

■ Anvendt økologi

HARRY P. ANDREASSEN

Artikkelen er fagfellevurdert.

«In our time, as the need to expand the output of food for the rapidly rising population of the world becomes more acutely felt, and as development accelerates throughout the world, the scope and tasks of applied ecology cannot but increase»
(fra det første heftet av *Journal of Applied Ecology*; Bunting and Wynne-Edwards 1964)

SAMMENDRAG

Anvendt økologi oppstod som et eget fagområde da det vitenskapelige tidsskriftet *Journal of Applied Ecology* ble etablert for 50 år siden. I starten fokuserte forskning innen anvendt økologi på økt jordbruksproduksjon, mens det i dag er stort fokus på hvordan mennesket påvirker økosystemet, reduserer biologisk mangfold og truer fremtidige økosystemtjenester. I dette kapitlet diskuterer jeg hva anvendt økologi er og hvordan denne forskningen har utviklet seg. Vi bruker anvendt økologi for å utvikle tiltak som gjør at vi kan fortsette å bruke de biologiske ressursene på en bærekraftig måte. De biologiske ressursene er: husdyr, vilt, fisk og andre vannlevende arter, kulturplanter, sopp, produkter fra ville planter (for eksempel bær) og fra skogen (for eksempel tømmer). Dette utgjør også råvarene for bioøkonomien. Vi definerer gjerne også naturbasert turisme og annen bruk av naturen til kulturelle aktiviteter som helse,

sport og rekreasjon som en del av bioøkonomien. En bærekraftig utnyttelse av de biologiske ressursene krever en tverrfaglig tilnærming hvor økologer må jobbe sammen med økonomer, samfunnsvitere og sosiologer. Siden anvendt økologi gjerne skal føre til anvendbare resultater må vi også kunne kommunisere med allmenheten og beslutningstagere. Vår forståelse av anvendt økologi passer godt inn under satsingene på bioøkonomi i verden, hvor man ønsker å utvikle en grønn og bærekraftig økonomi basert på biologisk gjenvinnbare ressurser, og samtidig bevare det biologiske mangfoldet. Høgskolen i Hedmark har en satsing på anvendt økologi hvor målet er å utdanne innovative studenter som vil utvikle en forvaltning av naturen som spenner fra vern av biologisk mangfold til kommersialisering av biologiske ressurser på en måte som er bærekraftig også for kommende generasjoner.

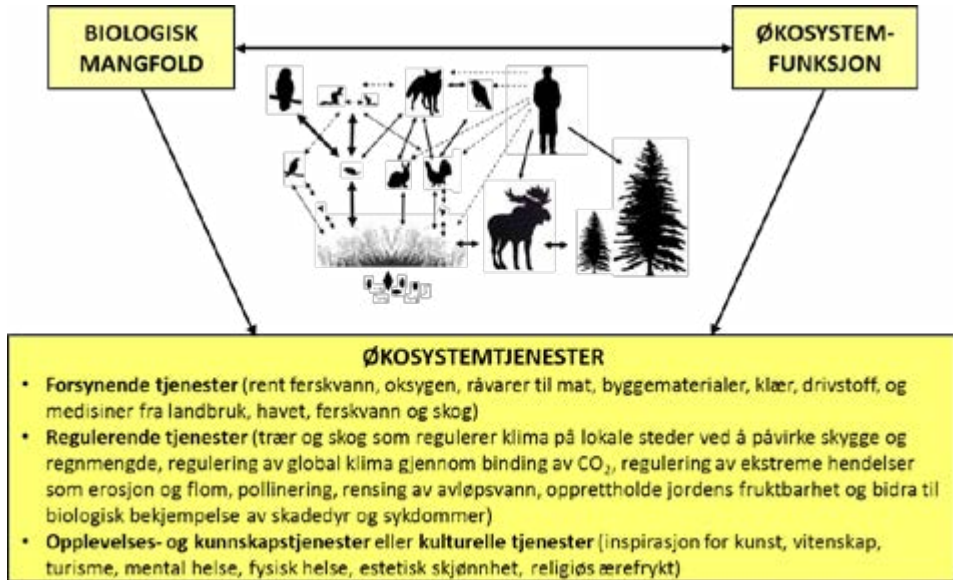
BAKGRUNN

Biologisk mangfold og økosystemtjenester

Sitatet av Bunting og Wynne-Edwards (1964) som innleder denne artikkelen er minst like aktuelt i dag som det var i 1964. Vi har stadig behov for å øke matproduksjonen til en voksende befolkning. Vi blir flinkere til å produsere mer mat per arealenhet, men har store utfordringer med arealbruken. Hvor skal vi produsere mer mat? Hvor skal vi ha annen infrastruktur som samfunnet forventer og krever? Og hvor skal vi opprettholde biologisk mangfold? Klimaendringer fører til tørrere områder og lavere matproduksjon på den sørlige halvkule, og vår generelle bruk av naturen reduserer biologisk mangfold i en utstrekning og hastighet som jorda ikke har opplevd før.

Dette er store utfordringer for vi er helt avhengige av biologisk mangfold og produkter fra naturen. De godene vi får fra naturen, kaller vi gjerne for økosystemtjenester (Figur 1; The European Environmental Agency 2013, Russi og ten Brink 2013, Lier-Hansen m. fl. 2013). For eksempel er vi helt avhengige av de biologiske ressursene husdyr, vilt, fisk og andre vannlevende arter, kulturplanter, sopp, produkter fra ville planter (for eksempel bær) og fra skogen (for eksempel tømmer) til mat,

byggematerialer, drivstoff og medisiner. Disse biologiske ressursene kaller vi ofte for forsyvende tjenester, og de er en type økosystemtjenester som vi får gjennom det mangfold av arter som eksisterer i dag.



