

Synteserapport Norsk miljøforskning mot 2015

Program
Miljø 2015



Om programmet Miljø 2015

Forskningsprogrammet Miljø 2015 startet opp i 2007 og hadde aktiv drift ut året 2015. Programmet bygger på de tidligere programmene: Forurensningsforskning PROFO (2000–2005), Biologisk mangfold (1998–2007), Villaksprogrammet (2001–2006), Landskap i endring (2000–2007), Rammebetingelser og styringsmuligheter for en bærekraftig utvikling - RAMBU (2002–2007), samt satsingen Miljørett (1996–2007).

Programmets hovedmål har vært:

1. Å frambringe ny kunnskap om sentrale prosesser i natur- og samfunnssystemene våre med relevans for bærekraftig bruk og forvaltning av miljøet. Programmet skal videre gi dypere forståelse av årsaker til og konsekvenser av miljøproblemer. Både nasjonale og globale utfordringer skal vektlegges.

2. Å bidra til å framskaffe kunnskap om hvilke handlinger og reguleringer som kan gi miljøforbedringer og hvordan disse kan eller bør skapes. Søkelys skal rettes både mot det nasjonale og internasjonale nivået, inklusive hvordan Norge best kan forholde seg til og delta i formuleringen av internasjonale rammebetingelser.

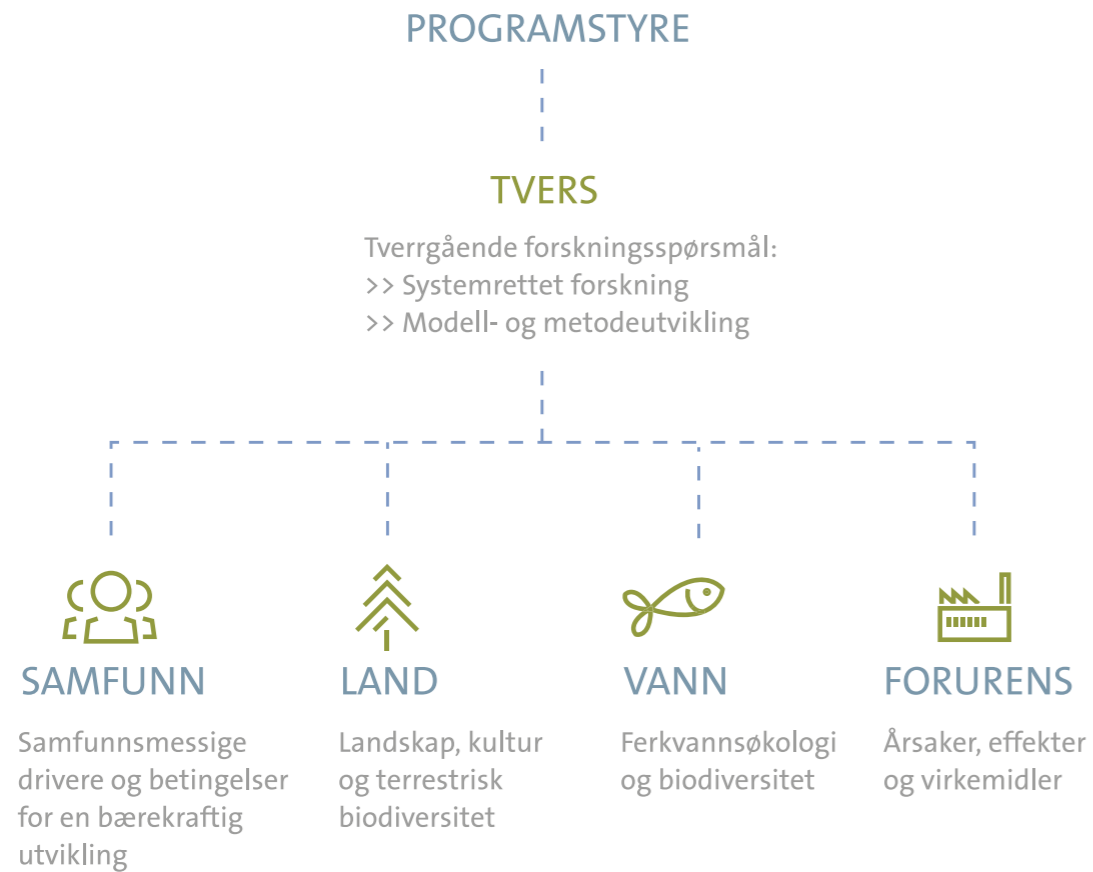
3. Å stimulere til helhetlig miljøforskning av høy kvalitet. Programmet skal bidra til oppbygging og styrking av norske forskningsmiljøer og styrke norske forskningsmiljøer som internasjonale samarbeidspartnere. Programmet skal bidra til å sikre grunnlaget for en robust miljøovervåkning.

Innhold

| | | | |
|------------------------------|----|--|----|
| Forord | 4 | Andre forurensninger | 58 |
| Innledning | 5 | Landbruksrelatert miljøtematikk | 61 |
| – | | Forvaltning og virkemidler | 68 |
| Naturmangfold og økosystemer | 12 | Viltforvaltning | 75 |
| Friluftsliv | 27 | Vannforvaltning | 79 |
| Laksefisk | 31 | Forbruk og miljø | 85 |
| Landskap og areal | 36 | Veien videre fra Miljø 2015 til MILJØFORSK | 90 |
| Kulturminner | 41 | Forfattere av temadelene | 93 |
| Miljøgifter | 47 | Vedlegg | 94 |



Forord



Programmet har vært organisert med ett overgripende og fire tematiske områder, under ledelse av et programstyre.

Miljø 2015 har langt på vei lyktes med å oppnå programmets mål (se programmets hovedmål på forrige side). Organisatorisk har det vært en fruktbar dialog med brukere og forvaltning blant annet gjennom programstyre og rådgivende utvalg. I rapporten vil man se at det kan forekomme overlapp i teksten mellom ulike tema. Dette er et bevisst valg for at temaavsnittene skal kunne leses uavhengig av hverandre. Gjennom perioden 2007–2015 har Miljø 2015 disponert i alt 626 millioner kroner. Bevilgningene har i grove trekk vist en moderat årlig økning gjennom perioden, fra 67,5 millioner kroner i 2007 til 81,6 i 2015. Klima- og miljødepartementet (KLD) har vært den viktigste bidragsyteren og har stått for 65 prosent av bevilgningene, etterfulgt av Landbruks- og matdepartementet (LMD) og Kunnskapsdepartementet (KD), begge med ni prosent av de totale bevilgningene. Utenriksdepartementet (UD), Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) og Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) har også bidratt med midler til programmet, om enn i noe mindre grad. Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri har gitt et viktig årlig næringslivsbasert supplement med i alt cirka seks prosent av programmets bevilgninger. Programmet har hatt årlige utlysninger og etablert en prosjektportefølje på i alt 138 forskerprosjekter. Samtidig er

det etablert 29 prosjekter etter ulike internasjonale utlysninger med norsk deltakelse, og 24 kommunikasjons- og nettverksprosjekter. Utlysninger og porteføljeanalyser har bidratt til en bred og variert prosjektportefølje. Prosjektene har generelt hatt meget høy kvalitet og stor samfunnsrelevans, det er mye samarbeid på tvers av fag og nasjoner, og godt integrert brukermedvirkning.

Programmet har bidratt sterkt til rekruttering til norsk miljøforskning, og har blant annet finansiert 48 doktorgrads- og 51 postdoktorstipendiater.

Miljø 2015s internasjonale relasjoner er solide, med de tre europeiske samarbeidsprogrammene JPI Water, Cultural Heritage og Urban Europe, samt ERA-nettet BiodivERsA. I tillegg har programmet etablert bilateralt forsknings-samarbeid med India og Kina. Programmetskonferanser har vært den viktigste møteplassen for miljøforskere i landet, og Miljø 2015 har også bidratt til at andre møtearenaer har kommet i stand.

Per Backe-Hansen,
programkoordinator for Miljø 2015

Innledning

Norsk miljøforskning underveis

Norsk miljøforskning har vært i stor utvikling i mange retninger gjennom Miljø 2015s programperiode.





Norsk miljøforskning gjennom de siste åtte-ti årene. Og de forskningsmessige utfordringene på kort og lang sikt

Strukturelle, organisatoriske og generelle utviklingstrekk

En økt bevissthet om at miljøspørsmål krever en bred tilnærming har blant annet medført økt tverrfaglig samarbeid. Videre har miljøforskningen blitt stadig mer internasjonal med framvekst av mange nye internasjonale utlysingsformer. Dette gir nye muligheter, men må også balanseres mot nasjonale behov. Nye metoder og ny teknologi har bidratt til en utvikling fra deskriptiv forskning til modellering og predikeringsundersøkelser. Sammen har dette bidratt til en strukturutvikling i norske forskningsmiljøer i retning av mer samarbeid, blant annet gjennom senterdannelser.

På mange områder er det etablert sterke og konkurranse-dyktige forskningsmiljøer. Grunnfinansiering av norske forskningsinstitusjoner innenfor feltet har gjennomgående opplevd en viss årlig vekst.

Det har vært en tendens i retning av større prosjekter gjennom programperioden. Dette har også innebåret flere rekrutteringsstillinger, et viktig bidrag til rekruttering og kompetanseutvikling.

Økosystemtjenester er blitt sterkt videreutviklet som et forvaltnings- og forskningsmessig begrep, i stor grad inspirert av NOU 2013:10 *Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester*.

Miljøvennlig energi, særlig fornybar energi, og klimaendringer har fått større oppmerksomhet den siste tiden. Klimaperspektivet er kommet sterkere inn og har påvirket miljøforskningen på flere felter. Blant annet medfører klimaendringene at nye miljøspørsmål og problemstillinger bringes på banen.

Faglige utviklingstrekk

Arealbruk og konflikter som følge av press på arealer har fått enda større aktualitet. Bruk av utmarka er blitt betydelig redusert, noe som skaper landskapsendringer og miljøutfordringer. Det brukes nå et bredere spekter forskningsmetoder enn før, noe som gir mer nyansert kunnskap om dilemmaer og konflikter i arealforvaltningen. Også forskning på tap av biologisk mangfold, herunder invaderende/fremmede arter og deres innflytelse på miljøet, står høyt på dagsordenen. Dagens forskning bidrar til en bedre forståelse av årsakssammenhenger, noe som muliggjør en bedre forvaltning. Det utvikles også kunnskap som bidrar til verdsetting av økosystemtjenester og naturgoder.

Interessen for kulturminner har endret seg fra tradisjonell bevaring av enkeltmonumenter til en mer helhetlig forvaltning. Også internasjonalt er det en utvikling der kulturarven ses som en ressurs for verdiskaping og samfunnsutvikling.

Friluftslivet tar stadig nye former. Dette utfordrer det tradisjonelle friluftslivet, det stiller nye krav til arealbruk og nye og ofte lokale normer for utøvelse etableres.

Samtidig har forbruket av utstyr og energi til friluftslivsformål økt.

Rovviltdebatten er fortsatt sterkt polarisert. Dialog, involvering og samarbeid mellom involverte aktører er den viktigste konfliktdependende faktoren for sameksistens mellom mennesket og de store rovdyrene jerv, bjørn, ulv og gaupe.

Norsk vannforvaltning har i økende grad vært preget av den norske tilslutningen til EUs vannrammedirektiv (Vannforskriften), noe som har ført til utvikling av klassifiseringssystemer og indikatorer. Det har vokst fram en bred erkjennelse av at invaderende arter kan være svært skadelige for den opprinnelige faunaen.

Forskning på atlantisk laks, en art av spesiell forvaltningsmessig interesse, har tidligere i stor grad konsentrert seg om genetiske interaksjoner mellom rømt oppdrettsfisk og vill fisk, samt om lakseparasitter. Senere har også marine vandring, feilvandring og reetableringer kommet inn som viktige temaer. Både for laks og innlandsfisk utgjør vandringshindre i vassdrag en stor utfordring som det fremdeles ikke finnes fullgode løsninger på.

Mye av forskningen knyttet til forurensning har konsentrert seg om nye kilder og nye miljøgifter, men det har også vært viet stor oppmerksomhet til metaller og «eldre» typer organiske miljøgifter. I de senere årene har forskningen på effekter av forurensning blitt styrket, en dreining fra tidligere da man i større grad konsentrerte seg om å se på forekomst. Et relativt nytt forskningsområde har vært å se på hvilke miljøeffekter forskjellige typer nanomaterialer kan medføre.

Det har vært en økende interesse for miljøforskning innenfor samfunnsvitenskapene, et økende antall søknader med høy kvalitet, og dermed en hardere konkurranse om forskningsmidlene. Utviklingen i norsk samfunnsvitenskapelig miljøforskning har i hovedsak vært preget av en større vektlegging av tverrvitenskapelige og store forskningsprosjekter, samt en økt finansiering av samfunnsfaglig forskning på feltet. Vi kan også se en viss endring i hvilke temaer som blir belyst: fra en sterk konsentrasjon på styring, virkemiddel og publikums forbruksmønster dominert av økonomer, statsvitere og sosiologer til en bredere palett samfunnsvitere og humanister som omfatter både mer kritiske, juridiske, kulturteoretiske og historiske perspektiver.

Forskningsutfordringer

Det ligger i miljøutfordringenes natur at forvaltningstiltak i mange tilfeller ikke gir raske effekter. I tillegg vil forskningen som danner grunnlag for tiltakene være tidkrevende. Samtidig opplever samfunnet at enkelte miljøutfordringer krever umiddelbare og effektive tiltak, noe som stiller store krav til forskningsmiljøene innenfor disse feltene.

For å støtte opp om en kunnskapsbasert forvaltning er det viktig at forskere og forvaltere snakker sammen. Dette kan gjerne innebære brukermedvirkning i forskningsprosjekter, og forskningsresultater bør omsettes og formidles på en forståelig og hensiktsmessig måte. Det er nødvendig, men samtidig en utfordring, å få til en bedre kobling mellom

forskning og miljøovervåkningsprogrammer. Det trengs også ny kunnskap for å utvikle en bedre forvaltning, ikke minst på tvers av forvaltningsnivåene.

Det har vært og vil fortsatt være viktig at forskningen svarer på spørsmål som er relevante for norsk miljøforvaltning og norske forhold. Samtidig er det viktig at norske forskningsinitiativer er godt forankret i de europeiske forskningstrendene. Som for resten av samfunnet er globaliseringen viktig i forskningen, både tematisk og med hensyn til samarbeidsformer. På kort sikt er det viktig fortsatt å gi rom for perspektiver og angrepsmåter på de store miljø- og samfunnsutfordringene som ikke nødvendigvis er like rettet inn mot innovasjon som EUs rammeprogram Horisont 2020.

Miljøutfordringer som følger av klimaendringer er i ferd med å endre seg fra å være langsiktige til å være nåtidige. Mange av de «tradisjonelle» miljøproblemer forsterkes i et endret klima, for eksempel gjengroing av kulturlandskap, cocktail-effekter av miljøgifter, sykdom- og parasittbelastning og beitetilgang. Nye utfordringer kommer også til, slik som invaderende arter og ekstremværhendelser. Tilpasning til lavutslippssamfunnet er et viktig nasjonalt mål, men samtidig vil enkelte klimatiltak kunne ha miljøkonsekvenser av annen art, og disse må kartlegges bedre.

Tap av biologisk mangfold og påvirkninger på økosystemer og miljøgodene de frambringer, forventes å volde samfunnet store utfordringer i lang tid framover. Arealendringer og klimapåvirkninger er sentrale årsaker til disse endringene, og samfunnet står derfor overfor store utfordringer ved omlegging til en grønnere samfunnsutvikling og verdiskaping. Arealbruksutviklingen, herunder urbanisering, påvirker naturressurser, kulturmiljøer og samfunnsutviklingen. Størst er konsekvensene i pressområder nær by og kyst, ved overgangen til mer fornybar energi som ofte er arealintensiv, og der ny infrastruktur - og fritids-, bolig- og næringsutbygginger presser på. Også en del rurale områder opplever utfordringer med arealbruksendringer, inkludert ikke-bruk av areal og gjengroing. Viktige arealbaserte næringer som utmarksbeite, jord- og skogbruk og friluftsliv påvirker og påvirkes.

Vi trenger ny kunnskap og metodeutvikling for å kunne vurdere samlet belastning på økosystemene, for eksempel i forbindelse med infrastrukturutbygging. Vi trenger også kunnskap om hvordan vi kan få en mer miljø- og klimatilpasset urbanisering og byutvikling.

Det er fremdeles utfordrende å finne gode metoder for å måle økologisk kvalitet i innsjøer og elver ved hjelp av biologiske indikatorer. Påvirkning fra klimaendringer (særlig endrede nedbørsmønstre) og miljøfremmede stoffer vil være viktige forskningsområder for norsk vannforvaltning. Når det gjelder lakseforskning, vil det fortsatt være stor vekt på forskning på vandring og oppvekst i havet, samt påvirkning fra oppdrettsnæring og vannkraftindustri. På noe lengre sikt vil klimaendringer og innflytelse fra ulike nye miljøgifter på laksefisk kunne seile opp som de viktigste forskningsmessige utfordringene.

Det er registrert produksjon av mer enn 100.000 menneskeskapte kjemikalier i Europa, og det kommer hele tiden flere til. Det vil derfor fortsatt være behov for mer kunnskap og datagrunnlag om nye miljøgifter. Vi vil i større grad enn tidligere trenge å utvikle og anvende verifiserte modeller, som alternativ til å testing i laboratorium. Slik testing er både kostbart og tidkrevende, i tillegg til at det i dag er nødvendig å bruke dyr i forsøkene.

Det mangler fortsatt tilstrekkelig kunnskap om hvilken miljørisiko hormonforstyrrende stoffer og nanopartikler innebærer. Vi mangler også kunnskap om risikoen ved eldre miljøgifter som kvikksølv og PCB, særlig i Arktis, der blant annet klimaendringer har medført økte mengder i miljøet. Framover bør forskere se mer på effekter på økosystemnivå heller enn på individnivå i tilfeller der dette gir bedre grunnlag for å forstå påvirkningene. Sammenvirkende effekter (cocktail-effekter) hører til blant de største utfordringene ved miljøgifter. I dag finnes det ikke gode verktøy for å vurdere risikoen for blandingseffekter av miljøgifter eller hvordan forvaltningen skal håndtere disse. Fra forvaltningens side er det et ønske om at forskningen skal bidra til å identifisere de største forurensningstruslene. Ulike typer landbruksforurensning må håndteres samlet med koordinerte tiltak og virkemidler.

Europeiske forskningsinitiativer er i økende grad tverrfaglige, der naturvitenskapelige og sosioøkonomiske perspektiver integreres. Tverrfaglig forskning vil forbli viktig. Det er likeledes svært viktig at forskningen stiller kritiske spørsmål rundt utviklingen av miljøpolitikkenes rammebetingelser og sosial atferd i forbindelse med utviklingen av et bærekraftig samfunn.

En annen utfordring er å sikre forskningsinfrastruktur, blant annet kostbare analyseapparater. Prisen på slik apparatur er høy og kan være vanskelig å skaffe midler til, samtidig som driftsutgiftene er høye.

Til slutt vil vi nevne at det er viktig å sikre tilstrekkelig forskningsfinansiering for å opprettholde og styrke de norske forskningsmiljøene på feltet.

Koplingene mellom fag og fagmiljøer

I tillegg til Miljø 2015s fire tematiske hovedområder, la Miljø 2015 spesielt opp til en satsing på tverrfaglig forskning gjennom det overgripende forskningsområdet TVERS. Programmet har hatt høye ambisjoner for fler- og tverrfaglighet, både gjennom TVERS og de fire temaområdene, og det har lyktes godt med å nå målene om fler- og tverrfaglighet på prosjektnivå. Utlysningene er bevisst brukt som virkemiddel for å fremme tverr- og flerfaglighet, og i tillegg har man i løpet av programperioden i økende grad gått sammen med andre miljørelevante programmer om utlysninger, noe som har virket positivt i så måte. Svært mange forskere i prosjektene tenker og arbeider på tvers av fagdisipliner. Mange av prosjektene innenfor hvert av de fire hovedområdene omfatter betydelige elementer av flerfaglighet. Programmets betoning av hvor viktig fler- og tverrfaglighet er, har også vært med på å øke samarbeidet mellom institutt- og universitetssektoren.

Innen landskapsforskning, viltforskning og i stor grad også innen forskning på ressursforvaltning, har man lyktes med å få til fler- og tverrfaglig forskning der både samfunnsvitenskap og naturvitenskap har bidratt til helhetlig kunnskapsutvikling. Innen forurensnings- og vannforskningen har man i mindre grad fått til samarbeid med andre fagområder. Det er et stort uutnyttet potensial for økt samarbeid mellom miljøgifts- og helseforskning.

Miljøforskningens samhandling og resultater med betydning for norsk forvaltning og andre brukere

Det er alltid vanskelig å vurdere betydningen av forskning, ikke minst fordi det tar tid for forskningresultatene å få fotfeste, men også fordi det legges forskjellig vekt på hvilken påvirkning vi snakker om. Dette kan være direkte bruk av forskningsresultater i forvaltningen eller mer indirekte påvirkning i form av kompetanseheving og økt oppmerksomhet om viktige områder. De fleste prosjektene i porteføljen kan imidlertid sies å ha hatt en tydelig praktisk kobling, enten direkte eller indirekte, og brukeraspektet har vært sentralt i bedømmingen av hvilke søknader som skal innvilges. I tillegg kan det nevnes at de mange konferansene som programmet har arrangert, trolig også har spilt en viktig rolle for å bedre dialogen mellom forskning og praksis på miljøområdet.

Miljø 2015s styre og rådgivende utvalg har gjennom hele programperioden hatt representanter fra både forsknings- og forvaltningssiden. Dette har fremmet god dialog og vært nyttig i programmets strategiske utvikling. Også årsrapportering og faktaark har vært viktige tiltak for å formidle og bringe forskning og forvaltning sammen.

Departementer/forvaltning

Oppfordring til brukermedvirkning har bidratt til å bygge ned barrierer mellom forskning og forvaltning, og vært viktig for å fremme gjensidig god dialog og forståelse. I tillegg til at forskningsmiljøene utvikler populærvitenskapelig og forvaltningsorientert formidling, forutsetter samhandlingen at det er kapasitet i forvaltningen til å følge opp forskningen.

Programmet har frambrakt mye nyttig og relevant kunnskap som brukes aktivt av forvaltningen både lokalt, regionalt, nasjonalt og internasjonalt. Det er imidlertid et spørsmål om forvaltningen kunne fått enda mer nytte av forskningen dersom brukeraspektet hadde vært enda sterkere betont og/eller om programmet hadde vært mer tematisk spisset. På dette punktet er det noe ulik erfaring innenfor ulike forvaltningsområder. Som et eksempel kan det nevnes at innenfor forurensningsforskning, gir enkeltprosjekter sjelden full kunnskap om en konkret problemstilling. Prosjektporteføljen har imidlertid levert brikker som samlet sett har kunnet anvendes av forvaltningen. Videre har prosjektene gitt forskerne kompetanse som forvaltningen har benyttet seg av, blant annet ved konvensjonsforhandlinger og regelverksutvikling i EU.

Forskning

Programmet har lyktes godt med målene. Programmet har også bidratt til utdanning av mange nye forskere innenfor



miljøfeltet, samt styrket den tverrfaglige forskningen på området. Både kvalitet og samarbeid mellom institusjoner er styrket, nasjonalt og internasjonalt. Det norske forskningsmiljøet er styrket samtidig som sterke internasjonale grupperinger er skapt.

Næringsliv

Programmet har i liten grad henvendt seg til næringslivet. Det har ikke vært krav om næringsdeltakelse eller industripartnere i utlysningene, slik det har vært vanlig i en del andre programmer. Det har heller ikke vært satt av ressurser til å følge opp næringslivet, og det finnes ingen systemer hvor næringslivet skulle kunne innrapportere eventuelle effekter av programmet. Nytteverdien for næringslivet er derfor usikker. Det finnes likevel flere gode eksempler på prosjekter der det har vært et godt samarbeid med næringsaktører og organisasjoner, for eksempel innenfor saueneieringen og landbruket. Det er imidlertid et stort potensial for å trekke næringslivet mer inn i fremtidig programutvikling. Her må en likevel være oppmerksom på at det innenfor deler av programmets temaområder i liten grad finnes bedrifter og relevante aktører som har økonomiske muligheter til å støtte forskning, for eksempel innenfor arealforvaltning, kulturminner og landbruk.

Programmets internasjonale engasjement og dets betydning for norsk miljøforskning

Økt grad av internasjonalisering har vært et kjennetegn ved utviklingen innenfor de fleste forskningsområder de siste årene, og dette oppleves i de fleste sammenhenger som en

naturlig del av forskningsprosessen. Programmets forskere har tatt et stort ansvar og medvirket til at programmet har lykket med internasjonalt samarbeid. Dette viser seg ved at mange norske miljøforskere per i dag er internasjonalt anerkjente og etterspurte forskere og foredragsholdere. Det har vært stilt krav om internasjonalisering i utlysningene, og programmet har lagt til rette for å søke midler fra EUs rammeprogram.

Relativt tidlig ble det fattet vedtak om en årlig budsjettmessig avsetning til deltagelse ved internasjonale utlysninger av ulik karakter. Dette har vært av stor betydning for å kunne delta aktivt i ulike felleseuropeiske forskningssatsinger, som sammenskuddsutlysninger (ERA-Net) og fellesprogrammer (Joint Programming Initiatives). Programmet har også etablert bilateralt forskningssamarbeid med Kina og India. Slike initiativer har bidratt til at programmet har finansiert en lang rekke internasjonale prosjekter som også har høy relevans for norsk miljøforskning.

Samarbeidet i mange av prosjektene har bidratt til at norske forskere ofte har kunnet arbeide sammen med de beste internasjonale forskerne og høste fordeler av utveksling både innenfor teknologi og kunnskap. Det er atskillige eksempler på at ny teknikk og nye metoder, utviklet i utlandet, er blitt anvendt i norske prosjekter.

Marianne Ryghaug
programstyreleder for Miljø 2015, på vegne av programstyret

Temaer

Miljø 2015

Naturmangfold og økosystemer

Friluftsliv

Laksefisk

Landskap og areal

Kulturminner

Miljøgifter

Andre forurensninger

Landbruksrelatert miljøtematikk

Forvaltning og virkemidler

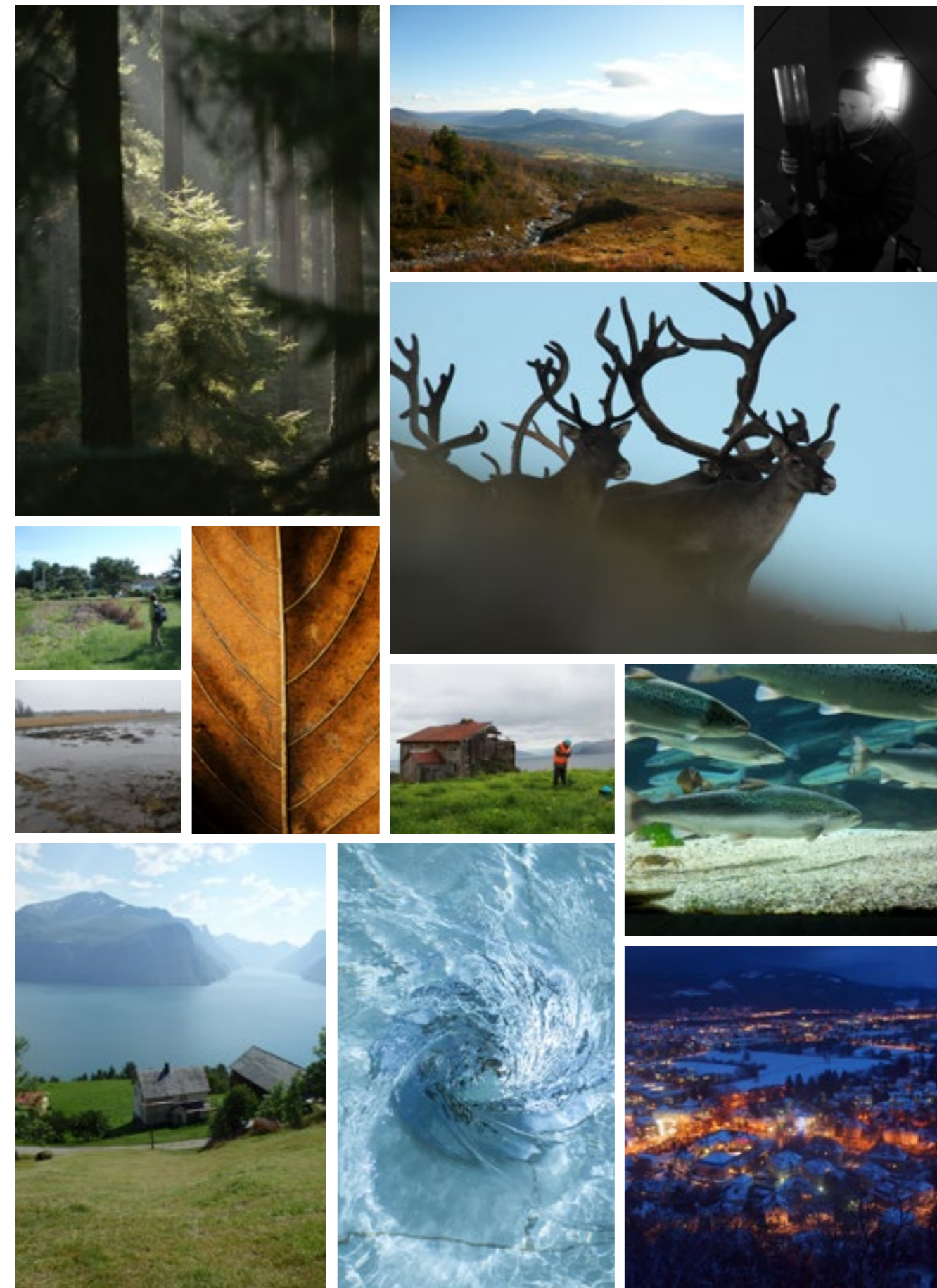
Viltforvaltning

Vannforvaltning

Forbruk og miljø

I rapporten vil man se at det kan forekomme overlapp i teksten mellom ulike tema. Dette er et bevisst valg for at temaavsnittene skal kunne leses uavhengig av hverandre.

– I temaene refereres det til prosjekter og litteratur og disse er skrevet med paranteser og kursiv.



Tema

Naturmangfold og økosystemtjenester

Naturpanelet (IPBES) er et internasjonalt forskerpanel som skal bidra med kunnskap om naturmangfold og økosystemtjenester. Målet er å gi beslutningstakere på alle nivåer et godt kunnskapsgrunnlag, slik at de kan finne løsninger som hindrer tap av biologisk mangfold og tar vare på viktige naturgoder. I dette kapitlet ser vi på hvordan norsk miljøforskning har bidratt med resultater som er relevante for naturpanelet og for miljøforvaltningen i Norge.



Naturlige og menneskeskapte endringer i naturmangfoldet

Tapet av biologisk mangfold nærmer seg tidligere tiders masseutryddelser, der 70-80 prosent av artene på jorda forsvant i løpet av kort tid. Denne gangen er det de menneskeskapte endringene som har skylden for utryddelsesbølgen. Det norske bidraget til det globale artsmangfoldet er relativt beskjedent. Mens det finnes flere millioner arter i verden, regner Artsdatabanken med at det totalt kan finnes ca. 55 000 arter i Norge, hvorav 41 000 formelt er registrert. Den norske Rødlista fra 2010 vurderte bestandsstatus for ca. 4600 arter og klassifiserte ca. 2400 av dem som truet. Disse står, per definisjon, i fare for å forsvinne fra vår natur. De fleste norske rødlistearter finner vi i skog, men globalt er ferskvannsorganismer særlig utsatt, med en raskere nedgang i antall arter enn på landjorda.

Sammenliknet med andre europeiske land bidrar den lange kystlinjen og mange ulike naturtyper til helt spesielle betingelser for naturmangfoldet i Norge. Områder i nord har vist seg å være viktige «lommer» hvor arter har opprettholdt levedyktige bestander under siste istid. Disse har vært viktige for rekolonisering etter istidene. For eksempel viser analyser av gammelt genetisk materiale i prosjektet CLIMIGRATE at fjellrypa, lirypa og lemen benytter samme leveområder som før siste istid i Norge, mens gjentatte rekoloniseringer har vært avgjørende sør i Europa. Fjellreven ble derimot utryddet i Fennoskandia ved siste istid, så den har vandret inn på nytt. Arvemateriale avslører også at Norge har unike populasjoner av ask som har kommet inn fra Øst-Europa etter istiden.

Mens vannlevende insekter har flygende spredningsstadier, må organismegrupper som fisk, bløtdyr og krepsdyr følge vannveiene. Stryk, fosser og vannskillene mellom nabovassdrag blir derfor naturlige spredningsbarrierer. Encellede planktonalger og små krepsdyr med ukjønnnet formering er tradisjonelt antatt å kunne forsere slike barrierer ved at de transporteres med vind, insekter og fuglers utbredelse, men avhenger mer av de lokale miljøforholdene. Når vi likevel ser at innsjøer med mange fiskearter også har flere planktonarter, tyder dette på at sammensetningen av fiskesamfunnet påvirker artsmangfoldet i hele næringskjeden. Spredningsbarrierene for fisk har derfor større betydning for hele det biologiske mangfoldet i innsjøer enn tidligere antatt. Dette betyr også at endringer i fiskesamfunnet gjennom fiske, vannstandsregulering og spredning av nye arter kan ha kaskade-effekter på naturmangfoldet i hele innsjø-økosystemet (se *FishCon* og *COMSAT*).

Pollenanalyser av innsjøsedimenter har gitt oss kunnskap tilbake i tid om artsforekomster og vegetasjonsstruktur og derigjennom økt vår forståelse av «naturlige» endringsprosesser, men også tidlige menneskeskapte endringer. Det er en del utfordringer knyttet til denne metodikken, men BiodivERsA-prosjektet har fokusert på utvikling og kalibrering av metoder slik at pollendata-serier kan analyseres og sammenlignes med større presisjon.

FAKTA

>> Studier av biologisk mangfold bakover i tid er viktig for å forstå betydningen av naturlig og menneskeskapt variasjon i naturmangfoldet. Lange tidsserier lest ut fra sedimenter i myr eller sjøbunn, og ikke minst moderne DNA-teknikker, gjør at vi kan analysere historisk materiale og danne oss et godt bilde av hvordan naturmangfoldet har endret seg over tusenvis av år.

>> Enkle mål på naturens tilstand, som naturindeksen, og nye beregningsmetoder for rødlistearter er blitt utviklet for å gjøre det enklere å vurdere om Norge møter sine internasjonale forpliktelser.

>> Tap av naturmangfold kan føre til endringer i sentrale økosystemfunksjoner, som vil ha direkte innvirkning på økosystemtjenestene som naturen gir, deriblant matproduksjon.

>> Nedbygging av naturen kan føre til plutselige omveltninger med betydning for vår velferd. Slike grunnleggende økosystemtjenester er i liten grad inkludert i beslutningsprosesser.

>> Naturverdier er mangfoldige og kan være motstridende. Kunnskapsbasert forvaltning betyr å synliggjøre de verdivalg og prinsipper som ligger til grunn for forvaltning av naturen.

>> De viktigste årsakene til tap av naturmangfold i Norge er arealbruk og habitatendringer, etterfulgt av invaderende arter og forurensing.

>> Noen kulturlandskap har vært i aktiv drift i over 1000 år og utviklet særegne natur- og kulturverdier, noe som trenger aktiv skjøtsel for å vedlikeholdes. I noen områder har raske endringer i driftsformer resultert i høyere beitetrykk, og det har vist seg å ha effekter på hele økosystemet. Årsaker til endringer i naturmangfold og økosystemtjenester er globale endringer knyttet til klima, ny næringsaktivitet eller internasjonal politikk.

>> Styrket kunnskap om biologisk mangfold er avgjørende for å kunne ta riktige veivalg i bevaringen av naturverdier.

Foreløpige resultater fra flere områder i Setesdal viser at det har vært enorme endringer i tilstedeværelsen av enkelte treslag og ikke minst av gressarter. Hva som kan forklare disse endringene, vil bli undersøkt i videre studier. Prosjektet «Driving forces in vegetation dynamics and their consequences for ecosystem services» studerte endringer i plantesammensetning ved å repetere tidligere studier. De dokumenterer omfattende endringer i vegetasjonen mange steder i Norge over de siste 50–100 årene. Endringenes natur varierte veldig fra sted til sted, men foreløpige resultater viser at de viktigste årsakene til de observerte endringene er klimaendringer, habitatendringer og forurensning.

Rødlistearter og naturindekser

Naturmangfold handler om variasjon mellom individer (genetisk variasjon), arter og økosystemer. Genetisk variasjon innad i arter er viktig for å opprettholde artens evne til å tilpasse seg et miljø i endring, men genetiske ressurser er også viktige i landbruket, da som ulike plantesorter og dyreraser. Globalt har man sett en dramatisk reduksjon i mangfoldet i jordbruket der rundt 80 prosent av de lokale plantesortene som fantes for 100 år siden er gått tapt. For noen organisme-grupper har vi svært begrensede kunnskaper om hvilke arter som finnes og deres bestandsstatus. Spesielt gjelder dette encelledede organismer, mose, sopp og virvelløse dyr, både på land og i vann. Forskning finansiert gjennom Miljø 2015 dokumenterer en enorm diversitet av sopparter som lever i moser i barskog, noe vi tidligere visste svært lite om. Noen av disse soppene reetablerer seg raskt, i takt med gjenvekst av skog etter hogst, mens arter med dårlig spredningsevne bruker mye lengre tid. Skoglandskapet er enkelte steder svært fragmentert på grunn av jordbruk, urbanisering og flatehogst, og sammen med fullstendig endring i naturlige forstyrrelser som brann og insektutbrudd er viktige økosystemfunksjoner i ferd med å gå tapt. Prosjektet PATHEXT undersøkte 500 arter som var avhengige av død ved og fant at størrelsen på skogflekken og avstanden mellom dem er helt sentralt for overlevelsen av mange av artene. Spesielt i Sør-Norge er arter med lav spredningsevne sårbare. Måltrett restaurering for å skape mer sammenhengende skogsområder er derfor helt sentralt for å sikre det biologiske mangfoldet i skog. I ferskvann er det også gjort funn av mange nye arter. I Atnavassdraget har forskere funnet 20 arter av fjærmygg som kan være nye for vitenskapen. Det samme studiet påviser også store endringer i artssammensetning fra 1986 til 2008, noe som knyttet til at vanntemperaturen har økt om sommeren med ca. 1 grad i den samme perioden.

Selv om vi har fått bedre og bedre oversikt over naturmangfoldet i Norge, er det trolig mange arter som fortsatt er uoppdaget for vitenskapen. Blant de artene vi kjenner, vet vi ofte lite om bestandsstørrelser og utbredelse, og langt mindre om trender i disse. Vurdering av rødlistestatus for sjeldne arter er utfordrende, men et forskningsprosjekt utført av Naturhistorisk museum i Oslo har utviklet metoder som viser at man ved relativt få observasjoner i tid og rom, kan danne seg et bilde av faktiske trender og dermed potensielle for endring i rødlistestatus. Nye, bedre metoder for å avgjøre rødlistestatus kan bidra til at vi får et sikrere kunnskapsgrunnlag, som igjen er viktig for å kunne allokere ressurser til vern og forvaltning av de mest sårbare artene.

To prosjekter i Miljø 2015, Bærekraftprosjektet (SDI) og BIOPOLICY, har tatt utgangspunkt i Naturindeks for Norge som første gang ble utviklet i 2010. Miljøforskere har i samarbeid med forvaltningen utviklet en naturindeks for å måle den samlede tilstanden til naturmangfoldet i Norge. Indeksen er basert på dagens status for mer enn 300 utvalgte indikatorarter. Disse artene uttrykker tilstanden i de ni viktigste økosystemene i Norge og omfatter bestandstrender og andre faktorer som er viktige for å gi et representativt bilde av norsk natur. Naturindeksen er ment å gi et enkelt mål på tilstanden i norsk natur, for blant annet å dokumentere om vi når målsetningene om å stanse tap av biologisk mangfold. Naturindeksen beregnes som tilstanden til enkeltindikatorer i forhold til et gitt referansenivå. Den sier hvor langt dagens situasjon er fra referansetilstanden. I de fleste økosystemer er referansenivået satt lik tilstanden i tilnærmet urørt natur, mens den semi-naturlige kulturlandskap formet av langtidbruk også inkluderer indikatorer som reflekterer vedlikehold av tradisjonelle driftsformer. Indikatorer forventes å være sensitive for påvirkning, slik at negativ utvikling kan oppdages raskt. De er også satt sammen slik at de dekker alle nivåer i næringskjeden, for å kunne uttrykke hvor intakte økosystemene er, totalt sett. Indeksen er intuitivt lett å forstå, og den kommuniserer godt til samfunnet. Det er også formålet med naturindeksen. Bærekraftprosjektet har bidratt til bruk av naturindeksen, som nå er inkludert i det offisielle settet av indikatorer for bærekraftig utvikling. Et formål med bærekraftprosjektet har vært å bidra til en forvaltning basert på «føre var-prinsippet», gjennom å utvikle indikatorer som fanger opp tidlig varsling om en potensielt faretruende utvikling.

Naturmangfold og økosystemtjenester

Begrepet økosystemtjenester ble lansert av Ehrlich og Mooney på 80-tallet for å beskrive mulige konsekvenser av masseutryddelser av arter. Da, som nå, stod potensiell og uoppdaget verdi sentralt. De aller fleste arter kan synes å ha liten kortsiktig nytteverdi, sett fra et menneskelig perspektiv. Miljø 2015-prosjekter dokumenterer intrikate økologiske sammenhenger mellom arter, som bekrefter at artsdiversiteter er sentralt for å opprettholde funksjonelle økosystemer, biologisk produksjon og matvaresikkerhet. Selv om enkelte arter alltid vil forsvinne mens andre kommer til, kan det raske tapet av biologisk mangfold som vi observerer i dag føre til uventet hurtige omveltninger i økosystemene. Tap av funksjonelt viktige arter kan få særlig store konsekvenser og det er ikke alltid opplagt hvilke arter dette er. Endringene kan være irreversible, da slike arter vanskelig kan erstattes med andre. Den menneskeskapte utrydningsbølgen kan som en konsekvens true fundamentale prosesser i økosystemene og dermed forsyning av mat, vann og andre livsnødvendige forsynende tjenester. Slike fundamentale prosesser blir kalt for kritisk naturkapital og er ikke mulig (eller ønskelig) å bytte ut med annen kapital.

Et ofte brukt eksempel er pollinering. I dag er 35 prosent av maten vi spiser globalt et resultat av insekter som bestøver planter. I Norge er frukt- og bærproduksjonen i fremmarsj, men vi vet lite om hvor avhengige disse produksjonssystemene er av pollinerende insekter. PolliClim-prosjektet og en rekke utenlandske studier har vist at disse insektene er avgjørende

for matproduksjon både i Norge og verden forøvrig. Nedgangen i antall honningbier, humler og blomsterfluer har derfor vakt stor bekymring globalt. De viktigste årsakene til at pollinatorene forsvinner er, ikke overraskende, habitatendringer, inkludert intensivering av landbruksarealer, konkurranse fra invaderende arter, plantevernmidler (og andre giftstoffer) og klimaendringer. Hvilken faktor som er viktigst vil kunne variere fra sted til sted og i mange tilfeller er det flere faktorer som virker sammen. Resultater fra norsk bringebærproduksjon viser imidlertid at pollineringen foreløpig ikke er en begrensende faktor fordi de fleste produsenter har tilgang til honningbier i stort nok antall. Antallet birøktere i Norge går imidlertid nedover, så dette kan bli et problem i fremtiden. Foreløpige resultater fra Norge og enkeltstudier fra utlandet har vist at kvaliteten (størrelsen) på bringebærene går ned når blomstene ikke får tilgang på pollinatorer. Klimaendringer kan forverre denne situasjonen, ved å endre synkroniteten i blomstring og forekomst av pollinatorer. Våren 2015 er godt eksempel på følgene av en slik mismatch. Bringebærplantene blomstret for fullt, mens bestandene av honningbier og humler fremdeles var små, grunnet kaldt og vått vårvær.

Genetisk mangfold kan også være viktig for vår nåtidige og fremtidige velferd. Tapet av plantemangfold i jordbruket kan bli avgjørende for matsikkerheten og for muligheten til å møte utfordringer slik som nye sykdommer, skadedyr og klimaendringer. Norge er et av få land som tillater bøndene å bruke eget såfrø, og et nytt regelverk gir bøndene styrkede rettigheter til oppbevaring, bruk, utveksling og salg av såvarer. Lokaltilpassede plantesorter er viktige for å optimere produksjonen lokalt, men også for å kunne tilpasse landbruket et klima i endring ved å benytte sorter som for eksempel er tilpasset et varmere klima lenger sør. Tilgjengelig genetisk variasjon er uansett viktig når man driver avl for rendyrking av ulike egenskaper ved jordbruksvekster. Det er imidlertid ikke alltid slik at økt genetisk diversitet har positive innvirkninger på økosystemtjenester. Miljø 2015-prosjektet «Towards a better understanding of bloom-forming toxic cyanobacteria» har vist at genetisk diversitet er en viktig årsak til vedvarende oppblomstringer av giftige cyanobakterier i innsjøer. Slike oppblomstringer har negative konsekvenser for utnyttelsen av innsjøer til drikkevann, fiske og rekreasjon.

Arter eller økosystemer som bidrar til karbonlagring representerer en annen viktig regulerende tjeneste. Bevaring av skog og planting av ny hurtigvoksende skog, ofte med fremmede treslag, er blitt ansett som et viktig klimatiltak for å binde karbon og dermed motvirke effekten av utslipp som bidrar til global oppvarming. Her har prosjektet BIOPOLICY gjort nye beregninger som inkluderer viktige karbonlagre som jord, død biomasse og hogstavfall. Bergeningene viser at man bidrar mer til global oppvarming ved forbrenning av hogst fra boreal skog som bioenergi enn ved bruk av fossilt brensel. Dette er viktig kunnskap i et biologisk mangfoldperspektiv, da mange av våre rødlistearter er avhengige av gammel skog for å overleve (se Boreal skog - et økosystem i konstant endring).

Økosystemfunksjoner tas ofte ikke med i regnskapet- Beslutningsprosesser bygger på prioriteringer og avveininger

mellom ulike interesser og verdier. I møte med politiske interesseavveininger kommer naturen ofte til kort. Dette kan føre til gradvis tap av naturmangfold og dermed økosystemtjenester, som på lang sikt vil gi nedbygging av vår egen velferd. Verdien av naturen er mangfoldig og svært mange av økosystemtjenestene tilbys gratis, som fellesgoder uten at vi i det hele tatt tenker over deres eksistens. Økonomisk verdsetting er et av verktøyene som er tatt i bruk for å synliggjøre verdien av naturen. For eksempel har PolliClim-prosjektet sammenlignet verdien (vekten) av bringebær som har hatt tilgang på pollinatorer med bær hvor pollinatorer har vært ekskludert. Foreløpige resultater tyder på at bærene blir 10-20 prosent mindre hvis pollinatorene forsvinner helt, og dette har direkte konsekvens for bondens økonomi. I global sammenheng er ikke norsk bærproduksjon spesielt viktig, men forståelsen av denne type prosesser er viktig, gitt den store andelen mat og oljevekster som avhenger av pollinatorer for optimal avling på verdensbasis. En kraftig reduksjon i antallet pollinatorer vil påvirke den globale matproduksjonen dramatisk, og det vil ha betydning for vår matsikkerhet også i Norge. Vi trenger imidlertid mer kunnskap om endringer i denne typen økosystemfunksjoner også ute i naturen. En nedgang i antall pollinatorer vil kunne redusere rekrutteringen til planter, som igjen vil redusere mengden tilgjengelige blomsterressurser for pollinatorene. Slike negative spiraler vil kunne ha dramatiske konsekvenser for det biologiske mangfoldet både i plante- og insektsamfunn. Faren for redusert mangfold gjelder også blant jordbruksplanter. Der bidrar ensretting av plantesorter, for eksempel ved en dreining mot mer frost-, tørke-, eller sykdomsresistente planter, paradoksalt nok til lavere genetisk diversitet, noe som kan gå ut over matsikkerheten i framtiden.

Vi forstår ofte ikke godt nok hvordan naturen fungerer til å kunne verdsette slike tjenester. Funksjonelt viktige nøkkelarter («keystone species») kjennetegnes av å ha en større betydning for et økosystem enn hva deres bestandsstørrelse skulle tilsi. For eksempel vil en bestandsendring hos fiske-spisende fisk som gjørs eller gjedde kunne utløse en trofisk kaskade som gir bestandsendringer gjennom hele næringskjeden ned til planteplankton. Slike kjedereaksjoner påvirker det totale biologiske mangfoldet i hele samfunnet dramatisk. Et annet eksempel på en trofisk kaskade er forekomst av gjenværende rein på sommerbeitene i Finnmark. Dette har gitt en kraftig økning av altetende rovdyr og kråkefugl, som har gitt tilbakevirkende negative effekter på kalvetilgangen i reindriften, samtidig som det truer det biologiske mangfoldet i fjellet (se Er naturmangfoldet i fjellet truet?). Nedbygging av naturen kan på sikt gi slike uforutsette omveltninger. Dette kan påvirke økosystemtjenester som er ansett som viktige lokalt, nasjonalt eller internasjonalt.

Mangfoldige naturverdier

Økosystemtjenester handler ikke bare om økonomisk nytteverdi og funksjonelt viktige arter og artsgrupper. Naturens kulturelle betydning kan også oppleves som uerstattelig og fundamental for menneskers livskvalitet. Et mye brukt eksempel er den godt dokumenterte sammenhengen mellom menneskers helse og tilgang på grøntarealer i tettbygde strøk.

Boreal skog – et økosystem i konstant endring

Den boreale skogen er et av verdens største landlege økosystemer og strekker seg fra Norge via Sverige, Finland og Russland til Alaska og Canada. I Norge representerer barskogen et svært viktig økosystem både når det gjelder areal, økonomi og biologisk mangfold. Miljø 2015 har derfor finansiert flere store prosjekter der målet er å forstå historien og dynamikken i dette økosystemet.

Forstyrrelse er en naturlig del av skogens dynamikk

Norsk barskog kan fremstå som svært stabile økosystemer hvor de dominerende treslagene, gran og furu, kan leve i mange hundre år hvis de ikke blir forstyrret. Men våre skoger har vært, og er, utsatt for omfattende forstyrrelsesprosesser som i seg selv er viktige for opprettholdelsen av det biologiske mangfoldet. Brann er en historisk viktig faktor i boreal skog. Hvor ofte branner forekommer, hvor store de er og hvor intense de er, har betydning for det biologiske mangfoldet. Hvordan skogbrannene har endret seg over tid, og hvorvidt vi i dag har skoger med «naturlig brannregime», er viktig kunnskap for skogforvaltningen.

Skogbrannodynamikk påvirkes av menneskelig aktivitet

Prosjektet «Fire history in Trillemarka» har utviklet metoder og gitt oss god kunnskap om brannhistorikken i Trillemarka Naturreservat. I perioden frem til 1600-tallet var brannene få, men store og av middels intensitet. Det brant mest på sensommeren, tiden på året med flest lynnedslag. I denne perioden var omløpstiden (hvor ofte det brenner på et gitt sted) ca. 100 år. Befolkningstettheten var lav. De fleste skogsgårder og setre ble lagt øde etter Svartedauden (1349-50), og dette trekkes frem som årsaken til det mer «naturlige» brannregimet i denne perioden. Etter hvert som skogene ble befolket og

seterdriften tatt opp igjen frem mot ca. år 1600 ble det et markant skifte i brannndynamikken. Brannene ble mindre i både utstrekning og intensitet og de forekom hyppigere. Det ble også flere branner på forsommeren, noe som indikerer at de var menneskeskapt, mest sannsynlig av svedjebruk for å skape arealer til dyrking av rug. Utover på 1700-tallet avtok denne praksisen da tømmerprisene økte og myndighetene i praksis forbød brenning av skogarealer. Dette har resultert i at det nesten ikke har vært brann i området de siste 200 årene. Naturreservatet har heller ikke vært utsatt for flatehogst, selv om det er blitt drevet plukkhogst der i perioder. Dette betyr at Trillemarka ikke har vært utsatt for storskala-forstyrrelse på svært lenge, noe man må kunne anta har endret det biologiske mangfoldet. Grana har begynt å dominere skogen, da den er i stand til å utkonkurrere furu hvis den får vokse i fred over tid. Mange branntilknyttede arter vil ikke overleve med mindre skogen naturlig forynges av brann. Skoglandskapet i Trillemarka, som tradisjonelt ansees som verneverdig fordi det er «naturlig», er kanskje ikke er så «naturlig» likevel.

