



VF-rapport nr. 3-2024

Kunnskapsoppsummering om arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester

KOMMENTARVERSJON – SKAL IKKJE SITERAST

Kyrre Groven, Eivind Brendehaug, Geir Gaarder, Torbjørn Selseng, Kirstin Maria Flynn Steinsvåg, Knut Hessen og Carlo Aall

VESTLANDSFORSKING

VF-rapport	3-2024
Utgitt av	Vestlandsforskning
Adresse	Trolladalen 30, 6856 Sogndal
Prosjekttittel	Kunnskapsoppsummering om arealbruksendringar, naturmangfald og klima (Karnak)
Oppdragsgivar	Noregs forskingsråd, Klima og miljø
På framsida	Vegen til vindkraftanlegget på Okla i Stad kommune går for ein stor del gjennom myrterreng.
Foto	Kyrre Groven
ISBN	9678-82-428-0470-9

Creative Commons Namngiving 4.0 Internasjonal lisens
Vestlandsforskning 2021: CC BY-NC 4.0

www.vestforsk.no

Leserettleiing

Dette er ein kommentarversjon av ein rapport som skal ferdigstillast fredag 21. juni. Fram til da vil forfattarane kunne bruke innspel frå ekspertgruppa, brukargruppa og andre til å justere drøftinga, medan resultatdelen vil vere uendra.

Rapporten er omfangsrik. For den som vil sette seg inn i innhaldet utan å lese alt, tilrår vi å starte med samandraget og kapittel 8.

Innhold

Forord	7
Samandrag for beslutningstakarar	8
Summary for policymakers	10
Samandrag	12
Bakgrunn	12
Om oppdraget.....	12
Metode og gjennomføring.....	13
Kvantitativ innhaldsanalyse	14
Svar på forskingsspørsmåla.....	15
1 Innleiing	21
1.1 Bakgrunn.....	21
1.2 Om oppdraget	23
1.3 Prosjektorganisering.....	23
1.4 Tolking av oppdraget	24
1.5 Empirisk og normativ tilnærming	26
1.6 Rapportstruktur	29
2 Metode og gjennomføring	31
2.1 Scoping review.....	31
2.2 Protokoll	32
2.3 Inkluderingskriterier	32
2.4 Informasjonskjelder.....	33
2.5 Søk	34
2.6 Inkludering.....	36
Inkludering av nordisk litteratur	37
Inkludering reviewlitteratur	37
2.7 Dataekstraksjon og codeskjema	39
2.8 Syntese av resultat	39
3 Kvantitativ innhaldsanalyse	40
3.1 Relevans for forskingsspørsmåla	40
3.2 Publikasjon.....	41
Studietype	41

Publikasjonstype	43
Publikasjonsår	43
Tidsskrift.....	44
3.3 Metode	46
Forskningsfelt.....	46
Type empiri	48
3.4 Kontekst.....	49
Geografisk foredling (studieområde).....	49
Skala	51
Tematisk område	51
Økosystemtype	53
Type arealbruksendring	54
3.5 Oppsummering	57
4 Er arealbruken berekraftig?	59
4.1 Funn i nordiske publikasjonar.....	59
Landbruksmiljø, inkludert semi-naturlege miljø.....	59
Skog.....	64
Naturleg opne område under tregrensa.....	70
Våtmark.....	71
Ferskvatn.....	73
Alpine miljø	75
Urbane miljø	76
4.2 Drøfting og kunnskapshol.....	78
Kulturlandskap	79
Skog.....	82
Naturleg opne område under tregrensa.....	84
Våtmark.....	85
Ferskvatn.....	86
Alpine miljø	87
Urbane miljø	88
Økonomisk forskning	88
Oppsummering	89
5 Dilemma og konflikter	93
5.1 Funn frå dataekstraksjonen.....	93
5.2 Funn frå nøkkellitteraturen	95
Ulike typar av konflikt	95
Konflikt om skogen sin funksjon	95

Norsk jordbruk har utfordringar både i høve til klima og naturmangfald	99
Naturmangfaldet tapar i utvikling av fornybar energi	102
Infrastrukturbygging fortrenger habitat og kan svekke klimarobustheita	104
Konfliktar i det urbane miljøet	106
Andre funn	107
5.3 Drøfting og kunnskapshol	108
Konflikt og dilemma mellom klima og naturmangfald	108
Lite forskning på konsekvensane av moderne skogbruksdrift på økosystemtenestene	109
Lite forskning om det intensive og spesialiserte jordbruket sin verknad på økosystemtenestene	110
Lite kunnskap om konsekvensane for økosystem av fornybar energiproduksjon	111
Bruken av kunnskap om klima og natur	112
Oppsummering	113
6 Løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter	117
6.1 Funn frå dataekstraksjonen	117
6.2 Funn frå nøkkellitteraturen	120
Arealbruk	120
Naturmangfald	123
Økosystemtenester	127
Klimatilpassing	128
Karbonbinding og -lagring	128
6.3 Drøfting og kunnskapshol	130
Løysingsforslag	130
Verktøy	132
Utviklingsmoglegheiter	136
Oppsummering	137
7 Internasjonal reviewlitteratur	140
7.1 Relevans for forskingsspørsmåla	140
7.2 Publikasjon	141
Studietype	141
Publikasjonsår	142
7.3 Metode	143
Forskningsfelt	143
7.4 Kontekst	144
Skala	144
Tematisk område	144

Økosystemtype	145
Type arealbruksendring	146
7.5 Oppsummering	148
8 Samla drøfting.....	150
Vurdering av metode og gjennomføring	158
Tilrådingar og påpeikte kunnskapshol	159
Referansar	163

Forord

Denne rapporten oppsummerer arbeidet med ei kunnskapsoppsummering om arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester som er utført på oppdrag for Forskingsrådet. Arbeidet er utført av prosjektansvarleg Vestlandsforskning i samarbeid med underleverandørane Miljøfaglig utredning AS og biblioteket ved Høgskulen på Vestlandet.

Ei ekspertgruppe med tre økologar har følgd prosjektet og gitt verdifulle innspel til søkestrategi, val av benchmarkartiklar og drøfting av resultat. Takk for innsatsen til forskar/PhD Liv Guri Velle (NIBIO), professor Knut Rydgren (Høgskulen på Vestlandet) og professor Dag O. Hessen (Universitetet i Oslo)! Takk også til brukargruppa som har vore involvert under sluttstillinga av arbeidet. Brukargruppa har bestått av desse representanane for miljøforvaltninga: Alexander Connor (Vestnes kommune), Evelyne Marie T. Gildemyn (Trondheim kommune), Thomas Christian Kiland-Langeland (Statsforvaltaren i Agder), Anne Melbø (Statsforvaltaren i Møre og Romsdal) og Eline Orheim (Statsforvaltaren i Vestland).

Vi takkar Forskingsrådet for oppdraget og for god oppfølging undervegs frå særleg Jonas Enge og Eli Ragna Tærum. Takk også til Erlend Nilsen og kollegaer ved NINA for kontakt med deira tilsvarande prosjekt knytt til same utlysing.

Sogndal, 3. juni 2024

Kyrre Groven

Prosjektleder

Samandrag for beslutningstakarar

Mandatet for oppdraget er å oppsummere forskingsbasert kunnskap om samanhengar mellom arealbruk og arealbruksendringar i Norge og effektar på og utfordringar for naturmangfald, økosystemtenester, klimatilpassing, karbonopptak og -lagring. Vi har gjennomført ein *scoping review*, ei form for litteraturgjennomgang der prosessen er planlagt på førehand, med vekt på at arbeidet skal vere transparent og reproduserbart. Vi utforma søkestrengar som gjenspeglar forskingsspørsmåla og søkte i ulike litteraturdatabasar etter engelskspråklege fagfelleverderte publikasjonar. I tillegg søkte vi etter norsk fagfelleverdert og grå litteratur (mest rapportar og populærvitskaplege arbeid). Til saman 8652 publikasjonar vart fanga opp av søka.

Vi har bygd opp to datasett som etter ekskludering utgjorde til saman 758 unike referansar. *Den nordiske litteraturen* inneheld 558 publikasjonar som omhandlar empiriske studiar i minst eitt av dei nordiske landa Norge, Sverige, Finland og Danmark. Det er i hovudsak dette materialet som er analysert her. Det andre datasettet, *den internasjonale reviewlitteraturen*, inneheld 200 reviewartiklar og metaanalysar med relevans for norske forhold, men utan spesifikke geografiske avgrensingar. Dette materialet er omhandla i kapittel 7.

Ein kvantitativ gjennomgang av den nordiske litteraturen viser at naturvitskaplege arbeid dominerer (det er 21 prosent samfunnsvitskaplege og 6 prosent økonomiske studiar). Svenske studiar er mest talrike. Av norske arbeid er flest frå regionane rundt Trondheim og Oslo, færrast frå Nord-Norge. Naturmangfald er tema i tre av fire publikasjonar, kvar fjerde publikasjon handlar om økosystemtenester, og det same gjeld for karbonlagring. Berre åtte prosent av studiane ser på korleis arealbruken påverkar klimatilpassing. Landbruksmiljø og skog er dei mest omtalte økosystemtypene.

Delar av den innsamla litteraturen blir drøfta i lys av annan litteratur som ikkje er fanga opp gjennom våre søk. Dette gir grunnlag for å svare på

forskingsspørsmåla og identifisere kunnskapshol. Dette er nokre av konklusjonane våre:

Arealforvaltninga i Norge er ikkje berekraftig. Litteraturen viser til negative utviklingstrekk, særleg for bevaring av naturmangfaldet. Utfordringane ser ut til å vere særleg store i landbruket og skogbruket. Det finst lite forskning som vurderer effektane arealbruken har på naturen som heilskap, og særleg dei vitenskaplege artiklane er prega av snevre problemstillingar. Vi finn spesielt få publikasjonar som ser på korleis beslutningsprosessar påverkar berekrafta, og her er kunnskapsbehovet ekstra stort.

Det er konflikt mellom den faktiske arealbruken og dei goda innbyggjarane vil at areala skal levere. Konfliktane oppstår fordi samfunnet ikkje har institusjonar som sikrar ei betre avveging mellom bruk av areal til produksjon av gode som kan omsettast i ein marknad (t.d. trevirke og tomter) og gode som ikkje blir omsett i ein marknad (t.d. naturmangfald). Vi finn få publikasjonar som analyserer dette store bildet, og endå færre som analyserer kva som skal til for å få til ei grunnleggande endring av styringssystemet for arealbruk. Dette gjenspeglar både kunnskapshol og kunnskapskeivheiter.

Løysingar og verktøy blir i liten grad integrert i praksis og policy, medan utviklingsmoglegheiter er eit perifert tema i litteraturen. Beslutningsstøtteverktøy kjem sjeldan vidare enn til utviklings- og caseforsøksstadiet. Materialet vårt viser mangel på årsaksorientert fokus, og avdekkjer kunnskapshol om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter for meir berekraftig arealforvaltning.

Drøftinga munnar ut i konkrete tilrådingar der vi peikar på fire behov:

1. Meir overordna forskning på naturtilstand.
2. Kriterium for berekraftig arealforvaltning.
3. Meir tverrvitenskapleg forskning om berekraftig arealforvaltning.
4. Forsking om transformasjon som føresetnad for berekraftig arealbruk.

Summary for policymakers

The mandate for the assignment is to summarize research-based knowledge on the relationships between land use and land use changes in Norway and their effects on and challenges for biodiversity, ecosystem services, climate adaptation, carbon uptake, and storage. We conducted a scoping review, a form of literature review where the process is pre-planned, with an emphasis on transparency and reproducibility. We designed search strings that reflect the research questions and searched various literature databases for English-language peer-reviewed publications. Additionally, we searched for Norwegian peer-reviewed and grey literature (mostly reports and popular science works). A total of 8652 publications were identified through the searches.

We have built two datasets which, after exclusion, comprised a total of 758 unique references. The Nordic literature contains 558 publications that discuss empirical studies in at least one of the Nordic countries Norway, Sweden, Finland, and Denmark. This material is primarily analyzed here. The other dataset, the international review literature, contains 200 review articles and meta-analyses relevant to Norwegian conditions but without specific geographical limitations. This material is discussed in Chapter 7.

A quantitative review of the Nordic literature shows that natural science works dominate (there are 21 percent social science and 6 percent economic studies). Swedish studies are the most numerous. Among Norwegian works, most are from the regions around Trondheim and Oslo, with the fewest from Northern Norway. Biodiversity is the topic of three out of four publications, every fourth publication deals with ecosystem services, and the same applies to carbon storage. Only eight percent of the studies look at how land use affects climate adaptation. Agricultural and forest environments are the most discussed ecosystem types.

Parts of the collected literature are discussed in light of other literature not captured through our searches. This provides a basis for answering the research questions and identifying knowledge gaps. These are some of our conclusions:

Land management in Norway is not sustainable. The literature points to negative development trends, especially for the conservation of biodiversity. The challenges seem to be particularly large in agriculture and forestry. There is little research assessing the effects of land use on nature as a whole, and particularly the scientific articles are characterized by narrow issues. We find especially few publications that look at how decision-making processes affect sustainability, and here the knowledge need is particularly great.

There is a conflict between actual land use and the benefits residents want the land to provide. Conflicts arise because society does not have institutions that ensure a better balance between the use of land for the production of goods that can be traded in a market (e.g., timber and land) and goods that are not traded in a market (e.g., biodiversity). We find few publications that analyze this big picture, and even fewer that analyze what is needed to achieve a fundamental change in the governance system for land use. This reflects both knowledge gaps and knowledge biases.

Solutions and tools are rarely integrated into practice and policy, while development opportunities are a peripheral topic in the literature. Decision support tools rarely move beyond the development and case trial stage. Our material shows a lack of cause-oriented focus, and reveals gaps in knowledge about solutions, tools and development opportunities for more sustainable land use.

Concluding recommendations point to four needs:

1. More overarching research on the state of nature.
2. Criteria for sustainable land use.
3. More interdisciplinary research on sustainable land use.
4. Research on transformation as a prerequisite for sustainable land use.

Samandrag

Bakgrunn

Først i seinare år har det blitt sett søkelys på at klima- og naturkrisene er uløyselig knytte til kvarandre og må handterast under eitt. Denne erkjenninga spring i stor grad ut frå kunnskap om arealbruk. Arealbruksendringar utgjer det største trugsmålet mot naturmangfaldet på kloden, og gir seg utslag både i bestandsnedgang, utrydding av artar og uoppretteleg endring av heile økosystem.

Landbruk, skogbruk og annan arealbruk står for ein stor del av dei menneskeskapte klimagassutsleppa. Tiltak i denne sektoren har potensial for å lagre mykje karbon, men slike tiltak kan også, om dei blir gjort på feil måte, forsterke konflikhtar mellom arealbruk og vern av leveområde, klimatilpassing, naturmangfald og andre økosystemtenester. Areal spelar også ei nøkkelrolle ved utbygging av ulike former for fornybar energi.

Den forskingsbaserte kunnskapen om desse samanhengane er i vekst, men det manglar ein oversikt over tilgjengelege arbeid på området, og dermed også over kunnskapshola. Det er mot denne bakgrunnen vi må sjå Forskingsrådet sitt ønske om denne kunnskapsoppsummeringa.

Om oppdraget

Mandatet for oppdraget er å oppsummere forskingsbasert kunnskap om samanhengar mellom arealbruk og arealbruksendringar i Norge og effektar på og utfordringar for naturmangfald, økosystemtenester, klimatilpassing, karbonopptak og -lagring. Arbeidet er avgrensa til areal på land, inkludert ferskvatn. Vidare skal det identifisere viktige kunnskapshol og gi eit grunnlag for prioriteringar innanfor forskning og innovasjon. Forskingsrådet har peika på tre viktige spørsmål som vi har tolka som problemstillingar for oppdraget:

1. Kva seier forskinga om kor berekraftig arealforvaltninga i Norge i dag er, særleg med omsyn til naturmangfald og økosystem og korleis klimaendringar påverkar framtidig berekraft?
2. Kva seier forskinga om dilemma og konflikthar mellom ulike samfunnsomsyn og interesser i samband med arealbruk, inkludert klimatilpassing, karbonopptak og lagring?
3. Kva seier forskinga om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter for arealbruk og forvaltning som best mogleg varetar sentrale samfunns mål, inkludert klima- og naturmangfaldmål?

Metode og gjennomføring

Denne kunnskapsoppsummeringa tar utgangspunkt i metoden for *scoping review*. Det er ei form for litteraturgjennomgang der prosessen er planlagt på førehand, med vekt på at arbeidet skal vere transparent og reproduserbart. Framstillingane i kapittel 3 og 7, som er kvantitative innhaldsanalysar av høvesvis nordisk primærlitteratur og internasjonal reviewlitteratur, ligg klart innanfor rammene av ein *scoping review*. I kapittel 4-6 går vi noko lenger enn dette, ved at vi har analysert innhaldet i delar av den inkluderte litteraturen og til ein viss grad diskuterer desse funna i høve til annan litteratur som ikkje har blitt fanga opp av våre søk.

Figur 1 på side 32 er ei skjematisk framstilling av arbeidsgangen i *scoping review*-prosessen. Ein publisert protokoll¹ gjer greie for formål, metode, søkestrategiar, inkluderings- og ekskluderingskriterier og kodebok for dataekstraksjon. Det er gjennomført søk etter engelskspråkleg fagfelleverdert litteratur i fire databasar, med Scopus og Web of Science som dei største. Vidare er det søkt etter norskspråkleg fagfelleverdert og grå litteratur frå tre kjelder, med Google Scholar som den viktigaste. Endeleg har vi søkt etter norsk- og engelskspråkleg fagfelleverdert litteratur publisert i Forskningsrådet sin prosjektdatabase. Søkestrategi med kombinasjonar av søkeord for dei ulike søka går fram av figur 2 og 3 på side 34 og tabell 1 på side 35.

¹<https://osf.io/gtw4j/>

Gjennom søka bygde vi opp to datasett. Det første av desse omtaler vi her som *den nordiske litteraturen*. Det inneheld publikasjonar som omhandlar studiar i minst eitt av dei nordiske landa Norge, Sverige, Finland og Danmark. Det består av både engelskspråkleg fagfelleverdert litteratur og norskspråkleg fagfelleverdert og grå litteratur (rapportar, populærvitskaplege arbeid m.v.). Søket ga 2029 unike referansar. 1471 av desse vart ekskludert gjennom screening i to omgangar, slik at vi sto att med 558 publikasjonar som vi henta ut data frå gjennom ein kodeprosess. Det er den nordiske litteraturen som i hovudsak dannar grunnlaget for analysen i denne rapporten.

Det andre datasettet, *den internasjonale reviewlitteraturen*, inneheldt i utgangspunktet 6623 referansar. Screening vart av kapasitetsomsyn avslutta etter at halvparten av desse var gjennomgått. Ved hjelp av KI-funksjonen i screeningverktøyet fekk vi likevel inkludert ein stor del av dei relevante publikasjonane. Vi endte med 200 publikasjonar som vi har henta data frå på same måte som med det første datasettet. Data frå den internasjonale reviewlitteraturen er grunnlaget for kapittel 7.

Kvantitativ innhaldsanalyse

Den inkluderte *nordiske litteraturen* er frå perioden 1990-2024 og utgjer 558 publikasjonar, for det meste empiriske studiar publisert i fagfelleverderte tidsskrift. 12 prosent av publikasjonane er grå litteratur som rapportar og populærvitskaplege arbeid.

Naturvitskaplege arbeid dominerer med 88 prosent, samfunnsvitskaplege arbeid står for 21 og økonomiske studiar 6 prosent. Dette pregar empiribruken, med overvekt av felldata, romlege data og registerdata. Vi har sett som krav at inkluderte arbeid skulle vere studiar frå minst eitt av dei nordiske landa. Svenske studiar er mest talrike (40 prosent av publikasjonane), følgt av norske (33), finske (23) og danske (10 prosent). Av norske arbeid er flest frå regionen rundt Trondheim og Oslo, færrast frå Nord-Norge. Naturmangfald er tema i tre av fire publikasjonar, kvar fjerde publikasjon handlar om økosystemtenester, og det same gjeld for karbonlagring. Berre åtte prosent av studiane ser på

korleis arealbruken påverkar klimatilpassing. Landbruksmiljø og skog er dei mest omtalte økosystemtypane. Halvparten av publikasjonane gjeld arealbruksendringar i landbruket, ein tredel i skogbruket og ein femdel gjeld utbygging, mens vern/beskyttelse er omtalt i ein av ti studiar.

Den *internasjonale reviewlitteraturen* omfattar 200 engelskspråklege artiklar publisert i perioden 1997-2023. Meta-analysar utgjer 59 prosent av materialet, systematiske kunnskapsoppsummeringar 25 prosent. Berre 6 prosent er samfunnsvitskaplege arbeid og 1 prosent økonomiske studiar, resten er naturvitskaplege studiar. Naturmangfald er viktigaste tematiske område med 60 prosent av studiane, følgt av karbonlagring (34), økosystemtenester (15) og klimatilpassing (3 prosent). Studiar av landbruksmiljø dominerer, mange av desse dreier seg om karbon i jordsmonnet. Skeivheita mellom forskingsfelt, med svært få treff på samfunnsvitskapleg og økonomisk litteratur, er enda sterkare for den internasjonale reviewlitteraturen enn for den nordiske litteraturen, og indikerer eit udekt kunnskapsbehov.

Svar på forskingsspørsmåla

Kvantitative scoping review-data frå den nordiske litteraturen har blitt kombinert med nærlesing av nøkkelartiklar og annan litteratur som grunnlag for å svare på forskingsspørsmåla og identifisere kunnskapshol. Under følgjer vårt svar på dei tre forskingsspørsmåla i form av eit konsentrat frå kapitla 4-6.

Er arealbruken berekraftig?

Det verkar klart at arealforvaltninga i Norge ikkje er berekraftig. Fokuset i litteraturen vi har gått gjennom er retta mot negative utviklingstrekk. Dette gjeld særleg for bevaring av naturmangfaldet, medan det ikkje er like negativt i høve til karbonlagring. Utfordringane ser ut til å vere særleg store i landbruket og skogbruket. Dei er også vesentlege for våtmark, ferskvatn og truleg open grunnlendt naturmark og urbane miljø, medan dei er noko mindre i alpine miljø.

Konklusjonen om ei ikkje berekraftig arealforvaltning går likevel berre i avgrensa grad direkte fram av litteraturen, fordi det finst lite forskning som vurderer effektane arealbruken har på naturen som heilskap. Spesielt dei vitskaplege artiklane er prega av snevre problemstillingar som i liten grad svarer på spørsmålet vårt, men i staden tar berekraftsutfordringane ved arealbruken som eit meir eller mindre godt underbygd utgangspunkt. Da er det noko betre med den grå litteraturen, der enkelte kjelder inneheld gode oppsummeringar. Det meste av litteraturen er retta mot dei direkte, fysiske konsekvensane. Vi finn langt færre publikasjonar som ser på korleis beslutningsprosessar og andre drivarar påverkar berekrafta. Her ser det ut til å vere store kunnskapshol, særleg knytt til dimensjonen årsaksorientering.

Om dilemma og konflikhtar

Det er konflikt i samfunnet mellom den faktiske arealbruken og dei goda samfunnet (innbyggjarane) vil at areala skal levere. Konflikthane oppstår fordi samfunnet ikkje har institusjonar som sikrar ei betre avveging mellom bruk av areal til produksjon av gode som kan omsettast i ein marknad (som trevirke, matvarer, tomter til hytter og bustader, areal til energiproduksjon og annan infrastruktur) og gode som ikkje blir omsett i ein marknad, men som er viktige for samfunnet (som naturmangfald, karbonbinding og -lagring og klimarobustheit). Dette gjeld både på tvers av sektorar og i arealbruken generelt. Grunnlaget for berekraftige avgjerder om arealbruk blir derfor svakt, og nedbygging av natur held fram med negative konsekvensar for naturmangfaldet, redusert kapasitet for karbonbinding og -lagring i naturen og større sårbarheit for klimaendringane. Vi finn få publikasjonar som analyserer dette store bildet, og vi finn endå færre publikasjonar som analyserer kva som skal til for å få til ei grunnleggande endring av styringssystemet for arealbruk. Dette gjenspeglar både vesentelege kunnskapsmanglar og -skeivheiter.

Er det eit dilemma mellom å ta klimaomsyn og å hindre nedbygging av natur? Det internasjonale naturpanelet peikar på at klima- og naturkrisa må sjåast i samanheng og løysast koordinert. Dei peikar også på at dette ikkje kan løysast ved mindre justeringar av dagens system. Verdsetting og vektlegging av natur i

planlegging og avgjerder om arealbruk har ei systematisk skeivheit til fordel for marknadsgode. Det må systemendringar til for å endre på denne skeivheita. Vi finn ingen publikasjonar som analyserer slik endring i djupna.

Om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter

Fordi naturtap er resultat av tunge drivkrefter som er vanskelege å snu, er det særleg trong for kunnskap om løysingar og verktøy som kan bidra til denne viktige snuoperasjonen. Det verkar å vere brei oppslutning om overordna prinsipp for arealforvaltning som gir forrang til bevaring og vern framfor avbøtande tiltak. Det blir utvikla og gjort forsøk med verktøy som legg slike prinsipp til grunn. Nokre av desse verkar lovande, men slit med å bli integrert i praksis og policy. Vidare finst det ein stor litteratur om utvikling av rammeverk for beslutningsstøtteverktøy med mål om å fremje ein meir berekraftig arealbruk. Det er få av desse som kjem vidare frå utviklings- og caseforsøksstadiet, og kunnskapsfronten verkar å utvikle seg sakte.

Utviklingsmoglegheiter for meir berekraftig arealforvaltning står fram som eit perifert tema i litteraturen vi har analysert. Med tanke på at areal med god økologisk funksjon ikkje berre er gunstig for samfunnsøkonomi og velferd, men definerer sjølve eksistensgrunnlaget vårt, står vi her overfor eit prekært kunnskapsbehov.

Samla drøfting

Naturmangfaldet er truga av arealbruksendringar, både som nedbygging av natur og bruksendringar i skog- og jordbruk. Dette gir seg utslag i bestandsnedgang, utrydding av artar og uoppretteleg endring av heile økosystem. Det er samtidig få publikasjonar i materialet vårt som oppsummerer utviklingstrekka og viser fram det store bildet av korleis naturtap artar seg, kvifor det skjer, kva konsekvensar det kan få og kva vi kan gjere for å snu utviklinga.

Drøftinga munnar ut i nokre tilrådingar og oppsummering av det vi meiner er dei viktigaste kunnskapshola og kunnskaps skeivheitene.

Tilråding 1: Det trengst meir overordna forskning på naturtilstand

Kunnskapsgjennomgangen viser at det er lite litteratur om arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester som set detaljkunnskap inn i ein større samanheng for å gi eit samla bilde av tilstanden til norsk natur.

Miljøstyresmaktene anerkjenner behovet for overordna tilstandsvurderingar, og får utarbeidd miljøovervaking av vikitge dyrebestandar og økosystem, naturindeks og arealrepresentativ overvaking. Like fullt, i den økologiske litteraturen som har blitt fanga opp av våre søk er det få innslag av denne typen overordna vurderingar. Dette kan henge saman med manglar ved vår søkestrategi. Det generelle bildet er uansett at den naturvitskaplege kunnskapsproduksjonen rundt arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester – i tillegg til grunnforskning og spesialiserte studiar – bør innehalde meir heilskaplege analysar av status og utviklingstrendar.

Tilråding 2: Det trengst kriterium for berekraftig arealforvaltning

Vi saknar kriteriesett for vurdering av berekraftig arealforvaltning som kan tilpassast det mangfaldet av økosystem og arealtypar som finst. Raudlistevurderingar og naturindeks er viktige bidrag her, men dei har avgrensa verdi viss ein skal etablere standardar for berekraftig forvaltning av det som ikkje er naturområde eller semi-naturlege område. Dette gjeld særleg for intensivt drivne produksjonsområde i jordbruket og urbane område. Skogbruksnæringa har innført miljøsertifiseringsordningar for skog som næringsutøvarane kan velje å rette seg etter. Vi ser behov for berekraftsvurderingar som dekker alt areal, ikkje berre det som er omfatta av frivillige næringsinitiativ. Som døme kan vi trekke fram behovet for berekraftsdefinisjonar og indikatorar som kan bli instrumentelle i å hindre tap av naturverdiane knytt til den tredjedelen av norsk skog som aldri har blitt flatehogd.

Tilråding 3: Det trengst meir tverrvitskapleg forskning om berekraftig arealforvaltning

Kunnskapsgjennomgangen viser at den naturvitskaplege litteraturen om arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester i liten grad ser på korleis beslutningsprosessar og andre drivarar påverkar berekrafta. Det kjem særleg til syne gjennom eit framherskande effektorientert perspektiv på miljøpolitikken, og tilsvarande mangel på årsaksorientert tilnærming. Dette avdekkjer eit kunnskapshol som vi meiner kan tettast ved at det blir lagt til rette for større grad av tverrvitskapleg forskning på dette feltet. Langsiktig satsing gjennom forskingsprogram som legg til rette for slik kunnskapsproduksjon er ein føresetnad for å få til dette. Nokre av dei mest relevante tverrvitskaplege bidraga i materialet vårt er nettopp publikasjonar frå slike forskingsrådsprogram.

Tilråding 4: Det trengst forskning om transformasjon som føresetnad for berekraftig arealbruk

Ein meir berekraftig arealbruk krev omstillingsprosessar av mange slag. Mykje av litteraturen vi har undersøkt har eit endringsperspektiv vi tolkar som uttrykk for *svak berekraft*. Dette gjeld ofte teknologiske tilpassingar (i faglitteraturen omtalt som *transition*) til forskjell frå samfunnsomstilling med utgangspunkt i sosiale og politiske forhold (*transformation*), som kjenneteiknar *sterk berekraft*. Den vektlegginga vi observerer i forskingslitteraturen gir ei kunnskapsskeivheit som gjer at vi tilrår meir forskning om transformative prosessar som skal til for å oppnå berekraftig arealbruk i tråd med viktige klima- og miljømål.

Dei avdekte kunnskapshola og kunnskapsskeivheitene viser at vi treng meir kunnskap om:

- Dei store linene i arealbruksendringar av natur og semi-naturlege naturtypar, og korleis vi som samfunn kan sikre ei betre avveging mellom arealbruk til gode som blir omsett i marknaden kontra

fellesgode som naturmangfald, karbonbinding og -lagring og klimarobustheit. Dette gjeld på tvers av sektorar og beslutningsnivå.

- Korleis styringssystemet for arealbruk kan endrast for å sikre ei betre realisering av samfunnet si vektlegging av fellesgode i høve til private gode ved arealbruk.
- Konsekvensane for naturmangfald og økosystemtenester av arealendringane langs kysten, i artsrike delta i sjø og ferskvatn og i naturleg opne areal.
- Sentrale premisser i samfunnsdebatten, som at det skal vere motsetningar mellom det å løyse både klimakrisa og naturkrisa, og oppfatninga om at energibruken vil eller må auke.
- Korleis overordna prinsipp for arealforvaltning for bevaring av natur kan bli nedfelt i praktiske løysingsforslag eller verktøy, og resultat av bruk av slike prinsipp.
- Dei langsiktige konsekvensane for naturmangfald og økosystemtenester av den dominerande utviklingsretninga i jord- og skogbruket. For jordbruket bør dette inkludere den regionale spesialiseringa på alle nivå.
- Korleis omstilling til berekraftig arealbruk kan skje gjennom samfunnsomformande prosessar, og ikkje berre gjennom stegvise, teknologiske justeringar.

1 Innleiing

1.1 Bakgrunn

FN-konferansen om miljø og utvikling i Rio i 1992 vedtok både FNs klimakonvensjon (UNFCCC) og Konvensjonen om biologisk mangfald (CBD). Dette var eit viktig steg i formalisering av det internasjonale arbeidet med begge desse fundamentale utfordringane verdssamfunnet står overfor, eit arbeid som på det vitskapelege planet i stor grad har blitt leidd gjennom FNs klimapanel IPCC (oppretta i 1988) og Det internasjonale naturpanelet IPBES (oppretta i 2012).

Først i seinare år har det blitt sett søkelys på at klima- og naturkrisene er uløyslege knytte til kvarandre og må handterast under eitt. Denne erkjenninga spring i stor grad ut frå kunnskap om arealbruk. Arealbruksendringar fører til forringing og øydelegging av habitat over heile kloden (IPBES, 2018). Desse prosessane representerer det største trugsmålet mot naturmangfaldet, både gjennom bestandsnedgang, utrydding av artar og uoppretteleg endring av heile økosystem (IPBES, 2019). Studiar indikerer at vi på grunn av arealbruksendringar og klimaendringar må verne rundt 30 prosent av landarealet på jorda om vi skal klare å oppretthalde biologisk mangfald og økosystemtenester (IPCC, 2022a). I 2021 vart det eit gjennombrøt for det vitskapelege samarbeidet for å sjå klima og naturmangfald i samanheng, i og med at IPBES og IPCC arrangerte eit felles arbeidsseminar om biodiversitet og klimaendringar. Her vart det understreka at dei raske endringane i klima og biologisk mangfald deler underliggende direkte og indirekte drivarar, dei interagerer og har komplekse effektar som trugar livskvalitet og samfunnsmål (IPBES & IPCC, 2021). Eit viktig gjennombrøt for det internasjonale arbeidet med å reversere tap av natur og naturmangfald, skjedde i 2022 med etableringa av det globale Kunming-Montréal-rammeverket for naturmangfald under konvensjonen om biologisk mangfald, også kalla *naturavtalen*.

Her heime har vi i forlenging av dei internasjonale avtalane og rapportane fått offentlege utgreiingar som tar opp mange av dei same spørsmåla. Klimautvalget 2050 la i oktober 2023 fram NOU 2023:25 «Omstilling til lavutslipp. Veivalg for klimapolitikken mot 2050», der omgrepet *naturtap* er drøfta. Nokre månader seinare la Naturrisikoutvalget fram NOU 2024:2 «I samspill med naturen. Naturrisiko for næringer, sektorer og samfunn i Norge». Der blir det vist korleis naturtap både trugar velferda og representerer naturrisiko for næringar, sektorar og samfunnet som heilskap.

Økosystema si evne til å binde og lagre karbon har fått ei nøkkelrolle ved utforming av klimapolitikk. Landbruk, skogbruk og anna arealbruk (AFOLU-sektoren) sto for 13-21 prosent av dei menneskeskapte klimagassutsleppa i 2010-2019, medan terrestriske system absorberte om lag 1/3 av dei same utsleppa i same perioden (IPCC, 2022b). Tiltak i denne sektoren har potensial for å lagre mykje karbon, men slike tiltak kan også, om dei blir gjort på feil måte, forsterke konflikhtar mellom arealbruk og vern av leveområde, klimatilpassing, biodiversitet og andre økosystemtenester (op.cit.). Det å ta vare på naturlege økosystem viser seg å vere den mest effektive og billigaste måten å auke opptaket av og lagre karbon, i tillegg til at dette bidrar til å sikre naturmangfald og økosystemtenester (IPCC, 2019).

Også i Norge har det dei siste åra blitt større merksemd rundt samhengane mellom arealbruk, naturmangfald og klima. KS har vore tidleg ute med å sette temaet på dagsordenen, m.a. ved å bestille ei utgreiing om samspeleffektar i lokal miljø- og klimapolitikk (Brendehaug et al., 2021b) og ei samanfatning av internasjonale rapportar om natur og klima, der samhengane dei to miljøpolitikkfeltene blir drøfta med vekt på relevansen for lokale og regionale planstyresmakter (Stange et al., 2021). Behovet for å styrke samordninga mellom klimapolitikk og politikk for bevaring av naturmangfald, blir sterkt understreka i NINAs rapport om karbonlagring i norske økosystem (Bartlett et al., 2020). Den forskingsbaserte kunnskapen om desse samhengane er såleis i vekst, men det manglar ein oversikt over tilgjengelege arbeid på området, og dermed også over kunnskapshola. Det er mot denne bakgrunnen vi må sjå Forskningsrådet sitt ønske om denne kunnskapsoppsummeringa.

1.2 Om oppdraget

I februar 2022 lyste Forskningsrådet ut midlar til eit prosjekt som skulle resultere i ei oppsummering av forskingsbasert kunnskap om samanhengar mellom arealbruk og arealbruksendringar i Norge og effektar på og utfordringar for naturmangfald, økosystemtenester, klimatilpassing, karbonopptak og -lagring. Utlysinga var avgrensa til areal på land, inkludert ferskvatn. Utlysinga la vekt på at kunnskapsoppsummeringa skulle identifisere viktige kunnskapshol og gi eit grunnlag for vidare prioriteringar innanfor forskning og innovasjon. Forskningsrådet peika på tre spørsmål som kan tolkast som problemstillingar for oppdraget:

Viktige spørsmål vil være hva forskningen sier om

- hvor bærekraftig arealforvaltningen i Norge i dag er, særlig med hensyn til naturmangfold og økosystemer og hvordan klimaendringer påvirker framtidig bærekraft
- dilemmaer og konflikter mellom ulike samfunnshensyn og interesser i forbindelse med arealbruk, inkludert klimatilpassing, karbonopptak og -lagring
- løsninger, verktøy og utviklingsmuligheter for arealbruk og -forvaltning som best mulig ivaretar sentrale samfunns mål, inkludert klima- og naturmangfoldmålene.

I oktober 2022 løyvde Forskningsrådet midlar til både Vestlandsforskning og NINA på to parallelle prosjekt i denne utlysinga. Dei to tilbydarane har fått same mandat frå oppdragsgivaren, men hatt ei noko ulik tilnærming til oppgåva. Forskningsrådet har ønskt å sjå dei to prosjekta i samanheng, og det har mellom anna kome til uttrykk gjennom felles oppfølgingsmøte. Dette har lagt eit godt grunnlag for fagleg kontakt mellom NINA og Vestlandsforskning gjennom prosjektperioden. Dette er rapporten frå prosjektet til Vestlandsforskning, *Kunnskapsoppsummering om arealbruk, naturmangfald og klima (Karnak)*.

1.3 Prosjektorganisering

Vestlandsforskning (VF) er prosjektansvarleg, med Miljøfaglig utredning AS (MFU) og biblioteket ved Høgskulen på Vestlandet (HVL-BIB) som underleverandørar. Den aktive prosjektgruppa har vore *Kyrre Groven, Torbjørn*

Selseng og *Eivind Brendehaug* ved VF, *Geir Gaarder*, *Kirstin Maria Flynn Steinsvåg* og *Knut Hessen* ved MFU, og *Marianne Nesbjørg Tvedt* ved HVL-biblioteket. Kyrre Groven har vore prosjektleiar, Torbjørn Selseng har leidd arbeidet med utforming av søkestrategi, Marianne Nesbjørg Tvedt har utført søk og vore bibliotekfagleg ansvarleg, medan hovudansvaret for analyse av dei tre problemstillingane har lege hos Geir Gaarder (kap. 4), Eivind Brendehaug (kap. 5) og Kyrre Groven (kap. 6).

Ei ekspertgruppe med tre økologar har følgd arbeidet og deltatt i kvalitetssikringa. Desse var medlemmane i ekspertgruppa (i alfabetisk rekkefølge):

- *Dag O. Hessen*, professor i biologi, Universitetet i Oslo
- *Knut Rydgren*, professor i vegetasjonsøkologi ved Høgskulen på Vestlandet
- *Liv Guri Velle*, ph.d. i vegetasjonsøkologi og forskingsleiar ved Møreforskning, frå 2024 forskar ved divisjon for matproduksjon og samfunn i NIBIO.

Ei brukargruppe med forvaltningsaktørar kommenterte resultata i slutfasen av prosjektet. Desse var medlemmane i brukargruppa (i alfabetisk rekkefølge):

- *Alexander Connor*, jord- og miljøansvarleg, Vestnes kommune
- *Evelyne Marie T. Gildemyn*, rådgjevar, Klima- og miljøenheten, Trondheim kommune
- *Thomas Christian Kiland-Langeland*, fagdirektør for klima og miljø, Statsforvaltaren i Agder
- *Anne Melbø*, klimakoordinator, Statsforvaltaren i Møre og Romsdal
- *Eline Orheim*, avdelingsleiar, Statsforvaltaren i Vestland.