Figur 1. Et eksempel på et enkelt næringsnett i et barskogsøkosystem og hvordan biologisk mangfold og hvordan økosystemet fungerer (økosystemfunksjon) gjensidige påvirker hverandre i produksjonen av økosystemtjenester.

Vi trenger også biologisk mangfold for *regulerende økosystemtjenester*. Dette kan være regulering av klima ved at trær eller skog skaper skygge lokalt eller binder karbon og påvirker klimaet i et globalt perspektiv. Blant disse økosystemtjenestene har vi også pollinering og andre økologiske prosesser som bidrar til å dempe erosjon og flom, renses avløpsvann, opprettholder jordens fruktbarhet og bidrar til biologisk bekjempelse av skadedyr og sykdommer.

Biologisk mangfold bidrar også med økosystemtjenester som har en kulturell verdi. Dette kaller vi gjerne for *kulturelle tjenester* eller *opplevelses- og kunnskapstjenester*, og de er knyttet til kunst og informasjon (for eksempel inspirasjonskilde for kunst, genteknologi eller ren vitenskap), turisme, mental og fysisk helse, og for dens iboende psykologiske og åndelige verdi som estetisk skjønnhet og religiøs ærefrykt.

Et økosystem er et samspill mellom arter som ofte beskrives med næringsnett som viser hvordan de ulike arter er avhengig av hverandre. En reduksjon i det biologiske mangfoldet vil påvirke hvordan økosystemet fungerer, og det vil igjen påvirke produksjonen av de økosystemtjenestene vi er helt avhengige av (Figur 1). Økosystemtjenestene er også grunnlaget for vår økonomi, og representerer en direkte økonomisk verdi. For eksempel er det gjort beregninger som viser at EU-landene mister 3 % av bruttonasjonalproduktet årlig på grunn av tap av biologisk mangfold, et årlig økonomisk tap på 3 800 milliarder kroner (www.teebweb.org). På verdensbasis har insektpollinering alene en verdi på 1 300 milliarder kroner årlig (Gallai m.fl. 2009).

Biologisk mangfold gir også rom for innovasjon av varer og tjenester. I fremtiden vil det utvikles nye produkter fra arter som ikke er kjente og beskrevet i dag. Det er beregnet at innovasjon knyttet til økosystemtjenester har et globalt forretningspotensial på rundt 12-36 billioner kroner innen 2050 (Bishop og Evison 2009). Den private sektoren blir stadig mer klar over sin avhengighet av biologisk mangfold, og i dag finnes det målrettede strategier for en bærekraftig bruk av naturressursene (Makower m.fl. 2011).

Den sjette masseutryddelsen

At arter dør ut før de noen gang har blitt beskrevet, er en av de største miljøtruslene for det samfunnet vi kjenner i dag. Vi lever i en tid hvor vi er avhengig av innovasjon og kompetanse for å øke matproduksjonen, og hvor vi har et stadig økende behov for å finne nye materialer til teknologiske nyvinninger og medisin. Gjennom evolusjonær tid har vi mistet 99 % av de 4 000 millioner arter som har utviklet seg (Novacek 2001). Årlig mister jorden 1 av 1 million arter på grunn av prosesser som ikke skyldes mennesket. Dette er like sjeldent som det dannes nye arter, og utdøingen oppveies av artsdannelse. Men innimellom får vi masseutryddelser når jorden mister mer enn 2/3 av alle sine arter i løpet av bare et par millioner år. Fem ganger har det vært påvist slike masseutryddelser gjennom jordens historie. Det at dinosaurene døde ut, er sikkert den mest kjente masseutryddelsen. Nå nærmer vi oss den sjette masseutryddelsen, hvor

vi forventer å miste mer enn 75 % av alle eksisterende arter, men denne gangen bare i løpet av noen få hundre år (Barnosky m.fl. 2011). Mye raskere enn noen gang før. Sannsynligheten for at en art dør ut i dag er 100 - 5 000 ganger høyere enn den gjennomsnittlige utdøingen de siste 100 millioner år. Nylig kunne vi lese at verdens dyrebestand er halvert de siste 40 årene (WWF 2014) og at 9 av 14 fuglearter i de skandinaviske fjellene har gått betydelig tilbake på 2000-tallet (Lehikoinen et al. 2013).

Det er god dokumentasjon for at den forestående masseutryddelsen skyldes menneskelig aktivitet (Myers 1990, Pimm m.fl. 1995, Dirzo og Raven 2003, Wake og Vredenburg 2008, Joppa m.fl. 2010, Barnosky m.fl. 2011). Det er fem hovedgrunner til masseutryddelsen:

- 1 Vi ødelegger og fjerner leveområdet for mange arter. Vi bygger veier, stadig større, rettere og bredere. Etablerer nye boligfelt, kjøpesentre, og bryter urørt land til nødvendige jordbruksarealer
- 2 Vi slipper ut miljøgifter som har en direkte negativ effekt på arter, og vi slipper ut klimagasser som påvirker arter indirekte gjennom klimaendringer
- 3 Vi introduserer fremmede arter som har en negativ effekt på det opprinnelige økosystemet
- 4 Vi overbeskatter bestander, for eksempel mange marine arter vi er avhengige av
- 5 Vi bidrar til spredning av sykdommer som blant annet observeres i en stadig mer truet amfibiefauna

OM ANVENDT ØKOLOGI

Det er mange grunner til å jobbe med anvendt økologi, men sammenhengen mellom biologisk mangfold og potensialet for fremtidige økosystemtjenester beskrevet over er en av de viktigste. Vi er nødt til å bruke økologisk kunnskap for å forstå hvordan mennesket påvirker økosystemene, for å utvikle tiltak som reduserer de negative effektene mennesker

har på økosystemet, og for å overvåke at vår bruk av biologiske ressurser er bærekraftig. I dette kapittelet diskuterer jeg hvordan anvendt økologi har utviklet seg i den vitenskapelige litteraturen, og definerer anvendt økologi slik den brukes i Den internasjonale forskerskolen i anvendt økologi (www.irsae.no).

