

To conduct advanced *in vitro* toxicity testing of atmospheric mixtures under well-controlled and well-characterized exposure conditions in the first year of the project, we set up a modified *in vitro* CULTEX® exposure system for mimicking atmospheric exposure conditions. This novel model is more close to real exposure conditions compared with so far used cell culture models. However, to set up a gas-liquid, the Air-Liquid Interface ALI-exposure methods is technically challenging because a defined aerosol at constant composition and flow has to be generated, the temperature and humidity conditions for the cells should **be at constant physiological level for the period of exposure and cells must be adapted to new conditions**. In this system, the cells are growing at the air-liquid interface (ALI) where the upper part of cells is directly in contact with air and basal part of cells is submerged in liquid medium similarly as in lung.

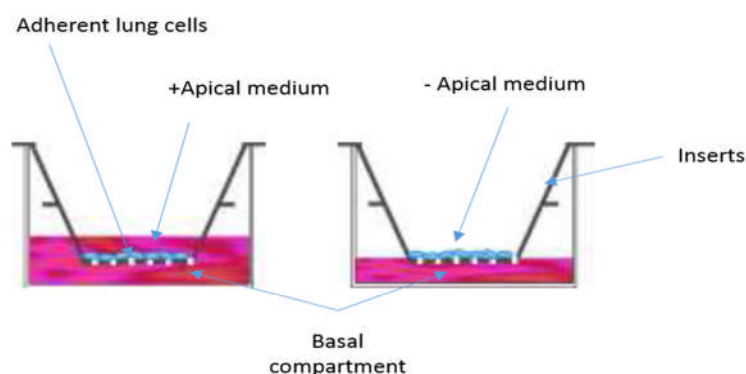


Figure 1. Cells seeded onto porous cell culture inserts (transwell) with medium in basal and apical part (left part). The cells are directly exposed to air and fed from the medium (right part).

The lung cells are separated from the air only by a thin aqueous lining layer with a surfactant film at the air–liquid interface, making the translocation of pollutants more realistic compared to conventional *in vitro* toxicology with submersed cultures. In our project, we use CULTEX device for mimicking exposure to air mixture upper part representing the *in vivo* respiratory air compartment and a basal feeding compartment representing the sub-epithelium. This is allowed by using transwell inserts, which constitute a semi-permeable barrier between two different incubation compartments, allows the generation of a polarized lung epithelium cell layer at the air–liquid interface. In this system, the basal area of the cell layer is fed with the lung cell-specific medium, whereas the apical area is in contact with the air, and thus the system mimics in part broncho-epithelium (Figure 1).

In vitro model of the respiratory epithelium and results

To mimic human lung exposure *in vitro* is challenging, and requires physiologically relevant cell models. Medium submersed cultures of primary human airway epithelial cells or cell lines do not accurately represent the human respiratory epithelium. We used a human alveolar basal epithelial cell line A549, representing the human respiratory epithelium as physiologically relevant *in vitro* model for respiratory research and inhalation toxicology.

Optimization of cell culture in CULTEX

We adopted cells to grow onto porous cell culture inserts. In first step we grew cells supplied with culture medium to both the apical and basal compartments (Figure 1 left part) and after they reached confluence, the culture medium was removed from the apical compartment, leaving the apical surface of the cells exposed to air in what is known as "air-lift" (Figure 1right part). This configuration mimics the conditions found in the human airway and drives differentiation towards a mucociliary phenotype. We set up conditions testing different media and growing cells in semiporous transwells that cells exhibit morphological and functional characteristics similar to the human epithelium.

Summary of results

- Conditions for exposure studies were set up
- Preliminary results show that cells are viable and survive several hours in air liquid interface
- First exposure chamber was set up for testing the exposure system online. Synthetic air will be tested as negative control
- Methods for cytotoxicity, oxidative stress and genotoxicity for the *in vitro* inhalation toxicity with ALI system, were standardized
- Draft review paper on air liquid interface and its use in inhalation toxicology was prepared

Norsk institutt for naturforskning, NINA

Management of biodiversity and ecosystem services in spatially structured landscapes

1. Sesongvariasjon i elgens aktivitet gjennom døgnet påvirker når og hvor den påkjøres

Huseby, O., T.H. Ringsby, C. M. Rolandsen, B. Van Moorter, I. Herfindal & E. J. Solberg
Norsk institutt for naturforskning

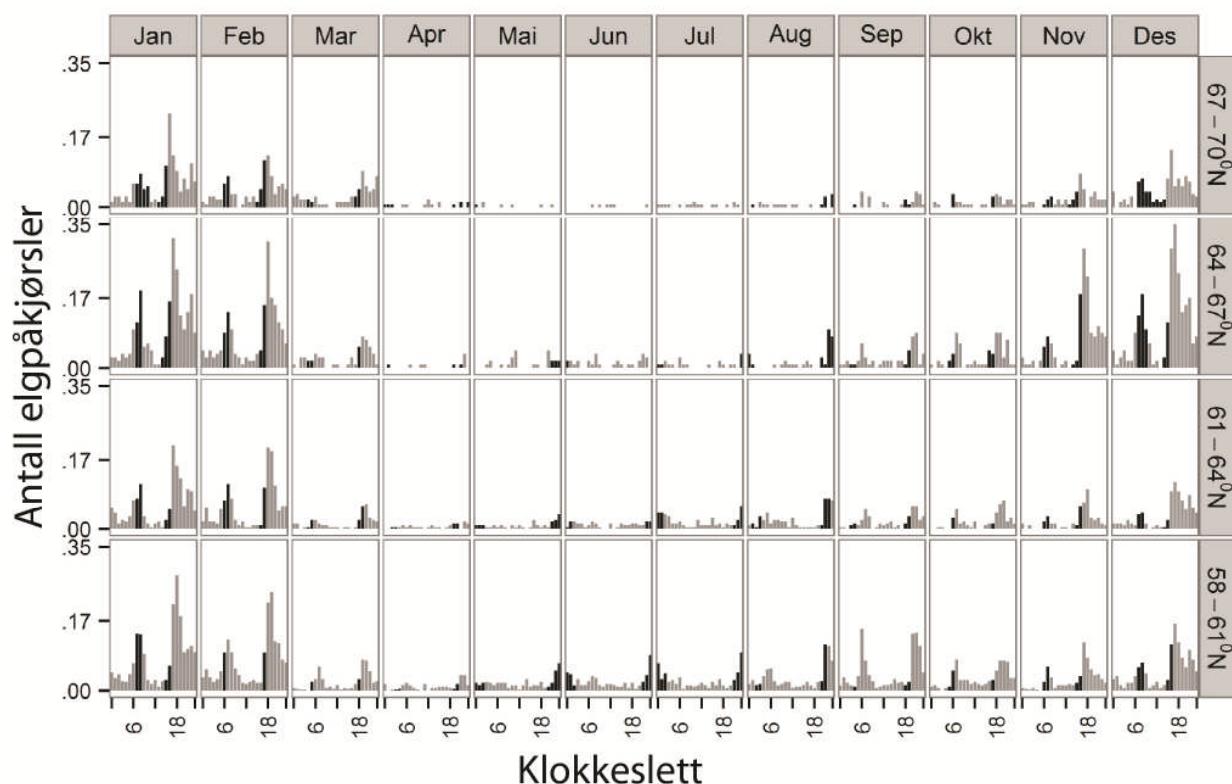
I Norge påkjøres det hvert år i gjennomsnitt 4000 elg på vei og jernbane, med påfølgende store materielle skader og negative konsekvenser for mennesker og dyrs velferd. Sannsynligheten for at en elg påkjøres på veinettet varierer mye mellom områder og over tid, og mange studier har prøvd å forklare dette mønsteret. Viktige forklaringsmekanismer er variasjon i elgtetthet, trafikkmengde og værforhold. En ytterligere, men lite undersøkt, forklaring er at elg og menneskers døgnaktivitet i varierende grad overlapper til ulike årstider. Mens elgen er mest aktiv i timene rett før solnedgang til rett etter soloppgang (tussmørke og mørke), og lite aktiv i timene med dagslys, er trafikkaktiviteten relativt høy i perioden 07:00 – 22:00 gjennom hele året. Sannsynligheten for at en elg skal påkjøres kan derfor forventes å være høyest i perioder av året når timene med tussmørke og mørke strekker seg inn i perioden med høy trafikk. Til tross for ellers høy aktivitet kan det imidlertid også tenkes at høy trafikkintensitet avskrekker elgen fra å prøve å krysse veien. En slik barriereeffekt er lansert som en mulig forklaring på den lave påkjørselsfrekvensen av elg på enkelte høytrafikkerte veier i Sverige.



Elgen er høy og tung og kan forvolde store skader på kjøretøy, sjåfør og seg selv når den påkjøres i trafikken (Foto: Christer M. Rolandsen).

Basert på et stort antall elgpåkjørsler registrert i ulike kommuner, har vi nylig undersøkt i hvilken grad overlappende aktivitet i løpet av døgnet er viktig for antallet elgpåkjørsler i Norge. Påkjørslerne er registrert med lokalitet, dato og klokkeslett, og gir derfor en unik innsikt i når på døgnet og året elgen påkjøres. I tillegg har vi kontrollert for forskjeller i bestandstetthet av elg og gjennomsnittlig trafikktetthet i de ulike kommunene.

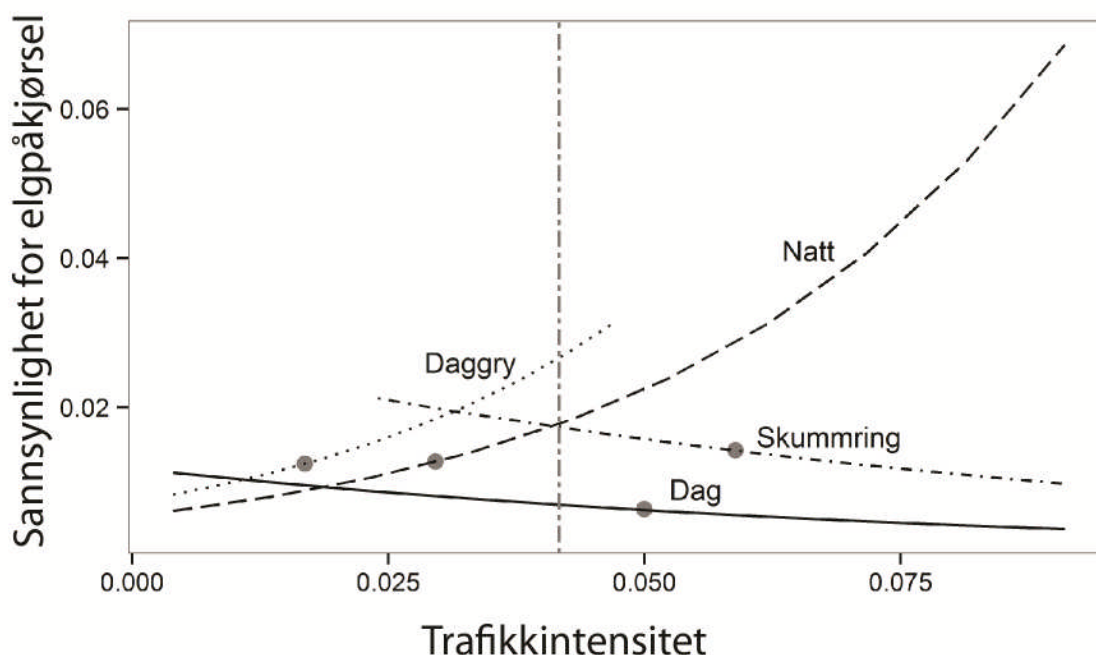
Resultatene viser at det er store forskjeller i antallet elgpåkjørsler i løpet av døgnet og at disse forskjellene varierer gjennom året og med breddegrad. Som forventet finner vi at flest elg påkjøres i timene med tussmørke ved daggry og skumring, og nattestid, mens færrest elg påkjøres på dagtid (Figur 1). Dette mønsteret er mest utpreget på høst og vinter, når flest elg påkjøres, og langt mindre uttrykt på sommerstid. Det er også en tendens til at forskjellene i antall påkjørsler mellom sommer og vinter er større i Nord-Norge enn i Sør-Norge.



Figur 1. Gjennomsnittlig antall elgpåkjørsler pr. kommune og år i forhold til klokkeslett. Data fordelt på måned og breddegrad. Mørkere stolper antyder påkjørsler i timer med tussmørke (når solen er fra 0-12° under horisonten). Data fra 7838 elgpåkjørsler i perioden 2007-2012.

Vi fant også støtte for at påkjørselssannsynligheten var spesielt høy i perioden når høy trafikk overlapper med elgens høyaktivitetsperioder. Ved samme trafikktetthet var sannsynligheten langt større for at en elg ble påkjørt dersom dette var i perioder med tussmørke eller mørke enn om dette var i dagslys (Figur 2). Med andre ord er det grunn til å tro at sesongvariasjonen i påkjørselsfrekvens delvis skyldes at trafikktettheten i større grad foregår i den mørkere delen av døgnet i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. I tillegg kan dette forklare hvorfor forskjellene i påkjørselsfrekvens mellom sommer og vinter er mindre i sør enn i nord: I nord er det dagslys i nesten hele døgnet sommerstid og elgen vil være mest aktiv i de få timene med tussmørke midt på natten når trafikktettheten er lav. Motsatt vil mye av elgens aktivitet foregå i mørke og tussmørke i timene midt på dagen vinterstid, når trafikktettheten er som høyest. Forskjellene i påkjørselsfrekvens mellom sommer og vinter er mindre i Sør-Norge, sannsynligvis fordi lysforholdene varierer mindre mellom sommer og vinter.

Alt i alt viser dette at varierende lysforhold gjennom døgnet er en viktig medvirkende faktor til at antallet påkjørsler av elg varierer mellom årstider og områder. Hovedgrunnen til dette tror vi er at elgen varierer sitt aktivitetsmønster gjennom døgnet i samsvar med endringene i lysregime. Mange studier har vist at elgen er mest aktiv i timene rett før og etter soloppgang og solnedgang, og følgelig vil den være langt mer aktiv i perioden med høy trafikk vinterstid enn sommerstid. Vi kan imidlertid ikke utelukke at også kjøreforholdene påvirker dette mønsteret, ettersom det i tussmørke og mørke er vanskeligere å se en kryssende elg. Hvis dette var den eneste årsaken skulle vi dog ikke forvente å se at påkjørselsfrekvensen for en gitt trafikkintensitet var lavere på natten – når sikten er som lavest – enn i tussmørket på morgenen (Figur 2).



Figur 2. Sannsynligheten for at en elg skal påkjøres i forhold til trafikkintensiteten i fire døgnerperioder: Dag (sol > 0° over horisonten), natt (< 12° under horisonten), daggry og skumring (sol 0-12° under horisonten). Grå sirkler viser gjennomsnittlig trafikkintensitet i den aktuelle perioden, mens stiptet vertikal linje viser gjennomsnittet for hele døgnet.

Til tross for en opplagt effekt av lysforholdene, var effekten mindre enn hva vi i utgangspunktet forventet. Dette tror vi delvis skyldes at høy trafikk ikke kun øker sannsynligheten for at en kryssende elg blir påkjørt, men at den også reduserer sannsynligheten for at elgen prøver å krysse en vei. Denne effekten ser vi delvis uttrykt i figur 2, der sannsynligheten for å bli påkjørt faktisk synker med økende trafikkintensitet på dagtid og kveldstid. I disse døgnerperiodene er trafikkintensiteten som høyest, og det er sannsynlig at elgen i økende grad kvier seg for å krysse veien når intensiteten øker.

Elgen er en tilpasningsdyktig art og det har vist seg vanskelig å utvikle effektive tiltak som kan forhindre at den blir påkjørt på vei og jernbane. De mest effektive tiltakene er å redusere bestanden eller etablere viltgjerder som hindrer elgen å krysse. Disse tiltakene kan imidlertid ha uheldige økologiske konsekvenser (fragmentering av bestander) og kan føre til reduserte jaktinntekter for jaktrettshaverne (reduisert bestand). Av den grunn er mange av den oppfatning at elgen bør få lov til å krysse veier og jernbane, og at innsatsen heller bør rettes mot å bevisstgjøre bilførere med hensyn til når og hvor ulykker kan forventes. Resultatene som framkommer i dette studiet viser at tidspunktene for elgpåkjørsler ikke er tilfeldige, men at de følger et forutsigbart

mønster. Denne informasjonen kan benyttes i undervisningen av nye bilførere, og til utvikling av nye og mer fleksible varselskilt i risikoområder.

Les mer i:

Fliflet, H. R. (2012) Spatial and temporal variation in moose- (*Alces alces*) road crossings. Master of Science thesis. Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology (NTNU).

Huseby, O. (2013) Spatio-temporal variation in moose-vehicle collisions: the effects of varying moose activity, traffic intensity and light conditions. Master of Science thesis. Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology (NTNU).

2. Kunnskap om fortida gjør oss bedre istand til å forberede oss på framtida - Kartlagte fangstminner som verktøy i villreinforvaltninga

Manuela Panzacchi · Bram Van Moorter · Per Jordhøy · Olav Strand

Befolkningen på jorda har økt sterkt de siste hundreåra og passerte nylig 7 milliarder. Verdens naturområder har forandret seg sterkt og urbane områder med tilhørende infrastruktur legger i dag beslag på store arealer. Veier, kraftledninger, oljerørledninger og kraftverksdammer er eksempler på dette. Forskere verden over har i lengre tid studert effektene dette har på den villlevende fauna, med målsetting om finne tiltak slik at gjør at de negative effektene blir minst mulige. Slike studier fokuserer særlig på migrerende arter med store arealkrav, som villrein og caribou. Veier, jernbane og andre installasjoner er strukturer som representerer store hindre for reinens tradisjonsrike trekk. Forskerens oppgave kan synes enkel, han trenger å kjenne til dyras arealbruk før og etter slike inngrep fant sted. Ny teknologi gir forskerne i dag stor mulighet for overvåkning av reinens bevegelser i tid og rom. I tillegg kan en observere hva reinen foretar seg gjennom mikrokamera dyra selv bærer på seg.