Vegetasjonsendringer i et 10000 års perspektiv

Både klima og menneskelig aktivitet påvirker vegetasjonsstrukturen. Det gjenspeiles i pollen man finner i sedimenter tatt ut i myr eller fra bunnen av tjern og skogsvann. Slike studier kan gi oss et bilde av hvordan vegetasjonen har sett ut mange tusen år tilbake i tid, lenge før mennesker var tilstede og kunne påvirke økosystemet. I Setesdal har prosjektet «Terrestrial biodiversity through time – novel methods and their applications» ved hjelp av pollenanalyser dokumentert storskala økosystemendringer over 10 000 år. En kraftig økning av gran for ca. 4000 år siden er koblet med en nedgang i

furu de fleste stedene det ble hentet sedimenter fra. Innslaget av løvtrær gikk også ned i denne perioden, mens gresspollen ble mer dominerende, noe som tydet på et åpnere landskap, sannsynligvis som resultat av menneskelig aktivitet med skogrydding og beitedyr allerede for 4000 år siden. Innslag av trekull i sedimentene forteller også mye om skogbrannhistorikken. Både hyppighet og intensitet kan leses ut. Slike studier kan derfor brukes til å dokumentere branner vesentlig lengre tilbake i tid enn de metodene som ble brukt i Trillemarka.

Moderne skogbruk som forstyrrelsesfaktor

Skoglandskapet vi opplever i dag er i stor grad påvirket av menneskelig aktivitet. Flatehogst er den dominerende skogdriftsformen, og dette innebærer at skogbestander hugges helt ned for så å gro til igjen enten naturlig eller ved hjelp av utplanting av småtrær. Dette resulterer i at hvert enkelt bestand består av trær som er omtrent like gamle og like store. I lange perioder vil skogen være så tett at svært lite lys faller ned på skogbunnen, noe som hindrer plantene på skogbunnen fra å vokse. Dette har selvsagt en negativ effekt på strukturen i plantesamfunnet, men også på insektene som lever av blomsterressurser som nektar og pollen. Resultater fra et tidligere prosjekt «Land use and ecosystem function in Norwegian forest landscapes», viste at gammel skog, regenerert fra tidligere hogstflater, har lavere diversitet av blomsterplanter og pollinerende insekter enn hogstflater og yngre, mer åpen, skog. Dette indikerer at flatehogst kan virke positivt på skogens biologiske mangfold, men detaljerte analyser viste at gammelskogbestandene er mer forskjellige fra hverandre enn hogstflatene. Med andre ord induserte hogsten en homogenisering av

landskapet mens den gamle skogen over tid etablerte et unikt biologisk mangfold i hver enkel skogsbestand.

Hva er en «naturlig» boreal skog

Kunnskap om langtidsendringer må ligge til grunn når man forsøker å forstå hvordan endring i menneskets bruk påvirker våre skoger i dag. Granas inntog fjernet i praksis brann som en viktig forstyrrelsesprosess. Flatehogst fjernet den dynamiske skogen med lokale lysåpninger etter naturlige trefellinger og etterfølgende suksjon av løvtrær. Vi må definere hva slags skoger vi må ha for å kunne bevare hvilket biologisk mangfold. Sentrale spørsmål i så måte er: Hva er et naturlig forstyrrelsesregime? Kan en skog kalles naturlig hvis den ikke er gjenstand for menneskelig påvirkning? Hvor mye menneskelig påvirkning kan ansees å være naturlig? Svarene på disse vil variere fra sted til sted og ikke minst være gjenstand for miljøpolitiske og forvaltningsmessige diskusjoner.

I Arktis er kontakt med naturen benyttet som velferdsindikator og betydningen av å «bo i naturen» og «høste av vilt, fisk, bær og sopp» er avgjørende for folk som bor der. Ulike land har imidlertid sine særtrekk. I den norske delen av Arktis er ikke høsting lenger knyttet til livberging, men fortsatt oppgis høstingsverdiene som viktigere enn mye annet og er avgjørende for at mange bor der de bor. Tidsbruk er ofte et mål på betydningen av økosystemtjenester. Resultater fra TUNDRA viser at folk i utkantstrøk tilbringer mye tid ute i naturen gjennom hele året. Mange bruker hele ferien til å fiske laks, plukke molter eller delta i rype- og elgjakta. Disse høstingstradisjonene har dype kulturelle røtter og handler om mer enn matauk og rekreasjon. Internettkartlegging over stor skala i norske fjellkommuner i prosjektet CultEs viser at dette ikke bare er et arktisk fenomen. Tradisjonell høsting står generelt sterkt i Norge i forhold til andre land. Dette bygger trolig på langtidstilknytning til området og nordmenns sterke tradisjon for å ha et annet hjem som brukes mye (gammer, hytter, støl eller seter).

I undersøkelser fra fjellbygda Vågå, øverst i Gudbrandsdalen, dreier verdiene ved hyttelivet seg om kulturelle økosystemtjenester. Livskvalitet ved bruk av naturen nær hyttene er direkte koblet til de godene naturen kan «levere». Trivsel og velvære ved hyttelivet hentes mye i form av rekreasjonsmuligheter, estetiske opplevelser, kontakt med områdenes kulturarv, inspirasjon til kreativ virksomhet og spirituelle eller åndelige fornemmelser av naturen. Stedstilknytning og identitet forbundet med omgivelser man blir kjent med over tid er også sentrale dimensjoner ved hyttelivet.

Lokale naturverdier knyttet til høsting og langtidsbruk kan oppleves som uerstattelig for den det gjelder, og står ofte i motsetning til naturverdier som oppfattes som viktige internasjonalt. Resultater fra TUNDRA viser for eksempel at bevaring av isbjørn er den største konfliktsaken i Hudson Bay. Myndighetene vil bevare bjørnen, men lokale opplever det som utrygt å bevege seg utendørs på grunn av økende bjørnebestander i nærområdene. Vi har tilsvarende rovdyrkonflikter i Norge, der myndigheter vil bevare, mens reindrift- og sauenæringen opplever at det er for mye rovdyr og ønsker økt kontroll av bestandene. Sammen med motorferdsel er disse målt som de viktigste konfliktsakene i fjellområder både i sør og i nord (CultEs).

De kulturelle økosystemtjenestene viser seg i prosjektet TESL å ha stor betydning og er et nyttig rammeverk for å beskrive naturverdier som ikke, eller bare delvis, reguleres av økonomi og markedsmekanismer. Rekreasjonsmuligheter, estetikk, kulturarv, spiritualitet, kunnskap og læring og sosiale relasjoner knyttet til naturbruk er dimensjoner ved økosystemtjenestene som vi trenger mye mer kunnskap om. Sosiale preferanser og verdier i ulike lag av befolkningen er viktig for å ta beslutninger om grunnleggende verdivalg i den framtidige forvaltninga av naturen. I prosjektet CultEs kartlegger lokale sine egne områder via internett. Det har vist seg å være nyttig for å identifisere naturverdier og arealkonflikter blant befolkningen på stor skala, og de kan dermed også kobles til økologiske forhold. Resultatene viser at områder som er viktige for folk ikke kan forklares av enkle mål som for eksempel arealdekke



(CORINE land cover, 1:100 000), men at normer og institusjoner også kan være avgjørende for hva som defineres som de viktigste verdiene i naturen. Det samme studiet viser nemlig at eiendomsforhold (statsallmenning, bygdeallmenning og privat) og lokal høsting i større grad forklarer fordelingen av lokale naturverdier i landskapet, enn verneområder eller andre lokaliteter som er viktige for biologisk mangfold.

Mange og sammensatte årsaker til tap av naturmangfold
Klimaendring, forurensning og invasjon av fremmede arter er viktige drivere for tap av naturmangfold og økosystemfunksjoner. Men den viktigste årsaken til reduksjon i naturmangfold er tap av habitater og arealbruksendringer, noe som fremheves ved at dette er satt som hovedtrusselen for hele 87 prosent av de truede og nær truede artene på Norsk rødliste.

Arealbruk og habitatendringer

Menneskelig bruk av natur påvirker det biologiske mangfoldet. Moderne skogdrift (bestandsskogbruk) har dramatiske konsekvenser ikke bare ved at mange trelevende organismer mister sitt habitat når trærne tas ut, men også for plante- og dyrelivet på skogbunnen og det mikrobielle samfunnet i jorda. Bestandsskogbruken er basert på flatehogst og gjenvekst av ensartet barskog med begrenset innslag av løvtrær, død ved og mikrohabitat åpne for lys. Dette er viktige habitater for planter og dyr i skogøkosystemet. Både gammel naturskog og intensivt drevet skog inneholder leveområder av ulike slag, men den oppstykingen skogen utsettes for i dag er fundamentalt annerledes enn de forstyrrelsesprosessene skogen har vært utsatt for historisk. Naturlige prosesser som nedfall av døde trær, skadeinsektutbrudd, vindfellinger og skogbrann mangler i et intensivt drevet skoglandskap. De menneskeskapede endringene skogdriften innebærer, er ikke forenelig med historisk viktige forstyrrelsesfaktorer som

er essensielle for å bevare naturmangfoldet i barskogen (se Borealskog – et økosystem i konstant endring). Beiting er en viktig menneskeskapt forstyrrelsesfaktor som påvirker det biologiske mangfoldet. For lavt beitetrykk kan resultere i gjengroing og tap av arter som krever lysåpne områder, mens for høyt beitetrykk kan redusere naturmangfoldet (se Er naturmangfoldet i fjellet truet?). I fjellet har studier vist at sauebeiting er en viktig faktor for å holde tregrensa nede, mens gjengroing av beitelandskap og slåtteenger reduserer mangfoldet av blomsterplanter mange steder i landet. Endringer i plantesamfunnet har betydning for pollinerende insekter, som igjen påvirker plantenes reproduksjon. Færre blomsterressurser gir færre pollinatorer, som igjen gir lavere rekrutering til plantepopulasjonene. Slike «extinction vortex» kan gi store negative konsekvenser for det biologiske mangfoldet og på sikt påvirke kommersiell produksjon av frukt og bær.

Ferskvannsressursene er knutepunkt for mange kryssende interesser (se Vanndirektivet har krevd stor forskningsinnsats). I land med høyere befolkningstetthet er arealbruksendringer i nedbørsfeltet viktigst. I Norge er vannkraftproduksjon en av de viktigste årsakene til tap av biologisk mangfold i norske vassdrag. Vannstandsvariasjoner i regulerte innsjøer gir erosjon i strandsonen som til slutt gir nedgang i mange arter som er avhengige av dette habitatet. Hyppige endringer i vannstanden og risiko for tørrlegging er særlig kritisk for økosystemet i elver. Dette undersøkes blant annet av det nylig igangsatte ECOREG-prosjektet. Overførings-tunneler og kraftstasjoner er viktige vandringshindre som påvirker sammenhengende leveområder i ferskvann. For mange arter er dette synonymt med fragmentering av habitat, som er en av de alvorligste trusselfaktorene for biologisk mangfold. Dette undersøkes blant annet i FISHCON. **Fremmede arter, sykdommer og parasitter**

Invaderende, ikke stedegne arter finnes nå i flere av våre ferskvannsystemer, ofte med dramatiske effekter på hele økosystemet. Miljø 2015-prosjektet «Long-term effects of a biological invasion» har vist at når lagesild fra Enaresjøen i Finland spredte seg til Pasvikvassdraget hadde dette en umiddelbar nedbeitingseffekt på dyreplanktonet. På lengre sikt så man også en nedgang i lokalt tilpassede populasjoner av sik som konkurrerte om den samme matressursen. Kompleksiteten av slike situasjoner kan illustreres med et forsøk med biologisk kontroll av lagesilda i Pasvik. Her satte forskerne ut fiskespisende ørret som skulle bidra til å holde lagesildbestanden nede. Forsøket ble imidlertid mislykket fordi den utsatte fisken umiddelbart ble spist av gjedde. Den amerikanske signalkrepsen som ble innført til Sverige på 1960-tallet er også en ny art som skaper problemer for stedegne arter. Signalkrepsen er i seg selv konkurransesterk i forhold til den lokale edelkrepsen, men konkurransefortrinnet forsterkes av at signalkrepsen også er bærer av en parasitt (eggsporesopp) som den selv, men ikke edelkrepsen, er resistent mot.

I prosjektet NFIX ble betydningen av invaderende arter som er fremmede for norsk natur undersøkt. Hageplanten Sandlupin, som er en nitrogenfikserende plante, viste seg å ha effekt både på biotiske og abiotiske forhold i jorda, som våre hjemmehørende planter responderte nøytralt eller positivt til. Endret sammensetning av mikroorganismer og økt næringsinnhold hadde imidlertid også positiv effekt på egen reetablering, noe som styrker invasjonsevnen til arten. I NFIX ble det gjort forsøk med aktiv fjerning av lupiner. Dette hadde positive effekter på etablering av annen sanddynevegetasjon. Modellering av spredningsmønster hos en annen innført art, gyvel, viste at denne er klimabegrenset og at den er fremmet av forstyrrelse og menneskelig aktivitet som for eksempel veibygging. Populasjonsgenetiske analyser indikerer at gyvelforekomstene i Norge er innført, og at gjentatte innføringer allerede før 1900 kan ha bidratt til de spredningsmønstrene vi ser i dag. Etablering av slike invaderende arter kan gi store lokale endringer i artsmangfoldet. Sitkagran og buskfuru er to andre arter som har klart å etablere fast tilhold i norsk natur. Prosjektet «Bærekraftig kulturlandskap» dokumenterte at spredning av disse artene kan få store konsekvenser, blant annet for utbredelsen av en av våre mest truede naturtyper, kystlyngheiene på Vestlandet. Modellering viste at både sitkagran og buskfuru potensielt kan etablere seg i store deler av Norge, helt opptil 70 grader nord under dagens klima. Sitkagran er på lang sikt den største trusselen på grunn av livslengde (>600 år), størrelse (>60 m), og høy frøproduksjon, mens buskfuru er liten og kortlivet (<100 år) og har ingen dokumentert direkte negativ effekt på plantebiodiversiteten.

Sykdommer og parasitter er forventet å øke i utbredelse som følge av klimaendringer. Flåtten er en art i frammarsj som alltid får stor oppmerksomhet når det nærmer seg sommeren. Parasittens økte utbredelse drives i hovedsak av at hjorteviltbestandene har økt. Prosjektet TickDeer viser sammenhenger mellom tetthet av hjort og forekomst av flått. Hjortens sesongvandring kan være en kilde til spredning av flåtten. I og med at flåtten er bærer av sykdommen Lyme-borreliose,

vil en endring i flåttens utbredelse også resultere i økt eksponering for smitte til menneske.

En forflytning av stedegne boreale arter opp i høyfjellet kan også betraktes som en økologisk invasjon. Høye reintall ser ut til å være en sentral driver av rødrevens ekspansjon på Finnmarksvidda. Dette påvirker stedegne arter negativt. Økt forekomst av rødrev er en av de mest sentrale årsakene til at fjellreven har gått sterkt tilbake i flere lavereliggende fjellområder i Norge (se Er naturmangfoldet i fjellet truet).

Forurensning

Den norske rødlista rangerer forurensning som den nest viktigste påvirkningsfaktoren etter arealbruksendring. Kildene til forurensningen kan være industri (metaller, organiske forbindelser, etc.), transport (metaller, støv, veisalt), husholdninger (for eksempel kloakk) eller jordbruk (gjødning og plantevernmidler). Påvirkninger kan være veldig forskjellige, avhengig av økosystemtyper og hva slags forurensning det er. Utslipp til luft, vann eller jord kan ha effekter på mange forskjellige økosystemer. For eksempel kan utslipp av svoveloksid til luft forårsake pH-forandringer i jord og vann. Konsekvensen av dette kan være skader på blader og endringer i sammensetning av plantesamfunn. pH-forandringer i vann kan påvirke fisk direkte, men det kan også ha indirekte effekter gjennom å endre løseligheten av aluminium og andre metaller. Eutrofiering (overgjødning med plantenæringsstoffer, for eksempel fra landbruk og husholdningskloakk) er en viktig påvirkningsfaktor for akvatiske økosystemer, særlig i befolkningstette strøk. Prosjektet RAPTOR har utviklet metoder for å kartlegge forekomst av miljøgifter hos rovfugl. Det ble dokumentert nær sammenheng mellom næringsvalg og habitatbruk hos de ulike artene (havørn, kongeørn og hønsehauk) og opphopning av ulike typer miljøgifter hos reirunger. Unger av rovfugl har ofte store mengder parasitter i den tiden de oppholder seg i reiret. Høy miljøgiftbelastning i tillegg, kan medføre betydelig stress hos rovfuglungene. Videre forskning ved hjelp av slike metoder vil vise om reproduksjon og overlevelse hos disse artene påvirkes negativt av økt miljøgiftbelastning.

Endringer i driftsformer og naturmangfold

Vi har mer enn 1000 år gamle kulturlandskap rundt oss i store deler av Norge. Dette er landskap som har utviklet et særegent naturmangfold som følge av langtidsbruk. Mange truede naturtyper som naturbeitemarker, slåtteeng og kystlynghei er formet av langtidsbruk og vedlikeholdes ved beiting, slått eller brenning. En av hovedtrusslene er nedleggelse av gårdsbruk og fraflytting. Dette gjelder spesielt kystkommunene, mens det totale beitetrykket i fjellene har vært relativt stabilt siden 1949. Vi mangler i dag overvåking av gjengroing i fjellskogen og heving av skoggrensen. Samtidig vet vi at beiting i tilknytning til setre og fjellgårder samt uttak av ved og vinterfôr antakelig er sterkt redusert. Derfor framstår mange fjellbygder og setergreider som gjengrodd selv om beitetrykket jevnt over ikke er blitt redusert i fjellet.

Oppdal er en av få kommuner i landet med tilstrekkelig sauebeite i tilknytning til setre, men naturmangfoldet her er avhengig av vekselvis beite av sau og kyr. **Tekst fortsetter på s. 24**

Er naturmangfoldet i fjellet truet?

Flere forskningsprosjekter under Miljø 2015 har undersøkt komplekse interaksjoner mellom arter i fjellet. Disse prosjektene dokumenterer at på et endringer trofisk nivå kan ha store effekter både oppover og nedover i næringskjedene, som igjen har betydning for naturmangfoldet i fjell- og tundra økosystemene. Nøkkelen til en framtidrettet forvaltning av høyfjellet kan ligge i grunnleggende kunnskap om nettopp disse relasjonene. Fjellet i Norge hadde sett ganske annerledes ut uten beitepåvirkning. Beitetrykk både fra sau og tamrein viser seg å ha stor innvirkning på naturmangfoldet i fjellet, blant annet på fordelingen av trær og busker i landskapet. Økt beitetrykk kan faktisk vise seg å være det mest effektive tiltaket vi har for å begrense gjengroing og skoggrenseforflytning som følge av klimaendring i framtida.

Moderat beitetrykk gir generelt økt naturmangfold

For en tid tilbake bekymret vi oss for at sauen beitet for hardt. Beitetrykket fra sau på utmarksbeite, slik det praktiseres i dag, har imidlertid få negative effekter på det biologiske mangfoldet, inkludert insekter og fugl. Det viser de langvarige eksperimentene med kontrollert beitetrykk av sau i Sør-Norge (Setesdalsheiene og Hol). Moderat beitetrykk gir snarere økt naturmangfold noen steder. I næringsfattige områder blir imidlertid vegetasjonen raskere preget av overbeiting, med høyere innslag av beiteresistente arter. I dag er bekymringen fra forvaltningen, og de som verdsetter kulturlandskapet, at beitetrykket er for lavt. Selv om det totale beitetrykket i fjellet ikke har endret seg mye fra 1949-1999 (bare 5 % målt i metabolsk masse), så har sammensetningen av beitedyr endret seg betydelig. Det er særlig i kystkommuner at beite er blitt sterkt redusert. Det er trolig den

mer intensive beitingen rundt setre og fjellgårder, med flere husdyrarter (sau, geit og ku) tilstede som er så redusert at mange fjellbygder og setergrender fremstår som gjengrodde. Dette forsterkes ytterligere av at det tas ut mindre ved og vinterfôr fra disse områdene. Vi mangler imidlertid systematisk overvåking av gjengroing i fjellskogen og heving av skoggrensen for å si dette sikkert.

Men for mye tamrein har ført til tap av naturmangfold enkelte steder

Prosjektet EcoFinn har påvist betydelige økologiske effekter fra nederst til øverst i næringskjeden i tundraøkosystemet på Finnmarksvidda. Plantesamfunnene har endret seg; ved at beiteresistente plantearter øker i utbredelse, mens andre urter, lett fordøyelig gress og vier går tilbake. Lavdekkets utbredelse følger også svingningene i reintallet. Områder med hardt beitetrykk har færre frø i jordsmonnet (frøbanken) som kan spire dersom forholdene skulle bedres. Dette betyr sannsynligvis at områdene har dårligere evne til å hente seg igjen, noe som kan gi permanent lavere plantediversitet, som det tar lang tid å bygge opp igjen.

Plantemangfoldet påvirker dyremangfoldet. På sommerbeitene har vierkrattene gått sterkt tilbake og blitt svært fragmentert, noe som har betydning for artsmangfoldet av fugl generelt, og liryper spesielt. Fuglesamfunnets artsrikhet viser seg å bli mer enn halvert når vierkrattene blir borte, både fordi krattene gir viktig skjul og trolig også fordi insektfaunaen er fattigere der det ikke er vier. Vierkrattene er viktige næringsressurser for bladspisende og pollinerende insekter.

Høye reintall resulterer i dårligere kondisjon hos reinsdyra. Forskning viser at dødeligheten blant rein som

blir stående igjen på sommerbeitene om vinteren er høy, særlig om vinteren er hard. Dette gir økt tilgang til kadaver. Desto flere rein som blir værende igjen på sommerbeitene om vinteren jo flere rovdyr og åtseletere etablerer seg i området. Skoglevende arter som kråke og rødvov og kystlevende generalistarter som havørn, som vanligvis ikke klarer å ha fast tilhold i marginale fjellområder med ustabil byttedyrtilgang, blir mer permanent tilstede når tilgangen til mer stabile matressurser øker, slik som økt forekomst av reinsdyrkadaver.

Økt forekomst av rødvov og kråkefugl gir høyere tap av egg og kyllinger hos bakkehekkende fugl, noe som kan være med på å forklare den observerte reduksjonen i høstbart vilt, blant annet liryper og hare. Kombinasjonen av færre vierkratt og flere kadaver er nok spesielt uheldig for disse viltartene. Økt konkurranse fra rødvoven er også en av årsakene til at den kritisk truede fjellrevens framtid er usikker i Norge. I sum viser prosjektet EcoFinn altså at høyere reintall har negative konsekvenser for det biologiske mangfoldet på tundraen. Reinen har imidlertid en svært viktig funksjon i nordlige økosystemer. Et reintall som er godt balansert til klima og beitegrunnlag, slikt det er i enkelte distrikter i Finnmark, vil kunne motvirke gjengroingen av fjell og tundra i et gradvis varmere klima. På sikt er klimaendringene trolig den største trusselen for nordlige arter og økosystemer.

Krekling fortrenger andre arter

Det er verdt å merke seg at det også er andre arter enn reinen som påvirker det biologiske mangfoldet på fjellet og tundraen. Krekling er en særdeles vanlig og dominerende plante over store områder. Der det er mye krekling er det lavere diversitet av andre plantearter. Krekling produserer såkalte allelopatiske

stoffer. Når kreklingbladene faller til bakken, hindres spiring og vekst av andre planter. Disse stoffene er sannsynligvis også årsaken til at krekling er en dårlig matplante for planteetere. Ingen spiser krekling. Både reinen og smågnagere unngår områder der krekling dominerer. Krekling fremmes av økte temperaturer, dette kan forårsake tap av naturmangfold og reduksjon av beitbare områder i framtida.

Fravær av smågnagere kan gi dramatiske endringer

Den taktfaste pulsen av smågnagerårene har en spesielt viktig og gjennomgripende innvirkning på det biologiske mangfoldet i fjellet. Prosjektet EcoCycles viste at denne smågnagerdynamikken er i stor endring. Antall smågnagere i toppår har gått ned i store deler av Europa. På det nordøstlige Grønland har EcoCycles vist at det ikke har vært lementopper siden år 2000. Arter som har spesialisert seg på smågnagerne, som snøugla, står i fare for å bli utryddet. Fraværet av lementoppår på Grønland har på kort tid medført så mye som 94 prosent lavere hekkesuksess hos snøugla. Modelleringsstudier har vist at arter med kort levetid, som fjellreven, er særlig utsatt sammenlignet med arter som har lang livslengde, som fjelljoen. Men selv slike langlivede, lemenavhengige arter vil kunne forsvinne hvis lementoppene uteblir over lengre tidsperioder. Lemen er en såkalt nøkkelart i fjell- og tundra økosystemene. Endring i denne artens forekomst vil kunne få store konsekvenser for naturmangfoldet og dynamikken i høyfjellet.

Økt fragmentering av fjellandskapet

Fjellet som økosystem er sårbart på mange måter. Fjellet består av små og store øyer i et hav av mer produktive skogområder og lavereliggende landskap. Klimaendring og opphør av beite kan føre til at skoggrensa flytter oppover, med den følge at nye arter etablerer seg i høyfjellet; slik fragmenteres fjellandskapet ytterligere. Tap av sammenhengende habitater vil på sikt kunne føre til en svært utfordrende framtid for flere høyfjellsarter i Norge. Villreinen er særlig utsatt fordi den krever store arealer.

Denne form for vekselbruk har, ifølge prosjektet REGARDS, vist seg vanskelig å gjennomføre i praksis, ettersom melkebøndene i bygda sliter med å opprettholde aktiviteten. Mens det totale beitetrykket er relativt stabilt, så er beitetrykket fra ku i sterk tilbakegang.

Grønne tilskudd til aktiv skjøtsel er nødvendig for at Norge skal klare å holde forpliktelser under Biodiversitetskonvensjonen og Habitatdirektivet. BIOPOLICY-prosjektet har beregnet at om lag 15 prosent mer utmarksareal kan tas i bruk til beite uten særlig høye merkostnader, sett i forhold til omfanget av støtte til jordbruket. Tilskuddene som knyttes til spesielle verneverdier kan være mindre attraktive for grunneiere som følge av at det hindrer nye inntektsmuligheter for eksempel innen reiselivsutvikling. Grønne tilskudd er også viktig for bevaring av kystlynghei, der Norge har 30 prosent av forekomstene i Europa. Dersom vi vil forhindre tap av kystlynghei må tiltak gjennomføres. Som nevnt trues kystlynghei blant annet av spredning av sitkagran, en art som er svært beitetolerant og trolig bare kan holdes tilbake ved aktiv rydding. Prosjektet «Bærekraftig kulturlandskap» som jobbet med spredning av sitkagran hadde underveis i prosjektet svært tett samarbeid med forvaltningen og det utøvende naturoppsynet. Opplæring i metoder for å ivareta kystlynghei har gitt høy gevinst i dette prosjektet.

I nord er problemstillingen snudd på hodet. En kraftig økning i antall reineiere og rein på 80-tallet, godt hjulpet av gode vintre, tilskuddsordninger, omlegging av drift og ny teknologi, har ført til endring i lavdekket. Et høyere reintall og gjenværende rein på sommerbeite har vist seg å ha negative effekter på naturmangfold også på sommerbeitene (se Er naturmangfoldet i fjellet truet?). Forsøk på frivillige beiteavtaler, betingede tilskudds- og kompensasjonsordninger, så vel som medforvaltning har vært en del av virkemidlene for å redusere beitekonfliktene og håndtere økosystemendringene. I 2007 kom den nye reindriftsloven «selvstyre», der ansvaret for å lage bærekraftige forvaltningsplaner ble overført til reindriftnæringen selv. Fokuset for selvstyret var på sommerbeitene, men det er de store vinterbeitene og siidaer med ujevn fordeling av reintall som sliter mest med konfliktnivå mellom reineiere og gir lav produksjon. Intervjuer viser at det ikke er grunnleggende uenigheter om prinsippene bak reindriftsforvaltningen. Det er imidlertid betydelige diskusjoner om hvordan forvaltningen skal skje og hvordan godene skal fordeles. Det er også nødvendig å avklare hvem som har rettighetene til beiter på vinterområdene.

Globale problemstillinger og forvaltning på tvers av landegrensener

I den geologiske tidsalderen vi befinner oss i nå, antropocen, er mennesket den viktigste årsaken til tap av naturmangfold. Kunnskap om hvordan vi på ulike beslutningsnivå påvirker økosystemet er avgjørende for å finne gode og realistiske miljøløsninger. Mennesker påvirker også produksjonssystemer gjennom flere ledd i verdikjeden som har utilsiktede miljøkonsekvenser. For eksempel har bruk av ressurser og råvarer fra andre verdensdeler stor betydning for det globale tapet av naturmangfold. Økningen i hogst av tropisk regnskog drives for eksempel i stor grad av etterspørselen etter

råvarer fra vestlige land. Et av de viktigste virkemidlene for å redusere hogst av tropisk skog er å betale brukere og skogeiere gjennom det internasjonale programmet REDD+ (Reducing emissions from deforestation and forest degradation and enhancing forest carbon stock in developing countries) for å la være å hugge. Tiltaket har tatt tid å implementere. Dette kan, ifølge prosjektet CUBI, forklares av vage mål og omfattende interessenmotsetninger, men maktforhold og hvem som definerer innholdet i politikken er også viktig for utfallet av REDD+ programmet og er avhengig av hvem som definerer innholdet i politikken. REDD+ handler i økende grad om rettighetene til lokalbefolkning og urfolksgrupper som bor i regnskogen og deres økonomiske utvikling, heller enn om bevaring av regnskog. Denne politikken er drevet fram av internasjonale urfolks- og miljøvernorganisasjoner. Generelt er den lokale innflytelsen i de enkelte tiltaksprosjektene som er studert fortsatt for svak. Dette er tilfelle både i Tanzania (*Man and Forests*), Ecuador, Peru, Paraguay, Bolivia, og Indonesia, ifølge CUBI. Dersom lokalbefolkningen i større grad får delta i utformingen av regler og tiltak, eller hvis rettigheter til ressursene blir avklart, kan dette føre til bedre resultater, ifølge studiene. Nye fjernmålingsmetoder basert på radarsatellitt-data for overvåking av regnskog har gitt bedre estimater for tap av regnskog. Overvåking ved hjelp av denne metoden kan bidra til å evaluere om tiltak for å stoppe avskoging virker som de skal.

Forvaltning av kortnebbgås og hvitkinngås ligger også i spenningsfeltet mellom internasjonal politikk og lokal



forvaltning. Økte populasjoner av gjess som følge av bevaring på deres overvintringsområder i sentrale deler av Europa, samt økte temperaturer det siste tiåret, har ført til konflikter med landbruket fordi gjessene stopper og forsyner seg av nysådde avlinger på vei til sine hekkeplasser på Svalbard. Jaging har vært eneste løsning for mange, men dette skyver problemet over på andre bønder og løser ikke problemet med manglende beiter til gjessene. I motsetning til klimatiltak under REDD+-programmet, har betaling for å la gjessene beite fungert og også redusert konfliktnivået. Dette skyldes i høy grad at landbruket har medvirket i utformingen av kompensasjonsordningene.

Vanndirektivet har krevd stor forskningsinnsats

EUs rammedirektiv for vann, vanndirektivet, ble i 2008 gjort gjeldende i Norge som del av EØS-avtalen. Direktivet har som sitt ambisiøse mål å oppnå god økologisk status i alle vannforekomster innen 2021. Det skiller seg fra tidligere forvaltningspraksis på flere områder, først og fremst ved å la vannforekomstene og deres omliggende nedbørfelt være forvaltningsenheter, på tvers av kommune-, fylkes- og landegrensener. Mens tidligere vannkvalitetskriterier i stor grad har vært basert på kjemiske målinger, legger vanndirektivet opp til å bruke organismene som lever i vannet til å fortelle noe om tilstanden. Fordelen med slike biologiske indikatorer er at de i større grad vil fange opp nettoresultatet av mange, samtidige miljøpåvirkninger – til og med påvirkninger som vi ennå ikke vet om, for eksempel nye miljøgifter eller invaderende arter. Ulempen er at biologiske indikatorer krever høy fagkunnskap og at de kan være vanskeligere å kvalitetssikre, standardisere og sammenlikne. Naturlige, regionale variasjoner i organismesamfunnene er en av de største utfordringene for dette arbeidet.

Sammenlikning over landegrensener

Som del av implementeringen av Vanndirektivet har det foregått et stort arbeid med å utvikle biologiske indikatorer for norske elver og innsjøer, og å samstemme disse indikatorene med tilsvarende fra våre naboland. En betydelig del av dette arbeidet er blitt finansiert av Miljø 2015. BIOCLASS-FRESH-prosjektet har utviklet indikatorer for flere organisme-grupper, for eksempel vannplanter, plankton og fisk. Disse indikatorene er forskjellige for elver og innsjøer. For å gi en samlet vurdering av miljøstatus til en vannforekomst må indikatorene vektas i forhold til hverandre. BIOCLASS-FRESH har vist at hvordan man velger å gjøre denne vektingen

kan ha avgjørende betydning for totalvurderingen, og prosjektet har anbefalt vektingsmetoder som gir minst sannsynlighet for feilklassifikasjon.

Forholdet til andre naturindekser

Vanndirektivets klassifiseringsmetodikk er i stor grad basert på forholdet mellom arter eller artsgrupper som oppfattes som henholdsvis følsomme eller tolerante. Mange av disse indikatorene er også med i ferskvannsdelen av Miljødirektoratets Naturindeks for Norge. Vanndirektivets tilnærming er likevel mindre orientert mot truede enkeltarter slik disse overvåkes av International Union for Conservation of Nature (IUCN) eller Norsk rødliste, med mulig unntak for flaggskiparter som villaks. Direktivets metodikk avviker også fra prinsippene for moderne naturtypekartlegging, for eksempel det pan-europeiske EUNIS-systemet eller Natur i Norge (NiN), hvor det i større grad legges vekt på å identifisere kildene til variasjon mellom organismesamfunnene.

Forholdet mellom overvåking og grunnforskning

Implementeringen av vanndirektivet har medført betydelig innsats for å sammenstille eksisterende data om forekomst av vannorganismer. Dette er data som også har kommet til nytte i mer grunnleggende forskning på biologisk mangfold og økosystemtjenester. Det er for eksempel vist at artsrike planteplanktonsamfunn, slik en finner dem i Sverige og Finland, utnytter plantenæringsstoffer mer effektivt enn artsfattige samfunn på Vestlandet (*Ptacnik m. fl.* 2008). Innsamling av nye data finansiert av Miljø 2015 (COMSAT-prosjektet) viser at det er økende artsrikdom innen mange organismegrupper i innsjøer når en forflytter seg fra Vestlandet til den svenske østkysten.

Vannforvaltning i et endret klima

Klassifikasjonssystemene i vanndirektivet tar bare i begrenset grad hensyn til at vi befinner oss midt i betydelige klimaendringer. Endringer i temperatur og nedbør har direkte innflytelse på elver og innsjøer, for eksempel ved at den isfrie perioden blir lengre. Dette har åpenbar betydning for planteproduksjonen, men også for fisk som er avhengig av lys for å finne mat. Situasjonen kompliseres nemlig av at vannet ikke bare blir varmere, men også mørkere på grunn mer brunfarget organisk materiale (humus). Årsakene til dette er ikke endelig avklart, men mye tyder på at det henger sammen med høyere planteproduksjon på land, som igjen henger sammen med endringer i både klima, nitrogenfall og arealbruk. BiWa-prosjektet bruker eksperimenter og matematiske modeller for å vurdere hvordan fiskeproduksjonen i innsjøer påvirkes av at vannet blir varmere og mørkere.





Tiltak som etablering av alternative beiteområder, og tilrettelegging for jakt for den høstbare kortnebbgås, har ført til at bestanden reduseres og beiteskadene blir mindre omfattende. Hvitkinngås er fredet fra høsting og bestanden har økt de siste tiårene i Vesterålen, delvis på bekostning av kortnebbgås. Den beiter avlingen lengre ned og er vanskeligere å jage enn kortnebbgås. Ytterligere tilpasning til en slik dynamikk krever en adaptiv medforvaltningsprosess. Her har forskningsprosjekter som Migrapop og Geese Beyond Borders fungert som et bindeledd mellom naturvernere, landbruksinteresser og lokal forvaltning. Prosjektene har hjulpet de ulike aktørene med å finne fram til tiltak som alle parter kan godta.

Globale endringer og geopolitikk har også betydning for næringsutvikling og økosystemtjenester i Arktis. Klimaendringer, endring i transportruter som følge av ismelting og svingninger i mineralpriser har betydning for økende næringsaktivitet også på land. Slike ressursutnyttingsbølger har tidligere vist seg å ha ringvirkninger også for lokalt arealbruk. Mye tyder på at økte inntekter lokalt fører til mer motorisert ferdsel i nærområdene, noe som øker rekkevidden av menneskelig aktivitet. Mange småsamfunn i Arktis er primært basert på tradisjonell høsting for eget bruk, de har lav tilgang på lønnsarbeid og få muligheter for salg av varer. I arktiske områder i Nord-Amerika er ikke eksport av lokalt høstet vilt og fisk tillatt, men på Grønland og i Russland er kommersielt salg en av årsakene til den betydelige nedgangen i vilt- og fiskebestander. Styrings-systemene og forvaltningen viser seg å ha mindre betydning for miljøendringene i Arktis enn næringsutviklingen eller økt markedsstilgang (TUNDRA).

Oppsummering

Naturpanelet har som mål å syntetisere dagens miljøstatus for jordas økosystemer og finne løsninger for å stanse tapet av naturmangfoldet. Globale synteser krever ofte enkle mål på naturtilstanden slik som naturindekser og rødlistearter, men det er også viktig å anerkjenne at kunnskapen om økosystemene og menneskets påvirkning er begrenset. Historisk økologi, det vil si kunnskap om hvordan økosystemer har vært formet over tid, er viktig for å forstå tap av biologisk mangfold og for fastsetting av referansenivåer

i naturforvaltningen. Studier av arvemateriale har gitt overraskende resultater og bidrar til å forstå hvordan våre økosystemer er formet av naturlige og menneskeskapt prosesser over tid. Arvematerialet kan si noe om hvilke artsgrupper som har vært stedegne i Norge siden siste istid, slik som lemen, fjell- og liryte, og om tidligere tiders innvandring av for eksempel fisk og ulike treslag. Langvarig bruk og høsting har formet kulturbetingede naturtyper med høy artsdiversitet, mens moderne skogbruk har gitt en treslagssammensetning og et landskap med lavere artsdiversitet.

Nedgangen i naturmangfold har komplekse årsaker. Det som skjer utenfor våre landegrenser, er viktig. Klimaendringer og økt handel og mobilitet kan for eksempel resultere i spredning av fremmede arter, sykdommer og parasitter. Beslutninger andre steder kan medføre økt forurensing og arealbruksendringer lokalt i Norge, og matproduksjon er i økende grad avhengig av tilførsel av råvarer fra andre steder. Dette krever et større fokus på globale endringer og transnasjonal forskning. Det er store kunnskapshull knyttet til tap av naturmangfold og hva det har å si for vår kritiske naturkapital og andre økosystemtjenester som ansees viktige for oss og framtidige generasjoner. De fellesgodene som tilbys av naturen anses ofte som så selvsagte at de ikke gis oppmerksomhet, og miljøforskningen må i større grad synliggjøre endringene i kritisk og uerstattelig naturkapital. Flere av Miljø 2015-prosjektene dokumenterer at endring og tap av naturmangfold kan ha konsekvenser for naturens evne til å levere fundamentale økosystemtjenester; som matproduksjon og tilgang til rent drikkevann, selv i Norge. Kunnskap om pollinatorer og plantesorter i jordbruket kan bidra til at matproduksjon kan tilpasse seg fremtidige klimaendringer. Kunnskapsbasert forvaltning av nedbørsfeltene kan gjøre oss bedre rustet til å møte utfordringene i pressområder der arealbruksendringer og forurensing kombinert med klimaendringer gir betydelig økt belastning på vannressursene.

Kunnskapsbasert forvaltning betyr også å synliggjøre de verdivalg og prinsipper som ligger til grunn for forvaltning av naturen. Forvaltningen er avhengig av et totalt kunnskapsgrunnlag for å ta gode beslutninger, der befolkningen alltid vil representere et konglomerat av motstridene verdier og preferanser. I Norge har vi for eksempel over 1000 år gamle kulturlandskap med et særegent naturmangfold som ansees å ha en spesiell verdi. Årsaker til endringer i beitebruk så vel som konsekvensene for naturmangfoldet har vært studert i Miljø 2015. Tett kobling mellom forskning, forvaltning og samfunn sikrer en felles forståelse av hva som skal til for å finne løsninger for å unngå tap av naturmangfold. Det viser Miljø 2015-prosjektene som har vektlagt dette. Behovet for tett medvirkning er også fremhevet av naturpanelet og bør stå sentralt i framtidig forskning på naturmangfold og økosystemtjenester. Det er imidlertid fortsatt behov for forskningsbasert kunnskap om økosystemeffekter på stor skala eller over lengre tidsrom.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Kaare, Aagard, Gunnar Austrheim, Karoline Daugstad, Torbjørn Ekrem og Francesca Verones, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 Åsgeir Rossebø Almås og Arild Vatn, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 Tom Andersen, Vladimir Gusarov, Dag O. Hessen, Signe Lise Howell, Karl-Henrik Larsson, Atle Myrseter, Anders Nielsen, Anna Nilsson, Universitetet i Oslo (UiO)
 Claire Armstrong, Vera Helene Hausner, Rolf Anker Ims og Nigel Yoccoz, UiT – Norges arktiske universitet
 Per-Arne Amundsen, Norges fiskerihøgskole
 Iulie Margrethe Aslaksen, Statistisk sentralbyrå (SSB)
 Anne Elisabeth Bjune, Uni Research AS
 Jan Ove Bustnes, Anders G. Finstad, Nina Elisabeth Eide, Kjetil Hindar, Bjørn P. Kaltenborn, Graciela M. Rusch og Ingunn Tombre, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
 Thomas Bøhn, Genøk – Senter for biosikkerhet
 John-Arvid Grytnes, Universitetet i Bergen (UiB)
 Jörg Haarpainter, Norut
 Hans Martin Hanslin, Venche Talgø, Ari Mikko Hietala, Jorund Rolstad og Halvor Solheim, Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
 Leif Christian Jensen, Fridtjof Nansens Institutt (FNI)
 Eric Nævdal, Frischsenteret
 Mikael Ohlson, Thomas Rohrlack, Susanne Schneider og Anne Lyche Solheim, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
 Ole Reidar Vetaas, UNIFOB AS
 Trude Vrålstad, Veterinærinstituttet

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
 Fridtjof Nansens Institutt (FNI)
 Genøk – Senter for biosikkerhet
 Frischsenteret
 Norsk institutt for naturforskning (NINA)
 Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
 Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 UiT – Norges arktiske universitet
 Norges fiskerihøgskole
 Norut
 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 Statistisk sentralbyrå (SSB)
 Universitetet i Oslo (UiO)
 Universitetet i Bergen (UiB)
 UNIFOB AS
 Uni Research AS
 Veterinærinstituttet

Litteraturtips:

Naturlige og menneskeskapt endringer i naturmangfoldet, Díaz, Sandra, m.fl. "The IPBES Conceptual Framework - connecting nature and people." *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14 (2015): 1-16.

Rødlistearter og naturindekser

Faktaark 13-14: Ny metode forenkler overvåkning av truede insektbestander

Faktaark 03-14: Kan edelkrepsen reddes? Certain, G., Skarpaas, O., Bjerke, J. W., Framstad, E., Lindholm, M., Nilsen, J. E., & Nybø, S. (2011).

The Nature Index:

A general framework for synthesizing knowledge on the state of biodiversity. *PLoS One*, 6(4), e18930.

Aslaksen, I., Framstad, E., Granåsjordet, P. A., Nybø, S., & Skarpaas, O. (2013). *Naturindeksen og økosystemtjenester – en bro mellom økologi og økonomi?*

Naturmangfold og økosystemtjenester

Faktaark 15-13: Cyanobakterier truer vannsikkerheten

Økosystemfunksjoner tas ofte ikke med i regnskapet

Faktaark 16-14: Fisken bestemmer innsjøens arts mangfold

Faktaark 04-14: Har funnet tålegrenser for økosystemer i innsjøer og elver Nielsen, A. and Ø. Totland. 2014. Structural properties of mutualistic networks withstand habitat degradation while species functional roles might change. *Oikos* 123:323-333.

Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger, and W. E. Kunin. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25:345-353.

Kjøhl, M., A. Nielsen, and N. C. Stenseth. 2011. Potential effects of climate change on crop pollination. *FAO*, Rome.

Mange og sammensatte årsaker til tap av naturmangfold

Faktaark 03-13: Med halve livet som innsats

Faktaark 08-13: Sprøytemiddel kan være giftigere enn antatt

Monitoring of GMOs released into the Norwegian environment: A case study with herbicide-tolerant GM rapeseed (GenØk report for DN)

Endringer i driftsformer og naturmangfold

Faktaark 06-13: Sauer holder tregrensa ved like

Faktaark 11-14: Høye reintall forandrer Finnmark

*Globale problemstillinger
og forvaltning på tvers av landegrenser*

Faktaark 04-15: Lokalbefolkningen i Arktis
ønsker mer innflytelse

Boreal skog

Faktaark 01-13: En glohet historie

Groven, R., Niklasson, M., 2005. Anthropogenic impact on past and present fire regimes in a boreal forest landscape of southeastern Norway. *Canadian Journal of Forest Research* 35, 2719-2726.

Niklasson, M., Granström, A., 2000. Numbers and sizes of fires: Long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. *Ecology* 81, 1484-1499.

Ohlson, M., Brown, K.J., Birks, H.J.B., Grytnes, J.A., Hörnberg, G., Niklasson, M., Seppä, H., Bradshaw, R.H.W., 2011. Invasion of Norway spruce diversifies the fire regime in boreal European forests. *Journal of Ecology* 99, 395-403.

Zackrisson, O., 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. *Oikos* 29, 22-32.

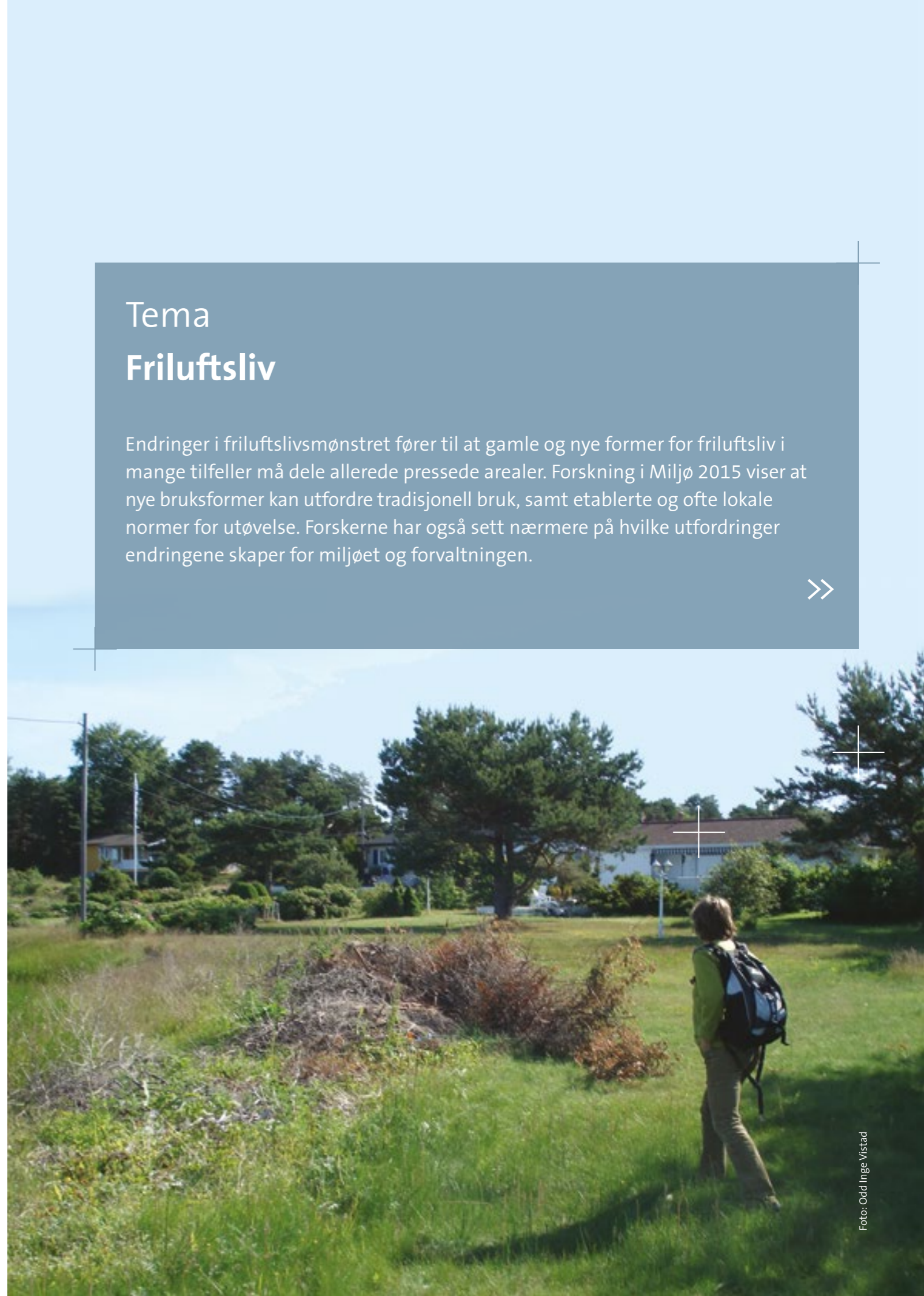
Vanddirektivet

Bøhn, T. & Amundsen, P.-A. 2001. The competitive edge of an invading specialist. *Ecology* 82: 2150-2163



Tema Friluftsliv

Endringer i friluftslivsmønstret fører til at gamle og nye former for friluftsliv i mange tilfeller må dele allerede pressede arealer. Forskning i Miljø 2015 viser at nye bruksformer kan utfordre tradisjonell bruk, samt etablerte og ofte lokale normer for utøvelse. Forskerne har også sett nærmere på hvilke utfordringer endringene skaper for miljøet og forvaltningen.



Bakgrunn

Den generelle velstandsøkningen har bidratt til endringer i friluftslivet. Særlig har kommersialisering, teknologisering og individualisering gjort sitt til at friluftsliv og naturbruk i økende grad blir ressurskrevende, spesialisert og differensiert. Samtidig er det den korte, enkle turen i nærmiljøet som er massenes friluftsliv og som derfor betyr mest for folkehelsen, men nærturen gir sjelden store overskrifter.

Et mindre bærekraftig fritidssamfunn

Høyere inntekt, mer fleksibel arbeidstid og en sterk økning i vareforbruket påvirker hvordan folk benytter fritiden. Friluftsliv resulterer ofte i mer reisevirksomhet (*Faktaark 4-11 Det enkle liv i luksus*). En viktig årsak er at spesialisert friluftsliv gjerne fordrer særegne naturforhold (for eksempel kiting) eller er avhengig av tilrettelegging (for eksempel alpin). En annen årsak er veksten i antall fritidsboliger og at folk også reiser langt oftere til hyttene sine enn de gjorde tidligere. En tilsvarende utvikling gjelder bruk av fritidsbåter. Disse er blitt både flere og større, samtidig som folk reiser til og fra bådhavnene oftere som følge av hyppigere bruk. Videre har det vært en stor økning i vareforbruket i friluftslivet (klær og diverse utstyr). I tråd med dette har ett av forskningsprosjektene innen Miljø 2015 sett nærmere på miljøkonsekvensene av endringer i friluftslivsmønsteret (*Faktaark 4-11 Det enkle liv i luksus*). Her framheves det blant annet at følgene av økt produksjon, forbruk og energiforbruk i større grad må løftes fram som en utfordring for miljøet.

Fjell, jakt og sportsfiske – næringsutvikling møter tradisjonssterke kulturer

Gjennom de siste 10-20 siste årene har det vokst fram kommersielle tilbud med tilrettelagte aktiviteter, som rafting, elgsafarier, guidede fotturer, tilrettelagt sportsfiske, og pakker med mat, overnatting og guiding i eksklusive jaktterreng (*Faktaark 2-13 Nye turister – gamle tradisjoner*). Denne utviklingen, der friluftslivsaktivitet tilbys på et globalt varemærke, ofte i hovedsak markedsført gjennom internett, har ført til at ulike former for friluftsliv blir tilgjengelig for flere. Her kan tilreisende bedrive aktiviteter de i utgangspunktet ikke har tilegnet seg ferdigheter i og i områder de ikke kjenner fra før.