Historisk utvikling av anvendt økologi i litteraturen

Anvendt økologi ble definert som et eget fagområde gjennom opprettelsen av det vitenskapelige tidsskriftet *Journal of Applied Ecology* i 1964 (Bunting og Wynne-Edwards 1964, Milner-Gulland m.fl. 2013). Tidsskriftet ble lansert kort tid etter den opprinnelige IUCN rødlisten ble opprettet i 1963¹ og like før tidsskriftet *Biological Conservation* dukket opp i 1968. Jeg sier ikke at starten av disse tidsskriftene var koblet til hverandre eller til rødlisten, men det viser den økende interessen for miljøspørsmål på 60-tallet.

For 50-årsjubileet av *Journal of Applied Ecology* beskrev Milner-Gulland m.fl. (2013) hvordan de viktigste temaene i tidsskriftet har endret seg over tid. De to første tiårene (60- og 70-tallet) hadde artiklene i tidsskriftet fokus økt produktivitet i jordbruket. I den andre halvdel av denne perioden førte den grønne revolusjonen til et sterkt fokus på skadedyr i jordbruket, noe som senket produktiviteten og inntektene. Ennå på 80-tallet var jordbrukssystemene i fokus, men nå utviklet artiklene seg mot å forstå skadedyrs bestandsdynamikk og bruken av biologisk skadedyrbekjempelse. Det var først på 90-tallet at studier viste hvordan forvaltningen av jordbruksarealer også kunne få konsekvenser for det biologiske mangfoldet. Det siste tiåret har det vært en økende interesse for biologisk mangfold, bevaringsbiologi og landskapsøkologi. Jordbruk er fortsatt et viktig tema i anvendt økologi, selv om fokuset i tidsskriftet har endret seg til forskning som går på bevaring av det biologiske

¹ IUCN = The International Union of Nature Conservation (Verdens naturvernunion) ble etablert i 1948, og kom i 1963 med den første rødlisten som viser hvilke organismer som er registrert livskraftige, sårbar, sterkt truet, kritisk truet eller utryddet www.iucn-redlist.org.

mangfoldet i jordbrukets kulturlandskap. Begreper som «bevaring» og «biologisk mangfold» er i dag nevnt i nesten alle artiklene i tidsskriftet, og «politikk», «forvaltning» og «anbefaling» brukes mye hyppigere enn på 60-tallet. «Biologisk mangfold» ble ikke funnet i noen artikler i tidsskriftet før på 90-tallet og «fremmede arter» er nå nevnt i hver tredje artikkel mens det var nesten fraværende til sent på 90-tallet. «Avlinger» og «plantevernmidler» er begreper som i dag nevnes stadig sjeldnere (se Milner-Gulland m.fl. 2013).

Da *Journal of Applied Ecology* ble lansert hadde det allerede vært tidsskrifter med fokus på forvaltning i lang tid. For eksempel ble *Journal of Wildlife Management* startet i 1937. Etter starten av *Journal of Applied Ecology* har flere andre tidsskrifter dukket opp som viser de endringene som Milner-Gulland m.fl. (2013) beskriver (se også Lowe m.fl. 2009). *Conservation Biology* startet i 1987, og selv om biologi var den underliggende disiplinen, var det åpenbart at bevaringsbiologi var tverrfaglig og inkluderte disipliner som paleontologi, klimatologi, oseanografi, antropologi, filosofi, etikk og økonomi (Soule 1987). I motsetning til anvendt økologi som også fokuserte på *bruken* av biologiske ressurser, fokuserte *Conservation Biology* på bevaring.

Tidsskriftet *Landscape Ecology* ble også lansert i 1987 og ble viet stor-skalafenomener helt opp til biosfærenivået (Golley 1987). *Landscape Ecology* fokuserte på den romlige mosaikken av landskap og var basert på en holistisk tradisjon i samfunnsgeografi, og inkluderte forskning innen for eksempel landskapsarkitektur, geografi og biogeografi (Wiens m.fl. 1993). Den økologiske tradisjon av landskapsøkologi hvor man studerer økologiske konsekvenser av landskapsmosaikken slik som bestandskonsekvenser av habitatødeleggelse og fragmentering, var mindre synlig i tidsskriftet.

I dag har behovet for disse anvendelige studiene resultert i en rekke vitenskapelige tidsskrifter slik som *Restoration Ecology* som startet i 1993 for å fremme den vitenskapelige kunnskapen om restaurering av ødelagte økosystemer (Rieger 1993). *Ecological Applications*, en mer teoretisk versjon av *Journal of Applied Ecology* ble lansert i 1991, *Ecosystems* i

1998 og *Ecological Economics* i 1989. Vi har også fått vitenskapelige tidskrifter som prøver å ivareta tverrfagligheten i anvendt økologi slik som *Human Dimensions of Wildlife* i 1996 og *Ecology and Society* i 2004 etter at den startet i 1997 som *Conservation Ecology*. Denne listen, som absolutt ikke er fulltallig, viser at det vitenskapelige grunnlaget for anvendelse av økologisk teori er ganske ny og er kommet som en reaksjon på trusler mot biologisk mangfold og økosystemtjenester.