En stor utfordring er det likevel å skaffe kunnskap om hvordan reinen levde før alle slike lineære strukturer og trekkhindre ble etablert. En mulighet til bedre å forstå reinens atferd og arealbruk i denne «førsituasjonen», har vi fått gjennom kartlegging og studier av gamle fangstminner i fjellet. Dette er for eksempel steinbygde fangstgroper og buestillinger, og deres plassering i terrenget forteller oss hvor jegerne fant det mest formålstjenlig å anlegge fangstanleggene – og dermed hvor reinens naturlige trekkruiter og funksjonsområder var. Dette kan være i trange fjellpass, langs med fjellvann og i områder dyra passerer mellom to fjellparti. Slike fangstsystemer kan variere i størrelse fra en fangstgrop til mange hundre, avhengig av topografi og fangstmuligheter. Over 8000 slike objekt er hittil kartfestet totalt sett og hovedtyngden av de er grovt sett mellom 600 og 2000 år gamle. Ved å sammenligne de store fangstgropssystemenes lokalisering med høyoppøsningsdata fra dagens GPS-overvåkning i hele leveområdet, er forskerne istand til å fastslå tidligere viktige trekkruiter som i dag er ute av bruk. Videre kan en ved å studere infrastruktur og anlegg rundt slike tapte trekkveier, kan en kvantifisere hvordan menneskeskapte forstyrrelser har virket direkte og indirekte på reinens arealbruk gjennom tidene.

Turisthytter hadde den sterkeste langsiktige forstyrrelseseffekten. I alle undersøkelser har reinen oppgitt bruken av trekk ved minst en av turisthyttene som er bygd i moderne tid. Veier har også en sterk negativ effekt; bygging av 1 km vei innen 1 km fra et gammelt trekk førte til at reinen reduserte sin sannsynlige bruk her med 46%. Kraftledninger og private hytter hadde også negativ effekt på reinens sannsynlige bruk av tidligere trekkveier, avhengig av bruksfrekvensen av disse. Norge huser den siste populasjon av vill fjellrein i Europa og har et internasjonalt ansvar for å bevare denne. Kartlagte fangstminner indikerer at villreinen i tidligere tider hadde færre og større sammenhengende leveområder og bestander. Menneskeskapte hindringer innen disse områdene har ført til betydelig fragmentering slik at det i dag er 23 mer eller mindre isolerte

leveområde/bestander. Samlet sett vil moderne arealbruksdata og arkeologiske funn være et viktig bidrag i framtidige planer for å bevare villreinen og tilhørende leveområder, og tilrettelegge for restaurering i særlig sensitive områder.

Referanse

Panzacchi M., Van Moorter B., Strand, O. (2013) *Learning from the past to predict the future: Modelling archaeological findings and GPS data to quantify reindeer sensitivity to anthropogenic disturbance in Norway*. Landscape Ecology, Special Issue 28:847–859

Figurer

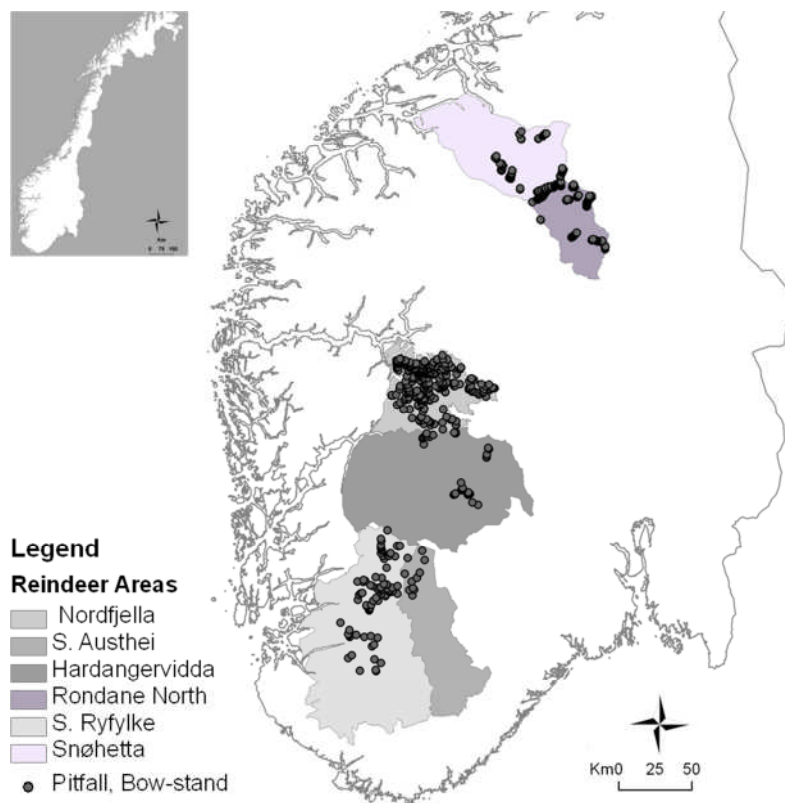
Figur 1. Villrein med GPS-halsbånd: Vi har brukt data fra 150 villrein for 10 år. (Bilde: P. Jordhøy)



Figur 2. Typisk steinmurt fangstgrop på Dovrefjell. Steinmurene (ledegjerdene) inn mot fangstgropa hadde til hensikt å styre dyra inn mot fangstgropa, som var tildekket med kvister og naturlig dekke. (Bilde: P. Jordhøy)



Figur 3. Oversikt over noen av de største sør-norske villreinområdene i dag, hvor 150 reinsdyr er GPS-merket og overvåket, samt tidligere fangstminnelokaliteter.



3. Sammenhengen mellom landskap, pollinering og avling

Rusch, G. M., Åström, J., & Gjershaug, J.-O.
Norwegian Institute for Nature Research

Som et resultat av intensifisering av landbruket de seneste 50-100 år, har kulturlandskapet minsket i mengde, kompleksitet og mangfold. Dette fenomenet har skjedd spesielt i industriland inkludert Norge. Det har tidligere vært kjent at forenklingen av landskapet fører til tap av biologisk mangfold generelt, hvilket kan påvirke funksjoner knyttet til naturgodene (økosystemtjenestene) som for eksempel pollinering av nytteplanter fra ville pollinatorer. Derimot er det mindre kjent hvilke konsekvenser disse forandringer har under norske forhold, der geografien har forhindret en homogenisering på stor skala. Dessuten er det uklart i hvilken grad kontinuerlig dyrking av vekster som er rike på nektar og pollen, som for eksempel frukt- og bær dyrking, kan gjøre seg uavhengig av det omgivende landskapet.



Hagehumle er en av de humleartene som har lang nok tunge til å pollinere kløver

Ville pollinatorer fyller viktige biologiske funksjoner med vesentlig økonomisk verdi både på kort og lengre sikt. På kort sikt står ville pollinatorer for en stor del av bestøvningen av kulturplanter og naturlig forekommende blomster. På lengre sikt utgjør ville pollinatorer en sikring mot uforutsette og relativt store endringer, som for eksempel store klimatiske svingninger og endringer i arealbruk.

Ville pollinatorer trenger habitat som er egnet som boplasser og tilgang på blomster som produserer nektar og pollen som føde. Avstanden mellom boplasser og føde er også viktig ettersom flygning innebærer en kostnad for insektene. Det anses også at mengde nektar og pollen, samt lengden av perioden når føde er tilgjengelig, er viktig for å opprettholde populasjoner av ville pollinatorer.

Hva er prosjektets mål?

Vårt utgangspunkt er at den rollen som ville pollinatorer har i produksjon dyrket frukt (epler), samt frøsetting hos rødkløver, i stor grad er bestemt landskapets egenskaper (størrelse og sammensetning av ulike habitattyper, og graden av nærhet med hverandre). Dessuten er trolig funksjonelle egenskaper hos pollinatorene, som kroppsvekt, tungelengde, vingstørrelse mm, av betydning. Det samme gjelder også trolig hvor frukthager og kløverenger er lokalisert i landskapet.

Registrering av pollinatorer på epletrær

For å besvare disse spørsmålene, har vi i 2013 gjennomført feltstudier. Vi har studert 'landskaper' med ulik romlig struktur av kantelementer som veier og skogkanter, og vegetasjonstype og blomstertilbud. Vi har registrert forekomst av pollinatører (humler, villbier og honningbier) og blomster i 26 «landskaper» i Vestfold, Østfold, Buskerud og Telemark. Hvert «landskap» er 2 km i radius og har i sentrum et felt med eple eller rødkløver.



Vi har undersøkt i hvilken grad landskapets struktur og sammensetning kan ha betydning for mangfold og mengde av pollinatorer, og deres potensiale for bestøvning av blomster og produksjon av frukt og frø. I tillegg har vi registrert eventuelle lokale tiltak (som for eksempel kantslått, forekomst av honningbiekuber og sprøyting med kjemikalier), som kan påvirke pollinatorene. Dataene som ble samlet i sommer vil bli bearbeidet og analysert i løpet av vinteren og våren, og vil bli brukt til rapportering og for planlegging av kommende feltsesong.

Klima-SIS

Bror Jonsson

Klima påvirker vekst og størrelse hos laks

Temperatur og næringsforhold påvirker vekst og alder ved kjønnsmodning hos vekselvarme dyr.

Vi har demonstrert hvordan økt temperatur og fettinnhold i maten reduserer alder ved kjønnsmodning og derved størrelsen hos laks. Temperaturen virker gjennom sin virkning på veksten, mens økt fettinnhold i maten virker ved at det øker fiskenes mengde reservenæring og evne til å utvikle kjønnsprodukter. Mulighet for vekst vinteren før kjønnsmodning er viktigst for når kjønnsmodningen skjer. Maten er som bensin for en motor og temperaturen er akselleratoren (gassen). De to arbeider sammen og utfyller hverandre opp til optimaltemperaturen for vekst. Ved enda høyere temperatur, kommer andre begrensende forhold inn som manglende oksygenopptak.

Dette forklarer hvordan laksestørrelsen kan endres som følge av klimaendringen gjennom endring i vekst og alder ved kjønnsmodning ved dårligere mattilgang og høyere temperatur.

Ørret utkonkurrerer i sør, motsatt i nord

Vi har videre undersøkt konkurranse mellom ørret og røye. De to artene har hver sine konkurransefortrinn under ulike miljøforhold. Ørretens høyere aggressivitet gir den fortrinn om innsjøens produktivitet er høy nok til at kostnadene ved å dominere betaler seg gjennom god tilgang til mat. Røye har et fortrinn ved at den klarer seg bedre under ugunstige forhold i kaldt vann og lite mat. Ørret utkonkurrerer røye i varme, produktive innsjøer, røye utkonkurrerer ørret i innsjøer med lav produktivitet og lang, mørk vinter. Dette er avgjørende for utbredelsen av ørret og røye i Norge. Mekanismene i konkurransen studeres nå i forsøk.

Dette viser hvorfor ørret vil dominere i rike innsjøer sørlige deler av utbredelsen, der røye bare vil forekomme i dype innsjøer og høyt til fjells, og hvorfor røye dominerer i nord der de kan greie seg under magre forhold og lav temperatur på grunn av sin spesielt effektive stoffomsetning.

Terrestrisk vegetasjon påvirker vannøkosystemene

Vannøkosystemene påvirkes av klimarelaterte endringer i terrestrisk vegetasjonsstruktur. Vi har videreutviklet landsdekkende modeller for prediksjon av primærproduksjon og sentrale vannkjemiske variabler i innsjøer. Dette arbeidet er basert på bruk av fjernmålingsdata kombinert med GIS baserte terrengmodeller og nedskalerte klimadata. Vegetasjonstetthet i nedbørsfeltet, målt som satellittbaserte vegetasjonsindekser, er en av de viktigste enkeltfaktorene for å forklare variasjonen i produktivitet mellom innsjøer. Avrenning av karbon og næringsstoffer øker med økt vegetasjonstetthet, som er svært klimaavhengig. Framskrivninger av direkte klimaeffekter på innsjøer, som temperatur og isdekke, har vært gjennomført ved å koble fysiske simuleringsmodeller med nedskalerte klimascenarioer. Dette arbeidet har vært gjort på Fenoskandinavisk skala.

Virkingen av karbontilførsel på produksjonen av ferskvannsfisk

Ved bruk av modeller som beskriver sammenhengen mellom landskapsvariabler i nedbørsfeltet og konsentrasjon av organisk karbon i innsjøer har vi undersøkt virkingen av karbontilførsel på

produksjon av ferskvannsfisk. Tilførsel av organisk karbon (humus) til innsjøer er i stor grad avhengig av mengde og type terrestrisk vegetasjon i nedbørfeltet, 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.

For det store flertallet av nordlige innsjøer, som er næringsfattige og relativt små, er lystilgang hovedfaktoren som begrenser produksjon. Ved å koble sammen store databaser på prøvefiske med beregnet karboninnhold i innsjøer, har vi sett at organisk karbon har en positiv effekt ved lave konsentrasjoner, og at den negative effekten først slår inn ved høyere konsentrasjoner. Når dette skiftet skjer er avhenger av innsjøens dybdeprofil. Grunne innsjøer tåler vesentlig høyere karbontilførsel før produksjonen begrenses, enn dype innsjøer. Den initiale økningen i produksjon med økt karbontilførsel kan skyldes flere faktorer som økt næringstilførsel som henger sammen med karbontransport, begrensninger i UV-bestråling eller at organismer utnytter karbon som næringsstoff direkte.

Nordmenns syn på klimaendringen

Til slutt har vi undersøkt nordmenns forhold til klimaendring. Konservative nordmenn er mer skeptiske til at det foregår en menneskeskapt, global klimaendring enn andre grupper nordmenn (62,9% mot 35,5%). Dette samsvarer med hvordan de samme gruppene forholder seg i andre politiske spørsmål der konservative nordmenn er mer kritiske enn de andre gruppene.

Interaksjoner mellom havbruk og vill laksefisk

Ola H. Diserud

Varighet: 2013 – 2017

Budsjett: NOK 4 millioner årlig

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, slik at det er mulig å finne de beste miljøløsningene for næringen. Internasjonale publikasjoner – både fra NINA og fra det øvrige forskningsmiljøet – gir grunnlag for å si at vill laksefisk er truet av havbruk i oppdrettsintensive områder. Med bakgrunn i dette ønsker forvaltningen svar på stadig mer komplekse spørsmål, slik som grader av truet 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 skjellesing av villaks og oppdretts-laks, 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 model-lering.
6. **AP6** bruker resultater og data fra de ovennevnte aktivitetene til å forbedre de statis-tisk-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.

SISen utnytter etablerte samarbeid med HI, NOFIMA og CIGENE på genetiske metoder, NFH og NIVA om merketeknologi, HI og SINTEF på lakselus, og med universiteter i Irland, USA og Canada på laksefiskøkologi og eksperimenter.

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/Forskningsogfagtema/Strategiskesatsinger/Organisering.aspx>

Gruppen møtes etter behov, minst to ganger pr. år. For øvrig 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 og vurdere årlige rapporter og planer for eksisterende og planlagte SIS i NINA.
- Gruppen rapporterer til ledelsen i NINA og Miljødirektoratet.
- Arrangere seminarer om SIS i NINA.

Det første SIS-seminaret ble arrangert som en del av NINAs Miljødag den 28. august 2013. Her ble det gitt presentasjoner fra alle fem igangværende SISer i NINA. Videre er det etablert en egen web-side, <http://www.nina.no/Forskningsogfagtema/Strategiskesatsinger.aspx>, hvor det gis informasjon om, og beskrivelser av den enkelte SIS. Informasjonen vil med ujevne mellomrom bli oppdatert med publikasjoner og andre faglige milepæler.

AP1: Kritiske livsstadier for genetisk innblanding

En miljøfaktor som kan påvirke konkurranseforholdet mellom avkom av villaks og oppdrettslaks, og som varierer betraktelig mellom elver, er habitatet og spesielt: bunnforhold og mattilgang.

Bunnforhold avgjør graden av tetthetsavhengig dødelighet på ungfiskstadiet. Konkurransfordelen som dominante individer har i enkle, oversiktlige habitater kan bli en ulempe når habitatet blir mer komplekst og uforutsigbart. Dette er relevant for konkurransen mellom oppdrettslaks og villaks siden oppdrettslaks typisk er mer dominante og mindre sky enn villaks. Dominans har blitt knyttet til høy metabolsk rate og høy veksthastighet, der sistnevnte trekk er gjenstand for seleksjon i avlsprogrammene for oppdrettslaks. I et eksperiment gjennomført på NINAs forskningsstasjon Ims i august-oktober 2013 kartla vi skjuladferd, metabolsk rate og «personlighetstype» (målt som høy eller lav respons på stress) hos ren villaks (fra Surna), ren oppdrettslaks (AquaGen) og hybrider mellom disse på parrstadiet. Resultatene vil kunne belyse

en rekke forvaltningsrelevante problemstillinger, f.eks. om konkurranseutfallet avhenger av miljøforhold som mengden tilgjengelige skjulplasser?

I et annet eksperiment ønsker vi å teste hvorvidt økosystemproduktivitet (mattilgang) påvirker konkurranseforholdet mellom avkom av oppdrettslaks og villaks på yngelstadiet. Dette vil bli gjort ved å manipulere mattilgangen, og så registrere suksess i form av overlevelse og vekst. For å være i stand til å kunne gjennomføre dette forsøket i 2014 ble det høsten 2013 lagt inn 11 familier av hver av gruppene ren villfisk (Imsa), ren oppdrettsfisk (AquaGen), hybrider med vill mor og hybrider med vill far (til sammen 44 familier) på NI-NAs forskningsstasjon på Ims.

For å unngå genetisk innblanding av rømt oppdrettslaks i ville bestander, kan produksjon av steril oppdrettslaks være en løsning. Ved å utsette egg for trykk- eller varmebehandling kort tid etter befruktning, vil det skje en feil under celledelingen som fører til at laksen blir triploid (og derved steril). En triploid hunn vil ikke kunne bli kjønnsmoden eller produsere egg, mens en triploid hann derimot kan bli kjønnsmoden, selv om den ikke vil produsere funksjonelle gameter. Det foregår storstilte prosjekter med triploid oppdrettslaks i regi av NFR, avlsselskapet AquaGen og oppdrettsnæringen. NINA er ikke deltager i disse prosjektene, men vi har fasiliteter som er godt egnet til å studere effekten av triploidi på ungfisk-stadiet. Våren 2013 ble det lagt inn diploid og triploid øyerogn av de samme familiegruppene fra AquaGen. Etter startfôring ble grupper av diploid og triploid lakseyngel overført til forsøkskar hvor de ble gitt enten ordinært fôr eller fôr med redusert fettinnhold. Målet for forsøket var dels å studere forskjeller i vekst og aggresjon hos de to gruppene, men også graden av kjønnsmodning som parr hos hannene. I oppdrett er det først og fremst hanner med dårlig vekst som blir kjønnsmodne, mens de med god vekst blir smolt. Utover somme-ren og høsten ble vekst og slitasje/skader på ryggfinne (tegn på aggresjon fra andre individer i karet) overvåket. I oktober ble fisken veid, målt og lagt på frys. Parren skal i løpet av 2014 bli kjønnsbestemt og grad av kjønnsmodning vurderes.