De nye eller moderniserte «versjonene» av friluftslivsaktiviteter, slik som fluefiske, buldring eller ulike former for sykling i terreng, har til dels andre motiver ved seg og krever ny type kunnskap og håndtering av spesialisert utstyr. Dette handler ikke alene om mestring og kunnskap, men også om normer for hvordan aktiviteten skal utøves, ikke minst i relasjon til andre aktiviteter og brukere. Følgelig ser man i flere tilfeller konturen av konflikter, både som følge av direkte interesse-motsetning, men også fordi ulike aktiviteter ikke er omgitt av et felles menings- og normsystem (*Faktaark 2-13 Nye turister – gamle tradisjoner; Flemsæter, F., Setten, G., & Brown, K. M. (2014). Morality, mobility and citizenship: Legitimising mobile*

FAKTA

>> Friluftslivet er blitt mindre bærekraftig fordi forbruket av utstyr og energi har økt. Dette må i større grad løftes fram som en miljøutfordring.

>> Spesielt når nyere former for friluftsliv kobles sammen med næringsutvikling, vil spenninger lett kunne oppstå i møtet med tradisjonssterke og ofte lokalt forankrede friluftslivspraksiser.

>> Langs kysten overstyrer frykten for å forstyrre den lovlige ferdselsretten.

>> Barn deltar sjeldnere i fritidsaktiviteter enn før. Bruken av nærmiljønatur bør gjøres til en mer integrert del av barns hverdagsliv.

>> Folks preferanser for friluftsliv i nærmiljøet varierer, samtidig som friluftslivsaktiviteter med ulike målsetninger og normsystemer i økende grad deler arealer. Dette må tas hensyn til i forvaltningen av bymarker.

>> Friluftslivet må inkluderes i byplanlegging og forvaltning av urbane områder. Områder som ikke var tiltenkt rekreasjon, som gravlunder, er nå tatt i bruk som trivselsområder, noe som gir forvaltningen både muligheter og utfordringer.

subjectivities in a contested outdoors. Geoforum). Disse forholdene må også sees i lys av at flere ulike typer aktører (for eksempel kommuner, grunneiere, utbyggingsinteresser, produsenter og selgere av utstyr, reiselivsbransjen etc.) i økende grad ser friluftslivet som en ressurs og et marked. For eksempel har urbanisering, utvikling i hyttebruk og turisme gjort fjellet til en stadig viktigere fritidsarena. Mange fjellkommuner ser nye muligheter her, parallelt med at tradisjonelle næringer og folketall er i nedgang.

Samtidig har denne utviklingen utløst kompliserte motsetninger eller spenninger mellom ulike samfunnsinteresser knyttet til næringsliv, friluftsliv, naturvern og klimahensyn (*NINA Temahefte 50: Bruk og vern i utmarksområder. Sluttrapport*). Fjell- og skogregionene preges av satsing på jakt- og fisketurisme der tilreisende tilbys sammensatte opplevelser med spenning, mestring og trofeer, mens det tradisjonelle høstingsmotive kommer i bakgrunnen. Dette skaper lett motsetninger rundt bruk av naturressurser og arealer som

tidligere i større grad var forbeholdt lokale og regionale innbyggere, og der utnyttelsen av ressursene og arealene har funnet sted innenfor rammer av bestemte politiske og moralske verdier og normer. I rurale strøk er det en tendens til at det høstingsbaserte, enkle friluftslivet forstås som en videreføring av bygdetradisjoner og på måter som setter det i symbolsk og identitetsmessig kontrast til det sentrale og urbane. Friluftsliv blir på denne måten, ikke ulikt ulvekonflikten, til et symbol i politiske konflikter der interesse-motsetningene kan handle om mye annet enn friluftsliv i seg selv (*Faktaark 2-13 Nye turister – gamle tradisjoner*).

Utbygget kystsoner – frykten for å forstyrre overstyrer den lovlige ferdselsretten

Det økte arealpresset i sentrale områder, kombinert med framveksten av nye aktiviteter, samt nye motsetninger og konflikter, stiller forvaltning av arealer ovenfor nye utfordringer. Tilretteleggings- og forvaltningstiltak som kanalisering og sonering, utbedring av stier og bedret informasjon, etter-spørres og brukes i økende grad, både i fjellområder, i folks nærmiljøer og ikke minst i strandsoner. Dette er også viktige tiltak i balansering av naturvern og friluftsliv. Mye av den sør-norske kysten er kraftig utbygget med hus og hytter, men kan likevel ha bruks- og opplevelseskvaliteter for friluftsliv og besøkende. Selv i områder der myndighetene har fjernet ulovlige stengsler og erklært at ferdselsretten gjelder, så er det påvist at folk har så stor respekt for retten til privatlivets fred for hus- og hytteeiere at de holder seg vekk fra strandkanten og ikke benytter sin egen ferdselsrett (*Faktaark 10-13 Redde for å forstyrre i kysttidyllen*). Dette betinger at kommunene må ha en langt mer aktiv rolle for å stimulere og legge til rette for ferdsel i kystsonen, for eksempel gjennom arealplanarbeidet. Forskningen tyder på at dette kan gjøres uten å bli konflikt-drivende, dersom det gjøres et godt grunnarbeid med kunnskapsinnhenting og involvering (*Faktaark 10-13 Redde for å forstyrre i kysttidyllen*).

Barnas friluftsliv skjer i mindre grad på eget initiativ

Generasjonen som vokste opp på 70- og 80-tallet, i den tidsperioden da friluftsliv ble alminneliggjort, ble sosialisert til friluftsliv og naturbruk gjennom familien eller lokalmiljøet. I dag bruker barna nærnaturen mindre, selv om de har god tilgang til naturen. Mye tyder på at barn deltar i mange friluftslivsaktiviteter, men sjeldnere enn før, særlig sjeldnere om vinteren og ofte på en gjennomorganisert måte. I forskningen problematiseres nedgangen i barns egenstyrte lek i natur, og de ulike økonomiske og kulturelle faktorene som virker inn på barns naturerfaringer blir drøftet nærmere. Når det gjelder det siste, tillegges familiers tidsklemme stor betydning. Forskningen viser at bruken av nærmiljønatur bør gjøres til en mer integrert del av barns hverdagsliv enn den er i dag. Oppmerksomhet om voksnes rolle, barns muligheter til egenstyrt lek ute, aktivitetsnivå i hverdagen, egentransport til ulike gjøremål og tilgjengelighet til attraktive og trygge naturområder er viktige faktorer i denne type rekrutterings-

arbeid til barns nærfriluftsliv. Samtidig vektlegges betydningen av kunnskap og bevissthet om barns preferanser for natur, og hva barn selv ser på som kvaliteter ved å leke ute i naturen (*NINA Temahefte 54: Barn og natur. Nasjonal spørreundersøkelse om barn og natur. Faktaark 13-15 Barn vil helst leke fritt i naturen*).

Brukerkunnskap, preferanser og lokal identitet må vektlegges i bymarkene

I flere Miljø 2015-studier er det blitt lagt vekt på at friluftsliv, ikke minst innenfor byområder og i nærmiljøer, utgjør viktige sosiale arenaer, samtidig som stedstilknytning og opplevelse av naturomgivelser og landskap har vist seg mangefasettert (*Dervo, B. K., Skår, M., Köhler, B., Øian, H., Vistad, O. I., Andersen, O., & Gundersen, V. Friluftsliv i Norge anno 2014 – status og utfordringer, NINA Rapport 1073*). I prosjekter knyttet til både parker og bynære skoger, er det blitt framhevet at bruksmåter og preferanser varierer. Derfor må det utvikles forvaltningsmodeller som i større grad tar hensyn til variasjoner i sosiale, estetiske og kulturelle dimensjoner ved friluftslivet, og modellene må inkludere nye bruksformer uten å redusere verdien og funksjonen som slike områder allerede fyller (*Faktaark 5-13 Skoger til folket*). Forskningsresultatene viser dessuten at når lokale interesser inkluderes og nye nettverk bygges, styrkes mulighetene for å sikre friluftsområder mot utbygging. Bedret tilgjengelighet og bruk av bynære friluftsområder kan i seg selv styrke mulighetene for at viktige områder bevares (*Faktaark 12-13 Kjærligheten som overgår alle planer*). I den forbindelse er det blitt påpekt at forvaltningen av naturområder har vært for lite opptatt av den opplevde tilgangen til friluftsområder, siden den omfatter forhold som strekker seg utover objektive faktorer som fysiske og juridiske rammer for tilgjengelighet. Befolkningen er også delt i synet på behovet for tilrettelegging for eksempel i form av grusede stier og omfattende skilting (*Faktaark 5-13 Skoger til folket*).

Gravlunder – grønne møterom og kontemplative kulturminner

Friluftslivet må inkluderes i byplanlegging og forvaltning av urbane områder, fordi behovet for å bevare bynære friluftslivslandskap og grøntområder inne i byene er stort. Fortetting av bymiljøer preget av sosialt og kulturelt mangfold resulterer dessuten i mer intensiv bruk av eksisterende grøntområder til forskjellige former for utendørsrekreasjon, noe som blant annet kan lede til at områder som i utgangspunktet ikke er tiltenkt rekreasjon (for eksempel gravlunder eller gangveger mellom boområder og handlesteder) tas i bruk på en slik måte (*Grønne byrom: gravlunder i flerkulturell og interreligiøse kontekst*).



Oppsummering

MILJØ 2015 har finansiert forskning på friluftsliv som viser endringstendenser, og utfordringer og muligheter som dette stiller til forvaltning og utforming av politikk, ikke minst i urbane områder (bymarker, nærmiljø, gravlunder) og andre pressområder (utbygget kystzone, fritidsfjell). Forskningen viser også den viktige posisjonen og det utfordrende særpreget til friluftslivet. Her møtes nemlig flere politikkområder, som turisme og næringsutvikling, folkehelse og livskvalitet, natur- og kulturminnevern, kulturfeltet og by- og arealplanlegging. Vi ser videre forskningsbehov særlig når det gjelder (1) nye former for friluftsliv og arealbruk (2) hvordan spenninger og konflikter mellom utøverne som differensiering av friluftslivet lett fører til kan håndteres gjennom forvaltningspraksiser (3) en friluftslivsrettet forvaltning av grønne nærrområder i både urbane og rurale strøk og (4) integrering av friluftsliv- og folkehelsepolitikken.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Hogne Øian, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Odd Inge Vistad, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
Norsk senter for bygdeforskning
Vestlandsforskning
UiT Norges artistiske universitet
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NBMU)
Sveriges lantbruksuniversitet

Tema Laksefisk

Laksefiskene møter en lang rekke utfordringer gjennom livsløpet. Særlig gjelder dette artene som vandrer mellom ferskvann og havet, som laks, sjøørret og sjørøye. Mange av disse utfordringene er menneskeskapt. Spesielt regnes den raskt voksende oppdrettsnæringen, ulike tekniske inngrep i vassdragene og klimaendringene å være store utfordringer for mange bestander. Det er fortsatt store kunnskapsmangler som må tettes for å sikre en god forvaltning av disse ressursene. >>



Laksefiskene er en utsatt gruppe

Laksefiskene, spesielt laks, ørret og røye, har hatt og har stor økonomisk, sosial og kulturell betydning i Norge. Spesielt viktige og interessante er laks, og de bestandene av ørret og røye som vandrer mellom gyteområder i ferskvann og oppvekstområder i havet (nå kalt sjøørret og sjørøye). I ferskvann er laksefiskene avhengige av gode områder for gyting, overlevelse av egg samt oppvekst av ungfisk. Mange, men ikke alle, ungfiskene (kalt parr) gjennomgår på et tidspunkt en endring fra å være en territoriell ferskvannsfisk til å bli en stimlevende saltvannsfisk. Dette stadiet kalles smolt. Etter et varierende antall år i elvene vandrer lakse-smolten til havs, og tilbringer deretter 1-3 år i havet før den kommer tilbake til fødeelven for å gyte. Imidlertid er det en liten prosentandel av smolten som overlever oppholdet i havet (mindre enn ti prosent). En varierende andel av gytefisken dør også i forbindelse med gyting, men noen gjennomfører et nytt opphold i havet for så å gyte på nytt. Sjøørret og sjørøye har kun korte opphold i sjøen, stort sett kystnært, og spesielt sjørøya vandrer opp igjen i ferskvann om høsten enten de skal gyte eller ikke. Både sjøørreten og sjørøya kan gjennomføre mange opphold i sjøen, og mange gytinger, i løpet av en livssyklus.

Det å være avhengig av to så ulike livsmiljø som ferskvann og sjø, og av muligheten for å vandre mellom disse livsmiljøene, skaper en rekke utfordringer. Mange av disse er menneskeskapt. I de siste årene har spesielt laksen, men også sjøørreten, møtt nye store problemer på grunn av den sterke veksten i lakseoppdrett. Oppdrettslaks som rømmer, påvirker villfiskbestander i flere faser: de som søker til ferskvann for å gyte, og deretter avkommet deres. De konkurrerer med ville laksunger om mat og plass i elven. Noe av avkommet greier å gjennomføre en hel livssyklus i naturen og kommer tilbake som tilsynelatende vill laks.

I tillegg fungerer laksen og regnbueørreten i oppdrettsmerdene som produsenter av parasitter slik som lakselus. Lakselus infiserer laksesmolt på vandringen ut til havet. Sjøørret og sjørøye, som stort sett oppholder seg i kystnære områder, er spesielt utsatt for lakselus. Det er påvist at infeksjon med mange lakselus kan føre til at smolten dør. Til tross for omfattende forskningsaktivitet gjennom mange tiår, er det fortsatt mye vi ikke vet om effektene av lakselus. Økt dødelighet av laksunger i sjøen er dokumentert gjennom omfattende utsettingsforsøk med smolt, der halvparten hadde fått før med lusebeskyttelse før utsetting, mens resten kun hadde fått vanlig før. For sjøørret er kunnskapen mindre presis. Den er også tilpasset lus på en annen måte, siden den kan søke inn til ferskvann om sommeren for å «avluse» seg.

Vi beskriver her noen viktige resultater fra relevante Miljø 2015-prosjekter. Totalt gjelder dette 14 prosjekter. Åtte av disse er avsluttet, mens seks prosjekter pågår fortsatt (i 2015).

FAKTA

>> Laksefiskene, primært laks, er utsatt for mange negative påvirkningsfaktorer både i ferskvann og sjø.

>> Interessekonflikter og mangelfull kunnskap skaper forvaltningsutfordringer.

>> Laksens atferd i havet er mer variabel enn tidligere antatt; blant annet vandrer de mye lenger nord og øst enn tidligere trodd.

>> Stor variasjon i bruk av havet fører til at laksebestander påvirkes av ulike klimatiske effekter.

>> En spesielt stor utfordring er negative påvirkninger fra oppdrettsnæringen, spesielt gjennom lakselus og rømming av oppdrettslaks.

>> Økt innslag av rømt oppdrettsfisk i elvene fører til redusert betalingsvillighet hos fiskere, og et økonomisk tap hos rettighetshavere.

>> Smitte med lakselus kan føre til økt dødelighet for laks og ørret.

>> Et elvelandskap uten vandringshinder er viktig, både sommer og vinter.

Forvaltningsutfordringer

For å kunne forvalte laksefiskressursene på en god måte er det avgjørende at vi forstår laksefiskenes biologi og bestandsdynamikk. Hva er det som bestemmer overlevelse, vekst og bestandsstørrelse, hvor oppholder laksen seg i havet og hva gjør den der? Dette er bare noen få av mange uavklarte spørsmål når det gjelder forvaltning av laksefiskene. Det er også stor uenighet om hvordan bestander kan forvaltes optimalt. Det vil være konflikter om hvem som har rett til og tilgang til fisket, og det kan være ulike syn på hvor stort uttaket skal være gitt at det er et høstbart overskudd. Hva er det beste forvaltningsregimet? Hvordan skal kystfisket med kilenot og krogarn vurderes opp mot elvefisket, og er det mest lønnsomt å høste den store eller lille laksen? Slike grunnleggende spørsmål er fortsatt ikke avklart i tilstrekkelig grad, og det er mange og store interessekonflikter. Menneskeskapt påvirkningsfaktorer endrer seg ofte raskt i form og påvirkningsgrad. Spesielt endrer de faktorene som kan knyttes til oppdrettsnæringen seg i dag raskt, i takt med den raske produksjonsveksten i næringen og den teknologiske

utviklingen. Dette skaper også sterke konflikter mellom villfiskinteresser og oppdrettsnæringen. Disse konfliktene er det viktig å forstå fra et økonomisk, samfunnsmessig og kulturelt perspektiv, men også fra et biologisk perspektiv. Hovedproblemet er at oppdrettsproduksjonen forårsaker negative eksterne effekter på villfisken og fisket etter dem. Dette er som et klassisk forurensningsproblem, og et viktig spørsmål er i hvilken grad «forurenser-skal-betale-prinsippet» skal gjøres gjeldende.

Livet i ferskvann og i havet

Det er fortsatt ikke fullt ut forstått hvordan laksen og andre laksefisk bruker havet. Ved å benytte nyutviklede små fysiske merker som kan festes på fisken og registrere ulike miljøparametere (lys, temperatur, dyp) er det nå mulig å beregne hvor en fisk har oppholdt seg i sjøen, og også forstå bedre hva den har gjort (*Modeling ocean migration of Atlantic salmon (Salmotrack)*). Det viser seg at laks har svært variabel atferd, og at spesielt laks fra nordlige elver utnytter sjøområder lenger mot nord og nordøst enn tidligere antatt. Laks fra ulike regioner bruker også havet ulikt, noe som fører til at de påvirkes av ulike miljøforhold. Forskjellige bestander møter altså ulike utfordringer, avhengig av hvor de befinner seg. Dette betyr også at bestandsveksten for ulike bestander i Norge kan variere i styrke uavhengig av hverandre (*Declining long-term trends in Atlantic salmon abundance: inferring mechanisms using catch data for Norway and Scotland. Se Faktaark 08-12 Villaksens utfordringer*).

Overgangen fra ferskvann til sjøen er en vanskelig periode for laksefiskene som vandrer mellom disse miljøene. De fysiologiske utfordringene fisken møter er relativt godt forstått, men smolten møter også andre påvirkningsfaktorer. Tidspunktet når smolten vandrer ut fra elvas munningsområde synes å være en kritisk periode. Fiskespisende fisk, som for eksempel torsk, tilpasser seg tilstedeværelsen av smolt og kan spise til dels mange individer (*Population-limiting mechanisms for Atlantic salmon during early estuarine and coastal migration. Se Faktaark 07-12 Den farlege reisa*).

Vannføringen i gyteelvene og hvordan den varierer gjennom året og mellom år har også stor betydning for produksjonen av lakseunger (*Upscaling biological data, processes and models in relation to hydrological processes and models to catchment scale*). Vinteren er antatt å være en vanskelig tid for laksefisk i ferskvann, men lite har vært kjent om hva fisken gjør om vinteren. Lakseungenes atferd om vinteren er blitt undersøkt og et funn er at lakseungene er mye mer aktive og beveger seg over større områder enn tidligere antatt (*Upscaling biological data, processes and models in relation to hydrological processes and models to catchment scale*). Det betyr at tilgang på ulike typer leveområder er like viktig om vinteren som om sommeren. Fiskeungene trenger et sammenhengende elve- og bekkelandskap med hensyn til plasser for å vokse og overleve. Dersom redusert vannføring

om vinteren hindrer bevegelsesmulighetene til fisken vil dette derfor kunne føre til økt dødelighet i bestandene. I store innlandselver lever mange arter laksefisk, som for eksempel ørret og harr, hele livet. Fisk i alle aldre og størrelser må utnytte leveområdene som best de kan, og det er påvist at harr og ørret bruker store leveområder gjennom livsløpet (*Hydropower and connectivity in inland rivers*). Siden fisken bruker store områder er det viktig at vandringsveiene ikke blokkeres, for eksempel ved bygging av dammer. Det er stor variasjon i hvor mye ulike individer vandrer, og blokkering av vandringsveier vil kunne føre til tap av genetisk variasjon i og med at de vandrende individene vil ha redusert suksess.

Utfordringer – parasitter og lakselus

Laksefiskene utsettes for en rekke menneskeskapt påvirkninger. Mange av disse er det vanskelig å kvantifisere effektene av. Observasjonsstudier, der man går ut i naturen og observerer hva fisken gjør i øyeblikket, gir ofte ikke fullgode svar. Men denne typen studier er godt egnet til å stille spørsmål og framsette hypoteser. Eksperimentelle undersøkelser, kombinert med bruk av matematiske modeller og statistiske metoder, kan i større grad avdekke mekanismene bak fenomenene vi observerer i naturen. Dette bidrar til økt forståelse av de endringene som skjer, og det kan gi innspill til forvaltningen om hvor godt ulike tiltak virker. Eksperimentene, der man manipulerer ulike faktorer og observerer effektene av denne manipuleringen, kan gjøres både i laboratoriet eller under naturlige betingelser i felt. Med stor og økende tilgang på datakraft og evne til å lage realistiske statistiske eller matematiske modeller kan vi i dag også simulere en lang rekke eksperimentelle betingelser som det er urealistisk å gjennomføre i naturen eller i laboratoriet.

Gyrodactylus salaris

Parasitten *Gyrodactylus salaris* ble innført til Norge på begynnelsen av 1970-tallet og har siden ført til stor dødelighet blant lakseunger i en rekke vassdrag. Dette har gjort at mange bestander nesten er blitt utryddet. Myndighetene har som følge av dette satt inn store ressurser for å forsøke å utrydde parasitten. Det er også satt inn mye forskningsressurser for å øke vår forståelse av effektene av parasittene. Parasitten er kun dødelig for laks, men det er forskjeller mellom laksebestander i hvor følsomme de er for parasitten, og det er forskjell mellom stammer av parasitten i hvor aggressive de er (*Genetic and Environmental factors influencing pathogenicity in the interaction between Gyrodactylus salaris and its hosts*). Andre fiskearter, som for eksempel ørret, kan leve godt sammen med *G. salaris*. I vassdrag der antall lakseunger er sterkt redusert på grunn av denne parasitten, har man observert at en del laks gyter sammen med ørret. Krysningen mellom laks og ørret gir levedyktige avkom som også kan gyte og disse artshybridene tåler parasitten bedre enn laks, men dårligere enn ørret (*Allee effects in Atlantic salmon caused by parasite infestation and interspecific hybridisation with brown trout*).

Se faktaarkene 17-14. Lakseparasittens ferd gjennom laksestammene og 02-12 Hybridisering truer villaksen). Det er også viktig å få bedre kunnskap om hvordan *G. salaris* overføres mellom verter, hvordan temperatursvingninger gjennom året påvirker dynamikken mellom vert og parasitt, og under hvilke betingelser sjansen for hybridisering mellom laks og ørret øker.

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*)

Lakselus er en marin parasitt (et krepsdyr) som lever av laksefiskenes slim, hud og blod. Parasitten er vanlig langs hele kysten, og kan, dersom mengdene er store nok, være en stor belastning for lakseungene (smolten) som nylig har kommet ut i sjøen. Den sterkt økte produksjonen av oppdrettslaks øker mengden lakselus i kystvannet og øker dermed smittepresset av lakselus på den ville fisken. Det er derfor viktig med god kunnskap om hvordan og i hvilken grad lakselus fra oppdrettsanlegg påvirker ville bestander av sjøørret, sjørøye og laks. Viktige spørsmål er for eksempel hvor mange lus fisken tåler uten at det gir negative effekter, og i hvilken grad individene er i stand til å bekjempe lusesmitte. Det er blant annet vist at sjøørret kan vandre tidlig tilbake til elvene for «avlusing» (lakselus tåler som nevnt ikke ferskvann), men det fører til sterkt redusert vekst og lavere vekt for ørreten. Et annet viktig spørsmål er i hvilken grad lakselus kan redusere ville bestander av sjøørret og laks. Disse spørsmålene kan besvares gjennom en kombinasjon av felt- og laboratoriestudier, og gjennom modelleringer av populasjonseffekter (*Effects of salmon lice on wild salmonid populations; filling in knowledge gaps*). Så langt er det vist at lakselus påvirker sjøørretens atferd. Den oppholder seg kortere tid i sjøen, noe som vil påvirke veksten negativt. Tålegrenseforsøk der det testes hvor mange lus som skal til før sjøørret påvirkes negativt, pågår fortsatt. Svarene på disse spørsmålene er viktige for både oppdretts- og villaksnæringen. Spesielt er spørsmålet om i hvilken grad infeksjoner fra lakselus fører til økt dødelighet viktig. Et nylig startet prosjekt søker å bruke all tilgjengelig kunnskap til å avklare dette spørsmålet (*Disentangling the role of salmon lice on the marine survival of Atlantic salmon (BaseLice)*).

Villaksen og konflikten med oppdrettsnæringen

Laksefiske har lang tradisjon i Norge. Fisket var opprinnelig viktig som matkilde, men i dag er det først og fremst viktig som rekreasjon. Rekreasjonsfisket foregår i elver og vassdrag, og salg av fiskekort og tilhørende økonomiske aktiviteter er en viktig inntektskilde i mange lokalsamfunn. Det er svært stor regional variasjon i hvordan laksen verdsettes, beskattes og forvaltes (*Newcomers to the farm, Atlantic salmon between the wild and the industrial. Se faktaark 7-14 Et husdyr blir til*). Detaljerte studier i Tana, Norges største og viktigste lakseelv, viser også at det er stor forskjell i hvordan laks verdsettes og brukes lokalt. Dette kan gi grunnlag for ulike typer lokale konflikter omkring regler for beskatning.

Oppdrettsnæringen er viktig i mange lokalsamfunn langs kysten, og utgjør i dag (2015) om lag 0,8 prosent av landets samlede verdiskapning (BNP), men ansees samtidig som en betydelig trussel mot villaksen og sjøørreten.



Lakselus. Foto: Bengt Finstad

Oppdrettsnæringen er antatt å påvirke villaksen negativt hovedsakelig ved at det oppkonsentreres store mengder lakselus i merdene, og ved at laks rømmer og vandrer opp i elvene. Økt dødelighet på smolten fører til redusert tilbakekomst av gytelaks. Den viktigste effekten er at det blir mindre fisk å fiske på. Dette medfører ofte at forvaltningen må forandres ved for eksempel at fisketidene reduseres og at det innføres kvoteregler. Fiskerne føler på denne måten at fisket i elvene blir mindre attraktivt og dermed selges det færre fiskekort. Det fører også til reduserte inntekter ved innkvartering, salg av utstyr og mat, etc. I sum kan dette gi betydelige lokale inntektstap.

Årlig rømmer det et betydelig antall fisk fra oppdrettsmerdene som følge av uvær og tekniske uhell. Når rømt laks vandrer opp i lokale elver kan de forsøke å gyte sammen med den ville laksen. Dette har negative biologiske effekter ved at det blir konkurranse mellom vill og oppdrettet fisk om de beste gyteplassene, hybridisering (kryssing) mellom vill og oppdrettet fisk, og konkurranse mellom avkom av rømt og vill fisk. Rømt oppdrettsfisk og genetisk påvirkning av villaksen betyr ofte en mindre tilpasset laks (*Quantitative and population genetic models for the effect of escaped farmed salmon on genetic variation and fitness in wild populations. Se faktaark 16-13 Villaksens ubudne gjester*). Det er også vist at det blir et mindre attraktivt laksefiske da rekreasjonsfiskerne primært ønsker å fiske vill fisk. Og basert på en intervjuundersøkelse av et tilfeldig utvalg av voksne personer i Norge er det vist at betalingsvilligheten blant fiskerne reduseres (opptil 85 prosent redusert betalingsvillighet) (*Management of wild Atlantic salmon and escaped farmed salmon: Economic drivers, impacts and conflicts*).

Ved å kople en biologisk modell for hvordan antall vill og oppdrettet laks kan endre seg over tid med en økonomisk modell, er det forsøkt å forstå hvordan endringen i forholdet mellom vill og oppdrettet fisk påvirker økonomiske forhold. Etter hvert som det blir mindre vill laks og mer oppdrettslaks i elvene så synker nytteverdien av villaksen fordi det knyttes en eksistensverdi til villaksen, samtidig som det økonomiske høstingsutbyttet synker.

Gjennom århundrer er ferskvannsfisk flyttet rundt fra lokalitet til lokalitet. Økt internasjonalisering og den kraftige økningen i oppdrettsnæringen har ført til økt sannsynlighet for at ikke-stedegne arter og bestander kan etablere seg i nye lokaliteter. Det er svært viktig å forstå effektene av slike etableringer, samt å gi forskningsbaserte råd om hvordan slike etableringer kan unngås og hvordan de kan håndteres når en etablering har skjedd. Dette er et tema for et nylig startet internasjonalt prosjekt (*BiodivERsA. Causes and consequences of invasions of aquatic ecosystems by non-native salmonids*).

Oppsummering

Vill laksefisk er en viktig sosial, kulturell og økonomisk ressurs. God forvaltning forutsetter biologisk detaljkunnskap, kunnskap om hvordan ulike påvirkningsfaktorer påvirker ressursen, og kunnskap om hvordan ulike påvirkningsfaktorer kan håndteres.

Det er en stor og uløst konflikt mellom en voksende oppdrettsnæring og en stor gruppe som er interessert i vill laksefisk. De ulike prosjektene presentert her har bragt mye relevant kunnskap fram som kan redusere denne konflikten. Det er klart at ville laksefiskbestander påvirkes av en rekke faktorer, og disse faktorenes betydning varierer mellom regioner, mellom elver innen regioner, og over år. Dette betyr at god forvaltning krever kunnskap om prosesser på mange ulike skalaer, både romlig og i tid.

For å ta vare på de ville laksefiskbestandene må kunnskap tas i bruk. Utfordringen er kanskje å skape mekanismer og prosesser som gjør at kunnskap blir akseptert og brukt på tvers av fag og interesser.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Asbjørn Vøllestad, Universitetet i Oslo
Kjetil Hindar, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Bengt Finstad, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Anders Skonhøft, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Havforskningsinstituttet
Uni Research Miljø
UiT – Norges arktiske universitet
Universitetet i Oslo
Universitetet i Bergen
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Litteraturtips:

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

Aas, Ø., S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal (2011) Atlantic salmon ecology. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.

Jonsson, B. & N. Jonsson (2011) Ecology of Atlantic salmon and brown trout. Habitat as a template for life histories. Springer.

Tema

Landskap og areal

Natur- og kulturforvaltningen ses gjerne på som to atskilte arenaer. Det samme skillet trekkes ofte mellom natur- og kulturforskningen. I landskaps- og arealforvaltningen utfordres dette skillet. Her retter vi blikket mot denne forvaltningen og forskningen, og mot mekanismer som settes i sving i forhandlinger mellom ulike gruppers verdivurderinger. Prosjekter fra Miljø 2015 har vist hvordan slike forhandlinger kan arte seg.



FAKTA

- >> Landskapet formes av ulike drivkrefter. Kunnskap om disse drivkreftene kan gjøre forvaltningen og virkemiddelbruken mer målrettet og dynamisk.
- >> Konflikter i arealbruk handler om mulighetene og retten til å forme omgivelsene på vegne av oss alle.
- >> Lokal stedsidentitet skaper engasjement og er viktig når utbygging skal forhindres.
- >> Hvordan landskapsverdier verdsettes er kontekstavhengig.
- >> Nye forvaltningsmodeller som regionalparker, lokal forvaltning av verneområder og frivillig vern åpner for å ta stedsspesifikke hensyn i vern av landskap.
- >> Bruk av et bredere spekter forskningsmetoder gir mer nyansert kunnskap om dilemmaer og konflikter i arealforvaltningen.

Arealbruk og landskapsendringer:

Hva vet vi om ulike drivkrefters effekter på landskapet?

Arealbruksendringer er en av de viktigste årsakene til at det fysiske landskapet forandrer seg, både i Norge og ellers i verden. Sentrale drivkrefter bak landskapsendringer er for eksempel brann, beite eller vern. Disse drivkreftene påvirker skog, fjell og kystlandskap på et økosystemnivå. Artssammensetning, funksjon og naturgoder, for eksempel i kystsonen, vil avhenge av hvor mye som høstes i dette økosystemet. Flere forskningsprosjekt har studert hvordan disse driverne opererer på ulike skalaer og med forskjellig hyppighet. På den måten kan vi forespeile hvordan frekvensen av branner, tetthet av beitedyr og høsting av ressurser vil kunne endre landskapet.

Prosjektene har også fokusert på hvordan ulike former for arealbruk gir ulike goder. Når sau beiter tett i fjellet gir det totalt mer sauekjøtt, men samtidig lavere verdier for andre naturgoder som planteproduksjon og karbonlagring. Dette er viktig kunnskap for forvaltningen fordi disse drivkreftene kontrolleres og reguleres av mennesker. Å forstå effekter av arealbruksendringer er også sentralt for å vurdere hvilke verdier ulike landskaps- eller økosystemtilstander representerer. Slik kunnskap kan blant annet bidra til å endre den økonomiske og juridiske virkemiddelbruken, slik at presset på natur- og kulturarv reduseres.

Arealbruksendringer må ses på som et resultat av sosiale, politiske, økonomiske og teknologiske drivkrefter. For eksempel kan vi i dag stort sett kontrollere frekvensen av branner, mens økte krav til lønnsomhet i sauenæringen kan føre til en ikke bærekraftig tetthet av sau på beite. Prosjektet Drivers of change in circumpolar tundra ecosystems har videre gitt kunnskap om hvordan naturgoder som er verdifulle for lokalbefolkningen i Arktis blir påvirket av ulike styrings-systemer og sosioøkonomiske forhold. Bak alle typer arealbruk ligger det avveininger mellom ulike behov og interesser, samt forvaltningsmessige og teknologiske rammer. Det er gjort undersøkelser av hvordan og hvorfor ulike interessegrupper verdsetter ulike goder knyttet til landskap og arealbruk. Dette har gitt interessant kunnskap. Representanter for forvaltningen (landbruk, miljø, natur og kultur), og særinteresseer som bønder, miljøvernere, friluftsfolk, hytteiere og grunneiere har alle vært enige om at fjellet bør brukes til beite av moderat til høye tettheter av sau. Dette er nokså overraskende resultater fordi sauebeiting ofte oppfattes som en kontroversiell type arealbruk.

Konflikter i arealbruk:

Hvem har rett til å forme og bruke omgivelsene?

Arealbrukskonflikter er komplekse fordi de på grunnleggende måter berører styrkeforholdet mellom individer, grupper og institusjoner i samfunnet. Konflikter reiser derfor problemstillinger knyttet til deltakelse og demokrati (*Se for eksempel Faktaark 04-13 Kunsten å få innflytelse, 04-15 – Lokalbefolkningen i Arktis ønsker mer innflytelse, 10-15 Mange meninger kompliserer reinforvaltningen*).

Forskningen viser at konflikter i arealbruk kan oppstå mellom kultur- og naturverninteresser. Forvaltning av kulturarv og kulturminner er derfor tett knyttet til bruken av landskapet. Denne bruken kan imidlertid være i konflikt med naturverninteresser, noe som skaper spenninger innad i forvaltningen og forskningen. I forskning på natur- og kulturmiljøer reises problemstillinger knyttet til biodiversitet, kulturell diversitet og møter mellom ulike folk og samfunn. Her har forskningsfokuset beveget seg fra isolerte objekter, for eksempel fornminner og rødlistede arter, til langvarige konflikter i areal- og landskapsbruken. Hvem har rett til å definere natur- og kulturarven? Og hvordan forandrer oppfatninger seg over tid?

Hvilken betydning har stedsidentitet for bevaring av landskap?

Alle landskap betyr noe for noen. Landskaper verdivurderes gjennom enkeltmenneskers daglige møte med sine omgivelser, og gjennom formelle prosedyrer for planlegging og forvaltning. Ofte er ulike verdivurderinger i konflikt med hverandre. Stedsidentitet brukes som en betegnelse på lokal forankring eller våre følelsesmessige relasjoner til omgivelsene. Slike relasjoner mangler ofte et språk og klare begreper – de «bare er der» – men de bygger på våre opplevelser og erfaringer i møtet med det fysiske miljøet.

Introduserte arter – bare problematiske?

Innførte fremmede arter har direkte konsekvenser for landskapspleie og arealbruk, og dette er en stadig mer kontroversiell tematikk innenfor natur- og skogforvaltningen. Enkelt sagt betraktes slike arter fra naturforvaltningens side som uønskede, mens det fra skogforvaltningens side føres argumenter for at fremmede arter kan høyne verdien av landskapet. Dette er fordi mange arter, blant

annet sitkagran, er svært produktive og gir rask etablering av skog. I prosjektet **INVALIDIENS: How to prevent invasion of alien species into urban hills and coastal heathland ecosystems** har forskere ved Universitetet i Bergen studert skoetablering på vestlandskysten og konsekvenser for biologisk mangfold. Resultatene viser at introduserte arter ikke alltid er en trussel mot norsk natur.

Tvert imot kan de gjøre sin nytte, skape et bedre jordsmonn og større biodiversitet. Samtidig vil imidlertid økningen i produksjonen som følge av tette bestander av sitkagran true kystlyngheiene. Fremmede arter illustrerer på en svært god måte betydningen av våre verddivurderinger, og hvorfor landskapsprosjekt spørsmål alltid er kontekstavhengige.

Stedsidentitet er en sentral del av alles liv, men fordi den kan være vanskelig å sette ord på, får den ofte en uformell status i arealplanleggingen. Dette kan være en stor demokratisk utfordring. Forskningsresultater fra avsluttede og pågående prosjekter viser at lokalbefolkningens perspektiver i større grad mobiliseres og inkluderes i planprosessene. Dette er svært sentralt når presset på, og dermed konkurransen om, arealene stadig intensiveres.

Etablering og forvaltning av verneområder har ofte skapt konflikter med lokale brukerinteresser. Funn fra prosjektet *Policy for harmonising national park management and local business development* viser at lokal deltagelse i verneplanprosesser kan bidra til både økonomisk utvikling og naturvern, men at dette forutsetter at lokale stemmer samordner og artikulere sine interesser, og at forvaltningsmyndighetene tar de lokale kravene på alvor og søker å imøtekomme dem. Slik kan forvaltningen av for eksempel nasjonalparker bedre tilpasses stedsspesifikke forhold, noe som kan stimulere til bruk av områder for turisme og ivaretagelse av naturverdier. Resultater fra prosjektet *Managing protected areas in a time of internationalisation* viser hvordan frivillig vern av skog og skogsertifisering har vist seg som spesielt godt egnede tiltak mellom bruker- og verneinteresser. En forvaltning som i hovedsak drar et skille mellom natur og kultur, fører imidlertid til at visse former for bruk av verneområdene blir favorisert, mens andre former for bruk blir hindret. Erfaringer fra vestnorske fjordlandskap viser for eksempel at cruisetrafikken øker i omfang, mens landbruket som skaper de kollektive godene turistene kommer for å oppleve, svekkes (*Policy for harmonizing national park management and local business development*).

I nye forvaltningsmodeller som regionalparker og lokale nasjonalparkstyrer, blir stedsspesifikke premisser for landskapsvern tatt hensyn til. Foreløpige resultater fra NMBU-prosjektet *Local ideals, models and practice in natural resource management. Does local management matter?* viser imidlertid at nasjonalparkstyrene bruker mye tid på byråkratisk saksbehandling etter verneforskriften, og lite tid på strategiske beslutninger og utviklingsarbeid.

Landskapsverdiens verdsetting og begrepsfesting avhenger av sted, tid og aktør

For å sikre at landskaps- og naturverdier inkluderes i planlegging og forvaltning blir slike kollektive goder i dag ofte betegnet som «økosystemtjenester». Begrepet brukes som en betegnelse på økosystemenes direkte og indirekte bidrag til menneskers velferd, og det peker på betydningen av en velfungerende natur for at samfunnet som helhet skal fungere godt. Forskere undersøker nå hvilke økosystemtjenester individer og grupper oppfatter som sentrale for å opprettholde et velferdsnivå, og hvilke avveininger som må gjøres for å sikre velferd. Det vil være en rekke konkurrerende forståelser av hva som er «velferd» og «velfungerende» i denne sammenheng. Utgangspunktet for forskningen er ofte en mangel på forvaltningsmål. For eksempel stiller forskere nå spørsmål ved hvordan beitebruk påvirker tregrensa i utmark (*Managing Ecosystems Services in in low alpine cultural landscapes through livestock grazing*), hvordan kultur- og naturminner i kulturpåvirkede verneområder forvaltes (*How to manage dynamic landscapes? Towards a new framework for the management of cultural and natural heritage in upland Landscape Conservation Areas (LCA) in Norway*) og hvordan økosystemer og økosystemtjenester påvirkes av ulike styringssystemer og sosioøkonomiske forhold (*Drivers of change in circumpolar tundra ecosystems*). Forskningen viser at dersom økosystemtjenester skal bli et håndterbart perspektiv for forskere

og forvaltere, er det viktig å bringe inn den kontekstuelle rammen: Hvilke tjenester som sikrer velferd vil variere fra sted til sted, over tid og mellom aktører. Dette gir ingen enkle forvaltningsløsninger, og det setter ingen universelle mål på hva som er bærekraftig. Perspektivet kan imidlertid bidra til å identifisere ulike allianser mellom grupper, samt forstå på hvilke geografiske nivåer interessegrupper samler seg i konfliktsituasjoner.

Spørsmål om definisjonsmakt er et sentralt anliggende, ikke bare i diskusjoner om økosystemtjenester, men også om begrepet landskap som analytisk kategori. Landskap brukes forskjellig av ulike disipliner, på ulike nivåer (lokalt, nasjonalt, internasjonalt), og det favner både det fysiske og materielle, det mentale og det symbolske. Fordi begrepsfesting og definisjonsmakt er sentralt for problemformulering og hvilke forvaltningsløsninger som identifiseres, reiser nå forskere spørsmål om landskap er et hensiktsmessig begrep i kulturminneforvaltningen. (Se *NIKU-prosjektet JPI kulturarv – Cultural Heritage in Landscape*).

Et bredere spekter forskningsmetoder gir mer nyansert kunnskap

Landskapsverdier skapes gjennom arbeid, historier og opplevelser i landskapet. Disse verdiene har altså sitt utspring i møtet mellom natur og kultur. Ambisiøse mål om bærekraftig arealforvaltning betinger derfor at forvaltningen også tar stedsspesifikke forhold i betraktning. En slik forvaltning vil være egnet til å fange og løse dilemmaer, for eksempel i skjæringen mellom landbruk og turisme. For forskningen innebærer dette å mobilisere kunnskap på tvers av disipliner, og på tvers av forskning, forvaltning og «folk flest».



Utsikt fra Sjunkan, Sjunghatten nasjonalpark, Bodø kommune. Foto Ingrid Bay-Larsen

Som en konsekvens av denne kompleksiteten har forskningen kombinert et bredt spekter av metoder. Særlig viktig er det at kvalitative metoder for å framskaffe kunnskap blant ulike interessegrupper og individer, i tillegg til kvantitative vurderinger, anerkjennes. Konkurrerende kunnskapsregimer er nødvendig for å finne løsninger på forvaltningsutfordringer og -konflikter. Forskere innen feltet har understreket at dagens metoder i beskjeden grad kan beskrive kvalitative verdier, og at dette er en av årsakene til at stedsidentitet ikke har vært viet mye oppmerksomhet, verken i forskningen eller forvaltningen. Mye forskningsinnsats rettes derfor nå mot å utvide spekteret av relevante metoder. Dette imøtekommer samtidig ambisjonene om tverrfaglige bidrag til en bærekraftig ressursbruk.

Plan- og bygningsloven er ikke nok

Hvorfor bevares noen bynære friluftsområder, mens andre bygges ned? Dette spørsmålet var utgangspunkt for prosjektet *Conditions for sustainable management of urban recreational landscapes. May governance and accessibility be valuable tools?*

Forskere ved NMBU og NIBR tok utgangspunkt i at bymarkene i langt større grad er bevart enn den bynære strandsonen. Strandsonen, som

bygges bitvis ned, har i liten grad vakt engasjement i sivilsamfunnet. Mobiliseringsevnen og -interessen er imidlertid økende, også for disse arealene.

Mosseskogen i Moss ble valgt som ett av fire studieområder i prosjektet. Dette populære og kystnære friluftsområdet var utsatt for sterkt utbyggingspress, men kraftig engasjement fra to velforeninger og to miljøorganisasjoner var avgjørende for å stoppe planene.

Eksisterende tilgjengelighet og bruk ga dermed et grunnlag for et bevaringsengasjement. Et sentral funn i prosjektet er at plan- og bygningsloven ikke er et godt nok redskap i forvaltningen av arealer under press.

Et annet, og like sentralt funn, er at stedsidentitet er viktig for å skape et engasjement for bevaring av et hverdagslandskap (*Faktaark 12-13 Kjærligheten som overgår alle planer*).

Verdensarvstatus gjør en forskjell

Funn fra det tverrfaglige prosjektet VEGA 2045: World heritage and local knowledge – integrated modelling and scenario building for nature and cultural heritage management viser at verdensarvstatus skaper større positivt engasjement lokalt enn de tradisjonelle naturvernområdene. Befolkningen på øyene opplever at deres kultur og levemåter verdsettes høyere innenfor kategorien «verdensarv» enn innenfor det klassiske naturvernet (Faktaark 19-14 Forsker på Vegas framtid).



Steigtind i Sjunkehatten nasjonalpark, Bodø kommune. Foto: Ingrid Bay-Larsen

Oppsummering

For å imøtekomme ambisjonene om en bærekraftig arealpolitikk trenger vi mer kunnskap om mekanismene som styrer forholdet mellom individer og grupper i landskaps- og arealplanleggingen. Dette innebærer mer forskning på sosiale, politiske og økonomiske drivkrefter, og på dynamikken mellom dem. Disse drivkreftene påvirker bruken og oppfatningene av omgivelsene.

Vi trenger også å forstå mer av hvordan begreper og metoder fra forskningen påvirker forvaltningen. Hvorvidt arealer kategoriseres som landskap, steder, natur eller økosystemer setter ulike forvaltningsmekanismer i sving. Hvilke begreper og forskningsmetoder vi velger å bruke betyr også mye for hvordan fagdisipliner samarbeider - eller ikke - og det kan derfor få stor betydning for hvilke forskningsresultater vi er i stand til å produsere. Skillet natur-kultur er derfor mer og mer en utfordring snarere enn en løsning på landskaps- og arealspørsmål.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Atle Mysterud, Universitetet i Oslo (UiO),
 Institutt for biovitenskap
 Ole Christian Fauchald, Universitetet i Oslo (UiO),
 Institutt for offentlig rett
 Gunnar Austrheim, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 Karoline Daugstad, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 Gunhild Setten, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 Odd Inge Vistad, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
 Bjørn-Petter Kaltenborn, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
 Grete Swensen, Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
 Petter Næss, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 Annegreth Dietze-Schirdewahn, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 Eirin Hongslo, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 Ole R. Vetaas, Universitetet i Bergen (UiB)
 Ingrid Bay-Larsen, Nordlandsforskning
 Eivind Brendehaug, Vestlandsforskning
 Katrina Rønningen, Bygdeforskning
 Vera Hausner, UiT – Norges arktiske universitet

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 – Vitenskapsmuseet
 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU),
 Geografisk institutt
 Norsk institutt for naturforskning (NINA)
 Universitetet i Oslo (UiO)
 Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 UiT – Norges arktiske universitet
 Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
 Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
 Statistisk Sentralbyrå
 Norsk institutt for by- og regionforskning (NIBR)
 Fridtjof Nansens Institutt (FNI)
 Nordlandsforskning
 Norsk senter for bygdeforskning
 Vestlandsforskning

Litteraturtips:

Faktaark fra Miljø 2015 (<http://www.forskningsradet.no/prognett-miljo2015/Faktaark/1253953284840>):

Mange meninger kompliserer reinforvaltningen 10-15,
 Forsker på Vegas framtid 19-14, Fjellfolk til alle tider 05-14,
 Sauer holder tregrensa ved like 06-13, En glohet historie 01-13,
 – Lokalbefolkningen i Arktis ønsker mer innflytelse 04-15,
 Kunsten å få innflytelse 04-13, Skoger til folket 05-13,
 Redde for å forstyrre i kyst-idyllen 10-13,
 Kjærligheten som overgår alle planer 12-13

Tema Kulturminner

Hvem vi er i dag er i stor grad et resultat av hvem vi var tidligere. Kunnskap om kulturminner gjør oss i stand til å forstå vår egen fortid. Det er viktig å kunne bevare disse minnene og miljøene de befinner seg i. Prosjekter i Miljø 2015 har økt kunnskapen om kulturminner og -miljøer i flere deler av landet.



FAKTA

>> Noen gravlunder brukes langt oftere til hverdagslige gjøremål enn andre. Hvordan vi ønsker at gravlunder skal brukes, bør diskuteres, og beliggenhet og design bør tilpasses dette ønsket.

>> Det er et potensielt kunstig skille i forvaltningspraksis mellom de automatisk fredete kulturlagene fra før 1537, og de ikke automatisk fredete arkeologiske kulturlagene fra nyere tid.

>> Undersøkelser i Grimsdalen har gitt økt kunnskap om samspeillet mellom natur og kultur langt tilbake i tid. Kunnskapen legger viktige føringer for hvordan dette landskapet bør forvaltes i dag.

>> For første gang har nordnorske gårdshauger blitt undersøkt med georadar og laserskanner. Slik har vi fått detaljerte bilder både av overflatene, og også bilder av det som befinner seg nedover i kulturlagene.

>> Kulturlagene i gårdshaugene er sårbare for endringer i temperatur og nedbørmengder forårsaket av klimaendringer. Særlig økte temperaturer vil kunne eskalere nedbrytningen og true fortsatt bevaring av kulturminner.

>> Studier av kulturminnedata gir kunnskap om forholdet mellom samiske og norrøne grupper i jern- og middelalder. Det ser ut som gruppene kan ha samarbeidet, særlig om fangst, i studieområdet Rendalen og Engerdal.

Gravlunder i flerkulturell og interreligiøs kontekst

Forskningsprosjektet Grønne byrom har sett på gravlunders rolle i dagens flerkulturelle og interreligiøse kontekst. Prosjektet har undersøkt hvordan gravlunder i byene blir påvirket av behovet for lett tilgjengelige offentlige grønne rom.

Mange gravlunder i byene ble anlagt på slutten av 1800-tallet for primært å fylle et religiøst formål, nemlig å skaffe medlemmer av kirkelyden gravsted på hellig grunn. Områdene innehar en spesiell karakter, og den baserer seg ikke minst på den historiske konteksten i form av den originale funksjonen de hadde som hellig gravplass. Det kan være flere grunner til at folk oppsøker slike steder i dag. Mens noen anser dem primært som religiøse og kontemplative rom, kan andre betrakte dem som steder som ikke skiller seg vesentlig ut fra andre rekreasjonsområder. Andre igjen betrakter dem som minnesteder med stor kulturminneverdi.

I samarbeid med ulike brukergrupper har prosjektet diskutert samhandlings- og forvaltningsmodeller som både skal fremme en bærekraftig utvikling i byene og bevare de historiske verdiene.

Mange historiske gravlunder har nasjonal kulturminneverdi. I tillegg kan de inneha tilleggsverdier i tett befolkede byer i form av å være grønne lunger. De større byene i Norge har i løpet av de siste tiårene fått et større kulturelt og religiøst mangfold som kan påvirke samhandlingsformer og bruk av det offentlige rommet. Det kan få betydning for fremtidig bruk av gravlunder som offentlige grønne byrom (Swensen, Nordh & Brendalsmo 2015).

To gravlunder i Oslo er blitt valgt ut som undersøkelsesområder. I undersøkelsen reises spørsmål om hva relasjonen er mellom de faktiske aktivitetene som foregår på gravlundene, reglene som er fastsatt av Gravferdsetaten og de ulike brukergruppens holdninger til hva de anser som akseptabel bruk av gravlunder. Gamlebyen gravlund har vist seg å være atskillig mer besøkt og mer i bruk til hverdagslige gjøremål, som spaserturer til og fra jobb, foreldre på tur med barnevogn, folk som lufter hund etc.

På Østre gravlund er bruken i hovedsak dominert av pårørende som steller graver. Resultatene fra de to undersøkelsesområdene blir nå diskutert i lys av grad av offentlig tilgjengelighet til stedet. Hva slags steder bør gravlundene være i fremtidens byer: Bare et sted for de døde og slektninger som besøker gravene, eller kan de også i større grad bli et sted for allsidige aktiviteter som fremmer kontakt på tvers av alder og kulturell og religiøs tilhørighet?