En definisjon av anvendt økologi

Økologi kan defineres som det vitenskapelige studiet som beskriver de prosesser som bestemmer utbredelsen og antall av de ulike organismene (Krebs 2001). Begrepet «økologi» har vært forbundet med vern og bevaring, og har ofte vært forstått som å være i konflikt med verdiene knyttet til økonomisk vekst og utnyttelse av naturressurser. Denne konflikten har vært tydelig på tross av at økologi, som en vitenskapelig disiplin, er verdinøytral. I Norge har for eksempel bruken av skog-, vilt- og fiskeresursene vært en viktig del av dagliglivet i generasjoner, og «økologi» har heller bidratt til konflikter enn løsninger. De siste tiårene har det imidlertid vist seg at økologisk kunnskap har bidratt til økt høsting av tømmer, hjortevilt og fisk (Milner m.fl. 2006, Sylwan 2011, Hysten 2013), samtidig som vi har fått økte rovviltbestander (Swenson m.fl. 2000, Wabakken m.fl. 2001). Økologisk kunnskap har gjort oss bedre i stand til å håndtere forvaltningen av disse ressursene på en bærekraftig måte. Uten økologisk kunnskap ville flere naturressurser vært overbeskattet.

Med anvendt økologi har man fått et helt annet fokus enn det man tradisjonelt forstår med økologi. Forskere innen anvendt økologi bruker økologiske teorier, modeller og metoder for å løse reelle problemstillinger, og dermed oppnå en kunnskap som er nødvendig for å utvikle en bedre miljøforvaltning (Freckleton m.fl. 2005, Memmott m.fl. 2010). Forskning innen anvendt økologi har tradisjonelt fokusert på systemer med en økonomisk betydning, som for eksempel produksjon av jordbruksprodukter eller høsting av vilt (Bunting og Wynne-Edwards 1964). Anvendt økologi kan derfor forstås som en målrettet vitenskap enten det gjelder å utnytte

biologiske ressurser, for eksempel gjennom en bærekraftig høsting, eller vern av det biologiske mangfoldet.

I den Internasjonale forskerskolen i anvendt økologi (IRSAE: www.irsae.no) defineres anvendt økologi som:

*The application of ecological theory and methodology to develop comprehensive mitigation measures for the sustainable use, commercialisation and management of biological resources. To validate the desired effect of mitigation efforts we need effective and long term monitoring of the natural environment. Hence, the bulk of our research and education is focused towards the application of ecological principles for the **mitigation** («tiltak»), **use** («bruk») **and monitoring** («overvåking») of biological resources.*

Effekten av menneskelige inngrep på naturen er en sentral problemstilling i anvendt økologi. Denne effekten er åpenbar i dag, og i enkelte tilfeller vil ikke økosystemene klare å reversere endringene (Folke m.fl. 2004, Frank m.fl. 2005, deYoung m.fl. 2008). Derfor er effekten av menneskelige inngrep et fundament for vårt fokus på *tiltak, bærekraftig bruk og overvåking*.

Fokus på *tiltak* for å minske effekten av menneskelige inngrep er viktig i anvendt økologi. For eksempel trenger vi strategier for bevaring av biologisk mangfold, restaurering av habitater og høsting. Biologiske ressurser er viktige for menneskets velferd fra et økonomisk, sosialt og økologisk perspektiv. Vi må da utvikle tiltak som gjør at vi kan *bruke* disse ressursene på en bærekraftig måte slik at de også kan brukes av fremtidige generasjoner. For å sikre en bærekraftig bruk av biologiske ressurser, trenger vi også å *overvåke* organismer, bestander, naturtyper og økosystemer.

ANVENDT ØKOLOGI OG ØKOSYSTEMFORVALTNING I FREMTIDEN

Vi må slutte å bruke fossile brennstoffer og videreutvikle bruken av fornybare ressurser. Det er de biologiske ressursene som er fornybare, og de skal utvikle fremtidens bioøkonomi. I tillegg til de biologiske ressursene som kommer fra de forsynende økosystemtjenestene, skal vi også leve av opplevelses- og kunnskapstjenester som turisme, helse og rekreasjon.

Klimaendringer og satsingen på bioøkonomi vil føre til endringer i vår arealbruk. Dette vil gi utfordringer til fremtidig forvaltning av de biologiske ressursene. Anvendte økologer vil ha som oppgave å utvikle og prøve ut fremtidige forvaltningsmodeller.

Bioøkonomi og endringer i arealbruken

Det er forventet at klimaendringer vil tvinge fram økt areal til matproduksjon i den nordlige halvkule da tørke vil redusere avlinger i sør (Parry m.fl. 1999, Olesen og Bindi 2002). Dette vil sette store krav til arealplanlegging for å hindre at arealene med det største mangfoldet blir fragmentert til marginale områder og for å unngå tap av økosystemtjenester.