Det siste forsøket som er igangsatt på Ims i 2013 har startet produksjon av vill (Imsa), oppdrett (AquaGen) og hybrid (Imsa x AquaGen) laks for merking og utsetting som smolt i 2014. Formålet med dette forsøket er 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.

AP2: Seleksjon mot oppdrettslaks i naturlige bestander

Et sett med genetiske markører som skiller mellom oppdrettslaks og villaks, uavhengig av opphavspopulasjon, ble identifisert i 2011 (Karlsson mfl. 2011). I 2013 har vi blant annet brukt markørsettet til å identifisere rømt oppdrettslaks blant laks fanget utenfor Svalbard (Jensen mfl. 2013).

Det samme markørsettet blir nå benyttet for å analysere et stort sett med lakseelver med formål om å estimere akkumulert innkryssing av rømt oppdrettslaks med villaks. I løpet av 2013 har 7646 individer blitt analysert, fordelt på 5929 individer av villaks fra 64 elver, 243 historiske prøver av rømt oppdrettslaks, 673 prøver rømt oppdrettslaks i nyere tid, 298 avkom fra kontrollerte krysninger mellom villaks og oppdrettslaks og 503 individer fra 13 avls-linjer av oppdrettslaks fra Aqua Gen, SalmoBreed og Marine Harvest (Mowi). Analysene delfinansieres av NFR-programmet QuantEscape. Vi har gjort et viktig gjennombrudd ved utvikling av en analytisk metode for å kvantifisere innkryssing av oppdrettslaks, selv der det ikke fins en historisk referanse for villaksbestanden. Et manuskript som beskriver denne metoden har nå blitt sendt til *Methods in Ecology and Evolution* for publisering. Metoden benyttes nå for å kvantifisere innkryssing av oppdrettslaks i de forskjellige elvene, og vi mener den blir et viktig redskap i oppdraget Klima- og miljødepartementet har gitt for å klassifisere laksebestander med hensyn til genetisk integritet etter kvalitetsnormen for villaks.

Molekylærgenetiske metoder benyttes for å estimere genetisk innkryssing av rømt opp-drettslaks med villaks i et stort antall villakspopulasjoer. Disse estimatene vil blant annet bli benyttet for å undersøke:

1. I hvilken grad naturlig seleksjon motvirker innkryssing av oppdrettslaks. Det vil bli undersøkt ved å sammenlikne grad av genetisk innkryssing hos unge livsstadier (0+) med eldre livsstadier (fra 1+ til gytefisk) for den samme årsklassen.
2. Om det er sammenheng mellom grad av innkryssing av oppdrettslaks og laksebe-standens gytebestandsmål og gytebestandsestimater.

AP3: Metodeutvikling for skjellesing og bevaring av arvestoff

For å undersøke om rutiner for prøvetaking og oppbevaring av DNA fra laks kan forbedres, ble det i 2013 tatt prøver av 15 laks med forskjellige metoder. Formålet var å finne ut hvor-dan man kan ta genprøver av laks på en effektiv og trygg måte og samtidig gjøre så lite skade på laksen som mulig. I tillegg til skjellprøver og finneklipp, som er vanlige metoder for prøvetaking av laks, ble det også testet ut om prøver av laksens slimlag tatt med Q-tips gir godt resultat. Prøvene ble oppbevart på tre forskjellige måter: tørt i papirkonvolutt, i en plastpose med silika (for hurtig tørking av materialet), og på etanol. Foreløpige resultater tyder på at finneklipp gir best utbytte av DNA og deretter skjellprøver, men prøvetaking med Q-tips, spesielt under gjellelokket, gir også godt utbytte av DNA. Finneklipp og skjell-prøver som oppbevares tørt i en papirkonvolutt eller i en plastpose med silika gir godt ut-bytte av DNA og er ikke mer degradert enn prøver på etanol. Det er derfor ikke nødven-ding å ha prøvene på etanol for å bevare DNA på kort sikt. Resultatene tyder også på at en slimprøve tatt med Q-tips kan oppbevares tørt i en papirkonvolutt i flere uker og fremdeles gi et godt resultat med tanke på utbytte av DNA og degradering. Dette er en enkel og effektiv metode å ta en DNA-prøve på uten å skade laksen.

Vi har i 2013 publisert en DNA-basert metode for å avgjøre hvilken art som er mor i arts-hybrider mellom laks og ørret (Karlsson mfl. 2013). Dette har det også vært mulig å gjøre tidligere, men ikke like effektivt som med den nye metoden.

Vi vil i 2014 undersøke hvordan de ulike prøvetakings- og oppbevaringsmetodene påvirker genotypingsuksessen ved bruk av mikrosatelitter. Vi valgte å undersøke genotypingsuk-sessen til de ulike prøvetakingsmetodene med mikrosatelitter, og ikke SNP, fordi vi forven-ter en generelt lavere genotypingsuksess med mikrosatelitter enn SNP. Muligheten til å detektere forskjeller i genotypingsuksessen mellom prøvetakingsmetodene vil derfor være større med mikrosatelitter. Videre vil vi teste ut prøvetakingsmetodene i feltsituasjoner for å lage en prosedyre for prøvetaking i felt. Resultatene fra denne studien vil på sikt publiseres i en NINA rapport og kan gi opphav til en artikkel 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 etab-lerede 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. Prioriterte under-søkelser har vært «Tiltaksrettet overvåking: Andel oppdrettslaks i Trondheimsfjorden og Trondheimsfjordelvene, og vandringsmønster og fordeling i de viktigste elvene» og «Verifi-sering av innslag av rømt oppdrettslaks i lakseelver». Undersøkelsene vil bli videreført i 2014 ved at vi ønsker å verifisere følgende resultat:

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 vil vandre 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. 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

Tålegrenser for lakselus hos laksefisk er basert på kunnskap om fisk som er vokst opp i anlegg. I denne arbeidspakken foretar vi laboratorieforsøk og feltstudier for å bestemme tålegrenser for lakselus hos vill laksefisk. Videre er målet å vurdere konsekvenser av ulike nivåer av lakselus på villfiskbestander gjennom vandringsstudier (telemetri/PIT-merking), og ved modellering av disse effektene.

Tålegrenseforsøk av lakselus på vill innfanget sjøørret ble i 2013 utført ved Norsk oppdrettsservice sitt anlegg på Ræstadholmen. Fisk med ulik belastning av lakselus ble satt i individkar og fulgt gjennom et visst antall dager. Prøver av fisk ble tatt før og etter forsøks-slutt og analyser av blod (stress/osmoregulering) og vev (genekspresjon: immunrespons og grad av sjøvannstoleranse) ble analysert. Målet er å kvantifisere de fysiologiske pro-sessene til fisken som følge av ulike lakseluspåslag. Dette delprosjektet videreføres i 2014.

Gjelland mfl. (2014) undersøkte konsekvensene for hvordan påslag av lakselus påvirker atferden hos vill laksefisk. Vi satte ut over 60 dataloggere i Etnefjorden (Hordaland), og en PIT-antenne i Etnelven. Her har vi merket i overkant av 100 sjøørret med hydroakustiske sendere, behandlet halvparten av denne fisken med substans EX (lusebeskyttelse) og beholdt resten av fisken som ubehandlet kontrollgruppe. Målet er å studere fiskens atferd i sjø og elv som følge av lakseluspåslag, og sammenligne de behandlede og ubehandlede gruppene mht. prematur tilbakevandring til ferskvann for å kvitte seg med lakselus. Et større antall av denne fisken har også blitt merket med PIT-merker (Passive Integrated Transponder) for å registrere behandlet og ubehandlet fisk mht. vekst og overlevelse. Data fra de nevnte delene vil være en leveranse til arbeidspakken som omhandler modellering av effekter på fiskepopulasjoner som følge av varierende lakseluspåslag. Denne kunnskapen er viktig for å kunne definere grenseverdier for påvirkning, og for å kunne lage regionale bærekraftmodeller 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) og samkjøres med det nasjonale overvåkingsprogrammet på lakselus samt det NFR-finansierte prosjektet «Effects of salmon lice on wild salmonid populations; filling in knowledge gaps» (Miljø 2015, prosjektnummer 221404).

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 alle-rede, både publiserte og upubliserte, så i 2013 ble det lagt ned mye innsats i å få en oversikt over relevante grunnlagsdata. Innsamling, organisering og bearbeiding av disse datasettene pågår.

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 visse livshistorieparametere. Dette utviklingsarbeidet ble påbegynt i 2013, bl.a. med diskusjoner rundt modellstruktur og hvordan vi best mulig kan dra nytte av erfaringene fra NINAs tilsvarende livssyklusmodell for laks (IB-salmon).

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. Resultater fra arbeidspakkene 1 til 4 har allerede gitt verdifulle bidrag til denne delen. 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 om «hvorfør vil den genetiske introgresjonen få ulike forløp i forskjellige laksebestander».

Resultater

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

Publikasjoner:

- Jensen, A.J., S. Karlsson, P. Fiske, L.P. Hansen, K. Hindar & G.M. Østborg. 2013. Es-caped farmed salmon grow, migrate and disperse throughout the Arctic Ocean like wild salmon. *Aquaculture Environment Interactions* 3: 223-229. (AP2)
- Karlsson, S., Diserud, O.H., Moen, T., og Hindar, K. 2014. «A standardized method for quantifying unidirectional genetic introgression». Innsendt til *Methods in Ecology and Evolution*. (AP2)
- Karlsson, S., M. Hagen, L. Eriksen, K. Hindar, A.J. Jensen, C. Garcia de Leaniz, D. Cotter, G. Gudbergsson, K. Kahilainen, S. Gudjonsson, A. Romakkaniemi & N. Ryman. 2013. A genetic marker for the maternal identification of Atlantic salmon x brown trout hybrids. *Conservation Genetics Resources* 5: 47-49. (AP3)
- Næsje, T.F., Ulvan, E.M., Sandnes, T., Jensen, J.L., Staldvik, F., Holm, R., Landstad, J.A., Økland, F., Moe, K., Fiske, P., Heggberget, T.G., Thorstad, E.B. 2013. Atferd og spredning av rømt oppdrettslaks og villaks i Namsen og andre elver. Resultater fra merking av laks i Namsfjorden og Vikna. - NINA Rapport 931, 76 s. (AP4)
- 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. 2013. “How does salmon lice affect the marine phase of sea trout behaviour?” Innsendt til *Aquaculture Environment Interactions*. (AP5)
- Bjørn, P.A., Nilsen, R., Serra Llinares, R.M., Asplin, L., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Finstad, B., Berg, M., Uglem, I., Barlaup, B. & Wiik Vollset, K. 2013. Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs Norskekysten i 2013. Sluttrapport til Mattilsynet. Rapport fra havforskningen nr. 32-2013: 1-34. (AP5)

- Taranger, G.L. mfl. 2014. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2013. Fisken og havet, særnummer 2-2014. 158 s. (AP5)

Foredrag:

- Hindar, K. 2013. «Impacts of escaped farmed salmon on wild salmon». Foredrag på Göteborgs universitet, 22. januar 2013. (AP2)
- Karlsson, S., O. H. Diserud, P. Fiske, og K. Hindar. 2013. «Monitoring escaped farmed salmon – a multidisciplinary approach». Aquaculture Europe 2013, «Making sense of science», Trondheim 9-12 august 2013. (AP2)
- Finstad, B. 2013. “Sea lice studies at NINA – Interactions between wild- and farmed fish”. Foredrag ved Direktoratet for naturforvaltning – møte mellom Irske og Norske lakseforvaltere. 21 februar, 2013. Tungasletta 2. (AP5)
- Finstad, B. 2013. «Lus og villfisk – effekter på individ og populasjoner i små og store fjord-system». Foredrag på sluttseminar NFR-Salmodis - Lokal skreddersøm eller nasjonale kontrollstrategier mot sykdom i lakseoppdrett – ja takk begge deler! 31 oktober, 2013. Radisson Blu, Værnes. (AP5)
- Finstad, B. 2013. «Lus og villfisk – effekter på individ og populasjoner i små og store fjord-system». Foredrag ved KLV-seminar - Lakselus – kunnskapsstatus og tiltak i Namdalen. 6 november 2013. Juvika, Høgskolen i Nord-Trøndelag, Campus Namsos. (AP5)
- Diserud, O.H., T.F. Næsje, K. Moe, E.M. Ulvan og J.L. Jensen. 2013. «Effects of Aquaculture on wild Atlantic salmon populations – adding more pieces to the puzzle». 2nd International Conference on Fish Telemetry, South Africa, 14-19 juli 2013. (AP6)
- Hindar, K. 2013 «Kunnskap og konflikt om villaks: forskningsbasert kunnskap om villaks og interaksjoner med havbruk». Invitert foredrag til NFRs Miljø2015-konferanse, Oslo, 6. februar 2013. (AP6)

Studenter:

- Karina Moe, masterstudent ved UMB, (AP4)
- Pablo Arechavala Lòpez, Post doc. fra University of Alicante, 2013-2014. (AP5)

Naturgoder i skog – biomangfold, klimatiltak og næringsressurser

Varighet: 2013-2017

Budsjett: NOK 1,3 millioner årlig

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 ferske 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 kan behovet for ulike naturgoder 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

Grunnet den begrensede økonomiske rammen for SISen er hovedaktivitetene sammenstilling og analyse av eksisterende kunnskap, men det legges også til rette- og planlegges for kompletterende feltarbeid knyttet primært til AP2-3.

SISen utnytter etablert 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, University of Québec in Abitibi-Témiscamisque, University of Barcelona, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet og Swedish University of Agricultural Sciences.

Resultater

Her presenteres aktiviteter og resultater av arbeid som er hel- eller del-finansiert av SISen i 2013.

Hovedaktivitetene i 2013 har vært knytta til kunnskapssammenstilling av effekter av treslagsskifte, treplanting på ikke skogdekkede areal, og gjødsling (AP1,2); planlegging av feltarbeid (AP2, 3); publisering (AP1, 2, 3, 4); og utvikling av søknader rettet mot EU (AP1, 2, 3, 4).

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 klima tiltak. Debattinnlegg. Dagens Næringsliv 4. oktober 2013. (AP1, 2)
- 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)

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* DOI: 10.1111/gcb.12483. (AP1)
- Lindhjem, H, Grimsrud, K., Navrud, S. & Kolle, S.O. (forthcoming). The Social Benefits and Costs of Preserving Forest Biodiversity and Ecosystem Services. Revised and resubmitted for special issue of *Journal of Environmental Economics and Policy*. (AP 3-4)
- Sarkki, S., Ficko, A., Wielgolaski, F.E., Abraham, E.M., Bratanova, S., Grunewald, K., Hofgaard, A., Holtmeier, F.-K. & Kyriazopoulos, A.P. A framework for assessing socio-ecological systems' resilience in order to sustain ecosystem services: DPSIR, indicators and scenarios in European treeline ecotones. Innsendt til *Ecology and Society*. (AP3)

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

Prosjektperiode: 2012 - 2015

Budsjett: Totalt NOK 7,6 millioner

Prosjektleder: Per Fauchald

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.

Resultater og aktiviteter

WP 1: Habitatendringer: Effekten av oppdrettsanlegg på kystøkosystemet

WP ledere: Ingebrigt Uglem & Bengt Finstad

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. Grupper av vill lakselus-infisert sjørret har blitt fanget i spesialutviklede ruser. Fisken ble sortert i tre grupper avhengig av lakselus-påslag, og regelmessige prøver ble tatt av fisken de neste 25 dagene. Resultatene skal brukes til å justere tålegrensene av lakselus hos villfisk. Dette er et sentralt element i utviklingen av nasjonale bærekraftsindikatorer og grenseverdier i fiskeri- og miljøforvaltningen. Det har også vært gjort meta-analyser av eksperimenter hvor man har behandlet vill laksesmolt med midler mot lakselus. Studiet viser at denne behandlingen øker overlevelsen til fisken betydelig, noe som indikerer at lakselus har betydning for bestandene av villaks. I samarbeid med Havforskningsinstituttet er det også satt igangsatt aktivitet innen modellering av effekter av lakselus på vill laksefisk. I dette arbeidet modellerer man blant annet spredning av lakselus fra oppdrettsanlegg ved hjelp av strømodeller for å finne den geografiske fordelingen i påslag av lakselus.

I tillegg til å være en smittekilde, kan oppdrettsanleggene påvirke næringsgrunnlaget til villfisk gjennom spillfôr. I prosjektet gjøres det en rekke feltstudier for å finne ut hvordan spillfôr påvirker villfisk rundt merdene. Studier av konsumkvalitet viser blant annet at fettsyre-, metabolitt- og isotop-profiler avviker mellom sei som har spist spillfôr og naturlig føde. Hovedforskjellen ligger i at profilene hos sei som har spist spillfôr i større grad reflekterer terrestriske råstoffer. Kvalitetsanalyser viser at inntak av spillfôr i noen grad reduserer konsumkvaliteten hos sei.

WP2: Habitatendringer: Effekten av bunntråling på biodiversitet hos bunndyr i nordlige kystøkosystemer

WP leder: Kari E. Ellingsen

Fiske med bunntrål setter spor og forstyrrer marine bløtbunnhabitater ved at trålingsutstyret blander og virvler opp sedimentene. Ved intensivt fiske vil bunntråling derfor i stor grad påvirke sammensetningen og biomassen av bunnelvende organismer.

I samarbeid med oljeindustrien, MAREANO, Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet undersøker denne arbeidspakken effektene av trålingsaktivitet i Barentshavet ved hjelp av eksisterende data. Oljeindustrien har et omfattende biologisk datamateriale som blant annet omfatter prøvetaking av marine bunndyr i tilknytning til oljeinstallasjoner. Referansestasjonene fra dette materialet blir analysert med hensyn til hvordan bunntåling fra fiskefartøyer påvirker biologisk mangfold med spesielt fokus på makrobenthos. Trålingsaktivitet måles 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. Man forventer spesielt sterke negative effekter av bunntåling på makrobenthos, ettersom denne gruppen omfatter store arter med et langt livsløp. I denne gruppen fant vi, selv ved relativt 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 mens andre har positiv sammenheng med trålingsintensitet.