1.4 Tolking av oppdraget

Vi opplever oppdraget frå Forskningsrådet som viktig og spennande, men også krevjande. Som vi har omtalt i bakgrunnsdelen, er det først i nyare tid at klima- og naturkrisa har blitt sett i samanheng, og at arealbruksendringane sine følger

for eit vidt spekter av natur- og samfunnsgode har blitt gjenstand for systematiske studiar. Ettersom vi i Norge er i ein tidleg fase av dette viktige forskingsfeltet, er det nyttig å få kartlagt kunnskapsstatus og ikkje minst å få identifisert kunnskapshol som grunnlag for vidare prioriteringar av forskingsinnsatsen. I lys av dette er ei vidtfemnande kunnskapsoppsummering på sin plass. Samtidig er det klare utfordringar knytt til det å skulle gjennomføre eit kartlegging på tvers av så mange kunnskapsfelt og disiplinær som vi her har sett oss føre. Under vil vi gjere greie for korleis vi har nærma oss oppgåva, og kort omtale kva tilpassingar vi har måtta gjere undervegs.

I kapittel 1.2 har vi gjengitt dei tre spørsmåla Forskingsrådet peikte ut som særleg viktige å få kartlagt forskingsstatus på. Desse tre spørsmåla har fungert som overordna problemstillingar for arbeidet, og har vore strukturerande både for søkestrategi, dataekstraksjon og analyse. Vi har valt å dele kartlegginga i to separate søk med ulike korpus: Det vi omtaler som *den nordiske litteraturen* er publikasjonar henta gjennom ulike søk etter primærforskning og grå litteratur avgrensa til studiar som er utført i minst eitt av dei nordiske landa Norge, Sverige, Finland og Danmark. Vidare har vi søkt etter *internasjonal reviewlitteratur*. Søketermane er dei same som i det første søket, men med to vesentlege skilnader i søkestrategien: Vi har utvida søket ved å fjerne dei geografiske avgrensingane til Norden (men stilt krav om relevans for norske forhold). På den andre sida har vi avgrensa søket ved å berre inkludere kunnskapssamanstillingar og metaanalysar.

Vi har vore opne på at forskargruppa ikkje har erfaring med denne typen omfattande kunnskapsoppsummeringar. For Vestlandsforskning har kompetansebygging innanfor scoping review-metodikk vore ein viktig motivasjon for arbeidet med prosjektet. For å sikre at den delen av prosjektet kunne gjennomførast på ein tilfredsstillande måte, har vi hatt bibliotekfagleg ekspertise med i prosjektteamet. Utan tidlegare å ha arbeidd med kunnskapsoppsummering etter dei krava metoden stiller, undervurderte vi tidsbruken knytt til screeningprosessen. Vi opplevde at det å sortere ut relevante arbeid basert på tittel, samandrag og nøkkelord var særleg vanskeleg fordi søkestrategien spenner så vidt og vi vart sittande med eit svært samansett

materiale. Dette resulterte i kapasitetsproblem som pressa fram forenklingar på to plan: For det første måtte vi redusere omfanget av manuelt innhenta referansar gjennom mindre bruk av siteringsnøsting og kjelder utanom dei førehandsdefinerte litteraturobasane. For det andre måtte vi forenkle screening-prosessen noko, særleg for reviewlitteratur-søket. Sjå kapittel 2 *Metode og gjennomføring* for nærare detaljar om dette.

Det første forskings spørsmålet tar utgangspunkt i denne formuleringa i Forskringsrådet si utlysing:

[hva sier forskningen om] hvor bærekraftig arealforvaltningen i Norge i dag er, særlig med hensyn til naturmangfold og økosystemer og hvordan klimaendringer påvirker framtidig bærekraft.

Vi har i utgangspunktet inkludert studiar frå alle typar areal, også urbane område. Mandatet inneheld ikkje nokon definisjon av bærekraftig arealforvaltning, og vi har heller ikkje vore i stand til å avgrense det omgrepet tydeleg. For naturområde og semi-naturlege naturtypar finst det raudlistevurderingar som ein kan ta utgangspunkt i, og som vi har trekt inn i vår drøfting av funn. Når det gjeld intensivt drivne produksjonsområde i jord- og skogbruk er det vanskelegare å sette opp bærekraftskriterier, og det er ein refleksjon frå vår side at vi allereie her står overfor eit udekt kunnskapsbehov.

1.5 Empirisk og normativ tilnærming

Kunnskapshol og kunnskapsmanglar kan i prinsippet avdekkast på to ulike måtar, frå eit empirisk og eit normativt utgangspunkt, der det normative er ei utviding av det empiriske.

Ei *empirisk* tilnærming vil vere styrt av det som går fram av den undersøkte litteraturen, både gjennom kunnskapsbehov som blir påpeikt i dei inkluderte publikasjonane, og ved dei tematiske skeivheitene eller manglane som den inkluderte litteraturen representerer i seg sjølv. Ei reindyrka empirisk tilnærming vil i prinsippet ikkje kunne reflektere over om eit gitt tema eller problemstilling er for dårleg dekt (eller om det har vore for stor forskingsinnsats på området), berre om temaet er dekt i større eller mindre

grad enn andre tema. Sett på spissen kan ei empirisk tilnærming derfor risikere å ikkje avdekke hol i kunnskapen, men berre vere ein analyse av skeivheiter i kunnskapen som føreligg.

Ei *normativ* tilnærming tar utgangspunkt i forventningar om kva litteraturen bør dekke, som også kan innebere ei forventning om vekting av ulike delkategoriar av det aktuelle kunnskapsområdet. Utgangspunktet for å formulere forventningar om kunnskapsinnhald vil ofte vere politisk i ein eller annan forstand, men den vidare operasjonaliseringa av forventninga i retning av eit evalueringsgrunnlag må vere teoretisk basert.

I utlysinga som ligg til grunn for oppdraget reiser Noregs forskingsråd m.a. spørsmålet om *berekraftig arealforvaltning, og korleis handtere dilemma og konflikhtar mellom omsyn til naturmangfald og økosystem og korleis klimaendringar påverkar framtidig berekraft*. Målet om ei berekraftig utvikling, den overordna diskursen om berekraftig utvikling, og den meir spesifikke diskursen om berekraftig arealforvaltning er med andre ord sentrale for kunnskapskartlegginga. Med dette utgangspunktet er det naturleg å legge til grunn ikkje berre ei empirisk, men også ei *normativ* tilnærming til oppdraget om å avdekke kunnskapshol.

Vårt evalueringsgrunnlag tar utgangspunkt i ein etablert norsk forskningstradisjonen om kritisk berekraftforskning (Holden & Linnerud, 2021; Holden et al., 2017; Høyer, 2000; Lafferty & Langhelle, 1995; Aall et al., 2002). I tråd med den opphavelige todelinga av forståinga av berekraftmålet i økologisk og sosial berekraft i både forskingsdiskursen (Lafferty & Langhelle, 1995) og policydiskursen (sjå t.d. St.meld. nr. 58 (1996-97)), legg vi til grunn den *økologiske* berekraftinnretninga som mest relevant i denne samanhengen. Eit slikt utgangspunkt inneber ei plikt til å sikre avgjerande økosystemfunksjonar. Vidare legg vi til grunn forståinga om at den økologiske berekrafta er ein naudsynt føresetnad for i neste omgang å sikre den sosiale berekrafta.

Vidare tar vi utgangspunkt i ein norsk forskningstradisjon spesifikt retta inn mot *berekraftig arealplanlegging* (Moberg, 2023; Naess, 2001; Næss, 1994) som også inneheld utvikling av detaljerte indikatorar for berekraftig arealplanlegging

(Næss, 1991; Vik et al., 2021). Og til sist har vi innarbeidd perspektiv frå vår eigen nylege litteraturgjennomgang, drøfting, og operasjonalisering av omgrepet *berekraftig klimatilpassing* (Aall et al., 2023).

Forskingstradisjonen og litteraturen vi her har vist til gir grunnlag for å trekke fram tre overordna kriterium for berekraftig arealforvaltning og dermed skape eit kriteriesett for den normative innretninga av kunnskapskartlegginga vår.

Årsaksorientering: Ei av hovudtilrådingane i Brundtlandrapporten som lanserte målet om ei berekraftig utvikling var omlegging frå ei effektinnretning til ei årsaksinnretning av miljøpolitikken. I vår kontekst inneber dette å auke kunnskapen om korleis ein kan få miljøpolitikken til å dreie seg meir om å ta tak i årsakene til at miljøproblem oppstår enn å reparere og tilpasse samfunnet til effektane av miljøproblema etter at dei har oppstått.

Omstilling: Ein gjennomgang av dei seks hovudrapportane som så langt har kome frå FNs klimapanel viser ei markant endring i bruken av omgrepet *transformation* ('omstilling' på norsk), både med tanke på innhaldet av omgrepet og kor hyppig det har blitt nytta. Frå første hovudrapport i 1990 til og med den fjerde i 2007 vart 'transformation' nytta til å omtale omfanget av verknaden av klimaendringar, men frå og med femte hovudrapport har omgrepet blitt nytta til å vurdere omfanget av samfunnsendringar som er naudsynt for å nå klimamåla. I dei to siste hovudrapportane skjedde det dessutan eit sprang i tal gongar omgrepet er nemnt, frå 52 i snitt for dei fire første til 536 i femte og 2488 gongar i sjetten hovudrapport. Vi ser også eit skilje i forståinga av innhaldet i samfunnsendringar, frå vektlegging av sosiale og politiske forhold (engelsk 'societal transformation') til vektlegging av endringar som gjeld teknologiske forhold (engelsk 'transition'). Behovet for omstilling blir i litteraturen ofte sett i kontrast til mindre og stegvise (inkrementelle) endringar av samfunnet.

Samspel: Det er ein veksande litteratur om korleis berekraft blir påverka av positive og negative samspeleffektar mellom ulike omsyn på klima- og miljøområdet. I engelskspråkleg faglitteratur blir negativt samspel omtalt som trade-offs og conflicts, medan positivt samspel blir omtalt som co-benefits og

synergies (Landauer et al., 2015; Sharifi, 2020, 2021). IPBES og IPCC (2021) har peika på at negative samspeleffektar kan forsterke den kombinerte klima- og naturkrisa. Ein tidlegare kunnskapsgjennomgang viser at litteraturen omtaler positivt samspel særleg knytt til arealvern og bruk av naturbaserte løysingar, medan ulike dilemma ofte oppstår i samband med treplanting, utvinning av fornybar energi og fortetting (Brendehaug et al., 2021a).

Vår normative inngang til vurdering av kunnskapshol bygger på ei forståing av at kunnskap om berekraftig arealbruk særleg bør innlemme ei forståing av dei tre dimensjonane årsaksorientering, omstilling og samspel. Når ein eller fleire av desse dimensjonane ikkje er omhandla av litteraturen vi har gått gjennom, peikar vi på *kunnskapshol*, og tilrår ny forskning på det spesifikke området eller med det spesifikke perspektivet som manglar. Til ein viss grad skil vi også mellom gradar av berekraftinnretning, frå *sterk* til *svak* berekraft. Innslag av årsaksorientert miljøpolitikk og samfunnsomstilling (societal transformation) er kriterium for vurdering av sterk berekraft, medan effektorientert miljøpolitikk og teknologiendring (transition) indikerer svak berekraft i vår forståingsmodell.² Om litteraturen har størst vekt på svak berekraft peikar vi på *kunnskapskeivheit*, og vår tilråding vil vere at det er behov for meir kunnskap i retning av sterk berekraft.

1.6 Rapportstruktur

I kapittel 1 *Innleiing* presenterer vi konteksten prosjektet spring ut frå, prosjektorganiseringa og våre refleksjonar rundt oppdraget. I kapittel 2 *Metode og gjennomføring* går vi gjennom prinsippa for scoping review, den typen kunnskapsoppsummering som er gjennomført, og rapporterer gangen i arbeidet etter formelle krav. Kapittel 3 *Kvantitativ innhaldsanalyse* er ein gjennomgang av resultatata frå dataekstraksjonen (kodinga) av dei 558 publikasjonane som utgjer den nordiske litteraturen vi har analysert. Så følger tre kapittel som presenterer og diskuterer funn med relevans til dei tre

² Vi opererer ikkje med tilsvarande skilje mellom sterk og svak berekraft for samspeltematikken.

hovudproblemstillingane for kunnskapsoppsummeringa, også her avgrensa til den nordiske litteraturen. Desse er kapittel 4 *Er arealbruken berekraftig?*, kapittel 5 *Dilemma og konflikter* og kapittel 6 *Løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter*. Grunnlaget vi bygger på i denne delen av rapporten er både resultat frå dataekstraksjon spesielt retta mot dei tre problemstillingane, og våre funn frå nærlesing av delar av den inkluderte litteraturen. Her har vi særleg støtta oss på 56 nøkkelpublikasjonar, referansar som vi markerte som særleg relevante under dataekstraksjonen. Kapittel 7 *Internasjonal reviewlitteratur* er vigd til dei publikasjonane som vart henta inn gjennom søk etter kunnskapsoppsummeringar og metaanalysar. Kapittel 8 *Samla drøfting* legg vi fram ein syntese av det samla kunnskapstilfanget frå studien, der vi både prøver å samle trådane frå drøftinga av dei tre forskingsspørsmåla, peike på kunnskapshol og gi råd om vidare forskning og innovasjon innanfor tematikken arealbruk, naturmangfald og klima. Det innleiande samandraget på rapporten skal også tene som det samandraget for forvaltninga som oppdragsgivaren har bede om.

2 Metode og gjennomføring

2.1 Scoping review

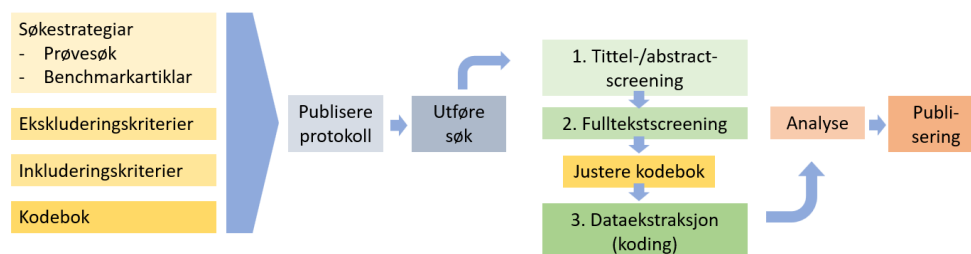
Denne kunnskapsoppsummeringa tar utgangspunkt i metoden for *scoping review*. Det er ei form for litteraturgjennomgang der prosessen er planlagt på førehand, med vekt på at arbeidet skal vere transparent og reproduserbart (Tricco et al., 2018). Målet med ein scoping review er å avklare omgrep og finne kunnskapshol. Ein godt gjennomført scoping review vil gi eit solid grunnlag for å gjere prioriteringar om vidare forskning.

Framstillingane i kapittel 3 og 7, som er kvantitative innhaldsanalysar av høvesvis nordisk primærlitteratur og internasjonal reviewlitteratur, ligg klart innanfor rammene av ein scoping review. I kapittel 4-6 går vi noko lenger enn dette, ved at vi har analysert innhaldet i delar av den inkluderte litteraturen, og til ein viss grad diskuterer desse funna i høve til annan litteratur som ikkje har blitt fanga opp av våre søk. Vi har gjort dette for å vere i stand til å svare på forskingsspørsmåla som er stilt i oppdraget.

I kapittel 4, som svarer på den første problemstillinga om arealbruken i Norge er berekraftig, har relativt store delar av den nordiske litteraturen blitt trekt inn for å gi ei vurdering av kunnskapen for kvar enkelt økosystemtype. I kapittel 5 og 6 har nærlesing av enkeltpublikasjonar vore avgrensa til eit sett *nøkkelpublikasjonar*. Dette er den delen av dei nordiske studiane (fagfelleverdert og grå litteratur) som vi under arbeidet med screening og koding har markert som særleg relevante for problemstillingane. Nøkkellitteraturen utgjer 85 publikasjonar eller 15 prosent av dei inkluderte nordiske publikasjonane. Desse er fordelt på 64 engelskspråklege vitskaplege arbeid og 21 publikasjonar på norsk som ikkje er fagfelleverderte (grå litteratur, for det meste rapportar og populærvitskaplege arbeid).

Kunnskapsgjennomgangen har følgd prosedyren som er omtalt i Dawkins et al. (2019), med mindre justeringar som går fram av protokollen vår (sjå nedanfor).

Vidare har vi i denne rapporteringa tatt utgangspunkt i tilrådingane som er gitt i standarden PRISMA for Scoping Reviews (PRISMA-ScR)³ (Tricco et al., 2018). Arbeidsgangen i scoping review-prosessen er framstilt skjematisk i Figur 1.



Figur 1 Sentrale arbeidsoperasjonar i kunnskapsoppsummeringa.

2.2 Protokoll

Ein protokoll som beskriv den planlagde review-prosessen vart publisert 23. juni 2023⁴. Han inneheld både formål, metode, søkestrategiar, inkluderings- og ekskluderingskriterier og kodebok for dataekstraksjon. Protokollen beskriv også korleis vi planla å gjennomføre dei ulike stega i arbeidet. Dette vart gjort for å vise at arbeidet ikkje er påverka av dei resultata vi fann (at arbeidet ikkje er «biased» eller forutinntatt). Det sikrar også transparens og gjer det mogleg å reprodusere og gjenbruke arbeidsplanane og metodane våre. Protokollen vil bli oppdatert i juni 2024.

2.3 Inkluderingskriterier

Kunnskapsoppsummeringa omfattar ulike kategoriar publikasjonar:

1. Fagfellevurdert litteratur på (a) engelsk eller (b) norsk som omhandlar studiar i minst eitt av dei nordiske landa
2. Grå litteratur på norsk som omhandlar studiar i minst eitt av dei nordiske landa

³ [Scoping — PRISMA statement \(prisma-statement.org\)](https://prisma-statement.org)

⁴ <https://osf.io/gtw4j/>

3. Fagfelleurdert litteratur på engelsk som er kunnskapsoppssummeringar eller metaanalysar.

Litteraturen under punkt 1 og 2 blir i denne rapporten ofte omtalt under eitt som «den nordiske litteraturen», medan punkt 3 er omtalt som «(den internasjonale) reviewlitteraturen».

Det er ingen avgrensingar i perioden for publisering, dette blir i praksis bestemt av kor langt tilbake i tid dei brukte litteratordatabasane strekker seg (Google Scholar går berre tilbake til 2019) og tidspunkt for gjennomføring av søka.

2.4 Informasjonskjelder

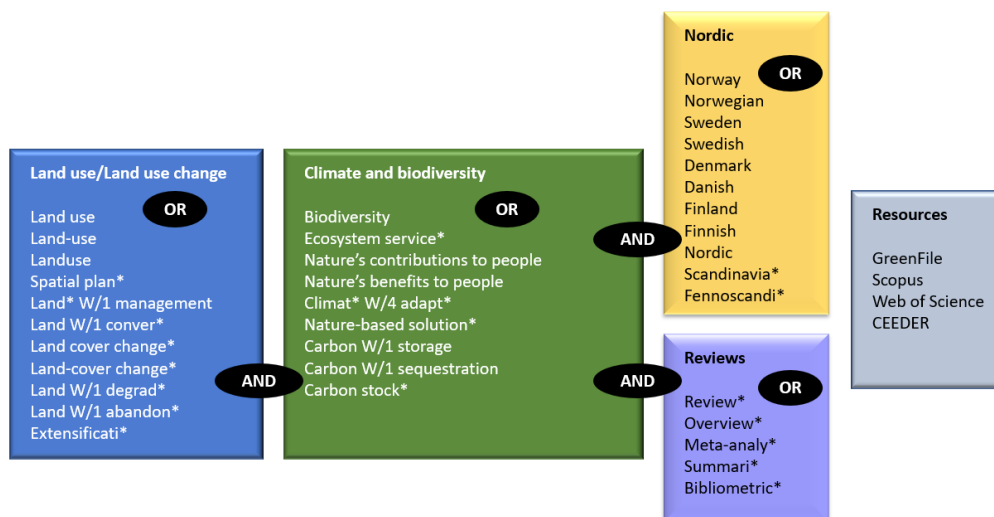
For å finne relevant litteratur har vi søkt i desse databasane (nummereringa viser til lista gitt i kap.2.3 Inkluderingskriterier, sjå også grafisk presentasjon under *Resources* i Figur 2 og *Ressursar* i Figur 3):

- Engelskspråkleg fagfelleurdert litteratur (1a, 3): GreenFile, Scopus, Web of Science, CEEDER.
- Norskspråkleg fagfelleurdert og grå litteratur (1b, 2): Google Scholar, Oria, Baerekraftsforskning.no.
- Norsk- og engelskspråkleg fagfelleurdert litteratur publisert i Forskingsrådet sin prosjektdatabase (eigne søkekriterier, sjå nedanfor).

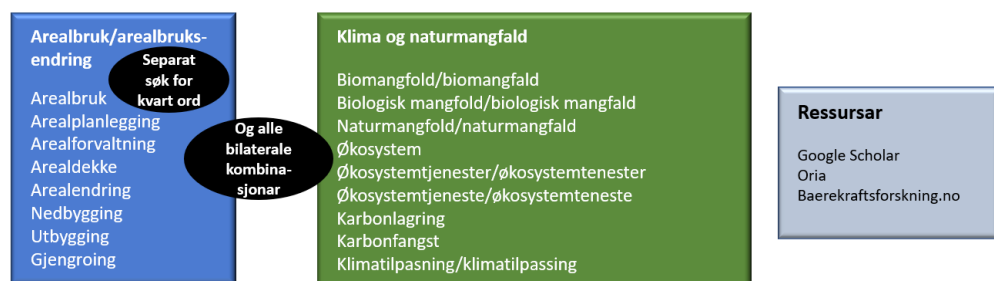
2.5 Søk

Søkestrategiane er vist i diagramform i figurane under, og søkehistorikken står i sin heilskap gjengitt i protokollen. Søkestrategiane er utforma ved Vestlandsforskning under leiing av Torbjørn Selseng, med rettleiing frå Marianne Nesbjørg Tvedt ved biblioteket på Høgskulen på Vestlandet.

Det vart gjennomført fleire prøvesøk under utforming av søkestrategiane, m.a. med testing mot benchmark-publikasjonar foreslått av ekspertgruppa (11 publikasjonar) og forskargruppa (16 publikasjonar). Søkestrengane vart justert for å inkludere benchmarkartiklar som ikkje vart fanga opp i første omgang.



Figur 2 Søkestrategiar for engelskspråkleg fagfelleurdert litteratur. Gul boks viser søkekriterier for nordiske studiar, fiolett boks viser søkekriterier for internasjonal review-litteratur.



Figur 3 Søkestrategi for norskspråkleg fagfelleurdert og grå litteratur.

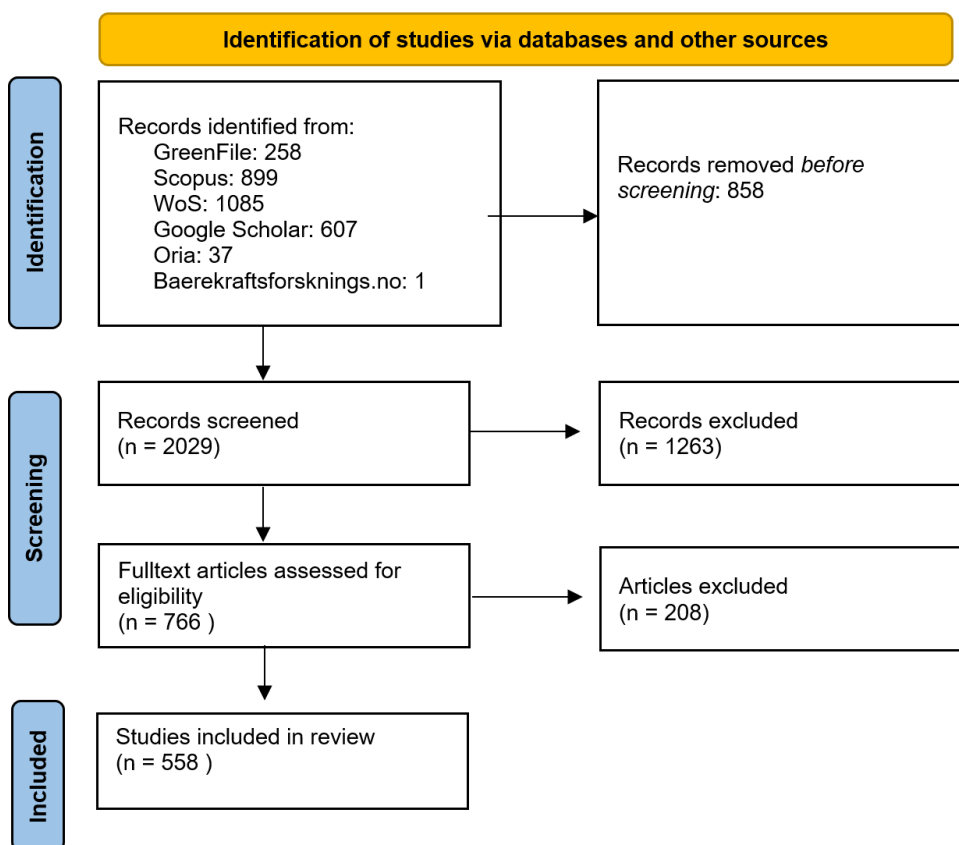
Avgrensingane for søket i prosjektdatabasen til Forskingsrådet er vist i tabellen nedanfor.

Tabell 1 Søkriterier ved søk i Forskingsrådet sin prosjektdatabase Prosjektbanken⁵.

Kriterium	Grunngjeving	Tal prosjekt
Langtidsplanmål = Klima, miljø og energi	Det målområdet i Forskingsrådet med størst relevans for tematikken	8 120
Tidsavgrensing = Prosjekt med løyving i perioden 2004-2020	2004 er så langt tilbake som databasen rekk. 2020 er valt som siste løyvingsår for å unngå tildelingar som enno ikkje har resultert i vitskaplege publikasjonar.	6 495
Fagområde = Samfunnsvitskap og humaniora	Dei fagområda som er dårlegast dekt i litteraturen og som vi derfor ventar å romme dei viktigaste kunnskapshola	850
Fritekst søkeord = arealbruk OR biomangfold OR naturmangfold	Sentrale søkeord i søkestrategien	42

Basert på søkestrategiane nedfelt i den publiserte protokollen gjennomførte biblioteket ved Høgskulen på Vestlandet søk i dei utvalde databasane.

⁵ <https://prosjektbanken.forskingsradet.no/>



Figur 4 PRISMA-diagram for den nordiske litteraturen.

2.6 Inkludering

Inkluderings- og ekskluderingskriteria går fram av protokollen. Som vedlegg til protokollen finst også liste over alle inkluderte publikasjonar.⁶ Den ekskluderingsgrunnen som hyppigast har slått inn, er at publikasjonen ikkje tematiserer arealbruk eller arealbruksendringar, og derfor ikkje oppfyller kravet om å bidra med kunnskap om korleis arealbruk verkar inn på viktige natur- og samfunnsmål. Det har også vore eit krav at publikasjonen tematiserer minst eitt av temaa naturmangfald, økosystemtenester, karbonbinding eller klimatilpassing. Andre vanlege grunnar til å utelate publikasjonar er at dei ikkje bygger på studiar i eit nordisk land, eller har mangla relevante empiriske funn,

⁶ <https://osf.io/gtw4j/>

som i enkelte reine metodeutviklingsarbeid. Sjå også ekskluderingsgrunnar i screeningskjemaet på nivå 2, høgre del av Figur 5.

Inkludering av nordisk litteratur

Dei importerte referansane vart screena i to omgangar, først basert på tittel, samandrag og nøkkelord (nivå 1) og seinare basert på vurdering av fulltekstversjon (nivå 2). Det vart utarbeidd screening-skjema i DistillerSR som på nivå 1 var avgrensa til spørsmål om referansen er potensielt relevant for undersøkinga, med svaralternativa ja og nei. Vurderinga vart gjort av to reviewarar individuelt. To personar sto for screening nivå 1, fire personar var involvert i screening nivå 2. Begge screeningskjema var gjennom utprøvningsrunde blant reviewarane og vart justert før sjølve screeninga tok til. Konflikstar vart løyst bilateralt ved å gå gjennom referansar der konklusjonen var ulik. Bibliotekar skaffa fulltekstversjon av alle inkluderte referansar. Screeningskjema på nivå 2 hadde det same innleiande spørsmålet som på nivå 1, med eitt oppfølgingsspørsmål for kvart svaralternativ (sjå Figur 5). Skjemaet inneheldt kommentarfelt og opna for å merke relevante artiklar som bakgrunnsartiklar sjølv om dei måtte ekskluderast på formelt grunnlag.

The image shows two side-by-side screenshots of a screening form. Both screens start with the question: "1. Is this reference potentially relevant to our review?". The left screen shows the "YES" button selected. Below it, question 4 asks: "4. If YES - which research question may this article answer?". There are three checkboxes: "RQ1: Sustainable land management", "RQ2: Dilemmas and conflicts", and "RQ3: Solutions and tools". The right screen shows the "NO" button selected. Below it, question 2 asks: "2. If NO - what is the reason for exclusion?". There are eight checkboxes: "Other disciplines", "Language", "Method development", "Marine ecosystems", "Duplicate", "Other", "Not including land use", "Not climate or biodiversity", "Incorrect study design", "Not Nordic / EU regulation", and "Wrong causality".

Figur 5 Screening-skjema nivå 2 med oppfølgingsspørsmål for både inkluderte og ekskluderte referansar. Kjelde: DistillerSR.

Inkludering reviewlitteratur

Inkluderings- og ekskluderingskriteria for den internasjonale reviewlitteraturen skil seg frå dei for den nordiske litteraturen på tre punkt: (1) Krav om at det må vere ei kunnskapsoppsumming eller metaanalyse,

(2) ikkje krav om nordisk studie, (3) krav om engelsk språk. Ut over dette har vi nytta same screeningskjema som omtalt for den nordiske litteraturen.

Av kapasitetsgrunnar har screening av reviewlitteraturen skjedd med desse tilpassingane:

- Screening nivå 1 vart avslutta etter at halvparten av referansane var gjennomgått.
- 34 prosent av referansane som vart gjennomgått hadde dobbel screening, resten har berre blitt vurdert av éin forskar.
- Fulltekstscreening (nivå 2) er slått saman med dataekstraksjonen (nivå 3), sjå kap. 2.7.

Desse tilpassingane er ikkje ønskelege, men tvinga seg fram på grunn av knapp tid mot slutten av prosjektet. To viktige tiltak vart gjort for å redusere problema ved den forenkla screeningprosessen.

På nivå 1 brukte vi den innbygde KI-funksjonen DAISY (DistillerSR's Artificial Intelligence System). Denne analyserer eigenskapar ved publikasjonane og dyttar framover nye publikasjonar som deler fellestrekk med dei inkluderte, og held tilbake dei som liknar på ekskluderte publikasjonar. Mot slutten av screeninga gjekk inkluderingsprosenten markant ned. Da den eine reviewaren avslutta screening nivå 1, hadde vedkomande inkludert 13,5 prosent av dei 2 111 vurderte artiklane, mens berre 3,6 prosent av dei siste 476 artiklane hadde blitt inkludert. Dette er ein god indikasjon på at vi ved hjelp av KI-funksjonen hadde dekt ein stor del av dei relevante publikasjonane sjølv om vi avslutta prosessen etter å ha vurdert berre halvparten av referansane.

På nivå 2 og 3 vart det kombinerte screening- og dataekstraksjonsskjemaet utstyrt med svaralternativet «Eg treng å diskutere denne referansen med ein kollega». Vi meiner denne løysinga fungerte godt og var med å fjerne noko av usikkerheita som oppsto på grunn av enkel review.

2.7 Dataekstraksjon og kodeskjema

Dataekstraksjonsskjemaet (kodeskjemaet) vi har nytta er gjengitt i protokollen. Skjemaet vart revidert med bakgrunn i erfaringar frå screeninga. Alle dei fire involverte reviewarane prøvde ut kodeskjemaet på dei same tolv artiklane (ti fagfelleverderte og to grålitteratur-referansar) for å sikre felles forståing av kategoriar og svaralternativ. Skjemaet vart så lagt inn i DistillerSR.

Kvar publikasjon vart koda av éin person. For å redusere usikkerheita ved enkel koding hadde reviewarane høve til å merke av publikasjonar dei ønskte å diskutere med ein kollega. Dette vart gjort for sju prosent av dei nordiske publikasjonane.

Etter at ca. 50 publikasjonar var koda, vart det gjort mindre justeringar på kodeskjemaet, særleg på spørsmåla som er spesifikke for dei tre problemstillingane. Dei ferdig koda referansane vart retta opp i tråd med endra skjema.

2.8 Syntese av resultat

Resultatet av dataekstraksjonen vart eksportert frå DistillerSR og behandla i Excel og R for framstilling av diagram og tabellar til den kvantitative innhaldsanalysen (kapittel 3, 5 og 6 for den nordiske litteraturen, kapittel 7 for reviewlitteraturen).

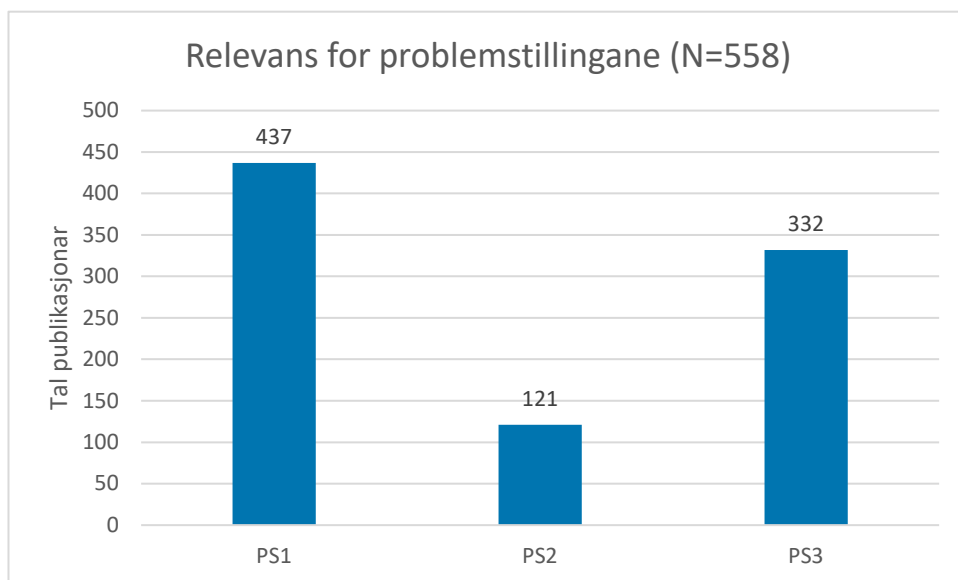
3 Kvantitativ innhaldsanalyse

I dette kapitlet presenterer vi resultatane frå dataekstraksjonen av den undersøkte litteraturen, dvs. kvantitative mål på kva som karakteriserer publikasjonane vi har inkludert i undersøkinga. Strukturen i kapitlet følger kategoriseringa slik ho går fram i kodeskjemaet i den publiserte scoping review-protokollen. Kapitlet er avgrensa til den undersøkte litteraturen om studiar utført i eitt eller fleire nordiske land – nedanfor gjerne omtalt som «den nordiske litteraturen» – sjølv om forfatarane kan vere frå andre land enn eit av dei nordiske. Det studerte materialet omfattar både fagfellevurdert og grå litteratur. Den tilsvarende kvantitative innhaldsanalysen av internasjonal reviewlitteratur finst i kapittel 7.

3.1 Relevans for forskingsspørsmåla

Kategoriseringa av litteraturen starta med ei vurdering av om den enkelte publikasjonen var relevant for ei eller fleire av dei tre problemstillingane eller forskingsspørsmåla. Dette fungerte i første rekke som eit arbeidsverktøy, ved at relevans for ei problemstilling utløyste krav om koding etter nokre tilleggskategoriar. Vidare har inndelinga vore bestemmande for kva delar av den nordiske litteraturen vi har lagt vekt på i kapitla 4-6. Endeleg er det av interesse å sjå korleis litteraturen fordeler seg mellom dei tre tilnærmingane, ettersom det seier noko om kva som har vore fokus for forskinga så langt.

Figur 6 viser at 437 av dei 558 publikasjonane (78 prosent) er vurdert av oss som relevant for første problemstilling «*er arealbruken berekraftig?*». 121 publikasjonar (22 prosent) er koda som relevant for andre problemstilling om dilemma og konflikhtar, mens 332 publikasjonar (59 prosent) er koda som relevant for tredje problemstilling om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter.

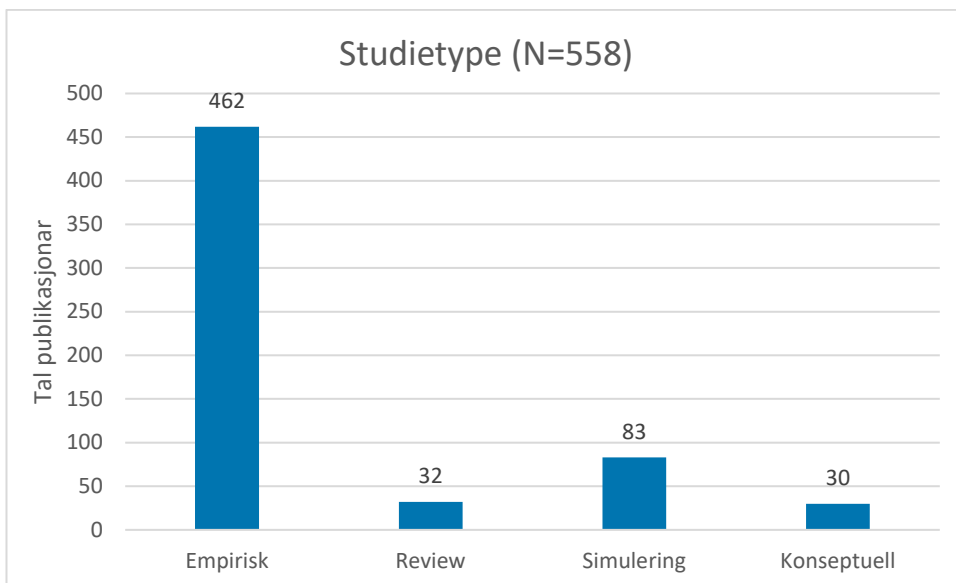


Figur 6 Vår vurdering av om publikasjonane er relevante for dei tre overordna problemstillingane for kunnskapsoppsummeringa. Tal publikasjonar.

3.2 Publikasjon

Studietype

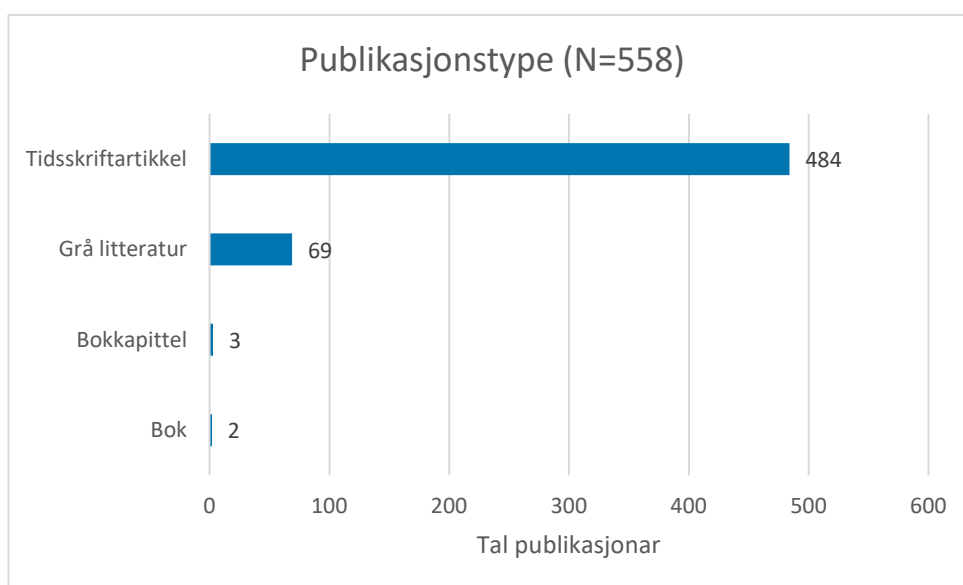
Figuren under viser korleis dei nordiske publikasjonane er fordelt mellom ulike studietypar. Heile 83 prosent av utvalet er empiriske studiar, medan 15 prosent er simuleringar (t.d. framskrivingar/scenario). Både reviewar (kunnskapsoppsummeringar) og konseptuelle arbeid (publikasjonar som har som primært formål å klarlegge idear og begrep) står for om lag 5 prosent av publikasjonane.