1537 og nyere tids arkeologi

Reformasjonen i 1537 benyttes som fredningsgrense for kulturminner. Alle kulturminner fra tiden før dette, er automatisk fredet. Prosjektet «The post-medieval archaeological resource in and around Norwegian towns» har hatt som formål å øke kunnskapen om arkeologiske kulturminner fra tiden etter 1537, samt se på praksis rundt vern av dette arkeologiske kildematerialet.

Det viktigste studieområdet har vært Levanger by. Her er det blitt gjennomført arkeologiske undersøkelser, og prosjektet har deltatt i arbeidet med miljøfredningen av den indre bykjernen. For det tidlige handelsstedet Levanger har arbeid med eldre kart, skriftlige kilder og befarings på stedet gitt mange verdifulle opplysninger om 16-1700-tallsaktiviteten i området. Det er også flere forhold som peker i retning av at det kan ha vært en form for tettsted her allerede i middelalderen. Prosjektet har videre, sammen med fylkeskommunen, åpnet noen mindre arkeologiske grøfter for å studere kulturlagene fra 16-1700-tallet. I dette eksempelstudiet har samarbeidet først og fremst med kommunen vært viktig, og videre med Nord-Trøndelag fylkeskommune og Riksantikvaren. Forvaltning og bevaringen av disse kulturlagene er nå blitt en klar prioritering også for kommunen.

Arbeidet har initiert en debatt og lagt til rette for en diskusjon om nyere tids arkeologi. Prosjektet har fokusert på det potensielt kunstige skillet i forvaltningspraksis mellom de automatisk fredete kulturlagene fra middelalder og forhistorisk tid, og de ikke automatisk fredete arkeologiske kulturlagene fra nyere tid. Eksemplene som har vært debattert har først og fremst vært rundt enkeltbyer (Trondheim, Levanger og Røros).



Arbeidet i prosjektet har vært tverrvitenskapelig. Her er mange ulike institusjoner og fag samlet i en liten grøft. Foto: Vibeke Martens, NIKU

Prosjektet har tatt initiativ til og deltatt i arbeidet med utforming av ny reguleringsplan og vernebestemmelser for den verneverdige bebyggelsen i Levanger i Nord-Trøndelag fylke. Målet har vært å kartlegge kulturlagene fra både middelalder og nyere tid i Levangers bygrunn. Det forvaltningsmessige aspektet har her vært ivaretatt gjennom et meget godt samarbeid mellom kommune, fylkeskommune, Riksantikvaren og forskningsprosjektet. I forbindelse med Riksantikvarens miljøfredning av 1800-tallets trehusbebyggelse har prosjektet vektlagt betydningene av å se kulturminne som en helhet.

En rekke mindre arkeologiske undersøkelser i Levanger gjør at vi er i ferd med å få en bedre forståelse av topografi og de ulike utviklingsfasene av tettstedet fram mot dagens by. I tillegg til direkte arkeologiske kilder, har det vært jobbet både med kart, ulike illustrasjoner, eldre foto samt enkelte skriftlige kilder. Dateringer i byens randsoner viser jordbruksspor både fra middelalder og nyere tid. Samlet har denne forskningen ført til at vi er i ferd med å få en bedre oversikt over Levangers eldste historie, samtidig som kommunen har fått et bedre verktøy til sitt videre planarbeid i byen.

Prosjektet har gjennom Levanger-eksempelet vist verdien av å bruke kulturlagene under bakken, både middelalder og nyere tids kulturlag, som et grunnlag for dagens planarbeid.

En større bevissthet om verdien av tidsdybde er et viktig element i denne delen av forskningen. Det er en viktig erkjennelse at røttene til moderne urbanisme strekker seg langt tilbake, og at denne utviklingen ikke er lineær, sammenhengende eller nært kan defineres innenfor strengt avgrensede historiske perioder. Alle aspekter av menneskelig aktivitet i de siste 500 årene bør tas hensyn til og vises i forskjellige tidsrammer. Et mangesidig og langsiktig perspektiv er viktig både for faglig tilnærming og for publikums forståelse av den historiske dybden i deres nærmiljø.

Prosjektets viktigste forsknings- og utviklingsarbeid har vært deltagelsen i arbeidet med den daglige kulturminneforvaltningen av henholdsvis Levanger og Røros. Dette arbeidet har også falt sammen med Riksantikvarens arbeid med en ny fredningsstrategi mot år 2020.

Forskning på mulighetene for vern av kulturlag fra 16- og 1700-tallet gjennom § 15 i kulturminneloven viser så langt at flere muligheter kun i mindre grad er benyttet. De foreløpige konklusjonene viser at det neppe er juridiske hindringer for også å bruke § 15 til å fredre nyere arkeologiske kulturminner. Beskyttelse av denne delen av vår kulturarv likevel skje på andre måter, eksempelvis gjennom planlegging og byggesaksbehandling (lov 27. juni 2008 nr. 21). De foreløpige konklusjonene peker mot at bestemmelsene i plan- og bygningsloven fremstår som svært anvendelige sammenlignet med kulturminneloven.

I Trondheim er det et stort historisk urbant sentrum der både arkeologiske og arkitektoniske kulturminner er under konstant press fra utvikling og fornyelse. Her ligger kulturlagene fra perioden etter 1537 over restene av middelalderbyen. Denne sammenstillingen av beskyttet og ubeskyttede kulturlag representerer et utfordrende problem i dag-til-dag-forvaltningen av denne kulturarven, et problem som dette prosjektet har diskutert. En viktig lærdom av prosjektets arbeider er at bedre kommunikasjonslinjer og integrert vern og forvaltningspraksis er nødvendig for å utnytte potensialet av både bygninger og kulturlag under bakken. Alt dette materialet er kilder til verdiskapning, i form av kunnskap, opplevelse og turisme.

Hvordan forvalte kultur- og naturminner i verneområder: Et eksempel fra Grimsdalen

Hovedformålet med forskningsprosjektet «DYLAN – forvaltning av natur- og kulturminner i landskapsvernområder» har vært å gi forvaltningen et bedre grunnlag for en mer kunnskapsbasert og målrettet forvaltning av kultur- og naturminner i verneområder. Vernestatus betyr på ingen måte at kulturminner og biomangfold i et område er sikret en god og bærekraftig forvaltning, noe blant annet Riksrevisjonens miljøundersøkelse fra 2006, «Myndighetenes innsats for å kartlegge og overvåke biologisk mangfold og forvaltning av verneområder», påpekte. En tredjedel av Norges verneområder er truet og den største trusselen er gjengroing i semi-naturlige habitater som tidligere ble brukt til vedhogst, husdyrbeite og slått.

Prosjektet studerte endringer i vegetasjonen. I prosjektet studerte vi endringer i arealbruk og landskap gjennom et flere tusen års tidsperspektiv, for å få bedre kunnskap om tidsdybden i landskapet. Resultatene det her vises til, er fra den del av forskningsprosjektet som hadde Grimsdalen som studieområde.

Det ble utført arkeologiske undersøkelser av et fangstsystem for villrein i området rundt Bjørnsgårdssetre/Grimsdalshytta. Når fangstsystemet ble etablert er usikkert, men det vi vet er at systemet var i bruk i bronsealder og tidlig jernalder, og at det trolig gikk ut av bruk rundt Kristi fødsel. Størrelsen på fangstsystemet tyder på at det ble fanget flere dyr enn det som skulle til for å dekke hadde bytterelasjoner til andre grupper. I tillegg ble det undersøkt fem hustuffer på to ødesetre, Gammelstulen og Stulen. Utgravningene viste at setrene ble etablert på 1400- og 1500-tallet og at bygningene dermed kan knyttes til den eldste seterdrifta i området.

Ingen av bygningene på de to ødesetrene er avmerket på historiske kart fra 1827, og setrene må derfor ha gått ut av bruk før dette tidspunktet.

De pollenanalytiske undersøkelsene viste at Grimsdalen har vært skogkledd i tusenvis av år med en skog bestående av furu og bjørk. Fra tiden omkring Kristi fødsel kunne vi påvise en reduksjon av furuskogen, og pollenanalysene viste videre at de første spor etter beiteaktivitet dukker opp allerede rundt 400 f.Kr. med en klar intensivering fra 700-tallet e.Kr. Intensiveringen kan sannsynligvis koples til fast bosetning i området fra vikingtid/ tidlig middelalder (800–1000 e.Kr.). Påvisning av kornpollen viser at det er gjort forsøk på korn dyrking allerede i romertid (0–400 e.Kr.) og rundt 1200 e.Kr. I Haverdalen synes utviklingen å ha vært tidligere enn i Grimsdalen med spor etter beite rundt 1000 f.Kr. og korndyrking fra tidlige førromersk jernalder (ca. 500 f.Kr.). Korndyrkingen synes å være mer eller mindre kontinuerlig fra romertiden, noe som indikerer at det har vært en gård med permanent bosetning i Haverdalen så tidlig som tiden rundt Kristi fødsel. For øvrig viste pollendiagrammene fra Grimsdalen at det var økt beitepress og uttak av skog i perioden fra 1600 til 1900-tallet. Det var i denne perioden antall seter økte.

Geologien i Grimsdalen viser at det finnes mye finkornede sedimenter som har gitt et godt grunnlag for seterbruk. Dette avspeiles også i et biologisk mangfold med relativt stor funnhypighet av rødlistede plantearter. Eksempelvis ble landets høyestliggende og største populasjon av Gåsefot påvist. Dette er en kulturart som er nært knyttet til seterdriften i området. Landskapsutviklingen i Grimsdalen er preget av gjengroing, en utvikling som utgjør en trussel mot slike kulturarter som er avhengige av åpne områder.

Resultatene av undersøkelsene i Grimsdalen har gitt økt kunnskap om samspeilet mellom natur og kultur langt tilbake i tid – kunnskap som legger viktige føringer for hvordan dette landskapet bør forvaltes i dag (*Risbøl m.fl. 2011*).

Bevaring av gårdshauger

Godt bevarte kulturskatter skjuler seg i de nordnorske gårdshaugene. Disse rommer arkeologiske levninger fra flere tusen år gamle bosetninger på samme gårdstun. Nå forskes det på bevaringstilstand og bevaringsforhold, og hvordan kulturlagene best kan tas vare på.

Prosjektet «Archaeological Deposits in a Changing Climate. In Situ Preservation of Farm Mounds in Northern Norway InSituFarms» bidrar til å gi arkeologer i fylkeskommunen og på de arkeologiske museene ny informasjon og nye metoder som kan hjelpe til i den daglige forvaltningen av disse svært viktige kulturminnene. Mange gårdshauger har fremdeles bebyggelse, og spørsmålet er hvordan det går an å bo på et kulturminne, og hvordan fortsatt vern kan kombineres med ny bosetningsaktivitet? Gårdshauger slik vi kjenner dem i Nord-Norge kan ikke utelukkende knyttes til norsk eller norrøn gårdsbosetting. Bosettingshaug kunne derfor være et mer dekkende navn på disse kulturminnene enn gårdshaug, siden de representerer en variert økonomisk tilpasning og også finnes i sjøsamiske fjorder og langs ytterkysten der de



Installert måleutstyr for langtidsovervåking av kulturlag i grøften på gårdshaugen Voldstad, Harstad kommune. Foto: Vibeke Martens, NIKU

første fiskeværene vokste fram i middelalderen. Gårdshaugene kan man også finne sørover i landet, men det er i Nordland, Troms og Finnmark at flest er registrert som kulturminner. Svært gode bevaringsforhold inne i haugene gjør at både gjenstander og bygningsrester ofte er særdeles godt bevart, og gårdshaugene er derfor unike kilder til nordnorsk kysthistorie. Et vesentlig moment i forvaltningspraksis er å kartlegge bevaringsforhold og bevaringstilstand inne i disse arkeologiske kulturlagene, som kan være flere meter tykke.

For første gang har nordnorske gårdshauger blitt undersøkt med georadar og laserskanner. I juni 2012 dokumenterte prosjektet gårdshaugen Saurbekken i Harstad kommune i Troms. Det var mulig å kartlegge gårdshaugens utbredelse både i flate og dybde. Ved hjelp av en laserskanner ble gårdshaugens overflate dokumentert slik den fremstår i dag til minste detalj, mens georadaren ga oss et bilde av hva som befinner seg nedover i kulturlagene under overflaten. Først og fremst er vi ute etter bunnen av gårdshaugen for å kunne si noe om kulturlagsmengden. Det var ikke mulig sikkert å se bevarte strukturer, selv om en stenrekke kan tolkes som deler av grunnmuren til et hus fra middelalder (*Gustavsen 2013*).

Gårdshaugen ved Saurbekken ble første gang undersøkt sommeren 1970. Grunneier på gården tok til å rydde jord tidlig på 1900-tallet, og i den sammenheng ble det funnet en betydelig mengde løsfunn. Undersøkelsene på 70-tallet viste at haugen består av omtrent en meter tykke kulturlag både fra vikingtid og middelalder. Det ble også funnet spor av både et ildsted, stolpehull og voll i gresstorv fra bygninger som har vært en del av gården i forhistorisk tid (*Holm-Olsen og Bertelsen 1973*). Funnene bestod av keramikk, kleberkar og jerngjenstander samt store mengder dyrebein, blant annet fra storfe, småfe og svin, samt torsk og en rekke andre fiskesorter.

I 2014 ble det gravd i kanten av Saurbekken i forbindelse med etablering av fjernvarmeledning. De gjennomførte undersøkelsene viser at gårdshaugen er redusert i høyde i forhold til 1970-årene. Det betyr at det foregår en aktiv nedbrytning, og at kulturminnet sakte men sikkert reduseres i omfang og

informasjonspotensiale. Man kan derfor overveie om man bør utføre avbøtende tiltak og i så fall hvilke. (*Martens m.fl. 2015d*).

Gårdshaugen Voldstad sør for Harstad ble valgt som undersøkelseslokalitet som et typisk eksempel på en gårdshaug som fortsatt er bebodd. Den arkeologiske undersøkelsen i august 2013 viste at bevaringstilstanden var glimrende. Det var tykke kulturlag med godt bevart organisk materiale, mye tre og dyrebein. Disse undersøkelsene viser at det, på tross av god bevaringstilstand, har foregått en stadig nedbrytning av de organiske materialene i gårdshaugen. For eksempel er både makrofossiler og pollen mye mer nedbrutt enn det var forventet. Særlig økte temperaturer vil kunne eskalere nedbrytningen og true fortsatt bevaring av kulturminner (*Martens 2015; Martens m.fl. 2015c; 2015b; Møller m.fl. 2015*).

Tilsvarende undersøkelser er også utført på jordprøver fra møddingen (søppelhaugen) til et hus fra yngre steinalder ved Varangerfjorden i Finnmark. Også der ble det i august 2013 gravd en sjakt, dokumentert bevaringstilstand og tatt ut prøvemateriale samt installert overvåkingsutstyr. Det er første gang kulturlagsovervåking utføres på en steinalderlokalitet. Nedbrytningsstudiene viste at det her spesielt var endring av nedbør fra snø til regn, og økt antall regnbyger, som kan true de 4000 år gamle kulturlagene (*Martens m.fl. 2015c; 2015a*).

Kulturhistorie i et sørsamisk og norrønt grenseland

Prosjektet omhandler kulturhistorie, kulturminneforvaltning og museumsformidling i et sørsamisk distrikt i Midt- Skandinavia, avgrenset til kommunene Rendalen og Engerdal i nordøstre Hedmark. Innenfor disse områdene, med dalfører, vassdrag, skoger og fjell, er det kulturminner og kulturspor av både samisk og nordisk karakter som daterer seg fra steinalder til historisk tid.

Forskerne har syntetisert kulturminnedata (arkeologiske kulturminner og gjenstandsfunn) fra alle perioder av forhistorisk tid, middelalder og til dels også eldre historisk tid. Hovedvekten er lagt på periodene yngre steinalder og bronsealder, samt periodene jernalder og middelalder. Det er disse periodene vi har mest kunnskap om fra dette området. I yngre steinalder og bronsealder viser de arkeologiske funnene til en todeling, ved at materiale av sørskandinaviske opprinnelse er funnet langs dalføret i søndre Rendalen, mens materiale av østlig karakter er konsentrert til vassdragene i nordøst, innenfor dagens Engerdal kommune. Dette kan bety at det i løpet av disse periodene oppstår to ulike kulturgrupper, altså en samisk og en norrøn gruppe, innenfor studieområdet. Disse kan til dels ha levd adskilt, eller de kan ha hatt nettverks- og utvekslingsforhold (byttet varer og/eller andre forbindelser). Senere, i løpet av jernalder og middelalder, viser materialtyper og fordeling til et nytt mønster i form av at både samiske og norrøne funn er gjort innenfor de samme områdene, derav innenfor spesielle knutepunkt eller steder i landskapet. Dette kan, i motsetning til i periodene før, vise til samhandling og møter mellom ulike etniske grupper. Spesielt kan de mange fangstanleggene for elg og rein ha vært i bruk av begge

grupper (*Amundsen og Os 2015*). Slik kan fangsten ha vært gjenstand for utstrakt samhandling.

I prosjektets museumsstudie er et lokalt museum på Blokkodden ved Drevsjø og et nasjonalparksenter i Elgå, begge i Engerdal kommune, analysert. Felles for museene er at samisk kulturhistorie fremstår som stereotyp og som en kultur uten endring («tidløs»), mens norsk og svensk kultur får mye større plass og fremstilles som dynamisk og i endring («i tiden»).

Fangst er et sentralt og gjennomgående tema for kulturhistorien i studieområdet, i fortid og i nåtid. Både samiske og norrøne grupper hadde fangst som sentral næringsvei, og ulike former for fangst kan ha vært utført i samhandling mellom gruppene. I syntetiseringen inngår forslag til hvordan man kan utvikle fangsttema i form av tilrettelegging og formidling av kulturhistorie som del av en videre i utvikling av lokalsamfunn og i turisme.

Oppsummering

Gjennom å studere gravlunder, gårdshauger, gamle kulturminnedata og historiske samspill mellom natur og kultur har prosjektene økt kunnskapen om kulturminner og -miljøer innenfor et bredt felt. Kulturminner trues både av klimaendringer og menneskers aktiviteter, og hvis vi ønsker å bevare dem, kan flere tiltak settes i verk basert på resultater fra Miljø 2015s prosjekter. Gårdshauger bør vies spesiell oppmerksomhet fordi disse er svært sårbare for økte nedbørsmengder. Her vil det være behov for ytterligere datainnsamling og overvåking. Spesielt viktig vil det være å følge med når det gjøres endringer og/eller direkte inngrep i gårdshaugene.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Grete Swensen, Knut Paasche, Chris McLees, Ole Risbøl, Vibeke Vandrup Martens og Hilde Rigmor Amundsen, alle Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)

Institutter som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)

Universitetet i Stavanger, Arkeologisk museum

Universitetsmuseet i Tromsø

Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU),

Institutt for landskapsplanlegging (ILP)

Litteraturtips:

Amundsen, Hilde Rigmor og Kristin Os 2015. Ruseformete massefangstanlegg for villrein i nordre Hedmark – samiske eller norrøne tradisjoner? Heimen. Lokal og regional historie 1/2015:41-55. Universitetsforlaget.

Austrheim, G., K. Hjelle, P. Sjøgren, K. Stene og A.M. Tretvik 2015: Fjellet kulturlandskap. Arealbruk og landskap gjennom flere tusen år. DKNVS Skrifter 2015, nr. 3. 207 sider. Museumsforlaget. Trondheim Gustavsen, L. 2013: Georadarundersøkelse ved Saurbekken, preliminary report. NIKU oppdragsrapport 19/2013.

Holm-Olsen, I. M. & R. Bertelsen 1973: Gårdshaugen Saurbekken i Harstad. Nikolay nr. 13 1973, 6-8
Martens, V.V. 2015 (in print). North Norwegian Farm Mounds – economic resources and landscape conditions. Ruralia X.

Martens, V.V., E.R.Myrvoll, O.Bergersen, M. Vorenhout, P.U. Sandvik, S. Denham 2015a (in prep.): InSituFarms. Archaeological Deposits in a Changing Climate. Case Bankgohppi, Unjárgga gielda/Nesseby k., Finnmark. NIKU rapport 77.

Martens, V.V., O.Bergersen, M. Vorenhout, P.U. Sandvik, J. Hollesen 2015b (in prep.): InSituFarms. Archaeological Deposits in a Changing Climate. Case Voldstad, Harstad k., Troms. NIKU rapport.

Martens, V. V., O. Bergersen. M. Vorenhout, P. U. Sandvik & J. Hollesen 2015c (submitted August 31st 2015): Research and monitoring on conservation state and preservation conditions in unsaturated archaeological deposits of a medieval farm mound in Troms and a late Stone Age midden in Finnmark, Northern Norway. Conservation and Management of Archaeological Sites.

Martens, V.V., O.Bergersen, M. Vorenhout 2015d: InSituFarms. Archaeological Deposits in a Changing Climate. Case Saurbekken, Harstad k., Troms. NIKU rapport.

Risbøl, O., K. Stene og A. Sætren (red.) 2011: Kultur og natur i Grimsdalen landskapsvernområde. Sluttrapport fra DYLAN-prosjektet. – NIKU Tema 38. 221 sider. Norsk Institutt for Kulturminneforskning, Oslo.

Grete Swensen, Helena Nordh og Jan Brendalsmo. A Green Space Between Life and Death – A Case Study of Activities in Gamlebyen Cemetery in Oslo, Norway". Kommer i Norsk Geografisk Tidsskrift høst/vinter 2015.

Tema

Miljøgifter

Miljøgifter utgjør en alvorlig trussel mot helse og miljø. Selv om enkelte stoffer fases ut, er det stadig nye miljøgifter i omløp, og vi trenger mer kunnskap. Forskningen på miljøgifter i Miljø 2015 har bestått av både grunnleggende og mer anvendt forskning. Det er blitt fremskaffet nye metoder og resultater til nytte for nasjonale og internasjonale miljømyndigheter og konvensjoner. Det er spesielt mye tverr- og flerfaglighet i miljøgiftsforskningen.



FAKTA

>> Atmosfærisk langtransport gir avsetning av kvikksølv i Arktis.

>> Mye kvikksølv ligger lagret i jordsmonnet. Det lekker langsomt ut i vann og kan tas opp i næringsnett. Over de siste årene er det funnet økte nivåer av kvikksølv i fisk.

>> Studier på tvers av luft, vann og næringskjeder gir økt forståelse av sammenhenger mellom fjerne og lokale utslipp til det ytre miljø, spredning og fordeling i det totale miljøet, samt opptak i næringskjeder.

>> Nye metoder er utviklet for å prøveta og analysere nye miljøgifter i luft, vann og levende organismer, og for å identifisere ukjente kilder til toksiske effekter i miljøet.

>> Miljø og helseisiko fra plantevernmidler kan reduseres ved å endre eller redusere bruken, eller ved å kontrollere avrenning fra landbruksområder ved hjelp av jordarbeidings tiltak.

>> Nivåene av plantevernmidler som måles i jordbruksbekker i landbruksområder er i enkelte tilfeller så høye at man ikke kan se bort fra at de kan ha effekter på akvatiske planter, alger, krepsdyr og fisk.

>> Effekter av miljøgifter avhenger av populasjonens samlede belastning og sammensetning av miljøgiftblandingen, den generelle tilstanden til individet og av påvirkning av andre faktorer som temperatur og næringstilgang.

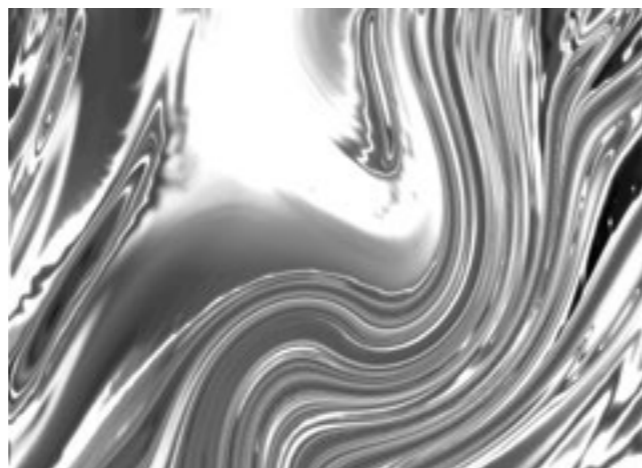
>> Miljøgifter reguleres av mange ulike internasjonale avtaler. Globale handelsregler påvirker politikken og Norge kan bidra til bedre internasjonal styring.

Kvikksølv og biogeokjemi

Kvikksølv er fortsatt et betydelig miljøproblem, i Norge så vel som globalt. Kvikksølv spres over lange avstander via atmosfæren. Hovedproblemet er høye nivåer av kvikksølv i fisk, og nivåene ser ut til å øke mange steder (se Faktaark 3-15 *Ferskvannsfisk inneholder mer kvikksølv*).

Atmosfærisk langtransport gir avsetning av kvikksølv i Arktis
Kvikksølv (Hg) er et grunnstoff som slippes ut i atmosfæren både fra naturlige og menneskeskapt prosesser. Fordi kvikksølv på elementær gassform oppholder seg i atmosfæren i rundt et år, vil utslippene kunne transporteres svært langt før

de avsettes på bakken. Også etter at kvikksølvet er avsatt på bakken kan det avgis tilbake til atmosfæren og transporteres videre. Kjemiske prosesser i atmosfæren og på bakken gjør at kvikksølv kan endre form (oksidasjonstall), og dermed kjemiske egenskaper, noe som avgjør om det avsettes eller transporteres tilbake til atmosfæren.



Prosessene som styrer kvikksølvs avsetting fra, og tilbakeføring til, atmosfæren har fått særlig mye oppmerksomhet i Arktis, etter at et fenomen som kalles «atmospheric mercury depletion events», AMDE, ble oppdaget rundt år 2000. Fenomenet går ut på at mye av kvikksølvet når det er i gassfasen i atmosfæren, raskt avsettes på bakken (på snø) under den arktiske våren når sola kommer tilbake. Fenomenet ble observert mange steder i polområdene, både i Arktis og Antarktis, og den norske målestasjonen på Svalbard var en av stasjonene som hadde gode data som viste fenomenet. Mye forskning har de siste ti årene v lagt ned i både å forstå mekanismene bak fenomenet og i å kvantifisere hva AMDE betyr for tilførsler av kvikksølv til arktiske næringskjeder. Denne forskningen har gjort at de kjemiske mekanismene er relativt godt forstått, og dermed kan disse prosessene inkluderes i de globale atmosfæriske spredningsmodellene som brukes for å forstå hvordan utslippsreduksjoner kan forventes å gi redusert avsetning av kvikksølv. Man har også kommet fram til at mye av kvikksølvet som avsettes under AMDE raskt går tilbake til atmosfæren igjen (om lag 80 prosent i løpet av få dager) og at betydningen av fenomenet er mindre viktig for kvikksølvinnholdet i arktiske næringskjeder enn man trodde for ti år siden (Occurrence and fate of springtime atmospheric deposition of mercury in the Arctic; Mercury in the Arctic: The roles that atmosphere, aerosols, snow and ground play on the mercury cycle at Ny-Ålesund).

Økte nivåer av kvikksølv i fisk

Kvikksølv er et miljøproblem først og fremst på grunn av høye nivåer i fisk, og potensielle skader på mennesker og pattedyr

som spiser fisk. Både marine arter og ferskvannsfisk kan ha nivåer over det som anbefales som grenseverdier for konsum og omsetning. Dette er også et problem i Norge. Til tross for at kvikksølvutslippene i Norge og Europa har gått kraftig ned de siste tiårene, er det observert økende nivåer i fisk, blant annet i abbor i Norge. Flere forskningsprosjekter har arbeidet med å finne forklaringer på de observerte økte nivåene.

Mye kvikksølv ligger lagret i jordsmonnet – kompliserte prosesser styrer

Fordi kvikksølv forekommer naturlig, har det alltid vært noe kvikksølv i atmosfæren og avsetning til bakken. Menneskelige aktiviteter har ført til økte utslipp, økt avsetning og dermed økte nivåer av kvikksølv. Siden kvikksølv gjerne bindes til organisk materiale i jordsmonnet har stadig mer kvikksølv akkumulert i nedbørfeltene. Dette kvikksølvet kan langsomt lekker ut i vassdragene og potensielt hope seg opp (*bioakkumulere*) i næringskjedene. For at kvikksølv skal hope seg opp og være potensielt skadelig, må det omdannes fra uorganisk kvikksølv til metylkvikksølv. Denne metyleringsprosessen drives gjerne av bakterier og skjer blant annet i jord, våtmarker og innsjøsedimenter.

Prosesser på bunnen av næringskjeden

At kvikksølv hopper seg opp i næringskjeden er etter hvert godt kjent. Hvordan kvikksølvet (på formen metylkvikksølv) tas opp fra vannfasen og kommer inn i næringskjeden, er imidlertid ikke klart. Nye forskningsresultater antyder at bakterier nederst i næringskjeden tar opp kvikksølv, enten passivt fra vann eller ved å bruke humus som energikilde (Environmental mercury in Norway: biogeochemical, microbiological and bioaccumulation processes driving increased mercury in fish; Effects of catchment processes and forest management in boreal forests on Hg and MeHg in surface waters). Dette krever mer forskning, men at humus spiller en viktig rolle i fordeling og opptak av miljøgifter som kvikksølv synes stadig klarere.

Humus/naturlig organisk materiale en viktig faktor

Humus i vann er koblet til kvikksølv på flere måter. Kvikksølv er gjerne bundet til humus slik at humus fungerer som en viktig transportør av kvikksølv i vann. Humus kan være næringsmedium for bakterier, både bakterier som omdanner uorganisk kvikksølv til metylkvikksølv og andre bakterier som ikke er direkte involvert i kvikksølvprosesser. De sistnevnte kan ta opp kvikksølv fra humus og dermed være et startpunkt for næringskjeden som nevnt over. Humus har også en viktig rolle med å absorbere lys og dermed bestemme hvor dypt lys og UV-stråling når i vannmassene. Dette er relevant for kvikksølvkjemien siden metylkvikksølv kan brytes ned til uorganisk kvikksølv av fotoner (fotodemetylering).

I Norge og mange andre steder i den boreale delen av den nordlige halvkule er humusnivåene i vann økende. Siden humus er koblet til så mange viktige kvikksølvrelaterte prosesser er antagelig økningen i humus en viktig grunn til økningen i kvikksølvnivåene i ferskvannsfisk. Økningen i humusnivåene forklares med en kombinasjon av reduksjon i sur nedbør og endret klima. Klimaendringer kan påvirke kvikksølvnivåene i fisk også utenom koblingen til humus. Mulige mekanismer kan være endringer i diett og artsforekomst på grunn av høyere temperatur og endret næringstilgang, eller endrede forhold for bakterier som produserer metylkvikksølv (*Environmental mercury in Norway: biogeochemical, microbiological and bioaccumulation processes driving increased mercury in fish; Climatic, abiotic and biotic drivers of mercury in freshwater fish in northern ecosystems*).

Transport og distribusjon av organiske miljøforurensninger og nanopartikler

Ulike faktorer vil være bestemmende for hvordan utslipp av organiske miljøforurensninger og nanopartikler fordeles i miljøet og eventuelt forårsaker toksiske effekter. Noen stoffer

Skogsdrift kan bidra, men mindre i Norge enn i våre naboland

Tidlig på 2000-tallet kom det rapporter fra Sverige og Finland om kraftig økt utlekking av kvikksølv og metylkvikksølv fra jordsmonnet til vassdragene som følge av skogsdrift.

En hypotese var at kjøring med skogsmaskiner og endret vannbalanse i jordsmonnet ga endrede kjemiske forhold (redoksforhold) i jorda som igjen medførte

økt produksjon av metylkvikksølv, og at dette kunne være en viktig årsak til økt kvikksølvnivå i fisk. Miljø 2015 finansierte forskning for å avdekke hvilken betydning skogsdrift har under norske forhold. Det ble gjennomført både et kartleggingsprogram hvor hogst ble kartlagt og sammenstilt med data for kvikksølv i abbor, og en eksperimentell flatehogst der vannkjemien ble nøye fulgt opp.

Resultatene viser at hogst under norske forhold bidrar mindre enn forventet ut fra tidligere resultater fra våre naboland (Effects of catchment processes and forest management in boreal forests on Hg and MeHg in surface waters).

transporteres primært via atmosfæren, andre vil i større grad følge den hydrologiske syklus, mens andre fordeles mellom luft, jord og vann (*Faktaark 17-13 Miljøgift forsvinner raskere enn ventet, Faktaark 9-15 Nye kjemikalier – nye miljøutfordringer*).

Organiske miljøforurensninger

Forskere i Miljø 2015 har studert langtransport av organiske miljøgifter via atmosfæren. Her har de kombinert feltstudier, kjemiske analyser og teoretiske beregninger (modeller). Forskningen har framskaffet ny kunnskap om forekomst og spredning av stoffer som kan skade mennesker og miljø i avsidesliggende områder, som i Norden og Arktis. Forskerne har konsentrert seg om organiske miljøforurensninger som har vært nominert som kandidater for regulering under internasjonale avtaler (Stockholm-konvensjonen). De har også videreført studier på regulerte organiske miljøgifter.

Et eksempel fra porteføljen av «nye» stoffer er funn av siloksaner i arktisk luft (*Krogseth m.fl. 2013*), en stoffgruppe som blant annet brukes i deodoranter og hårpleieprodukter. Funnet tilskrives langtransport via atmosfæren fra kildeområder lengre sør. På basis av disse resultatene, og høye nivåer funnet i akvatiske dyr fra Oslofjorden, Mjøsa og Svalbard (*Warner m.fl. 2010; Borgå m.fl. 2012; 2013; Whelan og Breivik, 2013*), inngår siloksaner nå som en del av Miljødirektoratets nasjonale overvåkningsprogram for miljøgifter i innsjøer og fjorder. Forskningen på siloksaner har vært viktig i den internasjonale klassifiseringen av enkelte siloksaner som «svært bestandige» (persistente) og «svært opphopende» (bioakkumulerende). Dette kan ha konsekvenser for videre produksjon og bruk av disse stoffene.

Som en del av det internasjonale forskningssamarbeidet har også datamodeller blitt anvendt for å forklare høye nivåer av forbudte industrielle miljøgifter i lufta utenfor Vest-Afrika. Årsaken til de høye nivåene tilskrives utslipp i områder utsatt for import og dumping av giftig avfall. Funnene poengterer at langtransport også skjer gjennom eksport av avfall og at globale kontrollstrategier for industrielle miljøgifter bør integrere transport gjennom luft, hav og produkter/avfall for å beskytte mennesker og miljø, både i nord og sør.

Nye metoder er også blitt brukt for å identifisere organiske miljøforurensninger i drikkevann, spesielt det store antallet stoffer som er blitt rapportert inn til det europeiske kjemikaliebyrå (ECHA). Her har forskerne konsentrert seg om potensielle miljøforurensninger som både har lang levetid (persistens) og polaritet (høy vannløselighet). Slike stoffer representerer en mulig risiko for innbyggere, særlig i tett befolkede områder.

Mens flere prosjekter har gått i dybden på forekomst og transport av organiske miljøforurensninger i enten vann eller luft, har andre prosjekter valgt en tilnærming på tvers av utslipp til det ytre miljø, spredning og fordeling i det totale miljøet samt opptak i terrestriske og akvatiske næringskjeder. En multimediamodel (CoZMoMAN) er blitt utviklet og anvendt for å studere kortkjedete klorparafiner, en stoffgruppe som har vært nominert som miljøgift under internasjonale avtaler (*Breivik m.fl. 2010*). Videre forskning pågår nå for å forbedre

modellen slik at den bedre kan skille mellom nasjonale kilder og tilførsler via langtransport. Med finansiering fra Miljø 2015 har denne type modeller også blitt anvendt for å foreslå nye og hittil ukjente forurensninger, der disse senere ble bekreftet og påvist gjennom kjemisk analyse av miljøprøver innsamlet fra Sverige og Norge. En utfordring ved denne type tilnærming er imidlertid at nøyaktig og oppdatert informasjon om hva slags stoffer som produseres ikke er åpent tilgjengelig, noe som gjør det utfordrende å identifisere nye problemstoffer. Tilsvarende modeller er også utviklet innunder Arktisk Råds AMAP og EUs FP7, der fordeling i miljøet inkludert opptak og opphopning i næringsnett ses i sammenheng med nåværende og fremtidig klima.

Nanopartikler

Bruk av nanopartikler i ulike forbrukerprodukter har resultert i økt tilstedeværelse i miljøet, og giftige effekter er dokumentert. En av utfordringene med forskning på nanopartikler som miljøgifter er at de syntetiske nanopartiklene er vanskelige å skille fra naturlig forekommende i miljøet. Forskere har derfor utviklet metoder med radioaktiv merking (for eksempel nøytronaktivering og syntese) for å skille syntetiske og naturlig forekommende nanopartikler.

Datagrunnlaget om forekomst og eksponering av nanopartikler er fremdeles begrenset. Tilgjengelige data er også vanskelige å sammenligne. Dette skyldes delvis fravær av harmoniserte metoder for kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av nanopartikler. Fravær av standardiserte metoder innebærer ikke bare at det er usikkerhet rundt potensielle gifteffekter av nanopartikler på organismer, men også at vitenskapelige funn ikke nødvendigvis blir universelt akseptert.

For å forstå mer av nanopartiklers skadepotensial, har det vært behov for mer nøyaktig kunnskap om hvordan organismer eksponeres for slike partikler. Flere prosjekter har arbeidet med teknikker for å merke nanopartikler, for eksempel med radioaktive stoffer, for bedre å kunne isolere hvordan ulike nanopartikler oppfører seg både i miljøet og hvordan de eventuelt hoper seg opp i organismer. Som et eksempel på dette er det blitt utført eksperimenter på opptak og utskillelse hos vannlopper (*Daphnia magna*), i dette tilfellet fluoriserende nanopartikler tilført via mat. Ved å tilføre nanopartikler via dietten kan også eksperimentelle utfordringer minimeres.

Under Miljø 2015 er det utviklet teknikker for å forstå eksponering, opptak og opphopning av nanopartikler i miljøet. Da forskere undersøkte meitemark, fant de at opptak og opphopning av nanopartikler fra mat varierte mye mellom ulike typer nanopartikler. Opptil 70 prosent av kobolt-nanopartiklene hopet seg opp i meitemark, mens sølv-nanopartikler derimot ble raskt utskilt og kun 0,4 prosent hopet seg opp over en fire måneders periode (*Coutris m.fl. 2012*). Imidlertid kan sølvioner frigjøres sakte fra sølvnanopartikler. Nanopartikler kan dermed virke lenge i miljøet og fungere som en kontinuerlig kilde til sølv-ioner for akvatiske og terrestriske organismer.

Nye miljøgifter og analytisk metodeutvikling

Miljøvernmyndighetene har i økende grad rettet sin oppmerksomheten mot å identifisere nye miljøgifter og forstå deres miljøskjebne og effekter. Mange nye kjemikalier brukes imidlertid både i forbrukerprodukter og laboratorieutstyr, noe som skaper analytiske utfordringer når det skal måles nivåer av disse stoffene i miljøet. Flere prosjekter under Miljø 2015 har utviklet og forbedret metoder for å prøveta og analysere nye miljøgifter i luft, vann og levende organismer, og for å identifisere ukjente kilder til toksiske effekter i prøver fra miljøet. De nye miljøgiftene som har vært studert, er blant annet i kosmetikk og hudpleie (for eksempel sykliske flyktige metylsiloksaner og nanopartikler), tekstiler og overflateaktive stoffer (perfluorerte alkylstoffer (PFAS) og nanopartikler) og plastmyknere (bisfenol A (BPA) og grunnstoffet antimon (Sb)).

Sykliske flyktige metylsiloksane

Utslipp av avløpsvann er den viktigste kilden til sykliske flyktige metylsiloksaner i akvatisk miljø, og derfor er det viktig med nøyaktige målinger av disse stoffene i vann. Under Miljø 2015 er det utviklet metoder som muliggjør direkte analyse av vannprøver, noe som reduserer uønsket forurensning av prøvene under innsamling og opparbeiding, og som kan kvantifisere nivåer så lave som i ng/L-området (part per trillion, 1012). I tillegg har de kjemiske analysene blitt videreutviklet, og det som gir bedre analyser av sykliske flyktige metylsiloksaner i sediment og i dyr (*NORDIC Lake exposure to Cyclic Siloxanes: assessment of transport, distribution and fate; Understanding Long-Range Atmospheric Transport Behaviour of Emerging Persistent Organic Pollutants (POPs); Integrated Modeling and Monitoring of Emerging Organic Contaminants in the Nordic Region*).

Sykliske flyktige metylsiloksaner er en stoffgruppe som fikk økt nasjonal og internasjonal oppmerksomhet i løpet av tidsperioden til Miljø 2015. Dette har resultert i økt forståelse både av hvordan de hoper seg opp i næringskjeden, hva og hvor kildene er, og hvordan siloksanene transporteres og fordeles i miljøet. I Storvannet ved Hammerfest ble det vist betydelige utslipp av avløpsvann siden kloakksystemet lekker og flyter over. Likevel var nivåene av sykliske flyktige metylsiloksaner lave i vann og indikerer en relativ rask fjerning fra vannfasen, noe som samsvarer med at stoffene er svært flyktige. Det ble imidlertid målt betydelige nivåer i både sediment og fisk. I tillegg ble sykliske flyktige metylsiloksaner påvist 30 år tilbake i tid i en sedimentkjerne. Det indikerer at disse stoffene har langsom nedbrytning i sediment (*Krogseth m.fl. 2014*).

Plastmyknere – bifenol A

Media og forskningsmiljøer har i de senere årene økt oppmerksomheten om plast og kjemikalier i plast. Det er utviklet nye prøvetakingsmetoder for plastmyknere som bisfenol A (BPA), der tynne polymerplater av polyoxymetylen ble brukt som passive prøvetakere i vann. Disse ble brukt for å bestemme nivåer av BPA i sigevann fra deponier som inneholder plast og annet avfall. Denne teknikken gir gjennomsnittlige nivåer for en lengre tidsperiode (dager til uker), i motsetning til tradisjonell prøvetakning med grabb som gir nivåer i ett bestemt øyeblikk. Dermed kan potensielt

også hendelser med store utslipp fra deponier fanges opp, noe som den klassiske prøvetakningsteknikken fort kan gå glipp av.

Deponier og renovasjonsanlegg har vist seg å være vesentlige kilder til plastmyknere som BPA, med betydelige nivåer i sigevann. Nivåene var direkte proporsjonale med mengden plastavfall tilstede i anleggene. Lignende funn ble også observert for grunnstoffet antimon (Sb), som brukes stadig oftere i plastprodukter. Disse funnene er betydningsfulle siden eksponering for BPA kan være skadelig. BPA kan binde seg til bestemte kjernereseptorer i cellen og endre evnen til å produsere proteiner som er ansvarlig for cellulært forsvar. Slik kan cellenes evne til å bryte ned fremmedstoffer endres. Bindingen av BPA til kjernereseptorer ga like sterke aktivering i menneske og isbjørn, mens tetrabrom-BPA ga høyere respons i isbjørn enn menneske (*Lille-Langøy m.fl. 2015*). Dette er til forskjell fra de fleste undersøkte miljøgifter som stort sett har lavere aktivering i isbjørn enn i mennesker.

Perfluorerte alkylstoffer

Punktilder for tekstil- og overflateaktive stoffer som perfluorerte alkylstoffer (PFAS) og deres påvirkning på lokale miljøer i inn- og utland er også blitt adressert. Det er fortsatt betydelige utslipp av PFAS i Kina som en følge av at mesteparten av verdens PFAS-produksjon har flyttet dit. Høye nivåer av PFAS ble observert i jordbruksavlinger og jord fra Kina, og gjennomsnittlig inntak av PFAS gjennom mat ble i enkelte områder anslått til 1452 ng/kg per dag, som er rundt ti ganger høyere inn i Norge (*Polyfluorinated compounds: Are point sources contaminating the environment-consequences for human exposure in China and Norway (PFC-ChiNo)*). Til tross for at det ikke er produksjon av PFAS i Norge, er flyplasser, brannstasjoner og kloakkrensianlegg fortsatt kilder til PFAS i miljøet grunnet av tidligere bruk av PFAS-holdige produkter, for eksempel brannskum brukt under brannøvelser.

Blanding av miljøgifter

I virkeligheten eksponeres vi og andre organismer for sammensatte blandinger av både «gamle» og «nye» miljøgifter. Dette understreker betydningen av å utvikle teknikker som kan identifisere sammensatte blandinger og ikke bare utvalgte enkeltstoffer. Dette kan være utfordrende i standard kjemisk analyse med gasskromatograf med massespektrometer, hvor stoffene skilles fra hverandre basert på deres fysiske og kjemiske egenskaper. Mangelfull separasjon mellom stoffer, såkalt koeluering (overlapping) av forbindelser, kan gjøre identifisering av stoffene vanskelig. Problemområdet er blitt adressert under Miljø 2015, der analyse (separasjon) av sammensatte blandinger miljøgifter ble forbedret gjennom bruk av flerdimensjonal gasskromatografi kombinert med massespektrometer. Dette ble brukt til å identifisere potensielle nye og giftige forbindelser i miljøprøver, inkludert i snøprøver fra veikanter. I snøprøver, som hadde vist dioksin-lignende aktivitet i biologiske tester, ble tjærestoffene polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og PAH-derivater identifisert ved hjelp av den nye metoden. Imidlertid kunne bare ni prosent av den observerte toksisiteten forklares av disse PAH-forbindelsene, noe som peker på tilstedeværelsen av andre uidentifiserte forbindelser med



dioksinlignende aktivitet i prøvene. Dette illustrerer at det fremdeles er betydelige forskningsbehov som gjenstår på miljøgiftfeltet (Effects-directed identification of emerging substances).

Flere prosjekter har fokusert på interaksjoner mellom ulike typer nanopartikler og andre forurensninger, som PAH. Forsøkene har gjerne vært utført for å bestemme hvordan nanopartiklene påvirker binding av andre forurensninger under ulike miljøbetingelser. Ved å eksponere alger og dyreplankton for en kombinasjon av nanopartikler og andre typer forurensninger har man fått ny kunnskap om mulige interaksjonseffekter. Samlet kan denne type forskning forhåpentlig bidra til forbedret risikovurdering for flere typer nanopartikler, også i samvirke med andre typer miljøforurensning og stressfaktorer.

Jordbruk og plantevernmidler

Bærekraftig jordbruk innebærer at produksjonen ikke gir dårligere kvalitet på jord, vann og luft. Sprøyting med plantevernmidler kan være uheldig for miljøet fordi en del av stoffene vil renne av til vassdrag, og de kan der påvirke livet i vannet. Helsemessig er det også uønsket med plantevernmidler i grunnvann eller overflatevann, og det forskes nasjonalt og internasjonalt på hvordan man kan redusere risiko for forurensning fra jordbruk. Imidlertid påvises

plantevernmidler rutinemessig i bekker i jordbruksområder i vekstsesongen, og det er spesielt stor risiko for avrenning ved kraftig regn.

Hvordan redusere miljø- og helseisiko fra plantevernmidler?

Det finnes flere framgangsmåter for å redusere risiko for forurensning fra plantevernmidler uten at det medfører uakseptabel nedgang i avling og inntekt for bonden. På den ene siden har man selve planteverntiltakene som settes inn for å kontrollere ugras, sjukdommer og skadedyr i kulturen, og fra 2015 stilles det krav om bruk av integrerte planteverntiltak i norsk jordbruk. Dette innebærer at man velger kjemiske plantevernmidler kun etter at man nøye har vurdert ikke-kjemiske tiltak. Man skal også ha brukt veiledningsverktøy for å redusere og målrette bruken av kjemiske midler der disse er nødvendige å bruke. På den andre siden kan man bruke ulike jordarbeidingstiltak for å kontrollere avrenning. Lite bearbeiding av det øvre jordsjiktet vil gi redusert avrenning og beskytte kvaliteten av overflatevann. Det er spesielt gunstig for plantevernmidler som er bundet til partikler. Slik redusert jordarbeiding kan imidlertid gi økt behov for planteverntiltak fordi det kan gi mer ugras og sjukdommer (Reduced pesticide loads and risks in cropping system).

Som for andre miljøgifter, opptrer også plantevernmidler i miljøet i blandinger. Nivåene av plantevernmidler som måles i jordbruksbekker er i enkelte tilfeller så høye at man ikke kan se bort fra at de kan ha effekter på akvatiske planter, alger, krepsdyr og fisk. Nylige risikovurderinger påpeker at det er nødvendig med risikovurderinger av plantevernmidler i blanding i tillegg til enkeltstoffene, som er praksis i dag. Foreløpige modeller viste imidlertid at det i blandinger kun var et fåtall stoffer som bidro til risikoen for miljøeffekter (Petersen, Steinrød og Tollefsen: *Initial environmental risk assessment of combined effects of plant protection products in six different areas in Norway, Niva-rapport 6588-2013*).

Pollinatorer ekstra utsatt?

Det har de siste årene vært mye oppmerksomhet om uønsket effekt av plantevernmidler som neonicotinoider på pollinatorer, spesielt på effekten av imidakloprid på honningbier og humler. EU har innført en to års karantene for bruken av

Kornproduksjon som hovedkilde til plantevernmidler

Nasjonal kornproduksjon er av stor betydning for matsikkerheten. Kornavlinger dekker 30 prosent av en dyrket mark, og det meste av kornarealet sprøytes årlig. Beregninger ut fra bruksstatistikk for plantevernmidler viser at kornproduksjon bidrar med ca. 50-70 prosent av den totale miljørisikoen som følge av plantevernmidler mot ugras og soppsjukdommer i jordbruk. Tiltak for å

redusere forurensning fra jordbruket i kornproduksjonen vil derfor ha en stor potensiell miljøeffekt. I kornproduksjon er det imidlertid en potensiell konflikt mellom tiltak for redusert bruk av plantevernmidler og tiltak for redusert fosfortap. Det forskes derfor på metoder for kornproduksjon som tilfredsstillende kravene til redusert forurensning både fra plantevernmidler og fosfor. Forskingen vil vise i hvilken grad

integrert plantevern og økologisk landbruk kan redusere forurensning fra landbruket.

Den nye kunnskapen vil bli brukt til å utvikle virkemidler for økt bruk av forurensningsreducerende tiltak i kornproduksjon (Strategies for implementation of sound cereal production methods with low loss of pesticides and phosphorus).



neonicotinoider i påvente av mer kunnskap. Fra norsk side er det få studier på forekomst og effekter av disse plantevernmidlene under norske miljøforhold. Det er dessuten få studier på andre arter enn honningbier.

Effekter i dyr

Miljøgifter kan gi ulike responser på ulike nivåer i økosystemet, fra molekyl, enzym og cellenivå, til bestands- og økosystemnivå. Responsene avhenger blant annet av arten og miljøets tilstand, og av endringer i miljøet som mattilgang, habitatdestruksjon og stress. Selv om nivået og blandingen av miljøgifter spiller inn, er det vanskelig å forutse responsen i naturen ut fra kun dette. I Miljø 2015-perioden har flere studier blitt utført på dette temaet. Det har både blitt gjort naturlige felteksperimenter, der en populasjon eller et område med høy forurensning er sammenliknet med mindre forurensete populasjoner eller områder, og det er blitt gjennomført eksperimentelle studier der responsen på lavt og høyt biologisk nivå er forsøkt koblet sammen.

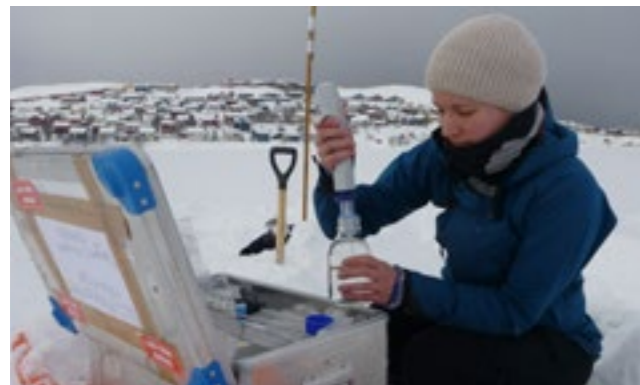
Verdien av feltstudier – fisk og fugl

Det er betydelige variasjoner i miljøgiftbelastning mellom ulike lokaliteter og populasjoner. Slike variasjoner er funnet ved feltstudier av boreal ørret og arktisk røye, og i studier av rovfugl som hekker i Nord-Norge og sjøfugl i Nord-Atlanteren, som beskrevet i eksemplene under.