WP 3: Høsting og klimaendringer: Romlig organisering av marine pelagiske økosystemer

WP leder: Per Fauchald

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.

Trofiske interaksjoner er avhengig av romlig overlapp mellom predator og byttedyr. Ved hjelp av data fra de omfattende økosystemtoktene i Barentshavet undersøker denne arbeidspakken, i samarbeid med Havforskningsinstituttet, 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.

Overvåkingsstudier i regi av overvåkingsprogrammet SEAPOP viser at mange bestander av norske sjøfugl har gått tilbake de siste tyve årene. I arbeidspakken har vi sammenstilt alle overvåkings- og kartleggingsdata på norske sjøfugl, og gjennomført statistisk modellering av bestandsdynamikk for 17 arter på regional og nasjonal skala. Foreløpige resultater antyder store artsvisse og regionale forskjeller. Årsaken til endringene er sammensatt, men er mest sannsynlig knyttet til storskala endringer i det marine miljø. Vi har parallelt arbeidet med å sammenstille studier som tar for seg årsaker til bestandsendringer hos sjøfugl.

WP 4: Høsting og klimaendringer: Effekten av predasjon på benthossamfunn langs kysten

WP leder: Sveinn Are Hanssen

Havdykkender ernærer seg i stor grad av fastsittende bunndyr som skjell og kråkeboller. Endringer i bunnfaunaen langs kysten og i fjordene påvirker derfor næringsgrunnlaget til de store bestandene av havdykkender som overvintrer langs kysten av Nord Norge. To viktige faktorer som kan påvirke næringsforholdene er isforhold og invasjon av kongekrabbe. For å undersøke disse to faktorene har man i denne arbeidspakken 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. Data er samlet inn og blir nå prosessert.

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.

Norsk institutt for vannforskning, NIVA

Klimaeffekter fra fjell til fjord

Varighet: 1.1.2011 - 31.12.2015

Bevilgning 2013: NOK 3 700 000, *påløpt 2013:* NOK 3 923 324

Forventet samlet bevilgning i perioden: NOK 7 200 000

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.

Per utgangen av 2013 er det publisert i alt 14 vitenskapelige artikler i internasjonale journaler med fagfelle vurdering. I tillegg er det holdt en rekke foredrag på nasjonale og internasjonale møter, hvorav flere har vært med forvaltningen til stede.

Presentasjoner fra SIS-dagen 2013

Den 10. desember 2013 ble fire av delprosjektene i KlimaSISen presentert på NIVAs SIS-dag. Seminaret ble holdt i Forskningsparken, Oslo, med deltakelse fra både fra eksterne forskningsinstitusjoner og fra forvaltningen. Hovedbudskap/konklusjoner fra de fire foredragene er gitt nedenfor:

Kan effekter av klimaendringer spores i planktonsamfunn? Analyse av 40 års tidsserier fra Mjøsa
Analyse av økologiske klimasignaler er komplisert! Plante- og dyreplankton i Mjøsa har vist ulike endringer i sesongdynamikk gjennom de fire undersøkte tiårene. Det er observert senere topper for planteplankton, noe som kan ha flere mulige årsaker: det kan skyldes lavere fosforkonsentrasjoner, tidligere topper for dyreplankton, eller høyere temperatur. Et framtidig varmere klima kan bidra til "utakt" i sesongdynamikk hos de ulike trofiske nivåene, noe som også kan ha mulige framtidige konsekvenser for planktonpisende fisk i innsjøen.

Modellerte effekter av klimaendringer i Gjersjøen og Oslofjorden

Sirkulasjonsforhold og vannkvalitet i Gjersjøen og Oslofjorden under nåværende og framtidig klima er simulert ved hjelp av den tredimensjonale modellen GEMSS. Arbeidet viser at et varmere framtidig klima fører til: (i) økt vanntemperatur, særlig nær overflaten, (ii) at islagte perioder blir mindre, hyppige og kortere og (iii) at det blir lengre sommerstagnasjon og lengre sirkulasjonsperioder på høst/vinter. Det blir også lengre vekstsesong for alger, men den simulerte algemengden (biomassen) forblir tilnærmet uforandret.

Modellert spredning av Stillehavsosters i Oslofjorden

Stillehavsosters (*Crassostrea gigas*) er en svartelistet (uønsket) art med svært høyt spredningspotensiale. Det er observert stor spredning av stillehavsosters siden den først ble observert i Oslofjorden i 2005. De produserer 50-200 millioner egg per individ per gyting fra de er 1 år til de blir 20 år gamle. De har dessuten en lang planktonisk fase med stor mulighet for spredning. I dette arbeidet er dagens og framtidig forekomst av stillehavsosters i indre Oslofjord simulert med den tredimensjonale modellen GEMSS (inkludert en nyutviklet modul for Stillehavsosters).

Modelleringen er gjennomført ved å kombinere ulike klimascenarier med temperaturkriterier for vellykket gyting (varme somre) og risiko for høy vinterdødelighet (kalde vintre). Vellykket gyting krever vanntemperatur over 19 °C i flere dager. Kalde vintre kan føre til 50-90 % vinterdødelighet. Det er antatt spredning av larver fra etablerte populasjoner ved Hallangspollen / Sætrepollen og simulert utvikling av bunnslåtte larver til voksne skjell. Videre er det simulert larveproduksjon og spredning fra etablerte populasjoner ved gunstige miljøforhold.

Modellsimuleringer gitt forrige 30 års klima (1961-90) og neste 30 års forventet klima (2021-50) ligner dagens utbredelse (2008-2009). Milde vintre slår inn etter 2021, men det er foreløpig liten effekt av varmere somre. Etter 2071 derimot, fører både mildere vintre og varmere somre til en massiv økning i utbredelsen av Stillehavsosters langs hele Oslofjorden.

Effekter av lokalt, regionalt og globalt klima på dypvannsmiljøet i Oslofjorden

Utviklingen av oksygeninnholdet på *sommeren/høsten* viser en klar sammenheng med næringstilførsel. Mindre næringstilførsel siden 1970-1980 har gitt mindre sommeroppblomstring av alger. Utviklingen av oksygeninnholdet (og temperatur/salt) på *våren* påvirkes både av lokale klimavariabler (vind og elver) samt klimavariabler på større skala (utstrømming fra Østersjøen og Nordatlantisk oscillasjon).

Resultater fra andre delprosjekter:

*1) Utbredelse, økologi og fremtidig utbredelse av ferskvannsalgen **Gonyostomum semen**.*

Gjennom prosjektet er en mengde data samlet inn og bearbeidet. Resultatene viser at den antatt invaderende og problematiske mikroalgen *Gonyostomum semen* har økt betydelig i utbredelse i Norge de siste 25 årene, både i antall innsjøer og i geografisk utbredelse. Masseforekomster av algen er også mer utbredt og hyppigere i dag enn tidligere, og biomassen i 8 av 9 undersøkte norske innsjøer har økt i form av andel *Gonyostomum semen* av total fytoplankton biomasse, dvs. den har overtatt større andel av planteplanktonsamfunnet enn tidligere (tidsspenn +/- 20 år for de 9 innsjøene). Økningen i biomasse er forsøkt knyttet til ulike fysiske og kjemiske overvåkingsparametere, og kan til en viss grad knyttes til samtidig økning i TOC og farge i flere av innsjøene.

2) Trender i tilførsler av næringsstoffer og metaller til norske kystområder 1990–2009.

I Elvetilførselsprogrammet, nasjonalt overvåkingsprogram finansiert av Miljødirektoratet, beregnes tilførsler til kystområdene fra elver og punktkilder (industri, renseanlegg og akvakultur). Resultatene er publisert i en artikkel med støtte fra SIS. Resultatene viser at tilførselene av total nitrogen, total fosfor og kobber har økt i 20-årsperioden, hovedsakelig pga. utslipp fra akvakultur langs kysten. Samtidig har fosforutslippene fra renseanlegg til Skagerrak blitt mer enn halvert. De totale sink- og blytilførselene har også gått ned. Undersøkelsen demonstrerer at rensetiltak innen industri og kloakk til en viss grad har bidratt til å redusere forurensingstilførsler til kysten, men samtidig utgjør fiskeoppdrett en økende forurensningsfare, og representerer flere steder den største kilden til næringsstoffer og kobber.

3) Kontinuerlig in-situ overvåking av løst organisk materiale (DOM) på Langtjern

Løst organisk materiale (dissolved organic matter, DOM) påvirker lysforhold og tilgjengelighet av næringssalter i innsjøer. Hensikten med denne studien er å skaffe erfaring med bruk av kontinuerlig overvåking for å studere dynamikken til løst organisk materiale i en innsjø. Klimatiske hendelser kan i løpet av kort tid (timer) påvirke både mengden og kvaliteten av det løste organiske materialet. Sensorer for måling av lys og farge er installert ved utløpet av Langtjern, en forskningsstasjon for langtidsovervåking. Stasjonen ligger i et nedbørfelt dominert av skog og myr. Resultatene viser at sensorbasert overvåking avdekker en mye større variabilitet enn ukentlige vannprøver. De målte parameterne responderer på hydrologiske episoder, døgnvariasjon og sesongsvingninger. Kontinuerlig overvåking viser seg å være et verdifullt verktøy for å få en nærmere forståelse av DOM-prosesser, og det kan gi viktige bidrag til å bedre prognoser av klimaeffekter på mengde og kvalitet av DOM i innsjøer i skogsområder.

Molekylærbiologiske metoder for studier av biologisk mangfold

Varighet: 1.1.2011 - 31.12.2014

Bevilget 2013: NOK 2 500 000, *påløpt 2013:* NOK 3 083 084

Forventet samlet bevilgning i perioden: NOK 8 648 000

SISen vil utvikle nye molekylærbiologiske metoder og bruke dem på nye problemstillinger og utvalgte områder. Målsetningen er å etablere genetiske markører for flest mulige arter, og prioritere arter som ellers er vanskelige å bestemme i detalj eller arter med liten utbredelse (røddlistearter). 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 er flere prosjekter omsøkt eller i gang 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 skjer 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 konnektivitet (utveksling av gener mellom ulike mer eller mindre isolerte deler av en bestand) er typiske eksempler på anvendelse av denne metodikken.

Presentasjoner fra SIS-dagen 2013

På SIS-dagen ble tre av delprosjektene i SISen om biologisk mangfold presentert. Hovedbudskap/konklusjoner fra de tre foredragene er gitt nedenfor:

Hva vi kan se er ikke alltid viktig: Synlige og usynlige forskjeller i artsavgrensning mellom kransalger

Hos kransalger har pigger vært brukt som viktige morfologiske karakterer til å skille mellom arter. Analyse av genetiske markører (kloroplast-genet mat-K) 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 tilfelle har resultatet konsekvenser for rødliste-vurdering og karakterisering av naturtyper.

Er ålegress-enger i indre Oslofjord eldre enn i ytre fjord? Populasjonsgenetisk analyse

Ålegress-enger er en viktig naturtype og habitat for et rikt biologisk mangfold. De finnes langs hele kysten, men er flekkvis forekommende på egnede steder. Ålegress-enger er truet på verdensbasis, og er en utvalgt naturtype i Norge. Imidlertid er mange slike områder truet av eutrofiering og utbyggingsinteresser. Prosjektet undersøker om forekomster av ålegress-enger i indre og ytre Oslofjord er genetisk isolerte fra hverandre, eller om spredning kan bidra til å opprettholde bestandene. Dette har betydning for forvaltning av forekomstene. Resultatene viser begrenset genetisk diversitet og noe isolasjon mellom stasjonene, men tyder også på at seksuell reproduksjon mellom lokalitetene er stor nok til å motvirke særlig genetisk differensiering mellom indre og ytre Oslofjord. Bestandene synes derfor ikke å være så isolerte som det var grunn til frykte.

Lær fra fortiden – Utvikling og anvendelse av genetiske metoder for studier av planteplankton i sedimentkjerner

Vurdering av økologisk tilstand i innsjøer forholder seg til en antatt eller dokumentert naturtilstand, men denne kan være vanskelig å fastsette. Prosjektet benytter en paleolimnologisk tilnærming basert på å ekstrahere «fossilt» DNA fra ulike daterte lag i sedimentkjerner fra innsjøer. Så langt har prosjektet sett spesielt på genetiske varianter av blågrønnbakterien *Planktothrix* som opptrer under næringsrike forhold. Foreløpige resultater viser at man kan rekonstruere oppblomstring av arten tilbake i tid, også med hensyn til sammensetning av ulike genetiske kloner av arten. Metoden gir store muligheter til å studere og forstå utviklingen i innsjøer, og til å karakterisere naturtilstand på en sikrere måte.

Resultater fra andre delprosjekter

Prosjektet e-DNA utvikler metodikk for å kunne påvise forekomst av arter basert på fritt DNA i vann. Dette er spesielt aktuelt i forhold til tidlig påvisning av svartelistete arter, og påvisning av rødlistete arter som er sjeldne/vanskelig å observere eller som ikke bør beskattes med prøvetaking. I prosjektet ligger fokus på rødgjellet solabbor (*Lepomis gibbosus*, svartelistet) og elvemusling (*Maragartifera margaritifera*, rødlistet), og er kommet lengst i forhold til solabboren. Metodikken for denne arten fungerer, og sannsynlig spredning til et nytt vann er påvist. Dette resultatet må imidlertid bekreftes ved å fange fisk i den aktuelle lokaliteten.

I prosjektet GENVAR er det utviklet markører (mikrosatelitter) for å studere genetisk variasjon innen og mellom populasjoner av Drøbak-kråkebollen, og om mulig kartlegge spredningsforhold langs kysten. Denne arten er ansvarlig for nedbeiting av svære arealer av tareskog langs kysten av Nord-Norge, og spredningsmønstre er viktig å kartlegge for å kunne vurdere faren for nye oppblomstringer av arten. Resultater så langt viser markerte forskjeller mellom populasjoner i sør (Oslofjorden og Danmark) og populasjoner i nord. Videre arbeid vil inkludere flere lokaliteter for nøyere karakteristikk av spredningsmønstre og konektivitet mellom fjordbestander og kystpopulasjonene.

I KREKLIM-prosjektet studeres et arktisk ferskvannskrepsdyr kalt langhalet tusenbeinkreps (*Branchinecta paludosa*) som også forekommer i fjellet i Sør-Norge. Denne arten har vist seg å

være følsom for klimaendring, og utbredelsen i Sør-Norge er innskrenket de siste 40 år parallelt med temperaturøkning i samme periode. I 2013 har prosjektet fokusert på geografiske aspekter ved å sekvensere DNA fra et mitokondrielt gen i individer fra hele artens utbredelse på nordkalotten. Resultatene indikerer at de sørlige populasjonene har vært adskilt fra den arktiske hovedutbredelsen i lang tid, trolig siden siste istid eller lengre. I tillegg er det funnet et markert skille mellom populasjoner fra Nearktisk og Palearktis, og denne skriver seg mye lenger tilbake i tid. Dette arbeidet er under publisering. Også for denne arten har vi utviklet mikrosatelitter for å studere populasjonsgenetiske aspekter. Arbeidet med disse er ikke ferdig, men viser så langt en tydelig utarming av genetisk diversitet i sør sammenlignet med arktiske populasjoner.

Nye miljøgifter

Varighet: 1.1.2011 - 31.12.2015

Bevilget 2013: NOK 4 640 000, *påløpt 2013:* NOK 4 373 473

Samlet forventet bevilgning i perioden: NOK 20 625 000

Denne strategiske instituttsatsingen fokuserer på nye miljøgifter i alle typer vann og akvatiske systemer. I 2013 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

Per utgangen av 2013 er det publisert i alt syv vitenskapelige artikler i internasjonale journaler med fagfelle vurdering. I tillegg er det holdt en rekke foredrag på nasjonale og internasjonale møter, hvorav flere har vært med forvaltningen til stede, og en SIS-dag.

Utvikling av nye og innovative metoder for overvåking og vurdering av miljøfare

Innen nye metoder jobber vi med både passive prøvetakere og høyvolum-prøvetakingsmetoder som verktøy for miljøovervåking av (nye) miljøgifter. I 2013 har vi etablert metoder for prøvetaking av neonicotinoider, en gruppe pesticider som får stadig større oppmerksomhet internasjonalt og som kan være en årsak til tilbakegangen i bestanden av humler og bier. Vi har også deltatt i testing av metoder i et stort internasjonalt samarbeid om prøvetaking av nye miljøgifter i regi av det europeiske nettverket NORMAN.

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 rensaneanlegg for å kunne risikovurdere slike nedbrytningsprodukter.

I arbeidet med å utvikle bedre og mer effektive overvåkingsmetoder, har vi gjennom prosjektet «FleXibel LAB» 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. Data som vil fremkomme fra denne metoden vil være svært nyttig for bruk i internasjonale reguleringer på kjemikalier.

Effekter på alle nivå, fra gener til økosystemer

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 Oslo-området og for eksempel 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 med kransalger. 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. 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 (hovedopptak første døgnet). Kransalgene hadde også evne til å omdanne pyren (blant annet til hydrokso-pyren). Denne omdannelsen skjedde dessuten i større grad i lys (sannsynligvis forbundet med fotosyntese).

Miljøgifter og klimaendringer

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 fluks fra vann til luft oppe ved breen, mens det motsatte er tilfelle nede ved fjorden.

Prosjektet «Betydningen av smeltevann fra Folgefonna som sekundær kilde til DDT i Sørfjorden» har som mål å undersøke betydningen av smeltevann fra Folgefonna som sekundær kilde til DDT og kvikksølv i Sørfjorden. 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 også inkludert analyser av kvikksølv og 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.

Utvikling av regional-skala modellverktøy for risikovurdering

På modelleringssiden har vi gjennom prosjektet «SISpoll4» laget en helt ny type simuleringsmodell for nye miljøgifter på nedbørfeltskala, som kombinerer egenskapene fra hydrologi-drevne 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.

Marin forsuring/Ocean Acidification

Varighet: 1.1.2013 - 31.12.2016

Bevilget 2013: NOK 2 042 000, *påløpt i 2013:* NOK 1 882 773

Samlet forventet bevilgning i perioden: NOK 10 000 000

Introduction

The common aim of the ocean acidification SIS (OA-SIS) 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). OA-SIS 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. OA-SIS will study acidification effects in linked studies from the atmosphere, through ecosystems to the sediments.

Objectives

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.