Samtidig er det en sterk satsing for å ta i bruk fornybare, biologiske ressurser i utviklingen av framtidens økonomi – den såkalte bioøkonomien. Teknologien gjør at vi kan nyttiggjøre oss fiber fra skogen til et mye bredere spekter av produkter enn tidligere. Denne industrien vil kreve «skogplantasjer» for biomasseproduksjon (Hjemdal og Løken 2013). På landjorda skal vi studere og forvalte intensivt drevet jordbruksarealer og skogsystemer i fremtiden. Disse arealene skal også forvaltes for å opprettholde det biologiske mangfoldet som eksisterer i dag og som vi har en forpliktelse til å opprettholde. Vi har et ansvar for våre økosystemer, for på verdensbasis er det viktig å opprettholde mangfoldet av økosystemer for å maksimere det totale biologiske mangfoldet.

ØKOSYSTEM- OG LANDSKAPSBASERT FORVALTNING

Økosystembasert forvaltning vil få større betydning i fremtiden (Miljødirektoratet 2013). Forskningsfokuset for anvendte økologer vil dermed gå i retning av økosystemer (Milner-Gulland m.fl. 2013), i motsetning til dagens forskning som ofte skjer på en enkelt art. Men de enkelte arter innen de ulike økosystemene trenger et genetisk mangfold for å være levedyktige på lang sikt. Vi må derfor forvalte et landskap for å opprettholde et genetisk mangfold. Et landskap består av en mosaikk av habitater (eller et mangfold av økosystemer) slik at de ulike bestandene er representert på flere steder («habitatøyer» i landskapet) med større eller mindre utveksling av individer seg imellom.

Vi må derfor ha som mål å forvalte hele landskap med et mangfold av økosystemer og hvor hvert økosystem er representert flere steder. Økologer har studert individer og bestander i mye større grad enn økosystem. Til og med landskap har vi studert, men dette som regel i ett-arts-systemer. Det er komplekst å studere et økosystem. Hvordan vil det da bli å studere en mosaikk av økosystemer og utvikle forvaltningsmodeller for dette?

Arealplanlegging for å utvikle bioøkonomien samtidig som man opprettholder biologisk mangfold og økosystemforvaltningen, krever en storskalaplanlegging, antagelig på tvers av landegrenser. Internasjonalt samarbeid for å utvikle strategier og lovgivning for en økt produksjon av råvarer til den bioøkonomiske industrien, samtidig som man forvalter det biologiske mangfoldet, vil bli viktige problemstillinger for anvendte økologer.

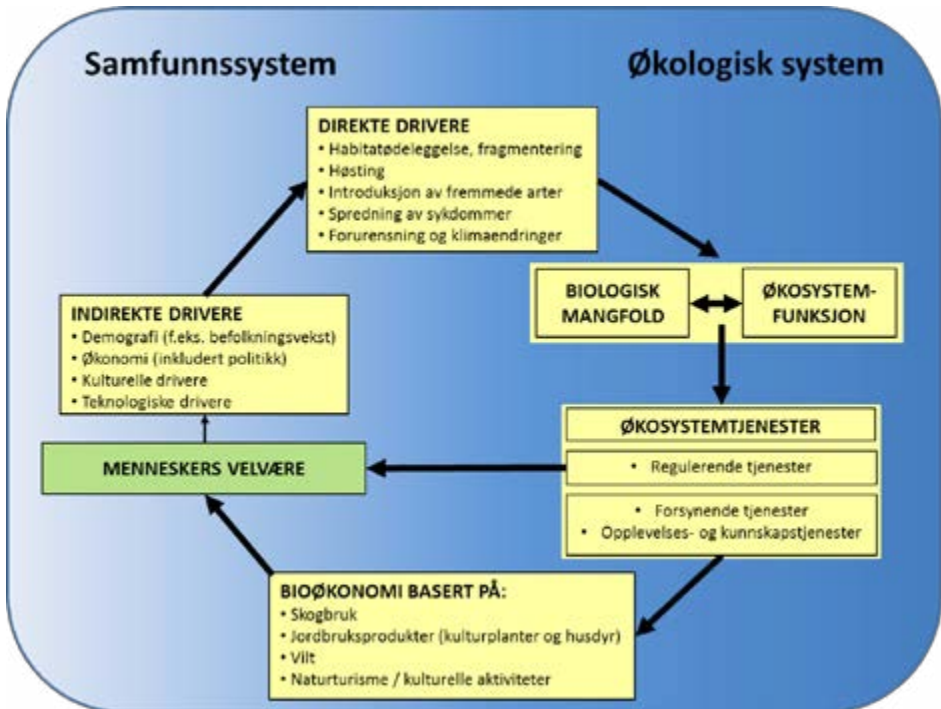
Videreutvikle bestandsovervåkingen

Vi er avhengig av bestandsovervåking for å se om man har lykket med en bærekraftig utvikling. Bestandsovervåking bør knyttes enda mer til forskning enn det er i dag. I dag er bestandsovervåking og økologisk forskning knyttet tett sammen i en rekke sentrale forskningspublikasjoner basert på langsiktige overvåkingsdata. Imidlertid er det sjeldent disse data er samlet for å svare på forskerens spørsmål. Det vil si at vi ikke lager hypoteser før vi begynner overvåkingen. En tettere kobling mellom forvaltere og forskere ville gi muligheter for å teste ulike bestandsovervåkingsmetoder eksperimentelt. Men et slik tett samarbeid kan også bidra til konflikter da det kan bli vanskelig å skille mellom forskning og forvaltning (men se lenger nede om samarbeidet mellom forvaltere og forskere når det gjelder rovvilt i Skandinavia).