Figur 7 Publikasjoner fordelt etter type studie. N=558.

Publikasjonstype

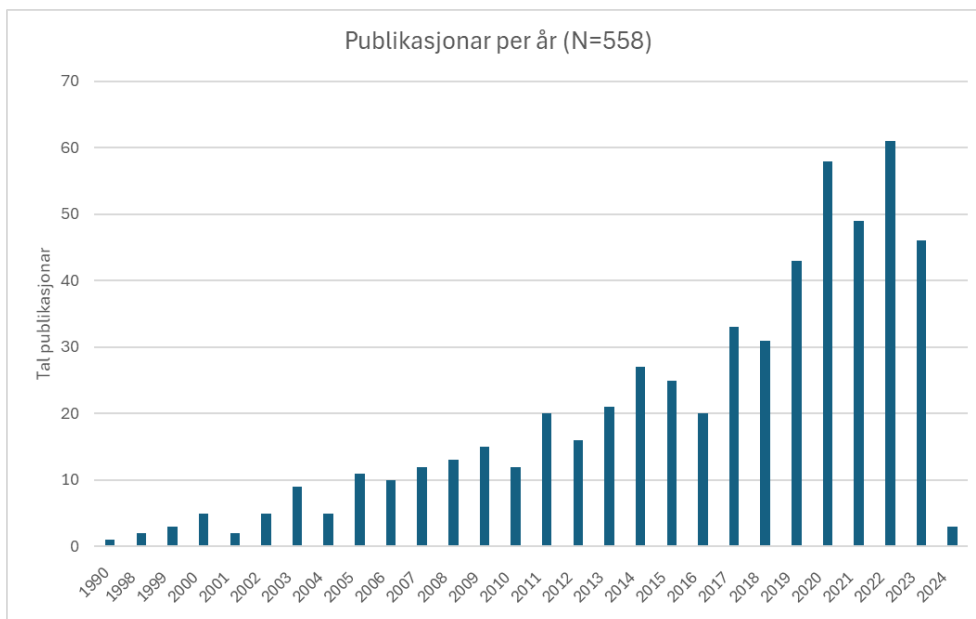
Tidsskriftartiklar dominerer materialet og utgjer 87 prosent av publikasjonane, medan resten stort sett er grå litteratur (12 prosent). Tre av publikasjonane er bokkapittel og det finst berre to bøker blant dei nordiske publikasjonane vi har studert. Dette er påfallande lite, men gjenspeglar truleg langt på veg den generelle fordelinga mellom artiklar og bøker når det gjeld vitenskapleg litteratur, utan at vi har henta inn data som kan underbygge den påstanden. Den grå litteraturen er dominert av rapportar og populærvitenskaplege framstillingar, ofte som hefte eller notat.



Figur 8 Publikasjonar fordelt etter publikasjonstype.

Publikasjonsår

Litteraturen vi har undersøkt har blitt publisert i tidsrommet 1990-2024. Det er éin publikasjon frå 1990, og ingen frå åra 1991-1997. Figur 9 viser ein sterk auke i tal publikasjonar, med raskast stigning rundt 2020. Flest publikasjonar er det frå 2022 (61). Nedgangen til 2023 kjem av at søka i dei store litteraturdatabasane vart gjennomført sommaren 2023, slik at litteratur publisert etter den tid ikkje har blitt fanga opp. Unntak er nokre få publikasjonar som har blitt henta inn på andre måtar enn databasesøk (m.a. tre artiklar frå 2024).



Figur 9 Tal publikasjoner som har blitt utgitt per år. N=558.

Tidsskrift

Dei 484 nordiske forskingsartiklane er publisert i 156 ulike vitenskaplege tidsskrift. Tabell 2 på neste side viser tidsskrifta med flest publikasjonar, avgrensa til dei 21 tidsskrifta som er representert med minst 6 artiklar. Flest finn vi i *Forest Ecology and Management*, med 20 artiklar.

Mange av dei økologiske tidsskrifta er generelle, men om vi ser på dei som gjennom tittelen viser at dei er spesialisert på ein type økosystem, finn vi at tidsskrift om *skog* og *landbruk* dominerer. Skog er representert med 10 tidsskrift (46 artiklar) og landbruk med 9 tidsskrift (29 artiklar). Så følger 4 tidsskrift om *ferskvatn* (10 artiklar), 3 tidsskrift om *jord* (6 artiklar) og 1 tidsskrift om *våtmark* (1 artikkel).

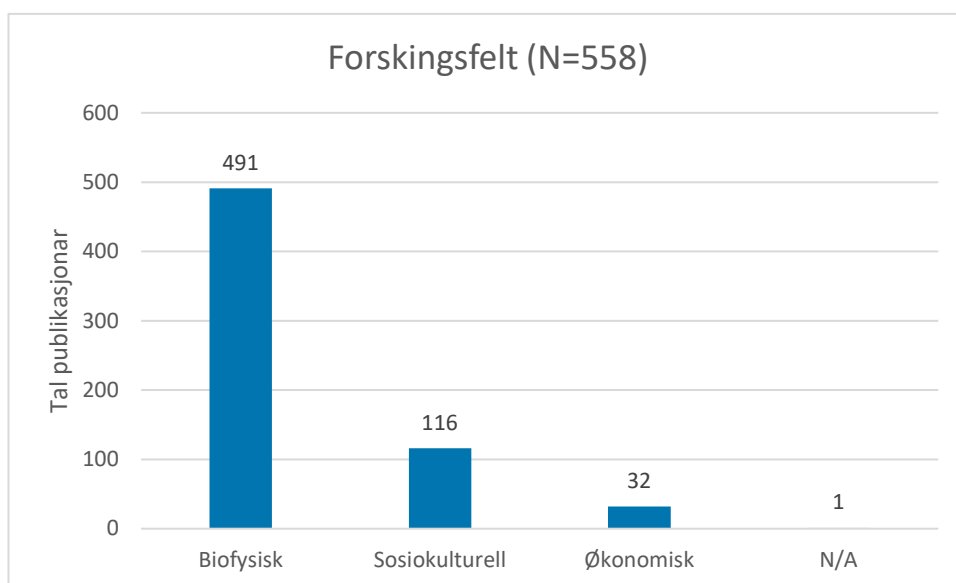
Tabell 2. Akademiske tidsskrift med flest artiklar i materialet vårt.

Tidsskrift	Tal artiklar
Forest Ecology and Management	20
AMBIO - A Journal of the Human Environment	19
Land Use Policy	19
Agriculture, Ecosystems and Environment	18
Global Change Biology	17
Biodiversity and Conservation	16
Biological Conservation	16
Journal of Environmental Management	14
Journal of Applied Ecology	12
Landscape Ecology	12
Jorunal of Vegetation Science	10
Applied Vegetation Science	8
Ecological Indicators	8
Landscape and Urban Planning	8
Science of the Total Environment	7
Basic and Applied Ecology	6
Ecological Applications	6
Ecosystem Services	6
Environmental Science and Policy	6
Land	6
Scandinavian Journal of Forest Research	6

3.3 Metode

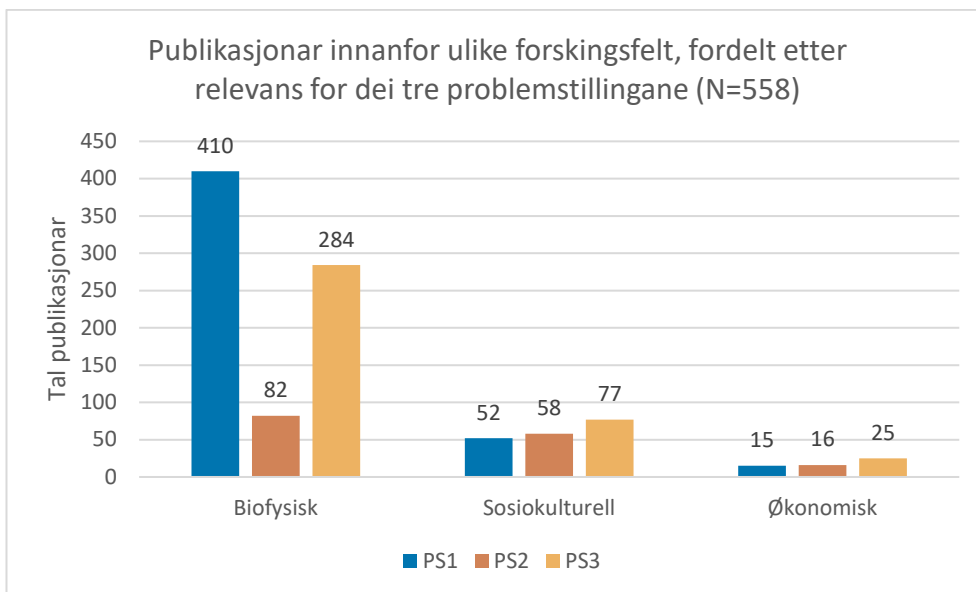
Forskingsfelt

Vi har delt publikasjonane inn etter tre overordna forskingsfelt. *Biofysiske* (naturvitskaplege) arbeid dominerer, med 88 prosent (491 publikasjonar) av det samla talet. 21 prosent (116 publikasjonar) er *sosiokulturelle* (samfunnsvitskaplege) arbeid, medan 6 prosent (32 publikasjonar) høyrer til det vi har definert som *økonomiske* studiar (Figur 10). Nokre publikasjonar har blitt lagt til meir enn eitt forskingsfelt.



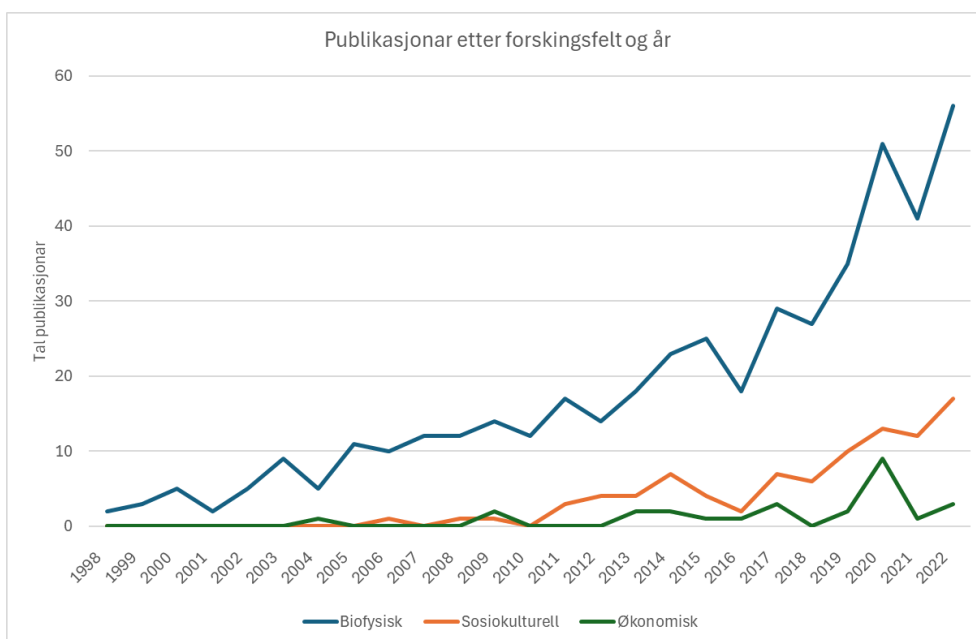
Figur 10 Tal publikasjonar innanfor ulike forskingsfelt. N=558.

Figur 11 viser forskingsfelt-fordelingane når vi sorterer publikasjonane etter kva relevans dei har blitt tillagt i høve til dei tre problemstillingane. Blant biofysiske arbeid er det vesentleg større innslag av publikasjonar med relevans for PS1 (kor berekraftig arealbruken er i Norge) samanlikna med økonomiske og særleg sosiokulturelle arbeid. Ikkje umenta er delen publikasjonar med relevans for PS2 (konfliktar og dilemma) og PS3 (løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter) størst i den sosiokulturelle og økonomiske litteraturen.



Figur 11 Fordeling av biofysiske, sosiokulturelle og økonomiske studiar etter relevans for dei tre forskingsspørsmåla. N=558.

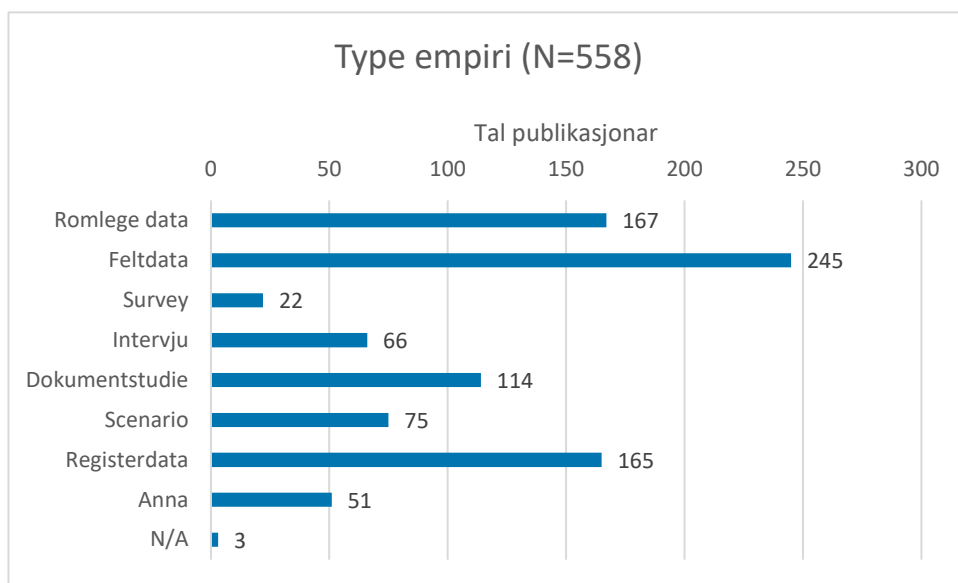
Figur 12 viser korleis biofysiske, sosiokulturelle og økonomiske arbeid i vårt materiale har utvikla seg over tid i perioden 1998-2022 (vi har her fjerna åra 2023 og 2024 for å summere publikasjonar frå heile kalenderår).



Figur 12 Studerte publikasjonar etter publiseringsår (1998-2022) og forskingsfelt. N=537.

Type empiri

Vi har kategorisert publikasjonane med tanke på kva empiri dei bygger på. *Romlege data* blir også omtalt som geografiske data eller geodata. Dette gjeld mellom anna data frå gamle kart, flyfoto, satellitt og lidar. Slike data er ofte behandla med GIS. *Feltdata* er samla inn gjennom feltarbeid, t.d. vegetasjonskartlegging. *Survey* er det same som spørjeundersøking, slike data er oftast henta inn gjennom elektroniske spørjeskjema. *Intervju* er meir djuptpløyande informantintervju, gjerne semi-strukturerte intervju med nøkkelinformantar. Empiri samla gjennom *dokumentstudie* dreier seg ofte om nærlesing av offentlege dokument, t.d. i diskursanalysar. *Scenario* dreier seg om bruk av modellar nytta til framskriving, oftast til alternative framtidsbilete. *Registerdata* er som regel henta frå offentlege register, som statistikk og databasar.



Figur 13 Ulike typar empiri publikasjonane bygger på. N=558.

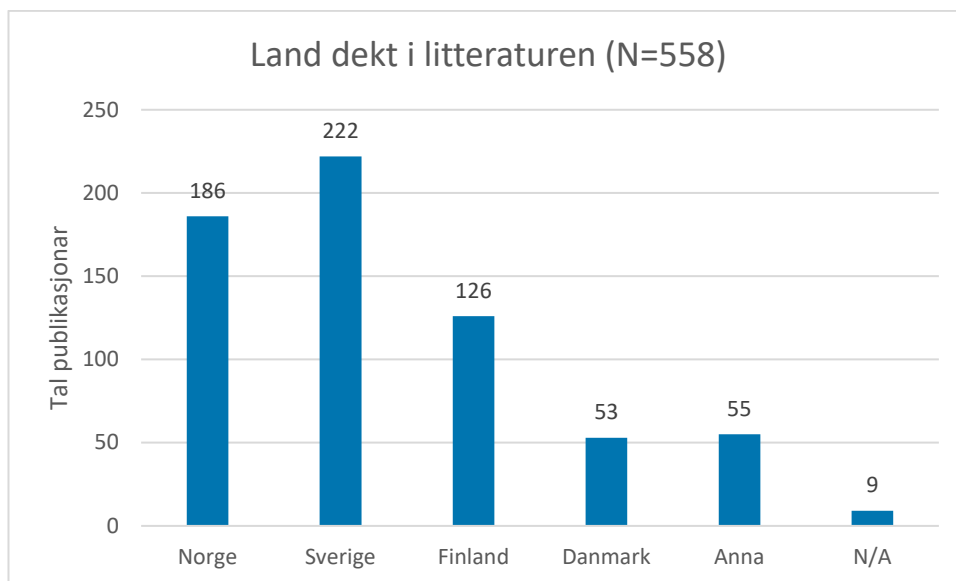
Det er vanleg at same publikasjon bygger på fleire typar empiri. *Feltdata* er den mest utbreidde typen empiri i materialet, 44 prosent av litteraturen er basert på data samla i felten. *Romlege data* og *registerdata* er like sterkt representert, begge er nytta i 30 prosent av studiane. Alt dette er data som den naturvitskaplege litteraturen i stor grad bygger på.

3.4 Kontekst

Geografisk foredling (studieområde)

Den geografiske kategoriseringa tar utgangspunkt i kva område undersøkingane dekker, og tar ikkje omsyn til ikkje nasjonalitet på forfattarar eller publiseringskanal. Publikasjonane vi omtaler i dette kapittelet, og som er den sentrale litteraturen i kunnskapsoppsummeringa, har til felles at dei rapporterer frå studiar som har funne stad i minst eitt av dei nordiske landa Norge, Sverige, Finland eller Danmark. Delar av litteraturen dekker fleire nordiske land, og det er ikkje uvanleg at forskning i eit nordisk land er del av internasjonale studiar som omfattar land utanom Norden, som regel andre europeiske land.

Fordeling mellom land



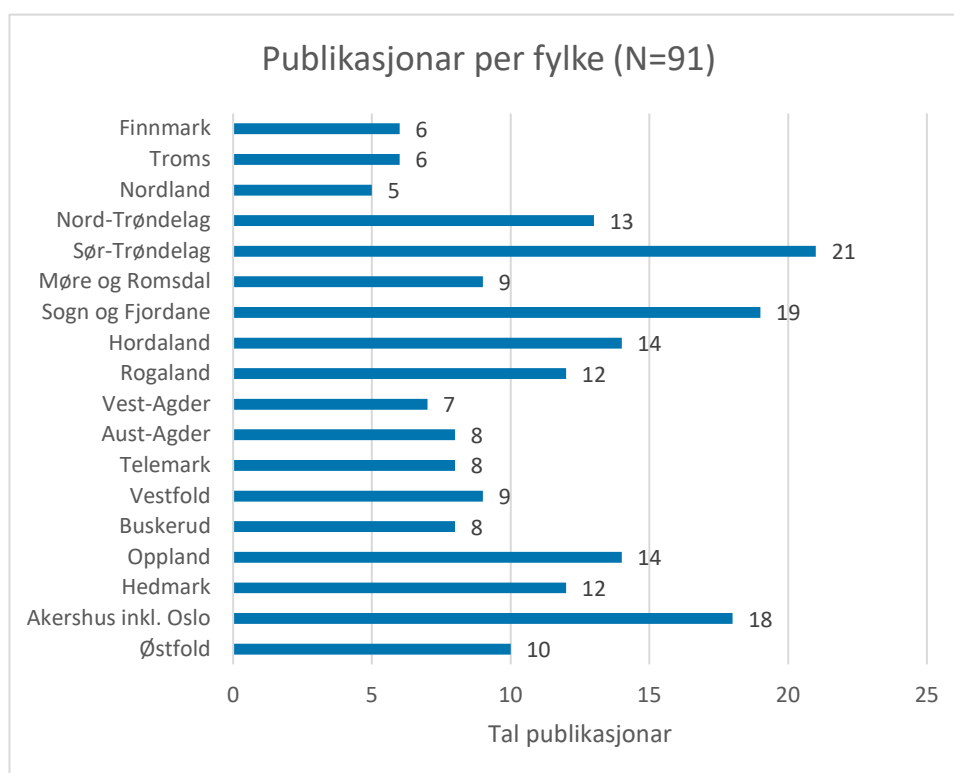
Figur 14 Land som er omhandla i publikasjonane. N=558.

Figur 14 viser at det er flest svenske studiar i materialet, så mykje som 40 prosent av litteraturen (222 publikasjonar) rapporterer frå forskning om konsekvensar av arealbruk i Sverige. Tilsvarende tal for Norge er 33 prosent, og for Finland 23 prosent. Færrast studiar, 9 prosent av materialet, gjeld

Danmark, og det er om lag like mange som dei arbeida som også gjeld land utanom Norden (her merka som *anna*).

Fordeling mellom fylke

Av dei 186 norske studiane er det 91 som kan knytast til ein eller fleire konkrete lokalitetar i Norge. Dette kan vere casestudiar på ulik skala, relatert til ein enkelt lokalitet, ein kommune eller eit heilt fylke. I Figur 15 desse publikasjonane fordelt på fylka, basert på fylkesinndelinga slik ho var før 2018.

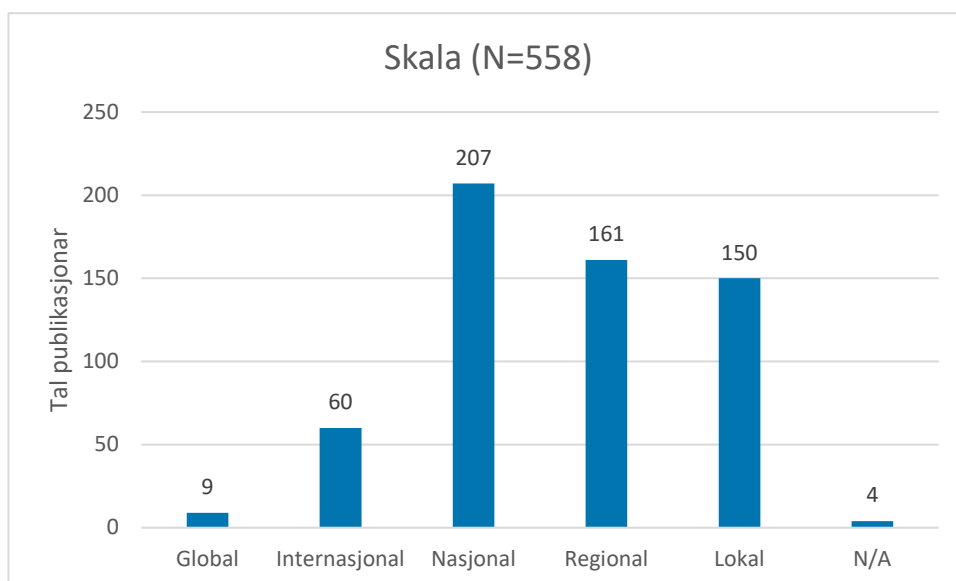


Figur 15 Norske publikasjonar som kan knytast til lokalitet(ar) i fylke. N=91.

Sør-Trøndelag, Sogn og Fjordane og Akershus (inkludert Oslo) er dei fylka som er omhandla i flest publikasjonar (18-21 per fylke), mens dei tre nordlegaste fylka er representert i færrest studiar i materialet (5-6 per fylke).

Skala

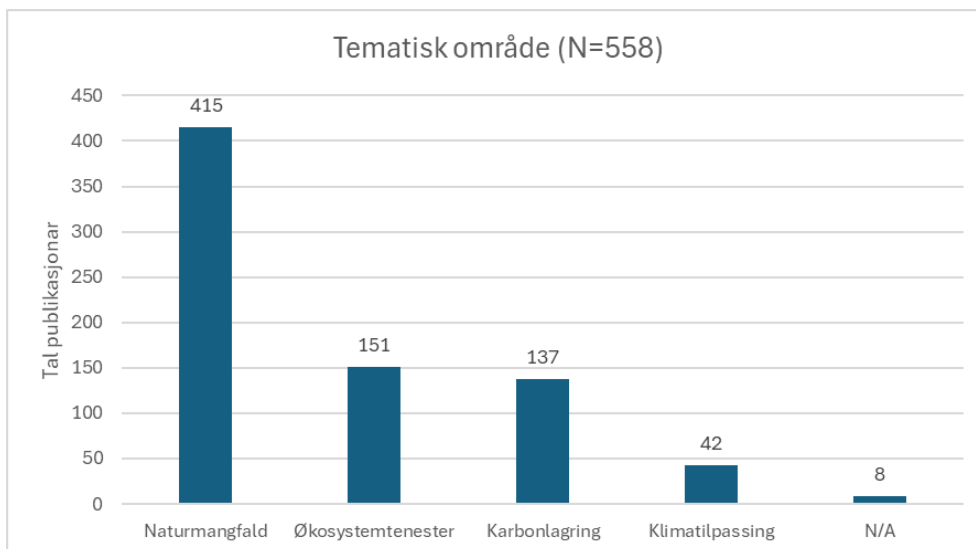
Studiane finn stad på ulik skala, frå det lokale til det globale nivået. 95 prosent av publikasjonane opererer på éin skala, mens 5 prosent (30 publikasjonar) har fleiskalaperspektiv. 37 prosent av publikasjonane er nasjonale studiar, medan lokale og regionale studiar står for knappe 30 prosent kvar (Figur 16). *Regional* er i denne samanhengen forstått som område innanfor det aktuelle landet).



Figur 16 Fordeling etter skala (geografisk nivå). N=558.

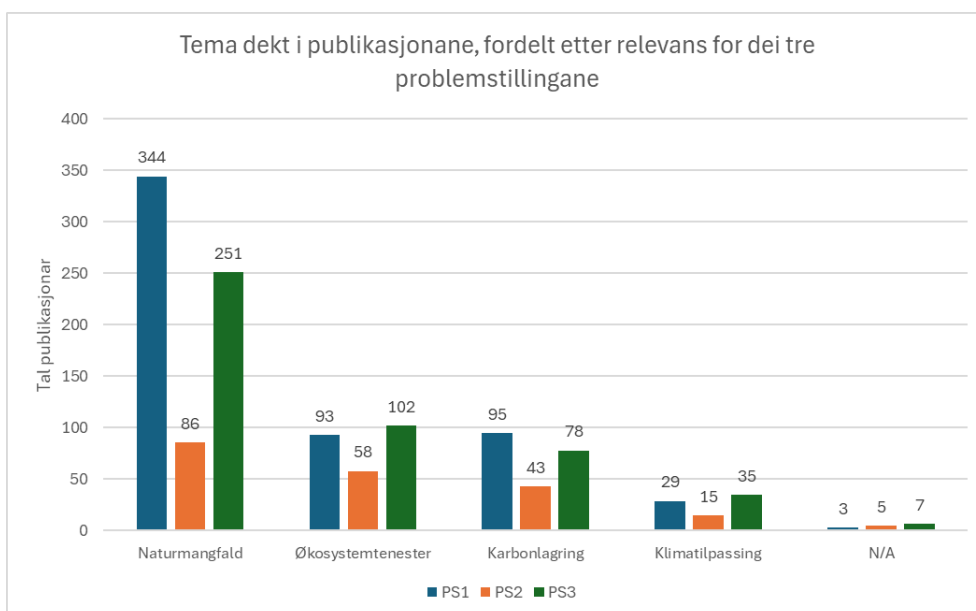
Tematisk område

Kunnskapsgjennomgangen skal gi oversikt over kva vitenskapleg litteratur seier om korleis arealbruk og arealbruksendringar verkar inn på fire andre forhold: naturmangfald, økosystemtenester, karbonlagring og klimatilpassing. Vi har kategorisert publikasjonane med tanke på kva for nokon av desse fire temaa som blir omhandla (Figur 17). *Naturmangfald* er tema i tre av fire publikasjonar, og er såleis langt hyppigare omtalt i litteraturen enn nokon av dei andre temaa. Kvar fjerde publikasjon handlar om *økosystemtenester*, og det same gjeld for *karbonlagring*. Berre åtte prosent av studiane ser på korleis arealbruken påverkar *klimatilpassing*.



Figur 17 Tematisk område dekt i studiane. N=558.

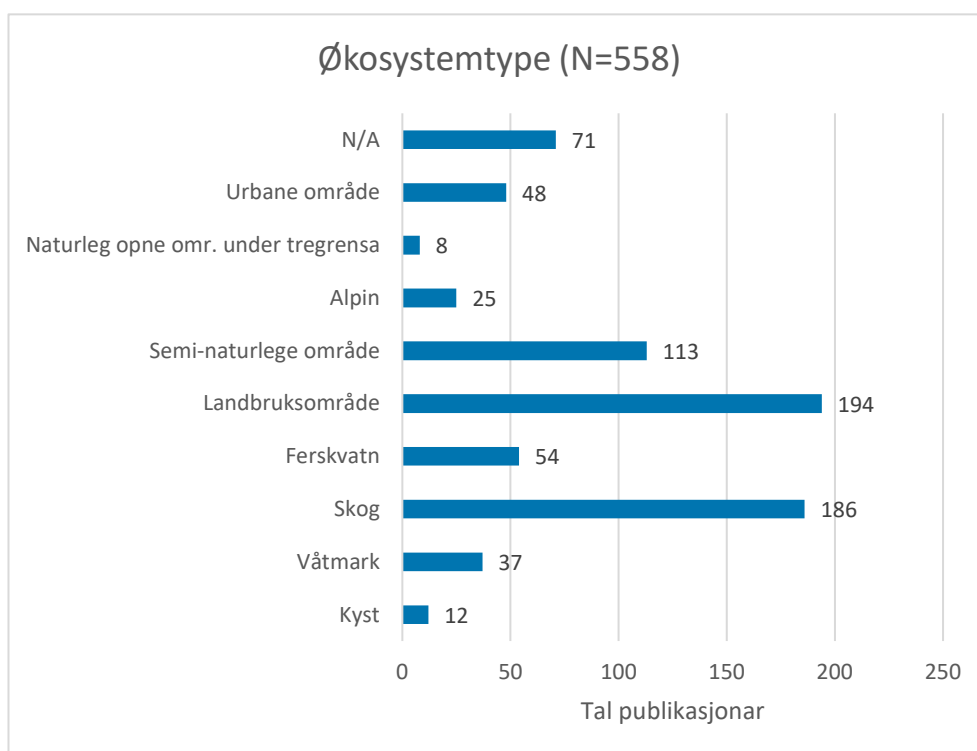
Figur 18 viser korleis dei fire temaa er representert i publikasjonar vi har vurdert som relevante for dei hovudproblemstillingane (PS1: kor berekraftig arealbruken er, PS2: konflikter og dilemma, PS3: løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter). Publikasjonar som er relevante for PS2 og PS3 omhandlar relativt sett oftare økosystemtenester og sjeldnare naturmangfald enn litteraturen som svarer på PS1.



Figur 18 Tema etter relevans for dei tre problemstillingane. N=558.

Økosystemtype

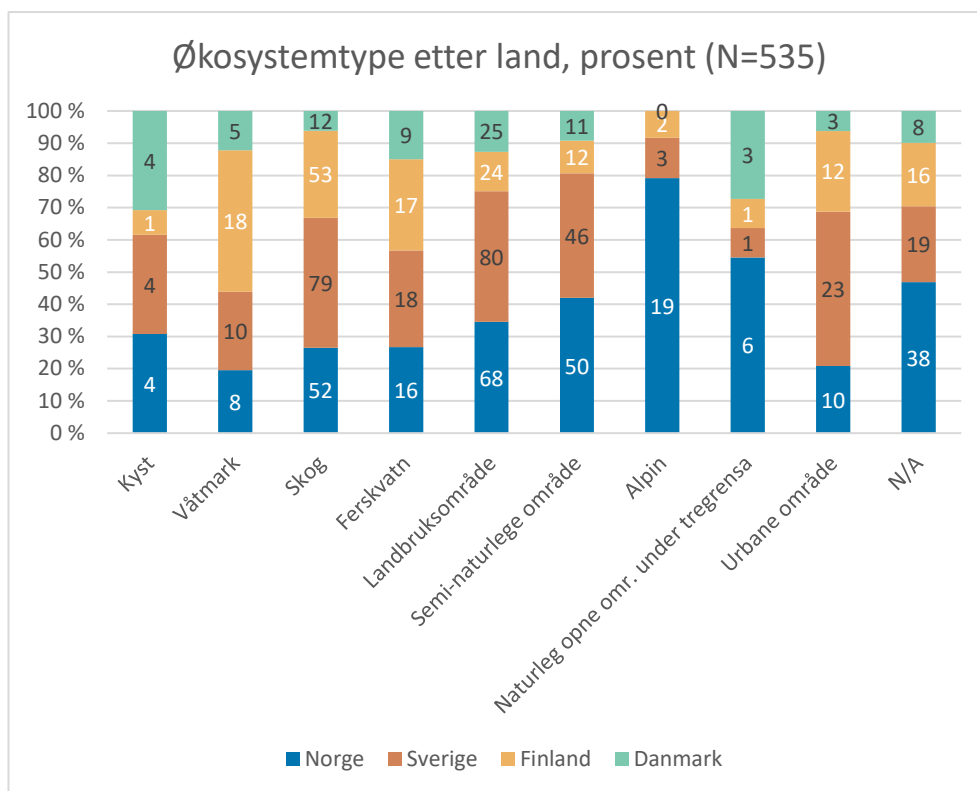
Figur 19 viser korleis studiar av ulike økosystemtypar er fordelt i materialet. 13 prosent av publikasjonane kan ikkje knytast til nokon bestemt økosystemtype. Studiar av landbruksmiljø (35 prosent) og skog (33 prosent) dominerer. Semi-naturlege område er tematisert i 20 prosent av publikasjonane. I denne siste kategorien er studieobjektet *semi-naturlege enger* i 75 prosent av tilfella (82 publikasjonar), mens sju publikasjonar handlar om *kystlynghei*. Lite omhandla økosystem er våtmark, alpine område, kyst og naturleg opne område under tregrensa. Når kyst-økosystem er representert med berre 12 publikasjonar heng det delvis saman med at kunnskapsoppsummeringa er avgrensa til landområde, og derfor ekskluderer studiar av marine miljø. I kapittel 4 er kyst-økosystem sett saman med naturleg opne område under tregrensa, både fordi begge har små datasett og fordi det er nokre like trekk i publikasjonane.



Figur 19 Økosystemtypar omtalt i publikasjonane. N=558.

Vi har lagt til grunn at studiar frå andre nordiske land vil vere relevante for norske forhold. Like fullt er det vesentlege skilnader mellom naturtypar innanfor Norden, og det kan derfor vere nyttig å vite korleis studiar av ulike

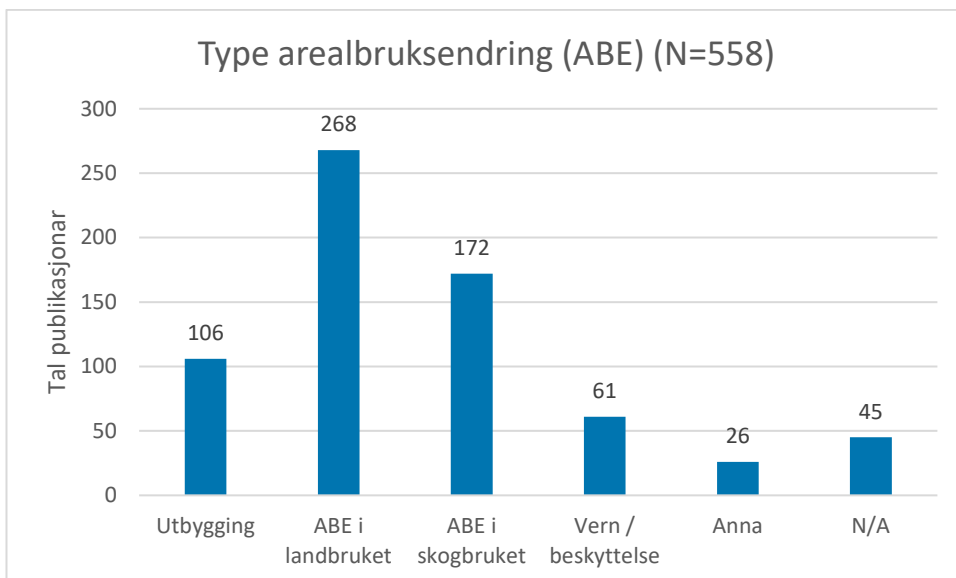
Økosystem varierer på tvers av landa. Figur 20 viser korleis publikasjonane om kvar økosystemtype er fordelt mellom dei fire landa. Norge utmerkar seg med ein høg andel av publikasjonane om alpine økosystem og tilsvarande lite på våtmark og urbane område. Svenske studiar står for den største andelen av litteraturen om både urbane område, landbruksmiljø og skog. Finland har den største andelen studiar om våtmark (dvs. særleg myr), og berre éin artikkel om kyst.



Figur 20 Økosystemtype etter land, prosent. Tal publikasjonar er markert inni søylene. N=535.

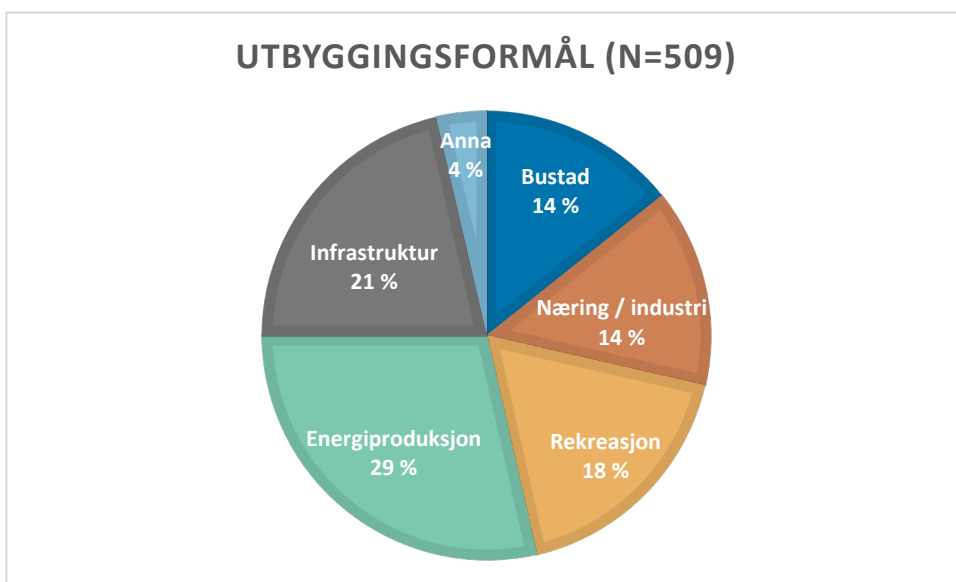
Type arealbruksendring

Figur 21 viser kva type arealbruk og arealbruksendringar publikasjonane tar utgangspunkt i. 48 prosent av studiane gjeld arealbruksendringar i landbruket, 31 prosent gjeld skogbruket og 19 prosent gjeld ei eller anna form for utbygging. Vern eller anna form for beskyttelse av areal er tematisert i 11 prosent av publikasjonane.