Activity and results after the first year of OA-SIS

Quantifying natural variability in the marine carbonate system from observations requires the measurement of, at least, two of the four main carbonate system variables. One of the first activities in the SIS has been to develop an autonomous ocean acidification observing capacity. In 2013 we have developed a system for spectrophotometric pH measurements to be used on the Ferrybox lines as well as a standalone system. The prototype version have been successfully tested on the Oslo-Kiel Ferrybox system, and after modification a new system is in operation on the Ferrybox line at the Hurtigruten ship MS Trollfjord operating between Bergen and Kirkenes. The first long-term deployment indicates a precision on replicate measurements down to 0.0005 pH-units, which is also the limit achieved in laboratory conditions. It is worth remarking that these results have been accomplished after a research work aimed to carry out a reliable, rugged system capable of continuous monitoring under critical field conditions, reducing maintenance costs and increasing observational capacity.

Together with the German company Franatech a new membrane based and high temperature solid state detector for pCO₂ determination has been developed. The prototypes have been tested and improved to achieve a high accuracy. The system has been installed on the MS Trollfjord line and in the Skagerrak Ferrybox line. A system for high precision calibration using NOAA standard CO₂-gasses has been implemented at NIVA. Both the pCO₂ and pH system has been used and tested under Arctic condition during a cruise with Lance north of Svalbard up to 83 °N. Both pH and pCO₂ will operate together to measure two out of the four variables needed to understand the carbonate system and to quantify the natural variability in the marine carbonate system.

To achieve the understanding of the full carbonate system one must also develop a high-class capacity for measurement of alkalinity and inorganic carbon. In 2013 NIVA invested in the state-of-the-art system for these measurements (VINDTA) to develop a high class laboratory on marine acidification. The systems are implemented and the first laboratory and field test in the Arctic areas has been performed with success. The instruments and activity will optimize existing and new systems for marine carbonate measurements that will be used both in the laboratory and be mobile for use on ships and at experimental sites.

The above instrument packages will be installed on different platforms like Ferrybox and at NIVA Research Station at Solbergstrand. The measurements will be used to understand the seasonal and inter-annual variability along the observational transects. To study local variability of the marine carbonate system we started working with the exciting data from the time series on the Ferrybox systems and the ongoing marine acidification projects.

Experiments on the effects of ocean acidification require accurate scenarios of climate change and carbon dioxide speciation. The observed response of the marine carbonate chemistry to the increasing CO₂ exhibits substantial variations, as do projections of future change. In OA-SIS we will use existing and develop new modelling capacity to provide regionally specific acidification scenarios.

In 2013 we started working on several models including the coupling of different models. Issues on the boundary condition problem were solved, but we still need to update our version of

different programs to allow more flexibility. We have a close collaboration with Plymouth Marine Laboratory to deliver improved models.

Transportøkonomisk institutt, TØI

Innovasjon for bedre miljø og klima

SISen "Innovasjon for bedre miljø og klima" skal bygge opp kompetanse og bidra til bedre håndtering av utfordringer på to hovedområder:

1. Håndtering av ekstreme værhendelser og beslutninger under usikkerhet
2. Nye løsninger/ny teknologi for bedre byliv og lokalmiljø

Varighet og budsjett

Varighet: fra 2012 til 2017.

Budsjett for 2013: ca NOK 500 000 (ca NOK 800 000 årlig fra og med 2014)

Ekstreme værhendelser

Ikke bare Norge, men hele Nord Europa ble rammet av harde vinterforhold i 2010 og 2011. Jernbanen ble sterkest rammet. I Sverige medførte sterk vind og snøfokk, at snøen klebret seg fast til vognunderstellene, noe som økte vekten av jernbanevogner, og medførte hyppige akselbrudd. Operatørene manglet reservelagre av vognhjul og mannskap som innen rimelig tid kunne erstatte havarerte komponenter. Nye verkstedsavtaler måtte inngås under tidspress. På grunn av is og glatte spor, måtte flere tog innstilles.

Godsvolumet med jernbane i Sverige ble redusert 20% den vinteren. Hovedterminalen, Halsberg, var stengt pga. snø i to uker. Dette kostet alene mellom 200 og 250 millioner svenske kroner. Tyve togpendler mellom Halsberg og Gøteborg havn ble lagt ned. Ettersom det tok lang tid å få overført last fra jernbanevogner over på lastebil, frøs temperatursensitive ferskvarer i kulden, og måtte kasseres.

I Finland fant vi at 60% av alle togforsinkelser disse årene skyldes værrelaterte forhold, først og fremst kulde i kombinasjon med snø og is. På grunn av skader på skinnegang, sporveksler og signalsystemer som det tok tid å rette, varte forsinkelsene til mai/juni.

I Polen medførte tung snø at kjøreledninger brøt sammen. Trær veltet og sperret linjene. Underkjølt tåke glasserte kjøreledningene, og strømvaktakere knakk. Det var ikke ekstrem kulde som ga størst problemer men temperaturer som pendlet rundt frysepunktet. I kombinasjon med høy luftfuktighet førte dette til kortslutninger i det elektriske systemet i lokomotivene. Lokomotivene måtte holdes varme mellom kjøreoppdragene, og lokomotivførerne arbeide overtid for å håndtere unntakstilstanden som oppsto.

De langvarige problemer vinteren 2010 og 2011 sammen med påfølgende flom ([Dyrrdal et al. 2013](#)) førte at de største transport- og logistikkvirksomhetene gikk betydelige underskudd. Kundene flyktet fra jernbane til bil, og politikken for å overføre av mer gods fra veg til jernbane ble satt i revers ([Ludvigsen and Klæboe 2014](#)).

Fasadeisolering mot støy og innovative grønne støytiltak

I forbindelse med overgang til ny grenseverdiforskrift under forurensningsloven gjennomførte vegmyndighetene en nasjonal innsats for å utbedre leiligheter og boliger hvor det var overskridelser av maksimalt tillatte støynivå i bolig.

Effekten av den nasjonale innsatsen for isolere fasader og vinduer ble evaluert i en før og etterundersøkelse. Imidlertid kan kortidseffektene av tiltak avvike fra de som registreres etter at det har gått en stund. Fra forskningslitteraturen vet en at mange opplever det å være gjenstand for interesse som positivt. De som blir gjenstand for et offentlig finansiert tiltak kan også føle en takknemlighetsgjeld overfor de som har bekostet tiltakene – noe som kan farge svarene. Under planleggingen av undersøkelsesopplegget var det derfor lagt inn en ny etterundersøkelse for å anslå langtidsvirkningene av tiltaket. Undersøkelsen viser at reduksjonen i støyplage og søvnforstyrrelser ikke var resultat av korttidsvirkninger, men vedvarte ([Amundsen et al. 2013](#)).

I EU-prosjektet HOSANNA er det utviklet innovative grønne løsninger for å stoppe lydutbredelse, suge opp, eller spre lydenergi. Arbeidet er stort gjort allment tilgjengelig jfr. <http://greener-cities.eu>. Grønne tiltak har virkninger på estetikk, lokal og global forurensning i tillegg til støyvirkningene ([Veisten et al. 2012](#)). Arbeidet er formidlet ved en rekke møter med brukere i Europa, nasjonalt og med en populærvitenskapelig brosjyre: <http://on-air.no/HB.pdf>. En mer kvalifisert gjennomgang av arbeidet og resultater er planlagt vil inngå i en håndbok fra Taylor & Francis: <http://www.crcpress.com/product/isbn/9780415675239>

Miljøteknologi

Betydelig skjerpede utslippskrav Euro 6/VI innføres i 2014 - 2015. Reelle utslipp av partikler og NO₂ under nordiske byforhold kan imidlertid avvike sterkt fra det som legges til grunn ved EU's typegodkjenning. Norge mangler nasjonale laboratorier for å måle utslipp fra forbrenningsmotorer. SIS'en bidrar til å opprettholde gode forbindelser til internasjonale miljø som har nødvendig utstyr for å framskaffe anslag på reelle utslipp.

Avgassmålinger under nordiske klimaforhold av Euro 6 godkjente lette kjøretøy og to tunge kjøretøy med Euro VI motorer viser at det er mulig å oppnå lave utslipp av regulerte avgasskomponenter i virkelig trafikk. Ny renseteknologi og ny avansert motorteknologi kan imidlertid også medføre høye utslipp av uregulerte avgasskomponenter.

<https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2013/1259-2013/1259-2013-elektronisk.pdf>

Elbilpolitikk

En utredning for miljø- og samferdselsdepartementet viser at stortingets mål om å redusere det gjennomsnittlige CO₂-utslippet fra nye personbiler i 2020 til 85g/km kan nås ved å legge om engangsavgiften. I tre av fire skisserte scenarier nås målet direkte ved å øke CO₂-leddet i engangsavgiften. I det fjerde må det gjennomføres ytterligere innstramminger. Innfrielsen av 85-grams målet vil gi en CO₂ reduksjon på 35% fra dagens utslippsnivå. Måloppnåelsen bygger på økt etterspørsel etter biler med lavere utslipp og elbiler og/eller ladbare hybridbiler. En etappevis innføring av avgiftsendringen vil redusere ulempen ved å velge miljøvennlig og holde ekstrakostnadene for bilkjøpere og forhandlere nede fordi utvalget av lavutslippsbiler øker over tid.

Norge har i dag flest elbiler pr innbygger og høyest andel elbiler av nybilsalget i verden. Elbilen kjøpes i den første fasen oftest av menn i husstander med flere biler og boende i de større byregionene. utfordringer og muligheter framover ligger i utvikling av elbilflåter og i endring av insentiver når markedet vokser.

<https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2013/1264-2013/1264-2013-elektronisk.pdf>

<https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2013/1276-2013/1276-2013-elektronisk.pdf>

Referanser

Amundsen, A.H., Aasvang, G.M., Klæboe, R., 2013. Long-term effects of noise reduction measures on noise annoyance and sleep disturbance: The norwegian facade insulation study. JASA 133 (6).

Dyrrdal, A.V., Frauenfelder, R., Gangstø, R., Harbitz, A., Harbitz, C.B., Haugen, J.E., Hygen, H.O., Haakenstad, H., Isaksen, K., Jaedicke, C., Jónsson, Á., Klæboe, R., Ludvigsen, J., Meyer, N.K., Rauken, T., Romstad, B., Solheim, A., Sverdrup-Thygeson, Aaheim, A., 2013. Impacts of extreme weather events on infrastructure in Norway (infrarisk). NGI, Oslo.

Ludvigsen, J., Klæboe, R., 2014. Extreme weather impacts on freight railways in europe. Natural Hazards 70 (1), 767-787.

Veisten, K., Smyrnova, Y., Klæboe, R., Hornikx, M., Mosslemi, M., Kang, J., 2012. Valuation of green walls and green roofs as soundscape measures: Including monetised amenity values together with noise-attenuation values in a cost-benefit analysis of a green wall affecting courtyards. International Journal of Environmental Research and Public Health 9 (11), 3770-3788.

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

Varighet og budsjett

Prosjektet startet opp høsten 2011 og løper ut 2015 .

Prosjektet har et årlig budsjett på NOK 620 000.

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 norsk kompetanse og internasjonale og nasjonale nettverk på området. Prosjektet er delt inn i fem arbeidspakker som til dels løper parallelt i prosjektperioden:

Den første arbeidspakken studerer konsekvenser av å separere infrastruktur og driftsansvaret innen jernbanesektoren, samt hvilket forvaltningsnivå ansvaret for kjøp av persontransporttjenester legges på. Den andre arbeidspakken studerer deregulering av markedsadgangen og innføringen av konkurranse innen persontransport. Den tredje arbeidspakken analyserer virkningene av ulike finansieringsmodeller for investeringer og drift innen skinnegående transport, mens den fjerde arbeidspakken analyserer hvilke faktorer som påvirker etterspørselen etter slik transport i Norge og Europa. Den femte arbeidspakken vil dels oppsummerer de andre arbeidspakkene ved å se tilbuds- og etterspørselssiden i nærmere sammenheng, og dels ved å studere hvilke implikasjoner funnene kan sies å ha for fremtidig politikktutforming så vel som faglig utvikling på feltet.

Resultater og aktiviteter i 2013

I 2013 har prosjektet medvirket til å finansiere to artikler som er akseptert i nivå 2-tidsskrift, to artikler som er sendt inn til review, 4 papers på vitenskapelige konferanser, 3 populærvitenskapelige artikler, flere brukerrettede foredrag, samt en TØI-rapport som presenterer en kunnskapsoversikt over hvordan europeisk persontransport på jernbane er organisert i dag. Med støtte fra prosjektet har vi arrangert et heldags *jernbaneseminar*, med 73 eksterne deltakere fra Samferdselsdepartementet, Jernbaneverket, Statens Vegvesen, NSB, fylker og kommuner. 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.

Tre temaer har stått sentralt i denne rapporteringsperioden: risiko og usikkerhet ved investeringer og planlegging av ny infrastruktur; organisering og finansiering av persontransport på jernbane; og samordning mellom jernbane og øvrig kollektivtransport.

Risiko og usikkerhet ved samferdselstiltak og investeringer i ny infrastruktur behandles i to artikler. Artikkelen "Managing risk and irreversibility of transport interventions" (Ramjerdi og Fearnley 2014) diskuterer hvordan risiko og usikkerhet kan og bør behandles i planleggingen av store samferdselstiltak og investeringer i infrastruktur. Dette har dels konsekvenser for behandlingen av usikkerhet i transportmodeller, dels for gjennomføringen av konkrete planleggingsprosesser og dels for oppbygning av institusjonell kapasitet for å takle endringer underveis. I artikkelen "A process for designing policy packaging: ideals and realities" (Jsuten, Fearnley, Givoni and Macmillan 2014) viser vi hvordan tiltakspakker øker usikkerheten og kompleksiteten i planleggingen. Det økte usikkerheten gjør at tiltakene må utarbeides på en fleksibel måte, der det gis rom for justeringer og evalueringer underveis for å imøtekomme ikke-intenderte effekter. Artikkelen gir eksempler på hvordan dette kan gjøres i praksis.

Organiseringen og finansieringen av jernbanesektoren diskuteres i en TØI-rapport og to paperbidrag til konferanser. I rapporten «Organisering av persontransport på jernbane i Europa. En kunnskapsoversikt» (Krogstad 2013), viser vi at organiseringen av norsk jernbanesektor skiller seg ut fra resten av Europa. Vi er et av kun fire land som har separert infrastruktur og drift av jernbanenettet, bevart offentlig monopol på tjenesteproduksjonen og ikke har regionalisert deler av ansvaret for tjenestekjøpene. Rapporten konkluderer at Norge med fordel kan vurdere forsøk med regionalisert jernbane og konkurransetsetting. Temaet berøres også i paperne om insentiver for økt effektivisering av norsk jernbane, der vi diskuterer fordeler og ulemper ved å innføre sporavgifter og ytelsesordninger for bruk av norsk jernbaneinfrastruktur. Dette vil gi økt informasjonstilgang for norske myndigheter og bedre styring av sportilgangen, men vil i liten grad bidra til finansiering av ny eller eksisterende infrastruktur.

I forlengelsen av arbeidene over har vi også produsert artikler og foredrag som berører jernbanetransportens utvikling i Norge. Den populærvitenskapelige artikkelen «Europeisk bakteppe for nytenkning for norsk jernbane» (Krogstad 2013) viser hvordan organiseringen av norsk jernbane skiller seg fra andre europeiske land og hvilke konsekvenser det i så fall kan ha. I foredraget «Jernbane- og byutvikling på Østlandet fram mot 2050» (Strand 2013) viser vi hvordan det statlige forvaltningsansvaret for norsk jernbanetransport kan ha bidratt til en underprioritering av den lokale jernbanetransporten til fordel for interregional jernbane. Dette til tross for at den lokale jernbanen trolig har høyest potensial for fremtidig passasjervekst gitt den kommende befolkningsveksten rundt og omkring de store byene.

Fremtidig bærekraftig transport for industri og handel i Norge

Varighet og budsjett

Prosjektet startet opp 2011 og løper ut 2015.

Prosjektet har et årlig budsjett på NOK 1 820 000.

Prosjektet 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.

Transportprognoser og næringslivets mernytte av infrastrukturtiltak

En viktig del av beslutningsgrunnlaget for store infrastrukturprosjekt er prognoser for trafikkvekst. Slike prognoser er gjerne basert på den underliggende vareflyt som generer transportbehovet.

TØI har lang erfaring med å utvikle modellverktøy for analyser av infrastrukturinvesteringer, blant annet er CGE²-modellen GODMOD og SCGE-modellen PINGO utviklet ved TØI. PINGO har vært benyttet som verktøy for å regionalisere makroøkonomiske prognoser fra Regjeringens Perspektivmelding til bruk i nasjonale godsprognoser. Tidligere nasjonale godsprognoser har imidlertid hatt sine utfordringer, da den underliggende prognosemodellen i liten grad har fanget opp strukturelle endringer som følger av næringsutvikling. Dette har ført til at prognosen i liten eller ingen grad har gjenspeilet langsiktig utviklingstrend med økt transportdistanse.

En sentral forutsetning i mikroøkonomisk teori som ligger til grunn for nyttekostnadsanalyser (NKA) og som også har vært en viktig forutsetning i PINGO, er antakelsen om fullkommen konkurranse. I praksis er det ikke fullkommen konkurranse i noen markeder noe som medfører at nyttesiden underestimeres i en tradisjonell NKA. Nyttvirkninger som ikke fanges opp av direkte brukernytte i NKA kalles *mernytte*. De viktigste samfunnsøkonomiske virkningene som ikke fanges opp under forutsetning om fullkommen konkurranse kan sammenfattes i fire kategorier:

- Arbeidsmarkedsvirkninger
- Agglomerasjonseffekter (produktivitetsgevinster bedrifter har av å være lokalisert nær andre bedrifter)
- Økt produksjon og økt konkurranse i imperfekte markeder

I et doktorgradsarbeid som var finansiert av Forskningsrådets Smartrans-program og Statens Vegvesen Vegdirektoratet gjennom prosjektet Logistikk i Norge, ble det litt sent i doktorgradsløpet jobbet med å utvikle nye SCGE-modeller på norske data, sammen med forskere ved TNO i Nederland. De nye modellene skal til forskjell fra tidligere modellversjoner ta hensyn til bredere økonomiske ringvirkningseffekter. Utviklingsarbeidet har vært tidkrevende og da doktorgradsstipendiatet utløp i 2012 var ikke modellutviklingen ferdig. Arbeidet fortsatte innenfor

² Computable general equilibrium

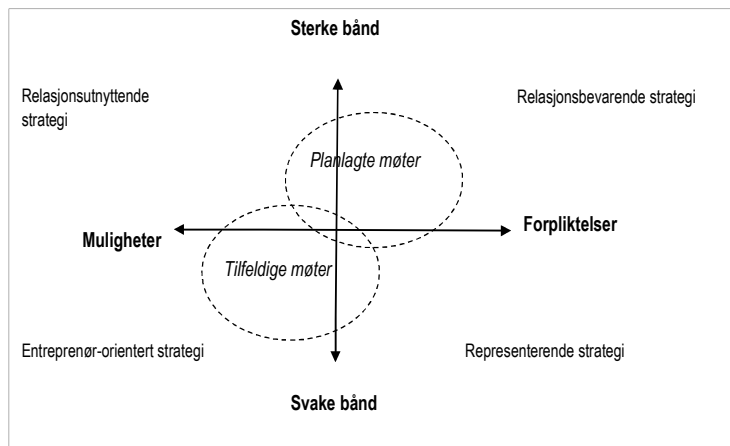
SIS-rammen i 2013. Modellen er nå tatt i bruk og anvendes i dag i eksternt finansiert prosjekter til analyse av mernytte av fergefri E39 og ny Oslofjordforbindelse.