VEDVARENDE UTFORDRINGER FOR ANVENDT ØKOLOGI

Dagens utfordringer med tap av biologisk mangold er vel så mye et samfunnsvitenskapelig (ISSC/UNESCO 2013) som et naturvitenskapelig fenomen (Figur 2). Skal vi ha som mål å finne anvendbare løsninger, må vi

samarbeide med andre fagområder og andre sektorer. Et prosjekt for å teste ulike metoder for bestandsovervåking eksperimentelt måtte være et samarbeid på tvers av sektorer - mellom forvaltere og forskere - et såkalt transfaglig prosjekt. Tverr- og transfaglige prosjekter krever gode kommunikasjonsevner av alle som deltar.



Figur 2. En skisse av tverrfagligheten i anvendt økologi som viser hvordan mennesket gjennom indirekte og direkte faktorer påvirker biologisk mangfold og økosystemfunksjon, med konsekvenser for samfunnet på grunn av tap av økosystemtjenester.

En tverr- og transfaglig disiplin

Å utvikle en forvaltning som sikrer de biologiske ressursene for fremtiden, er komplekst. Altfor ofte vil anvendt økologisk forskning fokusere på effekten av menneskelige inngrep på en enkelt art, og i mindre grad utvikle banebrytende forskning som integrerer landskap, økosystemer,

forvaltningsbeslutninger, og sosiale og økonomiske fag. For å kunne utvikle effektive tiltak for en bærekraftig bruk av biologiske ressurser, må vi bli flinkere til å invitere til tverrfaglig samarbeid med økonomer, sosiologer og forskere fra andre fagområder.

Som oftest vil tverrfaglige prosjekter ende opp som flerfaglige; det vil si at forskere fra flere fagområder arbeider i samme prosjekt, men likevel på hver sine fagområder. Vi må jobbe for å lukke dette gapet. Men det er komplekst, da samfunnsvitere og økologer jobber på helt ulike arenaer, og økosystemer ikke følger forvaltningsgrenser (Wiens 1989, Gibson et al. 2000, Cumming et al. 2006, Andreassen et al. 2014, Gangaas et al. 2013, 2014). For eksempel har forvaltningen helt spesifikke forvaltningsenheter slik som kommuner, fylker eller hele landet. Sosiologer kan studere holdninger som påvirkes ved kjøkkenbordet hjemme eller som er et resultat av nasjonal kultur. Det landskapet som økologene studerer avhenger av problemstillingen. For enkelte arter med små arealkrav kan noen få kvadratmeter være nok, mens for andre slik som rovdyr må man se på tvers av landegrenser. Tilsvarende trenger man ikke så store areal hvis man studerer enkeltindivider i forhold til hele bestander eller økosystemer. Det gjør det vanskelig å lage en problemstilling som favner flere fag innen samme studieområde.

For å gjøre forskningen relevant må vi også kunne ivareta behovene til mange ulike interessegrupper. Dette krever transfaglige samarbeidsprosjekter med aktører på tvers av sektorer som for eksempel forskere, brukerne, og privat og offentlig forvaltning.

Tverr- og transfaglig samarbeid vil bidra til å gjøre forskningen mer relevant blant annet ved å utvikle økosystemmodeller som inkluderer mennesket og dets bruk av systemet. Slike modeller må kunne teste de økonomiske effektene av ulike forvaltningsprinsipper og klimaendringer. Vi må utvikle forskning som kan finne løsninger på hvordan vi kan optimalisere både økonomisk fortjeneste, sosial aksept og økologisk bærekraft. Dette er ikke lett da økonomisk gevinst, sosial aksept og økologisk bærekraft er tre verdier med helt forskjellige måleenheter.

Det er en utfordring å utvikle testbare hypoteser på slike komplekse systemer. Likevel er det helt klart at tverrfagligheten fremstår som en av de viktigste karakteristikkene til anvendt økologi: «*nobody can be an expert in all the aspects of complicated environmental, social, ethical, and economic issues*» (Ludwig m.fl. (2001, 481). Ludwig m.fl. (2011, 481) sier videre at: «*The next generation of ecologists must be prepared to interact with such disciplines as history, religion, philosophy, geography, economics, and political science. The requisite training must involve not only words, but core skills in these disciplines*».

Kommunikasjonsutfordringer

Kommunikasjonen mellom forskere fra ulike vitenskapelige disipliner er en stor utfordring (Ludwig m.fl. 2001). Men anvendt økologi handler i stor grad om å finne nødvendig kunnskap for å utvikle forvaltningen i en bærekraftig retning. Da må vi også kunne kommunisere våre resultater både til allmenheten og til beslutningstakere. Til tider må vi også være villige til å prøve å påvirke politiske beslutninger, eller holdninger, fordi politikk i stor grad er påvirket av offentlige meninger (Manfredo m.fl. 1999, Milner-Gulland m.fl. 2012). Lawton (2007) mener det er så komplisert å påvirke politiske beslutninger at økologer heller bør samarbeide med samfunnsvitere for å kommunisere resultater på en måte beslutningstakere forstår (se også Memmott m.fl. 2010, Hulme 2011).

Men kanskje det ikke er så ille. Mange økologer mener nemlig at deres forskning har hatt en reell innflytelse (se referanser i Milner-Gulland m.fl. 2012). I tillegg påvirkes naturforvaltning og politikk mer indirekte og diffust gjennom den generelle vitenskapelige utviklingen (Ormerod m.fl. 2002, Milner-Gulland m.fl. 2010). I Norge har man en naturforvaltning med høy vitenskapelig kompetanse og det etableres gode arenaer for samhandling mellom forskere og forvaltere. For eksempel møtes rovviltforskere og rovviltforvaltere fra Sverige og Norge på årlige seminarer. Dette er viktige arenaer dersom vi skal lykkes med å lukke gapet mellom forskere og forvaltere, noe som bør være en målsetting for anvendt økologi.