Figur 21 Type arealbruksendring. N=558.

Arealbrukskategorien utbygging har vi splitta opp i fem hovudtypar *utbyggingsformål*, og fordelinga mellom desse går fram av Figur 22. Utbygging knytt til energiproduksjon er den største kategorien, med 29 prosent. Så følger infrastruktur og rekreasjon med rundt 20 prosent kvar, og til slutt 14 prosent på både bustad og næring/industri.

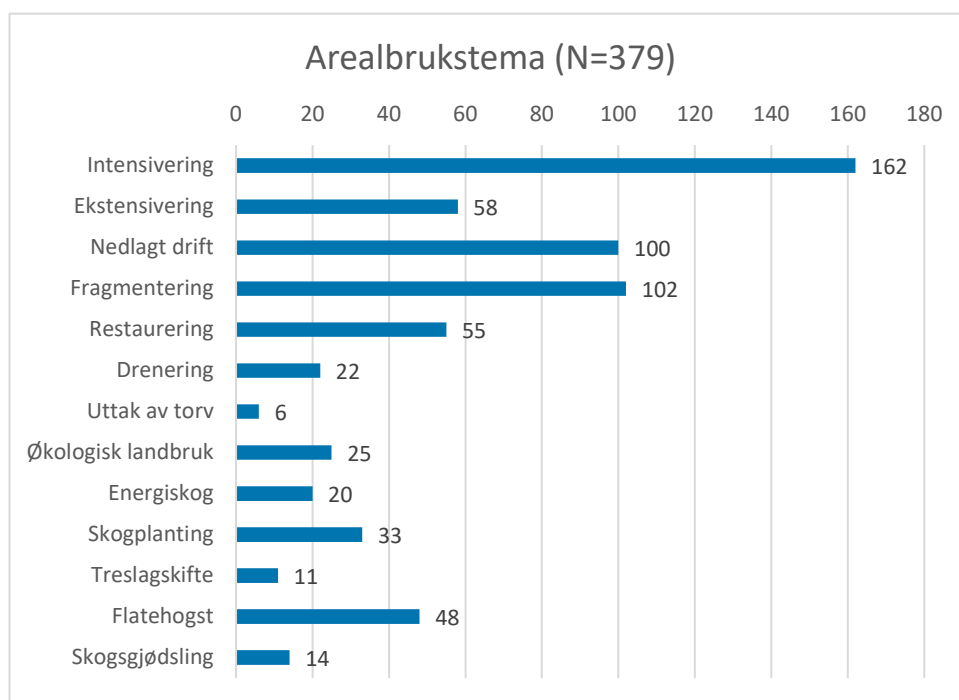


Figur 22 Utbyggingsformål i studiar med utbygging som type arealbruksendring, prosent. N=509.

Innanfor utbyggingsformålet *energiproduksjon* er det 15 publikasjonar om vindkraft, 7 om vasskraft og 1 om solenergi (nokre få studiar omtaler energiproduksjon utan å vere spesifikk på energikjelde).

Studiar om utbyggingsformålet *rekreasjon* dreier seg oftast om hytter (11 publikasjonar), deretter turisme (3), friluftsliv (2) og motorisert friluftsliv (1).

Til slutt har vi tatt for oss nokre sentrale arealbrukstema og henta ut data om kor mange publikasjonar som omhandlar desse (Figur 23). Det er ikkje nødvendigvis slik at publikasjonane brukar same omgrep som i vår framstilling. Omgrepa er forsøkt ordna tematisk, med allmenne økologiske termar før dei som gjeld spesifikke økosystem (myr, landbruksareal, skog). Uttrykket *opphørt hevd* svarer til det engelske *abandonment*. Dette gjeld landbruksareal som anten har gått ut av drift eller der driftsforma har blitt endra slik at artsmangfaldet er negativt påverka, ofte på grunn av gjengroing.



Figur 23 Nokre arealbrukstema omtalt i litteraturen, tal publikasjonar. N=379.

3.5 Oppsummering

Den inkluderte nordiske litteraturen utgjør 558 publikasjoner. 78 prosent av disse har vi vurdert som relevante for problemstillinga «*er arealbruken berekraftig?*», mens tilsvarende tal for problemstillinga om *dilemma og konfliktar* er 22 prosent, og for *løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter* 59 prosent. Materialet har stor overvekt av empiriske studiar og storparten av studiane er fagfellevurderte artiklar, mens grå litteratur utgjør 12 prosent av publikasjonane. Litteraturen er frå tidsrommet 1990-2024. Tal publikasjonar steig raskt rundt 2020 med flest publikasjonar i 2022 (databasesøket skjedde sommaren 2023). Dei 484 forskingsartiklane er publisert i 156 ulike vitenskaplege tidsskrift, med overvekt av økologiske tidsskrift, særleg innan forskning på skog og landbruk.

Materialet er skeivdelt med omsyn til forskingsfelt. Biofysiske (naturvitenskaplege) arbeid dominerer med 88 prosent, sosiokulturelle (samfunnsvitenskaplege) arbeid står for 21 prosent og økonomiske studiar 6 prosent. Dette gir seg utslag i empiribruken, med overvekt av felldata, romlege data og registerdata.

Vi hadde som inkluderingskriterium at publikasjonane skulle rapportere frå studiar i minst eitt av dei nordiske landa. Sverige er sterkast representert (222 studiar), følgt av Norge (186), Finland (126) og Danmark (53). 91 av dei norske studiane kan knytast til konkrete lokalitetar i Norge. Fordelinga mellom fylke viser ei tydeleg geografisk skeivdeling, med flest arbeid frå Sør-Trøndelag, Sogn og Fjordane og Oslo/Akershus, færrest frå Nord-Norge. 37 prosent av publikasjonane er nasjonale studiar, medan lokale og regionale studiar står for knappe 30 prosent kvar. Fem prosent har fleirskalaperspektiv.

Naturmangfald er tema i tre av fire publikasjonar, kvar fjerde publikasjon handlar om økosystemtenester, og det same gjeld for karbonlagring. Berre åtte prosent av studiane ser på korleis arealbruken påverkar klimatilpassing. Økosystemtypane landbruksmiljø og skog dominerer materialet (høvesvis 35 og 33 prosent). Semi-naturlege naturtypar er omtalt i ein av fem publikasjonar, mens lite dekte økosystem er våtmark, alpine område, kyst og naturleg opne

område under tregrensa. Halvparten av studiane gjeld arealbruksendringar i landbruket, ein tredel gjeld skogbruket og ein femdel gjeld utbygging. Vern/beskyttelse er omtalt i ein av ti studiar, der energiproduksjon, infrastruktur og rekreasjon er viktigaste utbyggingsformål. Arealbrukstema som går særleg mykje igjen er intensivering, fragmentering og opphørt hevd (abandonment).

4 Er arealbruken berekraftig?

4.1 Funn i nordiske publikasjonar

Gjennomgangen nedanfor er basert på gjennomgang av den delen av den nordiske litteraturen som vi har vurdert som relevant for denne problemstillinga, altså 437 publikasjonar, jf. Figur 6. Dei fleste av desse publikasjonane har mest biofysisk informasjon (410 stykk), 52 tar opp sosiokulturelle problemstillingar og 15 økonomiske problemstillingar (i nokre tilfelle vil same publikasjon strekke seg over fleire forskingsfelt). Det er med andre ord ikkje uventa ein sterk dominans av publikasjonar som gir informasjon om dei direkte påverknadene, medan det er få som ser på grunnar som kan ligge bak endringane, og da særleg lite omkring økonomiske drivkrefter.

Samstundes er det mange av dei biofysisk retta publikasjonane som tar for seg snevre problemstillingar, som effektar på ei artsgruppe, ein naturtype eller eit avgrensa område. På den eine sida gir dette grunnlag for å stille spørsmål ved kor representative dei er. På den andre sida kan det vere parallelle problemstillingar som også burde ha vore dekt (andre artar, andre naturtypar), altså at det eksisterer kunnskapshol.

Landbruksmiljø, inkludert semi-naturlege miljø

Vi valte i kodinga å skilje mellom generelle publikasjonar om landbruksmiljø, og dei som særleg var retta mot semi-naturlege enger og kystlyngheier, sidan dei to sistnemnde er særleg viktige for naturmangfaldet.

I alt 194 publikasjonar vart koda for landbruksmiljø, og heile 113 for semi-naturlege miljø. Ein god del har fått kryss på begge typar (52), og av dei som tar for seg landbruksmiljø generelt sett, er det klart at mykje av resultatata også er relevante for semi-naturlege miljø, utan at det kjem direkte fram av publikasjonane.

Dei fleste studiane som tar for seg spesielle grupper av artar, er retta mot planter (minst 41), men det er også ein god del mot ulike typar virvellause dyr (minst 18), medan det berre er nokre få på fugl. Ein studie av kystlynghei inkluderer lav og mosar, medan vi ikkje har nokon om sopp.

Av dei sju artiklane om *kystlynghei* omhandlar tre også semi-naturleg grasmark, medan fire er spesifikt retta mot kystlynghei. Av desse tar to artiklar for seg verknader av brenning i kystlyngheia (Bargmann et al., 2015; Velle et al., 2014), ein tradisjonell skjøtsel som har gått attende. Ein er svært generell, utan å ha noko spesifikt om dei aktuelle miljøa (Schou et al., 2021). Eit par kjelder er også ganske generelle, men går til dels spesifikt inn på kystlynghei (Heggberget & Jonsson, 2005; Kyrkjeeide et al., 2020; Søgaaard et al., 2019).

Kyrkjeeide et al. (2020) har gått gjennom kjelder for karbonlagring i ulike norske økosystem og skriv at kystlynghei er lite undersøkt, men viser samtidig til at hei (meir generelt) inneheld store mengder karbon i jordsmonnet. Vidare skriv dei at berre 10 prosent av opphavleg areal er attende, særleg som følge av attgroing og utbygging, samt at det ikkje er sikkert at attgroing fører til auka total mengde karbon. Dei peiker også på at karbonlagringa kan bli negativt påverka av global oppvarming som følge av auka fare for uttørking og brann. Kombinasjon mellom karbonlagring og skogproduksjon er særleg aktuelt. Ei norsk studie finn at den økonomiske verdien til attgroande hei vil auke med inntil 1500 kr dekar om dei blir planta til, samt at granplanting vil ha ein positiv klimanytte (Søgaaard et al., 2019).

Ein dansk studie (Kepfer-Rojas et al., 2017) fann ut at det ikkje var noko raskt tap av typiske kystlyngheiartar når kystlyngheia gror att. Ein norsk studie fann på si side ut at talet på planter og biller er høgare i skjøtta enn i uskjøtta kystlynghei, som følge av meir varierte miljø i skjøtta hei (Heggberget & Jonsson, 2005).

For *semi-naturleg grasmark* har vi funne heile 82 publikasjonar. Nokre er ganske generelle og tar også for seg andre naturtypar. Særleg er det ein del overlapp med meir intensivt utnyttta kulturlandskap (28 stykk). Det er likevel eit fleirtal som ser ganske isolert på semi-naturleg grasmark. 32 av desse tar for

seg Norge. Det er likevel Sverige som dominerer, med i alt 40 studiar. Danmark og Finland har vesentleg færre. Samtidig er dei aller fleste (69 publikasjonar) vurdert å ha relevant informasjon om dagens arealbruk.

Generelt sett for publikasjonane om landbruksmiljø er det grunn til å merke seg at dei fleste er karakterisert som biofysiske, m.a. at dei er ganske direkte retta mot naturmangfaldet. Og dei er i stor grad basert på empiriske data, særleg feltundersøkingar, men det er ein del variasjon i datainnsamlinga. Geografisk er det interessant å sjå at 17 av dei norske publikasjonane er retta mot avgrensa undersøkingar i einskilde fylke, og da er heile 16 av desse frå Hordaland og opp til Trøndelag. Den geografiske skeivfordelinga er med andre ord sterk.

Meir generelt verkar det å vere brei semje om at opphøyrd hevd (abandonment) og for svak eller intensiv drift er hovudtrugsmåla mot naturmangfaldet i kulturlandskapet. Dei aller fleste kjeldene i vårt utval konkluderer ofte innleiingsvis med dette, utan å talfeste omfanget eller analysere grunnane nærare. Går ein t.d. inn i norske raudlistevurderingar for semi-naturlege miljø så er støtta god for slike vurderingar (Hovstad et al., 2018a, 2018b, 2018c). Det moderne landbruket påverkar livsvilkåra for pollinerande artar ved øydelegging og fragmentering av leveplassar, spesialisering (monokulturar) og intensivering og ved bruk av sprøytemidlar. Det manglar ein heilskapleg indeks som viser verdien av ulike type landskap for insekt i Norge (Kapfer et al., 2022).

Sjølv om det konkrete talmaterialet er sparsamt, finst det nokre unntak. Kapfer et al. (2019) nemner at talet på setrer i bruk har blitt redusert frå rundt 100 000 i 1900 til 900 i dag. Svalheim (2022) samanstillar kunnskapen for slåttemark og finn grunnlag for å rekne med at det er under 1 prosent attende samanlikna med for 50 år sidan. I ei undersøking som ikkje kom fram av vårt søk, fann Aune et al. (2018) eit tap på nær 50 prosent for semi-naturleg eng mellom 1960 og 2015 i eit landskap i Midt-Norge. Dengler et al. (2020) kjem samtidig med eit viktig perspektiv på desse hovudtrendane, som ikkje så tydeleg poengtert av andre. Dei peiker på at intensivering særleg har ramma dei produktive

grasmarkene i flatt terreng, medan attgroing er eit større trugsmål mot grasmarker i terreng med vanskelege driftstilhøve.

Det er verdt å merke seg at for kulturlandskapet er mange publikasjonar sterkare prega av historiske perspektiv enn i andre miljø. Landskapsendringane har vore sterke og tydelege. Samtidig finst det tydelegvis meir presise eldre data om naturmangfaldet og andre verktøy (som gamle kart), som gir moglegheit for å dokumentere og analysere utviklinga. Særleg er dette tydeleg i Sverige (Cousins & Eriksson, 2008; Cousins et al., 2003; Johansson et al., 2008), men også i Norge (sjå t.d. Hamre et al., 2010).

Fleire har derfor sett på samanhengen mellom dagens mangfald og tidlegare mangfald. For semi-naturleg eng verkar kjeldene ganske einige i at historikken er viktig for å forstå dagens mangfald, sjå t.d. Aggemyr og Cousins (2012). Derimot skriv Cousins og Eriksson (2008) at dette er mindre viktig for sterkt endra jordbrukslandskap.

Dei omfattande landskapsendringane fører til at fragmentering er eit perspektiv som er mykje studert, særleg i Sverige. Rotchés-Ribalta et al. (2018) finn ei positiv kopling mellom rikdom av bier og svevefluger med planter i fragmenterte landskap. Meir overordna er deira konklusjon at landskapskonteksten er viktig for samspelet mellom ulike trofiske nivå i kulturlandskapet. Også fleire norske studiar har sett på dette (m.a. Aune et al., 2018; Evju et al., 2015). Olsen et al. (2018) fann i ei studie av kalkenger i Sørøst-Norge ikkje berre eit negativt samband i artsmangfaldet for grashopparar og planter, men også at dette påverkar andre sider ved naturmiljøa (hierarki og funksjonalitet). Omfanget av fragmenteringa i seterlandskap i Midt-Norge er undersøkt av Olsson et al. (2000), og dei nemner bl.a. at trua plantar blir særleg sårbare. Ei kombinert svensk, belgisk og tysk studie finn at tiltak som hittil har vore satt inn for å betre grøn infrastruktur, ikkje har vore nok til å stoppe tap av naturmangfald (Kimberley et al., 2021). Også for fragmentering er det logisk nok nyansar og litt ulike resultat som kjem fram. T.d. fann Oster et al. (2007) at artsrikdom auka med auka storleik på dei semi-naturlege engene, og poengterer samtidig at dette var i motsetning til tidlegare studiar.

Mange studiar har vist at artsmangfaldet blir redusert ved attgroing av kulturlandskap, også norske. Resultata er såpass eintydige at utanlandske kjelder ikkje blir referert her, men norske døme er t.d. Johansen et al. (2019) og den norske 3Q-overvakinga (Pedersen et al., 2020), der sistnemnde dokumenterer at dette er ei pågåande utvikling.

Nokre studiar framhevar kor viktig det er med kontinuerleg drift, t.d. ein norsk studie frå eit seterlandskap i Nordfjord (Hjelle et al., 2012). Dengler et al. (2020) understrekar det same på meir generelt grunnlag. Ein svensk studie finn at brukshistoria er viktigare for artsmangfaldet av planter enn eigenskapane ved jordsmonnet (Cousins et al., 2009). Andre viser også til at driftstradisjonen, i tillegg til bondens individuelle val og landbrukspolitikken har mykje å seie for om det permanent grasareal i fjellet bli oppretthalde (Schermer et al., 2016). Den positive effekt permanent grasareal i fjellet har på det biologiske mangfaldet er truga av både intensivering og opphøyr av drift og gjengroing. Dette er vist i casestudiar frå Norge, Austerrike og Frankrike (Schermer et al., 2016).

Det er fleire studiar som koplar historisk bruk og fragmentering/konnektivitet. For floraen er det påpeikt ei sterk positiv kopling mellom tidlegare konnektivitet og dagens artsmangfald, samanlikna med dagens konnektivitet (Auffret et al., 2018; Eriksson et al., 2002; Lindborg & Eriksson, 2004). Eit perspektiv som kjem i forlenginga av dette, er risiko for utdøingsgjeld, dvs. at artane ikkje forsvinn med det same som følge av miljøendringane, men gradvis over tid. Fleire kjelder åtvarar mot dette (Dengler et al., 2020; Hamre et al., 2010), og det er konkrete indikasjonar for einskilde insektgrupper i svenske kulturlandskap (Bommarco et al., 2014).

Kantsoner og buffersoner i kulturlandskapet blir generelt rekna som positive, men det er tydeleg at dette er komplekse miljø, som det er utfordrande å vurdere verknaden av og korleis ein mest mogleg effektivt kan forvalte dei (sjå t.d. Ma, (2008). I ei nord-norsk studie vart det i det minst påvist at kantseenger i hevd var meir artsrike enn dei i attgroing (Kapfer & Elverland, 2022).

Reindrift i Skandinavia påverkar vegetasjons- og jordprosessar, men på kva måte og kor omfattande endringane er, varierer på tvers av habitat, dagens og historisk beitebruk. Ein må derfor ha kjennskap til korleis beitbruken har blitt styrt historisk. Det generelle bilde er at reindrift i sterk grad påverkar næringscyklusar, sterkare i subartiske strøk, enn i boreale økosystem. Der kor tilgjengeligheta av næringsstoff er endra i jorda, held desse prosessane fram også etter opphør av beiting (Stark et al., 2022).

Tilhøvet mellom økologisk jordbruk og konvensjonelt jordbruk er berre tematisert i eit fåtal publikasjonar i materialet vårt. Konklusjonane er ikkje særleg klare ved samanlikning mellom dei to driftsformene, og vi vurderer vårt utval som for lite til å trekke frem spesielle artklar.

Innretninga på statlege tilskotsordningar har utan tvil stor innverknad på berekrafta, ikkje minst bevaring av naturmangfaldet. Ein studie av det småskala jordbruket i fjord- og kyststrøka på Vestlandet framhevar at det blir gitt meir statleg støtte til drift av åkerjord enn til den biologiske rikare enga (Asheim et al., 2020).

Skog

Det var heile 186 publikasjonar som vart koda for skog. Det gjer dette til det mest talrike naturmiljøet som har blitt handsama, om enn noko avhengig av kor breitt kulturlandskap blir definert. 144 publikasjonar vart koda informasjon retta mot kor berekraftig forvaltninga er, 47 hadde ein del om konflikhtar og 117 om løysingar.

Vi delte i kodinga mellom barskog og lauvskog når det var grunnlag for det. Dei fleste kjeldene skilte ikkje på dette, men 60 publikasjonar tok spesifikt for seg barskog, medan 49 hadde informasjon om lauvskog. Dei aller fleste var retta mot biofysiske problemstillingar, minst 166 stykk, medan 38 tok for seg sosio-kulturelle tema og 13 økonomi. 127 publikasjonar omhandla naturmangfald, 49 økosystemtenester, heile 60 såg på karbonlagring og 20 på klimatilpassing. Dei fleste artiklane som omhandla naturmangfald var enten generelle eller retta mot karplantar og virveldyr (fugl, dels også pattedyr og amfibium), men det var

også 14 publikasjonar som tok for seg insekt (ikkje minst biller), og berre fire om sopp, to for lav og to for mosar. 52 publikasjonar omhandla norske tilhøve, og det var Sverige som dominerte med 79, medan Finland hadde 53 og Danmark 12. Dei aller fleste norske var generelle, nasjonale, men det var også ein del (23) som var retta inn mot eit eller nokre få fylke. Desse var spreidd over det meste av landet, men ingen i Rogaland og berre ein for Møre og Romsdal og Buskerud kvar.

Samla sett er det snakk om ein omfattande litteratur om arealbruksendringar i nordiske skogsmiljø, og dei femner om eit breitt spekter av relevante tema. Vi har ikkje sett nokre uventa mønster eller avvik samanlikna med trendane for andre miljø, ut over det som verker logisk. Dominans av svensk litteratur er til dømes forventta, sidan landet har så mykje skog og skogbruk der er ei svært viktig næring. Naturmangfald dominerer normalt som naturfagleg tema, men det var også mange som tar for seg karbonlagring. Om ein bryt materialet meir ned, så aukar risikoen for meir tilfeldige utslag, men det er grunn til å merke seg ganske få publikasjonar retta mot organismegrupper som sopp, lav og mosar.

Naturmangfald

Nesten 38 prosent av Norges landareal er dekt med skog (Jansson et al., 2021). Samtidig er skogane både svært artsrike miljø og blir utnytta på ulike måtar. Heile 48 prosent av artane på den norske raudlista lever heilt eller delvis i skog (Artsdatabanken, 2021). Forvaltning av naturmangfaldet i skog er derfor eit sentralt deltema i vår litteraturgjennomgang.

Fleire av publikasjonane har teke for seg berekrafta i skogforvaltninga retta mot naturmangfaldet på eit ganske generelt og overordna landsdekkande eller regionalt nivå. Sentrale problemstillingar har vore fragmentering og tilstandsendringar som følge av moderne skogbruk/flatehogst, ofte kopla mot statleg vern og andre tiltak for bevaring.

For Norge viser Jansson et al. (2021) til at den økologiske tilstanden i norske skogar er låg, og at ein vidareføring av dagens politikk truleg vil føre til

ytterlegare forverring. Dei viser også til at ingen av manglane i norsk skogvern som var kjent i 2002 er borte etter 20 år, på trass av satsing på friviljug skogvern og vern på statsgrunn. Moderne skogsdrift er det største nasjonale trugsmålet mot tovingar i Norge. Den viktigaste grunnen er mengda daud ved i skogen, og sjølv om denne aukar totalt sett, så er auken ujamt fordelt (Gammelmo et al., 2021). 22 prosent av produktiv skog her til lands inneheld naturmangfaldverdiar, samtidig som 70 prosent av dette arealet ikkje har vern (Sverdrup-Thygeson et al., 2014). I denne studien vart det samtidig framheva at overlapp i påviste verdifulle skogareal og verna område ikkje er særleg god.

Svenskane har ein meir omfattande litteratur her. Angelstam et al. (2020) oppsummerer for Sverige sin del at sjølv om 31 prosent av svenske skogar er verna, så er dette likevel ikkje nok for å møte Aichi-måla. Grunnen er at berre 12 prosent møter krava om representativitet og konnektivitet.

Spreiingsevna til urter i feltsjiktet er redusert med mellom 25 og 70 prosent i Sverige som følge av fragmentering (Dullinger et al., 2015). Nettverksfunksjonaliteten for furuskog er redusert med mellom 15-41 prosent mellom 2000 og 2019 og for granskog med 15-88 prosent (Angelstam & Manton, 2021). Det går føre seg storskala endringar i feltsjiktet i svenske skogsmiljø, i retning av meir skuggetålande og nitrogenkrevjande artar, som følge av m.a. luftureining og moderne flateskogbruk (Hedwall et al., 2019). I Sør-Sverige er mengda gamle tre og grove, daude tre redusert til under 1 prosent av det opphavlege, og det har vore ein sterk reduksjon i skogbrannar, ein økologisk sentral faktor. Konsekvensane av dette er store tap av artsmangfald, og her er det i tillegg truleg ei utdøyingssjeld (Nilsson et al., 2005). Særleg framhevar dei mangel på soleksponerte, gamle levende og daude tre. Wallenius et al. (2010) reknar med at 3-5 prosent av skoglevande artar i svenske og finske skogar er forsvunne som følge av påverknad, og da særleg fordi mengda daud ved er redusert.

I fleire vitenskaplege artiklar blir omfanget av skogvern i Sverige kritisert for å vere for lågt til å ivareta måla. Areala er for små, kvaliteten for låg og konnektiviteten for svak (Angelstam et al., 2011; Angelstam et al., 2023). Også

mindre skogsmiljø (0,1 – 5 dekar) som er sett av for å ta vare på naturmangfaldet (nøkkelbiotopar) er evaluert og funne for små for å kunne ta vare på dei fleste artar lav og mosar (Perhans et al., 2009).

I Sverige har dei relativt store areala med intakte skoglandskap opp mot fjellkjeda fått spesiell merksemd. Fragmenteringa av intakte skogøkosystem som følge av flatehogst er svakast langs kysten og opp mot fjellet, og sterkast i innlandet mellom disse sonene (Svensson et al., 2019). Fjellskogane blir vurderte å vere av unik verneverdi for EU, samtidig som det også har vore eit vellukka statleg vern av dei (Jonsson et al., 2019). Svensson et al. (2022) undersøkte eigartilhøva i desse skogane og fann ut at 27 prosent framleis ikkje var verna.

Også i Finland har det vore ein del overordna studiar av korleis det går med naturmangfaldet i skogsmiljøa, om enn mindre omfattande enn i Sverige. Utviklingstrekk liknar. I ei studie av verneområde i Finland vart det påvist for få reservat i sørlege delar av landet fører til at dei ikkje klarar å ta vare på fuglelivet så godt som dei burde. Da var det betre i nordlege delar av landet (Virkkala et al., 2020). Häkkinen et al. (2017) fann ut at fuglesamfunna i reservata ikkje var godt nok sikra som følge av for dårleg kvalitet på skogen rundt. Saman med klimaendringar er arealbruksendringar, særleg skogsdrift, grunnen til nedgang for fleire fugleartar dei siste 23 åra i Finland (Virkkala, 2016).

Når det gjeld nøkkelbiotopar så viste ei finsk studie små skilnader i førekomst av raudlista sopp i og utanfor områda, og konklusjonen var at slike miljø bidrog lite til å ta vare på dette artsmangfaldet (Hottola & Siitonen, 2008).

Framande treslag utgjør eit potensielt trugsmål mot naturmangfaldet. Samtidig er dei mykje nytta i norsk skogbruk og det vil koste å fjerne desse. Eit totalforbod mot framtidig bruk vil ha store konsekvensar, særleg for skogbruket i kyststrøka. Samtidig vil tiltak mot spreiding av treslaga også ha store kostnader. Dette inneber at vi må rekne med store kostnader knytt til desse treslaga, enten vi vel å fjerne dei heilt eller framleis bruke dei i skogbruket (Nygaard & Olsen, 2021).

I tillegg til dei meir generelle vurderingane av naturmangfaldforvaltninga i skogsmiljøa, så finst det også ei rad meir avgrensa studiar med relevante resultat:

- Svever er ei gruppe karplanter som i stor grad er knytt til engsamfunn. Sjølv om attgroing og andre endringar i kulturlandskapet er sentrale trugsmål, fann Tyler og Bertilsson (2009) med grunnlag i ein studie i Dalarne ut at også moderne skogsdrift utgjer eit alvorleg trugsmål.
- I Sverige er det påvist sterk nedgang i rekruttering av eik dei siste ti-åra, som følge av arealbruksendringar og store hjorteviltstammer (Petersson et al., 2019).
- I Sverige viser det seg at satsing på å berge bestanden av kvitryggspett også fører til positive effektar for andre raudliste-artar (Bell et al., 2015). I ei anna studie av same art vart det funne ut at arten tydeleg er knytt til lauvskog, men også at kantsonemiljø er positivt for den (Stighäll et al., 2011).
- Ein studie frå Sør-Norge retta mot biller knytt til gamle eiketre fann at den aukande graden av meir einsarta skogar særleg vil gå ut over spesialistar innanfor denne artsgruppa (Sverdrup-Thygeson et al., 2017).
- Moderne skogbruk har større effekt på strukturen i granskog enn i lauvskog (Hellberg et al., 2009).
- Kanteffektar påverkar artsmangfaldet i attverande skog. Effekten varierer sterkt og den negative effekten er størst for eksponerte kantsoner i tørkesomrar (Koelemeijer et al., 2022).
- I Norge spreier fleire framande treslag seg. Dette er påvist for i ei lang rad naturtypar, samtidig som etablering minkar med aukande avstand frå plantefelta. Arealet med utanlandske treslag er minst 1718 km² (Nygaard & Olsen, 2021).
- I Sverige og Finland er det enkelte regionale skilnader som viser viktige trekk for naturmangfaldet. Angelstam og Manton (2021) fann ei reduksjon i mengda daud ved i Nord-Sverige mellom 1955 og 2017,

medan det var ein auke i Sør-Sverige. Også i Sør-Finland har det vore ein stor auke grove tre i nyare tid (Kauppi et al., 2015). Vi er ikkje kjent med tilsvarande norske undersøkingar.

Karbonlagring

Utanom naturmangfald er det karbonlagringa i skogøkosystema som står i fokus i mange publikasjonar. Det er to problemstillingar som da vanlegvis blir teke opp. Det eine er kor store karbonlagra er, og korleis desse er fordelte i skogen. Det andre er korleis dette lageret best kan takast vare på og byggast opp, og kva som er best for klimaet – hogst eller vern. Ikkje uventa er det siste temaet som er gjenstand for ein del konflikt mellom ulike grupper, men dette kjem i liten grad direkte fram av publikasjonane i vårt utval.

På dette feltet verkar den norske litteraturen like omfattande og målretta som svensk og finsk litteratur. Skog er Norges viktigaste karbonlager (Kyrkjeeide et al., 2020). I tillegg står skog for ein stor del av karbonopptaket på land, og det er høgare (49 g C per m² og år) enn i andre økosystem på landjorda. Karbonlageret i skogsjord er 3-4 gonger høgare enn det som finst i tre og andre vekstar over bakken (op cit.). Nettobindinga i skog er nesten på 50 prosent av Norges utslepp av karbondioksid (Rørstad, 2022). Sjøgaard et al. (2020) oppgjer at det er snakk om i underkant av 30 mill. tonn CO₂ (basert på data henta frå Miljødirektoratet).

Tremasse blir i aukande grad brukt til bioenergi, noko som på kort sikt aukar karbonutsleppa, medan verknadene på lang sikt er meir usikre. Balansen ser ut til å ligge mellom 89 og 362 år etter hogst. Skogen blir hogd når den er 60-120 år gamal, og hogst har ført til at mengda karbon i utnyttta skog er mykje lågare enn i urørt skog (Kyrkjeeide et al., 2020). Holtsmark (2012) kjem med tal på 190-340 år. Også Ciais et al. (2008) peiker på at skogane i Europa, inkludert Norge, har bygd opp karbonlagra dei siste 50 åra, men skal dette halde fram så krev det at hogsten ikkje blir for omfattande. Blattert et al. (2023) fann at korkje Sverige eller Finland ser ut til å nå skogsdriftmåla som er set for å hindre at global oppvarming overstig 1,5 °C, medan dei vurderer at Norge har eit potensial for auka skogsdrift i samsvar med målet.

Skogen var viktigaste årsak til klimagassutslepp i ein region i sørlege Finland, og at grunnen låg i driftsformene til skogbruket (Vanhala et al., 2016). Samtidig finst det einskilde kjelder med motstridande resultat. Poudel et al. (2012) fann ut at intensivt skogbruk i Finland ville føre til at store mengder karbon (132 Tg) potensielt vart bunde opp. Omfanget av indirekte karbonutslepp frå m.a. brenning av stubbar og greiner har blitt redusert i nyare tid i Finland (Repo et al., 2011).

Økosystemtenester

Sjølv om økosystemtenester er nemnt i mange kjelder, er det få som har mykje relevant informasjon om berekrafta i skogforvaltninga på desse, ut over det som er teke opp om naturmangfald og karbonlagring. Vi finn her i fyrste rekkje grunn til å trekkje fram ei norsk kjelde som oppsummerar trendane for norske skogar sine økosystemtenester frå 1950 til 2020 i fire punkt (Helseth et al., 2022):

1. Endringar i skogtilstand skuldast i fyrste rekkje industriskogbruk, storskala planting og avskoging og utbygging av infrastruktur.
2. Store endringar i norsk økonomi har påverka skogøkosystemtenestene.
3. Oppvekst av service-næring og mekanisering av skogbruket har ført til reduserte koplingar mellom skogen og lokalsamfunn, og for lokalsamfunna samtidig eit skifte frå næringsfokus til rekreasjon.

Skogforvaltninga har prioritert einskilde økosystemtenester framfor andre. Konsekvensen er at norsk skog har god kapasitet til å levere tømmer, bioenergi og mat, medan den økologiske tilstanden er relativt dårleg.

Naturleg opne område under tregrensa

Dette er ein samlesekk for ei rad ulike typar fastmark, sjå m.a. Halvorsen et al. (2016) for gjennomgang av dei ulike naturtypene i Norge. Til dels liknar dei kvarandre, men generelt dekkjer dei små areal. Det er lite litteratur som omhandlar denne naturtypen spesifikt. I vår koding la vi inn «kyst» som eigen

naturtype. Denne har vi valt å trekke med her, i fyrste rekkje fordi utvalet viste seg å overlappe i stor grad, men også fordi det viste seg å vere få relevante publikasjonar. I alt vart 12 publikasjonar koda for kyst og 8 for ope grunnlendt naturmark, der to var overlappande.

Generelt er materialet for tynt til å seie noko om berekrafta i arealforvaltninga av slike miljø.

Om vi ser bort frå artiklar som har vore feilkoda, er svært generelle eller tar for seg slike miljø nokså perifert, står vi att med seks publikasjonar om naturleg opne område under tregrensa. Desse tar mest for seg snevre problemstillingar, utan at ein får noko inntrykk av berekrafta. Her kan vi trekke fram to norske grå rapportar (Evju et al., 2022; Heggberget & Jonsson, 2005) som ser på einskilde artar. Øybiogeografiske effektar av landskapsendringar, særleg attgroing av (kultur)landskap er undersøkt i skjergarden i Sverige (Aggemyr & Cousins, 2012) og Finland (Hannus & von Numers, 2010).

Våtmark

Våtmark blir her definert som myr, sumpskogsmark og kjeldesamfunn. Det er ein risiko for at nokre artiklar nyttar omgrepet «våtmark», men tar eigentleg for seg ferskvatn. Omgrepa har m.a. vore noko blanda saman før, t.d. har vi i Norge «verneplan for våtmark», der ein stor del av areala eigentleg var ferskvatn. Vi var på førehand klar over faren for å blande desse omgrepa, så dette er neppe ei vesentleg feilkjelde. Det er nok også slik at ein del generelle publikasjonar om skog også i praksis inkluderer sumpskogsmark, noko vi ikkje har tatt spesielle omsyn til.

Av dei 37 publikasjonane som er koda for «våtmark» er nærare halvparten finske og åtte norske. Av dei norske er fem regionale, spreidd rundt i landet. Nokre tar berre for seg våtmark, men mange omhandlar også andre miljø. Elles er det ein dominans retta mot naturmangfald (23), men også ein del på økosystemtenester (14) og karbonlagring (15), få på klimatilpassing.

Tilsynelatande skulle dette gje eit brukbart grunnlag for vurdering av berekrafta i arealforvaltninga, men når ein går nærare inn på kjeldene blir biletet eit anna. For det første er rundt 2/3 av publikasjonane lite eller ikkje relevante av ulike grunnar. Nokre fokuserer på konflikhtar og løysingar, utan å gå inn i graden av berekraft, men det viser seg også å vere mange som primært handlar om andre miljø, jamfør åtvaringa i innleiinga av kapitlet.

For Norge er det eit par kjelder som kjem med ganske klar, relevant informasjon. Den eine er Kyrkjeeide et al. (2020) sin generelle gjennomgang av kjelder for karbonlagring i ulike norske økosystem. For våtmark skriv dei at variasjonen i karbonfangst i urørt myr viser stor variasjon, frå 26,1 g C pr. m² og år på open myr, og opp til nesten det femdoble for høgproduktive tredekte våtmarker. I drenert myr finn dei derimot eit netto tap (- 50 +/- 40 Gg per år). Dei reknar drenering som det største trugsmålet, men nemner også nedbygging og uttak av torv. Samla sett fann dei at utsleppa frå øydelagde myrar i Norge utgjer 10 prosent av dei totale utsleppa i 2013, men dei skriv også at dette er med grunnlag i eit arealtal som berre omfattar nærare halvparten av totalarealet med drenert myr i Norge. Talet kan derfor reelt sett vere enno høgare. Elles er det grunn til å merke seg at det er sett i verk viktige tiltak for å få ned myrtapet, med restriksjonar på grøfting for skogproduksjon og nydyrking. Klimagassutslepp frå grøfta myr til skogproduksjon er også studert i Finland og Sverige (Ojanen et al., 2014; Von Arnold et al., 2005). Medan førstnemnde kom fram til at dette var rundt 5 Mt karbondioksid-ekvivalentar, under gitte forutsetningar, så fokuserte sistnemnde mest på uvissa i deira resultat.

I Nord-Sverige er det dei mest produktive myrane som har vore mest utnytta til ulike formål, samt at dagens karbonlagring i myr også er påverka av tidlegare bruk (Norstedt et al., 2021). Samtidig er høgtliggande/nordlege myrer meir motstandsdyktige mot drenering enn myr i varmare klima (Evans et al., 2014).

Når det gjeld artsmangfaldet i våtmark har insektgruppa tovenger relativt mange raudlisteartar der (Gammelmo et al., 2021). Dei trekker fram nokre av dei same trugsmåla som Kyrkjeeide et al. (2020).

Kjeldesamfunn (ein noko avvikande type våtmark) er utgreidd i to finske studiar, med litt ulike resultat. Det har vore ein nedgang i mangfaldet og dekning av mosar mellom 1986 og 2000, både i påverka og upåverka kjelder (Heino et al., 2005). Ilmonen et al. (2012) fann moderate endringar av kjeldesamfunn, men derimot tydeleg reduksjon i førekomsten av raudlista moseartar.

Ferskvatn

54 publikasjonar vart koda for «ferskvatn», og dei aller fleste har perspektiv retta mot berekrafta i arealforvaltninga. Nokre er generelle, og nokre koplar forvaltning av ferskvatn mot andre miljø, som skog, jordbruksareal og urbane miljø, men dei aller fleste rettar seg direkte mot ferskvatn. Fokuset er samtidig mest retta mot naturmangfaldet, men det er samtidig mange også trekker inn andre økosystemtenester (19 stykk). Berre ein handfull ser på karbonlagring. Litt ulike organismegrupper blir av og til studert, m.a. fugl, fisk, virvellause dyr og også amfibium og mosar. 16 av publikasjonane er meir eller mindre retta mot Norge, der fleire har hatt studieområde spreidd rundt i landet.

Norske elver fangar kvart år opp 1,7 Tg karbon som er vaska ut fra landjorda. Samtidig slepp innsjøane våre ut 730 Gg karbon årleg til atmosfæren, medan 94 Gg blir lagra. Det er også noko utslepp av metan frå innsjøane. Resten – 810 Gg – endar opp i havet. Regulering av vassdrag kan føre til auka karbonfangst, der nokre estimat tilseier rundt 1,5 kg CO₂-ekvaliventar per m² og år. Akkumulering, mudring og fjerning av sediment kan derfor ha stor innverknad på mengda karbon i norske innsjøar (Kyrkjeeide et al., 2020).