Biokjemiske biomarkører, deriblant hormonforstyrrende effekter av klorerte og bromerte miljøgifter, samt kvikksølv, er blitt studert i storørret fra Mjøsa og en referansepopulasjon

i Losna, oppstrøms fra Mjøsa i Gudbrandsdalslågen (Sørmo m.fl. 2011; Mulder m.fl. 2012). Begge ørretpopulasjonene hadde høye nivåer av kvikksølv, men det var et lavere forhold mellom selen og kvikksølv i Mjøs-ørret sammenliknet med Losna-ørret, noe som tilsier at Mjøs-ørreten har for lavt selennivå. Selen er viktig for tyroidefunksjonen, og det regnes som en av naturens viktigste antioksidanter. Det modererer også biologiske og potensielt toksiske effekter av kvikksølv. Resultatene tyder på at det finnes lite naturlig selen i Mjøsa, og når kvikksølv i tillegg har den egenskapen at det binder opp selen og gjør det utilgjengelig, blir dette problematisk. Forskerne kunne måle stressreaksjoner og hormonforstyrrelser hos Mjøs-ørreten, og resultatene antydte høyere risiko for kvikksølv-induserte effekter i Mjøsa enn i Losna. I tillegg viste ørrethunner i Mjøsa at PCB-nivåene var høye nok til å påvirke fiskens hormonsystemer (*Bioaccumulation and endocrine disruptive effects of POPs in trout from Lake Mjøsa and an upstream reference population*).

Arktiske dyr utsettes for en rekke miljøgifter som primært transporteres til Arktis via luft- og havstrømmer. Miljøgiftene hopper seg opp i dyr, og i mange arktiske toppredatorer er nivåene så høye at negative effekter kan oppstå. Arktis er også viktig for internasjonale reguleringer og forvaltning, siden forekomst av miljøgifter i Arktis er et viktig ledd i den internasjonale styringen av miljøgifter. En helhetlig gjennomgang av den effektbaserte miljøgiftforskningen i Arktis de siste tiårene konkluderte at det kun i enkelte populasjoner hos noen få arter er påvist effekter som kan knyttes til



Vannprøvetaking i Storvatn, Hammerfest, for å undersøke innholdet av siloksaner. Fra prosjektet NORDIC-LAKS. Foto: Guttorm Christensen

miljøgifter (*Letcher m.fl. 2010*). Dette inkluderer isbjørn fra Øst-Grønland og Svalbard-regionen, og polarmåke og røye fra Bjørnøya. Disse er alle spesielt utsatt på grunn av høye miljøgiftnivåer.

I røye fra Ellasjøen på Bjørnøya er det funnet høye nivåer av mange ulike miljøgifter, som i hovedsak er transportert dit med guano (fuglemøkk) fra sjøfuglene som hekker i nærområdet. Kunnskapen om hvordan de enkelte miljøgiftene påvirker organismer er voksende, men man har fremdeles svært begrenset kunnskap om hvilke effekter sammensatte blandinger av ulike miljøgifter kan ha på akvatiske organismer. Til tross for stadig nye miljøgifter i miljøet, er det fremdeles den «gamle» miljøgiften PCB som dominerer miljøgiftblandingen, etterfulgt av plantevernmidlene DDT, HCB og klordaner. For å undersøke om miljøgiftcocktailen har noen negativ innvirkning på røyas helsetilstand, har et felteksperiment på Bjørnøya sammenliknet røye fra Ellasjøen med Laksvatn, som har betydelig lavere miljøgiftbelastning. Tester med leverceller viser at miljøgiftbelastningen fra Ellasjøen i høyere grad induserer leverenzymmer sammenliknet med Laksvatn, og at miljøgiftbelastningen i Ellasjøen påvirker proteinet vitellogenin som trengs til produksjon av egg. Ellasjøen-røye har lavere fruktbarhet og mindre egg enn røye fra Laksvatn, selv om det ikke var noen forskjell mellom eksperimenter som målte tidlige celledelingsstadier i eggene. Røyas produksjon av steroidhormoner i eggstokkene var ulik mellom de to innsjøene, men dette var antagelig grunnet forskjeller i temperatur heller enn miljøgiftbelastning. Det var ingen forskjell mellom innsjøene i røyas funksjonelle respons (kortisol målt i plasma) på miljøgiftbelastningen (*Is the cocktail effect of environmental contaminants a threat for Arctic fish populations?*).

Fugl som signalarter på responsen på multiple stressorer

Det er ikke bare blandingen av miljøgifter som er viktig, men også hvordan miljøgifter kan samvirke med naturlige stressfaktorer og eventuelt ha forsterkede skadevirkninger. Fugl har lenge vært indikatorer på økosystemers helsetilstand, og med det for øyet ble nordlige rovfugler (kongeørn, hønehaug og havørn) studert. Disse representerer ulike økosystemer, fra fjell til skog og kyst, de har ulik miljøgiftbelastning, og de blir ulikt påvirket av miljøgifter og andre stressorer som redusert

mattilgang. Havørn, som henter maten fra det marine matfatet, hadde høyere nivåer av perfluoralkyl substanser (PFAS) enn rovfugl som spiser fra det terrestre matfatet (*Persistent organic pollutants and natural stress in avian top predators of northern ecosystems potential vulnerability to environment*). Tilsvarende viste en studie av en annen kysthekkende fugl, storjo, at det er store forskjeller i miljøgiftnivå mellom kolonier ulike steder i Nord-Atlanteren. Mens PFAS-nivåene var lave på Shetland og Island, var de høye på Bjørnøya. Forskjellen henger i stor grad sammen med deres diett og økologi i hekkeperioden, selv om det også ble vist at miljøgiftbelastning i overvintringsområdet var av betydning (*Leat m.fl. 2013*). Det som er spesielt interessant, er at det er kolonien med de laveste miljøgiftnivåene som er i dårligst forfatning (*Shetland*), antagelig grunnet vedvarende dårligere næringstilgang. I kolonier som Bjørnøya, der miljøgiftnivåene er høye, er det først og fremst individene med de høyeste miljøgiftnivåene som ser ut til å få påvirket overlevelse og reproduktiv suksess, spesielt i år med dårlig mattilgang (*Bustnes m.fl. 2015*).

Resultatene fra studier av havørnunger i Nord-Norge viser sammenhenger mellom nivåer av miljøgifter i blod og tilstand til lever, nyrer, hormoner og metabolisme. Det var store variasjoner i verdier mellom år, men tilsvarende sammenhenger og funn påfølgende år styrker konklusjonene (*Sonne 2010; Sletten m.fl. 2015*). I hønehaugunger ble det funnet sammenhenger mellom ulike parametre for sykdomsstress, immunforsvaret og oksidativt stress, men årsak-virkning er ikke identifisert, og det er ikke funnet at miljøgiftene påvirket denne sammenhengen (*Hanssen m.fl. 2013*) (*Persistent organic pollutants and natural stress in avian top predators of northern ecosystems potential vulnerability to environment*).

Fugl inngår også en av de nyere studiene til Miljø 2015, der sammenhengen mellom klimaendringer, diettvalg, miljøgifter og effekter på DNA og populasjon skal undersøkes i arkiverte og ferske blodprøver fra pingviner og andre arter i polområdene (*Contaminants in Antarctic and Arctic avian wildlife: Climatic and ecological drivers, comparative polar perspective, and effects*). Metodeutvikling – felt og alternativer til forsøk med dyr. I løpet av Miljø 2015-perioden har de nasjonale forskningsprosjektene også bidratt til viktig metodeutvikling, se blant annet modellering og analytisk kjemi beskrevet over. I feltstudiene har man i økende grad tatt i bruk metoder der dyrene ikke må avlives. Da forskere analyserte reirungers fjær, fant de at miljøgiftnivåene i rovfuglene varierte med dietten. De fant også en sterk sammenheng mellom miljøgiftnivåer i blod og fjær. Det betyr at fjær fra fugleunger kan være en lovende metode for overvåking av miljøgifter (*Eulaers m.fl. 2011; Bustnes m.fl. 2013*). Selv om studier av blod og fjær ikke gir samme informasjon som studier av indre organer, anses utviklingen å være svært positiv, spesielt for studier av fugl der flere av bestandene har hatt en negativ populasjonsvekst de senere år (*Persistent organic pollutants and natural stress in avian top predators of northern ecosystems potential vulnerability to environment*). En annen viktig utvikling innen feltstudiene er økende bruk av parametre, som øker forståelsen av næringsvalg og trofisk plassering i hekke- og overvintringsområdet. Ny er også den økende bruken av geografiske lysloggere som ved gjenfangst

gir informasjon om fuglenes områdebruk når de forlater hekkekolonien. Det er utfordrende å sammenlikne resultater mellom laboratorie- og feltstudier. I feltstudier er det ofte vanskelig å påvise en klar sammenheng mellom årsak og virkning. Dette kan imidlertid bedres ved godt planlagte og designete feltstudier, der data som gir informasjonsrike resultater sikres.

Norge kan påvirke globalt

Faren for at noen vil utfordre en miljøbegrunnet handelshindring med henvisning til WTO-regler, minsker betraktelig om den vitenskapelige begrunnelsen er godt forankret i multinasjonale vurderingsprosesser. Dette kan gi pådriverstater på miljøområdet en ekstra grunn til å forfølge nasjonale miljøgiftmål i internasjonale fora. I 2003 tok for eksempel Norge til orde for en global avtale om kvikksølv, som er blant verstingene av tungmetaller. Ti år seinere ble nærmere 150 land enige om Minamata-avtalen, som regulerer håndtering og utslipp av kvikksølv og omsetning av kvikksølvholdige produkter. Norge bruker sin miljøgiftexpertise til å påvirke arbeidet både i regionale organer som EUs kjemikaliebyrå (ECHA) og i FN, og overvåking av miljøgifter er en viktig del av det sirkumpolære samarbeidet under Arktisk Råd og dets Arktiske miljøovervåkingsprogram (AMAP).

Slik bred forankring minsker faren for at effektive miljøtiltak blir hindret av internasjonale handelsregler.

Med informasjonsrike resultater menes data som kan tolkes i en årsak-virkning-sammenheng. En styrke ved feltstudiene er at de gir et reelt bilde av den sammensatte blandingen miljøgifter og andre stressorer dyrene faktisk er eksponert for. Både fiske- og fuglestudiene beskrevet over illustrerer noe av kompleksiteten i tolkingen av effekten av miljøgifter i naturen. Studiene viser viktigheten av å ha kontroll på andre biologiske parametre (seleninnvåer, lipidinnhold, vekt, størrelse og liknende) og andre stressorer (for eksempel næringstilgang) for å tolke responsene forårsaket av miljøgifter på en god måte. Utfordringen med kausalitet (årsak-virkning) er det enklere å adressere i eksperimentelle laboratoriestudier, om enn med mindre realistiske forhold og arter med andre tilpasninger enn de som er i naturmiljøet.

Eksperimentelle studier bruker i økende grad andre metoder enn dyreforsøk. Ved implementeringen av EUs REACH pålegges industrien å vise at et kjemikalie ikke er bestandig, opphopende og giftig, og visse kriterier må følges. Grunnet den enorme mengden kjemikalier som må testes, er det stort behov for å utvikle metoder og finne alternativer til forsøk med dyr. Det pågår både nasjonalt og internasjonalt studier for å utvikle og evaluere alternativer til dyreforsøk, deriblant

forsøk med fiskeceller og subcellulære cellefraksjoner for å identifisere hormonforstyrrende stoffer (Non-animal (alternative) testing methods for REACH). Slike forsøk med celler og sub-cellulære cellefraksjoner kan på sikt erstatte fiskeforsøk med hele organismer.

Responser på ulikt nivå av biologisk organisering

Innen toksikologi er det velkjent at miljøgifter kan ha biologiske effekter på ulike nivåer. Både gener, proteiner, enzymer, celler og individer kan påvirkes, det samme kan populasjoner og hele økosystemer. Det er imidlertid fremdeles vanskelig å følge en årsakssammenheng gjennom alle nivåene, og det er vanskelig å vite den økologiske relevansen av en respons på et lavt nivå av biologisk organisering. I løpet av Miljø 2015-perioden har norske og internasjonale forskere imidlertid frembragt betydelig mer kunnskap.

Såkalte «Adverse outcomes pathways», AOP, forteller noe om hvilke negative konsekvenser effekter på molekylært nivå kan ha for individet. AOPs er utviklet for hormonforstyrrende stoffer i vannløper, slik at responser på molekylært nivå er blitt koblet opp mot negative konsekvenser på individnivå med regulatorisk og forvaltningsrelevans. Tilsvarende har AOPs blitt utviklet av andre internasjonale forskningsgrupper for andre endepunkter og organismer, og de ulike gruppene samles i et internasjonalt rammeverk. Det langsiktige målet for AOP er at man ved å utføre enkle tester i reagensglass, i kombinasjon med raske datamodeller som screening-verktøy, vil kunne identifisere sårbare prosesser og endepunkter som resulterer i ugunstig utfall for individet (*Adverse Outcome Pathways for Endocrine Disruption in aquatic animals, a conceptual approach for mechanistically-based Risk assessment*).

Miljøgifter og internasjonal styring

Internasjonal styring må til om Norge skal nærme seg målsetningen om et giftfritt miljø. Dette skyldes at mange av «verstingene» blant miljøgiftene bringes inn i landet gjennom luft- eller havstrømmer eller gjennom import av produkter som inneholder stoffer Norge har forbudt i egen produksjon.

En sammensatt klynge av avtaler

«Kjemiklyngen» av konvensjoner under FNs miljøprogram (UNEP) – herunder Baselavtalen om farlig avfall, Stockholm-avtalen om POPs, og det seneste tilskuddet, Minamata-avtalen om kvikksølv, utgjør bare én del av det omfattende internasjonale avtaleverket som regulerer utslipp, håndtering og handel med miljøgiftige stoffer og produkter. EUs omfattende regelverk er sentrert om REACH-direktivet (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals) og binder både EØS-medlemmet Norge og de mange selskapene som ønsker å selge varer til dette markedet. Dertil kommer en rekke avtaler under Verdens handelsorganisasjon (WTO) som begrenser statenes adgang til å innføre handelshindringer.

Internasjonale handelsregler kan påvirke ambisiøse miljøprosesser

WTO har som hovedmål å fremme internasjonal handel, og organisasjonen anklages jevnlig for å virke nedkjølede på ambisiøse miljøinitiativer. Dette er dels fordi WTO-avtalene krever at nasjonale produktkrav skal forankres i internasjonalt standardiseringsarbeid, og dels fordi organisasjonens tvungne og bindende tvisteløsningsorgan tradisjonelt har tolket disse reglene strengt. Felles standarder skal hindre unødig oppsplitting av verdensmarkedet og sikre at statene ikke tilgodeser egen industri under dekke av miljøbevissthet. Tvister er sjeldne, men komiteer med ansvar for bestemte avtaler møtes hyppig og gir et lavterskelt tilbud for dem som vil utfordre planlagte handelstiltak. Negative reaksjoner fra andre medlemsland kan føre til at tiltak utsettes eller tilpasses innvendingene, noe som har skjedd med flere av tiltakene Norge hadde planlagt på miljøgiftområdet.

Disse WTO-avtalene inneholder forpliktelser om å basere nasjonalt regelverk og nasjonale standarder på internasjonale standarder. Nasjonale regler og standarder som er i overensstemmelse med internasjonale standarder, kan også antas å være lovlige under WTO. Forskning under Miljø 2015 har undersøkt om vedtak under de UNEP-baserte kjemikaliekonvensjonene kan betraktes som slike internasjonale standarder, og konklusjonen er negativ. Standardiseringsaspektene ved arbeidet i disse konvensjonene må både styrkes og formaliseres dersom de skal oppnå status som standardiseringsorganer under WTO-avtalene (*Toxics Diplomacy: Norway in International Cooperation on Hazardous Substances. Faktaark 6 - 14 Kunsten å få grønt lys i WTO*).

Oppsummering

Kvikksølv er fortsatt et betydelig miljøproblem, i Norge og globalt. Kvikksølvnivåene i fisk overstiger enkelte steder grenseverdiene for kostholdsrad. De ser også ut til å ha økt mange steder. I Arktis avsettes mye kvikksølv fra atmosfæren til bakken svært raskt om våren, men det tilbakeføres også raskt slik at bidraget til arktiske næringskjeder er mindre enn man trodde da Miljø 2015 startet opp.

Det er utviklet og forbedret metoder for å ta prøver av og analysere nye miljøgifter i luft, vann og organismer, og for å identifisere ukjente kilder til toksiske effekter i prøver fra miljøet. Datamodeller har gitt økt forståelse av kilder, spredning og fordeling av miljøgifter i miljøet. Forekomst og effekt av miljøgifter i dyr er vist å avhenge av en rekke faktorer i tillegg til nivå og fysiskkjemiske egenskaper ved miljøgiftene. Det er viktig med god forståelse av disse sammenhengene for å kunne forstå effekten i en gitt populasjon.

Internasjonale miljøavtaler i FN-regi er viktige virkemidler i kampen mot miljøgifter, men for at de skal kunne påvirke nasjonal politikk i de viktigste statene, må de samspile godt med globale handelsregler så vel som regionale kjemikaliereregimer.

I slutfasen av Miljø 2015 er det initiert flere nye prosjekter innen økosystempåvirkninger, etter en stor fellesutlysning mellom fire av Forskningsrådets programmer. Her er det flere spennende prosjekter som adresserer interaksjonen mellom miljøgifter og naturen. Hovedmålet er å utvikle en bedre forståelse for økosystemenes respons på miljøgifter.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Katrine Borgå, Universitetet i Oslo (UiO), Institutt for Biovitenskap og Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Thorjorn Larssen, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Knut Breivik, Norsk institutt for Luftforskning (NILU)
Nicholas Warner, Norsk institutt for Luftforskning (NILU)
Olav Schram Stokke, Universitetet i Oslo (UiO), Insitutt for statsvitenskap og Fridtjof Nansen Institutt (FNI)

Institutter som jobber med disse temaene:

Norsk Institutt for naturforskning (NINA)
Norsk Polarinstitutt
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
Akvaplan NIVA
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Norges Geotekniske Institutt (NGI)
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
SINTEF
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Universitetet i Oslo (UiO)
Fridtjof Nansens Institutt (FNI)

Litteraturtips:

Mulder, PJ, Lie, E, Eggen, GS, Ciesielski, TM, Berg, T, Skaare, JU, Jenssen, BM & Sormo, EG. Mercury in Molar Excess of Selenium Interferes with Thyroid Hormone Function in Free-Ranging Freshwater Fish. *Environmental Science & Technology* 46, 9027-9037, doi:10.1021/es301216b (2012).

Sormo, EG, Ciesielski, TM, Overjordet, IB, Lierhagen, S, Eggen, GS, Berg, T & Jenssen, BM. Selenium Moderates Mercury Toxicity in Free-Ranging Freshwater Fish. *Environmental Science & Technology* 45, 6561-6566, doi:10.1021/es200478b (2011).

Sonne, C., Bustnes, J.O., Herzke, D., Jaspers, V., Covaci, A., Halley, D., Minagawa, M., Moum, T., Eulaers, I., Ims, R.A., Hanssen, S.A., Erikstad, K.E., Johnsen, T.V., Shnug, L. & Jensen, A.L. 2012. Blood plasma clinical-chemical parameters as biomarker endpoints for organohalogen contaminant exposure in Norwegian raptor nestlings. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 80: 76-83.

Eulaers, I., Covaci, A., Herzke, D., Eens, M., Sonne, C., Moum, T., Schnug, L., Hanssen, S.A., Johnsen, T.V., Bustnes, J.O. & Jaspers, V.L.B. 2011. A first evaluation of the usefulness of feathers of nestling predatory birds for non-destructive biomonitoring of persistent organic pollutants. *Environment International* 37: 622-630.

Bustnes, J.O., Bårdsen, B.-J., Herzke, D., Johnsen, T.V., Hanssen, S.A., Eulaers, I., Ballesteros, M., Covaci, A., Jaspers, V.L.B., Eens, M., Sonne, C., Halley, D.J., Moum, T., Erikstad, K.E. & Ims, R.A. 2013. Plasma concentrations of organohalogenated pollutants in predatory bird nestlings: associations to growth rate and dietary tracers. *Environmental Toxicology & Chemistry* 32: 2520-2527.Sletten,

S., Bourgeon, S., Bårdsen, B.J., Criscuolo, F., Massemin, S., Johnsen, T.V., Bustnes, J.O. 2015. Organohalogenated contaminants in white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) nestlings: an assessment of relationships to immunoglobulin levels, telomeres and oxidative stress. *Science of the Total Environment* in press.

Hanssen, S.A., Bustnes, J.O., Snug, L., Bourgeon, S., Johnsen, T.V., Ballesteros M., Sonne, C., Herzke, D., Eulaers, I., Jaspers, V., Covaci, A., Eens, M., Halley, D.J., Moum, T., Ims, R.A. & Erikstad, K.E. 2013. Anti-parasite treatments reduce humoral immunity and impact oxidative stress status in raptor nestlings. *Ecology and Evolution* 3: 5157–5166.

Bustnes, J.O., Bourgeon, S., Leat, E.H.K, Hanssen, S.A., Petersen, Æ., Strøm, H., Borgå, K., Gabrielsen, G.W. & Furness, R.W. Multiple stressors in a top predator seabird: potential ecological consequences of environmental contaminants, population health and breeding conditions. *PLoS One* 10.1371/journal.pone.0131769

Borgå K, Fjeld E, Kierkegaard A, McLachlan MS. Food Web Accumulation of Cyclic Siloxanes in Lake Mjøsa, Norway. *Environmental Science & Technology* 2012; 46: 6347-6354.

Coutris C, Hertel-Aas T, Lapied E, Joner EJ, Oughton DH. Bioavailability of cobalt and silver nanoparticles to the earthworm *Eisenia fetida*. *Nanotoxicology* 2012; 6: 186-195.

Krogseth IS, Kierkegaard A, McLachlan MS, Breivik K, Hansen KM, Schlabach M. Occurrence and Seasonality of Cyclic Volatile Methyl Siloxanes in Arctic Air. *Environmental Science & Technology* 2013; 47: 502-509.

Krogseth IS, Warner NA, Christensen GN, Whelan MJ, Breivik K, Evenset A, m.fl. Understanding the fate and bioaccumulation of cyclic volatile methyl siloxanes in Arctic lakes. *Organohalogen Compounds* 76, 2014, pp. 186-189.

Warner NA, Evenset A, Christensen G, Gabrielsen GW, Borga K, Leknes H. Volatile Siloxanes in the European Arctic: Assessment of Sources and Spatial Distribution. *Environmental Science & Technology* 2010; 44: 7705-7710.

Whelan MJ, Breivik K. Dynamic modelling of aquatic exposure and pelagic food chain transfer of cyclic volatile methyl siloxanes in the Inner Oslofjord. *Chemosphere* 2013; 93: 794-804.

Lille-Langøy R, Goldstone JV, Rusten M, Milnes MR, Male R, Stegeman JJ, Blumberg B, Goksøyr A. Environmental contaminants activate human and polar bear (*Ursus maritimus*) pregnane X receptors (PXR, NR112) differently. *Toxicology and Applied Pharmacology* 2015; 284: 54–64.

Tema

Andre forurensninger

Forurensninger kan være stoffer som allerede finnes i miljøet, men som forekommer i for store mengder. Det kan også være nye menneskeskapte forbindelser. Miljø 2015 har studert både pesticider, næringsalter, søtningsstoff og radioaktive elementer. Vi trenger en bedre forståelse av de hydro-biogeokjemiske prosessene som bestemmer hvordan disse mobiliseres, transporteres og påvirker miljøet. Slik vil vi også forstå mer av hvordan mekanismene forandres med klimaendringer, urbanisering og endringer i arealbruk og landbrukspraksis.



Algeoppblomstring er en stor miljøutfordring

Store tilførsler av næringsstoffer (eutrofiering) fra nedbørsfelter fører til oppblomstring av alger og cyanobakterier i mange innsjøer. Dette er en av våre største miljøutfordringer, og problemet vil trolig øke i fremtiden. Algeoppblomstring fører til at vannet blir uegnet til både rekreasjon og som råvann til vannverk. Nedbrytning av store mengder dødt algemateriale fører til sterkt redusert biodiversitet som følge av oksygenvinn. I tillegg skiller cyanobakteriene, eller blågrønnalgen, ut giftige microcystiner. Dette gjør de for å beskytte seg mot parasittsopp som finnes i vannet.

Vi har lenge visst at utvasking av fosfor fra jordsmonnet er en viktig årsak til algeoppblomstringer, og vi begynner nå å forstå helheten i fosforproblemene bedre (*Faktaark 10-14 Forstår helheten i fosforproblemene stadig bedre*). Det viser seg at cyanobakteriene er mer tilpasningsdyktige og uforutsigbare enn tidligere antatt (*Faktaark 15-13 Cyanobakterier truer vannsikkerheten*). Genomstudier av cyanobakteriene viser at de har et høyt genetisk mangfold som gir dem stor evne til å tilpasse seg et miljø i endring.

Et tankekors er at fosforkonsentrasjonene ikke går merkbart ned til tross for betydelige avbøtende tiltak de siste 30 årene. Forskerne i EUTROPIA-prosjektet fant at nedgangen i sur nedbør siden 1980-tallet har gitt mindre utvasking av labilt aluminium. Dette har igjen ført til mindre utfelling av bio-tilgjengelig fosfor og økt fluks av humusbundet fosfor ut i vassdragene. I tillegg har mer nedbør og økt vintertemperatur ført til mer utvasking av forskjellige fosforfraksjoner.

Andre forskere har dessuten sett at nedbørsfeltens kapasitet til å lagre reaktivt nitrogen fra langtransporterte forurensninger er i ferd med å mettes. Når det skjer, vil mer nitrat kunne lekke ut og føre til mer forsuring, algeoppblomstring og konsekvenser i det marine miljøet (*Faktaark 06-12 Betring i vasskvaliteten: Alle monnar dreg*). En annen effekt av den sure nedbøren er trolig økt mobilitet av radioaktivt cesium (*Faktaark 05-12 Sur nedbør gir meir radioaktivitet i plantar*).

Nødvendig kobling av nedbørsfelt- og innsjømodeller viser at det er vanskelig å estimere effekter av avbøtende tiltak mot diffus avrenning fra landbruket, slik EUs Vanndirektiv krever (*Faktaark 10-14 Forstår helheten i fosforproblemene stadig bedre; EUTROPIA-prosjektet*). Problemet er også at eksisterende modeller ikke simulerer effekten av endringer i flere av de viktige påvirkningene. Man er nødt til å bruke kunnskaper om stedets egenheter for å vite hva som skal gjøres. Denne kunnskapen er det bønderne som har. Norske bønder er opptatt av miljø, men de demotiveres av å få tiltak tredd ned over hodet (*EUTROPIA-prosjektet*).

Norge er ikke alene om eutrofieringsproblemer. I Kina fører eutrofiering i økende grad til at de knappe vannressursene er ubrukelige. Dette skyldes blant annet sterk overgjødning på

FAKTA

>> Algeoppblomstring er en stor miljøutfordring, og vanskelig å predikere.

- Avbøtende tiltak mot diffus avrenning fra landbruket har uklare effekter.
- Nedgang i sur nedbør og klimaendringer kan skjule effekten av tiltak mot algeoppblomstring.
- Blågrønnalger (*cyanobakterier*) er meget tilpasningsdyktige.
- Kina har en lite bærekraftig landbrukspraksis og jordsmonnet har liten evne til å holde på næringsstoffer. Dette gir store eutrofieringsproblemer.

>> Ugrasmeddelet glyfosat (produktnavn *Roundup* m.fl.), som er det mest brukte sprøytemidlet i verden, er betydelig mer giftig enn antatt.

- Det finnes rester av glyfosat i genmodifiserte soyabønner.

jord med liten evne til å holde på næringsstoffer. Det skyldes også manglende håndhevelse av regelverk for bærekraftig landbruk og kontroll av spredte avløp fra husholdninger. Mange steder i Kina foregår det heller ingen innsamling av husdyrmøkk fra spredte besetninger, noe som forsterker problemene (*SinoTropia-prosjektet*).

Ugrasmiddel er mer giftig enn antatt

Et økende antall ugrasplanter er nå resistente mot en del plantevernmidler. Dermed økes dosene, eller det brukes midler med andre virkemekanismer som kan være mer giftige. De fleste genmodifiserte planter kan sprøytes i vekstsesongen uten å ta skade, men det er vist at de da kan akkumulere sprøytemiddelet i endeproduktet (*Compositional differences in soybeans on the market: Glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. Bøhn m.fl. 2014*). Glyfosat, som er hovedbestanddelen i verdens mest brukte ugrasmiddel (*Roundup*), er vesentlig mer giftig enn mange har trodd (*Faktaark 08-13 Sprøytemiddel kan være giftigere enn antatt*). Bruken av glyfosat i Norge er tredoblet på 20 år og kan utgjøre en viktig stressfaktor for miljøet.

Mer bærekraftige dyrkingsmåter (Best Management Practices) bør redusere behovet for ugrasmeddelet, men det er utfordrende å finne de beste dyrkingsmåtene: Å øke kornets konkurransevne mot ugras ved å krysså (så halve såmengden en vei, den andre vinkelrett på) kan redusere



Soil erosion med masterstudent Neha Amit Parekh Foto: Rold D. Vogt

ugrasveksten med opptil 35 prosent, men på grunn av økt kjøring på jorda er det mindre aktuelt. For å minske erosjon og avrenning av næringsstoffer (se ovenfor) er det ønskelig ikke å pløye om høsten, slik at plantestubbene kan ligge og beskytte jordsmonnet om vinteren. På den annen side fører dette til økt behov for glyfosat mot ugras. Ved vårpløying i stedet for høstpløying kan en oppnå like bra eller bedre effekt mot ugraset og samtidig bidra til å redusere erosjon og utvasking av partikkelbundet glyfosat, samt fosfat. Vårpløying egner seg imidlertid ikke på alle jordarter siden den kan føre til utsatt såtid og redusert avling. Avrenningen av løst glyfosat kan være høyere ved vårpløying, men siden mesteparten av glyfosatet er bundet til jordpartikler vil erosjon føre til at totaltapet er større ved jordarbeiding om høsten. Det er også vist at utvasking av glyfosat og nedbrytningsproduktet AMPA fra bakkeplanert leirjord var om lag ti ganger større sammenliknet med ikke-planert leirjord.

Et annet viktig funn handler om effekten av det persistente søtningsstoffet sukralose i miljøet. Stoffet viser seg å ha negativ effekt på noen planter som mais og sukkerrør, samt noen akvatiske organismer (*Faktaark 1-12 - Tilsetningsstoffer i mat bør miljøvurderes*). Dette illustrerer at selv om et stoff er harmløst for helsa, betyr det ikke at det er harmløst for miljøet.

Oppsummering

Avbøtende tiltak har effekt, men hvor effektive tiltakene er, vet vi ikke. Årsaken er at vi ikke vet nok om de hydrobiogeokjemiske prosessene som styrer utvasking og transport av næringsstoffer i nedbørsfeltet.

Tiltakene virker ulikt i ulike miljøer, og endringer i klima, sur nedbør og arealbruk påvirker prosessene. Kunnskap om disse mekanismene er en forutsetning for å forutsi effekter av et miljø i endring.

Glyfosat er giftigere enn tidligere antatt, og vi trenger mer kunnskap om miljøvirkninger, resistensutvikling og bærekraftige landbrukspraksiser. Bøndene møter en rekke motstridende miljøhensyn ved valg av metode for jordbearbeiding. Vi trenger derfor også mer kunnskap om de samlede miljøkonsekvensene av forskjellige tiltak.

Matindustrien og forvaltningen må tenke mer på tilsetningsstoffers nedbrytbarhet, livssyklus og miljøvirkning, ikke bare på de umiddelbare helseeffektene på mennesker.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Kirsten Semb Tørresen og Marianne Stenrød, Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
 Thomas Bøhn, Genøk – Senter for biosikkerhet
 Thomas Rohrlack, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 Eiliv Steines, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 Richard Wright, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
 Henrik Kylin, Linköpings universitet
 Rolf David Vogt, Kjemisk institutt, Universitetet i Oslo (UiO)

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
 Genøk – Senter for biosikkerhet
 Norsk institutt for luftforskning (NILU)
 Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
 Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
 Kjemisk institutt, Universitetet i Oslo

Tema Landbruksrelatert miljøtematikk

Kun tre prosent av Norges areal er dyrkbar mark, og utmarka har lenge vært en sentral del av norsk landbruk. De siste tiårene har bruken av utmarka imidlertid blitt betydelig redusert. Samtidig ser vi i andre områder en økende intensivering som økt bruk av kunstgjødsel og plantevernmidler. Både mindre bruk av utmark og mer intensiv bruk av jorda andre steder, skaper landskapsendringer og miljøutfordringer. Dagens forskning bidrar til å etablere årsakssammenhenger og muliggjøre en bedre forvaltning.



Utmarksnæring og produksjon

Utmarka har alltid vært en sentral del av norsk landbruk. Bare tre prosent av Norges areal er dyrkbar mark, mens 50 prosent er fjell. Det er betydelige grasressurser som kan høstes. I dag henter to millioner sau og lam samt noen tusen storfe og hest ut fôr fra utmarksbeite tilsvarende en milliard i fôrverdi. Potensialet anslås til det tredobbelte. I Nord-Norge dominerer tamrein som beitedyr. Utnyttelsen av beiteressurser i utmark var betydelig høyere tidligere, og det foreligger målsettinger om økt bruk i framtiden. Historisk toppet bruken av utmarka seg rundt 1880, mens bruken så sank på grunn av utvandring til USA og ikke minst industrialiseringen av landbruket på 1920-tallet, som medførte bruk av kunstgjødning. Kunstgjødning tillot kraftig økt produksjon på innmark, og behovet for slått i utmark forsvant. I tillegg førte avl på større og mer fôrkrevede storfe til at utmarka ble mindre utnyttet, mens bruken av kraftfôr økte. Vi ser i dag et landskap i betydelig endring som en følge av redusert bruk av utmarka. Samtidig som den totale bruken går ned, ser vi økende intensivering i andre områder. Vi ser derfor et landskap med miljøutfordringer både gjennom intensivt bruk muliggjort gjennom gjødning og av mindre ekstensiv bruk. Samtidig har nedgangen i bruken av, og endrede verdier og holdninger, ført til at store rovdyr har rekolonisert landskapet. Dette skaper utfordringer både for tamreinhold, sauenæringa og jakt.

Redusert husdyrbeiting i skog - andre tar over

En viktig endring i landskapet de siste tiårene er økningen av antall hjortevilt i skogen (*Faktaark 13-13 Elgen i nord har det best*). Økningen skyldes en kombinasjon av omlegginger i landbruk, fravær av store rovdyr og omlegging til selektiv avskyting på 1970-tallet. Økningen i bestandene har ført til en kraftig økning i jaktuttaket av elg, rådyr og hjort. Endringer i hogst med innføring av flatehogst og industrialisert, storskala hogst (særlig på Østlandet) og nedgang i slått (særlig på Vestlandet) har ført til økt tilfang av beiteplanter for hjortevilt. Innføringen av selektiv jakt med fokus på å spare produksjonsdyra er en sterkt medvirkende faktor bak oppgangen. Dette har ført til et skifte i samfunnet av store beitedyr, fra husdyr til dominans av hjortevilt. Det er enighet om at forvaltningen av hjortevilt bør over fra en ren bestandsbasert modell til en mer økosystembasert modell, men effekter på økosystemene har vært lite studert. En sammenstilling av resultater fra forsøk der man gjerder ute hjortedyr over store deler av Sør-Norge, avdekker både generelle effekter av beiting som redusert høyde på plantedekket (*Sustherb-prosjektet*), og mer spesifikke effekter på enkelte plantearter som avhenger av lokale forhold. Beiting har stor effekt på høydeveksten og rekrutteringen av rogn. Analyser av skogtakseringer på større skala viser at høyt beitestrykk kan være av betydning for tilvekst, rekruttering og utbredelsen av enkelte viktige beiteplantearter. I deler av landet med høye hjorteviltbestander er det en nedgang i rekrutteringen av blant annet osp – en attraktiv beiteplante for elgen. Ospa er igjen kjent som en viktig art for et mangfold av sopp og insekter.

Norge som sauebeiteland

Mens tallet på sau i kystområder og skogområder har gått ned, har bruken av høyfjellet til beite økt over tid. Norge som sauebeiteland er inndelt i ca. 950 beite- og sankelag.

FAKTA

>> Det er redusert husdyrbeiting i utmark og vi ser at samfunnet av store beitedyr blir mer dominert av hjortevilt.

>> Bruk av utmarksbeite møter utfordringer med rekoloniseringen av store rovdyr.

>> Det er utfordrende å måle effekten av tiltak mot landbruksforurensning.

>> Det kreves integrert plantevern og bruk av ikke-kjemiske tiltak mot ugras, soppsjukdommer og skadedyr i jordbruket.

>> Ulike typer landbruksforurensning må håndteres samlet med koordinerte tiltak og virkemidler.

>> Skjøtsel er viktig for å opprettholde artsmangfoldet, produksjonsevnen og naturgodene i landbrukets kulturlandskap.

>> Invaderende arter er en trussel mot biodiversitet og landbruksproduksjon.

>> Det er viktig med rett verdsetting av økosystemtjenester og naturgoder.

Det har manglet metoder å fastsette et «øvre sauetall», altså hvor mange sau det maksimalt er lov til å ha i et gitt beitelag. Dette er delvis fordi man har manglet kunnskap til å sette konkrete mål for beitingen. Overordnede mål har vært å ha et «bærekraftig beitehold», et «passende beitestrykk» og det må «ikke overstige tålegrensene». Eksperimentelle studier av økologiske effekter av sauebeiting (*Ecological effects of sheeps grazing in alpine habitats. Faktaark 06-13 Sauer holder tregrensa ved like*) har pågått i over ti år. Både slike studier og mer storskala satelittmålinger har frambrakt kunnskap som nå muliggjør en mer aktiv forvaltning av beiting i fjellet. Prosjektene har økt kunnskapen om hva bærekraft betyr i praksis, hvordan det kan måles og hvordan det kan implementeres i samfunnet. Resultatet er blitt en metode for beiteevaluering som kan brukes av forvaltningen i et gitt beiteområde. Beiteberegninger med denne metoden danner nå basis for øvre sauetall i Setesdal Vesthei, og tilsvarende kartlegging er gjort på Hardangervidda.

Rammeverket for beregning av maksimalt antall beitedyr bygger i stor grad på tilgang på beiteressurser ut fra et saueæringspunkt uten hensyn til eventuelle effekter på biologisk mangfold. Etter hvert som man nå har fått stadig økte kunnskaper om hvilke beitestrykk som gir ulike økologiske effekter, er det også mulig å få et videre perspektiv der biologisk mangfold tas eksplisitt hensyn til.



Vårrastede gjess skaper utfordringer for landbruket, her et eksempel fra Vesterålen der gårdbruker prøver å holde gjessene unna. Foto: Ingunn M. Tombre, NINA.

Det handler om verdier – både økonomiske og andre. Et prosjekt har derfor sett på de konfliktene sauebeitingen forårsaker mellom ulike interessegrupper i fjellet. Ulike interessegrupper var imidlertid uventet samstemte i ønsket om å opprettholde moderat beiting av sau i fjellet (*Managing ecosystem services in low alpine cultural landscapes through livestock grazing*).

Bedre forvaltning av tamrein

I Finnmark er problemstillingene knyttet til tamrein, overbeiting og rovdyr et hett tema. I en serie prosjekter har man frembragt betydelig kunnskap om dette økosystemet. Økologien er bestemt av et samspill mellom forvaltning og naturlige prosesser, og antallet reinsdyr er essensielt. Reintallet påvirkes av forvaltningen, men de økologiske forholdene påvirker avkastning både på kort og lengre sikt gjennom endringer i beitegrunnlaget og rovdyrsamfunnene. Høyt reintall fører til to viktige endringer i det trofiske systemet (*Faktaark 11-14 Høye reintall forandrer Finnmark*). Hard beiting på vierkratt reduserer disse og påvirker beiteplanter, biomangfold og dermed andre små beitedyr og rovdyr spesialisert på dem. Mye rein fører også til et overskudd av kadavre, noe som gir flere åtselere og rovdyr med en bred diett, som rødrev. Mer stabile bestander av rødrev, som en følge av jevn tilgang på kadavre, fører til økt sjanse for å konkurrere ut fjellrev. Kadavrene tiltrekker seg også mange kråkefugler, som ikke bare spiser kadavre, men også sårbare bakkehekkende fugl. Den økte mengden rovdyr får også betydning for reinforvaltningen, fordi flere tamreinkalver blir

drept. Prosjektene har avdekket forhold som kan endres gjennom aktiv forvaltning (*Faktaark 10-15 Mange meninger kompliserer reinforvaltningen*).

Rovdyr - utfordringer for beitebruken

Beitebruken møter også utfordringer med rekolonisering av store rovdyr. De store rovdyrene er også konkurrenter til storviltjegere (*Faktaark 11-13 Konkurrerer om dyrene i skogen*) og betyr dermed tapte inntekter for grunneiere. Dette er et av de mest betente temaene i forvaltningen av norsk utmark. En serie prosjekter har økt den økologiske kunnskapen og den samfunnsmessige forståelsen av rovdyrkonfliktene. Rovdyrene påvirker sine byttedyr på ulikt vis. Gaupa har uforholdsmessig stor effekt på rådyrbestanden, siden gaupa er lite selektiv og tar en stor andel voksne, reproduserende rådyrgeiter. Gaupa foretrekker å ta rådyr så lenge dette er tilgjengelig, og slår kun over på sau og tamrein i områder hvor tilgangen på rådyr er lav. Ulven har, til tross for hva man kan få inntrykk av i media, en relativt liten effekt på elgbestanden siden den i stor grad tar ikke-reproducerende individer som kalver og ettåringer. Ulven kan imidlertid gjøre betydelige innhogg i en saueflokk selv på veldig kort tid, og tradisjonelt sauehold i områder med ulv er ikke mulig uten avbøtende tiltak.

De store rovdyrenes omfattende arealbruk viser også med tydelighet at Norge påvirkes av forvaltningsavgjørelser i naboland. Vi deler bestandene av store rovdyr særlig med Sverige. Ny forskning (*Bischof, R., Brøseth, H. and Gimenez, O., 2015. Wildlife in a politically divided world: insularism inflates*



Alternativ sprøyting i korn. Foto: Terje Wold



Invaderende sandlupin i kulturlandskapet (Jærstrendene verneområde). Foto: Hans M Hanslin, NIBIO



Ekstensiv skjøtsel gir naturgoder som biologisk mangfold, kulturarv, rekreasjon og turisme (Ansok i Stranda kommune). Foto: Sølvi Wehn, NIBIO

estimates of brown bear abundance. Conservation Letters (DOI: 10.1111/conl.12183) viser at bjørnebestanden med tilhold i Norge er blitt kraftig overestimert som en følge av bruken av DNA fra møkk. Mange individer kommer sporadisk innom og etterlater seg møkk, mens de har sitt primære leveområde på andre siden av riksgrensen. Norske politikere og forvaltere sitter dermed ikke alene med muligheten til å påvirke framtidens bestander, skader og konflikter.

En del av rovdryrforskningen ser også på folks holdninger til de store rovdirene. Forvaltning handler om mennesker, og forskning på holdninger og verdier blir dermed sentralt. Resultater fra disse studiene har tydet på at rovviltkonfliktene stikker langt dypere enn bare «for» og «imot» rovdryr. Konfliktene dreier seg om identitet og om klassiske «by-mot-land»-forhold (*Skogen, K., Krange, O. og Figari, H. 2013. Ulvekonflikter – en sosiologisk studie. Akademika, Oslo*).

Trekkende gjess – konkurranse om beitearealer

Et annet beitedyr som skaper utfordringer, er trekkende bestander av gjess. Det oppstår konflikter når arktiske gjess om våren raster på landbruksarealer (*Faktaark 8-15 Gjess spiser bondens gress*) på vei til hekkeplassene på Svalbard. Gjessene beiter på nyspirt eng og nysådd kornåker, og beiting på innmark reduserer avlingen og forkorter omløpstiden, altså tiden det går mellom fornying og gjødsling av arealene. Gjennomgående i denne konflikten har vært behovet for en dokumentasjon av hvilken skade gjessene faktisk gjør for gårdbrukerne i slike berørte områder i Nord-Trøndelag og Vesterålen. Da forskere så nærmere på dette, så de at mye gås over lengre tid reduserte avlingen ved første slått i begge områdene. Avlingen ved andre slått var lite påvirket i Nord-Trøndelag, men viste reduksjon i Vesterålen. Tilskuddsordninger for landbruket har vært vellykket som konfliktdependente tiltak, og en modell som predikerer gåseforekomster har vært brukt som grunnlag for fordeling av midler. Videre prosjekter vil evaluere nye forvaltningstiltak og på sikt bidra til en bedre forvaltning på dette området.

Miljøutfordringene ved en intensivert landbruksproduksjon

Landbruksrelatert forurensning er blitt løftet fram på 2000-tallet gjennom innføringen av nye EU-direktiver som Vanndirektivet og Pesticiddirektivet. Disse er blitt implementert

i det norske lovverket, for eksempel i Vannforskriften og Plantevernmidelforskriften. Eutrofieringsproblematikken er stadig aktuell. Denne handler om problemene som oppstår når planteneringsstoffer fra jordbruksarealer tilføres vann og vassdrag. Det stilles også stadig strengere krav til bruk av plantevernmidler og behovet for økt bruk av ikke-kjemiske plantevernmidler. For å håndtere forurensningsutfordringene i jordbruket, trengs det samordnede virkemidler og tiltak. Et viktig tiltak for å redusere erosjon og fosforavrenning fra jordbruksarealer er å unngå jordarbeiding om høsten. Dette vil imidlertid ofte føre til mer ugras, samt sopp- og sykdommer og risiko for mykotoksiner i korn, noe som igjen kan gi økt bruk av kjemiske plantevernmidler. Miljøutfordringene i landbruket må ses i et helhetlig perspektiv, der man både tar hensyn til slike sammenhenger og også til bondens produksjon og økonomi. Bondens atferd og driftsform vil påvirkes av kunnskap, veiledning og tilskuddsordninger/forvaltningsmessige virkemidler. Tiltak og tilskudd må derfor gjøre det fordelaktig å legge om driften i ønsket retning.

Landbruksforurensning - eutrofiering og tilførsel av toksiske stoffer til vann

Oppblomstring av alger og cyanobakterier (*Faktaark 15-13 Cyanobakterier truer vannsikkerheten*) i innsjøer på grunn av store tilførsler av næringsstoffer (fosfor og nitrogen) fra nedbørsfeltet er en stor miljøutfordring. Fosfor vaskes ut av jorda når det regner, og bidrar i stor grad til algeoppblomstringer. Avbøtende tiltak gjennom 20 år i Morsa-vassdraget har gitt noe nedgang i fosfornivået i sjøene etter år 2000, samt en nedgang i fosfor i hovedtilførselselva. Noe av effekten fra tiltakene skjules imidlertid av regionale endringer i miljøet. Redusert sur nedbør, økt mengde og intensitet på nedbør og økt vintertemperatur har ført til økt bakgrunnstilførsel av fosfor og mindre utfelling av fosfat (*EUTROPIA-prosjektet. Faktaark 10-14 Forstår helheten i fosforproblemene stadig bedre*).

Økt miljøkunnskap blant aktørene på alle plan er avgjørende for å få til optimale tiltak. Dette er imidlertid et felt med mye usikkerhet. Modellene som skal beregne effekter av tiltak er i dag svært usikre, noe som gjør det vanskelig å påvise effektene. Videre er det stor usikkerhet i overvåkingsdataene av vannkvaliteten, på grunn av store og raske fluktuasjoner i næringsstoffenes konsentrasjonsnivå i elver og bekker.

Dette er spesielt alvorlig på grunn av Vanndirektivets lave krav til prøvetakingsfrekvens. Det finnes muligheter i bruk av sensorer for kontinuerlig overvåking, men denne teknologien bør testes ut bedre under norske forhold.

Landbruksproduksjon representerer også en kilde til forurensning av potensielt toksiske stoffer fra bruk av husdyrgjødsel, kloakkslam og biorest fra biogassanlegg (for eksempel veterinærlegemidler og farmasøytika), samt bruk av kjemiske plantevernmidler. Naturlig forekommende sopp- og bakterietoksiner (for eksempel *mykotoksiner* i korn) er også en del av forurensningsbildet. Videre viser forskning at også skogsområder bidrar til å forurense overflatevann med metylkvikksølv, som er svært giftig og akkumulerer i næringskjeden (*Faktaark 3-15 Ferskvannsfisk inneholder mer kvikksølv*). Dette skjer av flere årsaker. En er at kvikksølv blir lufttransportert og avsettes i skogsområder, hvor det omdannes til metylkvikksølv i myrområder. En annen årsak er at metylkvikksølv oppkonsentreres gjennom krone-drypp, altså drypp fra trekronene. Forstyrrelse av jordsmonnet ved hogst kan også føre til økt avrenning av metylkvikksølv. Totalomfanget av miljøutfordringene skissert her og effekter på jord- og vannmiljø er lite utforsket da eksisterende forskning i stor grad fokuserer på enkeltelementene hver for seg.

Integrert plantevern og redusert bruk av kjemiske plantevernmidler

God plantevernpraksis hvor man bekjemper ugras, sopp- og sykdommer og skadedyr med rett tiltak til rett tid, er en forutsetning for en levedyktig landbruksproduksjon. Nytt plantevernmiddelegelverk i EU (2009) og ny plantevernmiddelegelverk i Norge (2015) stiller krav om integrert plantevern med økt bruk av ikke-kjemiske tiltak. Det pågår omfattende forskningsarbeid innen denne tematikken (*SMARTCROP-prosjektet*), og flere prosjekter i Miljø 2015s portefølje viser mulighetene som ligger i en mer behovs- og stedstilpasset plantevernpraksis (*STRAPP-prosjektet*). Det er mulig å: (i) gjøre mer bruk av tiltak som kan øke kulturplantens konkurransevne (for eksempel kryssåing og økt såmengde av korn), (ii) utføre mekanisk ugrasbekjemping i perioder med mindre risiko for erosjon (for eksempel vårpløying i stedet for høstpløying), (iii) utnytte sykdomsresistent plantemateriale (for eksempel velge potetsort ut fra resistenstabeller for potettørråte), (iv) bruke rådgivningstjenesten «Varsling innen planteskadegjørere» (VIPS), en nett/mobilapplikasjon der bonden kan registrere skadeangrep og få hjelp til å tilpasse sprøytingen, (v) bruke reduserte doser av kjemiske plantevernmidler (for eksempel glyfosatdose tilpasset dominerende ugras), (vi) kun sprøyte på de deler av arealet hvor plantevern er påkrevd (for eksempel flekksprøyting og presisjonssprøyting), og (vii) ta mer hensyn til miljørisiko ved bruk av kjemiske plantevernmidler (for eksempel bruke risikokart for transport fra jord til vann og effekt i vann, basert på stedsspesifikk informasjon om jordtype, helling, klima og middelets egenskaper).

Genmodifiserte planter (GMO) som tåler bruk av kjemiske plantevernmidler under vekstsesongen er et høyaktuelt internasjonalt diskusjonstema. Glyfosattolerante sorter av mais og soya dominerer det globale førmarkedet, og medfølgende høy bruk av glyfosat (*Roundup*) kan føre til akkumulering av sprøytemiddel i sluttproduktet. Bruk av

GMO er ikke tillatt i norsk landbruk, men glyfosat er det mest brukte ugrasmidlet. Det er stor kontrovers knyttet til miljørisikoen ved bruk av glyfosat, og nyere forskning indikerer høyere giftighet (*Faktaark 08-13 Sprøytemiddel kan være giftigere enn antatt*) enn det som ligger til grunn for godkjenningen av midlet. Godkjenningen av glyfosat er for tiden (høsten 2015) oppe til ny vurdering i EU.

Økosystemtjenester

Økosystemtjenester og verdier fra naturen omhandler langt mer enn økonomisk verdsetting av natur. Man deler økosystemtjenester inn i forsyvende (som jordbruksprodukter, uttak av vilt og bær, råmaterialer), støttende (som næringsomsetning, primærproduksjon), regulerende (som klimaregulering, jord/vegetasjon som rensefilter) og kulturelle (som friluftsliv, rekreasjon). Landbruksproduksjon er nært knyttet opp til begrepet økosystemtjenester. Forståelse av egenskapene til det økologiske systemet (inkludert arts-sammensetning og funksjon) er nødvendig for å kunne forvalte landbruksøkosystemer slik at man ivaretar alle typer økosystemtjenester.