Kommunikasjon, på tvers av fag og med ulike interessegrupper er dermed en viktig kompetanse for en anvendt økolog. Som Memmott m.fl. (2010, 1) skriver: *Working proactively with environmental managers, collaborating with colleagues in the social and physical sciences, and holding two-way conversations with policy makers and the public are all in the job description of the modern applied ecologist* (se også Hulme 2011).

KONKLUSJON

Anvendt økologi er fortsatt i en rivende utvikling. Det har gått fra en start hvor det var fokus på å øke produktiviteten i jordbruket, til dagens tilnærming mot bevaringsbiologi. Fremtiden tror jeg vil være en blanding av dette. Vi må øke produktiviteten til alle fornybare biologiske ressurser som skal være råvarer for fremtidens bioøkonomi. Samtidig skal denne produksjonen være bærekraftig. Vi skal opprettholde biologisk mangfold og velfungerende økosystemer. Dette er utfordrende for økt produktivitet betyr som regel spesialisert produksjon og ensformige «plantasjer» med lite mangfold. Her må vi virkelig tenke nytt.

Vi ved Høgskolen i Hedmark skal være en del av dette og bidra til å utvikle anvendt økologi i fremtiden. Både Norge og EU har en stor satsning på innovasjon knyttet til bioøkonomi som skal være økonomisk lønnsomt, sosialt akseptert og samtidig bevarer biologisk mangfold. I den sammenheng passer vår målsetting med anvendt økologi godt - nemlig det å skape innovative studenter som vil utvikle en bedre forvaltning av naturen som spenner seg fra vern av biologisk mangfold til kommersialisering av biologiske ressurser på en bærekraftig måte for kommende generasjoner. I dag har vi etablert en master og en PhD i anvendt økologi, og leder en internasjonal forskerskole i anvendt økologi (IRSAE; www.irsae.no). Vi har dermed profilert vår forskerutdannelse og vår forskning inn mot anvendt økologi.

TAKKSIGELSER

Artikkelen er blitt til gjennom ulike diskusjoner på avdelingen og det arbeidet mange har lagt ned i utviklingen av master- og PhD-programmene i anvendt økologi, samt diverse forskningsrådssøknader.

REFERANSER

- Andreassen, H.P., Gangaas, K.E. & Kaltenborn, B.P. 2014. Matching social-ecological systems by understanding the spatial scale of environmental attitudes. (Submitted).
- Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K. C., Mersey, B. & Ferrer, E.A. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471: 51–57.
- Bishop, J. & Evison, W. (eds.) 2009. The economics of ecosystems and biodiversity. TEEB for business. <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Business%20and%20Enterprise/TEEB%20for%20Business%20Report/TEEB%20for%20Business.pdf>.
- Bunting, A.H. & Wynne-Edwards, V.C. 1964. Editorial. *Journal of Applied Ecology* 1: 1-2.
- Cumming, G. S., D. H. M. Cumming, & C. L. Redman. 2006. Scale mismatches in social-ecological systems: Causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society* 11: 14.
- deYoung, B., Barange, M., Beaugran, G., Harrus, R., Perry, R.I., Scheffer, M. & Werner, F. 2008. Regime shifts in marine ecosystems: detection, prediction and management. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 402-409.
- Dirzo, R. & Raven, P.H. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review Environment and Resources*. 28: 137–167.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. & Holling, C.S. 2004. Regime shifts, resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35: 557-581.
- Frank, K.T., Petrie, B., Choi, J.S. & Leggett, W.C. 2005. Trophic cascades in a formerly cod-dominated ecosystem. *Science* 308: 1621-1623.

- Freckleton, R.P., Hulme, P., Giller, P. & Kerby, G. 2005. The changing face of applied ecology. *Journal of Applied Ecology* 42: 1-3.
- Gangaas, K.E., Kaltenborn, B.P. & Andreassen, H.P. 2013. Geo-spatial aspects of acceptance of illegal hunting of large carnivores in Scandinavia. *PLoSOne* 8: e68849.
- Gangaas, K.E., Kaltenborn, B.P. & Andreassen, H.P. 2014. Spatial dimensions of environmental value orientation and attitudes to carnivores in Scandinavia. *Environmental Conservation* (in press).
- Gibson, C.C., Ostrom, E. & Ahn, T.K.. 2000. The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. *Ecological Economics* 32: 217-239.
- Golley, F. 1987. Introducing landscape ecology. *Landscape Ecology* 1: 1-3.
- Hjemdal, L.H. & Løken, J.C. Fra sorte til grønne karboner. Forlaget, Xenophon, Fredrikstad.
- Hulme, P.E. 2011. Practitioner's perspectives: Introducing a different voice in applied ecology. *Journal of Applied Ecology* 48: 1-2.
- Hylen, G. 2013. Landsskogtakseringen gir grunnlaget for et bærekraftig Skogbruk. *Skog & Landskap*: http://www.skogoglandskap.no/nyheter/2013/landsskogtakseringen_gir_grunnlag_for_et_barekraftig_skogbruk
- ISSC/UNESCO (2013). *World Social Science Report 2013: Changing Global Environments*. OECD Publishing and UNESCO Publishing, Paris.
- Joppa, L.N., Roberts, D.L. & Pimm, S.L. 2010. How many species of flowering plants are there? *Proceedings of the Royal Society of London B* 278: 554-559.
- Krebs, C.J. 2001. *Ecology*. Benjamin Cummings, San Francisco, USA.
- Lawton, J.H. 2007. Ecology, politics and policy. *Journal of Applied Ecology* 44: 465-474.