Hva skal til for å redusere behovet for «nettverksreiser» i globale virksomheter?

Omfanget av internasjonale forretningsreiser er økende i Norge, som i de fleste andre vestlige land. I Norge har omfanget internasjonale forretningsreiser blitt fordoblet siden 1990. De lange forretningsreiser domineres av flytrafikk, og denne trafikken anses ofte for å være svært viktig for den økonomiske vekst og utvikling for virksomheter og regioner (Beaverstock and Budd 2013; Kesselring and Vogl 2010). Samtidig representerer veksten i de lange flyreisene et tiltagende miljøproblem, ettersom utslippene fra flytrafikk er en stadig større bidragsyter til de samlede CO₂ utslippene fra transportsektoren. Hva er det egentlig som gjør at ledere til stadighet setter seg på flyet for å treffe samarbeidspartnere, kollegaer og forretningsforbindelser i andre deler av verden?

For bedre å forstå de vurderingene som gjøres av ledere på dette feltet har TØI gjennomført en studie av ledere innenfor fiskeri, olje & gass, marinteknologi, telekommunikasjon og humanitære organisasjoner (Julsrud and Gjerdåker 2013). Gjennom kombinerte kvantitative og kvalitative studier har vi analysert hvilke typer lange reiser ledere gjennomfører og spesielt hvilken betydning de personlige møtene har for reisene. Undersøkelsene har tatt utgangspunkt i foregående arbeider som indikerer at behovet for å styrke sosiale relasjoner er en avgjørende drivkraft bak møter i internasjonale organisasjoner (Kesselring and Vogl 2010; Larsen, Urry, and Axhausen 2006; Larsen, Urry, and Axhausen 2008). Et rammeverk med fire hovedstrategier har blitt utviklet der tyngdepunktet i større eller mindre grad legges på å utvikle nye forretningsrelasjoner, eller understøtte eksisterende kontakter (se figur 1). Innenfor disse prosessene antas det at lederne i større eller mindre grad tar del i formelle/planlagte møter eller uformelle/tilfeldige møter

Entreprenør-strategien retter seg i sterkest grad mot å søke å etablere nye forretningsmuligheter med utgangspunkt i perifere bekjentskaper eller ved å utvikle nye



relasjoner. Den relasjonsbevarende strategi fokuserer på viktigheten av å ha ansikt til ansikt kontakt for å bevare relasjoner og forsterke en felles forståelse. Den relasjonsutnyttende strategien legger i større grad vekt på å utvikle nye muligheter innenfor pre-eksisterende forbindelser. Den repræsenterende strategi motiverer relasjonsutviklingen spesielt ut i fra forpliktelser ovenfor eksterne forbindelser, offentlige institusjoner og media.

Undersøkelsene bekrefter antagelsen om at behovet for å utvikle og opprettholde personlige relasjoner er viktig for å forklare utviklingen av lange forretningsreiser. Vi har også dokumentert hvordan de ulike strategiene benyttes i ulike bransjer. I motsetning til en del tidligere studier har vi imidlertid funnet at utvikling av nye relasjoner og uformelle møter, er vel så viktig for ledere som de formelle møtene. Spesielt for mange ledere innenfor teknologiutvikling og fiskeri-industri var «entreprenør-orienterte» nettverksstrategier viktige.

Rammeverket over angir sentrale strategier og motiver som ligger til grunn for bygging av personlige relasjoner og nettverk. Disse kan benyttes for å vurdere organisasjoners muligheter for

å gjennomføre nettverksreiser på en mer rasjonell og miljømessig bærekraftig måte. En større grad av sentralisert styring av reisene er antagelig påkrevet dersom en skal oppnå effektive reduksjoner i nettverksreisene.

Bedre 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.

Det er ønskelig at de norske gods- og persontransportmodellene er av en slik kvalitet at de egner seg til flest mulig analyser knyttet opp til bærekraftige transportløsninger. Det er da viktig at modellene både klarer å gjenskape dagens transport på en god måte og at de beregner mest mulig riktige effekter av de tiltak som skal analyseres. Som et ledd i valideringen av den nasjonale godstransportmodellen har vi tatt i bruk nye datakilder, som Kystverkets AIS-database, hvor skipenes posisjon logges med korte mellomrom. I tillegg brukes mer tradisjonelle data som Statens vegvesens vegtrafikktegninger, Jernbaneverkets og SSBs statistikker grunnlag til kontroll av tonn gods og antall kjøretøyer på infrastruktur og i terminaler. Valideringen gjøres på et detaljert nivå, og danner grunnlag både for justeringer av varestrømsmatriser og endring i algoritmer for rutevalg. Fra tid til annen oppdages også svakheter eller forbedringspunkter i statistikken, informasjon som formidles tilbake til statistikkprodusent. F.eks. er vi i tett dialog med både SSB og enkelthavner når det gjelder havnestatistikken og med Jernbaneverket når det gjelder deres terminalstatistikk.

En vesentlig svakhet i dagens godstransportmodell er at den ikke tar hensyn til hvordan pålitelighet i transporten påvirker valg av transportløsning. I forskningsrådsprosjektene Pusam og PRESIS legges det vekt på å komme med ny kunnskap knyttet til verdsetting av pålitelighet, spesielt knyttet til godstransport på jernbane. Dette har fram til nå manglet både i transportmodeller og nyttekostnadsanalyser. Vi har gjennomført en stated preference studie, hovedsakelig blant samlastere, for å få tall for kundenes verdsetting av mer presis togtrafikk. Basert på dette har vi beregnet nye anbefalte enhetsverdier for spart framføringstid og forsinkelser til bruk i nyttekostnadsanalyser av jernbanetiltak. I PRESIS jobber vi med å knytte verdsettingen til små og mellomstore tiltak på delstrekninger. Vi skal også studere i hvilken grad kundene velger bort toget når påliteligheten går ned, både for godskunder og passasjerer. I SISen vil vi se på mulighetene for å implementere den nye kunnskapen om tid og pålitelighet i godstransport i transportmodellene.

Referanser

Beaverstock, Jonathon V. and Lucy Budd. 2013. "International business travel in a digital world economy." *Research in Transport, Business & Management* 9:1-4.

Julsrud, Tom E. and Anne Gjerdåker. 2013. "Managing Obligations and Opportunities: Long Distance Travels and Personal Network Strategies in Global Organisations." *Research in Transport, Business & Management. Business Travel in an Information Age: Management, Planning and Sustainability*

Kesselring, Sven and Gerlinde Vogl. 2010. "'...Travelling, where the Opponents are': Business travel and the Social Impacts of the New Mobilities Regimes." Pp. 145-162 in *International Business Travel in the Global Economy*, edited by B. D. J. V. Beaverstock, J. Faulconbridge, F. Witlox. Farnham: Ashgate.

Larsen, Jonas, John Urry, and Kay Axhausen. 2006. *Mobilities, Networks, Geographies*. Hampshire: Ashgate.

Reisevaner og mobilitet 2013

Varighet og budsjett

SIS for Reisevane og mobilitet startet i 2013 og skal gå i fem år.

I 2013 var budsjettet på NOK 800 000. For de resterende årene er det søkt om NOK 1 000 000.

Reisevaner og mobilitet – samfunnsutfordringer

Befolkningsvekst i de største byregionene gir trafikkvekst i de områdene der trafikken allerede er tett. Andelen eldre i befolkningen vil øke, samtidig som det tyder på at de «nye» eldre vil ta med seg sine reisevaner og kanskje særlig sine bilvaner fra yngre år. For de «eldste» eldre vil behovet for et tilpasset transporttilbud ville kunne øke. På den andre siden av aldersskalaen kan det se ut til at det å ta førerkort når man fyller 18 år er mindre viktig for dagens unge enn det var for 15-20 år siden.

For å kunne planlegge og tilrettelegge på best mulig måte, er det viktig å få kunnskap om de utfordringene disse trendene og utviklingstrekkene skaper, og om hva som påvirker befolkningens mobilitet og de valgene de foretar seg.

Reisevaner og mobilitet er en basissetivitet 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.
- 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 politikkutvikling på samferdsels- og miljøfeltet.

Forskningsfronten

Det internasjonale forskningsfeltet knyttet til Reisevaner og mobilitet er omfattende. Det er særlig to områder der denne SISEn ligger langt framme på det nåværende tidspunktet. Det ene gjelder samspillet mellom informasjons- og kommunikasjonsteknologi og fysisk mobilitet, som vi har arbeidet med over flere år. I den forbindelse er vi involvert i et internasjonalt ekspertnettverk. Det andre området gjelder mobilitet blant eldre, der velferdsaspektet knyttet til reiseaktivitet og mobilitet er i fokus. Innenfor det siste området arbeides det med en doktorgrad.

Resultater og aktiviteter i 2013

I 2013 er det skrevet *seks vitenskapelige artikler* innenfor fagfeltet. Tematisk dreier de seg om bruk av videokonferanser, ulike aspekter ved Eldres mobilitet og transportbehov, analyser av ulike mobilitetsgrupper og teoretisk drøfting av forholdet mellom mobilitet og livskvalitet blant eldre.

Videre er det skrevet *tre populærvitenskapelige artikler* som tar opp (i) langpendlernes motiver for å akseptere lange arbeidsreiser, (ii) hvordan konkurranse på arbeidsplassen påvirker valg av reisemåte og (iii) Eldres ønsker om tiltak for å kunne gå mer enn de gjør i dag.

I november ble det holdt et *seminar* om utvikling av de nasjonale reisevaneundersøkelsene rettet mot brukere fra departementer, direktorater, fylker og kommuner. I tillegg til innledninger fra TØI, ble det holdt innlegg om metodeutvikling fra de danske og svenske fagmiljøene som arbeider med gjennomføring av de nasjonale reisevaneundersøkelsene.

Det ble også holdt et *internasjonalt seminar* om mobile applikasjoner i november.

Medlemmer av faggruppen har deltatt i COST-samarbeid. COST-gruppen, SHANTI, hadde reisevaneundersøkelser som tema. Andre medlemmer av faggruppen er invitert til å delta i en nyopprettet COST – gruppe, Social networks and travel behaviour, som starter sitt arbeid i 2014. Gruppen har ellers god kontakt med nordiske transportfaglige forskningsmiljøer. Gjennom deltakelse i ECTRI, mobilitetsgruppen, er det internasjonale kontaktnettet også stort.

Artikler

Vitenskapelige artikler:

- Denstadli, J. M., Gripsrud, M., Hjorthol, R., Julsrud, T. E. (2013) [Videoconferencing and business air travel: Do new technologies produce new interaction patterns?](#) *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2013, 29(1):1-13.
- Hjorthol, R. (2013) Transport resources, mobility and unmet transport needs in old age. *Ageing and Society* 33, 1190-1211.
- Hjorthol, R. (2013) Winter weather – an obstacle to older people's activities? *Journal of Transport Geography*, 28, 186-191.
- Julsrud, T. E. (2013) Activity-Based Patterns of Everyday Mobility: The Potential for Long-Term Behaviour Change Across Five Groups of Travellers. *Journal of Environmental Policy and Planning*. <http://dx.doi.org/10.1080/1523908X.2013.2013.837380> .
- Nordbakke, S. (2013) [Capabilities for mobility among urban older women: barriers, strategies and options](#). *Journal of Transport Geography*, 2013, 26(1):166-174
- Nordbakke, S., Schwanen, T. (2013) [Well-being and Mobility: A Theoretical Framework and Literature Review Focusing on Older People](#). *Mobilities*, 2013, 1-26

Populærvitenskapelige artikler:

- Hjorthol, R., Vågane, L., Denstadli, J. M., Hagman, R. (2013) Grønn jobbreising. Miljøbevisste ble trigget til å reise mer miljøriktig. *Samferdsel* nr 7, 14.

- Julsrud, T., Langset, B. (2013) Familieband og lokal tilhørighet motiverer langpendlerne. *Samferdsel* nr 10, 8-9.
 - Runde Krogstad, J., Hjorthol, R., Tennøy, A. (2013) Ikke bare-bare for eldre å gå ut. *Samferdsel* nr 5, 6-7.
-

CIENS SIS: Sustainable transport - drivers, change, impacts, policies

Bærekraftig transport: drivkrefter, endringer, virkninger og politikk

Varighet og budsjett

Prosjektet startet opp 2011 og løper ut 2015. Prosjektet har et årlig budsjett på NOK 880 000.

Denne miljø-SISens hovedmål er å styrke tverrfaglig forskning på bærekraftig transport på tvers av de natur- og samfunnsvitenskapelige instituttene i CIENS/Miljøalliansen³. CIENS-SISen er derfor gjennomgående opptatt av tverrfaglig teori- og metodeutvikling. Transport er et særlig 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 fossilfri framtid. Transport er et hovedmål for miljøpolitikken slik miljø er et hovedmål for transportpolitikken.

CIENS-SISen er tredelt med følgende mål og partnere:

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 bymiljøkonsekvenser i sammenheng med andre hensyn for en bærekraftig byutvikling, der konkret en ny og lite studert sammenheng undersøkes nærmere - 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)

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

Resultater og aktiviteter 2013

I 2013 har det vært følgende aktiviteter på gang:

- Et paper om "*The Knowledge-Policy Interaction for Sustainable Transport - Eased by Interdisciplinarity?*" drar veksler på CIENS-erfaringen og peker på tverrfaglighetens potensialer og paradokser. Hovedpoeng herfra ble innarbeidet i søknad til Miljø2015-

³ 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.

programmet (utlysning 29.5.13) om «*Urbanization, Knowledge-policy and cross-disciplinary interaction for sustainable cities* (UrbaKnow), et treårig CIENS-prosjekt fra 2014 i samarbeid mellom TØI, NIBR, SUM og TIK/UiO).

- 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*, har det vært lagt vekt på data- og metodeutvikling med helt nye koblingsmuligheter for data om bærekraftig bytransport (kobling RVU, SSBs KOSTRA og andre registerdata o.a.). Basert blant annet på disse datakoblingene er et integrert indikatorsett for miljøvennlig bytransport utviklet. En populærvitenskapelig artikkel «*Urban, mobil og miljøvennlig - sentrale indikatorer for den grønne byen?*» ble utgitt i tidsskriftet PLAN 2/2013.
- Artikkelen «*Home, car use, and vacation. The structure of environmentally significant behavior*» (Bratt, C, Stern, P, Matthies, E. & Nenseth, V.) ble sendt inn mars 2013 og antatt for publisering (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*" ferdigstilt i 2013 og nå sendt til 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).
- I CIENS-SIS3 er to papere 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?*". I tillegg drøfter paperet "*Meeting urban growth with sustainable transport?*" hvordan drastiske endringer i transportmiddelfordelingen i Oslo-området kan oppnås, for å nå målet om å møte all vekst i transport, som følge av befolkningsvekst og velferdsutvikling, med miljøvennlige løsninger. Dette ble presentert på NECTAR-konferansen på Azorene i juni 2013.
- En artikkel i det populærvitenskapelige tidsskriftet KLIMA tar for seg de klimapolitiske målene Nasjonal transportplan 2014-2013, og påpeker at planen ikke lenger opererer med konkrete måltallene for reduksjon i transportens klimagassutslipp. En vanlig policyanalytisk tese er at konkrete måltall forplikter, mens vage og flertydige mål både kan kamuflere manglende framgang – men samtidig også gi et visst politisk handlingsrom for å sikre bredere oppslutning om målene. Denne artikkelen var også utgangspunkt for et innlegg på den politiske møteplassen 'Arendalsuka' i august.

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

- Vibeke Nenseth: *Transisjonsperspektiv på bærekraftig byutvikling*. Klimaforsk - idémyldring, NFR, Oslo, 27.02.2013
- Vibeke Nenseth: *Nasjonal transportplan – store spørsmål, spinn og orakelsvar?* Klimaforum - Nasjonal transportplan, CICERO, CIENS toppsenter, 30.04.2013
- Vibeke Nenseth: Promotion of urban sustainable mobility: Best Practices in Norway. Sustainable mobility; towards an environmentally compatible movement in urban areas - The first Greek application in Thessaloniki, Regional of Central Macedonia/Hellenic Institute of Transport, Thessaloniki, 26.05.2012
- Vibeke Nenseth: *Vil NTP bidra til utslippskutt fra transport?* Arendalsuka: De nordiske landene er klimaverstinger når det gjelder transport – hvordan snur vi utviklingen?, Arendalsuka/Foreningen Norden, Arendal, 12.08.2013
- Vibeke Nenseth: *Green Sustainable Cities*. PEER (Partnership for European Environmental Research) Scientific Seminar, Paris, 3.09.2013

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
 - Nenseth, Vibeke og Berge, Guro. 2013. Urban, mobil og miljøvennlig - sentrale indikatorer for den grønne byen?. *Plan 2/2013*, Universitetsforlaget
 - Nenseth, Vibeke. 2013. Ny plan uten klimamål. *Klima 3/2013*, Cicero
-

Trafikksikkerhet

Den strategiske instituttsatsingen innenfor trafikksikkerhet pågår i perioden 2011-2015.

Den årlige økonomiske rammen til satsingen er NOK 1,8 millioner.

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 2013 omtales nedenfor.