Skjøtsel, biodiversitet og naturgoder fra landbruket

Stort arts mangfold (biodiversitet) er viktig for å opprettholde mange av kulturlandskapets økosystemtjenester, deriblant dagens og ikke minst fremtidig landbruksproduksjon. Det store mangfoldet av planter krever ofte beiting eller slått for å hindre gjengroing av busker og trær, særlig bjørk. Skjøtsel er derfor en forutsetning for å ivareta diversiteten i slåttemarkene, og forskning viser viktigheten av gode virkemidler med støtteordninger og overføring av kunnskap til yngre generasjoner for å opprettholde slåtteeengene (*ENKALL-prosjektet*). Rett utformet lovverk og virkemidler er viktig for å ivareta ressursgrunnlaget for det norske landbruket og utmarksnæringa. Norsk lovverk er tett knyttet opp mot europeiske direktiver og forordninger. Dette gjør det utfordrende å ivareta de lokale artene og sikre diversiteten i kulturvektene (Norwegian seed policy) i norsk landbruk. Også mange verneverdier er avhengig av fortsatt bruk. Gjengroing av kulturlandskapet er en utfordring, og det arbeides for en mer kunnskapsbasert og målrettet forvaltning av både kultur- og naturminner i fjellnære verneområder (*Faktaark 05-14 Fjellfolk til alle tider*).

Et mangfold av mikroorganismer er viktig for å opprettholde økosystemtjenester og landbrukets produksjonsevne. Blant annet er sopp og bakterier viktige for næringsomsetning og jordas produksjonsevne. Gjennom Miljø 2015 har forskerne gjort dydykk i det komplekse samspillet mellom organismer på ulike nivå i skogsområder. Mosens dominans som vegetasjon i nordlige skoger henger tett sammen med forekomst av sopp som lever inne i bladene til våre mest vanlige skogsmoser (*Faktaark 07-15 Det yrer av liv i mosen*). Flatehogst og nitrogenforurensning synes å ha en negativ, men svak og reversibel effekt på mangfoldet i soppsamfunnet i mosene. Undersøkelser av sopper som lever på døde trær viser at de spesialiserte artene (ofte rødlistede), i motsetning til generalistene, er fraværende i skoglandskap av lav kvalitet og forekommer oftere i større skogsområder enn i små. Diversiteten er funnet å øke med økende breddegrad.

I skoglandskap nord og vest i Skandinavia er diversiteten lite påvirket av størrelsen på skogsområdene. I sørlige og østlige områder med lite gammel skog er biodiversiteten lavere i små skogsområder enn i store. Skogsjord lagrer enorme mengder karbon og nyere forskning viser at mykorrhizasopp spiller en viktig rolle i denne prosessen. Denne soppens påvirkning negativt av flatehogst. Å la skog stå og bli gammel, kan dermed være klimasmart på lang sikt. Men her er det også flere ting å ta hensyn til. Som regel øker råteomfanget med alderen på skogen, spesielt i granskog infisert av rotsjuke. I råtningsprosessen slippes det ut CO₂. Det er imidlertid uklart hvor mye råte betyr for netto opptak/utslipp av klimagasser i skogen.

Det er viktige koblinger mellom naturlige økosystemer og innmarksarealene. Disse er nødvendige for leveranse av økosystemtjenester, men betydningen av koblingene har det så langt vært lite forskning på. Et eksempel er pollinering, en såkalt støttende økosystemtjeneste. Det er global bekymring for nedgangen i både antall og diversitet av ville pollinatorer. Internasjonalt ser man også en nedgang i antall honningbier. Hvordan dette vil påvirke landbruksproduksjonen, spesielt frukt- og bærproduksjon, på innmark i Norge er lite studert. Pågående prosjekter studerer samspillet mellom pollinatorer og fruktproduksjon for å forstå hvordan klimaendringer vil kunne påvirke dette (*Pollination; an ecosystem service affected by climate change*). Miljø 2015s portefølje omfatter også forskning på agro-økosystemer i tropiske strøk der man har studert trærnes økologiske funksjoner for økosystemtjenester som jordsmonndannelse, næringsinnhold, temperaturregulering og karbonbinding. Forskerne har sett at trærne påvirker disse økosystemtjenestene positivt, men de har også identifisert enkelte treslag som gir redusert produksjon på grasmark.

Trusler mot landbruksproduksjon og arts mangfold

I global skala er spredningen av fremmede arter (*Artsdata-banken – Fremmede arter 2012*) betraktet som en av de største truslene mot naturmangfoldet. Det er også en økende oppmerksomhet om effektene av fremmede arter i det norske samfunnet. Slike arter forårsaker betydelige skader på stedegne arter og naturtyper, og de kan utgjøre en økologisk risiko. Spredning og etablering av fremmede arter medfører også betydelige negative økonomiske konsekvenser rundt om i verden, blant annet ved effekter på plantehelse/kulturplantenes helse, noe som kan påvirke avlinger og dermed økonomi.

Siden en del fremmede arter sprer seg meget raskt, er det svært utfordrende og kostbart å utrydde dem når de først har etablert seg. Tidlig oppdagelse av nye arter og en rask og kraftig respons er derfor det klart mest kostnadseffektive tiltaket mot fremmede invaderende arter. Det er viktig å ha på plass et «early warning»-system for å unngå eller minimere de økonomiske og økologiske skadeeffektene. Som et eksempel på skader forårsaket av invaderende arter, kan askeskuddsjuke nevnes. Denne plantesykdommen utgjør en stor trussel for vanlig ask og økosystemdynamikk på askdominerte biotoper i Europa. Sykdommen er forårsaket av soppens askeskuddbege, som trolig stammer fra Asia og sprer

seg svært raskt over lange distanser på grunn av sporespredning i luften (*Faktaark 14-15 Evolusjon kan redde ask fra å dø ut*). Det er gjort studier av hvordan planteartene lupin og gyvel invaderer sårbare økosystemer. Disse tilhører en gruppe planter som kan utnytte nitrogen direkte fra luft gjennom en symbiose med nitrogenfikserende bakterier i jorda. De klarer seg dermed i et mer karrig jordsmonn enn arter som trenger nitrogen i form av nitrat- eller ammoniumioner fra jorda. Studiene viser at spredningen av lupin og gyvel avhenger av både jordbiota, jordkjemi og konkurranse med annen vegetasjon.

Offentlige kontra private hensyn - økosystemtjenester i et større perspektiv

Begrepet økosystemtjenester og verdsetting av miljø og miljøopplevelser kan være en nyttig tilnærming for å balansere offentlige og private hensyn i arealplanlegging. Bynære skoger er viktige for å dekke allmenhetens behov for arealer for friluftsliv og rekreasjon. Det er gjort et veldig konkret arbeid for å forbedre planleggingen av bostedsnære skoger ved å undersøke folks preferanser for bruk av skog/natur til friluftsliv (*Faktaark 05-13 Skoger til folket*), slik at man blir bedre i stand til å balansere offentlige og private goder på arealene i en planprosess. Andre prosjekter har et bredere fokus og inkluderer en rekke ulike typer økosystemtjenester, med eksempel fra Lofoten og det rike spekter av ulike kulturelle og naturgitte verdier. Hva er avveiningene mellom disse? Hvordan vil framtidig oljeutvinning påvirke?

Oppsummering

Forskningsresultatene fra prosjektporteføljen i Miljø 2015-programmet har gitt omfattende dokumentasjon og ny viten om de viktige miljøutfordringene i landbruket. Utfordringene spenner bredt. Det handler om redusert beitebruk i utmark og medfølgende landskapsendringer, intensivert jordbruksproduksjon på innmark og økt forurensning, viktigheten av en klimasmart forvaltning av skogområdene, behovet for raske tiltak mot spredning av fremmede arter for å ivareta naturmangfoldet, samt behovet for en riktig verdsetting av naturgoder. Alt dette ses i konteksten av økosystemtjenester og avveininger mellom miljø- og produksjonshensyn. I en verden med stadig større press på arealressursene og økende miljøutfordringer, blir bærekraftig arealbruk og landbruksproduksjon med minst mulig konsekvenser for miljøet stadig viktigere.

Vi har fremdeles mangelfull kunnskap om koblinger mellom ulike økosystemer, og det er fortsatt en vei å gå for å håndtere landbrukets miljøutfordringer i sammenheng, både ut fra et miljømessig og et sosioøkonomisk perspektiv. Et stadig viktigere forskningstema blir hvordan få til god forvaltning på tvers av landegrensene, med de utfordringer vi står overfor for å bevare norsk naturmangfold i en stadig mer globalisert verden.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Ari Mikko Hietala, Vench Talgø, Kirsten Semb Tørresen, Marianne Stenrød, Vegard Gundersen, Sølvi Wehn, Halvor Solheim, Hans Martin Hanslin og Per G. Stålnacke, Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
Mikael Ohlson, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) Rolf David Vogt, Atle Mysterud, Karl-Henrik Larsson og Anders Nielsen, Universitetet i Oslo (UiO) Rolf Anker Ims, UiT – Norges arktiske universitet
Heleen de Wit, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
John D.C. Linnell, Erling Johan Solberg, Bjørn P. Kaltenborn, Ingunn M. Tombre og Graciela M. Rusch, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Gunnar Austrheim, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
Thomas Bøhn, Genøk – Senter for biosikkerhet
Leif Christian Jensen, Fridtjof Nansens Institutt (FNI)

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)
(tidligere Bioforsk, Skog og landskap, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning)
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
Universitetet i Oslo (UiO), Institutt for biovitenskap og Kjemisk institutt UiT – Norges arktiske universitet,
Institutt for arktisk og marin biologi
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
– Vitenskapsmuseet
Genøk – Senter for biosikkerhet
Fridtjof Nansens Institutt (FNI)



Jordhumle som bestøver bringebær. Foto: Anders Nielsen, UiO.

Tema

Forvaltning og virkemidler

Bærekraftig utvikling har i løpet av de siste tretti årene fått status som et overordnet mål, politisk og til dels rettslig, globalt og nasjonalt. Selve kjernen i bærekraftig utvikling er integrasjonsprinsippet, som innebærer at miljøhensyn skal integreres på alle nivåer og områder. En slik helhetlig tilnærming skal motvirke en situasjon der sektorspesifikke mål gis forrang foran overordnede mål. Samtidig reiser dette utfordringer for forvaltningen som skal avstemme og iverksette mål som noen ganger virker mot hverandre.



Bakgrunn

Miljøforvaltningens oppgaver er mangfoldige. En liste over Miljødirektoratets oppgaver viser til ansvaret for et stabilt klima og styrket tilpasningsevne, mangfoldige skoger, storslåtte fjellandskap, frodige våtmarker, giftfritt miljø, aktivt friluftsliv, verdifulle kulturlandskap, hav og kyst, livskraftige elver og innsjøer, avfall og gjenvinning, ren luft og mindre støy. Forvaltningen skal gripe bredt og overvåke og regulere både natur og kultur.

Miljøforvaltningen har utviklet seg mye siden miljø ble et hett politisk tema på 1970-tallet. Selv om Loven om Naturfredning ble vedtatt så tidlig som i 1910 og Røyskaderådet ble etablert i 1956, var det først med opprettelsen av Miljøverndepartementet (MD) i 1972 og Statens forurensingstilsyn (SFT) i 1974 at det forvaltningsapparatet vi kjenner i dag var etablert.

Mens 1970-tallet handlet om institusjonsbygging og miljøpolitisk ekspansjon, ble de to kommande tiårene preget av andre viktige hendinger. Eksplosjonen i kjernekraftverket i Tsjernobyl i 1986, lanseringen av Verdenskommisjonens rapport Our Common Future og miljøkonferansen Earth Summit i Rio 1992 fikk stor betydning for miljøsakene. Miljøproblemer var ikke lenger bare lokale eller nasjonale, men ga også globale utfordringer.

Globaliseringen fant sted samtidig med en utvidelse av ansvarsområdet for miljøforvaltningen. Miljøutfordringene ble ikke lenger kun en oppgave for Miljøverndepartementet, men et ansvar for alle departementer. Denne organisatoriske reformuleringen skapte større gjennomslag for miljøpolitikken, men samtidig et økende behov for koordinering og samordning av statsapparatet. Den spenningen som lansering av prinsippet om føre-var og prinsippet om kostnadseffektivitet medførte, finner vi også i dag (*Manufacturing legitimacy of environmental policy (183391)*; *Faktaark 9-14 Politikernes miljøargumenter gjennom tidene*).

Forvaltningens anvendelse av kunnskap

Forvaltningens bruk av kunnskap er mangesidig og varierer – og skjærer på tvers av fagtradisjoner og politikkområder, sektorer og nivåer. Et enkelt, men grunnleggende skille går mellom kunnskap brukt som data, som argumenter – eller mer løselig som nye ideer (*Carol Weiss' distinksjon som er såpass grunnleggende at det ikke nødvendigvis er direkte knyttet til et «prosjektfunn» Blurred Borders: Urbanization, Knowledge-Policy and Cross-Disciplinary Interaction for Sustainable Cities (UrbaKnow – 230623)*). Den direkte, rent instrumentelle bruken der kunnskap brukes som rene fakta, viser seg å være nokså sjelden. Likevel er nok myten om at the-facts-speak-for-themselves ganske utbredt. Utviklingen av solide og sammensatte miljøindikatorsett skaper forventninger om miljøpolitisk handling. Når indikatorlampene lyser, forventes det at noe blir gjort – i hvert fall sikres ny oppmerksomhet

FAKTA

» Miljøforvaltningen får kunnskapsgrunnlaget fra forskningen, men baserer tiltak også på politiske retningslinjer og andre krysshensyn.

» Ansvarlige norske myndigheter bør samordnes mer effektivt for å kunne implementere internasjonale miljøforpliktelser.

» Landeiere vil gjerne utnytte de ressurser som jorda og skogen tilbyr. Dette kan stå i motsetning til allmennhetens behov for opplevelser, utfordringer og rekreasjon. Forskningen bidrar til forslag på løsninger på motsetninger mellom vern og bruk.

» I utviklingen av bærekraftige byer er tverrfaglighet ekstra viktig. Her trengs det en forståelse både av byen som et fysisk sted og byen som et samfunn.

» Miljøforvaltningen har et bredt sett av virkemidler for å overvåke, styre og regulere. Forskningen kan bidra med å finne hensiktsmessige virkemidler til ulike formål.

» Virkemidlene samspiller med tradisjoner, normer og adferd. Tiltak må rettfærdiggjøres og kommuniseres hvis de skal oppnå tilslutning.

ved at «problemer blir satt under debatt». Kunnskap brukes også hyppig som argumenter i forhandlings- eller konflikt-situasjoner. Offentlige myndigheter står gjerne i en mellomposisjon og har den vanskelige oppgaven med å balansere ofte motstridende verdier og interesser (*Conditions for sustainable management of urban recreational landscapes. May governance and accessibility be valuable tools? (GOVREC-189969. Faktaark 12-13 Kjærligheten som overgår alle planer)*). Ikke sjelden vil vi da se at grensene mellom det som blir sett på som faglig kunnskap og det som betraktes som politisk ideologi, virke nokså utvisket. I noen tilfeller kan det være grunnlag for konsensus og handling (*Bruno Latour (Politics of Nature 2004)* bruker begrepet faktisk for å beskrive hvordan vitenskap og politikk flyter sammen og lager mulige og gode løsninger. (*Voices of Nature - Representing nature in environmental policy negotiations (Voices – 183549)*). *Faktaark 8-14 Miljøeksperthenes innflytelse fra 1970-årene til i dag*). Føre-var-prinsippet kan på noen måter illustrere dette poenget. Vitenskapelig kunnskap er som politikk, laget, og kunnskap og politikk kan noen ganger med fordel konstrueres samtidig og sammen.



En siste variant er at kunnskap brukes enda mer indirekte – når nye perspektiver og begreper gradvis kryper inn over etablerte forvaltningstradisjoner, for til slutt å endre selve den politiske dagsordenen og måten å se og løse problemer på. Da snakker vi om et paradigmeskifte eller en kommunikativ eller diskursiv dreining i miljøpolitikken – som bærekraftdiskursen ble, da den ble lansert for snart 30 år siden. Det gjelder også når ulike begreper må nyanseres og presiseres for å komme til anvendelse.

Begreper som «tilgjengelighet til naturområder» må for eksempel forvaltes og håndteres på ulike måter, ut fra om det er fysisk, juridisk, sosiokulturell eller snarere en sosialpsykologisk tilgjengelighet det er snakk om (*Conditions for sustainable management of urban recreational landscapes. May governance and accessibility be valuable tools? (GOVREC - 189969). Faktaark 12-13 Kjærligheten som overgår alle planer*). Den desentraliseringen av naturressursforvaltningen som har skjedd de siste par tiårene, kan med fordel tolkes innenfor en slik endring i styrings- eller kunnskapsregime. Sammenlignet med nasjonalparkene virker likevel ikke de nyere regionalparkene godt nok forankret ennå, verken i lovverk eller forvaltning (*Designing knowledge-based management systems for environmental governance in Norway*).

Internasjonale avtaler og nasjonal samordning

Norge har ratifisert en rekke internasjonale avtaler som innebærer miljøforpliktelser. Dette kan være en effektiv måte å få

gjennomført miljøtiltak på. Koblingen mellom internasjonale forpliktelser og nasjonale handlingsplaner er imidlertid ikke problemfri. Hvis miljøforpliktelser skal implementeres effektivt, må ansvarlige myndigheter samordnes mer effektivt enn de er i dag. Et eksempel på det er innføringen av EUs vanddirektiv. Norge har iverksatt EUs vanddirektiv i form av en forskrift, mens mange land har fastsatt en egen lov for dette formålet. Den norske forskriften er derimot underordnet særlover som hjemler de nødvendige tiltakene for å forbedre eller opprettholde miljøstandarden i vann. Systemet som er satt opp etter vannforskriften er derfor blitt uvanlig stort og komplekst og ikke så virkningsfullt som det kunne ha vært som egen lov (*Water Pollution Abatement in a system of Multi-level Governance: A study of Norway's implementation of EUs Water Framework Directive (WAPABAT-196407). Faktaark 14-14 Sektorinteresser kan veie tyngre enn miljømål*).

Et annet eksempel hvor Norge har vært en pådriver i det internasjonale miljøsam arbeidet er Minamata-avtalen. Avtalen regulerer bruken av kvikksølv. Her fikk Norge nødvendig drahjelp av Obama-administrasjonen for å få avtalen gjennom. At man ble enige om en bindende avtale her viser betydningen av sterke aktører. Kvikksølvkonvensjonen ble også hjulpet av at det har foregått en viss læring i utviklingen av nye avtaleverk for miljø. Løfter om friske midler samt en egen overholdelseskomité var viktig for å få alle med på laget. Dette igjen viser betydningen av å ha praktisk nasjonal implementering som innbakt målsetting for forhandlingene om nye miljøforpliktelser



(*Toxics Diplomacy: Norway in International Cooperation on Hazardous Substances (196228)*).

Verdensarvstatus er også et eksempel på koblingen mellom internasjonale forpliktende miljøavtaler og nasjonal miljøpolitikk. Etableringen av slik status for Vega på 1990-tallet har skapt økt interesse for øyværene og bevaring og revitalisering av kulturarven knyttet til ærfugl- og duntradisjonen. Både de økonomiske og bruksmessige verdiene av de berørte eiendommer og bygninger har økt, men har også ført til at både beboere og besøkende opplever naturen i området på en ny måte. Gjenoppbygging av ærfuglbestanden og ivaretagelse av duntradisjonen i værene har vært både en drivkraft og en konsekvens av verdensarvstatusen (*World heritage and local knowledge - integrated modelling and scenario building for nature and cultural heritage management (VEGA 2045 - 194119). Faktaark 19-14 Forsker på Vegas framtid*).

Til tross for disse eksemplene som synliggjør forholdet mellom internasjonale, nasjonale og lokale interesser er det grunn til å stille spørsmål ved graden av internasjonal påvirkning. Norge har høy grad av lokal forvaltning og lav grad av internasjonalisering av verneområder, mens Sverige har høy grad av internasjonalisering og lav grad av lokal forvaltning. Graden av internasjonal rettslig forpliktelse har hatt stor betydning for de forskjellene vi ser mellom Norge og Sverige. Høy grad av rettslig forpliktelse innebærer høy grad av påvirkning. Det er ikke noen automatikk i hvordan

det internasjonale miljøarbeidet virker, men måten det implementeres på har stor betydning (*Managing protected areas in a time of internationalization (204420)*).

Naturvern og ressursforvaltning

Som vi så over, har Norge ratifisert en rekke internasjonale avtaler som innebærer en rad miljøforpliktelser, blant annet om å verne representative og truede naturområder og arter, noe som også er i tråd med nasjonale målsettinger. Etablering av verneområder er et virkemiddel for å møte miljøforpliktelsene. Hvordan fungerer verneområdene i praksis? Hva fremmer og hva hemmer implementering av disse og andre miljøpolitiske forpliktelser og målsettinger? Flere prosjekter har undersøkt dette og funnene er interessante, men mangesidige.

Over halvparten av skogsbesøkene i Norge skjer i bynære områder, men disse områdene representerer kun 2-3 prosent av skogarealet. Det viser seg også at folk i disse områdene ønsker seg ulike typer skog og turløyper. Noen vil ha krevende løyper og vekslende terreng, mens andre vil ha godt planerte veier og mindre bevokste områder. Svært mange misliker døde stokker og trær, mens dette på den andre siden er bra for arts mangfoldet i skogen (*Managing protected areas in a time of internationalization (204420); Testing and adapting recreational planning systems to urban woodlands (184126). Faktaark 05-13 Skoger til folket*).

Denne typen undersøkelser viser at behovene er mangesidige og at de i noen grad kan konkurrere med grunneiernes behov

for en økonomisk utnyttelse av skogene sine. Videre ser vi at naturestetikk og biologisk mangfold i noen tilfeller kommer i konflikt. Her har forhandlinger mellom lokalmyndighetene og skogeierne i mange tilfelle skapt gode løsninger som kompromiss mellom turopplevelser og ressursutnyttelse (*Managing protected areas in a time of internationalization. (204420)*).

Flere prosjekter som undersøker reguleringer av verneområder, finner at lokal forankring og legitimitet er viktig for at områdevern skal lykkes. Lignende funn er gjort i studiet av avtalene om «utvalgte kulturlandskaper i jordbruket» som går ut på at eieren skal gjennomføre visse tiltak, mot å få statlige tilskudd. Den offentlige finansieringen ser ut til å fungere tilfredsstillende, samtidig som det skaper lokal erkjennelse av at miljøkvaliteter er noe som burde bli tatt vare på (*Policy for harmonizing national park management and local business development (183182)*; *Faktaark 4-13 Kunsten å få innflytelse. Conservation Covenants in Norway (CoCoviN) (183385)*; *Faktaark 12-14 Statleg satsing med suksess*).

Samtidig peker andre funn i retning av at økonomiske hensyn lettere kan trumfe miljøforpliktelser på lokalt nivå. En studie av den norske lokalforvaltningsreformen peker på at reformen sannsynligvis vil redusere konfliktnivået knyttet til opprettelse av verneområder og medføre økt prioritering av brukerinteresser i verneområdene. Disse endringene innebærer samtidig en mulighet for at naturverdiene vil bli forringet. En detaljert analyse av lands forpliktelser til å etablere og forvalte verneområder under internasjonale avtaler, viser at det er store mangler i Norges gjennomføring av disse forpliktelsene (*Managing protected areas in a time of internationalization (204420)*).

Byer og byplanlegging

Vi vet etter hvert mye om betydningen av samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging for utviklingen av grønne og kompakte byer (*Where and how should we build our homes? - Residential location, activity participation and travel behavior (RESACTRA-230313)*). Det er et felt som i Norge er svært godt faglig forankret og med stor grad av felles forståelse. Allerede i 1993 ble det utviklet særskilte rikspolitiske retningslinjer. Vi vet mindre om hvordan byenes arealbruk påvirker folkehelse og muligheter for fysisk aktivitet.

Ulike fagtradisjoner strides i synet på om det primært er geografi og fysisk bystruktur eller sosiale valg og kjennetegn som virker inn for å redusere bilavhengighet i byene. Utviklingen av bærekraftige byer er derfor et særlig tverrfaglig anliggende der nettopp samspillet mellom byen som et (fysisk) sted (urbs) og som et (by)samfunn (*civitas*) er helt avgjørende. Byenes konsentrasjon av befolkning, bebyggelse, mangfold og intensitet gjør at det er her disse dimensjonene avveies for å finne en bærekraftig bystruktur. Fagtradisjonenes ulike fokus gjør at en større tverrfaglighet i forskningen og forvaltningen av bærekraftige byer vil forenkle kommunikasjonen mellom forskere og beslutnings-takere (*Blurred Borders: Urbanization, Knowledge-Policy and Cross-Disciplinary Interaction for Sustainable Cities (UrbaKnow-230623)*).

Også selve kunnskapsforvaltningen i norske byer og kommuner er i søkelyset. Hvordan lærer og tilegner for eksempel kommunalt ansatte seg sin miljøkunnskap? Hvordan deles kunnskapen og hvordan kommer den faktisk inn i planer og strategier? En tese er at mye av denne kunnskapen har sitt utspring i nasjonal politikk, noe som tematiseres gjennom det storstilte byutviklings-programmet «*Framtidens byer*» (2008-14) som er et parts-sammensatt samarbeid mellom fire departement og 13 byområder (*Bringing environmental knowledge into action: Environmental knowledge management in Norwegian local governments (BREV-230365)*).

Byforskningen har viet mye oppmerksomhet til segregering – den fysiske atskillelsen av ulike sosiale grupper i ulike nabolag med negative sosiale konsekvenser, så som dårlige muligheter på arbeidsmarkedet for eksempel blant minoriteter. En fersk studie tar for seg denne problemstillingen i en europeisk kontekst, men utfordrer måten å måle segregering på – med individet som grunnenhet og ikke lenger bare administrative kretser, i form av såkalte geodata. Dette gir helt nye måltall og muligheter for sammenligning mellom ulike byer (*Residential segregation in five European countries (ReSEgr-241357)*). En annen europeisk studie undersøker innovasjoner i styrings- og finansieringsordninger for areal- og eiendomsutvikling i byene. I denne studien jobbes det også for å teste strategier for å fremme offentlig-privat samarbeid for bytransformasjoner (*Urban Europe: Simulations for innovative mechanisms for the selforganizing City: testing new tools for value capturing (JIPI-URBAN- 241207)*).

Forvaltningens virkemidler

Forvaltningen har en rekke virkemidler for å fremme mer miljøvennlig atferd. Lovverket har tradisjonelt ligget i bunnen og antallet lover har økt og blitt spesialisert i forhold til de ulike oppgavene forvaltningen skal løse. Plan- og bygnings-loven, vedtatt i 1965 og med endringer i 1985 og 2009, er et eksempel på et vellykket virkemiddel. Loven er i dag et helt vesentlig styringsredskap for å gjennomføre miljøpolitiske prioriteringer. Økonomiske incentiver og avgifter er et annet mye brukt virkemiddel. Bilbruk og transport er i dag gjenstand for omfattende økonomiske reguleringer. Med Brundtland-kommisjonens prinsipp om kost-effektivitet ble økonomiske avgifter og incentiver viktigere. Som vi skal se er ikke penger alltid penger, økonomiske virkemidler må knyttes til normer og moral. Bruk av denne typen virkemidler gir, ikke overraskende, svært ulike utslag.

Et tredje virkemiddel for å skape et effektivt forvaltnings-apparat og robuste miljøpolitiske løsninger er ulike typer teknologier, det være seg sertifiseringer, lisenser, merker og standarder. Byråkratiets bruk av ulike kategoriserings- eller standardiseringsteknologier er imidlertid ikke noe nytt, men nå faller sammen med myndighetenes bruk av IKT og økende interesse for New Public Management fra 1990-tallet av.

Bruk av lover, økonomiske virkemidler eller innføringen av standarder knyttes oftere til forestillinger om brukermedvirkning og informasjon. Gjennom utallige tiltak på ulike nivå skal folk kultiveres til å handle miljøvennlig. Informasjon blir derfor

stadig oftere brukt i sammenheng med andre forvaltningstil-tak. Det har vist seg at for å være effektiv, må informasjon komme sammen med forslag til tiltak. Ulike kommunikasjonsmodeller og scenariomodeller er også effektive virkemiddel for å senke intensiteten i miljøkonflikter (*Tailoring the ecosystem services approach to landscape level management (TESL) (230327)* og *Testing and adapting recreational planning systems to urban woodlands (184126)*. *Faktaark 5-13 Skoger til folket*).

Lover og normer

For å oppnå en bærekraftig utvikling er det ikke tilstrekkelig å vedta miljøintegreringsregler. En bærekraftig utvikling fordrer at økonomi, sosiale forhold og miljø veies mot hverandre og at utviklingen skjer innenfor planetens tålegrenser. Vi må forstå hvor vi trenger endring, hvilke reguleringer som virker og ikke og om det er mangler i reguleringene. Videre må vi vurdere mulige konflikter mellom reguleringer, manglende håndheving, eller andre normer som virker mot de rettslige normers intensjon. Deretter trengs det handling basert på denne erkjennelsen. Flere av prosjektene innenfor Miljø 2015-programmet bidrar til å legge grunnlaget for en slik erkjennelse.

En slik tilnærming vil være sammensatt – den innebærer tverrvitenskapelig og transnasjonal analyse på ulike nivåer, om forholdet mellom internasjonale, europeiske, nasjonale og lokale normer, og mellom rettslige, sosiale og moralske normer. Det kreves samtidig en vurdering av hva som motiverer privatpersoner, markedsaktører og det offentlige til bærekraftig eller ikke-bærekraftig atferd. Samspillet mellom det offentlige og det private, mellom næringsliv og forbrukere i realøkonomien og mellom disse og finansaktørene er en del av dette analyse-bildet. En holistisk tilnærming innebærer dermed å gå inn i områder som tidligere har vært oversett i miljøsammenheng.

Mens eksterne virkemidler, påbud, forbud, avgifter og subsidier, har vært brukt for å forsøke å regulere næringslivets miljøinnvirkning, har selve den rettslige infrastrukturen for næringslivet vært oversett av myndighetene (*Sustainable Companies - how to make companies contribute effectively to mitigation of climate change (196224)*. *Faktaark 1-15 Foreslår lovreform for å løse klimakrisen*). Likeledes har heller ikke betydningen av det rettslige og økonomiske samspillet mellom aktørene i finansmarkedet og næringslivet vært i fokus. Drivere for kortsiktighet og snever profittmaksimering har fått lov til å utvikle seg. Det er en viktig årsak til at næringslivet og finansmarked fortsatt er innrettet mot «business as usual» og ikke bidrar til den fundamentale omstillingen som trengs for en bærekraftig utvikling.

Ekspisitt og gjennomtenkt integrering av samfunnets mål om bærekraftig utvikling i forvaltning og politikk er nødvendig for å endre dette. I norsk kontekst er en bedre integrering av statens dobbeltrolle som stat og som investor (gjennom pensjonsfond innland og utland) og som majoritetsaksjonær også et identifisert behov. Videre trengs en mye mer kraftfull og helhetlig tilnærming til produktregulering – fra design til avfallshåndtering – i et vugge-til-grav-perspektiv (*Sustainable Companies - how to make companies contribute effectively to*

mitigation of climate change (196224). *Faktaark 1-15 Foreslår lovreform for å løse klimakrisen*).

Penger er ikke bare penger

Miljøpolitikken opererer i skjæringspunktet mellom moral, påbud og penger. En svært stor del av miljøproblemene skyldes menneskelige handlinger. Miljøpolitikk er derfor i stor grad rettet mot å endre valgene til foretak, familier og enkelt-mennesker. En interessant og viktig utvikling over de senere årene er samarbeid på tvers av faggrenser for å forstå bedre hva som gjør at politikk har effekt, eller hva som gjør at tiltak ikke virker. Rent konkret, hvorfor virker kø- og bensinavgifter, men ikke avgift på usortert avfall?

Virkemidler er ikke bare krav eller insentiver. Penger er ikke bare penger. Virkemidler påvirker også hvordan vi tenker om en sak. På områder der betaling allerede eksisterer vil en avgift – at noe blir dyrere – gjøre at vi bruker mindre av det. Bensinavgifter reduserer bensinbruken, men man må ha alternativer for å få særlig effekt. Utbygging av kollektiv-transport er et viktig element i en politikk med mål om å redusere bilbruken. En slik utbygging øker effekten av bil-relaterte avgifter (*(When) are economic instruments environmentally effective? The case of transport sector (EcoEnvi) (204339)*. *Faktaark 2-15 Utslippene fra transportsektoren må ned*).

Avgift på usortert søppel har derimot ikke økt søppelsorterings-graden. Dette er et felt som i stor grad er styrt av normer. Det er riktig – eller en plikt – å sortere avfall. Innbyggere i kommuner med flat avgift, altså en avgift som ikke avhenger av hvor mye avfall som leveres usortert, sorterer like mye som innbyggere i kommuner som betaler for hver sekk de leverer. Ja, det kan se ut til at sorteringsgraden er høyere i førstnevnte. Et avfallsselskap innførte avgift etter hvor mange kilogram usortert avfall husholdet leverte. De opplevde da at innbyggere begynte å kaste avfall i naturen, brenne det og at de omdefinerte for eksempel papirbleier til papir. Ordningen ble avvirket blant annet på grunn av økte kostnader til ettersortering (*Environmental policy and human action (EnGov - 183350)*. *Faktaark 15-14 Kildesorterer av plikt og for miljøet*).

En måte å forstå disse resultatene på er at bruk av penger påvirker hvordan vi tenker. Bensin er allerede priset og økt pris gir mindre bruk av bil. Avfallssortering er normstyrt. For noen – typisk de med lite miljøengasjement – endres tenkemåten når usortert avfall blir prissatt. Da blir poenget for den enkelte å spare penger, snarere enn å gjøre det som er rett. Forskning tyder på at om de «riktige» handlingene er krevende å utføre, kan prising faktisk redusere disse handlingene. Prisen gjør det mulig å kjøpe seg fri fra forpliktelsen.

Befolkningens vilje til å støtte miljøpolitikk er viktig i demokratiske samfunn. Prisøkningene på for eksempel bensin må ofte være store for å få klar effekt, noe som kan skape betydelig politisk motstand. Øremerking av miljø-avgifter til miljøtiltak påvirker oppslutningen i positiv retning (*Can a combination of policy instruments increase the effectiveness and public acceptability of environmental policies? (183375)*). Det kan se ut som mange ikke forstår

at miljøavgiften i seg selv har en positiv effekt på miljøet. Brukes de innsamlede midlene til miljøtiltak, blir koblingen til miljøet lettere å forstå.

Støtten til kjøprising i Stockholm økte når virkemidlet ble omdefinert som miljøtiltak. Det var ikke en ren skatt. Den økte videre når midlene ble øremerket veibygging – da ble den ikke presentert som et angrep på bilismen (*When are economic instruments environmentally effective? The case of transport sector (EcoEnvi - 204339)*). De verdiene vi har, påvirker aksepten av miljøvirkemidler. Men forskningen indikerer også at hvis et miljøproblem oppfattes som alvorlig, er dette viktig for aksepten av virkemidler. Det er trolig viktigere enn folks syn på statens rolle og økonomisk likhet (*Can a combination of policy instruments increase the effectiveness and public acceptability of environmental policies? (183375)*).

Oppsummering

Noen hovedtrekk ved dagens miljøpolitikk, og med det forvaltningens karakter, kan skilles ut: Problemdefinisjoner og løsninger er ofte innvevd i og avhengig av internasjonale traktater, avtaler og lovverk.

Mange fullmaktslover er omgjort til mer detaljerte reguleringer og virkemidler. Dette innebærer at forvaltningens oppgaver blir «teknifiserte» og standardiserte, noe som innebærer at verdiinnhold og politikk ofte underkommuniseres.

Videre forhandles definisjoner og miljøtiltak ofte mellom eksperter. Disse forholdene gjør at relasjonene til brukerne – det være seg organisasjoner, interessegrupper eller «folk flest» – blir utfordrende og reiser krav om mer og bedre kommunikasjon. Juridiske og økonomiske virkemidler må begrunnes og markedsføres.

Nye spørsmål forvaltningen må forholde seg til, er derfor: Hvordan skal man skape oppslutning til krevende oppgaver? På hvilke måter skal konsekvenser av nye tiltak formidles og forankres? Hvordan kan det skapes gode nok kommunikasjonskanaler og overbevisende og tillitsvekkende scenarioer om bedre miljøløsninger?

Samfunnsvitenskapelige analyser av disse sammenhengene kan bidra til å overskue og forstå forvaltningssystemets samlede virkninger. Slik forskning kan gjøre at miljømålene i større grad oppnås.



LÆR MER

Kontaktpersoner:

Per Østby, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
Vibeke Nenseth, Transportøkonomisk institutt (TØI)
Beate Sjøfjell, Universitetet i Oslo (UiO)
Arild Vatn, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Kristin Rosendal, Fridtjof Nansen Institutt (FNI)

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Fridtjof Nansen Institutt (FNI)
Norsk Institutt for naturforskning (NINA)
Transportøkonomisk institutt (TØI)
Statistisk Sentralbyrå (SSB)
Frischsenteret
Cicero – Senter for klimaforskning
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU),
Institutt for tverrfaglige kulturstudier (KULT)
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU),
Senter for økonomisk forskning AS (SØF),
Institutt for samfunnsøkonomi
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
Statens institutt for forbruksforskning (SIFO)
Universitetet i Oslo (UiO), Institutt for offentlig rett
Universitetet i Tromsø, Fakultet for naturvitenskap og teknologi (UiT)
Vestlandsforskning
Norsk institutt for bioøkonomi
Universitetet i Nordland (UiN),
Studier for naturvitenskap og akvakultur
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Universitetet i Bergen, Sosiologisk institutt
CIENS – Forskningscenter for miljø og samfunn

Tema Viltforvaltning

Viltforvaltningen er blitt mer kompleks. Hjortevilt og rovdyr inngår i kompliserte sammenhenger i økosystemet og de beveger seg over store landområder. Det brukes ny teknologi, store datasett, lange tidsserier, tverrfaglig tilnærminger og solide kompetansemiljøer for å finne de riktige forskningssvarene og de «smarte» forvaltningsløsningene. Forskningens relevans har økt fordi kunnskapen er satt inn i en samfunnsramme av dialog og medvirkning. Dette tvinger fram mer tverrfaglig forskning og helt nye forvaltningsmodeller for håndtering av viltet i naturen og i samfunnet.



Rovdyrene inntar landskapet

Med unntak av jerven, som bare finnes i de mest villmarkspregede delene av de nordiske landene, opptre de tre andre store rovdyrene bjørn, ulv og gaupe nå i flerbrukslandskaper i de fleste europeiske land. I stedet for en strategi der man søker å opprettholde levedyktige bestander av rovdyrene i fjerntliggende verneområder, er deling av landarealer mellom menneske og rovdyr den eneste farbare strategien i Europa, inkludert Norge. Dette innebærer at forvaltningen av rovdyrene handler om komplekse sammenhenger mellom menneske, rovdyr og andre viltarter.

Norske og svenske forskere har sammen arbeidet kontinuerlig og over lang tid (tilbake mer enn 20 år) med de fire store rovdyrene. Studiene har produsert store datasett og en rekke publikasjoner om artenes økologi, og det har vært avgjørende å fokusere på interaksjoner mellom rovdyr og menneske. Forskningen har spesielt sett på rovdyrenes jaktatferd og predasjonens rolle på buskap (sau, rein) og ville beitedyr (rådyr, elg). Slik har man blitt bedre i stand til å skille mellom tap som følge av predasjon fra rovdyr og andre faktorer. I tillegg har forskningen gitt økt kunnskap om overvåking og bestandsdynamikk, og dette er analysert og operasjonalisert innenfor et rammeverk av adaptiv forvaltning. Kunnskap om folks holdninger til rovdyrene og forvaltningen av dem har gitt økt forståelse av konfliktlinjene knyttet til rovdyr, og også for å forstå betydningen av den politikken som føres (*Skogen m.fl. 2013*).

Til sammen viser forskningen at vi i dag har detaljert forståelse av artenes økologi og populasjonsstatus. Vi forstår også godt konfliktlinjene knyttet til store rovdyr. I hvilken grad kunnskapen er blitt integrert i politikk og praktisk forvaltning er dog variabel. Kunnskapen er brukt direkte når det gjelder utvikling av det nasjonale overvåkingsprogrammet for store rovdyr. På regionalt nivå har forvaltningen vist en mer variabel bruk av kunnskap, og spesielt gjelder dette planer som ikke tar inn over seg den fundamentale forståelsen av rovdyrenes storskala vandringer. Landbrukssektoren har også vært treg i å tilpasse driftsformer for sau til rovdyrenes tilstedeværelse. I stedet har det vært et ensidig fokus på felling og bestandsregulering av store rovdyr. (*LAND: Comparing, contrasting and integrating large carnivore predation and hunter harvest into sustainable ecosystem management; LAND: At the interface between science and policy for large carnivores: science for policy, science of policy, and science in policy. Faktaark 11-13 Konkurrerer om dyrene i skogen; Odden m.fl. 2014*).

Mange meninger kompliserer forvaltningen

Historisk sett har bevaring og forvaltning av viltarter stort sett handlet om biologiske og økologiske forhold som populasjonsdynamikk, arealbruk og bærekraftig høsting. I de siste tiårene har det imidlertid vært en sterk vridning mot å plassere viltarten og -bestandene inn i en mer helhetlig

FAKTA

>> Dialog, involvering og samarbeid mellom involverte aktører er den viktigste konfliktdependende faktoren for sameksistens mellom mennesket og de store rovdyrene jerv, bjørn, ulv og gaupe.

>> Til tross for en konstant økning i kunnskapen om rovvilt og deres interaksjon med mennesket, er debatten fortsatt sterkt polarisert mellom ulike interesser/verdier og konfliktene har vist seg vanskelig å løse.

>> Mange meninger skal tas hensyn til i viltforvaltningen, noe som har gjort forvaltningen mer komplisert og politisert. Samtidig bidrar den økte brukermedvirkningen til at planene får lengre levetid, og partene lærer mye.

>> Adaptive prosesser som inkluderer involvering handler ikke bare om at man lærer fra «eksperimentet» man tester ut, men også om den læringen som skjer blant involverte i løpet av prosessen.

>> Hjortedyrbeiting er en viktig driver i skogøkosystemet. Det har store effekter på vegetasjon og suksisjon, og vegetasjonen har i sin tur langtids-effekter på hjorteviltets kondisjon og reproduksjon.

>> Det er fortsatt mange eksempler på at geografiske forvaltnings- og administrasjonsheter er for dårlig tilpasset arealbruk og vandringer hos hjortevilt og rovdyr.

samfunnsramme der et sett av ulike verdier, interesser og holdninger ses i sammenheng. Der beslutningene tidligere ofte ble tatt sentralt av noen få eksperter, er forvaltningen i dag langt mer lokalt forankret med brukermedvirkning og forhandlinger i demokratiske prosesser. Et eksempel er villreinforvaltningen, der langt flere stemmer slipper til enn tidligere. Intensjonene er gode og betimelige, men samtidig har det gjort forvaltningen mer komplisert og politisert. De mange medvirkningsprosessene som har pågått i villreinområder har gitt verdifulle erfaringer og også grunnlag for ny forskning. Ulike typer kunnskap, vitenskapelig og erfaringsbasert, utfyller hverandre og skaper en felles bro mellom forskning og forvaltning (*Strand m.fl. 2013*). Tidlig involvering, åpenhet og stor bredde blant aktørene viser seg å være viktige forutsetninger for planens legitimitet og videre liv. Prosessen med medvirkning tilfører i seg selv også til økt læring blant aktørene, ikke bare om villreinens krav til



levested, men også om andre aktørers verdier, interesser og holdninger. I hvilken grad holdning til villrein og andre verdier endrer seg hos aktørene i løpet av prosessen, er et interessant spørsmål i videre forskning. (*LAND: Regional planning and wild reindeer management. Faktaark 10-15 Mange meninger kompliserer reinforvaltningen*).

En metode for å teste ut «smarte» løsninger

Det oppstår stadig mer komplekse problemstillinger i forholdet mellom menneske og viltarter, og adaptiv forvaltning har fått økt aktualitet. Variasjonen og usikkerheten som naturlig finnes i økologiske systemer innebærer at kunnskapen om og forvaltningen av slike systemer alltid vil være beheftet med usikkerhet og overraskelser. Forvaltning og beslutningstakere i økologiske systemer må i tillegg ta hensyn til kompleksiteten og dynamikken i sosiale systemer (samfunnet), og hvordan økosystemer og samfunn gjensidig påvirker hverandre. Det høstes i disse dager erfaringer fra en rekke adaptive medvirkningsbaserte prosesser i villreinområder med formål om å foreslå og gjennomføre konkrete forvaltningstiltak. Det mangler kunnskap om hvorvidt tiltakene får de ønskede effektene, altså å bedre forholdene for villreinen samtidig som man ivaretar de besøkende til fjellområdene. Et springende punkt i en adaptiv prosess er at tiltaket må kunne være reversibelt i de tilfeller der det mislykkes i å nå målsettingene. Problemstillinger som inkluderer for eksempel store økonomiske konsekvenser for involverte parter, endring i rettigheter, eller tiltak som medfører sterk meningsdannelse blant aktørene, vil være vanskelige å reversere. På hvilken måte og i hvilken grad tiltakene skal institusjonaliseres i samfunnet, er et viktig spørsmål i forskningen. (*LAND: Adaptive management: Is there a golden toolbox hidden behind a buzz word and a utopian panacea?*)

Forskning på hjort på landskapsnivå

Utviklingen av ny teknologi for GPS-merking har de siste ti årene revolusjonert forskernes mulighet til å spore store pattedyr. Dette har gitt store forskningsfunn om artenes trekk og arealbruk. Disse funnene er svært relevante for

forvaltningen, spesielt for arter som har sesongvise trekk. To forskningsprosjekter har samlet data om hjortens arealbruk på Vestlandet over lang tid, men de adresserer to forskjellige spørsmål. Det ene prosjektet har sett på sammenhengen mellom individenes trekkmønstre og i hvilken grad de blir befengt med flått. Bakteppet er økende forekomst av flåttbefengte sykdommer som borreliose hos mennesker. Forskningen er av stor betydning for menneskers helse og den representerer en fornyende forskning, ved at den ser på sammenhengen mellom dyreliv og menneskers helse. Studiene viste at hjort som vandret mye, og som brukte mindre tid i milde kystmiljøer, hadde en tendens til å ha mindre flått. Det andre prosjektet ser på hjortens faktiske arealbruk og trekkmønstre, og sammenstiller dette med forvaltningsenhetene som brukes til å administrere hjorten. Resultatene tyder på at forvaltningsenhetene er for små til å kunne forvalte hjort som har svært store bevegelser i jakt sesongen, altså den perioden hjorten forflytter seg fra sommer- til vinterområder. (*LAND: Delimiting functional management units for partially migratory deer populations (DeerUnit); LAND: Partial migration of red deer and tick distribution at the altitudinal colonization border (TickDeer)*).

Komplekse sammenhenger på flere trofiske nivåer

Hjortedyrene lever i de samme landskapene som menneskene, med de fordelene og ulempene dette kan ha for natur og samfunn. Forvaltningen av hjortevilt er enklest når alle er enige om målene, og tidligere var bærekraftig høsting ganske synonymt med maksimalt kjøttuttak. Det var relativt enkle forsker-forvalter-jeger-relasjoner. I dag er det en rekke faktorer som inngår i begrepet bærekraftig forvaltning, og forskningen kobler nå økologi og samfunn på nye måter (*Bjørneraas m.fl. 2012*). For eksempel ser forskere på sammenhengen mellom hjortevilt (hovedsakelig elg og hjort), vegetasjon og landskapsendringer.

I to prosjekter har forskere studert utvikling av vegetasjonen med og uten beitepåvirkning. Det har vært brukt en eksperimentell tilnærming. Forskerne har etablert uthengninger der det ikke beiter hjortedyr, for å sammenlikne vegetasjonsutviklingen med områdene der det beites. Det ene prosjektet bruker i tillegg lange dataserier fra overvåkingsprogrammet for hjortevilt og fra Landsskogstakseringen. Begge studiene finner at hjortedyrene har dramatisk betydning for vegetasjonsutviklingen, selv om betydningen var veldig artsspesifikk med noen vinnere og tapere blant plantartene. I tillegg har forskerne identifisert klare sammenhenger mellom skogvegetasjon og elgens kondisjon og reproduksjon, og de har også sett klare forskjeller mellom nord og sør i Norge. Det tar tid før nedbeiting og redusert beitegrunnlag hos elg gir utslag i dårligere kondisjon/reproduksjon, og dette viser hvor komplekse sammenhengene er mellom vegetasjon og hjortevilt og hvor viktig det er med lange tidsserier i forskningen. (*LAND: Towards sustainable management of moose, red deer and their food resources; LAND: Ecological dynamics by wild ungulate grazing. Faktaark 13-13 Elgen i nord har det best*).

Fjelløkosystem og klimaendringer

Forutsette klimaendringer er noe som har betydning for nesten all miljøforskning. Klimaendringer vil ha spesielt store effekter på fjelløkosystemet. Samtidig vil mennesket fortsette å utøve direkte påvirkning på økosystemet gjennom for eksempel arealbruk, infrastruktur og forvaltning. Det er generelt mangelfull kunnskap om den kompliserte sammenhengen mellom de ulike driverne i fjelløkosystemet og artene som lever der. De store habitatendringene man antar vil komme med klimaendringer vil endre utbredelse og populasjonsstørrelse hos en rekke arter, og det vil endre forekomst av enkeltarter og artsdiversiteten på lokal og regional skala. Boreale arter vil forflytte seg til høyden, og fjellområdene vil reduseres og fragmenteres. Alpine arter opptrer i typiske metapopulasjoner som lever mer eller mindre isolert på store eller små områder. Disse lokale populasjonene vil være spesielt sårbare for brutte forbindelser i landskapet. Også i et perspektiv av økosystemtjenester vil klimaendringer kunne ha stor betydning for fjelløkosystemet. Et stort pågående forskningsprosjekt skal studere nærmere hvordan klimaendringer kan påvirke fjelløkosystemet i stor og liten skala. (*LAND: Understanding ecosystem functionality, expansion and retreat of species in the Scandinavian mountain tundra under multiple drivers of change*).

Oppsummering

Miljø 2015 har finansiert forskning på hjortevilt og store rovdyr som setter artenes økologiske kunnskap inn i en samfunnsramme. Prosjektene studerer komplekse sammenhenger på økosystemnivå, de inkluderer flere trofiske nivåer og de inkluderer mennesker som er en viktig og interaktiv del av økosystemet. Tverrfaglig samarbeid mellom ulike institusjoner og fagdisipliner inngår i alle prosjektene, og internasjonalt samarbeid er en viktig komponent. Prosjektene bygger typisk nok på kompetansemiljøer, data og avansert teknologi som det har tatt lang tid å utvikle. Interessant er det også at alle prosjektene har sterk forvaltningsrelevans, og de har en produksjonslinje som går fra vitenskap via anbefalinger til anvendt praksis. Det har vært en omfattende formidlingsaktivitet til et bredt publikum. Mange viltforskningsprosjekter har likevel en felles kommunikasjonsutfordring: Selv om vi vet langt mer enn før, er kunnskapen om arealkrevende arter og koblingen til samfunnet rundt fortsatt kompleks og usikker.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

John Linell, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Vegard Gundersen, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Universitetet i Oslo (UiO)
Høgskulen i Sogn og Fjordane
Høgskolen i Hedmark avd. Evenstad

Litteraturtips:

Bjørneraas, K. (red.). 2012. Klauvvilt i norsk natur – historie, biologi og forvaltning. Akademika Forlag, Trondheim.

Odden, J., Mattisson, J., Gervasi, V. & Linnell, J. 2014. Gaupas predasjon på sau - en kunnskapsoversikt. - NINA Temahefte 57 (1-72).

Skogen, K. Figari, H. & O. Krange. 2013. Ulvekonflikter: en sosiologisk studie. Akademika forlag, Oslo.

Strand, O., Flemsæter, F., Gundersen, V. & K. Rønningen. 2013. Horisont Snøhetta. - NINA Temahefte 51. 99 s.



Skyttelbuss ble satt inn mellom Hjerkin og Snøhetta-området i 2012. Villreien kan fortsette med sesongvise trekk. Dette er en adaptiv løsning. Ordningen skal prøves i noen år for å se om den virker for villrein og folk, og evalueres i 2017. Foto: Vegard Gundersen

Tema

Vannforvaltning

Ferskvann er essensielt for alt liv, og det er samtidig en ressurs som i økende grad er begrenset. Vann er også i stor grad et resultat av aktiviteter i nedbørfeltet. Det påvirkes av flere faktorer som diffuse utslipp fra landbruket, klimaendringer, vannkraftproduksjon og direkte utslipp fra industri og befolkning. Prosjektene i Miljø 2015 reflekterer disse sammensatte problemstillingene og kombinerer både grunnforskning, miljø- og helsemessige konsekvenser og forvaltningsaspekter.