- Lehikoinen, A., Green, M., Husby, M., Kålås, J.A. & Lindstrøm, Å. 2013. Common Montane Birds Are Declining In Northern Europe. *Journal of Avian Biology* 45: 3-14.
- Lier-Hanse, S. m. fl. 2013. Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester. *Norges offentlig utredninger* 2013:10. 430 sider.
- Lowe, P., Whitman, G., & Phillipson, J. 2009. Ecology and the social sciences. *Journal of Applied Ecology* 46: 297-305.
- Ludwig, D., Mangel, M. & Haddad, B. 2001. Ecology, conservation and public policy. *Annual Review in Ecology and Systematics* 32: 481-517.
- Makower, J. & The editors of FreenBiz.com. 2011. State of green business 2011. [http://www.greenbiz.com/sites/default/files/State%20of%20Green%20Business%202011%20\(1\).pdf](http://www.greenbiz.com/sites/default/files/State%20of%20Green%20Business%202011%20(1).pdf).
- Manfredo, M.J., Pierce, C.L., Fulton, D., Pate, J. & Gill, B.R. 1999. Public acceptance of wildlife trapping in Colorado. *Wildlife Society Bulletin* 27: 499-508.
- Memmott, J., Cadotte, M., Hulme, P.E., Kerby, G., Milner-Gulland, E.J. & Whittingham, M.J. 2010. Putting applied ecology into practice. *Journal of Applied Ecology* 47: 1-4.
- Miljødirektoratet 2013. Økosystembasert forvaltning. http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Vann_og_hav/Okosystembasert-forvaltning/
- Milner, J.M., Bonenfant, C., Gaillard, J.-M., Csany, S. & Stenseth, N.C. 2006. Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: biological and cultural factors. *Journal of Applied Ecology* 43: 721-734.
- Milner-Gulland, E.J., Fisher, M., Browne, S., Redford, K.H., Spencer, M. & Sutherland, W.J. 2010. Do we need to develop a more relevant conservation literature? *Oryx* 44: 1-2.

- Milner-Gulland, E.J., Barlow, J., Cadotte, M.W., Hulme, P.E., Kerby, G. & Whittingham, M.J. 2012. Ensuring applied ecology has impact. *Journal of Applied Ecology* 49: 1–5.
- Milner-Gulland, E.J., Barlow, J., Cadotte, M., Hulme, P., & Whittingham, M.J. 2013. Celebrating the golden jubilee of the *Journal of Applied Ecology*. *Journal of Applied Ecology* 50: 1-3.
- Myers, N. 1990. Mass extinctions: what can the past tell us about the present and future? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 82: 175–185.
- Novacek, M.J. (ed.) 2001. *The Biodiversity Crisis: Losing What Counts*. The New Press, New York.
- Oleson, J.E. & Bindi, M. 2002. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy* 16: 239-262.
- Ormerod, S.J, Barlow, N.D., Marshall, E.J.P. & Kerby, G. 2002. The uptake of applied ecology. *Journal of Applied Ecology* 39: 1-7.
- Parry, M.L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Fischer, G. & Livermore, M. 1999. Climate change and world food security: a new assessment. *Global Environmental Change* 9: 51–67.
- Pimm, S.L., Russell, G.J., Gittleman, J.L. & Brooks, T.M. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269: 347–350.
- Rieger, J.P. 1993. President's message. *Restoration Ecology* 1: 2.
- Russi, D. og ten Brink, P. 2013. Natural capital accounting and water quality: Commitments, benefits, needs and progress. A briefing note. *The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB)*.
- Soule, M.E. 1987. History of the Society for Conservation Biology: how and why we got here. *Conservation Biology* 1: 4–5.
- Swenson, J. E., Gerstl, N., Dahle, B. & Zedrosser, A. 2000. Action plan for the conservation of the brown bear in Europe (*Ursus arctos*). [114], 1-70. 2000. Strasbourg Cedex, Council of Europe. *Nature and environment*.

- Sylwan, P. 2011. Jorden och skogen - En essä om de areella näringarnas förändringar. Side 9-22 i Antonse, H. & Jansson, U. Jordbruk och skogsbruk i Sverige sedan år 1900: studier av de areella näringarnas geografi och historia. Kungl. Skogs- och lantbruksakademien. Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden nr. 53. Supplement till Kungl. Skogs- och lantbrukksakademiens tidsskrift.
- The European Environmental Agency. 2013. Towards a common international classification of ecosystem services. <http://cices.eu/>.
- Wabakken, P., Sand, H., Liberg, O. & Bjärvall, A. 2001. The recovery, distribution, and population dynamics of wolves on the Scandinavian peninsula, 1978-1998. *Canadian Journal of Zoology* 79: 710-725.
- Wake, D.B. & Vredenburg, V.T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the North Atlantic Academy of Science* 105: 11466-11473.
- Wiens, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3: 385-397.
- Wiens, J.A., Stenseth, N.C., Van Horne, B. & Ims, R.A. 1993. Ecological mechanisms and landscape ecology. *Oikos* 66: 369-380.
- WWF 2014. Living Planet Report 2014: Species and spaces, people and places. McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N. Oerlemans (Eds). WWF, Gland, Switzerland.