Ein del studiar har sett på kva forvaltninga av omliggande areal har å seie for kvalitetane til ferskvatn, utan at resultatata for naturmangfaldet er veldig klare. Mengda organisk materiale i finske vassdrag aukar når innslaget av myr i nedbørfeltet, særleg grøfta myr, aukar, medan jordbruksareal førte til nedgang (Huotari et al., 2013). I Finland påverkar bruken av areal rundt innsjøar påverkar vassfuglbestandane, truleg som følge av både tilgjengelege ressursar og risiko for predasjon (Arzel et al., 2015). Det ser ut til å vere eit negativt

samband med mengda barskog og myr og førekomsten av den vasstilknyttarten storsalamander (Gustafson et al., 2011). For skogdekte kantsoner fører likevel i Sverige den store variasjonen til problem med å kome med gode retningslinjer for forvaltninga (Chellaiah & Kuglerová, 2021). I bystrøk i Sør-Norge har skogkledde kantsoner ein positiv verknad på naturmangfaldet (Mutinova et al., 2020). Håelva på Jæren er sterkt påverka av jordbruk. Mengda fosfor aukar på sommaren, i same periode som engene blir slått og gjødsla. Klimaendringar kan der føre til enno meir fosforavrenning som følge av auka frekvens og intensitet i nedbøren (Molwersmyr et al., 2020).

Det er ein del svenske og finske undersøkingar som tar for seg korleis skogsdrift kan påverke vassdrag, men vi har ikkje funne nokre tilsvarende norske studiar. Vassdrag som renn gjennom ung skog har høgare pH, meir organiske materiale, høgare mengder med vassmosar og meir mangfald av virvellause dyr enn nyleg flatehogde skogar og gamalskog (Jonsson et al., 2017). Dei meinte derfor at ungskog var positivt for artsmangfaldet i vassdrag. Ei anna studie viser ingen signifikante skilnader i artsmangfald og samfunn mellom vassdrag i skognaturreservat og vassdrag utanfor (Heino et al., 2009). Derimot fann dei fleire raudlista mosar og plantar innanfor verneområda, men ikkje eit tilsvarende mønster for algar. Arealbruksendringar ser ut til å kunne redusere mangfaldet av sopp i finske elver (Tolkkinen et al., 2015). Sterkare satsing på skogforvaltning som klimatiltak kan ha konsekvensar for overflatevatnet. Sundnes et al. (2020) fann ut at vassmiljøa blir tatt vare på når det blir planta tre, men at verknadene av tiltaka på lang sikt er svært usikre.

Byvekst, med tilhøyrande vekst i befolkning, arealbruksendringar og klimaendringar er hovudtrugsmåla mot ferskvassmiljøa i byar (Alikhani et al., 2023). I finske bystrøk har intensiv skjøtsel av kantsoner langs vassdrag i byar førte til redusert artsriksdom og forringa miljø (Yli-Pelkonen et al., 2006). Golfbanar kan derimot ha positiv innverknad på ferskvassfaunaen i bystrøk, gjennom dammane som blir anlagt der (Johan et al., 2009).

Utnytting av vasskraft til energiproduksjon, dvs. vasskraftregulering, og anna manipulering av vassdraga, som elveforbygningar, har i liten grad vorte fanga

opp som tema gjennom våre søkjeord. Eit norsk unntak er ein artikkel av Brabrand og Borgstrøm (2022) som ser på effekten av regulering av vassmagasin. Slik regulering fører til både tap av artar og mengda av botndyr i magasina. Dei framhevar i tillegg at to krepsdyr som takla tidlegare manøvreringsreglement ganske bra, har fått auka problem dei siste åra som følge av at vasstanden har blitt lågare sommarstid. I Sverige er det påvist redusert mangfald av karplantar langs regulerte vassdrag (Lozanovska et al., 2020). Når det gjeld elveforbygningar, så er det påvist store miljøendringar langs Gudbrandsdalslågen (Schartau et al., 2005). Dei skildrar flaumpåverknad som ein heilt avgjerande faktor for miljø som flaumdammar og evjer, og at fleire noverande vassførekomstar på elveslette kjem til å forsvinne som følge av gradvis uttørking og attgroing.

Alpine miljø

25 publikasjonar vart koda for «alpine» miljø, dvs. areal over skoggrensa (fjell). Det er gjennomgåande klimaendringar som har vore framheva som det som påverkar alpine miljø mest, og ikkje arealbruksendringar. I eit slikt perspektiv må talet seiast å vere ganske høgt. Eit fleirtal ser på berekrafta, men det er også ganske mange som tar opp konflikter og kjem med forslag til løysingar. Ikkje uventa dominerer norske undersøkingar, men det er også eit par med fokus på Finland eller Sverige. Dei norske er samtidig ofte lokale/regionale studiar, spreidd rundt i landet. Dei aller fleste omhandlar naturmangfald (20), men det er også nokre som ser på økosystemtenester, karbonlagring og klimatilpassing. Naturmangfaldundersøkingane er dels retta mot planter, fugl og pattedyr, og berre ei på andre grupper (humlar).

Karbonlagra i fjell og tundra er generelt sett rekna som store, men det skuldast særleg palsmyrar. I Norge ser det ut til å vere relativt lite som er lagra i fastmarksmiljø i lågalpin sone (Kyrkjeide et al., 2020). I fjellnær skog er det i Finnmark påvist ei dobling i biomassen av fjellbjørk på 50 år. Endringane vart kopla til endringar i reinbestandane (Tømmervik et al., 2009).

Fleire artiklar har studert tradisjonell, historisk kulturpåverknad av fjellområda, og verknaden av at desse er endra i nyare tid, både retta mot einskilde artar (Olsson et al., 2015) og miljøa meir generelt (Wielgolaski et al., 2017). Dette inkluderer m.a. endringar i skoggrensa (Austrheim et al., 2016; Cudlín et al., 2017; Wit et al., 2014). Sistnemnde vurderte at skoggrensa i delar av Norge er rundt 100 meter lågare enn kva klimaet skulle tilseie, som følge av kulturpåverknad.

Det andre hovudtemaet som går att i utvalet av publikasjonar er konflikten mellom nyare utnyttingsmåtar av alpine område, og da primært hyttebygging og auka friluftsliv i fjellet. Fokuset er ikkje minst på verknadene for villreinbestandane i Sør-Norge, som får reduserte og fragmenterte leveområde som følge av dei nye aktivitetane (Dyrset, 2019; Gundersen et al., 2023; Iversen et al., 2023). Gundersen et al. (2023) viser m.a. at villreinen trekker vekk frå randsoneområde med mykje hytter og unngår å krysse stiar med mykje trafikk.

Urbane miljø

48 publikasjonar vart koda for «urbane» miljø, dvs. byar, tettstader mv., med tilhøyrande landskapselement. Vel 70 prosent av desse er meir eller mindre retta mot endringar i arealforvaltninga. Til skilnad frå andre hovudtypar natur er det likevel løysingar som er det vanlegaste fokuset, og det er få som er retta mot konflikter. Denne fordelinga kan ikkje seiast å vere uventa. Urbane miljø er pr. definisjon normalt alt sterkt påverka, og har ofte ikkje så mykje naturmangfald eller naturlege karbonlager å ta vare på. I staden er det gjerne meir interessant å sjå på kva slags forbetringar av naturmiljøet som det er mogleg å få til eller korleis best ta vare på restane av opphavleg natur.

Geografisk er det flest svenske publikasjonar (23), medan det er rundt det halve for Finland (12) og Norge (10), og berre tre danske. Dei norske er noko spreidd, men dei fleste undersøkingsområda ligg på Austlandet og ingen i Nord-Norge. 30 publikasjonar er retta mot naturmangfald, men det er også så mange som 24 som tar for seg ulike økosystemtenester, medan karbonlagring er tema i 10

stykkar. Rundt ein tredjedel har undersøkt spesielle organismegrupper, og da primært fugl, insekt, karplanter og amfibium.

Fleire artiklar ser på omfang og potensial for karbonlagring i parkar og tre. I Helsinki vart kapasiteten for karbonlagring til allétrær langs vegnettet samanlikna med karbontapet i jorda som følge av vegbygginga (Havu et al., 2022). Dei fann at balansen kom etter 12-14 år, avhengig av treslag. Riikonen et al. (2017) fann derimot at dette først skjedde etter 30 år, men denne studien var ikkje spesifikt retta mot veger. Karbonlagring i parkar er undersøkt av Linden et al. (2020) og Setala et al. (2016). Førstnemnde fann ut at desse kan fungere som viktige karbonlager i kalde klimastrøk.

Sjølv om artsmangfaldet er sterkt påverka og ofte utarma i urbane miljø, kan det likevel ha verdi. Dette er vist for augnestikkarar knytt til vatn i Uppsala (Johansson et al., 2019). Andre har sett på kor viktige hagar og parkar er for naturmangfald og ulike økosystemtenester (t.d. Hanson et al., 2021; Öckinger et al., 2009). Sistnemnde fann m.a. ut at mangfaldet av sommarfuglar berre var litt lågare der enn i omliggande jordbrukslandskap. Jokimäki og Kaisanlahti-Jokimäki (2003) vurderte enkelthusområde som særleg viktige miljø for fugl på vinteren.

I urbane miljø må normalt naturmangfaldet vike. For å prioritere miljøomsyn er det da ein stor fordel at omsyn til naturen også blir oppfatta som positivt for folk. Haldningane til ulike delar av naturmangfaldet blir derfor viktige. Heggberget og Jonsson (2005) fann ut at folk i Trondheim helst ville ha opne, parkaktige landskap med store tre nær bustadene, medan dei ville ha meir naturlege miljø som rekreasjonsområde i nærleiken. Det å kunne observere ville fuglar, planter og dyr var viktig for mange. Urbane vassdrag kan både ha verdi for rekreasjon og undervisning, og i tillegg ha mykje å seie for lokal identitet (Yli-Pelkonen et al., 2006). Haldningsundersøkingar tydar på auka merksemd rundt tap av naturmangfald i og rundt byar og tettstader. Ei spørjeundersøking som vart gjennomført i fire norske kommunar både i 1991 og 2020 blant politikarar, byråkratar og frivillige organisasjonar, målte korleis deltakarane vurderte tap av biologisk mangfald pga. utbygging i eigen

kommune. Andelen som vurderte dette som eit nokså viktig eller viktig miljøproblem auka frå 15 til 40 prosent på 30 år (Richardsen Moberg, 2024).

Utbygging av byar og tettstader reduserer og fragmenterer naturmangfaldet. Utforming av den grønne infrastrukturen blir derfor noko fleire kjelder har sett på, både korleis måle den, korleis den fungerer og få den best mogleg. Borgström (2009) vurderte store verneområde nær byar som særleg viktige fordi landskapet der ofte er så fragmentert. Når det blir lite grønne område igjen, blir det også ei sterkare kopling mellom verdien dei grønne areala har for naturmangfald og som karbonlager (Kinnunen & Lampinen, 2022).

Effekten byar og tettstader har på omliggande område er studert av fleire kjelder. For flygande insekt har dei ei negativ effekt, men grønne, urbane areal betrar situasjonen (Svenningsen et al., 2022). Urbanisering påverkar livsvilkåra for pollinerande artar ved øydelegging og fragmentering av leveplassar, spesialisering (monokulturar) og intensivering av arealbruk og ved bruk av miljøgift (Kapfer et al., 2022).

Mikusinski et al. (2003) viser at svenske tettstader har ført til auka mengd lauvtre i skogdominerte landskap, noko som er positivt for artsmangfaldet. Nærømråda til byar er viktige for økosystemtenester, og fortetting der vil føre til tap av slike for byane (Hedblom et al., 2017). Leveområde for pollinatorar kan vere like viktige for matproduksjon i byar som sjølv produksjonsareala (Gren & Andersson, 2018). Likevel er det ikkje sjølvstakt at omsynet til verdifulle naturområde blir vektlagt særleg høgt i utbyggingsplanane. I buffersonene til verneområde rundt Stockholm auka delen nedbygde areal med 16 prosent på 10 år (Gren & Andersson, 2018). I ei anna studie (Furberg et al., 2020) fann dei ei reduksjon på 2 prosent grønne areal i byen på 5 år, og der var eit relativt høgt tap av areal av særleg verdi for artsmangfaldet.

4.2 Drøfting og kunnskapshol

Drøftinga tar utgangspunkt i litteraturgjennomgangen i kapittel 4.1, men trekker også inn andre kjelder og legg vekt på det som blir sett på som dei viktigaste funna og kunnskapshola.

Kulturlandskap

Mange publikasjonar slår berre fast at opphøyrd hevd og for svak eller intensiv drift er hovudtrugsmåla. Rett nok støttar kjeldene seg ganske eintydig på kvarandre her, og vi finn ikkje nokon som går mot dette synet, men som det kjem fram under, er det ein generell mangel på representative data for Norge. Særleg i Sverige verkar dei å ha vore flinkare til å finne gamle datasett og samanlikna med dagens tilstand. Vi har funne døme på bruk av gamle kartdata i Norge, men det burde også her til lands vere mogleg å finne fram til einskilde eldre, meir presise datasett retta mot naturtypar og artar som kunne vorte nytta.

For *kystlynghei* er gjennomgangen til Kyrkjeeide et al., (2020) direkte retta mot karbonlagring. Dei viser til at naturtypen er lite undersøkt, men at det er gjort meir generelle undersøkingar av hei. Temaet verkar derfor å vere noko dekt opp. Det bør elles nemnast at dei baserer sin gjennomgang på Bartlett et al. (2020), som eigentleg er den vitskaplege primærkjelda her, men som ikkje vart fanga opp av søket vårt.

Når det gjeld naturmangfaldet i kystlynghei, er det nokre studiar som samanliknar mellom attgroande og skjøtta heier, og som ser nærare på brenning som skjøtselstiltak (sjå også Vandvik et al., 2005; Vandvik et al., 2014; Velle et al., 2014). Ingen av kjeldene vi fann er spesifikke på kunnskapsmangel. Den nasjonale raudlistevurderinga peikar derimot på dette (Hovstad et al., 2018b):

I Norge har vi ikkje overvakingsdata som er arealrepresentative for naturtypen kystlynghei. Det finst heller ikkje data som er representative for naturtypen og som kan gi informasjon om areal av kystlynghei med skjøtsel eller gjengroingstilstand for naturtypen.

Raudlistevurderinga har liknande formulering for boreal hei (Hovstad et al., 2018a), og Halvorsen et al. (2016) skriv at naturtypen knapt er undersøkt her til lands. Det blir også peika på mangelfull kunnskap for semi-naturleg eng, men (Hovstad et al., 2018c) meiner det der finst ein del relevant informasjon. Medan raudlistevurderingane for kystlynghei og semi-naturleg eng har ein del kjelder å bygge på, manglar slike helt for boreal hei. Sjølv innanfor ganske godt studerte

naturtypar som semi-naturlege miljø er det med andre ord ein stor mangel på god arealinformasjon. Samtidig bør dette vere eit godt kjent kunnskapshol.

Når det gjeld uvisse knytt til verknadene av skogplanting på naturmangfaldet, har ei av kjeldene vi fann (Søgaard et al., 2019) nokre viktige betraktningar:

Vi har forsøkt å basere våre vurderingar på forskningslitteratur som er særleg relevant for norske forhold. Det er begrenset hvilken dokumentasjon som foreligger når det gjeld betydningen av bonitet, gjengroingsgrad og hogsttidspunkt for det biologiske mangfaldet. Som ellers i den anvendte økologiske litteraturen vil det som oftest bare være tilgjengelig fragmenter av det totale bildet, fordi det er betydelige ressurser som må mobiliseres for å kunne dekke mange tusen arter med ulik respons på miljø og tiltak. De mange ulike aspektene ved biologisk mangfold gjør også at det ikke er mulig å kunne kvantifisere effektene av ulike valg, (...)

For semi-naturleg eng er det i kjeldene vi har funne fram til ei noko overraskande og interessant *geografisk skeivfordeling*. Det er jamt med undersøkingar på Vestlandet og dels i seterregionen i Midt-Norge, medan det er svært få frå Sørlandet, lågareliggande delar av Austlandet og Nord-Norge. Ei mogleg årsak kan vere at det er aktive fagmiljø på Vestlandet og i Trøndelag, medan det blir forska mindre på tilstanden for biologisk verdifulle kulturlandskap på Austlandet og i Nord-Norge.

Det ser ut til å vere nokre store hol i fordelinga av publikasjonar på *organismegrupper*. Vi fann ingen kjelder retta mot sopp, ei artsrik gruppe i kulturlandskapet, m.a. med mange raudlista og trua beitemarksopp (Brandrud et al., 2021). Sjølv i raudlista er det mest generelle endringar av miljøa som er lagt til grunn, ikkje konkrete vurderingar av einskilde artar (men unntak finst). Noko liknande gjeld for mosar, der (Høitomt et al., 2021) skriv i raudlistevurderinga at «av påvirkning på habitat er det endringer i landbruket som er den viktigste påvirkningsfaktoren». Det er kanskje grunn til å stille liknande spørsmål også for lav og nokre grupper virvellause dyr (der var det særleg litteratur på biller, sommarfuglar og pollinerande insekt som gjekk att, t.d. svært lite på tovenger).

Generelt er det komplisert å analysere grunnar til tapet av naturmangfald i kulturlandskapet, og i neste omgang løysingar for å ta betre vare på det. Medan det for andre naturtypar mest er ein diskusjon rundt «bruk og vern», må

kulturlandskapet skjøttast for å takast vare på. Måten vi bruker areala på varierer også noko meir, og det har vore større variasjon opp gjennom historia. Samtidig er naturverdiane varierte og krev ulike fokus og ulike grep for å takast vare på. Publikasjonane reflekterer desse utfordringane, og har meir varierte innfallsvinklar på forvaltninga av kulturlandskapet enn på skog, våtmark mv. Det er viktige utgreiingar om ulike type bruk, skjøtsel og dels diskusjon omkring dette samt meir generelt om intensivering og attgroing. Ein konsekvens er at fleire kjelder åttvarar ganske klart mot å sjå for snevert på korleis kulturlandskapet skal undersøkjast og forvaltast på ein måte som tar vare på naturmangfaldet, sjå t.d. Soderstrom et al. (2001).

Dei særeigne forholda i kulturlandskapet skaper også utfordringar for våre analysar. Dels er det noko vanskelegare å sortere publikasjonane og strukturere resultata enn tilfellet er for andre økosystem. Det kan også bli vanskelegare å sjå kunnskapshola. Kan det vere viktige skilnader i bruksendringar mellom ulike typar kulturlandskap (inndelt etter naturtypar, regionar, bruksformer) som burde vore betre studert? Ser ein samla på materialet verkar dette sannsynleg, da innfallsvinklane på t.d. forvaltning av kystlynghei, små gardsbruk i fjordstrøka på Vestlandet eller seterdrifta i sentrale delar av Norge nok på mange måtar er like, men ikkje heilt dei same. Det er eit fokus på bevaring av tradisjonell, småskala jordbruksdrift, der attgroing er det store trugsmålet, men måten ein forvaltar kystlynghei, småbruk i fjordane og setrene på, er trass alt ganske ulik. Og kva med bevaring av naturmangfaldet saman med den intensive husdyrproduksjonen på Jæren, den utdøyande fiskarbonden i Nord-Norge, kornbøndene på Austlandet og i Trøndelag eller ulike småskala-landskap på Sørlandet? Dette verkar delvis å ha unngått dei norske fagmiljøa sitt fokus hittil. Samtidig er dette heller ikkje noko som vi kan rekne med å få særleg hjelp frå forskning i våre naboland på, kanskje med unntak av at åkerlandskapet på delar av Austlandet kan samanliknast med Sør-Sverige, men landbrukspolitikken er ulik i dei to landa. Svalheim (2022) har samanstillt kunnskap om slåttemark i Norge. Ho skriv m.a. at det er få slåttemarkar igjen i dei intensive jordbrukslandskapa på Austlandet, Trøndelag og Jæren, men at nyare undersøkingar i Nord-Norge viser at det framleis er att

nokre slåttemarker der (her viser ho til kartleggingsrapportar, ikkje vitenskaplege studiar).

Skog

Skog dekker store delar av både Norge, Sverige og Finland. Det er store næringsinteresser knytt til skogen, samtidig som han er svært viktig for naturmangfaldet og for å binde opp og lagre karbon. Debatten om korleis vi best skal forvalte desse ressursane har derfor vore omfattande og konfliktfylte i alle dei tre landa. I vårt utval av publikasjonar ser det likevel ut til å vere nokre viktige skilnader i vinklinga på fagfeltet mellom Norge på den eine sida og Sverige og Finland på den andre.

Sverige og dels Finland har ei rad vitenskaplege artiklar som direkte ser på berekrafta i den nasjonale skogforvaltninga, og i relasjon til politiske bevaringsmål for naturmangfaldet (Angelstam et al., 2011; Angelstam et al., 2020; Angelstam et al., 2023; Angelstam & Manton, 2021; Häkkinen et al., 2017; Wallenius et al., 2010; Virkkala et al., 2020). Vi har også norske publikasjonar på feltet (sjå Jansson et al., 2021; Gammelmo et al., 2021; Sverdrup-Thygeson et al., 2014), men desse er færre, har smalare problemstillingar, og dei utfordrar i mindre grad styresmaktene. Det kan vere grunn til å trekke fram at ein av dei få norske publikasjonane av dette slaget er grå litteratur, med grunnlag i eit oppdrag bestilt av WWF (Jansson et al., 2021).

Når det gjeld karbonlagring gir ikkje vårt utval av publikasjonar grunnlag for tilsvarande kritiske vurderingar av norske bidrag, men samtidig har vi heller ikkje funne så mange kritiske svenske og finske kjelder. Det er rimeleg godt dokumentert for alle tre landa at det har vore ei oppbygging av karbon i skogøkosystema i nyare tid, særleg gjennom auka kubikkmasse i skogane. Dette er eit klart skilje frå arbeidet med naturmangfald, der det er godt dokumentert at tilstanden har blitt forverra. For karbonlagring står diskusjonen i første rekke om val av framtidige løysingar.

Det finst framleis mange viktige kunnskapshol for skogøkosystema, sjølv om det har funne stad ei omfattande forskning i nyare tid. For karbonlagring og klimatiltak har Kyrkjeeide et al. (2020) trekt fram nokre punkt:

- Nitrogengjødsling blir brukt i skogbruket, dels som klimatiltak. Langtidseffekten er likevel dårleg kjent.
- Det er stor grad av uvisse knytt til langtidseffektar av hogst på karbonbalansen i skog.
- Generelt er det utfordrande å vurdere omfanget av framtidig karbonfangst i skog, da problemstillingane er samansette.

For naturmangfaldet er det lite informasjon å finne om viktige kunnskapshol. Jansson et al. (2021) framhevar at vi må få betre kunnskap om restareala med gamalskog og vurdere om det er meir av desse som er eigna for vern. Jakobsson og Pedersen (2020) si generelle vurdering av at vi manglar gode data over utvikling av areal til økosystem og naturtypar over tid i Norge, gjeld også for skog. Når ein går inn i raudlistevurderingane for naturtypar i skog, ser ein at det faktisk også gjeld dagens førekomstar. T.d. skriv Framstad og Bendiksen (2018b) at førekomstar og totalareal for rik sandfuruskog er svært dårleg kjent, og Framstad (2018) har same vurdering av totalareal for flaumskogsmark. Uvisse knytt til førekomstane er noko som går att for fleire raudlista skogtypar, sjølv om det ikkje er så dårleg for dei andre, og for nokre skogtypar er det ganske god oversikt. Det er likevel mykje tolking og antakingar som pregar raudlistevurderingane, sjå t.d. Framstad og Bendiksen (2018a) si vurdering av lågurtbarskog.

For artsmangfaldet i Norge meiner Brandrud et al. (2021) at vi har noko av det beste kunnskapsgrunnlaget for raudlistevurdering av sopp i Europa, men at det likevel er langt att til det er tilfredsstillande. Og deira fokus har særleg vore på skoglevande sopp. Dei framhevar at det er manglande kunnskap om bestandsutviklinga over tid, noko som opplagt også gjeld for fleire andre artsgrupper. T.d. er dette også framheva for biller (Ødegaard et al., 2021) og mosar (Høitomt et al. 2021).

Når det gjeld forvaltning av skogsmiljøa, er ei sentral kjelde evalueringa av skogvernet (Framstad (red) et al., 2017). Der blir det framheva ei stor uvisse knytt til verneområda si dekning av skogtypar og artar. Evalueringa er nokre år gamal, og Miljødirektoratet si satsing på naturtypekartlegging av verneområde dei seinare åra kan gi grunnlag for endring av konklusjonen.

Naturleg opne område under tregrensa

Den sparsame litteraturen som kom ut av vårt søk på fagfeltet naturleg opne område under tregrensa har sjølv lite direkte informasjon om kunnskapshol. Som det kjem fram av kapittel 4.1 er strengt tatt publikasjonane så få at dei normalt ikkje er å sjå på som anna enn litt tilfeldige utval av tema. Generelt er det truleg krevjande å få ei god samanstilling av kunnskapen for desse miljøa.

Open grunnlendt naturmark under tregrensa er generelt små naturtypar som er avhengig av naturleg forstyrring frå vind, vatn og topografiske/geologiske grunnar. Dei ligg ofte som små randsoner mellom vassmiljø og skog eller kulturmark. Tilfeldige inngrep og øydelegging knytt til bruk av naboareal kan derfor slå ut. Til dømes er det vassdragsreguleringar, nedbygging og omfattande elvegrusuttak som er dei viktigaste trugsmåla mot open flaumfastmark (Aarrestad et al., 2018b). Nedbygging og oppdyrking har ført til eit arealtap på 86 prosent for 15 elvedelta i Midt-Norge (Magnussen et al., 2018) og naturtypen har blitt nasjonalt raudlista som sårbar (Erikstad et al., 2018). For den sterkt truga naturtypen «open grunnlendt kalkrik mark i boreonemoral sone» er det rekna med eit totalareal på 2 km², men trugsmåla er mange og varierte (Evju et al., 2018).

For mange av naturtypane kan truleg klimaendringar gi tydelege utslag, t.d. endringar i flaumar i vassdrag eller ras i lausmasseavsetningar og bratte fjellsider som følge av andre nedbørsmengder og nedbørsmønster. Høitomt et al. (2018) skriv t.d. i raudlistevurderinga for fosseberg at «*Det er forventet at klimaendringar kan påvirke nedbørsmengdene og temperaturene framover. Det er imidlertid en svært kompleks øvelse å fremskrive hva dette vil kunne bety for fossebergene.*»

Våtmark

Trass i at det er få relevante kjelder i vårt litteraturutval, tilseier andre kjelder at kunnskapen om arealbruksendringar for opne myrer er ganske god. Særleg gjennom studiar av flyfoto og dels kart bør det vere mogleg å synleggjere tilbakegang i førekomst av slik våtmark i Norge i nyare tid ganske godt. Døme på dette kjem fram i kjeldene som er nytta for raudlisting av norske myrtypar, sjå t.d. raudlistinga av eksentrisk høgmyr (Lyngstad et al., 2018), og dei er mest truga i låglandet (Øien et al., 2018). Det er likevel grunn til å vere litt på vakt her, da det ganske nyleg kom fram at myrarealet i Norge var vesentleg større enn vi tidlegare hadde trudd (Rekdal et al., 2016). Også Magnussen et al. (2018) finn lite kartfesta kunnskap om våtmark i Norge. Kunnskapen om skogkledd våtmark, altså sumpskog, verkar også ganske god, men det er hol i kartlegging der også, samt artsmangfaldet i ulike typar sumpskog (Jansson et al., 2011).

Korleis våtmarkene blir påverka ser stort sett ut til å vere godt dokumentert. I det minste er gjennomgatte kjelder ganske samstemte der. Grøfting til jord- og skogbruksproduksjon har vore dominerande. Dette har stort sett stansa opp dei siste åra, medan nedbygging til ulike formål framleis går føre seg. I tillegg finst det ein del norsk grå litteratur og noko vitskapleg finsk litteratur om restaurering av våtmark og effektane av dette, sjå oppsummering av Miljødirektoratet (2020). Det er peikt på mangel på kunnskap om karbonmengda i sumpskogsmiljø (Kyrkjeeide et al., 2020), og ikkje minst ser det ut til å vere uvisse knytt til kor store karbonutsleppa frå grøfta myr er. Ein sentral grunn til dette er at kunnskapen om karbonsyklusen nede i torva/jorda er for dårleg (Ojanen et al., 2014).

Myr, som er den dominerande våtmarkstypen, er ein svært lågproduktiv naturtype og det er i våre dagar knytt små direkte næringsinteresser til den biologiske produksjonen. Det er økosystemtenestene myra står for som i dag er viktigast (Magnussen et al., 2018). Samtidig blir det peikt på at det manglar norske utgreingar av kor store desse verdiane er, og at vi må basere oss på utrekningar frå andre land eller andre økosystem.

Ferskvatn

Materialet vårt inneheld vesentleg færre publikasjonar for ferskvatn enn for jordbruk og skogbruk. Ei delforklaring kan vere at endringane i ferskvatna i liten grad ligg i direkte endringar av vatna, men meir indirekte påverknad av arealbruken i nedslagsfeltet rundt. Med andre ord er miljøkvalitetane i vassdrag først og fremst sårbare for endringar i jord- og skogbruket. Det er nokre publikasjonar på desse indirekte verknadene, men ikkje mange. I tillegg er det eit poeng at viktige direkte påverknader ikkje blir rekna som arealbruksendring, som t.d. kloakkutslipp og anna ureining. Tal publikasjonar kan også vere påverka av at når ein ser bort frå vasskraftutbygging, så er dei direkte næringsinteressene knytt til ferskvatn avgrensa i dei nordiske landa. Vi har sjølvsagt villaks, men den ser ikkje ut til å vere fanga opp i vårt utval. Generelt vurderer vi vårt kjeldegrunnlag for vassdragsreguleringar som så svakt at vi ikkje ser det som hensiktsmessig å vurdere eventuelle kunnskapshol der. Frå dei gjennomgatte kjeldene finn vi fleire tilfelle der dei sjølve peiker på hol i kunnskapen.

Ferskvatn og vassdrag blir påverka av ganske ulike typar faktorar, og da ofte saman. Det verker som dette ikkje så ofte er forska på. Mangel på utgreiingar av kombinasjonen klimaendringar, vassforbruk og biologisk mangfald, og korleis dette verkar inn på levering av økosystemtenester i framtida er noko som er framheva av Elmhagen et al. (2015).

Gode tidsseriar er noko som er etterlyst av fleire. Det er mangel på kunnskap om effektar av restaurering som har vore godt planlagd og har gått føre seg over noko tid (Feld et al., 2011). Det er også stor uvisse knytt til langtidsverknader på ferskvassmiljøa av planting på nye areal (Sundnes et al., 2020).

Lite forskning på verknadene av andre typar inngrep i norske vassdrag enn vassdragsreguleringar vart framheva i utgreiinga av norsk villaksforvaltning (NOU 1999:9), med Schartau et al. (2005) som eit positivt unntak. Det verkar med andre ord som om det er mangelfull kunnskap om konsekvensane av elveforbyggingar og elveutrettingar. For gardsdammar og bekker i jordbrukslandskapet kan dette ha betra seg litt, men for andre arealendringar i

ferskvassmiljø peikar Olsen (2021) framleis på dårleg talgrunnlag ved raudlisting av norske augnestikkarar. Samtidig meiner Dervo et al. (2018b) at førekomsten av små lokalitetar av den sårbare naturtypen «sterkt kalkrike pyttar, dammar og små innsjøar» er dårleg kjent..

I dei norske raudlistevurderingane for elver så er det nemnt at det har vore opptil 90 prosent tap av bekker i landbruksområde, særleg som følge av landbruksverksemd, men også vegbygging og (Bergan & Solem, 2018; Dervo et al., 2018a). Dei finn vidare at 7 prosent av alle norske vassførekomstar er regulert, og at 76 prosent er bygd ut dei siste 50 åra. I tillegg konkluderer dei med at vasskraftregulering, landbruk, forsuring og andre miljøendringar er dei viktigaste påverknadsfaktorane. For Trondheim sin del fann Bergan og Nøst (2017) i tillegg at det har blitt sett inn få tiltak i nyare tid for å avbøte på tidlegare negative påverknader..

I ei svensk utgreiing blir det stilt spørsmålsteikn på om det ikkje kan ligge eigna data som kan gje meir presis historisk informasjon om naturmangfald og økosystemtenester i museumssamlingar og handskrivne dokument (Elmhagen et al., 2015). Det kan vere grunn til å spørje om det same i Norge.

Alpine miljø

Arealbruksendringar har hittil vore ei noko mindre viktig problemstilling i alpine miljø. Det er klimaendringar som er det klart dominerande trugsålet mot naturmangfaldet der, noko som kjem tydeleg fram i raudlistinga av naturtypar og artar i fjellet (Høitomt et al., 2021; Solstad & Elven, 2021; Aarrestad et al., 2018a; Aarrestad et al., 2018b). Nokre av publikasjonane vi har fanga opp tar for seg viktige typar arealbruk, både knytt til endringar av tidlegare, tradisjonell bruk og nye bruksmåtar, som t.d. hyttebygging. Det er ein mangel at storskala fragmentering, som kraftliner, kraftutbygging og vegnett, stort sett er fråverande i våre kjelder, men dette er tema vi trur er ganske godt fanga opp i andre undersøkingar. For vindkraftverk er uvissa noko større. T.d. skriv NVE på sine heimesider at kunnskapen hittil mest er basert på tamrein (NVE, 2023).

Når det gjeld karbonlagring, er det svært stor uvisse knytt til kor mykje karbon som er lagra i frosen mark og is i norske fjell. Kyrkjeeide et al. (2020) skriv at estimatet ligg mellom 0,01 og 90 000 Gg C. Denne uvissa må seiast å vere noko uventa, ikkje minst sidan global oppvarming kan føre til at desse karbonlagra blir frigjevne til atmosfæren. Dei framhevar i si oppsummering at også karbonfluksen er lite kjent i alpine miljø.

Urbane miljø

Mange av studiane av urbane miljø er retta mot store byar, og t.d. går Stockholm og Helsinki att i fleire av våre kjelder. Det ser ut til at vi veit mindre om små og mellomstore tettstader (Groven et al., 2021), sjølv om vi fann minst eit døme på dette (Mikusinski et al., 2003).

Urbane miljø er allereie sterkt påverka av menneske. I tillegg er dei i ekspansjon. Generelt sett er dei derfor på ingen måte truga og karbonet er i stor grad lagra i menneskelege konstruksjonar. Vinklinga på spørsmåla vi har sett på blir derfor noko annleis enn for andre hovudnaturtypar med meir eller mindre intakt natur. Sjølv om det er naudsynt å sjå på dei naturkvalitetane som er attende, blir det like viktig å undersøke om det har eller kan bli skapt nye naturkvalitetar gjennom byplanlegginga. Både den samla fordelinga av publikasjonane mellom våre spørsmål og vinklinga av tema speglar dette. Sidan interessene for å utnytta areala er så høg, blir i praksis dei tre hovudspørsmåla i byane desse:

1. Korleis kan ein best ta vare på restar av opphavleg natur?
2. Korleis forme bymiljøa slik at dei kan oppnå nokre av kvalitetane som kjenneteiknar opphavleg natur?
3. Kva slags kompromiss finst og korleis skal ein prioritere?

Økonomisk forskning

Det er grunn til å merke seg at sjølv om det finst ein god del forskning på økonomi knytt til verksemder som har stor påverknad på arealbruken, så har vi i liten grad funne fram til forskning som koplar dette mot berekraftig arealforvaltning.

Det er ein indikasjon at ein ny norsk publikasjon om «bærekraft i norsk jordbruksproduksjon» (Bakken et al., 2023) inneheld mykje om økonomiske verkemiddel og kva desse er retta mot og kva slags form dei har. Det er likevel mest i generelle og deskriptive former, og den tar knapt for seg koplinga mellom økonomiske insitament og berekrafta i arealbruken retta mot naturmangfald og karbonlagring.

Samtidig kan det ligge ein mogleg inkonsekvens mellom ulike fagfolk her. Sjøgaard et al. (2019) påstår ved vurdering av effektar av skogplanting på nye areal at det for naturmangfaldet «*ikke er mulig å kunne kvantifisere effektene av ulike valg, slik det i langt større grad er mulig å gjøre for karbonbinding og økonomi.*» Det kan med andre ord sjå ut som om desse har mykje større tru på at slike koplingar kan gjerast.

Særleg for norsk jordbruk, som i så sterk grad er avhengig av statlege støtteordningar, ser det ut til å vere store kunnskapshol. Her må vi ta ein reservasjon om at det vil vere relevant økonomisk og samfunnsvitskapleg litteratur som ikkje har blitt fanga opp av våre søk. Likevel meiner vi det trengst forskning på desse spørsmåla:

- Kor sterke og direkte er effektane av teknologisering og auka krav om effektivisering av jordbruksproduksjonen på naturmangfaldet i neste omgang?
- Korleis har dreininga av tilskotsordningar, t.d. driftsspesialisering og satsinga på særskilte driftsformer i ulike regionar (korn på Austlandet, kjøtt og mjølk på Vestlandet og i Nord-Norge) verka inn på naturmangfaldet?

Oppsummering

I dette avsnittet vil vi starte med å svare på den første problemstillinga, før vi utdjuvar med eit samandrag av delkapittel 4.2 Drøfting og kunnskapshol.

Svar på problemstilling 1

Den første problemstillinga er formulert slik: *Kva seier forskinga om kor berekraftig arealforvaltninga i Norge i dag er, særleg med omsyn til naturmangfald og økosystem og korleis klimaendringar påverkar framtidig berekraft?*

Det verkar klart at arealforvaltninga i Norge ikkje er berekraftig. Fokuset i litteraturen vi har gått gjennom er retta mot negative utviklingstrekk. Dette gjeld særleg for bevaring av naturmangfaldet, medan det ikkje er like negativt i høve til karbonlagring. Utfordringane ser ut til å vere særleg store i landbruket og skogbruket. Dei er også vesentlege for våtmark, ferskvatn og truleg open grunnlendt naturmark og urbane miljø, medan dei er noko mindre i alpine miljø.

Konklusjonen om ei ikkje berekraftig arealforvaltning kjem likevel berre i avgrensa grad direkte fram av litteraturen, fordi det finst lite forskning som vurderer effektane arealbruken har på naturen som heilskap. Spesielt dei vitenskaplege artiklane er prega av snevre problemstillingar som i liten grad svarer på spørsmålet vårt, men i staden berre tar berekraftsutfordringane ved arealbruken som eit meir eller mindre godt underbygd utgangspunkt. Da er det noko betre med den grå litteraturen, der enkelte kjelder inneheld gode oppsummeringar. Det meste av litteraturen er retta mot dei direkte, fysiske konsekvensane. Vi finn langt færre publikasjonar som ser på korleis beslutningsprosessar og andre drivarar påverkar berekrafta. Her ser det ut til å vere store kunnskapshol.

Samandrag

Det er ingen tvil om at arealbruksendringar utgjer det alvorlegaste trugsmålet mot naturmangfaldet i Norge, og at dette er stort. Det er likevel fråvær av publikasjonar i vårt søk som oppsummerer dette og trekker dei store linene i utviklinga. Mangel på dette er i seg sjølv eit alvorleg kunnskapshol. Trendane er likevel klare. Litteraturen er heilt dominert av skildringar om forverring av tilstand, mengd og utbreiing av artar og naturtypar, og trugsmåla som er

grunnane til dette. Det er brei semje om at arealbruksendringar er den viktigaste faktoren i dei fleste tilfella. Omtale av positiv utvikling førekjem sjeldan, men døme finst, t.d. skildring av naturrestaurering og vern.