Vanndirektivet kan gi en mer kunnskapsbasert forvaltning

EUs vanndirektiv gir økt mulighet til å sikre et godt vannmiljø i norske elver, innsjøer, grunnvann og kystvann. For å sikre et godt vannmiljø, forpliktet Norge seg å iverksette EUs vanndirektiv gjennom å kartlegge miljøtilstand og gjennomføre tiltak. Vannforskriften regulerer dette arbeidet, men denne er ikke overordnet særlovene som hjemler de nødvendige miljøtiltakene. Fylkeskommunen har fått rollen som regional vannmyndighet og leder arbeidet, men har svært lite egen myndighet over miljøtiltakene. ESA (EFTA Surveillance Authority) kan imidlertid gå til rettsak mot Norge dersom norske særlover brukes til å hindre måloppnåelse.

Forvaltningen følger nedbørfeltene, altså det landarealet som drenerer til en gitt vannforekomst, slik at alle miljøbelastninger på en og samme vannforekomst kan sees i sammenheng. For å gjennomføre vanndirektivet i Norge er landet inndelt i 11 vannregioner, som utgjør egne planområder, med tilsammen 105 vannområder med elver, innsjøer, grunnvann og kystområder. Hvert vannområde består administrativt av en koordinator og samordnende organer, på tvers av allerede svært mange etablerte forvaltningsgrenser. Til tross for denne desentraliseringen, vurderes ordningen som hensiktsmessig, fordi den gir et mer helhetlig perspektiv på vannforvaltning. Men det er fremdeles begrenset samarbeid mellom enkelte sektormyndigheter, som for eksempel akvakultur, noe som blant annet skyldes usikkert kunnskapsgrunnlag og politiske føringer. Et bedre kunnskapsgrunnlag er en forutsetning for etablering av en felles forståelse av hvilke problemer som dominerer og hvordan disse bør løses i form av konkrete tiltak. Tilstrekkelig kunnskap er også nødvendig for å forankre arbeidet politisk på kommunalt nivå og fylkesnivå, endre adferd innen hver sektor og å få til samarbeid.

I gamle dager het det gjerne at innsjøen speilet himmelen, og det gjør den jo rent overflatisk, men vannfargen i selve vannet gjenspeiler nedbørfeltet. Nedbørfeltet påvirker også vannkvaliteten på mange andre måter. I nordlige (boreale) skogsområder påvirkes vannet i betydelig grad av skog- og myrområder i nedbørfeltet, slik innsjøer i befolkede og landbrukspåvirkede områder påvirkes av avrenning av næringsalter, partikler fra erosjon og en rekke andre stoffer. Kvikksølvforurensning er et betydelig problem i boreal natur, både for næringskjeder og inntak av fisk (*Lindholm m.fl. 2014*). Inntak av fisk med høyt innhold av giftig metylkvikksølv (MeHg) er helsefarlig. Hovedkilden til kvikksølv i norsk natur er utslipp fra avfallsforbrenning og industriell aktivitet i utlandet. Grenseverdier satt i kostholdsråd og for omsetning for ferskvannsfisk, det vil si anbefalte maksimumsgrenser, overskrides for mange innsjøer i Norge hvor det er påvist høye, og økende, verdier. Grenseverdiene varierer også med størrelse eller alder av fisk, og stor rovfisk er derfor noe spesielt gravide bør spise med måte. Miljø 2015 har, gjennom prosjekter som «Effects of catchment processes and forest management in boreal forests on Hg and MeHg in surface

FAKTA

>> Norges forpliktelser iht. vanndirektivet gir økt mulighet for en kunnskapsbasert forvaltning og bedre vannmiljø.

>> Nye biologiske tålegrenser setter miljømål for innsjøer og elver.

>> Effekter av tiltak mot eutrofiering maskeres av klimaendringer.

>> Kombinasjon av flere påvirkninger kan gi større effekter på flora og fauna i vassdrag.

>> Brunere vann gir endringer i produksjon og fiskesamfunn.

>> Det skjer nå mer samarbeid mellom kulturminneforvaltning, byplanlegging og vannforvaltning.

>> Bærekraftig overvannshåndtering beskytter og bevarer arkeologiske kulturminner.

waters» frembrakt helt ny kunnskap om koblinger mellom prosesser på land og effekter i vann, og forskerne har spesielt påpekt en klar effekt av skogsdrift på mobilisering av kvikksølv (*De Wit m.fl. 2014*). Selv etter mange år øker eksporten av kvikksølv, noe som både kan ha sammenheng med økt transport av organisk materiale, endret vannmetning og endret hydrologi. Mekanismene er ikke kjent i detalj, men det kan se ut som den økte avrenningen som skjer av humus i mange vassdrag bidrar til at kvikksølv følger med organisk materiale som nissen på lasset.

Nye tålegrenser for biologisk respons på forskjellige påvirkninger

Vanndirektivet gir klare føringer for miljøtilstand i vassdrag, innsjøer og kystområder. Forskere og miljøforvaltere skal i denne sammenheng vurdere både den nåværende miljøtilstanden i forhold til den naturlige upåvirkede miljøtilstanden, og så langt som råd skal de også forutsi framtidige endringer. Det er derfor viktig å vurdere endringer i miljøet og effekter av tiltak. Da kan man lage en verktøykasse for en optimal og bærekraftig forvaltningspraksis. Miljø 2015 har bidratt til denne verktøykassen ved å frembringe ny kunnskap om biologiske tålegrenser for næringsalt-forurensning, forsuring og endringer i vannføring eller vannstand gjennom prosjekter som «Biological indicators for classification of ecological status in freshwater». Disse tålegrensene er nå brukt til å

fastsette miljømål om god økologisk tilstand i elver og innsjøer. Tålegrensene er spesifikke grenser for hvor mye forurensning eller andre typer påvirkning arter av planteplankton, fastsittende alger, vannplanter, bunndyr og fisk kan tåle i forskjellige typer elver, innsjøer og kystområder. Anvendelse av tålegrenser er best kjent fra forsurningsforskningen, der de maksimale og velkjente tålegrensene for forsuring hos fisk og utvalgte bunndyr dannet grunnlag for mål om hvor mye reduksjon av sur nedbør som krevdes for å oppnå «akseptabel vannkvalitet». Tålegrenser er basert på data fra tusenvis av elver og innsjøer i Norge og andre nordiske land. Dataene har gitt mulighet til å finne ut hvordan mengde og artssammensetning av de ulike artene endrer seg ved økende forurensning eller inngrep. Resultatene er videre brukt til å utvikle Norges klassifiseringssystem for økologisk tilstand i elver og innsjøer, slik det kreves av vanndirektivet.

Effekter av tiltak mot eutrofiering maskeres av klimaendringer

I landbrukspåvirkede områder er hovedproblemet avrenning av næringsalter som nitrogen og fosfor. Dette gir uønsket algevekst og ofte oppblomstring eller masseforekomst av blågrønnbakterier. Vanndirektivets verktøykasse som blant annet inneholder nye miljømål basert på biologiske tålegrenser kan se enkelt ut på papiret, men er vanskelig i praksis. Vassdrag og økosystemer er kompliserte og sammensatte, med en rekke prosesser som griper i hverandre som tannhjul i et litt uoversiktlig urverk. I regi av Miljø 2015 bevilget Forskningsrådet midler til en større studie i Morsavassdraget (som inkluderer Vansjø ved Moss) gjennom det vidtfamnende prosjektet «Watershed EUTROphication management through system oriented process modelling of Pressures, Impacts and Abatement actions» (*Faktaark 10-14 Forstår helheten i fosforproblemene stadig bedre*). I løpet av de siste 20 årene er det brukt opp mot 1 milliard kroner i avbøtende tiltak langs Morsavassdraget uten at det har ført til merkbart lavere konsentrasjoner av fosfor (P) i innsjøene. Hva skyldes dette? Tidligere modeller for transport og effekter av næringsalter i innsjøer har gitt grunnlag for å sette miljømål og gjøre tiltak som har gitt redusert overgjødsling av mange innsjøer (jfr «Mjøsaksjonen»). Prosessene som styrer P-nivåene i Vansjø påvirkes imidlertid av flere endringer i klima- og miljøforhold, blant annet økning i nedbørmengden og hyppigheten av kraftig nedbør; 2 °C økning i gjennomsnittlig vintertemperatur i Oslo de siste 25 årene og over 60 prosent reduksjon i sur nedbør. Disse prosessene gir økt tilførsel av fosfor til Vansjø og motvirker dermed effekten av tiltakene for å redusere fosfortilførselen. Dermed kan oppblomstring av giftproduserende blågrønnbakterier forekomme på tross av alle tiltakene som er gjennomført (se nedenfor), men det er sannsynlig at tilstanden ville vært verre uten disse tiltakene.

Blågrønnbakterier er et voksende problem

Giftproduserende blågrønnbakterier er et voksende problem i Norge og mange andre steder i verden med store helsemessige og økonomiske konsekvenser. Problemet er først og fremst til stede i innsjøer dominert av avrenning fra landbruk, og det er klart at tilførsel av næringsstoffer spiller en vesentlig rolle. Analyser av et stort datasett i regi av Miljø 2015 viste imidlertid at mengden næringsalter ikke nødvendigvis er avgjørende, og at mengden fosfor ikke var spesielt velegnet til å forklare mengden blågrønnbakterier, selv om de generelt øker med økende fosforinnhold. I regi av prosjektet «Towards a better understanding of bloom-forming toxic cyanobacteria» (*Faktaark 15-13 Cyanobakterier truer vannsikkerheten*) ble det utført omfattende genetiske analyser. Disse viste at ulike genetiske tilpasninger innenfor populasjonen kan forklare hvordan en blågrønnbakterie kan holde vedvarende høy tetthet gjennom mange år tross endrede miljøforhold. Delbestandene sameksisterer gjennom lang tid, og hvilke av disse som til enhver tid dominerer avhenger av både blandingsforhold og lys, men også stor grad parasittiske sopper. Et annet hovedfunn var at slike parasittiske sopper (som *chytrider*) synes å spille en stor rolle i å stimulere giftproduksjon hos visse typer blågrønnbakterier. Bruk av slike molekylære metoder gir ny grunnleggende kunnskap om evolusjon og økologisk samspill, samtidig som det angår et betydelig globalt miljøproblem og dermed har klar relevans for forvaltning.

I regi av Miljø 2015 har sammenhengen mellom arealbruk i nedbørfeltet og vannkvalitet blitt studert ikke bare i Norge, men i deler av verden med atskillig større problemer enn våre, for eksempel Kina. Prosjektet «Watershed Eutrophication management in China through system oriented process modelling of Pressures, Impacts And Abatement actions» studerte Yaqiao-reservoaret, der fosforavrenning fra landbruk og en befolkning på 130.000 mennesker er årsaken til en massiv overgjødsling og sterkt nedsatt vannkvalitet (*Zhou m.fl. 2015*). Denne situasjonen er typisk for mange ferskvannsforkomster i Kina. Dårlig vannkvalitet er et problem for millioner av mennesker. I denne sammenheng er det ikke bare de rent naturvitenskapelige drivkreftene og konsekvensene som må trekkes inn, men også de politiske og sosiale. Hvem eier jorda? Hvilke incentiver finnes for å redusere gjødselbruk? Hvem skal betale kostnadene ved rensing? Er det de samme som bidrar til forurensning som også best merker konsekvensene? Dette er for øvrig et klassisk problem som gjelder mange forurensningsproblemer. I et tett samarbeid med kinesiske myndigheter har altså norske forskere i regi av Miljø 2015 bidratt til å adressere disse komplekse problemstillingene i et forvaltningsregime som på mange måter skiller seg sterkt fra den norske.

Kombinasjon av flere påvirkninger kan gi større effekter

Mange vassdrag er utsatt for flere påvirkninger samtidig, for eksempel endringer i vannføring og forurensning av næringsalter. Av åpenbare grunner vil økt vannføring



Birger Skjelbred, NIVA, tar en prøve av planteplankton i Nøkle vann, Oslo i august 2009 for å beregne planteplanktons tålegrenser for forurensning med næringsalter. Det ble gjort som en del av Bioclass-Fresh, i samarbeid med EU-prosjektet WISER. Foto: Anne Lyche Solheim, NIVA

kunne gi redusert konsentrasjon av næringsalter, uten at totalbelastningen på vassdraget dermed har avtatt. Slike kombinasjoner av påvirkninger tilsier at påvirkninger så langt det er praktisk mulig, bør vurderes i sammenheng. Miljø 2015 bidrar til å kaste lys over denne problematikken i et nytt prosjekt. Her brukes både feltforsøk og eksisterende data til å se på hva kombinasjoner av påvirkninger gjør med fastsittende alger og bunnfauna, og også økosystemtjenester, som for eksempel omsetning av næringsalter og organisk stoff.

Data fra tusenvis av elver og innsjøer i Norge og andre nordiske land har gitt nye tålegrenser for ferskvannsfloa og -fauna som utsettes for forurensning av næringsalter, forurensning eller endringer i vannføring/vannstand. Resultatene er brukt til å utvikle Norges klassifiseringssystem for økologisk tilstand i elver og innsjøer i henhold til kravene i vanddirektivet (*Faktaark 4-14 Har funnet tålegrenser for økosystemer i innsjøer og elver*).

Mens modeller som knyttet fosforbelastning direkte til vannkvalitet (uønsket algevekst) ga et effektivt verktøy for bekjempelse av eutrofiering, har ikke mer komplekse modeller som trekker inn sosio-økonomi og tiltak i nedbørfeltet vært like vellykket. I løpet av de siste 20 årene er det brukt mange millioner kroner i avbøtende tiltak mot eutrofiering uten at det nødvendigvis har ført til merkbart lavere konsentrasjoner av fosfor i innsjøer. Forskning gjennom Miljø 2015, som det omtalte Vansjøprosjektet, har funnet ut at den manglende effekten av tiltak skyldes at det samtidig har skjedd regionale endringer i miljøet. Økt mengde og intensitet på nedbør, samt gjennomsnittlig økt vintertemperatur, har ført til en økt fluks av fosfor til vassdrag. Disse klimaeffektene maskerer derfor også delvis effekter av tiltak.

Modeller som simulerer hele årsakskjeden, fra aktiviteter og tiltak i nedbørfelt til algeresponsen i innsjøer, har vist at det er stor usikkerhet i prognoser om effekter av tiltak. Forskning utført i regi av Miljø 2015 har klargjort at begrensningene i vår evne til å forutsi effekter av tiltak ligger i usikre nedbørfeltmodeller og overvåkingsdata. Framtidig forskningsinnsats bør derfor fokusere på å redusere denne usikkerheten. Vannforskriftens krav om vurdering av uforholdsmessighet i tiltakskostnader i forhold til tiltaksnytte er vanskelig å imøtekomme med dagens overvåkingsdata.

Det er også her som ellers at effekten av flere påvirkninger ikke er rent additiv (altså at 1+1 kan være > 2). Kombinasjoner av flere påvirkninger, som for eksempel endringer i vannføring og forurensning av næringsalter, kan gi større virkninger på alger og bunnfauna i vassdrag enn hver av påvirkningene alene.

Brunere vann gir endringer i produksjon og fiskesamfunn

Nedbørfelter påvirker elver, innsjøer og kystvann på flere måter. Avrenning av organisk materiale, spesielt da det løste, organiske karbon som gir brunt vann (humus), har hatt store effekter på vannforekomster. Det organiske materialet kommer fra plantemateriale fra land, men når det kommer ut i vann har det en rekke effekter. Det gir nedsatt sikt og det påvirker produksjonsforhold, mengden oksygen, karbondioksid (CO₂) og metan (CH₄), og plante- og dyreliv generelt. Grunnen til den økte brunfargen skyldes dels redusert forsurening (denne medaljen har altså en liten bakside) og dels økt vegetasjonstetthet og mer avrenning på grunn av økt nedbør. Det sistnevnte er en utvikling som skjer på lengre sikt.

Studier blant annet gjennom prosjektet "Biodiversity management and the Water Framework Directive under climate change" viser at fiskesamfunn påvirkes av dette, både direkte ved endret temperatur og endret sikt i innsjøene eller



Økt transport av løst organisk materiale fra nedbørfelter i mange norske vassdrag gir ikke bare brunere vann som påvirker produksjonen både av alger og fisk. Det kan også bidra til økt kvikksølvtransport til innsjøer. Foto: Dag Hessen



Forskning fra Miljø 2015 har bidratt til valg av løsninger for å samle regnet i regnbed og fordøyingsbasseng ved Bryggeparken / Bredsgården i Bergen. Foto: A.R. Dunlop, NIKU

indirekte gjennom næringskjeden ved nedsatt plante-produksjon. Mer organisk karbon vil også gi redusert oksygen i dyplagene (og mer CO₂), noe som også sterkt vil påvirke bunndyr og fisk i mange vann (*Finstad m.fl. 2014*). Det er altså flere prosjekter i regi av Miljø 2015 som viser en klar sammenheng mellom effekter på land og i vann, og forbløffende koblinger mellom ulike økosystemer.

En liten økning i humustilførsel til nordiske innsjøer kan gi økt fiskeproduksjon ved liten økning i farge, trolig som følge av næringstilførsel koblet til humus eller bedre beskyttelse mot UV-stråling. Større tilførsler av humus og markert økning i farge vil forventes å slå negativt ut på fiskeproduksjon. Hvorvidt en økning i humus regnes som stor eller liten er avhengig av innsjøens dybde. Grunne innsjøer tåler vesentlig høyere karbontilførsel (altså humus-tilførsel) før produksjonen begrenses, enn dype innsjøer. Dette fordi grunne sjøer har en vesentlig større og grunnere produksjonssone.

Mer samarbeid mellom kulturminneforvaltning, byplanlegging og vannforvaltning

Norge har opplevd utfordringer i vannforvaltning, kulturminneforvaltning og byplanlegging fordi koordineringen mellom

disse tre typene forvaltning tradisjonelt har vært svak. Det har for eksempel medført problemer ved Bryggen i Bergen, som ble fredet som verdenskulturarv i 1979, men hvor byutvikling på samme tid har resultert i grunnvannsenkning med forråtnelse av mye arkeologisk materiale og dramatisk innsynkning av terreng og historiske bygg som konsekvens. Dette viser at det har begrenset verdi å frede et historisk kulturminne, uten å ha tilstrekkelig kunnskap om, og muligheter til, å forvalte grunnvann under bakken som påvirker bevaringen. Forskningsprosjektet «Cultural Heritage and Water Management in Urban Planning» i regi av Miljø 2015 har vist at samarbeidet mellom vannforvaltningen, byplanlegging og kulturminneforvaltningen er styrket i de siste årene, men at samarbeidet med fordel kan utvikles fra å være prosjektbasert til å bli mer rutinebasert.

Bærekraftig overvannshåndtering beskytter arkeologiske kulturminner

Tverrfaglig forskning med bidrag fra Miljø 2015 har gitt vesentlig ny kunnskap om hvordan endringer i nedbør, avrenning og hydrologiske mønstre påvirker bevaring av kulturminner. Denne kunnskapen har gitt innsikt i hvordan bærekraftige tiltak innen vannforvaltning aktivt kan bidra til å beskytte og bevare kulturminner. Lokal overvannshåndtering

med infiltrasjon til undergrunnen kan bidra til å øke og stabilisere grunnvannsnivået, som igjen reduserer oksygentilførsel til organiske kulturlag og stopper nedbrytning av disse ikke-fornybare arkeologiske ressursene. Dermed kan lokal overvannshåndtering, som tiltak i arbeidet med klimatilpasning i våre historiske byer, også være et kostnadseffektivt tiltak for å verne kulturminner. Den flerfaglige tilnærmingen i Miljø 2015 er godt illustrert gjennom prosjekter som Water Pollution Abatement in a system of Multi-level Governance: A study of Norway's implementation of EUs Water Framework Directive.

Oppsummering

Vannforvaltning er et mangslungent, viktig og internasjonalt stadig viktigere felt. I Norge har vannforvaltning i stadig økende grad innført EU sitt vannrammedirektiv som styringsmål. Dette reflekteres i den vannrelaterte prosjektporteføljen i Miljø 2015, som favner vidt. Det betyr naturligvis at mange temaer er dekket opp, både rent forvaltningsorienterte og samfunnsfaglige. Dermed er det ingen tvil om at vi kan snakke om en stor grad av flerfaglighet. Den flerfaglige tilnærmingen i Miljø 2015 er godt illustrert gjennom prosjekter som «Water Pollution Abatement in a system of Multi-level Governance: A study of Norway's implementation of EUs Water Framework Directive. Samtidig er det åpenbart mindre tverrfaglighet på prosjektnivå, og det er ikke gitt at dette er noen svakhet. Det man kan ønske når alle prosjektene i programmet engang er slutført, publisering inkludert, er at noen føler seg kallet til å lage en syntese. En enhetlig syntese eller faglig oppsummering er ganske enkelt ikke mulig over noen få linjer – teksten over får gi tilstrekkelige smakebiter på dette. Det kan imidlertid konkluderes at Miljø 2015 har gjort det alle forskningsprogrammer bør ha som mål: bidratt med mye ny kunnskap, men samtidig avdekket enda større kunnskapsbehov.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Dag Hessen, Universitetet i Oslo (UiO)
Anne Lyche Solheim, Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Tone Muthanna, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)
Hans de Beer, Norges geologiske undersøkelse (NGU)

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Norsk institutt for by og regionsforskning (NIBR)
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)
Høgskolen i Oslo og Akershus (HiOA)
Universitetet i Oslo (UiO)
Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Miljødirektoratet

Litteraturtips:

de Wit, H.A.; Granhus, A.; Lindholm, M.; ; Kainz, M.J.; Lin, Y.; Braaten, H.F.V Blaszcak, J. 2014. Forest harvest effects on mercury in streams and biota in Norwegian boreal catchments. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT 324: 52-63.

Lindholm, M; Eriksen, T.E; Braaten, H.F.V. 2014. The Influence of Littoral on Mercury Bioaccumulation in a Humic Lake. WATER AIR AND SOIL POLLUTION 225: 10.1007/s11270-014-2141-4

Finstad, A.G; Helland, I.P; Ugedal, O.; Hesthagen, T.; Hessen, D.O. 2014. Unimodal response of fish yield to dissolved organic carbon. ECOLOGY LETTERS 17: 36-43.

Zhou, B.; Vogt, R.D.; Lu, X.Q.; Yang, X.G.; Lu, C.W.; Mohr, C.W.; Zhu, L.2015. Land use as an explanatory factor for potential phosphorus loss risk, assessed by P indices and their governing parameters. ENVIRONMENTAL SCIENCE-PROCESSES & IMPACT 17: 1443-1454.

Harvold m.fl. (2015) Protecting the Past and Planning for the Future: Results from the project "Cultural Heritage and Water Management in Urban Planning" (Urban WATCH). CIENS-rapport 2015-1, ISBN: 978-82-92935-13-2, mai 2015.

Tema Forbruk og miljø

Fram til i dag har miljøpolitikken i hovedsak handlet om å redusere miljøbelastningen fra produksjon av varer og tjenester, mens miljøbelastningen fra forbruket og konsekvensene av veksten i forbruket har fått langt mindre oppmerksomhet. Denne skjevheten har også vært til stede i forskningen, men noen av prosjektene i Miljø 2015 har hatt søkelys på forbruk. Det er resultatene fra disse prosjektene som danner utgangspunktet for denne oppsummeringen.



I teorier om forbruk og produksjon er det næringslivet som betraktes som produsent, mens husholdningene og det offentlige kategoriseres som «forbrukere». Den indirekte miljøbelastningen av forbruk er derfor satt sammen av miljøbelastningen fra produksjon av varer og tjenester i det private næringslivet (for eksempel miljøbelastning fra produksjon av biler), som så fordeles på offentlig og privat forbruk ut fra omfanget av deres forbruk (for eksempel fordeling av antall biler). Så kommer miljøbelastningen fra selve forbruket (for eksempel utslipp fra å kjøre bilen) og kassering av «utslitte» forbruksvarer (for eksempel opphugging av bilvrak). Summen av disse tre postene utgjør forbrukets miljøbelastning. Miljø 2015 har fokusert på flere aspekter ved forbrukets miljøbelastning.

Utslippsreduksjoner oppveies av økt forbruk

I den politiske og faglige debatten er det stor oppslutning om en såkalt de-kobling mellom forbruk og miljøbelastning. Det vil si at det er mulig å redusere miljøbelastningen per forbrukt enhet (for eksempel mindre bensinforbruk per km for privatbiler), og at hvis bare reduksjonen per forbrukt enhet er stor nok vil også den samlede miljøbelastningen av forbruket gå ned. Flere studier av situasjonen i rike land viser imidlertid at for en rekke forbrukskategorier har reduksjonen per enhet blitt mer enn oppveiet av at det samlede forbruket øker. Selv om bilene blir stadig mer bensingjerrige, øker utslippene fordi vi kjører stadig mer bil.

De studiene som er vist til i denne rapporten viser en økning i forbruk på en rekke områder (fritid, klær, kjøtt, med mer) til tross for at miljøbelastningen per forbrukt enhet går ned. Det er mange faktorer som bidrar til veksten i forbruk av varer og tjenester. Forbruket øker som følge av velstandsøkning, prisnedgang og deregulering av markedet for viktige forbruksvarer.

Fritidsforbruket som del av løsningen eller problemet?

Fritiden har gjerne blitt assosiert med miljøvennlig forbruk. Vi går tur i fjellet eller er på hytta. I praksis kjører (eller til og med flyr) vi i økende grad til utgangspunktet for turer i skog og mark. Hytta oppgraderes til vel så høy standard som hjemmet vårt. Og vi fyller fritiden med stadig flere «ting»; som et utall av skityper, et vell av fritidsklær osv. Vi er som forbrukere i ferd med å gjøre fritiden til en del av problemet, ikke en del av løsningen på miljøutfordringene. Mange fritidsarenaer inneholder miljøvennlige aktiviteter. Et eksempel er sykling som er blitt en populær aktivitet. En utfordring for miljøpolitikken er å kunne overføre denne type miljøvennlige fritidspraksiser til hverdagslivet for dermed å utløse en dobbelt miljøeffekt. Og miljøbelastningen fra fritidsforbruket i seg selv vil da gå ned; og vi tar med oss de nye miljøvennlige forbruksvanene inn i hverdagsforbruket – som tross alt fortsatt står for brorparten (ca. ¾) av miljøbelastningen fra vårt samlede forbruk (Miljøversteringer på fritida, forskning.no). Se figur Direkte og indirekte energiforbruk.

Regulering av forbruk og plassering av ansvar

Reguleringer på ulike områder, for eksempel miljørevisjon av aksjeselskaper, innføring av tekniske standarder, krav om produktinformasjon, importreguleringer eller økt bruk av

FAKTA

>> På mange områder har utslippsreduksjonen per enhet blitt mer enn oppveiet av økning i forbruket.

>> Fritidsforbruket øker på grunn av mer reising, mer utstyr og økte krav til komfort.

>> Det er behov for sterkere reguleringer blant annet for å ansvarliggjøre de aktører som sterkest bidrar til miljøbelastninger.

>> Det er behov for en mer kunnskapsbasert miljøpolitikk.

>> Markedskrefter alene løser ikke miljøutfordringene.

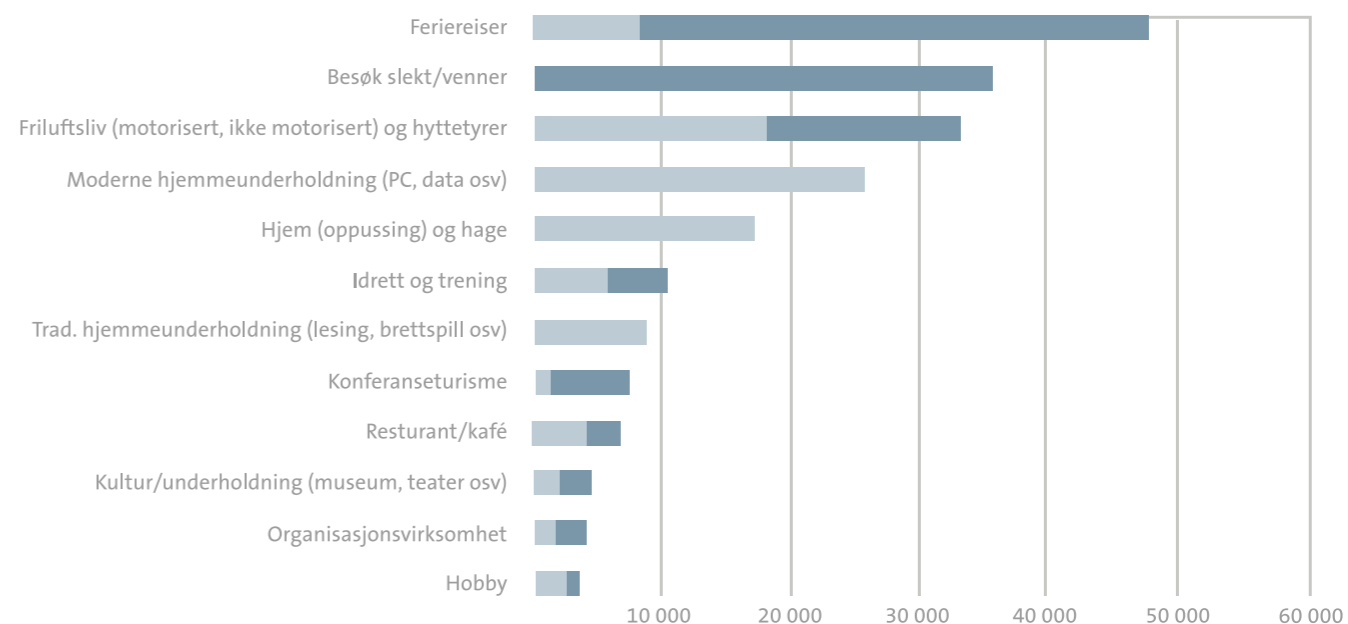
>> Et grønt skifte krever økt forbrukerkunnskap om ny teknologi og nye produkter.

>> Økt kunnskap om sosiale institusjoner, normer og verdier er viktig for å forstå og kunne løse miljøkonflikter.

økonomiske virkemidler vil kunne gi betydelige miljøforbedringer. Når det gjelder aksjeselskaper er manglende reguleringer og kortsiktige profittsyn en hindring for at næringslivet skal kunne ta sterkere miljøhensyn. Uten sterkere regulering vil bedrifters miljøengasjement lett få karakter av grønnvasking som ikke bidrar til å redusere de totale miljøbelastningene (*Faktaark 1-15 Foreslår lovreform for å løse klimakrisen*).

For å redusere miljøbelastningen fra varer og tjenester må forbruket reguleres. Det er imidlertid manglende konsensus om hvordan dette skal gjøres, og i hvilken grad forbrukere har et selvstendig ansvar. Dette kompliseres ved at mange verdikjeder er lange, kompliserte og globale. Økt forbruk hos oss medfører økt forurensing og miljøødeleggelser i andre verdensdeler. Norge og andre vestlige land har her et spesielt ansvar, men hvor og hvordan forbruket skal reguleres er det ingen enighet om. Først og fremst appelleres det til forbrukerens ansvarsfølelse. Dette er ikke effektivt blant annet fordi forbrukerne har begrensede muligheter til å skaffe kunnskap om de kompliserte sammenhengene, og fordi forbrukere mener at dette er et spørsmål andre har ansvar for. Bildet blir ytterligere komplekst fordi økt forbruk kan være et politisk mål for å styrke den generelle økonomiske veksten. Men forbruket påvirkes også av politiske tiltak for å styrke produksjon og næringsliv. Vi har for eksempel sett en betydelig økning i kjøttforbruket som følge av landbrukspolitiske tiltak til støtte for kjøttproduksjon. Vi har også sett en stor økning i salget av klær som følge av liberalisering av verdenshandelen (*Faktaark 18-14 Forbruk som miljøproblem*). Se figur Priser og import – klær.

Figur: Direkte og indirekte energiforbruk (terra joule) for hovedkategorier av fritidsaktiviteter, 2001



Behov for kunnskapsbasert miljøpolitikk

Tidligere var forskere og miljøeksperter i stor grad alene om å produsere kunnskap for forvaltningen. Prosjektet «Voice of Nature» har vist at dagens miljøpolitikk er preget av at flere aktører bidrar med kunnskap og informasjon. Det påpekes også at forskningsresultater ikke bare brukes som kunnskapsgrunnlag for forvaltning, men også kan utnyttes politisk. For at vitenskap skal spille en effektiv rolle i å løse miljøkonflikter må verdigrunnlaget som ligger under kontroversene artikuleres. En del miljøkonflikter kan ikke løses bare gjennom akkumulering av viten fordi konfliktene handler om ulike verdier og prioriteringer. Ord, kultur og verdier blir dermed viktige premisser i miljøkonflikter. Her kan det være store forskjeller mellom folk flest og fageksperter (*Faktaark 8-14 Miljøeksperternes innflytelse fra 1970-årene og fram til i dag*).

Markedskrefter alene løser ikke miljøutfordringene

Det er gjennomført flere studier av hvordan markedet for grønnere produkter og tjenester fungerer. Felles for resultatene er at markedskreftene alene ikke fungerer tilfredsstillende. Et eksempel er kildesortering av avfall. Flere kommuner har forsøkt å gi økonomisk belønning for kildesortering, men dette viser seg å virke mot sin hensikt. Både feil sortering og ulovlig avhending, slik som å brenne avfallet selv, økte. Det å appellere til sosiale normer og fellesskapsfølelse er mer effektivt (*Faktaark 15-14 Kildesortering av plikt for miljøet*).

Et annet eksempel er markedet for ingeniørtjenester. Rådgivende ingeniører var opptatt av å oppfylle statlige bestemmelser og levere det de trodde kundene ville ha. Fordi deres oppfatning av kundene var at lav pris var viktigst, bidro ikke dette til positive miljøforbedringer. Omlegging mot renere teknolog og energibesparelser kommer dermed enten gjennom offentlige innkjøp eller gjennom klarere og strengere offentlige reguleringer og standarder (*Faktaark 2-14 Norske ingeniører prioriterer ikke miljø*).

Et grønt skifte forutsetter kunnskap

Dersom forbrukere skal kunne velge produkter med lang levetid, lavt innhold av skadelige stoffer eller produkter produsert med lav miljøbelastning kreves kunnskap for å kunne foreta et informert valg. Dette er kunnskap som det ikke kan forventes at forbrukere alltid har. Vi kan hente et eksempel fra utviklingen innen nanoteknologi. Dette er et teknologiområde der utviklingen går raskere enn utviklingen av robuste reguleringsmekanismer, og der forbrukere i liten grad er klar over hvilke produkter som inneholder nanoteknologi og hvordan teknologien virker. Bruken av nanopartikler i forbruksartikler som for eksempel klær er uheldig på grunn av mulige skadelige virkninger når disse spres i naturen. Det er behov for å øke oppmerksomheten om de etiske, juridiske og miljømessige konsekvensene av teknologiske innovasjoner.

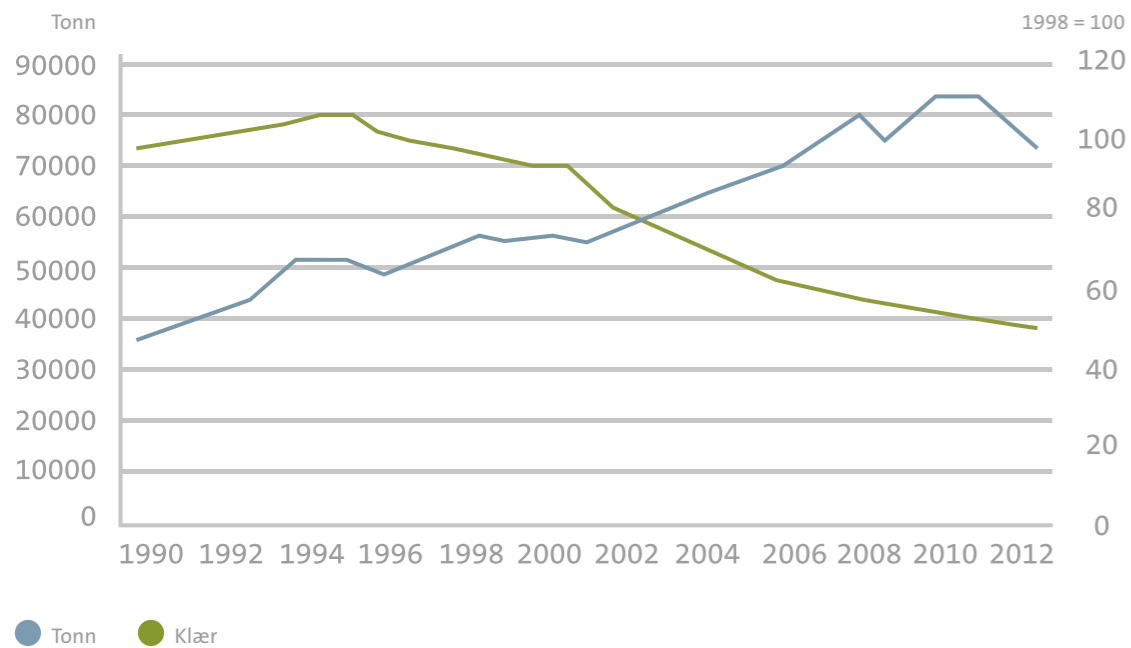
Normer og uenighet

For å få til varige og gode endringer i menneskers daglige praksiser, må eksisterende normer på feltet kartlegges. Kunnskap om eksisterende sosiale institusjoner, strukturer eller kultur, som mange ville kalle det, er helt avgjørende for utfallet av miljøpolitiske tiltak. På samme måte ser vi at språk er viktig. Den måten vi setter ord på og beskriver naturen har betydning for hvordan vi lager regler, retningslinjer og politikk, samt for måten vi oppfatter naturen. Vår forståelse av naturen har store konsekvenser for måten vi behandler den på. Et eksempel her er forståelsen av laks, som et husdyr, eller «bare» en fisk. I prosjektet «Newcomers to the farm» har forskerne funnet at vi gjennom oppdrett av laks er i ferd med å endre vårt syn på fisk og utvide vårt repertoar for omsorg for levende vesener til også å inkludere en omsorg for fisk (*Faktaark 4-14 Et husdyr blir til*).

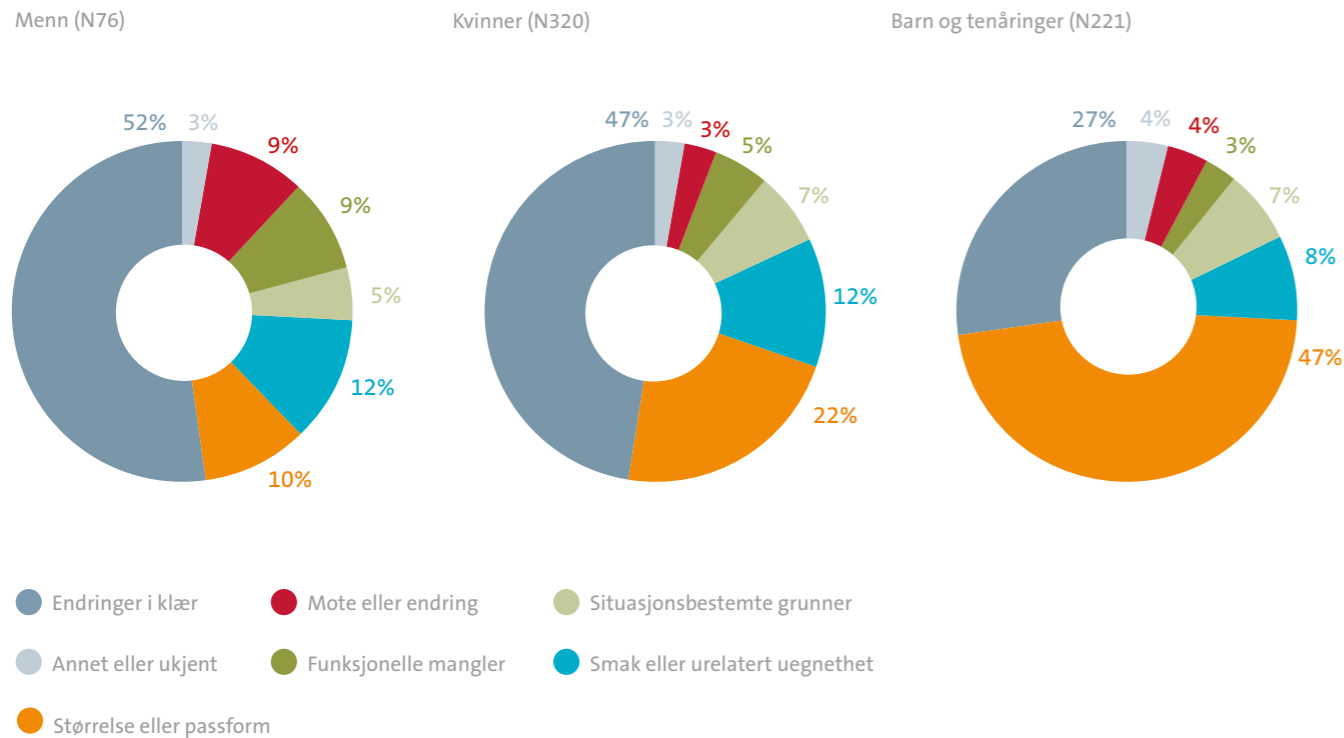
Bruk viktig

Miljøreguleringer har vært rettet mot produksjonsforhold, innhold av miljøgifter i forbruksvarer eller bedre avfalls-

Figur: Priser og import – klær



Figur: Avhendingsårsaker for klær: N= antall klær for menn, kvinner, barn og tenåringer.



behandling. Selve forbruket, altså bruken av produkter og tjenester, er blitt utelatt. Bruken er viktig både fordi den bestemmer mengden varer som anskaffes og hvor lenge de brukes. Forbruket innebærer en rekke dagligdagse handlinger som hver for seg har liten effekt, men når de gjentas ofte får store konsekvenser. Vasking av klær krever for eksempel mer energi enn produksjonen av tekstilene, og små endringer i vasketemperatur gir stor samlet effekt på energiforbruket. Det samme gjelder biler. Selv om de er blitt mer energieffektive, kjøres de lenger. Det er behov for mer forskning på de samfunnsmessige aspektene ved klima- og miljøproblematikken. Den stadige veksten i både produksjon og forbruk er viktige årsaker til miljøproblemene, og vi trenger økt kunnskap om hvordan disse faktorene best mulig kan reguleres. Et grønt skifte krever at kunnskap om miljøutfordringene styrkes både i politikken og blant forbrukerne. Markeds løsninger, produktforbedringer eller nye teknologiske løsninger er på mange områder ikke tilstrekkelig for å redusere miljøpåvirkningen fra produksjon og forbruk. Vi må i større grad søke løsninger som bidrar til å redusere mengden ting som forbrukes, samt foreta større endringer i måten vi behandler og bruker ting på. Miljøpolitikken må legge rammene for denne type omlegginger av forbruket. Se Figur Avhendingsårsaker for klær.

Oppsummering

Det er behov for mer forskning på de samfunnsmessige aspektene ved klima- og miljøproblematikken. Den stadige veksten i både produksjon og forbruk er viktige årsaker til miljøproblemene, og vi trenger økt kunnskap om hvordan disse faktorene best mulig kan reguleres. Et grønt skifte krever at kunnskap om miljøutfordringene styrkes både i politikken og blant forbrukerne. Markeds løsninger, produktforbedringer eller nye teknologiske løsninger er på mange områder ikke tilstrekkelig for å redusere miljøpåvirkningen fra produksjon og forbruk. Vi må i større grad søke løsninger som bidrar til å redusere mengden ting som forbrukes, samt foreta større endringer i måten vi behandler og bruker ting på. Miljøpolitikken må legge rammene for denne type omlegginger av forbruket.

LÆR MER

Kontaktpersoner:

Ingun Grimstad Klepp og Gunnar Vittersø,
Statens institutt for forbruksforskning (SIFO)
Carlo Aall, Vestlandforskning

Institusjoner som jobber med disse temaene:

Statens institutt for forbruksforskning (SIFO)
Vestlandforskning

Litteraturtips:

Aall, C. (2011): Hyttebruk og miljø:
en arena for nøysomhet eller overforbruk?

Gansmo, H.J., Berker, T., Jørgensen, F.A. (2011):
Norske hytter i endring. Om bærekraft og behag.
Trondheim: Tapir Akademisk Forlag: 107-125.

Aall, C. (2011): The Energy Use of Leisure
consumption in Norway: Analysis and Reduction
Strategy, Journal of Sustainable Tourism, Vol. 19,
No. 6, 729–745

Aall, C., Hille, J. (2010): “Consumption –
a missing dimension in climate policy”, i
n Bhaskar, R., Frank, C., Høyer, K.G., Naess, P., and Parker,
J. (2010): Interdisciplinarity and Climate Change.
Transforming Knowledge and Practice for Our Global
Future, London: Routledge: 85-100

Aall, C., Klepp, I.G., Støa, E., Engeset, A.B., Skuland, S.
(2011): Leisure and Sustainable Development in Norway:
Part of the Solution and the Problem,
Leisure Studies, 30:4, 453-476

Hille, J., Aall, C., Klepp, I.G. (2007): Miljøbelastninger fra
norsk fritidsforbruk – en kartlegging. VF-rapport 1/07.
Sogndal: Vestlandforskning

Hille, J., Storm, H.N., Aall, C., Sataøen, H.L. (2008):
Miljøbelastningen av norsk forbruk og produksjon
1987 – 2007. En utredning for Miljøverndepartementet og
Barne- og likestillingsdepartementet. VF-rapport 2/08.
Sogndal: Vestlandforskning.

Veien videre fra Miljø 2015 til MILJØFORSK

Når Miljø 2015 avsluttes i 2015, overtar det nye programmet MILJØFORSK. En viktig arv skal ivaretas, og ambisjonen er å bidra til en styrking av miljøforskningen de neste årene.



Oppfølgingsarbeidet av Miljø 2015 startet allerede i slutten av 2012 og resulterte i desember 2013 i FoU-strategien Miljø21. I denne strategien sees ulike deler av miljøforskningen i sammenheng. Miljø21 ble et viktig grunnlagsdokument for utviklingen av det nye programmet MILJØFORSK - Miljøforskning for en grønn samfunnsomstilling.

MILJØFORSK ivaretar en viktig arv fra Miljø 2015. Programmet ønsker å styrke miljøforskningen slik at den i best mulig grad kan besvare dagens samfunns- og kunnskapsutfordringer, nasjonalt og internasjonalt, og øke innsatsen for en bærekraftig utvikling i bred forstand. MILJØFORSK vil vektlegge samarbeid med nærliggende forskningsområder og dialog og pådriverroller overfor andre relevante aktører.

FoU-strategien Miljø 21

Forskningsrådet tok mot slutten av 2012 initiativ til å utvikle et nytt kunnskapsgrunnlag for etableringen av nye satsinger i miljøforskningen. Dette endte med FoU-strategien Miljø21. Alle som ønsket det kunne i en åpen høring komme med innspill om hva de mente var viktig for miljøforskningen fremover. 160 innspill fra forskning, forvaltning og næringsliv kom inn. Fire bredt sammensatte grupper utarbeidet hovedkapitlene om naturmangfold, landskap og kulturmiljøer, forurensning, forbruk og avfall og miljø og næring. Lederne for arbeidsgruppene utarbeidet sammen en overordnet rapport. Klima- og miljøminister Tine Sundtoft mottok FoU-strategien Miljø21 den 28. januar 2014.

Et hovedbudskap i Miljø21 er at det trengs mer samarbeid mellom alle som er involvert i miljøforskningen og at mer helhetlig innsats er nødvendig for å løse framtidens samfunnsutfordringer.

Planene for det nye programmet

Et programplanutvalg arbeidet høsten 2014 med foreløpig programplan for satsingen som skulle få navnet MILJØFORSK. Prosessen med etablering av nytt miljøprogram var koordinert med nytt MARINFORSK etter Havet og kysten, og med nytt stort program HAVBRUK etter HAVBRUK. Dette førte blant annet til at merverdien av samarbeid ble satt tydeligere på dagsordenen. Oppgaven var å etablere grunnlag for et nytt landbasert miljøprogram etter Miljø 2015 og samtidig bygge på anbefalingene fra FoU-strategien Miljø21.

Føringer til programplanutvalget fra divisjonsstyret i Energi, ressurser og miljø understreket enkelte av anbefalingene fra Miljø21:

- fokuser på miljømuligheter i tillegg til problemene,
- det trengs en sterkere kobling med næringsvirksomhet,
- klima og miljø må sees i sammenheng,
- internasjonale miljøutfordringer krever internasjonal satsing,
- rett mer av innsatsen mot byer og tettsteder.

Den foreløpige programplanen forelå tidlig i 2015 og dannet grunnlag for MILJØFORSKs første utlysninger. Programstyret var på plass i løpet av sommeren samme år, og konstituerende møte ble avholdt 11. september.

MILJØFORSK er Forskningsrådets hovedsatsing på miljøforskning. Det er et landbasert miljøprogram som også omfatter ferskvann og luft. Programmet skal gi økt kunnskap om sentrale miljøutfordringer og gi forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig et bedre grunnlag for å treffe beslutninger for en grønn omstilling. Miljøforskningen griper inn i alle samfunnsområder og retter seg mot store, sammensatte spørsmål som krever tverrfaglige tilnærminger.

MILJØFORSK skal utvide mulighetsrommet for forskning på miljø og samfunn. Programmet ser «miljø» som både utfordring, ressursgrunnlag og konkurransemulighet, og som et samspill mellom økologiske og samfunnsmessige prosesser. Begrepet bærekraft omfatter både økologiske, økonomiske, sosiale, teknologiske og kulturelle dimensjoner.

Programmet vil legge til rette for mer dialog mellom kunnskapsprodusenter og interessegrupper, og for mer aktivt samspill med næringslivet.

MILJØFORSK tar opp de viktigste nasjonale og globale miljøutfordringene gjennom tre hovedtemaer som bygger på hverandre. Det skal utvikles kunnskap om

- ressursene, hvordan de påvirkes og hvordan miljøet bidrar til goder for samfunnet,
- endringsprosesser, drivkrefter, tiltak og hvordan miljøet brukes,
- løsninger for omstilling til et mer bærekraftig samfunn.

Det er et mål at mye av forskningen i programmet skal knytte sammen elementer fra de tre temaene i fler- og tverrfaglige analyser. De tre hovedtemaene er konkretisert i 11 forskningsområder.

MILJØFORSK skal hovedsakelig legge til rette for anvendt forskning, men også ha rom for mer grunnleggende forskning og for innovasjonsprosjekter der det er relevant. Programmet vil i stor grad samarbeide med andre programmer og virkemidler i Forskningsrådet, og har definert de aktuelle samarbeidsområdene i programplanen. Dette vil øke både slagkraft og bredde og være et viktig bidrag til tverr- og flerfaglig samarbeid og nettverksbygging. Programmet skal også jobbe i en internasjonal kontekst og fremme internasjonalt samarbeid.

Programmet ønsker å øke miljøforskningens relevans for samfunnet. Mye av forskningen skal være endrings- og løsningsorientert og rettet mot de store oppgavene som ligger i «omstillingssamfunnet» og «det grønne skiftet».



Dette krever at kunnskapen når ut, og programmet vil derfor legge stor vekt på kunnskapsdeling og formidling.

Skal videreføre arven fra Miljø 2015

Miljø 2015 ivaretok en viktig arv med tanke på innretningen av enkelte forskningsområder, en arv som MILJØFORSK bør forvalte og hegne om. Tverrfaglig miljøforskning som innbefatter samarbeid på tvers av de såkalte MATNAT- og HUMSAM-fagene var sterk innenfor temaområdet Land. En tradisjon for mer kritisk miljøforskning om samfunnsmessige rammebetingelser og styringsmuligheter lever i beste velgående innenfor temaområdet Samfunn. Visse strategiske grep som Miljø 2015 har gjort – som å prioritere rekrutteringen gjennom utlysninger og egne seminarer for stipendiater - og å gjennomføre egne mobiliseringsseminarer for å øke oppmerksomheten om et tema i en utlysning for å få flere og bedre søknader – er viktige erfaringer som tas med i MILJØFORSKs videre arbeid.