Grunnlagsproblemer og metodeproblemer

Forskningen om grunnlagsproblemer og metodeproblemer har i 2013 konsentrert seg om å forklare en del tilsynelatende paradoksale fenomener man kan finne når det gjelder ulykkesrisiko, virkninger av trafikksikkerhetstiltak og bruk av betalingsvillighet som grunnlag for å prioritere trafikksikkerhetstiltak.

Et fenomen mange har tvilt på, er om det er mulig at flertallet av bilførere kan være sikrere enn gjennomsnittsføreren. En rekke psykologer har opp gjennom årene spurt førere om de tror de er sikrere enn gjennomsnittet. Som regel svarer et stort flertall av førerne at de tror de er sikrere enn gjennomsnittet. Men er det mulig? Data om hvordan ulykker fordeler seg blant førere ble gjennomgått og analysert. I alt 11 datasett fra ulike land ble studert. I alle disse var det slik at flertallet av førere var sikrere enn gjennomsnittet. Andelen førere som var sikrere enn

gjennomsnittet varierte mellom omlag 60 % og omlag 90 %. Men førerne var ikke mye sikrere enn gjennomsnittet, bare 10-20 %. Det typiske blant bilførere er derfor at et stort flertall av dem er litt sikrere enn gjennomsnittet og et lite mindretall mye farligere enn gjennomsnittet.

I en annen studie ble det spurt om det kan være mulig at et trafikkikkerhetstiltak både virker og ikke virker samtidig. I utgangspunktet høres dette umulig ut. Det må vel være slik at enten virker et tiltak, eller så virker det ikke. Men noen tiltak har virkninger på to nivåer: det individuelle og det aggregerte. Kjørelys på dagtid er et eksempel på et slikt tiltak. Den individuelle virkningen kommer til uttrykk ved at biler som bruker kjørelys er mindre innblandet i ulykker enn biler som ikke bruker kjørelys. Den aggregerte virkningen kommer til uttrykk i form av endringer i ulykkestall når andelen av biler som bruker kjørelys endres. Det er vanlig å anta at jo flere som bruker kjørelys, desto mer går ulykkestallene ned. Men man finner ingen slik sammenheng. Hittil har ingen forsøkt å forklare hvorfor det ikke er slik at en økt bruk av kjørelys øker fra, for eksempel 30 % til 90 % har større virkning på ulykkene enn en økt bruk fra 30 % til 40 %. En spillteoretisk modell utviklet av Nobelprisvinner i økonomi, Thomas C. Schelling, ble brukt til å forklare fenomenet. Selv om biler som bruker kjørelys alltid er sikrere enn biler som ikke bruker kjørelys, er det logisk og matematisk fullt mulig at økt bruk av kjørelys ikke gir færre ulykker.

Det er et politisk mål å få flere til å gå eller sykle. Hvordan vil det påvirke antall ulykker? Å gå eller sykle har høyere skaderisiko per kilometer enn å kjøre bil. Samtidig har det vist seg at jo flere fotgjengere og syklistene det er i trafikken, desto lavere blir ulykkesrisikoen for den enkelte fotgjenger eller syklist. I internasjonal litteratur omtales dette som «Safety-in-numbers»; et passende norsk uttrykk kan være «beskyttelse i mengden». Mange studier har funnet en klar tendens til beskyttelse i mengden. Det betyr at hvis det blir flere som går eller sykler, så vil ikke nødvendigvis ulykkestallene øke like mye som antallet fotgjengere eller syklistene; økningen kan bli langt mindre. Et spørsmål som kan stilles er om det alltid finnes beskyttelse i mengden. Data om 159 gangfelt i Oslo ble analysert for å finne ut dette. Det viste seg at beskyttelse i mengden fantes i flertallet av gangfeltene, men ikke alle. Noen gangfelt var også kjennetegnet av den motsatte effekten: økt fare i mengden. På bakgrunn av dette er det viktig å få vite mer om hva det er som skaper beskyttelse i mengden, slik at man oftest mulig oppnår denne virkningen. Det pågår forskning som tar sikte på å avdekke hva som forklarer beskyttelse i mengden.

Betalingsvillighetsstudier har i noen år dannet grunnlaget for økonomisk verdsetting av bedre trafikkikkerhet her i landet. Den vanlige måten å bruke resultatene av slike studier på, er å regne ut gjennomsnittsverdier for hele befolkningen, for eksempel en gjennomsnittsverdi per unngått dødsfall. Men betalingsvillighetsstudier gir i prinsippet mulighet for å beregne en «etterspørselskurve» for trafikkikkerhet, der betalingsvilligheten er bestemt av størrelsen på risikoreduksjonen (mengden av godet som «kjøpes»). Man kan da beregne betalingsvilligheten i ethvert punkt langs denne kurven og anvende denne «lokale» betalingsvilligheten som grunnlag for å prioritere trafikkikkerhetstiltak. Enkle beregninger viser at en rekke paradoksale effekter da kan oppstå. Det kan for eksempel vise seg at et tiltak som redder 20 liv verdsettes lavere enn et tiltak som redder 10 liv. Det er nyttig å kunne påvise at dette kan følge av tilpasning til en etterspørselskurve som er i samsvar med de mest grunnleggende antakelser i økonomisk teori, siden økonomer lenge har brukt, for eksempel, en prioritering av å redde 10 liv framfor 20 som et argument for at «uformelle» prioriteringer gir ineffektive resultater. Det må betegnes som paradoksalt at slike prioriteringer nettopp kan følge av fullkommen tilpasning til en etterspørselskurve som har de samme kjennetegn som etterspørselskurver for ethvert normalt gode.

Samspill mellom trafikanter og teknologi

Test på fareoppfattelse blant barn og ungdom

Det er samlet inn ytterligere data i 2013 med TØIs videotest på fareoppfattelse i trafikken (tidligere data ble samlet inn i forbindelse med Forskningstorget i 2011 og 2012), og analysene viser systematiske sammenhenger mellom alder og reaksjonstid på faresituasjoner sett fra en bilførers perspektiv. Mens testen tidligere har vært benyttet bare på voksne, har datainnsamlingen i forbindelse med Forskningstorget også omfattet barn og ungdom, og vi finner at de yngste oppfatter færre situasjoner som farlige og bruker lengre tid på å reagere. Det ser ut til barn under 13 år først og fremst oppfatter situasjoner med motoriserte kjøretøy i bevegelse som farlige, mens de i mindre grad oppfatter fare forbundet med stillestående trafikanter som kan utgjøre potensiell fare, og hvor farepotensialet avhenger av den øvrige trafikksituasjonen.

Det er utarbeidet en artikkel basert på disse resultatene, som er innsendt for publisering.

Spørreundersøkelse om distraksjon og uoppmerksomhet blant bilførere

Det er gjennomført en spørreundersøkelsen blant ulykkesinnblandede bilførere om distraksjon og uoppmerksomhet som medvirkende faktorer ved ulykkene de hadde rapportert til forsikringselskapet. Dataene er under bearbeidelse, men foreløpige resultater bekrefter tidligere studier som viser at bruk av håndholdt telefon gir en betydelig økning i ulykkesrisikoen. I tillegg er det en effekt av betjening av bilradio og av forstyrrelser utenfor bilen (bl.a. reklameskilt og – plakater). Den formen for uoppmerksomhet som er forbundet med størst økning i risiko er imidlertid det å sitte i egne tanker i stedet for å konsentrere seg om trafikken – formuleringen i spørreskjemaet var «konsentrasjon på egne tanker, bekymringer eller hendelser utenfor trafikksituasjonen». De som svarte at dette hadde forekommet umiddelbart før uhellet, hadde ca. 15 ganger høyere odds for å være skyldig part i uhellet enn dem som ikke rapporterte denne typen uoppmerksomhet.

Faktorer som påvirker trafiksikkerhet og trafiksikkerhetspolitikk.

Sammenhengene mellom arbeidsmiljø og trafikkulykker er et tema som får stadig mer oppmerksomhet, blant annet fordi det etter hvert er kommet mange utenlandske transportører og sjåfører på norske veier. Dette kan påvirke trafiksikkerheten og politikken på dette området blir dermed viktig.

Som en del av SIS-arbeidet har vi gjennomført en omfattende empirisk studie av sammenhengene mellom arbeidsbelastninger, helse og sikkerhet blant bussjåfører organisert i Yrkestrafikkforbundet. Studien er rapport som en TØI-rapport (1279/2013), forfattet av Ross Phillips og Torkel Bjørnskau. Resultatene viser at arbeidsrelaterte helseproblemer er vanligere blant bussjåfører enn blant andre yrkesutøvere, og at det særlig er de som kjører delte skift som har problemer når det gjelder arbeidsbelastninger, søvnproblemer og helseproblemer. Vi fant også at de i større grad enn andre sjåfører brøt kjøre- og hviletidsreglene. Studien er sendt inn for presentasjon på den internasjonale «Working on safety»-konferansen i Skottland i september 2014.

Et annet, men beslektet felt innenfor dette temaområdet i SIS-en, dreier seg om sikkerhetskultur, som er et fenomen som også har fått stor oppmerksomhet innenfor sikkerhetsarbeidet både i transport og på andre områder. I hvilken grad sikkerhetskultur påvirker faktisk sikkerhet, er imidlertid et spørsmål som i forholdsvis liten grad har vært undersøkt. Som en del av SIS-arbeidet gjennomførte vi en omfattende litteraturstudie av sammenhengene mellom sikkerhetskultur og faktisk sikkerhet i ulike transportgrener i 2013. Arbeidet fikk også finansiering av den svenske Transportstyrelsen, og er publisert som Arbeidsdokument nr. 50267, forfattet av Torkel Bjørnskau og Tor-Olav Nævestad. Resultatene viser at det er få studier av sikkerhetskultur i transport som har undersøkt sammenhenger mellom sikkerhetskultur og faktisk sikkerhet, og at det er

metodesvakheter ved mange av de studiene som har undersøkt slike sammenhenger. Men, studien finner også at det blant de metodologisk mest solide studiene, som blant annet undersøker sikkerhetskultur før faktisk sikkerhet er målt, er det entydige resultater i retning av at god sikkerhetskultur også gir god faktisk sikkerhet.

Turismen i Norge

Varighet og budsjett

Prosjektet startet opp 2009 og løper ut 2013 og har et årlig budsjett på NOK 815 000.

Faglige mål og tema

Programmets generelle faglige mål har vært å styrke forskerne kompetanse på reiselivsfeltet og institusjonens produksjon og formidling av kunnskap om reiselivet i Norge. Programmet har vært rettet mot å styrke instituttets rolle som kunnskapsleverandør til næring og forvaltning. Et annet sentralt mål har vært kunnskapsformidling gjennom publisering av vitenskapelige artikler og bidrag på internasjonale konferanser.

Transportøkonomisk institutt har gjennom de to siste tiårene etablert solide datasett innen reiselivsfeltet gjennom større nasjonale undersøkelser (gjesteundersøkelsen blant utenlandske turister, reisevaneundersøkelsen på fly og den norske reisevaneundersøkelsen), NFR-finansierte forskningsprosjekter (TOURIMPACT, SUSTOUR, ACTOR, CULTOUR), samt en del frittstående studier (turistveger, turbustrafikk etc).

Etableringen av en reiselivs-SIS har gjort det mulig å viderefordre dette datamaterialet og publisere kunnskap langt ut over det som var mulig innenfor de respektive prosjektene.

Aktivitetene er gjennomført med utgangspunkt i de temaområder som ble oppstilt i det opprinnelige programdokumentet. Det vil si at de i hovedsak er gjennomført i henhold til programmets faglige og politikkrettede mål, ut fra det hvilke typer av data som er tilgjengelige eller kunne gjøres tilgjengelige innenfor programmets økonomiske ramme.

Aktivitetene er dokumentert i rapporter, vitenskapelige artikler, populærvitenskapelige artikler og et avsluttende brukerseminar ved TØI.

I presentasjonen nedenfor er de gjennomførte aktivitetene gruppert under overskrifter som stort sett følger de skisserte temaområdene.

Utvikling og strukturer i innkommende turisme i Norge

Utenlandske turister i Norge – utviklingstrekk 2000 – 2011 (TØI-rapport 1268/2013)

Transportøkonomisk institutt har i denne rapporten samlet hovedtallene fra den årlige Gjesteundersøkelsen blant utenlandske turister i Norge for perioden 2000 – 2011.

Gjesteundersøkelsen, som var finansiert av Innovasjon Norge, ble sist gjennomført i 2011. Undersøkelsen er basert på tall fra fergeselskapene, lufthavnene og Statens vegvesen (supplert med bilskilttelling på grenseovergangene) over totalt antall inn- og utreiste turister etter nasjonalitet. Data om turistenes fordeling på reisemål, overnattingsform, antall døgn i Norge

etc er samlet inn gjennom spørreskjemaundersøkelser ved utreise i lufthavner, fergehavner og ved grenseovergangene mot Sverige og Finland.

Totalt antall utenlandske turister som overnatter minst en natt i Norge økte fra 2000 til 2011 med 60 prosent (fra 3,1 til 5 millioner). Antallet overnattinger økte med 53 prosent (fra 21,3 til 32,6 millioner).

Det var 85 % vekst i ikke-kommersielle overnattinger (+ 6,9 millioner overnattinger), mens veksten i kommersiell overnatting (hotell, camping, hyttegrend, leid hytte/leilighet) var på 33 % (+ 4,3 millioner).

Dokumentasjonen i rapporten er spesielt viktig fordi antallet kommersielle overnattinger i den offisielle overnattingstatistikken fra Statistisk sentralbyrå er langt lavere enn Gjesteundersøkelsens tall. I 2000 var Gjesteundersøkelsens tall for hoteller og campingplasser 29 prosent høyere enn SSBs tall, og i 2011 var forskjellen økt til 62 prosent. Mens SSBs tall viser en vekst på 600 000 overnattinger, viser Gjesteundersøkelsen en vekst på 3,3 millioner for hoteller og campingplasser. Tar man også med leide hytter i dette bildet, viser SSBs tall en samlet økning i kommersielle overnattinger på 114 000 overnattinger, mens Gjesteundersøkelsen viser 4,3 millioner.

Det lanseres to mulige hovedforklaringer: For det første at store deler av det kommersielle overnattingstilbudet (særlig leilighetskompleksene og hyttelandsbyene, samt tradisjonell hytteutleie) ikke fanges opp i SSBs overnattingstatistikk: For det andre at bedriftenes innsendte oppgaver til SSBs statistikk ser ut til å ha en økende grad av overrapportering av norske overnattinger og tilsvarende underrapportering av utenlandske overnattinger.

Reisevaneundersøkelse for utenlandske turister i Norge 2012 (TØI-rapport 1294/2013)

I denne rapporten videreføres Gjesteundersøkelsen, men på et begrenset datagrunnlag. Data for ankomster/avreiser med ferge og fly etter nasjonalitet, samt data fra Statens vegvesens trafikktegninger er samlet inn på samme måte som tidligere, men det er ikke gjennomført utvalgsundersøkelser blant utreisende turister. Vi har dermed måttet anta at hovedstrukturene i den innkommende turismen er de samme som i 2010/2011, det vil si fordelingen på overnattingstype, besøksmål, oppholdstid etc, samt nasjonalitetsfordeling blant reisende over grenseovergangene på vei. På dette grunnlaget presenteres tall for innkommende turismen til Norge, på samme måte som i de foregående Gjesteundersøkelsene.

Utenlandsk bussturisme i Norge – “New knowledge on geographical structures and transport issues in incoming coach round trip tourism in Norway”

Dette paperet ble presentert på UNWTO (World Tourism Organization) sin konferanse MOVE 2011 - 2nd International Conference on the Measurement and Economic Analysis of Regional Tourism i Bilbao i oktober 2011. Basert på kartlegging av rundreiser med buss i Norge, markedsført på internett i Sverige, Danmark, Tyskland, Storbritannia, Spania, Italia og USA, gir paperet en oversikt over bussreiser med minst en overnatting i Norge. Det fokuseres spesielt på innreise- og utreisested (herunder fordeling på vei, fergesteder og lufthavner), reiserute og reises varighet, etter nasjonalitet. Mens Gjesteundersøkelsen viser at ca 500 000 turbusspassasjerer ankommer Norge med ferge eller på vei (2010), viser denne undersøkelsen at det også er mye utenlandsk turbustrafikk med start og/eller endepunkt på norske flyplasser, som ikke fanges opp i Gjesteundersøkelsen (annet enn som flypassasjerer).

Internasjonale artikler basert på gjesteundersøkelsens data

Modelling micro-level tourism expenditures: Some recommendations about choice of variables. Christer Thrane, Tourism Economics Vol. 20/1 2013

Artikkelen diskuterer mulige determinanter for turistenes forbruk på mikronivå (individer) og gir anbefalinger om hvordan modellering av forbruket kan forbedres i framtidig forskning på området.

Nationality as a segmentation criterion in tourism research: The case of international tourists' expenditures. Thrane, C. E. og E. Farstad, Tourism Economics vol 18/1 2012

Nasjonalitet inngår i en stor andel av multivariate turismeanalyser som en av mange kontrollvariable. I denne analysen, basert på forbruksdata fra Gjesteundersøkelsen 2007 og 2009, vises mer eksplisitt hvordan variasjoner i forbruksnivå henger sammen med nasjonalitet. Resultatene fra denne analysen viser at 35 prosent av total forklart varians kan tilskrives nasjonalitet.

International tourists' decision timing: Cross national differences. Thrane, C., E. Farstad, P. Dybedal, Tourism Economics

Basert på Gjesteundersøkelsens data fra sommeren 2011, fokuserer denne analysen på tiden fra reisebeslutning tas til reisen faktisk foretas. Gjennomsnittstiden for utenlandske turister i Norge er ca 6 måneder, og det er store relativt store variasjoner etter nasjonalitet. Det er imidlertid andre variable enn nasjonalitet som sterkest forklarer variasjonene i tiden fra beslutning til reisen starter.

Tourists' length of stay: The case of international summer visitors to Norway. Thrane, C. E. og E. Farstad, Tourism Economics Vol. 18/5 2012

Datagrunnlaget er også her Gjesteundersøkelsen, og fokus er rettet mot sammenhenger mellom varighet av Norgesoppholdet og hvilke faktorer som påvirker oppholdstiden. Nasjonalitet betyr relativt mye – samtidig som også alder, forbruksmønster og andre turrelaterte egenskaper virker inn på oppholdstiden.