Den vitskaplege dokumentasjonen på utviklingstrekka er variabel, og det er særleg i den grå litteraturen vi finn datagrunnlaget. Vi ser også at det, som ein følge av det svært vide temaet, har vore vanskeleg å utforme litteratursøket på ein treffsikker måte. Mykje sentral litteratur, særleg grå litteratur, har falle utanfor. Dette skaper uvisse for delar av resultatata, men vi har trekt inn noko anna litteratur i drøftinga for å redusere denne.

Nedgangen i artar og naturtypar er særleg sterk i jordbruket sitt kulturlandskap, og dette blir hovudsakleg sett direkte i samband med arealbruksendringar, særleg attgroing og intensivering. Jordbrukspolitikken legg premissane her i ei sterkt politisk styrt næring. Likevel er det mangel på forskning som studerer koplingane mellom dei politiske vala i jordbrukspolitikken og verknadene dei har på naturmangfaldet. Litteraturen verkar defensiv, dominert av snevre, naturfaglege problemstillingar, sjølv om utviklingstrekka i arealforvaltninga i jordbruket oftast går i motsett lei. Her ligg det eit stort kunnskapshol.

I skogen, som dekker store delar av dei mest produktive areala i Norge og huser over halvparten av artsmangfaldet, er det også tydeleg at naturmangfaldet er truga. Intensivt, moderne flatehogstskogbruk er det store trugsmålet og vern er det viktigaste mottiltaket. Det varierte naturmangfaldet fører likevel både til at det varierer korleis og i kor stor grad ulike naturtypar er truga, og kunnskapsnivået er også ulikt for naturtypar og artar. Det er grunn til å merke seg at medan vi har funne fleire kritiske vitskaplege artiklar retta mot måloppnåinga i Sverige og Finland, ser det ut til å vere få slike i Norge. Sjølv om koplinga mellom mål og verknader ikkje er like mangelfull som i kulturlandskapet, så har også her kjeldene eit noko defensivt preg og fører til at det er kunnskapshol knytt til forståing om dei største utfordringane skogforvaltninga står ovanfor når det gjeld biologisk mangfald og økosystemtenester.

For dei andre hovudnaturtypane er biletet meir usikkert. Det er færre kjelder å bygge på. For naturtypar innanfor open grunnlendt naturmark under tregrensa, er det så få at det er vanskeleg å fram gode resultat, bortsett frå at det er ein del vesentlege kunnskapshol fleire stader. Fleire naturtypar er raudlista og har ei tydeleg negativ utvikling. Kunnskapen om våtmarksmiljøa, særleg myr, er mykje betre, og viser at desse har gått betydeleg attende i nyare tid, særleg i låglandet, men også at det vert sett inn restaureringstiltak for å snu denne utviklinga. Ferskvassmiljøa er litt meir komplekse å analysere, da desse blir påverka av ganske ulike faktorar, og vi har i varierende grad fanga opp relevant litteratur. Vi har funne noko om indirekte påverknader, som følge av forvaltninga av areal inntil vassdraga. Søket vårt har gitt lite litteratur om vassdragsreguleringar. Dette blir litt omtalt i kapittel 5. Det same gjeld tiltak for å dempe flaum i elver. På begge desse områda ser det ut for at det er kunnskapshol.

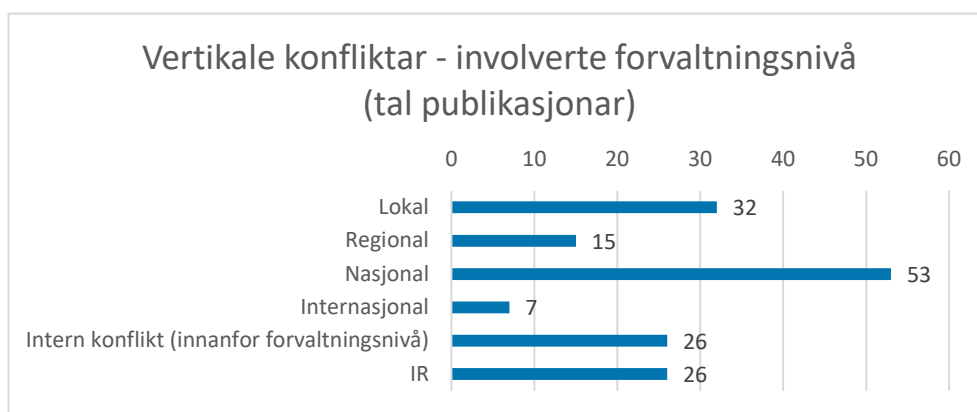
Urbane miljø kjem i ein litt spesiell kategori, men det er klart at det meste av naturmangfaldet der alt er øydelagt og naturtypane er i beste fall fragmenterte. Fokuset i litteraturen her er mest retta mot å ta vare på små restar av opphavleg natur eller prøve ut tiltak for å etterlikne den. I alpine miljø er det derimot klimaendringar som er det største trugsmålet. Nokre kjelder tar likevel også opp skadelege arealbruksendringar der, både som følge av opphøyr av tradisjonell bruk og innføring av nye, som hyttebygging.

I motsetning til utgreiingar om naturmangfald verkar konsekvensane av norsk arealforvaltning på karbonlagra i naturen å vere betre utgreidd, sjølv om det finst mindre kunnskapshol. Her er Kyrkjeide et al. (2020) si samanfatning av kunnskapen om karbonlagringa i norske økosystem ei heilt sentral kjelde. Både denne og andre kjelder viser at desse lagra er svært store. Dei har blitt og blir framleis påverka av vår arealforvaltning. I nokre tilfelle har det ført til store utslepp av klimagassar, som ved drenering av myr. I andre tilfelle har det ført til at karbonlagra har bygd seg opp i nyare tid, som oppbygging av kubikkmassen i skogen. Utviklinga er med andre ord ikkje eintydig, og restriksjonar på grøfting av myr for oppdyrking og skogproduksjon reduserer risikoen for framtidige karbontap.

5 Dilemma og konflikter

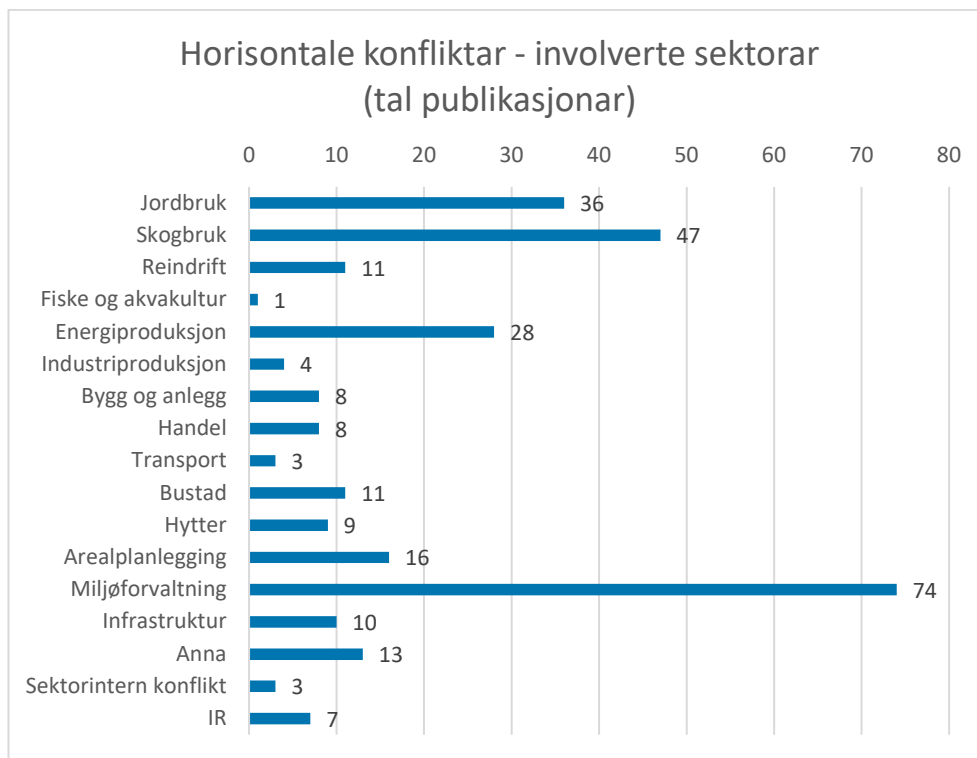
5.1 Funn frå dataekstraksjonen

Vi har ekstrahert data frå 113 publikasjonar om nordiske studiar (både fagfellevurderte og grå litteratur) som vi i løpet av screening- og kodingsprosessen konkluderte med var relevante for det andre forskingsspørsmålet vårt. Nedanfor presenterer vi data henta ut med omsyn til kva denne litteraturen seier om konflikt og dilemma for arealbruk og -forvaltning som best mogleg varetar sentrale samfunns mål med fokus på naturmangfald, inkludert klimamåla (forskingsspørsmål 2).



Figur 24 Vertikale konflikter, dvs. konflikter mellom og innanfor forvaltningsnivå. Tal publikasjonar.

Vi finn at dei undersøkte publikasjonane i størst grad omtaler konflikter mellom det nasjonale nivået og andre styringsnivå, først og fremst mellom det nasjonale og det lokale nivået. Dette er som forventa. Figur 24 viser også at fleire publikasjonar omtaler interne konflikter (26 publikasjonar), altså konflikter innan same forvaltningsnivå.



Figur 25 Horisontale konflikter, dvs. konflikter mellom og innanfor sektorer. Tal publikasjonar.

Figur 25 viser kva for sektorer som er involvert i konflikter omtalt i publikasjonane. Ikkje uventa omtaler materialet store arealbrukssektorer som skog- og jordbruk, men om vi slår saman sektorane infrastruktur, hytter, bustad, handel, bygg og anlegg og energiproduksjon, som er store arealbrukarar, blir dette den største kategorien. Arealbruken i desse sektorane står vanlegvis i konflikt med miljøforvaltninga.

Ser vi på samanhengen mellom dette materialet og utvalde nøkkelartiklar, illustrerer publikasjonar om skogsdrift godt denne kvantitative analysen. Moderne skogsdrift med flatehogst og einsarta alder på trea er i konflikt med å vareta naturmangfald og andre økosystemtenester som miljøforvaltninga prøver å fremme (Blattert et al., 2023; Sandström et al., 2011), anten formålet er å produsere tømmer eller energiskog (Mazziotta et al., 2022).

5.2 Funn frå nøkkellitteraturen

Dette delkapitlet er strukturert etter kva sektorar som er involvert i konfliktane litteraturen omtaler: skog, energi, infrastruktur etc., altså ei utdjuping av Figur 25. Publikasjonane beskriv, analyserer og drøfter konfliktar mellom sektorar, eller retteare mellom sektorar og samfunnet sine fellesgoder, økosystemtenester.

Kva styrings- eller forvaltningsnivå som er involvert i konfliktane er stort berre registrert i publikasjonane. Derfor har vi i den vidare framstillinga ikkje lagt vekt på kva nivå, eller mellom kva nivå, konfliktane spelar seg ut.

Ulike typar av konflikt

I ei systematisk kunnskapsoppsummering (ROSES for Systematic Map Reports guidelines) av 306 artikkelar blir konflikt typologisert sosiale, romlege, normative og politiske konfliktar (Fienitz, 2023). Den sosiale tilnærminga dreier seg om konflikt mellom aktørar som opplever å ha ulike og ikkje samanfallande mål om bruk av areal. Det romlege perspektivet dreier seg om gjensidig ikkje foreinleg bruk av areal slik at det oppstår konkurranse om arealet. Den normative tilnærminga dreier seg om at den faktiske bruken av eit areal ikkje er i samsvar med det ønskelege, mens den politiske ser på konflikten som konkurranse mellom mål for planlegginga, politiske mål, legale krav eller normer (Fienitz, 2023). Desse tilnærmingane er ikkje klart avgrensa, og studien viser at analysar gjer bruk av meir enn éi tilnærming.

Publikasjonane i vår studie har ei vekt på den politiske og normative tilnærminga ved å analysere korleis arealbruken er i forhold til innbyggjarane sine preferansar.

Konflikt om skogen sin funksjon

Den dominerande skogsdrifta i boreale skogar, anten formålet er å hente ut tømmer eller produsere bioenergi, med flatehogst og einsarta alder på trea er i konflikt med det å ta vare på naturmangfald og andre økosystemtenester,

inkludert klimarobustheit. Det er altså konflikt mellom ulike interesser om kva for funksjon skogen skal ha, mellom privatøkonomiske og fellesgode-verdiar. Dette er vist i både empiriske studiar og i simuleringar (Blattert et al., 2023; Sandström et al., 2011). Ein europeisk studie finn at skogbruksnæringa, som utgjør ein av dei største arealbrukarane, påverkar naturmangfaldet negativt. Det kjem særleg av intensivering av skogsdrifta med meir einsarta skog (lite eldre skog), tunge maskiner, kjemiske midlar etc.. Indirekte er det politikken som legg til rette for denne utviklinga (Young, 2006). Fleire simuleringar med bioenergi-/bioøkonomi-scenarior for å fremme karbonbinding viser konflikt mellom bioenergi og det å ta vare på andre økosystemtenester, som naturmangfald (Blattert et al., 2022; Mazziotta et al., 2022). Dette er også vist i ein modellstudie av fem regionar i Nord-Europa (Naumov et al., 2018).

På den andre sida viser ein eldre artikkel med casestudiar frå seks land (Belgia, Danmark, Finland, Nederland, Sverige og Slovakia) at produksjon av bioenergi ikkje alltid vil vere negativt for det biologiske mangfaldet fordi det kan gi meir variasjon i landskapet, variasjon i avlingsmønster og ekstensivering. Bioenergi kan også gi intensivering av skogbruket og tap av mangfald. Kva som blir resultatet er avhengig av regionale forhold, kva type arealendringar det er snakk om og forvaltningspraksis, faktorar som kan variere mykje mellom land og regionar (Pedroli et al., 2013). At type arealendring er vesentleg viser Donnison et al. (2021) i ei systematisk kunnskapsoppsummering (av 21 artiklar) ved at endring frå åkerbruk og grasdyrking til bioenergi gir til dels høg positiv effekt for det biologiske mangfaldet, størst positiv effekt gav endring frå åkerbruk.

I land og regionar der det ikkje er knappheit på skogareal, som i Aust-Finland, er det vist at scenarior som kombinerer bioenergi og vern er mogleg, og som er i samsvar med innbyggjarane sine krav (den Herder et al., 2017).

I ei simulering av norske forhold, som delvis bygger på Blattert et al. (2023), er det vist at Norge kan auke avvirkinga for å tilfredsstille eit bioøkonomi-scenarior og samtidig vareta naturmangfaldet, men det krev vesentlege endringar i skogsforvaltninga med auke i arealet til skogvern, meir kontinuerleg

trekronedekke og større vekt på artsmangfald i skogforvaltninga (Vergarechea et al., 2023).

Produksjon av trevirke til bioenergi er ikkje karbon-nøytral. Modellsimuleringar viser at auka haustingstakt av boreal skog til biodrivstoff vil føre med seg at karbonlagringa vil stabilisere seg på eit lågare nivå, og skape ei karbondjeld som det tar 90–360 år å “betale” tilbake, avhengig av kor store karbonutslepp virket skal erstatte (Bartlett et al., 2020; Holtmark, 2012).

Subsidiar for å fremme gjødsling av skog har til hensikt å auke biomassen og dermed binde ei større mengd karbon i trevirke, men dette kan verke kontraproduktivt ved at det gir auka utslepp av lystgass (N₂O) med sterk negativ klimaeffekt (Rusch et al., 2022). Den største mengda karbon i skog er bunde i jordsmonnet. Klimakur-rapporten, skisserer tiltak for å oppnå 50 prosent reduksjon i klimagassutsleppa innan 2030 i ikkje kvotepliktig sektor. Rapporten er utforma gjennom eit samarbeid mellom ei rad direktorat i Norge. Forfattarane av Klimakur-rapporten har, i følgje Rusch et al. (2022), sett bort frå å utnytte naturen si karbonlagringsevne ved å: «1) redusere tap av karbonlagring i økosystemet gjennom strengare regulering av tap og nedbryting av habitat, 2) ivareta dei enorme underjordiske komponentane i boreale og arktiske karbonlager, og 3) gjenopprette tapt binding og lagring av karbon»

Klimakurrapporten sin bruk av kunnskap for å underbygge gjødsling av skog som eit klimatiltak er basert på selektiv bruk av kunnskap, og ikkje eit pluralistisk kunnskapssyn (Rusch et al., 2022). Forfattarane viser til Visseren-Hamakers et al. (2021) i behovet for transformativ endring for å fremme ein skogpolitikk som integrerer økologisk kunnskap slik at samanhengen mellom klimatiltak og tiltak for bevaring av det biologiske mangfaldet blir lagt til grunn (Rusch et al., 2022).

I ein historisk analyse av skogen si evne til å levere økosystemtenester i løpet av perioden 1950 – 2020, viser Helseth et al. (2022) at både kapasiteten (kvantum), leveransane og skogen sine eigenskapar for å levere tømmer og bioenergi har styrka seg, mens skogen sin kapasitet, leveranse og evne til å vere

habitat for biologisk mangfald har blitt redusert. Direkte drivarar for desse endringane er den sterke auken i flatehogst, bruk av skogsmaskiner, hytteutbygging og skogsbilvegar. Dei viktigaste indirekte drivarane er knytt til tunge trendar for økonomisk og demografisk utvikling. At slike indirekte trendar har så mykje å seie for endringane i skogsdrifta gjer at transformative endringar (systemendring) i samfunnet må til for at skogen som habitat for biologisk mangfald skal styrke seg (Helseth et al., 2022).

Frivillig skogvern er bra for å vareta naturmangfaldet, men dekkjer ikkje dei mest verdifulle areala med høgt naturmangfald og høg økonomisk verdi i skogsdrift. Skogen som er viktigast for det biologiske mangfaldet er framleis ikkje verna i det omfang som er tilrådd fagleg (Jansson et al., 2021). Det er behov for å sjå vern i slike område i samheng slik at vernet fremjar etablering av habitatkorridorar (Angelstam et al., 2023). For at frivillig skogvern skal bli vellykka må ein ta omsyn til både dei fysiske eigenskapane til eigedomane, dei sosio-demografiske forholda til eigarane og informasjonen om frivillig skogvern gitt av miljøstyresmaktene (Nielsen et al., 2018). I den skandinaviske fjellregionen kan utfordringane vere annleis der vern av skog bør balanserast mot sosiokulturelle verdiar, som urfolk sin bruk av areala (Svensson et al., 2022).

Trenden med aukande mengd daud ved i norske skogar vil ta slutt i løpet av 30 år fordi hogsten i dei rike områda med daud ved skjer raskare enn danninga av daud ved (Jansson et al., 2021).

Institusjonane som skal balansere produksjon av trevirke opp mot andre økosystemtenester har ikkje klart å regulere dei ulike omsyna og dermed ikkje skapt multifunksjonalitet i skogareal med høg bonitet og høgt naturmangfald (Blattert et al., 2023; Sandström et al., 2011).

Barrierar for meir kontinuerleg trekronedekke (mindre flatehogst) er fundamentale i form av kultur og økonomiske forhold (industrielle nettverk og marknad for tømmer), forhold som involverer skogforskning og skogorganisasjonar. Sentrale aktørane innan skogpolitikk og -forvaltning,

utdanning og interesseorganisasjonar har makt til å utforme styringsregimet for skogpolitikk og praktisk skogforvaltning (Hertog et al., 2022).

For å skape endring frå eit konfliktfylt syn på klimaomsyn versus naturomsyn til å stimulere synergi mellom klima- og naturtiltak, er det trong for fundamentale endringar av styringssystemet for arealbruk (Rusch et al., 2022). Desse forfattarane skisserer overordna strategiar for å hauste effekt av klima- og naturmangfaldsynergjar:

- 1) Vareta og auke karbonbinding i vegetasjon og lagring i jordsmonn gjennom vern av natur, restaurering og arealforvaltning. Denne strategien kan bidra med opp til 37 prosent av Parisavtalen sitt mål for reduksjon av CO₂, og er den mest kostnadseffektive strategien.
- 2) For å redusere nedbygging av natur, og dermed naturen si evne til karbonbinding og -lagring, kan betre arealplanlegging gi gode resultat m.a. ved å ikkje bygge ut areal som bind og lagrar mest karbon, og at klimatiltak, som skogplanting og restaurering av myr, blir gjort der det har mest effekt på karbonlagring.
- 3) Etablere verkemiddel for å skape samspeleffektar mellom klima og naturmangfald, som m.a.:
 - A) Direkte støtte til grunneigarar i form av miljøordningar for å ta vare på karbonrike areal, auke alder på skogen og andelen av kontinuerleg tredekke i skogbruket og vern av areal frå hogst.
 - B) Kompensasjon for vern av habitat og andre økosystemfunksjonar som ein del av naturrekneskapinstrumentet.

Desse og liknande tiltak kan stimulere til at arealbrukssektoren kan hente ut samspeleffektar mellom klima- og naturomsyn.

Norsk jordbruk har utfordringar både i høve til klima og naturmangfald

Vi har funne relativt få artiklar som omtaler det norske jordbruket sin effekt på naturmangfaldet og andre økosystemtenester, fleire er frå Sverige. I ein casestudie frå Hållnäs i Sverige og Sandnes i Norge finn Slätmo (2019) konflikt

mellom jordbruket og varetaking av biologisk mangfald, jordbruket og varetaking av kulturminne, og mellom jordbruket og byfortetting. Ho finn også at konfliktane blir handsama ulikt av styresmaktene.

Ein eldre, men omfattande studie frå 23 land i Europa finn at jordbruket som ein av dei største arealbrukarane (43 prosent av samla areal i landa) er ei hovudårsak til påverknad av naturmangfaldet, særleg intensivering av jordbruket har negativ verknad. Den felles landbrukspolitikken i EU er den indirekte årsaka til dette (Young, 2006).

I ein svensk studie av verknaden monokultur i åkerbruket har på planter, sommarfuglar og fuglar, finn Jonason et al. (2016) ingen generell effekt av prosessar som er viktige for økosystemfunksjonar (funksjonelt diversitet), men i alle tilfelle der forskarane finn ein samanheng mellom aukande homogenitet i åkerbruket og artsmangfaldet, er dette negativt. Ein norsk studie finn at fugl som lever i jordbrukslandskap blir påverka av storleiken på jordbruksarealet og heterogeniteten til landskapet (Pedersen & Krogli, 2017). Vil vi ta vare på jordbruksfuglar i Norge er det naudsynt å halde landskapet ope og unngå attrøing eller skogplanting, og å oppretthalde eit heterogent landskap utan å intensivere jordbruket. Studien viser at mens romleg heterogenitet er viktig, verkar mangfald i landskapstype negativt på fuglemengda. Forskarane foreslår derfor at forvaltninga må vurdere om målet er å auke artsrikdommen eller mengda av synkande bestandar før tiltak blir planlagt og sett i verk (Pedersen & Krogli, 2017).

Vitenskapskomiteen for mat og miljø viser til fleire dilemma i skjeringspunktka mellom mat, helse og miljø, mellom anna desse (Alexander et al., 2022):

- auka matproduksjonen krev meir areal som påverkar tap av natur og biologisk mangfald negativt
- målet om å redusere bruken av kjemiske plantevernmidde kan føre til auke av naturlege toksin, t.d. sopp, som kan ha negativ effekt på dyrehelse og/eller human helse

- omlegging til eit berekraftig kosthald i form av auka inntak av plantebasert mat skapar usikkerheit med omsyn til om vi får i oss enkelte uønska kjemiske stoff, eller om det bidrar tilstrekkeleg til å dekke ernæringsbehovet for sårbare grupper.

I ei modellering av konsekvensar av auka jordbruksproduksjon på semi-naturleg areal i ti land i Europa fann forskarane at oppdyrking av halvparten av dette arealet ville ha moderate konsekvensar for artsmanfaldet, mens 90 prosent oppdyrking av arealet ville redusere artsmangfaldet vesentleg (2/3 reduksjon). Gevinsten i auka produksjon var relativ liten, og ikkje alle områda hadde høve til å auke produksjon med ti prosent fordi det ikkje var nok semi-naturleg areal tilgjengeleg (Fjellstad & Eiter, 2022).

Ein fokusert strategi for at landbruket skal ta ansvar for klimagassutsleppa er å auke produksjonen per dyr, dvs. å produsere meir med færre drøvtyggarar. Det krev ei intensivering av produksjonen, anten ved hjelp av meir tilført kraftfôr og/eller større avlingar. Alternativt kan dette løysast ved meir areal lokalt på innmark og/eller i utmarka utan å intensivere. Både intensivering og auka arealbruk, slik det er gjennomført i landbruket, har negative verknader for naturmangfaldet (Alexander et al., 2022). Ein studie finn at bøndene sine oppfatningar av desse strategiane er prega av "innlåsing" i eit tankesett som er prega av at produksjonen må auke, noko som gjer det vanskeleg å redusere klimagassutsleppa (Rønningen et al., 2021). Dette perspektivet er også dominerande i leverandør- og fordelingsindustrien som bøndene er avhengig av. Naturgeografiske avgrensingar gjer at perspektivet om auka produksjon legg press på dyrking av myrareal, noko som er uheldig for klimaet. For å løyse opp i dette tankesettet må ein adressere utfordringane samla (Rønningen et al., 2021).

Norsk jordbruk har utfordringar i å nå berekraftsmåla. Det er mellom anna ei rad målkonfliktar både i jordbrukspolitikken og i korleis norsk jordbruk blir drive. Bakken et al. (2023) viser til at det mellom anna er konflikt mellom:

- Matproduksjon og miljøpåverknad, inkludert biologisk mangfald, der m.a. kanaliseringpolitikken, sprøytemiddelbruk og næringssaltavrenning er omtalt
- Ein omfattande drøvtyggarproduksjon og klimagassutslepp
- Utbygging av vind- og solenergi i semi-naturlege naturtypar
- Etablering av klimaskog på beiteområde som har gått ut av bruk.

Eit berekraftig jordbruk blir i denne samanhengen forstått som at norsk jordbruk kan oppretthaldast utan at drifta er i konflikt med seg sjølv og sitt eige produksjonsgrunnlag eller med livsvilkår og ressursar for samfunnet (Bakken et al., 2023).

Utfordringer for å oppnå økologisk berekraft kan i følge rapporten kort oppsummerast slik: Kravet om reduksjon i klimagassutslepp med dagens vekting av metanutslepp (metode som er problematisert i fagmiljø) vil krevje store reduksjonar i produksjonsvolum av drøvtyggarar. Eit høgt overskot av nitrogen og fosfor gir dårleg økologisk tilstand i vassmiljø. Det er aukande konflikhtar mellom å oppretthalde bruksstruktur, effektivisere produksjonen og unngå overproduksjon, samt å oppnå vesentleg reduksjon i klimagassutslepp og å oppfylle andre miljømål (Bakken et al., 2023).

Naturmangfaldet tapar i utvikling av fornybar energi

Vindkraftutbygging er naturleg nok mest interessant der vindforholda er gode, som langs kysten og i fjellet. Kystområde er ofte viktige habitat for fugl, dermed oppstår det konflikt mellom fornybar energiutvinning og bevaring av naturmangfaldet (Balotari-Chiebao et al., 2023). Sjøfugl og rovfugl er mest utsett for kollisjon med vindturbinar (Heggberget & Jonsson, 2005; May et al., 2021), men det finst metodar for å finne lokaliseringar som gir mindre konflikt enn det vi hittil har sett (May et al., 2021).

Den norske regjeringa har gitt NVE klare signal om behovet for meir fornybar energi, men ikkje tilsvarende signal om korleis fordelar skal vegast mot ulemper (t.d. tapte naturverdiar) ved utbygging av vindkraft. I NVE si eiga sakshandsaming kjem det heller ikkje fram korleis dei har vekta fordelar og

ulempor ved utbygging. Dette har gitt ei lite transparent og føreseieleg sakshandsaming (Gulbrandsen et al., 2021). Likevel er det dokumentert at sannsynet for konsesjon minkar dersom konsekvensutgreiingar viser høge miljøverknader (Inderberg et al., 2020). Konsekvensutgreiingane nytta i konsesjonsprosessar tar ikkje alltid med dei fulle samfunnskostnadene i form av tap av natur- og økosystemtenester. Fordelane med intakte, naturlege økosystem, og tenestene dei yter, har ikkje alltid blitt kvantifisert, vurdert eller kostnadsrekna (Hessen & Vandvik, 2022). Dette trass i at samfunnskostnaden ved å ta omsyn til natur- og miljøomsyn ved lokalisering av vindkraftverk er relativ liten (Grimsrud et al., 2024).

I ein større modellstudie har Grimsrud et al. (2024) analysert verknaden for vindkraftutbygging ved å ta omsyn til både nabopreferansar (bustad og hytte), reindrift, naturmangfald og urørt natur for lokalisering av vindkraftverk. Hovudkonklusjonen er at dersom ein legg vekt på krav om å ta omsyn til naboforhold og natur- og miljøomsyn, blir produksjonen i Sør-Norge berre 40 prosent av potensialet, mens produksjonen i Nord-Norge blir tre gongar høgare enn i basis-scenariet (1,5 TWh). Legg ein derimot inn krav om at også omsynet til reindrift skal legge skrankar for lokalisering av vindkraftutbygginga, blir det ingen produksjon i Nord-Norge og sterk reduksjon i Midt-Norge (Grimsrud et al., 2024).

Både tamrein og villrein er usett for negativ påverknad av vasskraft- og vindkraftutbygging (Dorber et al., 2023; Dyrset, 2019; Karam & Shokrgozar, 2023). Berekningar av konsekvensar for villrein av vasskraftutbygging ut frå funksjonelle habitat, viser at konsekvensane av vasskraftutbygging er større enn det som tidlegare har vore omtalt (Dorber et al., 2023).

Reinsdyr er særleg sårbare for endringar på kalvingsplassane, anten grunna vindkraftutbygging, hyttebygging eller gruvedrift, eller på grunn av klimaendringar. Det er skissert metodar for å redusere negative konsekvensar av vindkraftutbygging for tamreindrift (van Rooij et al., 2023).

Den norske energilova av 1991 har gitt høve til endring av manøvrering av vasskraftmagasina slik at desse no kan tappast oftare, også om sommaren. Det

gjer at magasina om sommaren kan ha langt lågare fylling, og dermed større areal med tørrlegging, enn føregåande haust då krepsdyra la egga sine. Det gjer at egga kan tørke ut ved klekking om sommaren. Dermed får fisken mindre tilgang til føde, og resultatet kan bli utmagra eller død fisk (Brabrand & Borgstrøm, 2022).

Politikk for klimagasskutt og energiomstilling til auka fornybar energiproduksjon er ikkje samordna med politikk for bevaring av naturmangfald og klimatilpassing. Så lenge klima- og energipolitikken ikkje tar omsyn til naturen si evne til å binde og lagre karbon, kan tiltaka for kutt i klimagassutslepp og energiomstilling ikkje berre bidra til tap av naturmangfald og ein mindre klimarobust natur og samfunn, men òg bidra til auka klimagassutslepp frå naturen (Brendehaug et al., 2022; Brendehaug et al., 2021b).

Infrastrukturbygging fortrenger habitat og kan svekke klimarobustheita

Energiutbygging kan klassifiserast som infrastrukturbygging. Her omtaler vi andre former for infrastruktur som hytteutbygging, samferdsel og urbanisering (byspreiing).

Landskapsvariasjon og -mosaikk som er viktig for naturmangfaldet må studerast på fleire skalanivå for å gi innsikt i konsekvensar av arealendringer for naturmangfaldet (Heggberget & Jonsson, 2005). Urbanisering kan gi opphav til leveområde i ikkje utnyttta mellomareal (skrotmark) for stadeigne og introduserte artar. På den andre sida gir infrastrukturbygging, spesialisering i landbruket og motorisert ferdsel i utmark øydelegging av leveområde, fragmentering, fleire barrierar for forflytting og spreining, meir konflikt og død for mange artar. Eit skjøtta utmarksbeite i landbruket kan ha større variasjon og fleire leveområde enn eit naturområde, men det kan også vere omvendt ved at naturlege prosessar skapar variasjon i leveområde. Samferdselsstrukturen dannar både tap og fragmentering av habitat, hindringar for rørsle og død ved påkjørsle, ikkje minst langs vatn og sjø, våtmark og vassdrag, der vegar og

jernbane gjerne ligg. Vegar utgjer ein større fare for dyrelivet enn det jernbanen gjer (Heggberget & Jonsson, 2005).

Ein omfattande europeisk studie finn at turismen og fritidsbruken, med all sin infrastruktur og aktivitet i natur, påverkar naturmangfaldet negativt (Young et al., 2006). I Norge bandlegg hytteutbygging eit stadig større areal både i kulturlandskapet og den sårbare fjellnaturen (Hessen & Vandvik, 2022). Dette øydelegg ikkje berre habitat for artsmangfaldet, landskap og reduserer naturen sin eigen karbonlagringskapasitet, men utbygginga er også i konflikt med landbruket, spesielt i større hyttefelt som skaper hindringar for utnytting av tradisjonelt beite i kulturlandskapet og på fjellet for småfe, storfe eller rein (Tjørve et al., 2022). Kultur- og fjellandskapet i Norge er i stor grad prega av kontinuerleg husdyrbeting, noko som har gitt høg biodiversitet. Reduksjon av slik beiting vil svekke naturmangfaldet, men kan også stimulere det dersom tettheita av husdyr har vore høg i forhold til arealgrunnlaget (Austrheim et al., 2016).

Hytteutbygging kan også skape konflikt i høve til andre økosystemtenester enn beite. Slike kan vere bruksverdiar (fiske, jakt, bæreplukking, rekreasjon etc.) og ikkje bruksverdiar, som gleda ved at eit naturområde eksisterer, og altruistiske verdiar (at også kommande generasjonar får oppleve natur). I ein nyttekostnadsanalyse av tre alternative nivå på hytteutbygging i Norefjell-Reinsjøfjell villreinområde, finn (Iversen et al., 2023) at systemgrensene for studien påverkar resultatet. Ved å avgrense analysen til kommunen, blir nytta for grunneigarane og utbyggerane av 14 000 hytter større enn ulempa for lokalbefolkninga og eksisterande hytteeigarar. I eit regionalt perspektiv blir den samla nytta størst ved 8 000 hytter fordi den regionale befolkninga sin betalingsvilje for å halde omfanget av hytteutbygginga nede overstig nyttetapelet til grunneigarane og utbyggerane. Forfattarane konkluderer med at nivået på hytteutbygging i Norge er for høgt i høve til det som er samfunnsøkonomisk lønsamt (Iversen et al., 2023).

Mangel på integrering av klima- og naturomsyn i kommunale planprosessar er vist i konkrete utbyggingsprosjekt (vegutbygging, helsesenter og hytter), trass

i ein ambisjon for å ha med både klima- og naturomsyn frå starten. I ei sektorisert kommunal forvaltning blir det lett at fagområda arbeider side om side og i mindre grad blir integrert. I løpet av planprosessen, når prioriteringane strammar seg til, veg dei kortsiktige økonomiske vurderingane tyngst (Skagen et al., 2023).

Den gradvise svekkinga av landskapsmosaikken på grunn av skogsdrift, vegutbygging og turisme er ein aukande trussel for tamreindrift som leveveg i Finland (Kivinen, 2015). Den intensiverte arealbruken frå andre sektorar gjer at reindrifta får eit mindre handlingsrom for å bruke alternative areal når det krevst på grunn av klimaendringar. Dermed blir verna område viktigare fordi det der er mindre press på arealbruken frå andre sektorar (Kivinen, 2015).

Konfliktar i det urbane miljøet

Fortetting av byar og tettstader er ein offisiell strategi for å redusere transportbehovet og legge til rette for auka bruk av gange, sykkel og kollektivtransport, med lågare klimagassutslepp som ein av gevinstane. Strategien kan også bidra til å motverke byspreiing og dermed redusere nedbygging av jordbruksareal og natur rundt byar og tettstader. Derimot kan fortetting setje press på, og vere i konflikt med å ta vare på blå-grøne strukturar og område i sentrum. Slike areal er viktige for både naturmangfald og klimatilpassing, i tillegg til ei rad sosio-kulturelle verdiar (Aamaas et al., 2020). Slik konflikt er ikkje absolutt, men avhengig av kontekst og kva skala ein legg til grunn for analyse. Dette kjem fram i ein systematisk kunnskapsgjennomgang som har analysert forholdet mellom fortetting og det å ta vare på grønne strukturar i byar og tettstader. 117 artiklar er inkludert i studien (Madureira & Monteiro, 2021).

Urbant vern av grønne strukturar er ein strategi for å skape samspel mellom klima og naturmangfald i byar og tettstader. Utfordringa med urbant vern er, som omtalt over, at det kan skape byspreiing med nedbygging av grønne område i randsonene (Aamaas et al., 2020). I ein strategi for urbant vern bør ein søke å integrere slike område i den øvrige bystrukturen, og ikkje isolere dei, og å

etablere urbant vern i samanheng med annan grønstruktur, sosiale behov for økosystemtenester og høge biologiske verdiar (Borgström, 2009).

Trass i at viktige habitat som våtmark og myr også har ein positiv effekt for å dempe konsekvensane av flaum i urbane område, er slike areal i stor grad bygd ned gjennom urbanisering, viser ein finsk studie (Alikhani et al., 2023).

Andre funn

I konflikt mellom ulike arealbruksformål kan kompromiss mellom brukarane føre til endring. Dette er vist i ein studie i Nord-Finland der konflikt mellom skogbruk og aktivitetsturisme og mellom mineralutvinning og aktivitetsturisme har blitt søkt løyst gjennom tilpassing av aktivitetane slik at dei kan kombinerast eller foregå til ulik tid (Kangas et al., 2022). Dette kan omtalast som endring gjennom kompromiss.

Vår studie omfattar ferskvatn, men ikkje sjø og hav. Vatn og elver har ein viktig funksjon i å dempe effektar av auka nedbør. Tradisjonelle metodar for flaumsikring langs vassdrag, som mudring av elveløp og elveforbygging, har negative konsekvensar for habitat med endring av djupn og hastigheit i vassdraget. Svekking og øydelegging av elvestrukturar som basseng, djupe kulpar, variert struktur i elva og langs elvebreidda har negativ effekt på naturmangfaldet, vist i ein modellstudie av Lærdalselva (Juárez et al., 2021).

Tønnesen et al. (2023) viser at lokal økonomisk utvikling i form av auka inntektsgenerering, jobbskaping og befolkningsutvikling er overordna utviklingsstrategiar i rurale kommunar i Norge. Kommunar som ser områdevern som eit verkemiddel i denne strategien prioriterar å ta vare på landskap og naturmangfald, mens kommunar som ser vern som ei hindring for økonomisk utvikling er lite interesserte i vern.

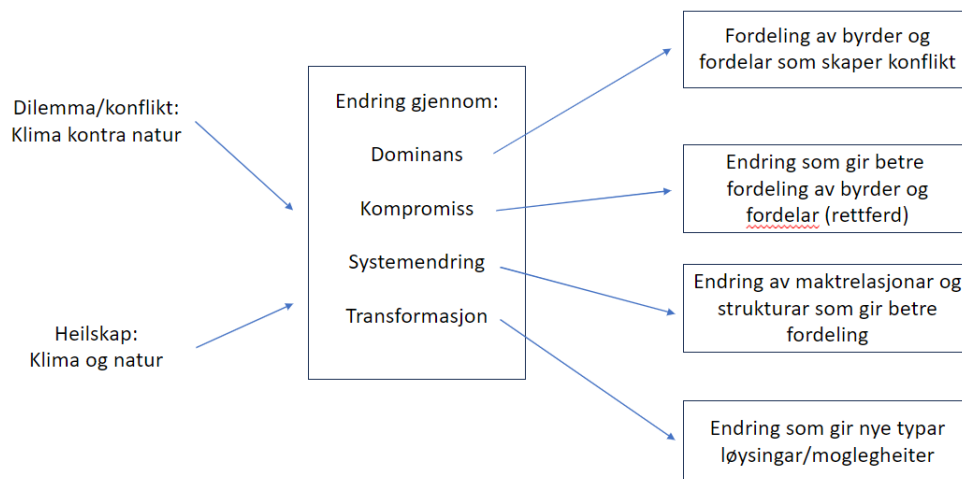
5.3 Drøfting og kunnskapshol

Konflikt og dilemma mellom klima og naturmangfald

Vi skal omtale kunnskapshol i forskinga om konflikt og dilemma mellom ulike samfunnsomsyn og interesser i samband med arealbruk, inkludert naturmangfald, klimatilpassing, karbonopptak og -lagring. I litteraturen kjem det fram minst to ulike måtar å forstå forholdet mellom klimaomsyn og naturomsyn på. Anten som ein *nullsum-situasjon* eller ein *pluss-sum-situasjon*.