MILJØFORSK overtar Miljø 2015s ansvarsområder. Programmet har et hovedansvar for fire av Klima- og miljødepartementets (KLDs) resultatområder innenfor terrestrisk del, altså naturmangfold, kulturminner og kulturmiljø, friluftsliv og forurensning. Ca. 65 prosent av budsjettet gjør KLD til en hovedfinansør, men samtidig er øvrige andeler uttrykk for at MILJØFORSK er et «spleiselag». Det er et langvarig og viktig samarbeid med landbrukssiden, som til sammen utgjør over 9 millioner kroner pr. år, med bidrag både fra Landbruks- og matdepartementet og Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri. Stikkord for tildelingene er bærekraftig landbruk, plantehelelse og forurensning. En tildeling som understøtter MILJØFORSKs satsing på bærekraftige byer og tettsteder kommer fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 6 millioner kroner årlig som hører inn under Plansatsing mot store byer. Det siste vesentlige bidraget som nevnes her, er Kunnskapsdepartementets andel som har vært svakt økende de siste årene til 12 millioner kroner i 2015. Tildelingen styrker miljøforskningens sektorovergripende rolle.

Skal ha en pådriverrolle

Miljøforskningen skal bidra til bærekraftig utvikling i bred forstand. Det skal utvikles ny kunnskap, gjerne på nye og såkalte grensesprengende måter, ved at ulike aktører bringes sammen. Programmet skal bringe kunnskapsutviklingen videre, og det er et mål å bidra til mer dialog og forståelse. MILJØFORSK skal bidra til at kunnskap spres, deles og utfordres, og at det utdannes nye kompetente miljøforskere. Alt dette kan ikke ivaretas av MILJØFORSK innenfor dagens rammer.

Det vil være avgjørende for programmets suksess hvordan man lykkes med samarbeid. Kapitlet om «Tverrgående samarbeid med relaterte virkemidler» i MILJØFORSKs foreløpige programplan beskriver handlingsrommet.

De samlede miljøutfordringene er ikke blitt mindre siden Miljø 2015 startet. Utviklingen nasjonalt og globalt går fortsatt ikke i en bærekraftig retning, og bevilgningene til programmet har vokst lite i løpet av ti år. Det er mange utfordringer og potensielle muligheter knyttet til den forestående omstillingen til et grønnere samfunn der MILJØFORSK må være både premissgiver, bidragsyter og pådriver for bærekraftig utvikling.

Jonas Enge,
programkoordinator for MILJØFORSK

FORFATTERE AV TEMADELENE I RAPPORTEN

Naturmangfold og økosystemtjenester

| | |
|----------------------------------|---|
| Gruppeleder, Vera Hausner | Norges arktiske universitet (UiT) |
| Tom Andersen | Universitetet i Oslo (UiO) |
| Anders Nielsen | Universitetet i Oslo (UiO) |
| Francesca Verones | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) |
| Nina Elisabeth Eide | Norsk institutt for naturforskning (NINA) |

Friluftsliv

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Gruppeleder, Odd Inge Vistad | Norsk institutt for naturforskning |
| Hogne Øian | Norsk institutt for naturforskning |

Laksefisk

| | |
|---------------------------------------|---|
| Gruppeleder, Asbjørn Vøllestad | Universitetet i Oslo |
| Kjetil Hindar | Norsk institutt for naturforskning (NINA) |
| Anders Skonhoft | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) |
| Bengt Finstad | Norsk institutt for naturforskning (NINA) |

Landskap og areal

| | |
|------------------------------------|---|
| Gruppeleder, Gunhild Setten | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) |
| Gunnar Austrheim | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) |
| Annegreth Dietze-Schirdewa | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) |
| Ingrid Bay-Larsen | Nordlandsforskning |

Kulturminner

| | |
|----------------------------------|---|
| Gruppeleder, Knut Paasche | Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) |
| Grete Swensen | Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) |
| Hilde Amundsen | Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) |

Miljøgifter

| | |
|-----------------------------------|--|
| Gruppeleder, Katrine Borgå | Universitetet i Oslo |
| Thorjörn Larssen | Norsk institutt for vannforskning (NIVA) |
| Knut Breivik | Norsk institutt for luftforskning (NILU) |
| Nicholas Warner | Norsk institutt for luftforskning (NILU) |
| Olav Schram Stokke | Universitetet i Oslo |

Andre forurensninger

| | |
|---------------------------------|--|
| Prosjektleder, Rolf Vogt | Universitetet i Oslo |
| Per Stålnacke | Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) |

Landbruksrelatert miljøtematikk

| | |
|--------------------------------------|--|
| Gruppeleder, Marianne Stenrød | Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) |
| Ari Hietala | Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) |
| Atle Mysterud | Universitetet i Oslo (UiO) |

Forvaltning/virkemidler

| | |
|-------------------------------|---|
| Gruppeleder, Per Østby | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) |
| Vibeke Nenseth | Transportøkonomisk institutt (TØI) |
| Beate Sjøfjell | Universitetet i Oslo (UiO) |
| Arild Vatn | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) |
| Kristin Rosendal | Fridtjof Nansens Institutt (FNI) |

Viltforvaltning

| | |
|---------------------------------|---|
| Gruppeleder, John Linell | Norsk institutt for naturforskning (NINA) |
| Vegard Gudersen | Norsk institutt for naturforskning (NINA) |

Vannforvaltning

| | |
|--------------------------------|---|
| Gruppeleder, Dag Hessen | Universitetet i Oslo (UiO) |
| Anne Lyche Solheim | Norsk institutt for vannforskning (NIVA) |
| Tone Muthanna | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) |
| Hans de Beer | Norges geologiske undersøkelse (NGU) |

Forbruk og miljø

| | |
|-------------------------------------|--|
| Gruppeleder, Gunnar Vittersø | Statens institutt for forbruksforskning (SIFO) |
| Carlo Aall | Vestlandsforskning |
| Ingun Grimstad Klepp | Statens institutt for forbruksforskning (SIFO) |

Prosjektliste over Miljø 2015s forskerprosjekter

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|---------------|--|------------|--|-------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 181888 | | FORURENS: Nuclear receptor targets for endocrine disrupting effects - mechanisms of action for emerging pollutants? | FORURENS | Matematisk-naturvitenskapelig fakultet, Universitetet i Bergen | Marte Rusten | 01.07.2007 | 01.12.2011 | 7 323 000 |
| 181918 | REDUCE | FORURENS: Reduced pesticide loads and risks in cropping system | FORURENS | Bioforsk Plantehele | Kirsten Semb Tørresen | 01.06.2007 | 31.12.2011 | 6 180 000 |
| 181919 | | FORURENS: Mercury and POPs in the vertically migrating Mysis relicta in Lake Mjøsa: quantifying the uptake from sediments and prey | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Brit Lisa Skjelkvåle | 01.01.2007 | 29.02.2008 | 300 000 |
| 181924 | | FORURENS: Occurrence and fate of springtime atmospheric deposition of mercury in the Arctic | FORURENS | Institutt for kjemi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Torunn Berg | 01.07.2007 | 01.03.2011 | 3 375 000 |
| 181928 | | FORURENS: Trace metals (Cd, Zn and Hg) in multiple stressed environments: effects on microbial communities and functions in soils | FORURENS | Institutt for miljøvitenskap, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Åsgeir Rossebø Almås | 01.11.2007 | 01.01.2012 | 3 824 000 |
| 181937 | PRECIP | FORURENS: Importance of climate and chemical composition of precipitation on distribution and behaviour of radiocaesium in terrestrial ecosystem | FORURENS | Fakultet for naturvitenskap og teknologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Eiliv Steinnes | 01.06.2007 | 01.03.2010 | 1 086 000 |
| 181947 | RAPTOR | FORURENS: Persistent organic pollutants and natural stress in avian top predators of northern ecosystems; potential vulnerability to environ | FORURENS | NINA Norsk institutt for naturforskning | Jan Ove Bustnes | 10.01.2007 | 31.12.2011 | 5 555 000 |
| 183424 | ForestMercury | FORURENS: Effects of catchment processes and forest management in boreal forests on Hg and MeHg in surface waters | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Heleen de Wit | 01.01.2008 | 31.03.2011 | 3 600 000 |
| 183437 | | FORURENS: Understanding Long-Range Atmospheric Transport Behaviour of Emerging Persistent Organic Pollutants (POPs) | FORURENS | NILU Norsk institutt for luftforskning | Martin Schlabach | 01.01.2008 | 30.09.2012 | 4 366 000 |
| 183758 | NanoTrace | FORURENS: Development of methods for tracing nanoparticles in the environment | FORURENS | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Deborah Helen Oughton | 01.01.2008 | 01.03.2010 | 1 936 000 |
| 183759 | SEALINK | FORURENS: Models and stable isotopes to quantify sources of nutrients transported by rivers to the sea: atmospheric deposition, land sources | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Richard F. Wright | 01.04.2008 | 01.03.2011 | 2 502 000 |
| 183762 | | FORURENS: Effects-directed identification of emerging substances | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Kevin V. Thomas | 01.03.2008 | 01.04.2014 | 3 628 000 |
| 183920 | SWEETS | FORURENS: Environmental effects of the new low-calorie sweetener sucralose | FORURENS | NILU Norsk institutt for luftforskning | Henrik Kylin | 01.04.2008 | 01.03.2011 | 2 100 000 |
| 183923 | | FORURENS: Bioaccumulation and endocrine disruptive effects of POPs in trout from Lake Mjøsa and an upstream reference population | FORURENS | Institutt for biologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Eugen Gravnin-gen Sørmo | 06.03.2008 | 06.05.2011 | 3 700 000 |
| 196191 | | FORURENS: Integrated Modeling and Monitoring of Emerging Organic Contaminants in the Nordic Region | FORURENS | NILU Norsk institutt for luftforskning | Knut Breivik | 01.04.2010 | 31.03.2014 | 4 412 500 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|-------------|---|------------|--|---------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 196270 | ENPERA | FORURENS: Engineered nanoparticle interactions with the environment: towards a better understanding of the risk they pose | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Kevin V. Thomas | 01.03.2010 | 01.07.2014 | 4 350 000 |
| 196295 | MERINO | FORURENS: Environmental mercury in Norway: biogeochemical, microbiological and bioaccumulation processes driving increased mercury in fish | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Thorjorn Larssen | 01.04.2010 | 30.06.2014 | 5 750 000 |
| 196318 | alterREACH | FORURENS: Non-animal (alternative) testing methods for REACH | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Knut-Erik Tollefsen | 01.08.2010 | 30.09.2015 | 5 200 000 |
| 221373 | | Foruren: Is the cocktail effect of environmental contaminants a threat for Arctic fish populations? | FORURENS | Akvaplan niva | Anita Evenset | 01.01.2013 | 31.12.2015 | 4 512 000 |
| 221391 | NanoCharM | FORURENS Nanoparticle Characterisation in Environmental Media: Linking exposure to effects | FORURENS | Institutt for miljøvitenskap, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Deborah Helen Oughton | 01.03.2013 | 31.12.2016 | 5 000 000 |
| 221394 | | FORURENS- Strategies for implementation of sound cereal production methods with low loss of pesticides and phosphorus | FORURENS | Bioforsk Plantehele | Marianne Stenrød | 01.01.2013 | 01.07.2016 | 5 000 000 |
| 221418 | | Foruren: Mercury in the Arctic: The roles that atmosphere, aerosols, snow and ground play on the mercury cycle at Ny-Ålesund. | FORURENS | Institutt for kjemi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Torunn Berg | 01.07.2013 | 01.07.2016 | 5 000 000 |
| 221440 | WASTEFFECT | WASTEFFECT - Life cycle effects of emerging contaminants in waste | FORURENS | NGI Norges geotekniske institutt | Hans Peter Arp | 01.01.2013 | 31.12.2015 | 4 542 000 |
| 221455 | EDRISK | Adverse Outcome Pathways for Endocrine Disruption in Daphnia magna, a conceptual approach for mechanistically-based Risk assessment | FORURENS | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Knut-Erik Tollefsen | 01.04.2013 | 31.03.2017 | 4 857 000 |
| 222259 | NORDIC-LACS | Pollution - NORDIC Lake exposure to Cyclic Siloxanes: assessment of transport, distribution and fate | FORURENS | NILU Norsk institutt for luftforskning | Nicholas Alexander Warner | 01.01.2013 | 29.02.2016 | 4 356 000 |
| 183176 | ROSA III | LAND: Comparing, contrasting and integrating large carnivore predation and hunter harvest into sustainable ecosystem management | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | John D. C. Linnell | 01.01.2008 | 01.01.2012 | 8 646 000 |
| 183182 | | LAND: Policy for harmonising national park management and local business development | LAND | Vestlandsforskning | Stefan Gösling | 01.01.2008 | 01.01.2012 | 3 811 000 |
| 183268 | | LAND: Long-term ecological effects of sheep grazing in alpine ecosystems and its integration with management | LAND | Biologisk institutt, Universitetet i Oslo | Atle Myrseter | 01.01.2008 | 30.06.2012 | 7 100 000 |
| 183300 | | LAND: Cultural heritage as an asset for economic added value; selection processes from a coast - inland perspective | LAND | Norsk senter for bygdeforskning | Karoline Daugstad | 01.01.2008 | 30.05.2012 | 4 100 000 |
| 183318 | | LAND: Norwegian Insect Red Lists 2010 and 2015: optimising the use of species occurrence data for objective evaluation of endangered status | LAND | Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo | Vladimir Gusarov | 01.08.2008 | 01.01.2014 | 2 800 000 |
| 183385 | CoCoviN | LAND: Conservation Covenants in Norway (CoCoviN) - moderating conflicts, reducing bio-diversity loss and improving resource management? | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Odd Inge Vistad | 01.01.2008 | 01.01.2013 | 3 000 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|------------------|---|------------|---|----------------------|------------|------------|---------------------------|
| 184036 | | LAND: Towards sustainable management of moose, red deer and their food resources | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Erling Johan Solberg | 01.01.2008 | 01.01.2013 | 5 500 000 |
| 184059 | | LAND: Fire history in Trillemarka | LAND | Norsk institutt for skog og landskap | Jørund Rolstad | 01.01.2008 | 01.01.2012 | 2 250 000 |
| 184065 | SILPAS | LAND: Trees as drivers of silvopastoral system function | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Graciela M. Rusch | 01.01.2008 | 01.01.2012 | 3 808 000 |
| 184067 | | LAND: Local heritage values and cultural heritage plans in urban fringe areas | LAND | NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning | Grete Swensen | 01.02.2008 | 31.03.2011 | 2 700 000 |
| 184099 | | LAND: How to prevent invasion of alien species onto urban hills and coastal heathland ecosystems: Sustaining biodiversity in cultural lands | LAND | Samfunnsvitenskapelig fakultet, Universitetet i Bergen | Ole R. Vetaas | 01.04.2008 | 01.01.2012 | 6 800 000 |
| 184107 | | LAND: A new model approach to assess genetically modified plants: their ecotoxicity and potential interactions with environmental pollutants | LAND | GenØk Senter for biosikkerhet | Thomas Bøhn | 01.01.2008 | 30.06.2012 | 6 400 000 |
| 184119 | VEGA 2045 | LAND: VEGA 2045: World heritage and local knowledge - integrated modelling and scenario building for nature and cultural heritage management | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Olav Skarpaas | 06.01.2008 | 01.10.2014 | 5 500 000 |
| 184126 | | LAND: Testing and adapting recreational planning systems to urban woodlands | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Vegard Gundersen | 01.07.2008 | 01.01.2012 | 1 800 000 |
| 184133 | | LAND: Driving forces in vegetation dynamics and their consequences for ecosystem services | LAND | Matematisk-naturvitenskapelig fakultet, Universitetet i Bergen | John-Arvid Crytnes | 01.01.2008 | 01.01.2012 | 4 250 000 |
| 184137 | | LAND: There is more to the picture than meets the eye - endophytic fungi in boreal forest bryophytes | LAND | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Mikael Ohlson | 01.03.2008 | 01.03.2014 | 3 900 000 |
| 184140 | EcoFinn | LAND: Ecosystem Finnmark (EcoFinn): Ungulate overabundance, trophic cascades and subsidies | LAND | Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Rolf Anker Ims | 01.07.2008 | 31.07.2013 | 9 500 000 |
| 189941 | Til kysten | LAND: Accessibility, privacy and barriers for outdoor recreation along the coast | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Odd Inge Vistad | 01.04.2009 | 01.01.2013 | 3 100 000 |
| 189944 | | LAND: Angler and hunting tourism: potential conflicts and impacts on present practices of hunting and angling | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Ketil Skogen | 01.01.2009 | 01.01.2012 | 3 200 000 |
| 189969 | GOVEREC | LAND: Conditions for sustainable management of urban recreational landscapes. May governance and accessibility be valuable tools? | LAND | Institutt for landskapsplanlegging, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Knut Bjørn Stokke | 01.01.2009 | 01.01.2013 | 3 872 000 |
| 189986 | Millstone | LAND: The Norwegian Millstone Landscape | LAND | NGU Norges geologiske undersøkelse | Gurli B. Meyer | 01.03.2009 | 01.09.2012 | 4 000 000 |
| 190044 | DYLAN | LAND: Towards a new framework for the management of both cultural and natural heritage in upland Landscape Conservation Areas (LCA) in Norway | LAND | Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Gunnar Austrheim | 01.01.2009 | 01.01.2013 | 5 668 000 |
| 190073 | PAINFUL HERITAGE | LAND: PAINFUL HERITAGE. Cultural landscapes of the Second World War in Norway. Phenomenology, Lessons and Management systems | LAND | Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Marek E. Jasinski | 01.02.2009 | 01.01.2012 | 4 946 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|---------------------|---|------------|--|-------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 190818 | | LAND: The post-medieval archaeological resource in and around Norwegian towns: heritage potential, protection and management | LAND | NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning | Knut Paasche | 01.01.2009 | 01.01.2015 | 6 500 000 |
| 203784 | | LAND: Local ideals, models and practice in natural resource management. Does local management matter? | LAND | Institutt for landskapsplanlegging, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Eirin Hongslo | 01.09.2011 | 31.12.2015 | 4 688 000 |
| 203786 | TickDeer | LAND: Partial migration of red deer and tick distribution at the altitudinal colonization border (TickDeer) | LAND | Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo | Atle Mysterud | 01.04.2011 | 31.03.2015 | 4 750 000 |
| 203788 | REINMAN | LAND: Regional planning and wild reindeer management | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Bjørn Petter Kaltenborn | 01.03.2011 | 31.03.2014 | 4 550 000 |
| 203804 | BioDiverse | LAND - Terrestrial biodiversity through time - novel methods and their applications | LAND | UNI Research, Universitetet i Bergen | Anne Elisabeth Bjune | 01.04.2011 | 31.12.2014 | 4 579 000 |
| 203808 | PATHEXT | LAND - Habitat fragmentation and pathways to extinction in dead-wood dependent fungi | LAND | Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo | Karl-Henrik Larsson | 01.01.2011 | 31.12.2015 | 4 419 000 |
| 203822 | | LAND: Ash dieback in Norway - causes, impact and control | LAND | Norsk institutt for skog og landskap | Halvor Solheim | 01.04.2011 | 01.01.2015 | 4 679 000 |
| 204342 | MIGRAPOP | LAND: Adaptive management of migratory populations; developing novel tools at the interface between ecology, economy, agriculture and society | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Ingunn Tombre | 01.01.2011 | 01.01.2014 | 4 700 000 |
| 204403 | EcoDynDeer | LAND: Ecological dynamics by wild ungulate grazing | LAND | Høgskulen i Sogn og Fjordane | Stein Joar Hegland | 01.04.2011 | 31.12.2016 | 4 654 000 |
| 204420 | | LAND: Managing protected areas in a time of internationalization | LAND | FNI Fridtjof Nansens Institutt | Ole Kristian Fauchald | 01.01.2011 | 01.07.2015 | 4 000 000 |
| 204430 | SAM-BA-CAR-Re-Cover | LAND: SAR Monitoring of the Brazilian Amazon and Central African Rainforests - a PhD project to support EU FP7 ReCover | LAND | NORUT Northern Research institute | Jörg Haarpaintner | 01.04.2011 | 31.12.2015 | 3 754 000 |
| 212882 | | Cultural history, cultural heritage management and mediation in a South Sámi and Norse borderland | LAND | NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning | Hilde Rigmor Amundsen | 01.01.2012 | 28.02.2016 | 4 100 000 |
| 212885 | Urban WATCH | LAND: Cultural Heritage and Water Management in Urban Planning | LAND | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Pawel Krzeminski | 01.04.2012 | 31.03.2015 | 4 000 000 |
| 212897 | MANECO | LAND-Managing ecosystem services in low alpine cultural landscapes through livestock grazing | LAND | Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Gunnar Austrheim | 01.01.2012 | 31.08.2015 | 3 650 000 |
| 212900 | InSituFarms | LAND: Archaeological Deposits in a Changing Climate. In Situ Preservation of Farm Mounds in Northern Norway. | LAND | NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning | Knut Paasche | 01.01.2012 | 31.12.2015 | 4 510 000 |
| 212919 | ROSA IV | LAND: At the interface between science and policy for large carnivores: science for policy, science of policy, and science in policy | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | John D. C. Linnell | 01.03.2012 | 30.09.2015 | 4 500 000 |
| 212926 | | LAND-How do children experience nature? Meaning-making and socialization to outdoor life. | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Margrete Skår | 01.04.2012 | 01.06.2015 | 4 000 000 |
| 213263 | SPARC | LAND: SPARC. Snow Patch Archaeology Research Cooperation - The effects of climate change on vulnerable high mountain heritage environments. | LAND | Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Birgitte Skar | 01.01.2012 | 30.06.2016 | 4 580 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|-----------------------|--|------------|--|------------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 213291 | NFIX | LAND- Ecological effects of expanding nitrogen-fixing species in vulnerable ecosystems | LAND | Bioforsk Vest Særheim | Hans Martin Hanslin | 01.03.2012 | 31.12.2015 | 4 500 000 |
| 230275 | DeerUnit | LAND: Delimiting functional management units for partially migratory deer populations (DeerUnit) | LAND | Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo | Atle Mysterud | 01.05.2014 | 15.04.2018 | 4 400 000 |
| 230278 | ENKALL | LAND: Integrating scientific and traditional knowledge in adaptive management of semi-natural hay meadows. | LAND | Bioforsk | Sølvi Wehn | 15.02.2014 | 15.02.2017 | 4 400 000 |
| 230279 | PolliClim | LAND: Pollination; an ecosystem service affected by climate change | LAND | Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo | Anders Nielsen | 01.02.2014 | 31.01.2017 | 4 400 000 |
| 230296 | Mana_Forest | Land: Man and forests - an evaluation of management strategies for reduced deforestation and forest degradation | LAND | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet Noragric | Arild Vatn | 01.01.2014 | 31.12.2016 | 5 900 000 |
| 230307 | TESL | Tailoring the ecosystem services approach to landscape level management (TESL) | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Bjørn Petter Kaltenborn | 01.07.2014 | 01.07.2017 | 4 400 000 |
| 230329 | GEESE BEYOND BORDERS | Adaptive goose management beyond borders | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Ingunn Tombre | 01.01.2014 | 31.12.2016 | 4 400 000 |
| 230330 | CultEs | CultEs - Assessing spatially explicit cultural ecosystem services for adaptive management in the Alpine North | LAND | Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Vera Helene Hausner | 05.05.2014 | 05.05.2017 | 4 321 000 |
| 230335 | ADMAN | Adaptive management: Is there a golden toolbox hidden behind a buzz word and a utopian panacea? | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Vegard Gundersen | 01.01.2014 | 31.12.2016 | 4 400 000 |
| 243714 | Heritageroutes | Heritage routes - new requirements for use of instruments and forms of collaboration in heritage management | LAND | NINA Norsk institutt for naturforskning | Hogne Øian | 01.01.2015 | 31.12.2017 | 5 850 000 |
| 243724 | FRAGLA | From Fragmented to Integrated Landscape Management. Values of Green Cultural Heritage and implications for future policies and practises | LAND | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Annegreth Dietze-Schirdewahn | 01.01.2015 | 31.12.2017 | 5 165 000 |
| 183340 | | SAMFUNN: Consistency in Environmental Law | SAMFUNN | Juridisk fakultet, Universitetet i Oslo | Endre Stavang | 01.01.2008 | 30.09.2015 | 7 000 000 |
| 183350 | ENGOV | SAMFUNN: Environmental policy and human action | SAMFUNN | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Arild Vatn | 15.08.2008 | 15.03.2014 | 3 000 000 |
| 183352 | Newcomers to the farm | SAMFUNN: Newcomers to the farm, Atlantic salmon between the wild and the industrial | SAMFUNN | Sosialantropologisk institutt, Universitetet i Oslo | Marianne Elisabeth Lien | 01.10.2008 | 31.08.2013 | 3 089 500 |
| 183375 | | SAMFUNN: Can a combination of policy instruments increase the effectiveness and public acceptability of environmental policies? | SAMFUNN | CICERO Senter for klimaforskning | Hege Westskog | 01.08.2008 | 31.03.2015 | 3 000 000 |
| 183391 | | SAMFUNN: Manufacturing legitimacy of environmental policy | SAMFUNN | Sosiologisk institutt, Universitetet i Bergen | Olav Korsnes | 04.08.2008 | 31.08.2013 | 2 167 353 |
| 183549 | Voices of Nature | SAMFUNN: Voices of Nature - Representing nature in environmental policy negotiations | SAMFUNN | Humanistisk fakultet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Per Østby | 01.01.2008 | 31.10.2013 | 6 000 000 |
| 183573 | LEISURE | SAMFUNN: Leisure and Sustainable Development: part of the problem or part of the solution? | SAMFUNN | Vestlandsforskning | Carlo Aall | 01.01.2008 | 01.01.2011 | 4 107 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|-------------|--|------------|--|--------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 183575 | | SAMFUNN: Professionalism and pragmatism? The management of environmental knowledge and interdisciplinarity in consulting companies | SAMFUNN | Humanistisk fakultet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Vivian Anette Lagesen | 01.07.2008 | 01.06.2013 | 5 118 000 |
| 183593 | | SAMFUNN: Norms, green agents and environmental policy | SAMFUNN | Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning | Rolf Golombek | 01.01.2008 | 31.03.2013 | 7 005 000 |
| 196199 | | SAMFUNN: Managing Thresholds and Uncertainty in Resource Economics | SAMFUNN | Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning | Eric Nævdal | 01.04.2010 | 30.06.2014 | 4 932 000 |
| 196208 | | SAMFUNN: Regulations, markets and consumer self-regulation in global sustainable development. A comparison of three European countries | SAMFUNN | SIFO Statens institutt for forbruksforskning | Unni Kjærnes | 01.03.2010 | 31.01.2014 | 5 000 000 |
| 196224 | | SAMFUNN: Sustainable Companies - how to make companies contribute effectively to mitigation of climate change | SAMFUNN | Juridisk fakultet, Universitetet i Oslo | Beate Sjøfjell | 01.07.2010 | 01.01.2014 | 5 895 000 |
| 196228 | | SAMFUNN: Toxics Diplomacy and Trade: Norway in International Cooperation on Hazardous Substances and Trade | SAMFUNN | FNI Fridtjof Nansens Institutt | Olav Schram Stokke | 01.08.2010 | 01.10.2013 | 3 000 000 |
| 196407 | WAPABAT | SAMFUNN: Water Pollution Abatement in a system of Multi-level Governance: A study of Norway's implementation of EUs Water Framework Directive | SAMFUNN | NIBR Norsk institutt for by- og regionforskning | Jan Erling Klausen | 01.07.2010 | 31.12.2013 | 5 000 000 |
| 204339 | EcoEnvi | SAMFUNN: (When) are economic instruments environmentally effective? The case of transport sector | SAMFUNN | TØI Transportøkonomisk institutt | Farideh Ramjerdi | 04.01.2011 | 01.01.2014 | 3 500 000 |
| 204348 | BIOPOLICY | SAMFUNN: Biodiversity and Nature Index: Understanding, adaptive planning, and economic policy means for management of open lowlands and forest | SAMFUNN | SSB Statistisk sentralbyrå | Iulie Margrethe Aslaksen | 01.01.2011 | 31.01.2015 | 3 500 000 |
| 204370 | CUBI | SAMFUNN: Cultures of Biodiversity: Perceptions and Practices. | SAMFUNN | Samfunnsvitenskapelig fakultet, Universitetet i Oslo | Signe Lise Howell | 01.01.2011 | 30.04.2015 | 3 750 000 |
| 204559 | | SAMFUNN: Intergenerational and intragenerational equity in climate policy | SAMFUNN | Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning | Snorre Kvern-dokk | 01.08.2011 | 31.03.2014 | 3 494 000 |
| 204585 | | SAMFUNN: Norwegian Biodiversity Policy in the Interface between European Legislation and Multilateral Environmental Treaties: the Seed Issue | SAMFUNN | FNI Fridtjof Nansens Institutt | Leif Christian Jensen | 01.02.2011 | 01.09.2015 | 3 500 000 |
| 204600 | | SAMFUNN: Preventing environmental effects of products through producer responsibility | SAMFUNN | Juridisk fakultet, Universitetet i Oslo | Endre Stavang | 01.07.2011 | 31.10.2016 | 3 675 000 |
| 230313 | RESACTRA | Where and how should we build our homes? - Residential location, activity participation and travel behavior | SAMFUNN | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Petter Næss | 01.04.2014 | 31.03.2017 | 5 000 000 |
| 230319 | ARCTICFRONT | The Arctic as a Mining Frontier: Sacrifice zones or sustainable development? | SAMFUNN | Universitetet i Nordland | Grete Kaare Hovelsrud | 01.01.2014 | 31.12.2016 | 5 000 000 |
| 230351 | GRUS | SAMFUNN: Green Urban Spaces - the role of the cemetery in multicultural and inter-religious urban contexts | SAMFUNN | NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning | Grete Swensen | 01.01.2014 | 31.12.2016 | 4 800 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|----------------|--|-----------------|---|--------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 230365 | BREV | Bringing environmental knowledge into action: Environmental knowledge management in Norwegian local governments | SAMFUNN | Humanistisk fakultet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Vivian Anette Lagesen | 01.01.2014 | 01.08.2017 | 5 074 000 |
| 230374 | | Designing knowledge-based management systems for environmental governance in Norway | SAMFUNN | FNI Fridtjof Nansens Institutt | Kristin Rosendal | 01.04.2014 | 31.10.2016 | 5 000 000 |
| 230623 | UrbaKnow | Blurred Borders: Urbanization, Knowledge-Policy and Cross-Disciplinary Interaction for Sustainable Cities | SAMFUNN | CIENS Forsknings-senter for miljø og samfunn | Vibeke Nenseth | 01.01.2014 | 31.12.2016 | 4 950 000 |
| 189960 | TEXTILE WASTE | TVERS: From waste to material resources in a cradle to cradle perspective: A stakeholder approach within the textile value chain. | TVERS | SIFO Statens institutt for forbruksforskning | Ingun Grimstad Klepp | 01.03.2009 | 01.03.2014 | 4 384 000 |
| 190028 | EUTROPIA | TVERS: Watershed EUTROphication management through system oriented process modelling of Pressures, Impacts and Abatement actions. | TVERS | Kjemisk institutt, Universitetet i Oslo | Rolf David Vogt | 01.01.2009 | 31.08.2013 | 9 046 000 |
| 190054 | SDI | TVERS: Sustainable development indicators (SDI) in the context of the precautionary principle | TVERS | SSB Statistisk sentralbyrå | Iulie Margrethe Aslaksen | 01.01.2009 | 01.01.2012 | 9 000 000 |
| 192040 | TUNDRA | TVERS: Drivers of change in circumpolar tundra ecosystems (TUNDRA) | TVERS | Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Vera Helene Hausner | 01.01.2010 | 30.10.2014 | 9 000 000 |
| 183286 | HYDBIO-UPSCALE | VANN: Upscaling biological data, processes and models in relation to hydrological processes and models to catchment scale | VANN | SINTEF Energi | Lena S. Tøfte | 01.01.2008 | 03.03.2011 | 2 500 000 |
| 183360 | | VANN: Towards a better understanding of bloom-forming toxic cyanobacteria | VANN | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Thomas Rohrlack | 01.01.2008 | 01.01.2013 | 5 100 000 |
| 183372 | | VANN: Long term dynamic changes in an alpine-boreal watershed as reflected in the benthic fauna | VANN | Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Kaare Aagaard | 01.05.2008 | 03.03.2011 | 700 000 |
| 183982 | | VANN: Management of wild Atlantic salmon and escaped farmed salmon: Economic drivers, impacts and conflicts. | | | | | | |
| | VANN | Senter for økonomisk forskning, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Anders Skonhoft | 01.05.2008 | 30.04.2011 | 3 019 000 | | |
| 183984 | | VANN: Long-term effects of a biological invasion | VANN | Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Per-Arne Amundsen | 01.04.2008 | 31.12.2011 | 3 000 002 |
| 183986 | CPmonitor | VANN: Advanced monitoring of the introduced crayfish plague (Aphanomyces astaci) for improved management of endangered freshwater crayfish | VANN | Veterinærinstituttet | Trude Vrålstad | 17.11.2008 | 08.02.2013 | 4 167 000 |
| 183989 | | VANN: Declining long-term trends in Atlantic salmon abundance: inferring mechanisms using catch data for Norway and Scotland. | VANN | Biologisk institutt, Universitetet i Oslo | Leif Asbjørn Vøllestad | 01.04.2008 | 30.04.2011 | 2 755 000 |
| 183992 | SalPop | VANN: Population-limiting mechanisms for Atlantic salmon during early estuarine and coastal migration | VANN | NINA Norsk institutt for naturforskning | Bengt Finstad | 01.01.2008 | 31.12.2011 | 5 000 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|----------------------|--|------------|---|-------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 184002 | BIOCLASS-FRESH | VANN: Biological indicators for classification of ecological status in freshwater | VANN | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Anne Lyche Solheim | 02.01.2008 | 31.03.2013 | 6 300 000 |
| 184007 | | VANN: Quantitative and population genetic models for the effect of escaped farmed salmon on genetic variation and fitness in wild population | VANN | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Jarle Tufto | 01.01.2008 | 01.01.2012 | 3 765 000 |
| 196332 | | VANN: Allee effects in Atlantic salmon caused by parasite infestation and interspecific hybridisation with brown trout | VANN | NINA Norsk institutt for naturforskning | Kjetil Hindar | 01.01.2010 | 30.06.2013 | 6 300 000 |
| 196336 | COMSAT | VANN: Biodiversity, community saturation and ecosystem function in lakes | VANN | Biologisk institutt, Universitetet i Oslo | Tom Andersen | 01.03.2010 | 28.02.2013 | 4 612 000 |
| 196420 | | VANN: Genetic and environmental factors influencing pathogenicity in the interaction between Gyrodactylus salaris and its salmonid hosts | VANN | Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo | Philip Harris | 01.10.2010 | 01.01.2015 | 4 535 000 |
| 221393 | | VANN - Evolutionary ecology and hydrology - the effects of stream flow dynamics on the white-throated dipper | VANN | Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo | Anna Nilsson | 25.09.2013 | 24.09.2016 | 4 000 000 |
| 221398 | ECOREG | WATER: Ecosystem responses to different regulation regimes (ECOREG) | VANN | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Susanne Schneider | 01.04.2013 | 31.03.2016 | 4 500 000 |
| 221400 | Salmotrack 2013-2016 | Vann: Modeling ocean migration of Atlantic salmon (Salmotrack 2013-2016) | VANN | Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Audun Håvard Rikardsen | 01.03.2013 | 29.02.2016 | 4 519 000 |
| 221404 | LicePop | Effects of salmon lice on wild salmonid populations; filling in knowledge gaps | VANN | NINA Norsk institutt for naturforskning | Bengt Finstad | 01.01.2013 | 31.12.2015 | 4 500 000 |
| 221410 | BiWA | Biodiversity management and the Water Framework Directive under climate change | VANN | NINA Norsk institutt for naturforskning | Ingeborg Palm Helland | 01.03.2013 | 29.02.2016 | 4 813 000 |
| 221454 | RIVERCONN | HYDROPOWER AND CONNECTIVITY IN INLAND RIVERS | VANN | NINA Norsk institutt for naturforskning | Jon Museth | 01.01.2013 | 31.12.2015 | 4 419 000 |
| 243791 | EBAI | Environmental Barcoding of Aquatic Invertebrates | VANN | Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Torbjørn Ekrem | 01.06.2015 | 31.05.2018 | 4 509 000 |
| 243907 | TARGET | Targeted strategies for safeguarding the noble crayfish against alien and emerging threats | VANN | Veterinærinstituttet | Trude Vrålstad | 01.04.2015 | 31.03.2018 | 6 499 000 |
| 243910 | INVAFISH | Invasive freshwater fishes; dispersal vectors, impacts and management | VANN | Vitenskapsmuseet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Anders Gravbrøt Finstad | 01.04.2015 | 31.03.2018 | 6 500 000 |
| 243912 | BaseLice | Disentangling the role of salmon lice on the marine survival of Atlantic salmon (BaseLice) | VANN | UNI Research, Universitetet i Bergen | Bjørn Torgeir Barlaup | 01.02.2015 | 01.02.2018 | 6 428 000 |
| 243967 | SENSIMON | Use of sensors to improve water quality monitoring and process understanding in agricultural catchments | VANN | Bioforsk miljø | Per Gustav Stålnacke | 01.01.2015 | 31.07.2017 | 650 000 |
| 244086 | | Salmon migrating through a maze in a changing world: building a management regime for a multi-stock system affected by mixed-stocked fishing | VANN | NINA Norsk institutt for naturforskning | Martin A. Svenning | 01.01.2015 | 31.12.2017 | 5 500 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|---------------------|--|------------|--|---------------------|------------|------------|---------------------------|
| 244558 | LEST | Lakes in Transition: a Biogeochemical Modelling Approach | VANN | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Raoul-Marie Couture | 01.06.2015 | 30.06.2018 | 2 934 000 |
| 243644 | Climer | Climatic, abiotic and biotic drivers of mercury in freshwater fish in northern ecosystems (Climer) | Økosystem | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Heleen de Wit | 01.05.2015 | 30.04.2018 | 8 000 000 |
| 243763 | PO-LAR-ECOTOX | Contaminants in Antarctic and Arctic avian wildlife: Climatic and ecological drivers, comparative polar perspective, and effects | Økosystem | Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo | Katrine Borgå | 01.04.2015 | 31.03.2018 | 6 000 000 |
| 244298 | NordicExposureModel | Development, Evaluation and Application of a Nested Exposure Assessment Model for Organic Contaminants in the Nordic and Arctic Region | Økosystem | NILU Norsk institutt for luftforskning | Knut Breivik | 01.07.2015 | 30.06.2019 | 11 658 000 |
| 244460 | PEACE | Pollution and ecosystem adaptation to changes in the environment. | Økosystem | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Luca Nizzetto | 01.06.2015 | 31.05.2019 | 9 645 000 |
| 244557 | ECOFUNC | Understanding ecosystem functionality, expansion and retreat of species in the Scandinavian mountain tundra under multiple drivers of change | Økosystem | NINA Norsk institutt for naturforskning | Nina Elisabeth Eide | 01.07.2015 | 30.06.2019 | 17 939 000 |

Prosjektliste for Miljø 2015: bidrag til internasjonale prosjekter

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|------------|--|---------------|---|-----------------------|------------|------------|---------------------------|
| 247212 | SEAVIEW | Scenario, fishEry, ecological-economic modelling and Vlability nEtWork | Belmont forum | Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Claire Armstrong | 17.01.2015 | 31.12.2016 | 168 000 |
| 247226 | ScenNet | Biodiversity and Ecosystem Service Scenarios Network | Belmont forum | Matematisk-naturvitenskapelig fakultet, Universitetet i Bergen | John-Arvid Grytnes | 01.03.2015 | 31.12.2016 | 900 000 |
| 247379 | TSUNAGARI | Transsystem, unified approach for global and regional integration of socialecological study toward sust. use of biodiv. and ecosys. services | Belmont forum | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Francesca Verones | 01.04.2015 | 28.02.2017 | 420 000 |
| 194196 | CLIMIGRATE | BiodivERsA: CLIMIGRATE: Integrating ancient DNA and ecological modelling to quantify the impact of climate change on biodiversity | BiodivERsA | Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Nigel Yoccoz | 01.01.2009 | 01.01.2013 | 830 000 |
| 194197 | EcoCycles | BiodivERsA: EcoCycles: Interacting impacts of land use and climate change on ecosystem processes: From cyclic herbivores to predators of con | BiodivERsA | Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi, Universitetet i Tromsø - Norges arktiske universitet | Rolf Anker Ims | 01.01.2009 | 01.01.2013 | 2 170 000 |
| 225462 | FISHCON | BiodivERsA Biodiversity scenarios for fragmented landscapes; freshwater connectivity and the future of fish diversity | BiodivERsA | NINA Norsk institutt for naturforskning | Ingeborg Palm Helland | 01.12.2012 | 31.08.2015 | 1 400 000 |
| 225463 | REGARDS | BiodivERsA Resilience of marginal grasslands and biodiversity management | BiodivERsA | Fakultet for samfunnsvitenskap, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Karoline Daugstad | 01.01.2013 | 30.06.2016 | 765 000 |
| 225591 | LIMNOTIP | BiodivERsA Biodiversity dynamics and tipping points in our future freshwater ecosystems | BiodivERsA | Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo | Dag O. Hessen | 01.01.2013 | 31.10.2015 | 537 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|--------------------|---------------------|--|---------------------|--|------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 225592 | BUFFER | BiodivERsA - Partially protected areas as buffers to increase the linked social-ecological resilience | BiodivERsA | HI Havforskningsinstituttet | Esben Moland Olsen | 01.10.2012 | 30.09.2015 | 1 250 000 |
| 235947 | RESIPATH | BiodivERsA_RESIPATH: Responses of European Forests and Society to Invasive Pathogens | BiodivERsA | Norsk institutt for skog og landskap | Ari Mikko Hietala | 01.07.2014 | 31.12.2016 | 678 000 |
| 235948 | RESIPATH | BiodivERsA_RESIPATH: Responses of European Forests and Society to | | | | | | |
| Invasive Pathogens | BiodivERsA | Bioforsk | Venche Talgø | 15.08.2014 | 31.12.2016 | 528 000 | | |
| 235949 | Salmolvade | BiodivERsA Causes and consequences of invasions of aquatic ecosystems by non-native salmonids | BiodivERsA | NINA Norsk institutt for naturforskning | Kjetil Hindar | 01.01.2014 | 31.01.2017 | 1 200 000 |
| 248841 | AfricanBio-Services | Sammenhengen mellom arealbruk, biodiversitet og økosystemfunksjon i Serengeti-Mara økosystemet | EU stimuleringsring | Fakultet for naturvitenskapelig og teknologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Bente Jessen Graae | 08.06.2015 | 31.12.2015 | 500 000 |
| 248847 | AfricanBio-Services | Prosjektetableringsstøtte til AfricanBioServices | EU stimuleringsring | Fakultet for naturvitenskapelig og teknologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Eivin Røskaft | 01.05.2015 | 31.08.2015 | 1 000 000 |
| 222159 | GLACINDIA | Water related effects of changes in glacier mass balance and river runoff in western Himalaya, India: past, present and future (GLACINDIA) | India | UNI Research, Universitetet i Bergen | Atle Nesje | 01.10.2013 | 30.09.2016 | 7 200 000 |
| 222195 | HycAMP | INDNOR: Hydrologic sensitivity to Cryosphere-Aerosol interaction in Mountain Processes (HycAMP) | India | Matematisk-naturvitenskapelig fakultet, Universitetet i Oslo | John Faulkner Burkhart | 31.12.2013 | 31.12.2016 | 4 800 000 |
| 237096 | CHeriScape | JPI kulturarv - Cultural Heritage in Landscape | JPI Kulturarv | NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning | Gro B. Jerpåsen | 14.11.2013 | 31.10.2016 | 240 000 |
| 237097 | CHeriScape | JPI Kulturarv - JPI CH Cultural Heritage in Landscape | JPI Kulturarv | Bioforsk | Bolette Bele | 22.11.2013 | 31.10.2016 | 160 000 |
| 237098 | H@V | JPI Kulturarv - JPI CH Heritage Values Network | JPI Kulturarv | NIKU Norsk institutt for kulturminneforskning | Joel Taylor | 19.11.2013 | 30.04.2015 | 372 000 |
| 237321 | Arco | JPI kulturarv - Ageing Study of Treated Composite Archaeological Waterlogged Artifacts | JPI Kulturarv | Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo | Hartmut Kutzke | 01.04.2014 | 31.03.2016 | 400 000 |
| 249602 | PICH | The impact of urban planning and governance reform on the historic built environment and intangible cultural heritage | JPI Kulturarv | Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Dag Kittang | 01.06.2015 | 31.03.2018 | 3 524 000 |
| 241207 | SimsCity ValueCap | JPI Urban Europe: Simulations for innovative mechanisms for the selforganizing City: testing new tools for valuecapturing | JPI Urban | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Berit Irene Nordahl | 20.10.2014 | 20.10.2017 | 1 210 000 |
| 241357 | ResSegr | JPI Urban Europe: Residential segregation in five European countries: A comparative study using individualized scalable neighbourhoods | JPI Urban | Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi, Universitetet i Oslo | Torkild Hovde Lyngstad | 01.09.2014 | 31.08.2017 | 3 334 000 |
| 241212 | FRAME | A novel FRamework to Assess and Manage Emerging contaminants in freshwater | | | | | | |
| supplies | JPI Water | NIVA Norsk institutt for vannforskning | Kevin V. Thomas | 01.10.2014 | 30.09.2017 | 1 650 000 | | |
| 241358 | PROMOTE | Protecting water resources from mobile trace chemicals | JPI Water | NGI Norges geotekniske institutt | Hans Peter Arp | 01.09.2014 | 31.08.2017 | 1 650 000 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|------------|---|------------|--|-----------------|------------|------------|---------------------------|
| 241396 | StARE | Stopping antibiotic Resistance Evolution | JPI Water | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Henning Sørum | 01.09.2014 | 31.08.2017 | 1 600 000 |
| 209666 | PFC-ChiNo | Polyfluorinated compounds: Are point sources contaminating the environment-consequences for human exposure in China and Norway (PFC-ChiNo) | Kina | NILU Norsk institutt for luftforskning | Dorte Herzke | 01.11.2011 | 31.03.2015 | 5 274 000 |
| 209685 | NanoSorb | Sorption to engineered nano-materials and its impact on the bioavailability/toxicity of fossil fuel-derived hydrocarbons to aquatic organisms | Kina | SINTEF Miljøteknologi | Andy Booth | 01.10.2011 | 28.02.2016 | 7 641 000 |
| 209687 | SinoTropia | Watershed Eutrophication management in China through system oriented process modelling of Pressures, Impacts and Abatement actions. | Kina | Kjemisk institutt, Universitetet i Oslo | Rolf David Vogt | 01.07.2011 | 30.06.2015 | 7 934 000 |

Prosjektliste for Miljø 2015: midler til møteplasser, formidlings- og nettverksprosjekter

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|---------|---|------------|--|----------------------|------------|------------|---------------------------|
| 189025 | | VANN: BOK OM FORVALTNINGS-RELEVANT VILLAKSFORSKNING | | | Øystein Aas | 01.01.2008 | 01.01.2014 | 160 000 |
| 196239 | | FORURENS: 3rd Norwegian Environmental Toxicology Symposium - Emerging solutions for emerging challenges | | Molekylærbiologisk institutt, Universitetet i Bergen | Anders Goksøyr | 01.01.2010 | 31.12.2010 | 80 000 |
| 200756 | | SAMFUNN: Bringing STS into Environmental History | | Humanistisk fakultet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Finn Arne Jørgensen | 01.08.2010 | 10.08.2010 | 75 000 |
| 204578 | | Mot en bærekraftig fritid | | SIFO Statens institutt for forbruksforskning | Ingun Grimstad Klepp | 01.10.2010 | 01.04.2011 | 100 000 |
| 204583 | | Networking/dissemination of measures for control of onsite wastewater treatment and water pollution in Norway, England, Portugal and Poland | | Bioforsk | Adam Paruch | 01.08.2010 | 31.07.2011 | 85 000 |
| 209143 | | Nettverk/formidling: Workshop om økosystembasert miljøforvaltning i nordområdene | | Samfunnsvitenskapelig fakultet, Universitetet i Bergen | Olav Korsnes | 01.01.2011 | 15.12.2011 | 87 534 |
| 209205 | | Nettverk og formidling for Verdsarv | | Vestlandsforskning | Carlo Aall | 01.01.2011 | 01.12.2012 | 100 000 |
| 212903 | | (Nettverk/formidling) Identifying effects of emerging and legacy contaminants in Arctic wildlife ? - establishing a Nordic network | | Universitetet i Bergen | Marte Rusten | 01.10.2011 | 01.01.2012 | 100 000 |
| 212905 | | Network Conference on Product Life Extension: Knowledge Transfer between Clothing and Consumer Electronics | | SIFO Statens institutt for forbruksforskning | Pål Strandbakken | 09.01.2012 | 27.04.2012 | 100 000 |
| 213280 | | CIENS Vannseminar Hvordan ta kunnskapsbaserte beslutninger innenfor Vannrammedirektivet? | | CICERO Senter for klimaforskning | Tove Kolset | 01.08.2011 | 01.01.2013 | 97 180 |

| PROSJ. NR | AKRONYM | PROSJEKTTITTEL | UNDER-TEMA | PROSJEKTANSVARLIG | PROSJEKT-LEDER | FRA DATO | TIL DATO | BUDSJETT FORSKNINGS-RÅDET |
|-----------|---------|---|------------|--|-----------------------------|------------|------------|---------------------------|
| 213282 | | Sino-Norwegian Centre for Interdisciplinary Environmental Research | | Matematisk-naturvitenskapelig fakultet, Universitetet i Oslo | Rolf David Vogt | 01.01.2012 | 01.01.2014 | 100 000 |
| 218492 | | Formidling: Kan vi leve sammen? | | Samfunnsvitenskapelig fakultet, Universitetet i Oslo | Marianne Elisabeth Lien | 28.03.2012 | 29.03.2012 | 79 000 |
| 218493 | | Network in Norwegian Environmental Toxicology: 4th Norwegian Environmental Toxicology Symposium | | NP Norsk polarinstitutt | Geir Wing Gabrielsen | 01.02.2012 | 20.09.2012 | 100 000 |
| 218497 | | Network for Phd and Post-doctoral fellows working on anadromous salmonids | | Fakultet for naturvitenskapelig og teknologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Sigurd Einum | 01.02.2012 | 31.12.2013 | 100 000 |
| 221438 | | Formidling av anvendbare forskningsresultater; gås og landbruk i Norge | | NINA Norsk institutt for naturforskning | Ingunn Tombre | 01.05.2013 | 31.12.2013 | 100 000 |
| 226967 | | Networking between research groups on Gyrodactylus-host dynamics | | NINA Norsk institutt for naturforskning | Kjetil Hindar | 01.01.2013 | 01.01.2015 | 100 000 |
| 226969 | | Vår syntetiske hverdag - hvordan påvirker den Arktis og oss? | | Stifelsen Polaria | Anja Berg | 05.01.2013 | 20.06.2014 | 100 000 |
| 239801 | | Sino-Norwegian Conference on Environment2015 | | Kjemisk institutt, Universitetet i Oslo | Rolf David Vogt | 100 000 | | |
| 246036 | | Networking: Defining Landscape Democracy - International Conference June 2015 | | Norges miljø- og biovitenskapelige universitet | Eirin Hongslo | 01.01.2015 | 31.12.2015 | 100 000 |
| 246037 | | Nettverk- og Formidlingstiltak Nordic Environmental Social Sciences 2015 | | Humanistisk fakultet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Terje Finstad | 01.12.2014 | 31.07.2015 | 100 000 |
| 246045 | | Formidling av friluftslivsforskning gjennom Konferansen Forskning i friluft 2015 | | Norsk friluftsliv | Hans Erik Lerkelund | 01.12.2014 | 31.12.2015 | 50 000 |
| 246046 | | CIENS Networking: Studying Inter- and Transdisciplinary Methods in Environmental Research | | CIENS Forsknings-senter for miljø og samfunn | Vibeke Nenseth | 01.01.2015 | 01.07.2015 | 100 000 |
| 251397 | | 14th International Arctic Ungulate Conference 2015 | | NINA Norsk institutt for naturforskning | Bjørn Petter Kaltenborn | 15.06.2015 | 15.10.2015 | 100 000 |
| 254692 | | Kunnskap, ledelse og politiske utfordringer. Forskningsopphold og -samarbeid ved Berkeley universitet | | Humanistisk fakultet, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet | Lina Ho-paneng Inge-borgrud | 04.01.2016 | 30.05.2016 | 161 000 |



Norges forskningsråd

Drammensveien 288
Postboks 564
N0-1327 Lysaker

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

Desember 2015
978-82-12-03463-1 (trykk)
978-82-12-03464-8 (pdf)

Opplag: 300
Trykk: 07 gruppen
Design: Burson-Marsteller

Publikasjonen kan bestilles fra
www.forskningsradet.no/publikasjoner