Reiseruter og opplevelser

Utenlandsturismen i Norge om sommeren er tradisjonelt dominert av rundreiser, oftest i bil med eller uten campingtilhenger, eller med bobil. Satsingen på turistveger i Norge (og i Sverige) har reist interessante problemstillinger om opplevelse langs reiseruter og deres betydning.

The long and winding roads: Perceived quality of scenic tourism routes. Denstadli, Jon Martin og Jens Kr. Steen Jacobsen. Tourism Management vol 32/4 2011.

Materialet er hentet fra intervjuer med turister ved ulike turistvegstreknings i Norge og har som siktemål å øke forståelsen av turistenes opplevelse av og grad av tilfredshet med turistvegproduktet. Studien viser blant annet at fasiliteter langs veiene (parkering, informasjon, toaletter etc) og attraktive landskaper er blant de viktigste egenskapene ved turistvegene når det gjelder turistenes grad av tilfredshet.

Grønn turisme - nasjonalparker

Denne delen av aktivitetene fokuserer på ulike aspekter knyttet til bærekraftig reiseliv i nasjonalparker i Norge. Det er publisert tre artikler med midler fra SIS reiseliv, to av dem i et temanummer titulert «Frontiers in nature-based tourism». Problemstillingene er knyttet til en klassisk konfliktsituasjon; vern kontra bruk av naturområder og/eller kulturlandskaper. Hva slags typer av turisme, og i hvilket omfang, bør utvikles for å balansere vern og bruk? Fra turistenes

side vil for eksempel både krav til fasiliteter og tilgjengelighet og krav til autentisitet og/eller uberørthet gjøre seg gjeldende.

Stakeholder Consensus Regarding Trail Condition and management responses: A Norwegian case Study. Denstadli, Jon M., Kreg Lindbergh, Oddinge Vistad. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* vol 10/3 2010

Slitasje på stier og vegetasjon er betraktet som et økende problem. Artikkelen baserer seg på en studie om turisters og lokalbefolkningens (de som tjener på turisme og de som ikke er økonomisk involvert) holdninger til ulike forvaltningstiltak. Studien konkluderer blant annet med at det er større enighet om at tiltak er nødvendige enn det er om hvilke tiltak som bør gjennomføres.

Turning National Parks into Tourist Attractions: nature Orientation and Quest for Facilities. Haukeland, J. V., B. Grue og K. Veisten. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* vol 10/3 2010

Artikkelen baserer seg på en studie blant tyske, nederlandske og danske turister i Norge sommeren 2008, og fokuserte på grad av naturorientering (målt ved et sett av indikatorer) og krav til fasiliteter. Det ble funnet signifikante, men svake, sammenhenger mellom grad av naturorientering og krav til fasiliteter som f.eks skilting og stier. Resultatene indikerer likevel at det er et potensial for utvikling av naturområder i turismesammenheng.

Tourism stakeholders' perceptions of national park management in Norway. Jan Vidar Haukeland. *Journal of Sustainable Tourism*, vol 19/2 2011

Studien er basert på kvalitative intervjuer med representanter for reiselivsbedrifter i og ved Rondane og Jotunheimen nasjonalparker. Resultatene avspeiler at de kommersielle aktørene i liten grad opplever at de har innflytelse i plan- og beslutningsprosesser. Det framkom videre at man opplever at næringsutvikling bremses av ulike former for restriksjoner og at reiseliv i liten grad er tatt hensyn til i forvaltningen av nasjonalparkområdene. Det konkluderes med utvikling av bærekraftig reiseliv i nasjonalparkområdene forutsetter et nærere samarbeid mellom næringsaktører og forvaltning.

Turisme og klimaendringer i nordområdene

Turisters opplevelser av vær og klima er lite undersøkt i andre sammenhenger enn badeferier i varme områder. I norsk sammenheng har det vært hevdet at man kan selge "styggvær", at turister uteblir om værmeldingen er dårlig, og at været ikke har noen betydning for besøkende.

Tre SIS-finansierte artikler innen dette studieområdet belyse hvordan turister opplever sentrale aspekter ved værforholdene i de norske nordområdene, sett i forhold til scenarier for klimaendringer i disse områdene. Artiklene bygger på en empirisk undersøkelse av norske og utenlandske besøkende i nordområdene fra ACTOR-prosjektet (NORKLIMA-programmet). *Tourist Weather preferences in Europe's Arctic: a comparative study.* Jacobsen, J. K. S., J. M. Denstadli, M. Lohmann. *Climate Research*, vol. 50/1 2011.

Det er mange sommerturister som besøker nordlige områder i Norge til tross for kjølige værforhold. Undersøkelser i to nordnorske arkipeler viser at de fleste turistene opplever klimaet som bedre enn ventet, selv om forventninger og oppfatninger av hva som er «godt» og «dårlig» vær varierer mye. Studien viser videre at klarvær med god sikt er viktig, men at man aksepterer varierende vær, så lenge man ikke opplever hyppig nedbør og lengre perioder med dårlig sikt.

Cool weather tourism under global warming: Comparing Arctic summer tourists' weather preferences with regional climate statistics and projections. Førland, E.J., J. K. S. Jacobsen, J. M. Denstadli. *Tourism Management*, vol 36 2013

Artikkelen kombinerer kunnskap om turistenes værpreferanser med meteorologisk forskning om klimaendringer, ved å sammenlikne turistenes værpreferanser med nåværende og framtidig (prosjeksjon) sommervær i det nordlige Skandinavia. Turistenes preferanser for relativt varmt vær vil etter projeksjonene bli møtt med økende antall milde/varme dager, men preferanser for god sikt og lite nedbør vil bli møtt av et økende antall «våte» dager med dårligere sikt. Studien representerer en ny tilnærming til forståelsen av turistenes atferd under endrede klimaforhold og gir viktige signaler til reiselivsnæringene.

More clouds on the horizon: Polar tourists weather tolerances in the context of climate change. Jon M. Denstadli og Jens K. S. Jacobsen. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*.

Denne studien fokuserer på opplevelse av og oppfatninger om vær og klima blant turister i arktiske områder, og er basert på data fra en spørreundersøkelse blant turister på Svalbard. Besøkende i disse områdene er relativt tolerante med hensyn til å akseptere vind og lave temperaturer, men har klare negative holdninger til værtyper med lav sikt. Projisert klimautvikling for disse områdene tilsier økende andel dager med dårlig sikt, noe som representerer en betydelig utfordring for reiselivsoperatører på Svalbard og i andre arktiske områder.

Brukerseminar

TØI avholdt i juni 2013 et brukerseminar (40 deltagere) hvor følgende temaer ble presentert i form av foredrag:

- Omfang og utvikling i den innkommende turismen
- Reisevaneundersøkelsen på fly i Norge – vår største turismeundersøkelse
- Analyser av verdiskaping og ringvirkninger

Bioforsk jord og miljø

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

Samarbeid: NIKU - Bioforsk

Varighet: 2011- 2015

Totalbudsjett Bioforsk (NFR): NOK 1 073 000

Prosjektleder: Ove Bergersen

Forskning og overvåking av kulturminner i jord på tre lokaliteter i Avaldsnes, Trondheim og Harstad

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 NOK 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, geografisk spredning og om det foreligger tilleggsfinansiering.

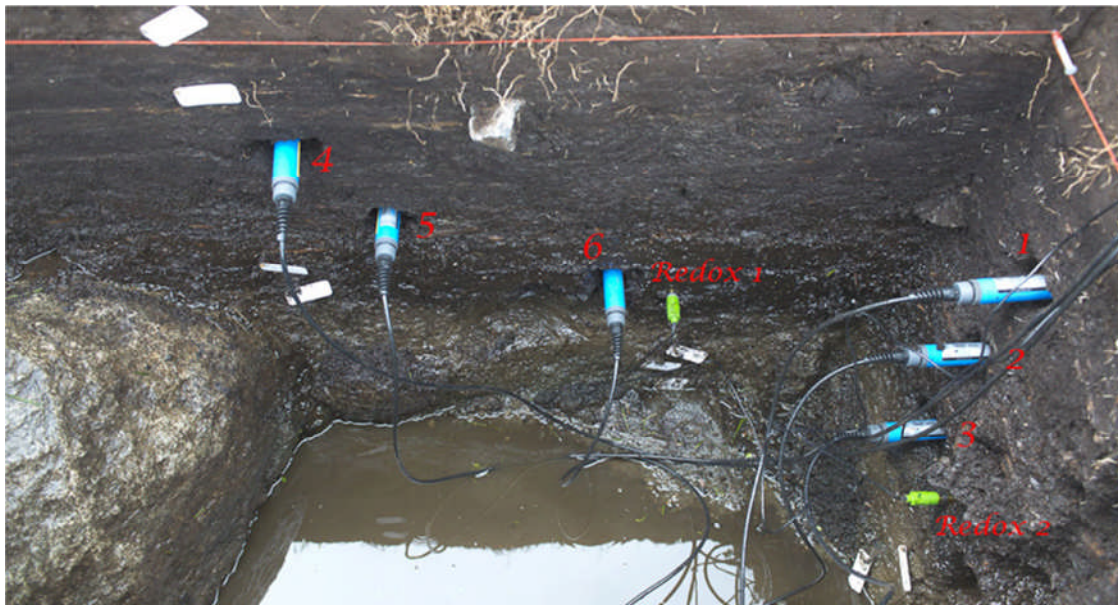
Kunnskap og overvåking av kulturminner på kongsgården Avaldsnes (Karmøy) er et samarbeid med et større utgravingsprosjekt i regi av Kulturhistorisk museum UiO og Arkeologisk museum UiS for å få mer kunnskap om bevaringen av kulturminner på gårdshauger i et typisk kystklima. Det samme gjelder en typisk gårdshaug ved Harstad hvor kulturlagene har betydelig større andel av organisk materiale. Disse lokalitetene vil derfor være viktig å kunne sammenligne med hverandre. Bioforsk har etablert overvåking av bevaringsforhold i kulturlag med sensorer, logging av data og overføring til PC og websider hvor data presenteres grafisk. Figur 1 viser overvåkingsutstyr plassert i profilvegg på et utgravet profil i en gårdshaug.

Tilstanden til kulturlagene i middelalderbyen Trondheim er det også et viktig å få mer kunnskap om. Her viser undersøkelser at kulturlagene forringes over tid i både øvre og nedre lag. Kulturlagene er nå 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 forundersøkelser på en byggetomt at nedbryting og bevaringsforholdene av kulturlagene kan være svært variable. Finansiert med SIS-midler har Bioforsk her satt i gang miljøovervåking av

kulturlagene for å kunne vurdere en ny bevaringsstrategi etterspurt av Riksantikvaren. Det ble tatt ut jordprøver for å kunne undersøke nedbrytningshastigheter av organisk materiale uten tilgang på luft over lang tid. Resultatene så langt viser at nedbryting av organisk materiale skjer 3 til 4 ganger raskere i dårlig bevarte jordprøver sammenlignet med bedre bevarte jordlag. Kulturlag i vannmettet jord er generelt bedre beskyttet enn i drenert jord. I de godt bevarte jordlagene blir kulturminner 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. Derfor er det viktig med kulturlagsovervåking, spesielt i slike forsøk. 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. Overvåking i flere år vil kunne gi svar på om dette lykkes. Så langt ser det ut som om nytt bygg virker stabiliserende for de fysiske og kjemiske forhold i jordlagene. Dette er en ny strategi som også vil benyttes for å bevare kulturlag ved Bryggen i Bergen.

I overvåkingsprosjektet i Harstad ser vi nå at kulturlagene i gårdshaugen er svært godt bevart med rikt organisk materiale. Gårdshaugen er som å grave i myrmateriale med høyt vanninnhold og tette porer. Overvåkingen så langt viser stabile gode forhold uten telesvingninger og oksygenfrie soner. Nedbryttingsstudier under kontrollerte forhold uten lufttilgang i laboratoriet, der det bl.a. måles på frigjort karbon i form av CO_2 og CH_4 , har i vist lav nedbrytingsrate så langt.

I In Situ SIS gjennomføres det 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, jordtemperatur og jordfuktighet på Vollan gård ved Harstad.

Det har så langt blitt produsert to trykte 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 vil også bli presentert på www.forskning.no .

Climate effects from mountains to fjords - Effects of climate change on runoff from agricultural/cultivated ecosystems (AGRI-LOSS)

Samarbeid: NIVA-Bioforsk

Varighet: 2011- 2015

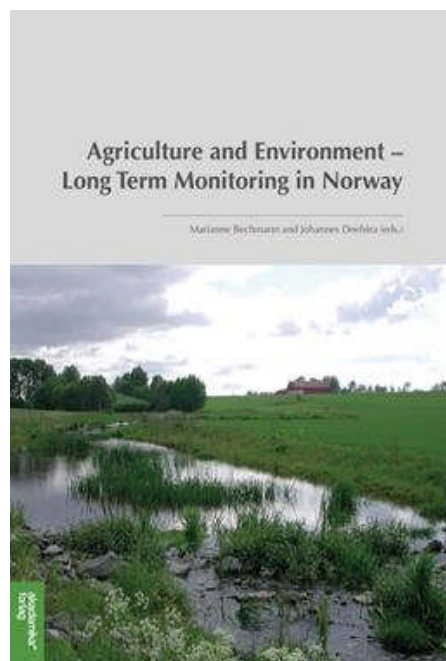
Budsjett Bioforsk (NFR): NOK 3 114 000

Prosjektleder: Per Stålnacke

Næringsstofftap fra landbruket

Programmet for 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 1995 ble også plantevernmidler inkludert i programmet. I 2013 fylte programmet for jord- og vannovervåking i landbruket, også kalt JOVA, 20 år. Nå er de viktigste resultatene fra programmet blitt oppsummert i en engelskspråklig bok som er finansiert gjennom felles-SIS AGRI-LOSS.

Data fra overvåkingen av jordbruksdominerte nedbørfelt har de siste 20 årene blitt brukt til mange ulike formål, inkludert støtte for regional forvaltning så vel som internasjonal rapportering. Kunnskapen om og oppmerksomheten rundt tap av næringsstoffer, partikler og pesticider fra norsk jordbruk har i høy grad vært basert på disse målingene. Dessuten har programmet fungert som et eksempel for hvordan landbruket kan overvåkes i mange andre land, deriblant Sverige og de baltiske landene. Boken, som har fått tittelen Agriculture and Environment – Long Term Monitoring in Norway, retter seg mot forskere og forvaltning innen jordbruk og miljø som har interesse for samspillet mellom jordbruk og miljø.



I tillegg til å oppsummere resultater fra 20 års overvåking, fokuserer boken 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
- Overvåkingens rolle i samfunnet.

AGRI-LOSS har også tatt initiativ til et spesialnummer om nitrogen-avrenning i Norden og Baltikum. 15 artikler er nå under gransking og vil bli publisert i tidsskriftet *Agriculture, Ecosystems & Environment* i løpet av 2014.

Resultatene, eksemplifisert ved tabellen nedenfor, indikerer store forskjeller i tap av nitrogen mellom de 35 studert nedbørfeltene i Norden og Baltikum. En del av forskjellene kan forklares av vannføring og nedbørsforhold. En analyse av langtidsutviklingen i 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., in press)

Tabell. Gjennomsnittstap for nitrogen tap og konsentrasjoner i 26 landbruksdominerte nedbørfelt i Norden (modifisert fra Stålnacke et al., in press)

Country	Catchment	Time period ^a	Q	TN	NO ₃ -N	TN	NO ₃ -N
			(mm)	(kg N ha ⁻¹)	(kg N ha ⁻¹)	(mg N l ⁻¹)	(mg N l ⁻¹)
Norway	Skuterud	1994-2011	546	47	36	9	7
	Mørdre	1992-2011	312	23	17	7	5
	Kolstad	1991-2011	356	55	47	16	13
	Hotran	1993-2007	746	55	41	7	5
	Time	1995-1998	763	51	36	7	5
		2004-2011					
	Skas-Heigre	1995-2011	692	41	32	6	5
	Naurstad	1994-2011	1122	29	10	3	1
	Volbu	1993-2011	290	22	17	8	6
	Vasshaglona	1998-2011	1244	102	76	8	6
Sweden	M42	1993-2009	228	25	21	11	9
	M36	1990-2009	261	23	20	9	8
	N34	1997-2009	396	44	39	11	10
	F26	1994-2009	447	23	16	5	4
	O18	1989-2009	356	21	18	6	5
	E21	1989-2009	161	17	16	11	10
	I28	1990-2009	166	19	17	11	10
	C6	1995-2009	227	10	7	5	3
Denmark	Højvads Rende	1991-2010	145	18	-	12	-
	Odderbæk	1991-2010	226	15	-	7	-
	Horndrup bæk	1991-2010	281	19	-	7	-
	Lillebæk	1991-2010	237	26	-	11	-
	Bolbro bæk	1991-2010	495	7	-	1	-
Finland	Löytäneenoja	1998-2009	260	18	15	7	6
	Hovi	1998-2009	316	15	11	5	4
	Savijoki	1998-2009	330	18	13	5	4
	Haapajyrä	1998-2009	232	28	20	12	9

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. En annen studie har vært fokusert på å øke forståelsen rundt betydningen av drenasje for nitrogen-tap til vann og luft. Til slutt har tilbakeholdelse av næringsstoffer fra jord via bekk til utløp vassdrag blitt analysert. Disse aktiviteter vil bli rapportert i 2014 og 2015.

Greenhouse gases in the North: from local to regional scale (GHG NOR)

Cooperation: NILU-Bioforsk

Duration: 2011 – 2014

Budget Bioforsk (NFR): NOK 3 854 000

Project leader: Daniel Rasse

Introduction

The main objective of the present proposal 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 analysed 5 full 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. 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 that has just been accepted for publication in the open-source journal *Biogeosciences Discussion of the European Geophysical Union*. Synthesis of results from Andøya has also been presented at an international GHG conference. 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.

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, we are currently acquiring a high precision NO-analyser, which combined to the existing GC set-up, will 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. During the past two years, the GC has become one of the key instruments in the laboratory creating numerous options for new projects and national and international collaboration. The GC is crucial for seven currently running projects at Bioforsk and there is three proposals pending where the GC would have major importance.


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) organic pollutants and nanoparticles, 3) organic amendments, 4) 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 an 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 been allowing 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 methods 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 a recently accepted article in the International Journal of Greenhouse Gas Control (IJGGC).

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.



Publikasjonen kan lastes ned fra
www.forskningsradet.no/publikasjoner

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 2014

ISBN 978-82-12-03345-0 (pdf)