Den *første* forståinga bygger på ei oppfatning av at det eine omsynet (eller målet) går på kostnad av det andre, ein kan ikkje oppnå begge måla samstundes. *Dominans* (prioritering av eitt av måla) og *kompromiss* (avveging mellom måla) er vanlege løysingar på denne situasjonen.

Den andre forståinga bygger på ei oppfatning av at klima- og naturomsyn ikkje treng å vere i konflikt, men kan bli oppnådd samstundes. I dette kan ligge ein implisitt eller eksplisitt føresetnad om transformasjon av systemet i tydinga fundamental samfunnsendringar som vilkår for å skape ein pluss-sum-situasjon. Dette til forskjell frå ei forståing av at ein slik situasjon kan nåast utan nødvendigvis å føresette store samfunnsendringar, men til gjengjeld må det til store teknologiske endringar - gjerne omtalt som 'smarte' løysingar. Denne todelinga kan sjåast i lys av konkurrerande diskursar om høvesvis 'societal transformation' versus 'transition' og 'ecological modernisation' versus 'degrowth' (Xue et al. 2017).



Figur 26 Samanhengen mellom kunnskapssyn om forholdet mellom klima og natur for korleis skape endring. Eiga samanstilling inspirert av Young (2006); Brendehaug (2013).

Publikasjonane omtalt over kan bli forstått å bygge anten på ei null-sum- eller pluss-sum-oppfatning av situasjonen, men dette er lite problematisert i arbeida.

Lite forskning på konsekvensane av moderne skogbruksdrift på økosystemtenestene

Utviklinga av det moderne skogbruket med flatehogst og einsarta alder på skogen kan bli forstått som *dominans* frå dei interessene som prioriterer at skogen skal produsere tømmer og/eller bioenergi. Fleire peikar på at samfunnet ikkje har klart å skape institusjonar som balanserer (finn kompromiss) mellom samfunnet sine ulike mål for skogbruket (multifunksjonalitet) (Blattert et al., 2023; Sandström et al., 2011). Andre tar til orde for at transformasjon av skogbrukssystemet (rådgiving, utdanning, politiske organ, markanden, teknologiutvikling m.m.) krevst for å ta vare på naturmangfaldet (Rusch et al., 2022; Helseth et al., 2022; Hertog et al., 2022). Desse publikasjonane omtaler er i stor grad tilhøva i skogbruket i Sverige eller andre land, men det er lite samfunnsforskning som kritisk analyserer multifunksjonaliteten i det norske skogbruket. I kva grad leverer skogbruket dei økosystemtenestene samfunnet ønsker? Og kva skal til for at det skal skje

endringar i styrings- og forvaltningssystemet? Vi meiner dette er eit kunnskapshol.

Lite forskning om det intensive og spesialiserte jordbruket sin verknad på økosystemtenestene

Ut frå dei få publikasjonane som omtalar konsekvensar det norske jordbruket har på økosystemtenester kan vi oppsummere med at det er både konflikt og synergiar. Intensivering og utviding av jordbruksarealet leier til konflikt med det biologiske mangfaldet og andre økosystemtenester, medan ekstensivering og det å oppretthalde det semi-naturlege beitelandskapet kan gi synergi (Svalheim, 2022; Dengler et al., 2020; Aune et al., 2018).

Derimot finn vi ingen arbeid som analyserer kva følger den regionale spesialiseringa (kanaliseringspolitikken) har for det biologiske mangfaldet og andre økosystemtenester. Utanom vårt materiale nemner Melås (2019) kort tidlegare arbeid som har sett på konsekvensane av den regionale spesialiseringa for ureining og erosjon (Sødal & Aanestad, 1990; Vatn, 1989). Dette tydar på at det er konsensus om dette viktige kjenneteiknet ved norsk jordbrukspolitik, og at spørsmål om konsekvensane ikkje blir stilt. Vi finn derfor eit kunnskapshol om dei miljømessige langsiktige konsekvensane av den regionale spesialiseringa.

Sjølv innanfor dagens jordbrukssystem skal det mykje til for å endre fokuset frå intensivering og auke i produksjonen til å legge meir vekt på omsynet til klima og naturmangfald. Systemet er opphengt i ei kultur-teknologisk tenking (lock-in) om mengd som rettesnor (Rønningen et al., 2021). Dette viser at det trengst ny kunnskap om vilkår for ei alternativ utviklingsretning for norsk jordbruk.

For det andre finn vi ikkje forskning som studerer den samla konsekvensen av strukturendringane og spesialiseringa innanfor kvar einskild produksjon, lokalnivå og gardsbruk. Kva følger har det for det biologiske mangfaldet at monokulturen og store driftseiningar breier om seg, ikkje berre i korndyrkinga, men også i grasproduksjonen? Studiar som ser på den samla verknaden av

strukturrasjonaliseringa og intensiveringa på lokalt nivå for det biologiske mangfaldet og økosystemtenestene er ein mangel her i landet.

Lite kunnskap om konsekvensane for økosystem av fornybar energiproduksjon

Vi finn litt forskning om konsekvensane av fornybar energiproduksjon på arealbruken for fugl, tamrein, villrein og fisk, men elles lite anna om naturmangfald generelt og økosystemtenestene. Energilova av 1990 gav ein vesentleg endring av det norske systemet for produksjon av elektrisitet. Det er påfallande lite forskning som har studert konsekvensar denne omlegginga har hatt for arealbruk, biologisk mangfald og økosystemtenester (Brabrand & Borgstrøm, 2022). Vi finn derfor eit kunnskapshol om konsekvensane Energilova av 1990 har for arealbruk og dermed naturmangfaldet og økosystemtenester.

Gulbrandsen et al. (2021) har vist at konsesjonshandsaminga av vindkraftsøknader ikkje er transparent med tanke på korleis energiomsynet blir vekta i høve til naturmangfald. Vi finn ikkje forskning om avdekkar dette. Det er derfor eit kunnskapshol om korleis naturmangfald og økosystemtenester blir vekta i høve til behovet for meir fornybar energi i konsesjonshandsamingsprosessane.

Føresetnadene for at det er konflikt eller ikkje konflikt mellom sektorar eller ulike samfunnsomsyn, t.d. mellom klima og natur ved auka produksjon av fornybar energi, blir ofte ikkje kommunisert. Ofte blir det peikt på at vi må ofre noko natur for å "redde" klimaet, men dette bygger på ein føresetnad om at energibruken kjem til å auke. Det motsette synet bygger også på føresetnader. (Scheidel et al., 2018) peiker på at realisering av berekraftig utvikling krev reduksjon i energibruken, og refererer Fischer-Kowalski og Rotmans (2009):

(...) if we conceptualize a major sustainability transformation as a shift into a completely new socio-metabolic regime, it becomes clear that this time the transition must entail a substantial reduction in energy and material flows per capita . This is in sharp contrast to past transitions which were associated with a substantial increase in metabolic rates.

Vi finn inga samfunnsforskning i Norge som problematiserer desse ulike oppfatningane knytt til energibruk, der det blir stilt spørsmål til den dominerande oppfatninga om at energibruken vil eller må auke. Vi finn heller ikkje studiar om føresetnadene for det motsette synet. Kven har interesse av at energibruken aukar, og kven tapar på det, korleis ser alternative utviklingsvegar ut, og korleis kan ein kome dit? Her er det eit kunnskapshol.

Bruken av kunnskap om klima og natur

Ei tradisjonell oppfatning er at nyare og meir presis kunnskap gir betre avgjerder, men det er lite merksemd på at ulike fagfolk ofte kjem fram til ulike svar på same spørsmål. Eit aktuelt eksempel i vår samanheng er verknaden av gjødsling av skog, der det er konfliktfylte syn mellom fagfolk. I ein gjennomgang av Klimakur-rapporten viser Rusch et al. (2022) korleis selektiv bruk av kunnskap fører til at konsekvensane for biodiversitet og karbonlagring i jord blir marginalisert i den vidare politiske oppfølginga av forslaga frå Klimakur for å kutte klimagassutslepp i ikkje kvotepliktig sektor. Fråveret av eit pluralistisk kunnskapssyn ved å berre basere seg på éi kunnskapskjelde, har fått store konsekvensar ved at det gjødsla skogarealet har blitt meir enn tidobla (med drygt 7 000 dekar frå år 1950 til 2020) ved hjelp av subsidiar (Rusch et al., 2022).

Vi har ikkje søkt etter litteratur som tematiserer korleis kunnskap blir brukt, men publikasjonen vi viser til over (Rusch et al., 2022) set fingeren på korleis ulike forskingsresultat blir brukt innanfor vår tematikk om klima og natur. Dette tyder på eit kunnskapshol om korleis kunnskap om klima og naturmangfald i arealbruk blir brukt. Kva kunnskap blir sett bort frå og kvifor? Kva type kunnskap blir lagt vekt på i avgjerder om utforming av politikk for arealbruk?

IPBES (2022) peiker på at maktforhold påverkar utforming av styringsregime og avgjerder om arealbruk. Dette er lite studert i Norge.

Oppsummering

Nedanfor svarer vi på den andre problemstillinga, før vi utdjuvar svaret med eit samandrag av delkapittel 5.3 Drøfting og kunnskapshol.

Svar på problemstilling 2

Den andre problemstillinga er formulert slik: *Kva seier forskinga om dilemma og konfliktar mellom ulike samfunnsomsyn og interesser i samband med arealbruk, inkludert klimatilpassing, karbonopptak og lagring?*

Det er konflikt i samfunnet mellom den faktiske arealbruken og dei goda samfunnet (innbyggjarane) vil at areala skal levere. Konfliktane oppstår fordi samfunnet ikkje har institusjonar som sikrar ei betre avveging mellom bruk av areal til produksjon av gode som kan omsettast i ein marknad (som trevirke, matvarer, tomter til hytter og bustader, areal til energiproduksjon og annan infrastruktur) og gode som ikkje blir omsett i ein marknad, men som er viktige for samfunnet (som naturmangfald, karbonbinding og -lagring og klimarobustheit). Dette gjeld både på tvers av sektorar og i arealbruken generelt. Grunnlaget for berekraftige avgjerder om arealbruk blir derfor svakt, og nedbygging av natur held fram med negative konsekvensar for naturmangfaldet, redusert kapasitet for karbonbinding og -lagring i naturen og større sårbarheit for klimaendringane. Vi finn få publikasjonar som analyserer dette store bildet, og vi finn endå færre publikasjonar som analyserer kva som skal til for å få til ei grunnleggande samfunnsmessig endring av styringssystemet for arealbruk – endringar i tydinga meir komplekse enn teknologiske endringer. Dette er ein vesentleg kunnskapsmangel.

Er det eit dilemma mellom å ta klimaomsyn og å hindre nedbygging av natur? Det internasjonale naturpanelet peikar på at klima- og naturkrisa må sjåast i samanheng og løysast koordinert. Dei peikar også på at dette ikkje kan løysast ved inkrementelle, men gjerne også teknologisk kompliserte, justeringar av dagens system. Til forskjell frå ei slik tilnærming peikar Naturpanelet på at ei oppheving av dilemmaet mellom det å løyse klima- og naturkrisa krev

komplekse og storskala endringar av samfunnsforhold. Vi finn ingen publikasjonar som analyserer slik endring i djupna.

Samandrag

Skogpolitikken og -forvaltninga har ikkje klart å styre skogbruket slik at samfunnet sine ulike mål for skogarealet blir oppfylt i Skandinavia. Det intensivt drivne skogbruket med fokus på tømmer og/eller bioenergi har gitt stadig meir flatehogst og einsarta alder på skogen dei siste 70 åra. Denne utviklinga har gått på kostnad av samfunnet sine mål om biologisk mangfald og andre økosystemtenester. Det er lite grunnlag for å tru at utviklinga har vore annleis her i landet, men det er lite forskning i Norge som kritisk analyserer i kva grad dagens moderne skogsdrift leverer dei økosystemtenestene samfunnet ønsker. Vi finn enda mindre kunnskap om kva som skal til for at det blir ein betre balanse i produksjon av produkt omsett i ein marknad, og andre økosystemtenester som skogen skal representere (fellesgode). Vi meiner dette er eit kunnskapshol.

Utviklingsretninga i jordbruket er også dominert av dei krav og tilpassingar produkt omsett i ein marknad set. Litteraturen viser at spesialisering, intensivering og utviding av jordbruksarealet er i konflikt med omsynet til det biologiske mangfaldet og andre økosystemtenester, mens det også er eksempel på synergi ved ekstensivering og ved å oppretthalde det semi-naturlege beitelandskapet. Vi finn få studiar som analyserer konsekvensane av den dominerande utviklingsretninga for det norske jordbruket for våre tema. Studiar som ser på den samla verknaden av strukturrasjonaliseringa og intensiveringa på lokalt regionalt nivå for det biologiske mangfaldet og økosystemtenestene er ein mangel (det semi-naturlege arealet er godt utforska). Analysar av den regionale spesialiseringa (kanaliseringspolitikken) er fråverande, trass i at denne har klåre verknader for det biologiske mangfaldet og andre økosystemtenester. Vi finn derfor eit kunnskapshol om dei miljømessige langsiktige konsekvensane av den dominerande utviklingsretninga i jordbruket, inkludert den regionale spesialiseringa.

Vi finn litt forskning om konsekvensane av auka fornybar energiproduksjon på arealbruken for fugl, tamrein, villrein og fisk, men elles få empiriske studiar om korleis naturmangfald generelt og økosystemtenestene blir påverka. Energilova av 1990 gav ei vesentleg endring av det norske systemet for produksjon av elektrisitet utan at konsekvensane for det biologiske mangfaldet eller økosystemtenestene har blitt analysert. Vi finn derfor eit kunnskapshol om konsekvensane energilova har for arealbruk og dermed naturmangfaldet og økosystemtenester. Litteraturen viser at det er eit kunnskapshol om korleis naturmangfald og økosystemtenester blir vekta i høve til målet om meir fornybar energi i konsesjonshandsamingsprosessane.

Fokuset på meir fornybar energi for å erstatte den fossile energibruken er kraftig, både politisk og i næringsmiljø. Dette er ein viktig strategi i den grønne omstillinga. Kva føresetnader om energibruk bygger omstillinga på, og kor grøn og klimavennleg blir eigentleg denne omstillinga slik ho no er innretta? Vi finn lite tverrfagleg forskning i Norge som problematiserer føresetnadane om energibruk i det grønne skiftet, og miljøkonsekvensane av denne. Vi saknar studiar der det blir stilt kritiske spørsmål om energibruken må auke, og eventuelt kvifor. Vi finn heller ikkje studiar som analyserer den motsette premissen om at energibruken *ikkje* treng å auke, å kva føresetnader eit slikt syn bygger på. Kven har interesse av at energibruken aukar, og kven tapar på det, korleis ser alternative utviklingsvegar ut, og korleis kan ein kome dit? Eit samfunn som har hatt overflod av energi har unnlåte å stille ein del viktige spørsmål om energibruk. Her er det eit kunnskapshol.

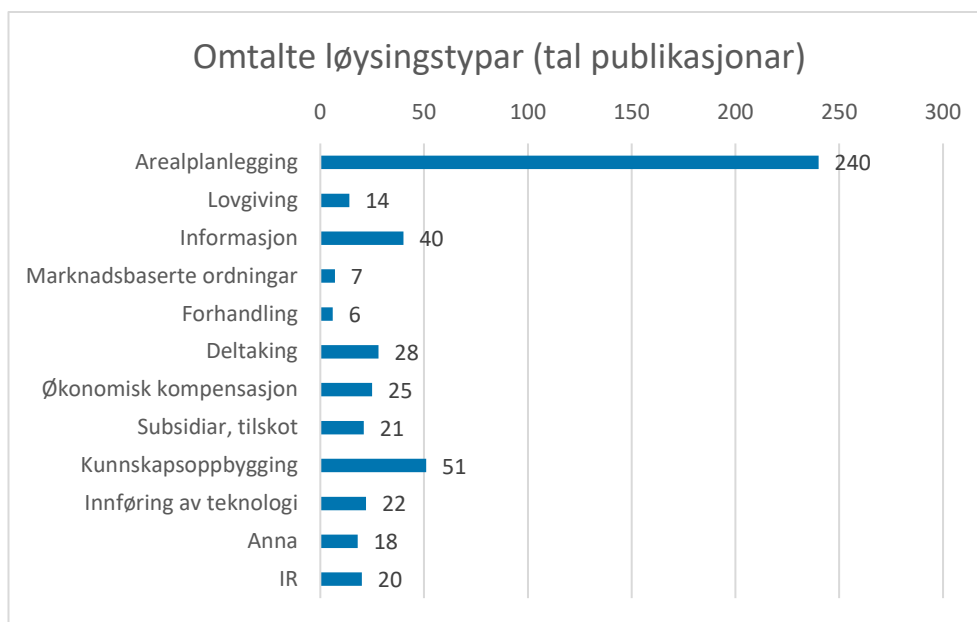
Trass i at arealbruken er den viktigaste påverknadsfaktoren for naturmangfaldet og mange av dei andre økosystemtenestene, klarer dagens arealplanlegging ikkje å fange opp, verken kvalitativt eller kvantitativt, den verdien økosystemtenestene har for samfunnet. Dermed blir grunnlaget for berekraftige avgjerder om arealbruk svakt, og naturtapet held fram. Publikasjonar tar derfor til orde for eit heilt nytt perspektiv i arealplanlegginga, med fleire mål for auge: å ta vare på naturmangfaldet og naturen sin kapasitet og evne til å binde og lagre karbon, påverke hydrologiske prosessar og til å førebygge ekstreme vêrhendingar. Dette krev fundamentale endringar i heile

systemet for arealbruk. Vi har ikkje funne norsk forskning som hevar blikket med ein slik ambisjon. Vi saknar forskning på spørsmålet om kva vilkåra er for å få i stand ei transformativ endring i arealpolitikken for å ta vare på naturmangfaldet og andre økosystemtenester. Dette er ein kunnskapsmangel.

6 Løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter

Dette kapitlet svarer på kva den nordiske litteraturen seier om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter for arealbruk og -forvaltning som best mogleg varetar sentrale samfunns mål, inkludert klima- og naturmangfaldmåla (forskingsspørsmål 3). Delkapittel 6.1 presenterer data ekstrahert frå 332 publikasjonar som vi vurderer som relevante for denne problemstillinga. I delkapittel 6.2 trekker vi ut hovudtendensar i materialet basert på nærlesing av nøkkellitteraturen. I delkapittel 6.3 drøftar vi funna og identifiserer kunnskapshol. 6.4 oppsummerer kapitlet om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter.

6.1 Funn frå dataekstraksjonen

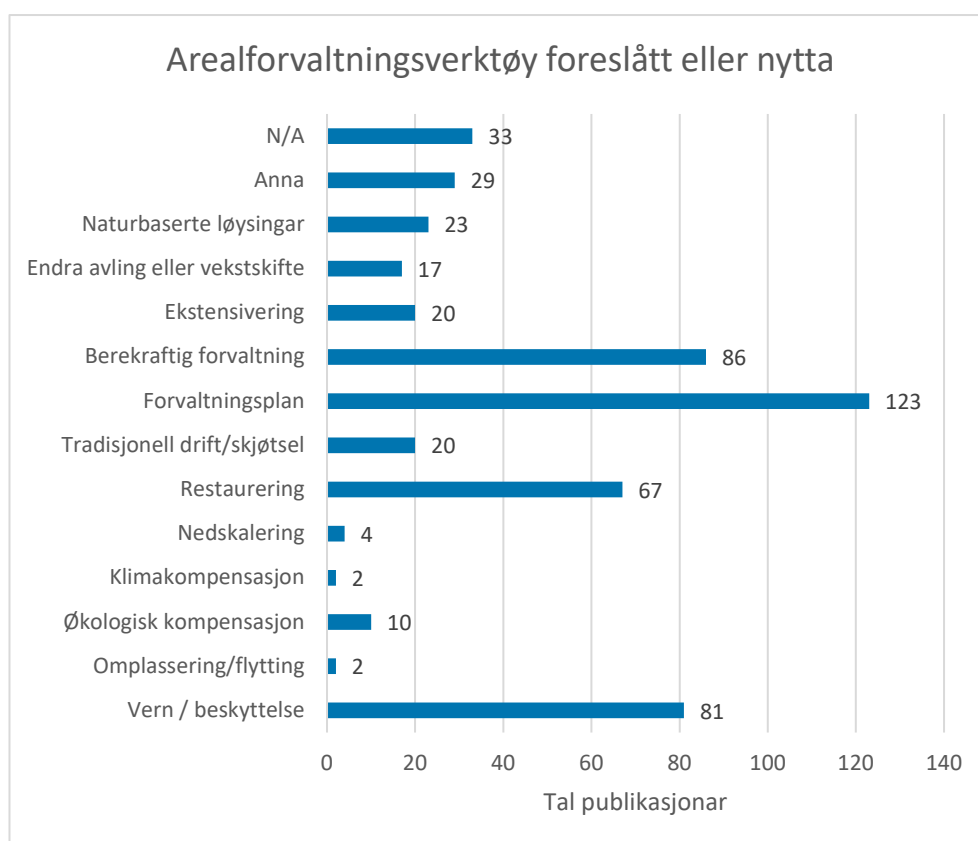


Figur 27 Løysingstypar omtalt i den nordiske litteraturen. N=305.

Figur 27 viser vår kategorisering av løysingstypane vi finn omtalt i den nordiske litteraturen. Vi finn grunn til å poengtere at mange av dei 305 publikasjonane

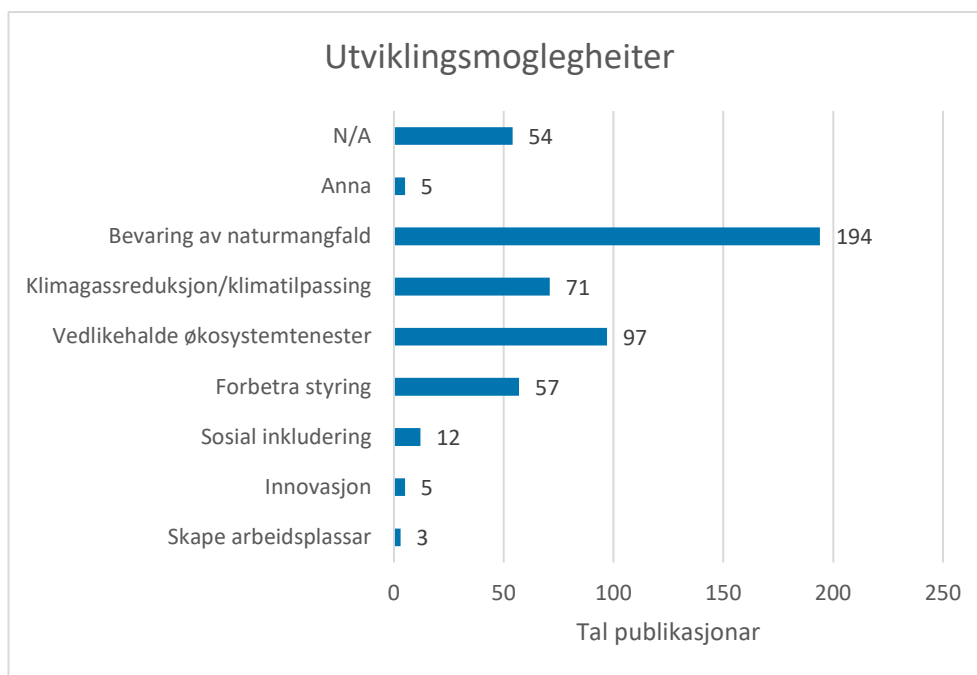
som inngår i dette materialet ikkje har som primært mål å utforme eller foreslå løysingar som skal avbøte konflikhtar mellom arealbruk og ulike natur- og samfunnsmål. Løysingane kan i ein del tilfelle vere implisitte og lite klart uttrykt av forfattarane. Diagrammet viser at ein stor del av løysingane som kan lesast ut av publikasjonane kan knytast til *arealplanlegging* i ein eller annan forstand.

Det låge talet publikasjonar som sorterer under dei øvrige alternativa i figuren vitnar om at mykje av litteraturen er lite spesifikk i sine tilrådingar for policy og praksis. Kunnskapsoppbygging og informasjon er dei kategoriane med flest treff nest etter arealplanlegging, følgt av deltaking. Lovgiving skårar lågt med berre 14 publikasjonar. Til saman 41 publikasjonar omtaler (og evt. tilrår) minst eitt økonomisk verkemiddel, fordelt slik: 27 berre økonomisk kompensasjon, 22 berre subsidiar/tilskot og 8 omtaler begge desse.



Figur 28 Arealforvaltningsverktøy som er foreslått eller nytta i den nordiske litteraturen. N=521.

Figur 28 viser kategorisering av arealforvaltningsverktøy som den nordiske litteraturen omtaler. Alternativa som er med i denne framstillinga er ikkje komplett, men gir likevel eit inntrykk av kva tilnærmingar som dominerer i litteraturen. *Forvaltningsplan* og *berekraftig forvaltning* er dei to største kategoriane. Tematisk ligg desse nær opp til kategorien *tradisjonell drift/skjøtsel*, og alle desse typane verktøy er mest utbreidd i den naturvitskaplege litteraturen som omhandlar bevaring av naturmangfald. To andre typar arealforvaltningsverktøy som utmerkar seg med relativt mange artiklar er *vern* (eller andre former for beskyttelse) og *restaurering* av natur. *Naturbaserte løysingar* er i «mellomsjiktet», *økosystemtenester* er lite omtalt, mens *klimakompensasjon* og *omplussing* av arealbruk er nesten fråverande i materialet.



Figur 29 Utviklingsmoglegheiter relatert til den nordiske litteraturen. N=499.

Figur 29 viser vår kategorisering av utviklingsmoglegheiter som er tematisert i den nordiske litteraturen. Fordelinga gjenspeglar det tematiske fokuset som går fram av Figur 17 (side 52), der naturmangfald er den dominerande arealbrukstematikken i litteraturen vi har studert. Vedlikehald av økosystemtenester er framme i om lag halvparten så mange studiar, mens dei to siste hovudtemaa for kunnskapsoppssummeringa, karbonbinding og -lagring

og klimatilpassing begge blir romma av kategorien klimagassreduksjon /klimatilpassing, med klar overvekt på det første. Utviklingsmoglegheiter knytt til forbetra styring (governance) og sosial inkludering høyrer gjerne heime i den samfunnsvitskaplege litteraturen. Økonomiske aspekt ved utvikling, som typisk dreier seg om innovasjon og skaping av arbeidsplassar, er i svært liten grad til stades i dette materialet.

6.2 Funn frå nøkkellitteraturen

Dette delkapittelet bygger på ein gjennomgang av nøkkellitteraturen, der vi har sett etter mønster i måten løysingsforslag, verktøy og utviklingsmoglegheiter blir behandla. Strukturen tar utgangspunkt i mandatet for kunnskapsoppsummeringa, som går ut på å kartlegge kunnskap om samanhengar mellom *arealbruk og arealbruksendringar* i Norge og effektar på og utfordringar for *naturmangfald, økosystemtenester, klimatilpassing og karbonopptak og -lagring*. Arealbruk og dei fire påverknadsområda har såleis fått kvar sine avsnitt.

Arealbruk

I det som følger viser vi til to overordna prinsipp innan arealbruk som er omtalt i nøkkellitteraturen, nærare bestemt *tiltakshierarkiet og landskapsperspektiv* i arealforvaltninga.

Løysingar og verktøy omtalt i litteraturen er i mange tilfelle instrumentelle og spesifikke, med mål om å løyse avgrensa problem knytt til arealforvaltning. Dei kan også vere av overordna og prinsipiell karakter. Det gjeld tilrådingane hos Dorber et al. (2023) i deira artikkel om konflikt mellom vasskraftutbygging og funksjonelle habitat for villrein i Sør-Norge. I arbeid med utvikling av indikatorar for avveging av berekraftsmål knytt til arealbruksendringar, kartla forfattarane moglege avbøtande tiltak etter kraftutbygging i Setesdal Ryfylke villreinområde, og om desse kunne redusere skadeverknadene av neddemmingar, tilkomstvegar, kraftlinjer og rekreasjons-infrastruktur som kjem i kjølvatnet av utbyggingane. Dei konkluderer med at effekten av realistiske avbøtande tiltak vil vere minimal samanlikna med skadane utbyggingane har medført for villreinhabitatet, og at det er vesentleg risiko for

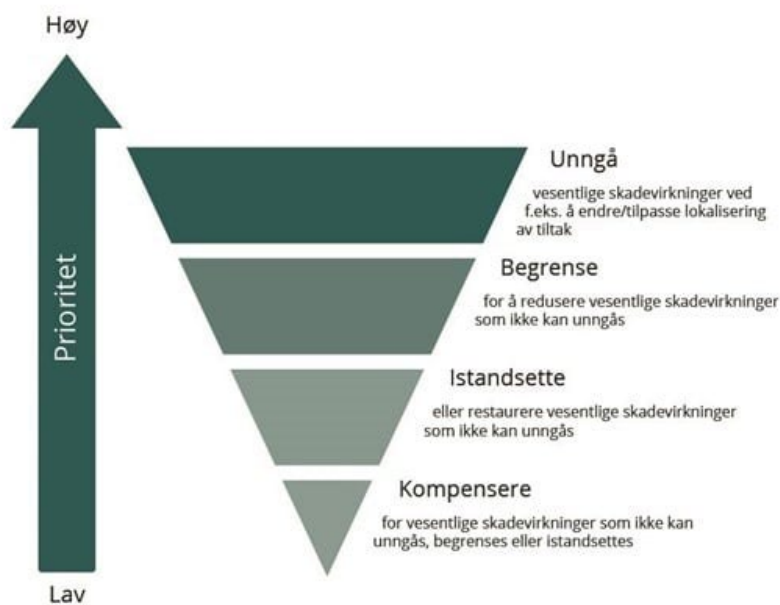
at tiltaka kan utløyse konflikter mot andre berekraftsmål. Dette talar for at alle fornybar energi-prosjekt blir planlagt og gjennomført i samsvar med *tiltakshierarkiet* (the mitigation hierarchy) (Dorber et al., 2023):

(...) we recommend following the mitigation hierarchy (prevent, mitigate, restore, offset, compensate) from the early planning stages of all renewable energy development projects. In other words, adequate and science-driven planning can help to prevent major impacts and SDG trade-off risks in the first place (...)

Tiltakshierarkiet blir også omtalt i ein annan nøkkelpublikasjon (grålitteratur) som oppsummerer naturrestaurering, arealrekneskap og naturavgift som nye verkemiddel i arealforvaltninga. Der blir det understreka at økologisk kompensasjon er siste utveg, når dei andre nivåa i tiltakshierarkiet ikkje kan gjennomførast eller har slått feil (Hagen et al., 2022):

De fire prinsippene i tiltakshierarkiet er nedfelt i Plan- og bygningsloven og omfatter nye naturinngrep: først planlegge for å unngå naturinngrep, deretter begrense skadene og istandsette midlertidige inngrep mens utbyggingen pågår, og til slutt økologisk kompensasjon dersom det er en større negativ konsekvens for naturmangfoldet enn det myndighetene godtar. Prinsipper for økologisk kompensasjon ble vedtatt av regjeringen i 2019. Økologisk kompensasjon er siste utveg.

Prinsippa bak tiltakshierarkiet er nedfelt i plan- og bygningsloven og anna lov- og regelverk på miljøområdet. Figur 30 viser korleis Miljødirektoratet har framstilt tiltakshierarkiet i ein av sine publikasjonar.



Figur 30 Grafisk framstilling av tiltakshierarkiet. Kjelde: Miljødirektoratet.

Landskapsperspektiv i arealforvaltninga er nedfelt i mykje av den økologiske litteraturen med særleg relevans til den første problemstillinga. Det finst også døme på dette i litteraturen som omhandlar løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter.

Fragmentering er ein av dei viktigaste skadelege effektane arealbruksendringar har på naturmangfaldet. Dette er i mange tilfelle eit resultat av oppstykking av habitat som fører til at artar eller økosystem blir fortrenget, t.d. ved at trekkruiter eller spreingsmønster blir øydelagt. Tiltak som skal motverke denne prosessen, og bidra til å sikre økologisk konektivitet, må som regel ha eit *landskapsperspektiv* som går ut over enkelte eigedommar eller administrative grenser.

I sin analyse av det nord-svenske fjellskogbeltet peikar Svensson et al. (2022) på at skogforvaltninga må ha eit landskapsperspektiv dersom ein skal bevare verdiane knytt til dette relativt intakte økosystemet. Slike forvaltningsstrategiar har hittil vore vanskeleg å få til utanom statleg grunn, der store statlege skogselskap kan sjå større landskap under eitt. Forfattarane

meiner private ikkje-industrielle skogeigarar må ha ei nøkkelrolle i arbeidet for å sikre konnektivitet, og peikar på *frivillig vern* som eit viktig instrument parallelt med tradisjonelle verneformer (Svensson et al., 2022).

Naturmangfald

Figur 18 viser at det er ein stor del av publikasjonane (45 prosent) som både er relevante for naturmangfald-tematikken og den tredje problemstillinga om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter. Som vi har vore inne på lenger oppe, betyr ikkje relevans for problemstillinga at alle desse publikasjonane legg fram konkrete løysingar og tilrådingar.

Offentleg verkemiddelbruk er blant drivarane bak arealbruk med følger for naturmangfald og andre miljøverdiar. Ein oversikt over verkemiddel med negative konsekvensar for biologisk mangfald har blitt utarbeidd på oppdrag frå KLD (Magnussen et al., 2020). Etter å ha gått gjennom ei lang rekke støtteordningar konkluderer forfattarane med at det er relativt få ordningar med store, direkte negative verknader på biologisk mangfald, og desse gjeld landbruk, samferdsle og energi. Dei vurderer 16 støtteordningar som sorterer under dei fire sektordepartementa LMD, SD, OED og KLD. Vi avgrensar oss her til å omtale ordningar retta mot skogbruket, fordi dei ser ut til å spele ei særleg viktig rolle. Støtte til skogplanting og -gjødsling er ordningar innført som tiltak for å redusere klimagassutslepp i tillegg til å auke skogproduksjonen, og illustrerer godt korleis arealbruk kan utløyse konflikhtar i møte mellom klima- og naturmangfaldomsyn. Magnussen et al. (2020) tilrår ekstra krav til utforming av tiltaka for å ta meir omsyn til biologisk mangfald. Dei har same forsiktige tilnærming når det gjeld støtte til skogplanting og -gjødsling, og støtte til skogsbilvegar i vanskeleg terreng. Tiltak til utnytting av skogressursar til bioenergi har vore utanom mandatet for utgreiinga.

Arealnøytralitet har blitt fremja som eit verktøy eller planleggingsprinsipp for å hindre naturtap, særleg med fokus på naturmangfald og økosystemtenester. McCormack et al. (2022) drøftar dei potensielle konsekvensane av å innføre arealnøytralitet som planprinsipp i Trondheim. Gjennom ein SWOT-analyse

identifiserer dei styrkar og svakheiter, trugsmål og moglegheiter med omsyn til kva effektar arealnøytralitet kan ha på både natur og samfunn. Styrken ligg særleg i det å innføre eit prinsipp der kommunen pålegg seg sjølv å beskytte areal og erstatte naturområde som går tapt, mens den største svakheita ligg i faren for at sterk fortetting skal gi dårlegare levekår for innbyggjarane og fremme invaderande artar, dersom prinsippet ikkje blir praktisert på ein god måte. Forfattarane skisserer fire steg som kommunen må gjennom om ein skal lykkast med å etablere eit velfungerande system for arealnøytralitet: (1) *Etablere referansenivå*, altså finne kor mykje naturareal kommune forpliktar seg til å oppretthalde i framtida. Her argumenterer forfattarane for at referansenivået ikkje kan ta utgangspunkt i dagens situasjon, ettersom det allereie er behov for å restaurere natur som alt er utbygd om ein skal sikre økosystemtenester på eit tilfredsstillande nivå. (2) *Val av tilnærming*, dvs. finne fram til eit system for å omsette økosystemverdiar til økonomiske verdiar som grunnlag for å innlemme vern av naturmangfald og økosystem i marknadsøkonomiske rammer. (3) *Lage arealrekneskap*, altså ein oppdatert oversikt over naturområda i kommunen, inkludert miljøstatus, som hjelp til å kartlegge kva areal som kan nyttast til utbyggingsformål og kva område som må vernast, t.d. område med raudlisteartar. (4) *Skissere eit finansieringssystem* som kan sikre midlar til dei restaureringsoppgåvene som arealnøytralitet vil krevje. Ein modell er restaureringsfond finansiert med skatt på kjøp av naturområde, ein annan er at utbyggjarar får direkte pålegg om å restaurere tilsvarande areal på allereie utbygd grunn ved inngrep i naturområde. (5) *Handtere byvekst* i form av transformasjon og fortetting for å redusere presset på naturområda. Forfattarane tilrår vidare forskning med ekspertise innanfor jus, økonomi, økologi og GIS før ein kan konkludere med om arealnøytralitet er den beste måte å nå måla som blir omtalt (McCormack et al., 2022).

Det har også blitt foreslått andre verktøy der ein brukar kvantifiserbare mål for naturverdiar i eit forsøk på å la desse få større gjennomslag i avgjerdsprosessar om arealbruk. Eit slikt døme er eit rammeverk for verktøy til hjelp i utarbeiding av nasjonale handlingsplanar for vern av naturmangfald (Kyrkjeeide et al.,

2021). Forslaget går ut på å operasjonalisere nasjonale raudlister ved hjelp av risikovurderings-kriterier som kan omsettast til kvantifiserbare mål i eit «raudt til grønt-rammeverk».

Fleire kulturlandskapsstudiar gir råd om strategiar for vern og skjøtsel med sikte på å bevare artsmangfaldet, jf. avsnittet om semi-naturlege miljø i delkapittel 4.1 og kulturlandskap i 4.2. Semi-naturlege naturtypar som er avhengige av hevd står i fare på grunn av endra driftsformer i landbruket eller avslutta hevd (abandonment). Likevel ser ein at tidlegare artsmangfald til ein viss grad kan gjenskapast gjennom restaureringstiltak fordi historisk arealbruk kan prege artsinventaret i gjengroande eller gjengrodde semi-naturlege enger. (Hamre et al., 2010) viser døme på slike samanhengar i deira studie av forekomsten av plantar typiske for artsrike vestnorske enger i eit jordbrukslandskap med ulik brukshistorikk. Dei tilrår at ein må ta utgangspunkt i teigar som tidlegare har vore «hot spots» for biologisk mangfald ved restaurering av gjengrodd semi-naturleg eng.

Økosystem som er sårbare for habitatendringar og fragmentering stiller særleg krav til vern. For naturtypen kalkrike enger, som i utgangspunktet er svært artsrike, ser ein at artsmangfaldet heng saman med storleiken på engene (patch size) og graden av isolasjon. Evju et al. (2015) tilrår at vernestrategiar i større grad må legge vekt på utforming av habitatnettverk som sikrar at artar kan spreie seg og utveksle genmateriale mellom populasjonar. Dette bidreg til å sikre vidare overleving av sårbare artar på regionalt nivå.

Økologisk kompensasjon (EC) som verkemiddel for å ta vare på naturmangfald er ei type løysing som har fått større merksemd dei seinare åra. Blicharska et al. (2022) har studert slike prosessar i Sverige, og slår fast at dette er eit nytt kunnskapsfelt som lir under mangel på heilskapleg, storskala tilnærming:

The results show that implementation of EC is at an early stage of development and there are many practical obstacles, linked to both legislation and routines in the planning processes. There is a lack of holistic perspective and large-scale thinking, a quite strong focus on a small number of individual species, and an overall attitude that anything is better than nothing, all of which can have negative consequences for biodiversity conservation overall.

Den kartlagde litteraturen inneheld mange eksempel på bruk av ulike typar *verktøy for beslutningsstøtte* (decision support tools). Her kan vi skilje mellom arbeid som nyttar/tilrår bruk av slike verktøy i skrivebordsstudiar, t.d. som grunnlag for planprosessar, og publikasjonar som poengterer at slike verktøy bør nyttast i kombinasjon med eller integrert i deltakingsprosessar.

Døme på den første kategorien blant nøkkelpublikasjonane gjeld utvikling og testing av eit rammeverk for utvikling av nasjonale handlingsplanar for vern av naturmangfald (Kyrkjeeide, 2021). Eit anna døme er eit rammeverk for integrert romleg vurdering basert på indeksar for økologiske, sosiokulturelle og økonomiske verdiar samen med ein verdikompatibilitetsanalyse for å identifisere synergi- og konfliktpotensial mellom ulike typar arealbruk (Kangas et al., 2022). Utprøving i eit område i finsk Lappland med konkurrerande arealbruksinteresser knytt til m.a. naturmangfald, friluftsliv, landskapsverdiar, tømmerproduksjon og mineralutvinning viste at metoden var eigna til å identifisere område med stort konfliktpotensial og område der adaptiv planlegging og andre tiltak for fleirbruksforvaltning vil vere særleg viktig.

Blant publikasjonar som tilrår at beslutningsstøtteverktøy blir integrert i deltakingsprosessar, finn vi ein svensk studie av deltakande planlegging med sikte på å vareta multifunksjonelle kvalitetar ved skogen (Sandström et al., 2011). Forfattarane gjer bruk av *multippelkriterie beslutningsanalyse* (multiple criteria decision analysis - MCDA), eit verktøy med fastsette prosedyrar for å optimalisere avgjerder der ein skal avvege omsyn som ikkje let seg måle på ein felles (monetær) skala, som i kost-nytteanalysar. I avveging mellom kryssande omsyn knytt til arealbruk er slike verktøy for beslutningsstøtte tilrådd brukt som ledd i deltakingsprosessar som ideelt sett skal leie fram til eit resultat dei involverte partane kan sameinast om. I neste avsnitt går vi nærare inn på kva litteraturen seier om deltakingsprosessar som ledd i løysingar og verktøy for ein meir berekraftig arealbruk.

Økosystemtenester

Litteraturen om økosystemtenester spenner over eit vidt register av økosystemtypar, men det er ikkje mange eksempel frå nøkkellitteraturen på arbeid som presenterer løysingar og verktøy. Keesstra et al. (2018) studerer naturbaserte løysingar som verkemiddel for å rehabilitere økosystemtenester i nedbørfelt. Illustrert med fleire europeiske case, m.a. våtmarksrestaurering i Sverige, tilrår dei naturbaserte løysingar som kostnadseffektive, langsiktige løysingar for å handtere flaumfare og habitatforringing.

Khoshkar et al. (2020) har kartlagt barrierar for integrering av økosystemtenester i kommunal planlegging basert på fokusgrupper og intervju blant praktikarar på planfeltet i Stockholm fylke. For at økosystemtenester skal få ein tydelegare plass i planlegginga, trengst det støtte både gjennom lovverk/reguleringar (nasjonalt og på EU-nivå), politisk oppslutning om prinsippa (lokalpolitikarar), og oppbygging av kunnskap og kapasitet (kommuneorganisasjonen). Alt dette krev både top-down og bottom-up-tilnærmingar.

Svensson et al. (2022) er eit døme frå nøkkellitteraturen der forfattarane diskuterer utviklingsmoglegheiter og økosystemtenester i samanheng med ulike måtar å forvalte skoglandskap på. Det skjer med utgangspunkt i ei kartlegging av vernestatus for det nordsvenske fjellskogbeltet. Lokal eigarskap og kontroll over verdikjeder basert på eit breitt spekter av naturressursar og landskapsverdiar blir her trekt fram som viktige element i berekraftig lokal og regional utvikling. Samisk kultur og reindrift er essensielt for å halde landskapet ope og dermed oppretthalde ei lang rekke spesifikke økosystemtenester. Også småskala landbruk og seterdrift er med å hindre gjengroing og bidrar dermed til å oppretthalde naturmangfaldet og landskapskvalitetar med høg verdi også for rekreasjon og turisme (Svensson et al., 2022).

Klimatilpassing

Det er få publikasjonar i materialet som drøftar arealbruksendringar i ein klimatilpassingskontekst. Bruk av naturbaserte løysingar er ein mykje nytta strategi for å gjere byar og tettbygde område meir klimarobuste, særleg knytt til overvasshandtering og tiltak mot hetebølger i byar. Trass mange lovande enkeltprosjekt, er det utfordrande å få til oppskalering på ein måte som gjer naturbaserte løysingar til standardløysing. Cortinovic et al. (2022) har vurdert potensialet for fullskala implementering av naturbaserte løysingar i europeiske byar gjennom ulike scenario, der Malmö tener som eitt av tre case. Positive samspeleffektar mellom temperaturregulering, overvasshandtering, karbonlagring og biologisk mangfald er kartlagt under ulike forhold. Grøne tak viser størst potensial for redusert avrenning og auka biologisk mangfald i kompakte byar, mens planting av tre i by har størst verknad i form av temperaturregulering. Tilrådinga går ut på at byar planlegg bruk av naturbaserte løysingar basert på kunnskap om kva tiltak som høver den lokale bystrukturen og sårbarheitsprofilen (Cortinovic et al., 2022).

Deltakande planlegging har fått ein sterk posisjon i planforskningslitteraturen, ikkje minst på klimatilpassingsfeltet. *Integrert verdikartlegging* (integrated value mapping) blir tilrådd brukt i innleiande fase av planprosessar for å peike ut kva eigenskapar ved eit område som er viktige for dei ulike gruppene som blir påverka av planvedtaket. Denne framgangsmåten er utforska i samband med ein klimatilpassingsplan for byvassdrag i Helsinki, der miljøkonfliktar knytt til økosystemtenester var sett på spissen. Her blir det gitt råd om at slik verdikartlegging må skje *før* ein startar å utarbeide planen (Kati & Jari, 2016).

Karbonbinding og -lagring

Blant tilrådde tiltak for å auke *karbonbinding i landbrukjord* framstår bruk av dekkvekster/fangvekster i område med mykje åker som den sikraste og enklaste framgangsmåten (Bøe et al., 2020; Holmen, 2020; Rasse et al., 2019). Det største potensialet er knytt til det å tilføre biokol til jordsmonnet, ein reknar med at om lag 70 prosent av karbonet vil vere att i jorda etter hundre år. Fleire føresetnader må vere på plass for at biokol skal stå fram som eit godt tiltak:

Bioenergien frå framstillinga (pyrolysen) må utnyttast på ein god måte, ein må unngå biokol med høgt innhald av tungmetall og PAH, og produksjonen vil krevje offentlege tilskot for å bli ein realitet. Forvaltning av utmarksbeite og bruk av plantar med djupe røter er andre tilrådde tiltak (Rasse et al., 2019)

Produksjon av *bioenergi* er ein annan inngang til temaet karbonbinding og -lagring. Materialet inneheld fleire studiar av energiskog, som dyrking av pil eller andre vekstar for bioenergiformål, t.d. biodrivstoff. Litteraturen inneheld også publikasjonar om bioraffineri, særleg med gras som råstoff. Det er svenske publikasjonar som dominerer dette materialet. Slike arbeid er berre relevante i vår samanheng i den grad dei går inn på effektar i form av karbonbinding i jordsmonnet, konsekvensar for naturmangfald, klimarobustheit eller andre økosystemtenester.

Energiskog på jordbruksland som har gått ut av drift har blitt samanlikna med hausting av hogstavfall frå tradisjonelt skogbruk med omsyn til karbonbinding på landskapsnivå. Her kjem energiskog ut med netto karbonbinding, mens tilsvarande uttak av bioenergi frå hogstavfall fører til netto karbontap (Hammar et al., 2019).

Bioenergiproduksjon på intensivt drivne jordbruksareal kan ha positiv effekt på naturmangfald og karbonbinding i jordsmonn og andre økosystemtenester dersom dette inneber innføring av vekstskifte og ein meir allsidig planteproduksjon i eit monokulturprega landbruk (Balaman et al., 2023).

Hasting av krattskog i gjengroande landskap har blitt foreslått utnytta som ein bioenergiressurs (Ebenhard et al., 2017). Langs vegkantar, kraftlinjegater og på jordbruksland skjer det allereie krattrydding utan at avfallet blir nytta til energiformål. Slik utnytting konkurrerer ikkje med annan arealbruk, og krev ikkje innsats av gjødsel, pesticid eller jordarbeiding. Ved å bidra til å halde kulturlandskapet ope, kan hausting av kratt vere positivt for naturmangfald og kulturelle økosystemtenester, men dette krev at ein tar lokale omsyn. Ebenhard et al. (2017) presenterer ei liste med 11 tilrådingar for korleis hausting av kratt for bioenergiformål kan føregå på måtar som sikrar verneverdiar og

heterogene landskap, og som etterliknar prinsipp for tradisjonell kulturlandskapsskjøtsel.

6.3 Drøfting og kunnskapshol

I dette delkapittelet drøftar vi funna om kva den nordiske litteraturen seier om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter, og peikar på kunnskapshol knytt til denne tredje problemstillinga.

Løysingsforslag

Dei løysingsforslaga som er omtalt i litteraturen (kapittel 6.2) er i hovudsak tiltak som rettar seg mot dei *direkte* årsakene til høgt arealforbruk og naturtap. Som Helseth et al. (2022) peikar på er dei *indirekte* drivarane minst like viktige. Desse er knytt til tunge samfunnsøkonomiske og demografiske utviklingstrendar i samfunnet. Inntekta til hushalda påverkar etterspurnaden etter hytter, mobilitet, bustadstorleik m.m., og dermed også energibruk, som igjen legg premissane for arealbruken. Litteraturen vi har gått gjennom i førre delkapittel fangar ikkje opp desse indirekte drivarane for arealbruk, men i kapittel 5.2 omtaler vi noko annan litteratur som har slike perspektiv. Her blir det mellom anna peikt på at berekraftig utvikling krev ein vesentleg reduksjon i energi- og ressursbruken i kontrast til dagens situasjon (Fischer-Kowalski & Rotmans, 2009). Så kan ein spørje seg kvifor tiltakshierarkiet, som har brei oppslutning i faglitteraturen og er nedfelt i plan- og bygningslova, ikkje er i stand til å demme opp for det utbyggingspresset som er generert frå dei generelle og indirekte drivarane. Ein av grunnane til dette ligg i korleis arealplanlegginga er organisert. Det er i stor grad private utbyggjarar som utformar reguleringsplanane, og som gjennom sine planforslag tar initiativ og legg premissar for arealplanlegginga. Særleg små kommunar har for lite ressursar og kompetanse til å følge opp og påverke dei eksternt utforma planane. Tjørve et al. (2022) omtaler dette slik:

(...) The pressure for local governments to accept each private plan lies of course in the claimed economic benefits, pressuring them to make concessions to attract investments. The result of the loss of strict general physical plans from a municipality or master plans from a

collective group of actors at destinations is deregulation, where short-lived economic gain of the developing interest trumps other considerations. Moreover, such a planning culture results in a piece-by-piece development of the land, where the view of the greater whole is lost(...)

Hessen og Vandvik (2022) illustrerer systemfeila i dagens arealplanlegging med eksempel frå vegsektoren, hyttebygging og fornybar energiutbygging, og konkluderer slik (Hessen & Vandvik, 2022, s. 445):

(...) spatial planning in Norway still fails to account, quantitatively or qualitatively, for the value of nature in providing key ecosystem services, including those critical for climate change mitigation and adaptation. As a consequence, our decision-making processes fail to account for the societal value of these ecosystem services in cost-benefit analyses, leading to decisions that result in rapid loss in quality and extent of the very same ecosystems that deliver these increasingly important services.

Ved nettopp å vise til dei samfunnsmessige forholda, er dette eit av få døme som rettar seg inn mot diskursen om “societal transformation”, til skilnad frå ein meir teknologisk innretta diskurs om “transition”.

Desse utfordringane går på tvers av forvaltnings- og politikknivå. Både statleg arealbruk (t.d. veg- og energisektorane) og kommunal arealbruk (t.d. hytteutbygging) sviktar i å sjå samanhengane mellom klima- og naturmangfaldsutfordringane. Andre har vist at lovverket ikkje gir politikk eller forvaltning gode kort på handa for å prioritere omsynet til naturmangfaldet sterkare i arealbruken (Winge, 2013), og at det er behov for både ny kunnskap og nye økonomiske og juridiske verkemiddel (Simensen et al., 2022; Sivilombudsmannen, 2009). Det ser med andre ord ut til å vere ein omfattande systemsvikt for å sikre naturmangfaldet. Kva skal til for å endre på denne situasjonen? Fischer-Kowalski og Rotmans (2009) peikar på at dette krev fundamentale endringar, og i norsk samanheng skriv Hessen og Vandvik (2022):

Det er behov for eit heilt nytt perspektiv i arealplanlegging for ikkje berre ivareta naturmangfald, men også natur sin kapasitet og evne for å binde og lagre karbon, påverke hydrologiske prosessar og for å førebygge ekstreme værhendingar.

Få publikasjonar løftar blikket og har denne ambisjonen i norsk samanheng. Kva hindringar finst, og kva er vilkåra for å få i stand ei transformativ endring i arealpolitikken for bevaring av naturmangfaldet og andre økosystemtenester? Slik kunnskap manglar her i landet.

Data over omtalte løysingsforslag viser at den analyserte litteraturen inneheld få eksempel som studerer juridiske spørsmål eller tilrår lovregulering som del av løysingsforslag. Det same gjeld studiar av økonomisk kompensasjon, subsidar og ulike marknadsbaserte ordningar. Governance-studiar som studerer prinsipp for styring (deltaking og forhandling) er heller ikkje godt representert. Alt dette gjenspeglar at den nordiske litteraturen i denne kunnskapsoppsummeringa er dominert av arbeid innanfor det biofysiske/naturvitskaplege forskingsfeltet, med lågt innslag av sosiokulturelle og særleg økonomiske studiar. Det vi har sett av løysingsforslag i dei naturvitskaplege publikasjonane, er med nokre få unntak utan analysar av dei avgjerdsprosessane som styrer arealbruken, eller barrierar og vilkår for å endre drivarar bak ikkje berekraftig arealbruk. Dette er kanskje forståeleg ut frå kompetansen og fokuset innanfor det biofysiske forskingsfeltet, men understrekar derfor behovet for tverrfaglege arbeid. Litteraturen vi har analysert i kunnskapsoppsummeringa viser at det er eit *kunnskapshol* når det gjeld samfunnsvitskapleg og økonomisk forskning på løysingar rundt arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester. Denne konklusjonen harmonerer med vår generelle kunnskap om feltet.

Verktøy

Figur 28 på side 118 viser vår kategorisering av verktøy som er omtalt eller tilrådd i den nordiske litteraturen.

Dei dominerande tilnærmingane dreier seg om utforsking av, og tilrådingar knytt til, ulike måtar å forvalte areal på. Dette gjeld både naturområde og produksjonsareal i skog- og landbruk, inkludert semi-naturlege naturtypar. *Forvaltningsplanar*, prinsipp for *berekraftig forvaltning*, vidareføring av *tradisjonelle driftsformer*, gjerne supplert med *skjøtselsråd*, er utbreidd i

litteraturen. Det er også ein del konkrete studiar om endra avling eller vekstskifte i jordbruket, ofte i samband med studiar av karbonbinding i jord eller dyrking av biobrensel.

Vurderingar av berekraftig arealforvaltning er eit utgangspunkt for denne kunnskapsgjennomgangen, utan at vi har vore i stand til å sette opp klare kriterium for nettopp berekraftig arealbruk. Vi har konkludert med at vi her må skilje mellom naturområde og semi-naturlege naturtypar på den eine sida og intensivt drivne jord- og skogbruksareal på den andre. For den første gruppa kan vi i berekraftsvurderingar t.d. bruke mål på naturmangfald, som raudlistevurderingar. I intensivt drivne produksjonsareal i jord- og skogbruk har ein mista mange av dei naturverdiane vi elles vil knyte berekraftsvurderingar til. Urbane område er enda ein arealkategori med sine særeigne miljøutfordringar som vi ikkje kan vurdere etter same målestokk som meir urørte naturtypar. Her vil vi peike på eit behov for å (vidare)utvikle gode berekraftskriterier for ulike naturmiljø med svært varierende økologiske funksjonar.

Skiljet mellom natur- og produksjonsareal blir tydeleg også når vi vurderer arealforvaltningsverktøy i lys av tiltakshierarkiet. I tabellen under har vi plassert våre kategoriar frå Figur 28 i høve til nivåa i tiltakshierarkiet.

Tabell 3 Omtalte arealforvaltningsverktøy relatert til nivåa i tiltakshierarkiet.

Nivå i tiltakshierarkiet	Kategori av arealforvaltningsverktøy
Unngå	Vern
Avgrense	Omplassering/flytting av naturinngrepet Nedskalering
Sette i stand	Restaurering (Naturbaserte løysingar)
Kompensere	Økologisk kompensasjon Klimakompensasjon
N/A	Arealforvaltningsverktøy knytt til intensivt drivne produksjonsområde i jord- og skogbruk

I tråd med det som er sagt over, passar kategoriane forvaltningsplan, berekraftig forvaltning og tradisjonell drift/skjøtsel berre inn i tiltakshierarki-rammeverket i den grad dei gjeld naturområde eller semi-naturlege naturtypar. For oppdyrka mark, dvs. det intensive produksjonsarealet i landbruket er ikkje prinsippa i tiltakshierarkiet meningsfulle for å vurdere berekraftig arealbruk. Dette er i hovudsak areal som i NiN-systemet høyrer til kategoriane *NA-T001 Åker* og *NA-T004 Upløyd jordbruksmark med intensivt hevdpreg*. Desse typane er alle karakterisert av intensiv hevd, som særleg gir seg utslag i haustingsintensitet og markbearbeidingsintensitet (Edwardsen et al., 2024).

Øvste nivå i tiltakshierarkiet, med høgast prioritet, er prinsippet om å *unngå* vesentlege skadeverknader ved å endre eller tilpasse lokalisering av tiltak. Områdevern som strategi for bevaring av naturmangfald og/eller økosystemtenester er eit uttrykk for denne tilnærminga. Tiltak som elles kunne ha hatt store skadeverknader, som bygging innanfor «hot spots» for biologisk mangfald, kan bli avverga. Vernestrategiar med sikte på å motverke skadeleg fragmentering (t.d. Evju et al., 2015) kan oppfattast på same måte.

“Urban green management policies” er eit omgrep og planleggingskonsept som dreier seg om fortetting, omtalt i ein litteraturstudie (screening-metodikk) av 115 publikasjonar (Kirby et al., 2023). “Urban growth boundaries” (eller på norsk markagrense) inngår i dette konseptet. Forfattarane peikar på at dette

har ei rad positive miljøeffektar som økologiske korridorar, klimaregulering og rekreasjonsverdiar, trass i at konseptet skapar debatt i samfunnet. Forfattarane etterlyser meir heilskapelege og tverrfaglege studiar av konseptet (Kirby et al. (2023)).

Litteraturen inneheld forslag om planverktøy som har som mål å unngå skadeverknader på naturen etter same prinsipp som tiltakshierarkiet bygger på. McCormack et al. (2022) seier om arealnøytralitet:

This framework calls for first avoiding nature destruction, then reducing nature loss, and finally “replacing” natural lands that are developed for human use by restoring other areas.

Arealnøytralitet er såleis eit foreslått verktøy med mål om å finne løysingar på eit så høgt nivå i tiltakshierarkiet som mogleg, utan at det er grunnlag for å knyte verktøyet til eit bestemt nivå.

Det å *avgrense* for å redusere vesentlege skadeverknader som ein ikkje kan unngå, svarer ut frå vår kategorisering av arealforvaltningsverktøy til omplassering, flytting eller nedskalering av naturinngrepet. Dette er verktøy eller strategiar som nesten ikkje omtalt i den nordiske litteraturen.

Å *sette i stand* eller restaurere naturverdiar når skadeverknader først har oppstått, svarer til vår verktøy-kategori restaurering. Det er relativt mange nordiske studiar som omtaler dette. Økologisk restaurering er eit nokså ungt og lite etablert fagområde. Dette kjem til uttrykk i det store spennet mellom ulike definisjonar og forståingsrammer. Sjølv mellom dei mest autoritative aktørane, Society of Ecological Restoration (SER), FNs miljøprogram (UNEP) og IPBES er det stor variasjon i korleis omgrepet blir forstått med omsyn til målet med restaureringsaktiviteten og bruk av referanse/baseline (Mendes et al., 2023).

Naturbaserte løysingar blir oftast etablert i urbaniserte miljø, og med nytte for menneske som primært formål (t.d. flaumreduksjon og temperaturregulering). Dersom tiltaka er reint «antroposentriske» utan å bidra med nemneverdig forbetring av økologisk funksjon, vil ikkje naturbaserte løysingar passe inn i denne modellen. Vi legg til grunn at godt fungerande naturbaserte løysingar

skal styrke biologisk mangfald og økologisk funksjon. Dersom dette vilkåret er oppfylt, kan det gi mening å plassere naturbaserte løysingar i tiltakshierarkiet. I så fall er det naturleg å sjå på slike verktøy som ei form for istandsetting eller restaurering.

Det siste nivået i tiltakshierarkiet er å *kompensere* for vesentlege skadeverknader som ikkje kan unngå, avgrense eller sette i stand. Hit høyrer to av verktøy-kategoriane våre, både økologisk kompensasjon og klimakompensasjon. Det er få publikasjonar i den nordiske litteraturen som viser til kompensasjon. Ein av nøkkelartiklane går langt i å hevde at praksisen innanfor dette feltet er prega av vilkårlege prosessar, og manglande overblikk med fokus på éin eller nokre få enkeltartar (Blicharska et al., 2022) .

Utviklingsmoglegheiter

Arealbruk og arealforvaltning er eit sentralt fundament for ei lang rekke sosioøkonomiske og sosiokulturelle utviklingstrekk. Økonomisk utvikling, sysselsetting og busetnad kviler i stor grad på utnytting av arealressursane, ikkje minst i rurale område. Derfor er det viktig med kunnskap om *utviklingsmoglegheiter* for arealbruk og -forvaltning som varetar økonomiske, sosiale og kulturelle samfunns mål på måtar som også bygger opp under vedtatte klima- og naturmangfaldsmål.

Slike utviklingsmoglegheiter for arealbruk og -forvaltning er ikkje eit sentralt tema i litteraturen vi har analysert. Dette har vi tidlegare i kapittelet sett i samheng med at biofysiske (naturvitskaplege) studiar dominerer utvalet, medan 16 prosent av dei analyserte publikasjonane er sosioøkonomiske og berre fem prosent har opphav i økonomiske fagmiljø.

Lokal økonomisk utvikling i form av auka inntektsgenerering, jobbskaping og befolkningsutvikling er dominerande utviklingsstrategiar i rurale kommunar i Norge, og vern blir oftast oppfatta som eit hinder for ønskt utvikling. Tønnesen et al. (2023) finn likevel eit alternativ perspektiv i ein kommune der områdevern blir sett på som eit verkemiddel for utvikling gjennom å skape attraksjon for tilreisande og eiga befolkning.

Innanfor dei få økonomiske studiane i materialet er det fleire som fokuserer på framtidige økonomiske løysingar, og har lite om dagens økonomiske berekraft.

Oppsummering

Nedanfor svarer vi på den tredje problemstillinga, før vi utdjupar svaret med eit samandrag av delkapittelet 6.3 Drøfting og kunnskapshol.

Svar på problemstilling 3

Den tredje problemstillinga er formulert slik: *Kva seier forskinga om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter for arealbruk og -forvaltning som best mogleg varetar sentrale samfunns mål, inkludert klima- og naturmangfaldmål?*

Fordi naturtap er resultat av tunge drivkrefter som er vanskelege å snu, er det særleg trong for kunnskap om løysingar og verktøy som kan bidra til denne viktige snuoperasjonen. Det verkar å vere brei oppslutning om overordna prinsipp for arealforvaltning som gir forrang til bevaring og vern framfor avbøtande tiltak. Det blir utvikla og gjort forsøk med verktøy som legg slike prinsipp til grunn. Nokre av desse verkar lovande, men slit med å bli integrert i praksis og policy. Vidare finst det ein stor litteratur om utvikling av rammeverk for beslutningsstøtteverktøy med mål om å fremje ein meir berekraftig arealbruk. Det er få av desse som kjem vidare frå utviklings- og caseforsøksstadiet, og kunnskapsfronten verkar å utvikle seg sakte.

Utviklingsmoglegheiter for meir berekraftig arealforvaltning står fram som eit perifert tema i litteraturen vi har analysert. Med tanke på at areal med god økologisk funksjon ikkje berre er gunstig for samfunnsøkonomi og velferd, men definerer sjølve eksistensgrunnlaget vårt, står vi her overfor eit prekært kunnskapsbehov.

Samandrag

Våre data om løysingstypar omtalt i den nordiske litteraturen viser *udekte kunnskapsbehov*. Dei viser at harde verkemiddeltypar som økonomiske og særleg juridiske verkemiddel er svakt representert i litteraturen. Det trengst

derfor meir forskning på verkemiddelbruk innanfor økonomiske og juridiske fag. Litteraturen vi har studert omtaler nesten ikkje omplassering, flytting eller nedskalering av naturinngrep som arealforvaltningsverktøy, altså slike som kan knytast til andre nivå i tiltakshierarkiet (å avgrense). Dette vurderer vi som eit kunnskapshol. Behandling av utviklingsmoglegheiter er prega av at naturmangfalds-tematikken dominerer litteraturen vi har sett på. Klimatilpassing, sosial inkludering og økonomiske moglegheiter (innovasjon/jobbskaping) er lite dekt, og tydar på udekte kunnskapsbehov.

Når vi skal vurdere kva konsekvensar arealforvaltninga har for berekraft, er det behov for å skilje mellom arealbruksendringar i naturområde og semi-naturlege naturtypar på den eine sida og intensivt drivne produksjonsareal i jordbruk og skogbruk på den andre. Dette gjeld også når vi analyserer kva litteraturen seier om løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter.

Tema for løysingar og verktøy innanfor landbruk og skogbruk spenner vidt. Mange arbeid gir tilrådingar basert på studie av effektar av tiltak for bevaring av ulike naturkvalitetar og artar. Det er også eit vesentleg innslag av publikasjonar som studerer karbonbinding i jordsmonn og vegetasjon i både jord- og skogbruk.

Fleire studiar peikar på overordna prinsipp for arealforvaltning som går ut på at bevaring må få forrang framfor avbøtande tiltak (tiltakshierarkiet), og at økosystem og landskap må forvaltast på heilskapleg vis. Trass i dette ser vi få eksempel i litteraturen på at slike prinsipp har blitt nedfelt i praktiske løysingsforslag eller verktøy, og enda færre døme på at verktøya har blitt tatt i bruk med ønskt resultat.

Det finst ein del studiar som skisserer rammeverk for løysingar og verktøy, der målet er å integrere naturomsyn i beslutningsprosessar på linje med økonomiske og sosiale omsyn. Arealnøytralitet er eit slikt døme. Ei rekke verktøy for beslutningsstøtte er utvikla og gjerne prøvd ut i caseområde av forskingsmiljøa som står bak utviklingsarbeidet, utan at vi kan sjå at løysingsforslaga har fått større utbreiing. Vi får også eit inntrykk av at kunnskapsfronten flyttar seg seint på dette feltet. Delar av denne litteraturen

understrekar at sosial inkludering og tidleg involvering av berørte aktørar er vilkår for å oppnå gode resultat.

Områdevern er det verktøyet som vart tidlegast utvikla og som har vist seg å ha størst evne til å beskytte sårbare naturkvalitetar. Litteraturen peikar på at vernestrategiar må utformast på landskaps- og regionnivå for å sikre konnektivitet og livskraftige populasjonar. Med unntak for enkelte økosystemtypar og regionar er omfanget av vernet for lite til å sikre formålet. Vern korresponderer med det øvste nivået i tiltakshierarkiet, å *unngå* skadeverknader.

Mens *avgrensing* av skadeverknader er det nivået i tiltakshierarkiet som er dårlegast representert i litteraturen i form av arealforvaltningsverktøy, er det eit vesentleg innslag av slike som svarer til nivået *istandsetting*. Hit høyrer ein veksande litteratur om økologisk restaurering, og vi vil hevde at det same gjeld for naturbaserte løysingar, når slike er utforma også med tanke på å fremme økosystemfunksjonar. *Kompensering* er i tiltakshierarkiet meint å tene som ein siste utveg, når andre strategiar kjem til kort. I vårt materiale finn vi nokre få publikasjonar om økologisk kompensasjon, mellom anna ein nøkkelartikkel som peikar på at forsøk med dette verktøyet hittil har vore prega av ei lite heilskapleg tilnærming.

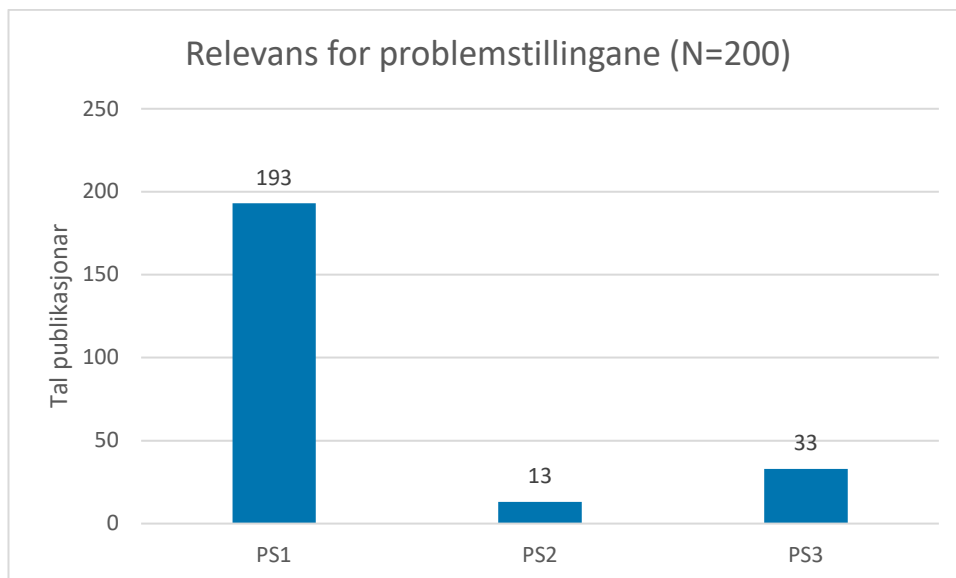
7 Internasjonal reviewlitteratur

Det meste av denne rapporten omhandlar dei 558 publikasjonane som rapporterer frå studiar i minst eitt av dei nordiske landa. I tillegg har vi gjort søk etter internasjonal reviewlitteratur innanfor same tematikk, og etter screeningprosessen endt opp med eit materiale på 200 publikasjonar. Med unntak av reviewartiklar som er vurdert som relevante for den andre problemstillinga om dilemma og konflikhtar, har vi ikkje hatt kapasitet til å nærlese denne litteraturen. Det er eit interessant materiale som vi tar sikte på å innlemme i ein vitenskapleg publikasjon etter prosjektslutt.

Under følger ein kvantitativ innhaldsanalyse av den internasjonale reviewlitteraturen, tilsvarande gjennomgangen av den nordiske litteraturen i kapittel 3. For å lette samanlikninga mellom dei to datasetta står resultat for den nordiske litteraturen (NL) i parentes etter omtalen av resultat frå den internasjonale reviewlitteraturen. Det er gjort på denne måten: (NL=78).

7.1 Relevans for forskingsspørsmåla

Vi har vurdert at heile 97 prosent av reviewlitteraturen er relevant for problemstillinga «*er arealbruken berekraftig?*» (NL=78), mens tilsvarande tal for problemstillinga om *dilemma og konflikhtar* er 7 prosent (NL=22), og for *løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter* 17 prosent (NL=59). Dette viser at dominansen av naturvitenskaplege arbeid er enda sterkare her enn i det nordiske materialet, noko vi kjem tilbake til under omtalen av forskingsfelt.



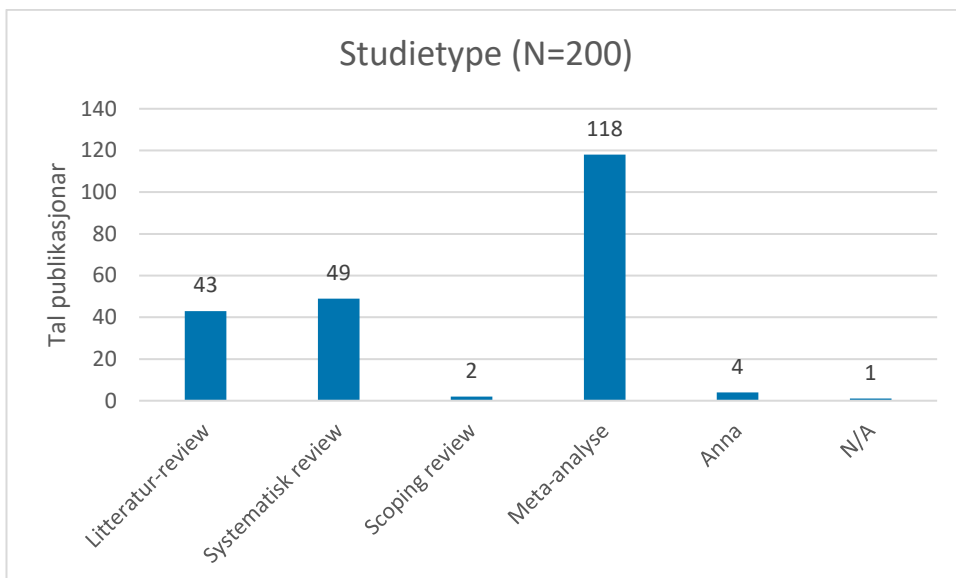
Figur 31 Vurdering av reviewlitteraturen når det gjeld relevans for dei tre overordna problemstillingane for kunnskapsoppsummeringa. Tal publikasjonar.

7.2 Publikasjon

Studietype

Figur 32 viser korleis reviewlitteraturen er fordelt mellom studietypar. Her er kategoriane annleis enn for den nordiske litteraturen, ettersom det nettopp er ulike studietypar (i tillegg til geografisk avgrensing) som skil dei to datasetta.

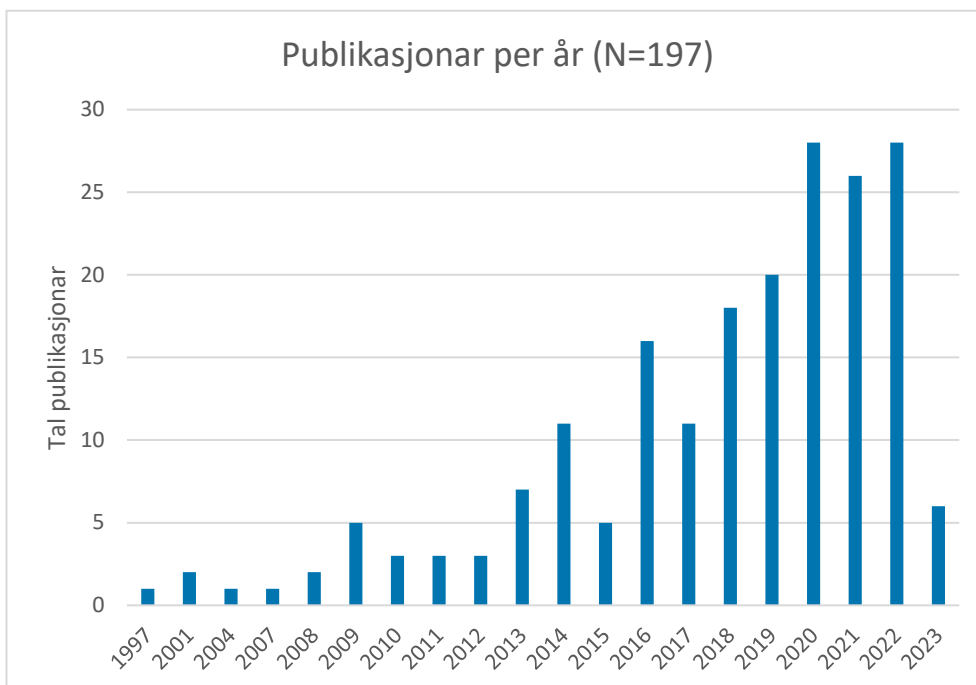
Det er flest meta-analysar (59 prosent). Systematisk kunnskapsoppsummering eller systematic review er den nest vanlegaste studietypen (25 prosent). Litteraturreview står for 22 prosent og scoping review berre 1 prosent.



Figur 32 Publikasjoner fordelt etter type studie. N=200.

Publikasjonsår

Den inkluderte reviewlitteraturen har blitt publisert i perioden 1997-2023. Med relativt få publikasjoner er den prosentvise variasjonen relativt stor frå år til år, men vi ser ei markert stigning i publiseringstakten etter 2012.

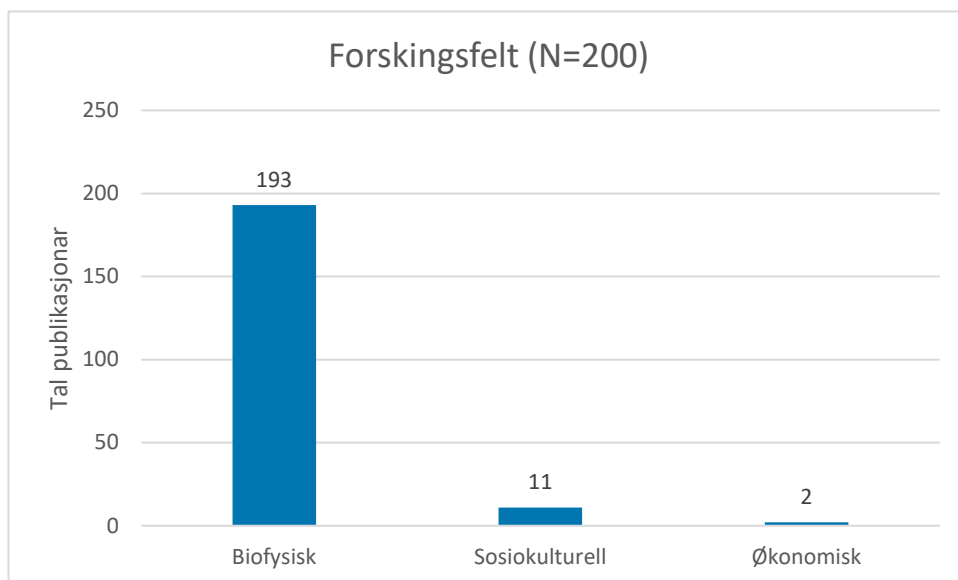


Figur 33 Tal publikasjoner som har blitt utgitt per år. N=197.

7.3 Metode

Forskingsfelt

Vi har delt publikasjonane inn etter tre overordna forskingsfelt. *Biofysiske* (naturvitskaplege) arbeid dominerer, med 97 prosent (NL=88) av det samla talet. 6 prosent (NL=21) er *sosiokulturelle* (samfunnsvitskaplege) arbeid, medan 1 prosent (NL=6) høyrer til det vi har definert som *økonomiske* studiar. Nokre publikasjonar har blitt lagt til meir enn eitt forskingsfelt. Overvekta av naturvitskaplege arbeid er med andre ord enda meir utprega her enn for den nordiske litteraturen.



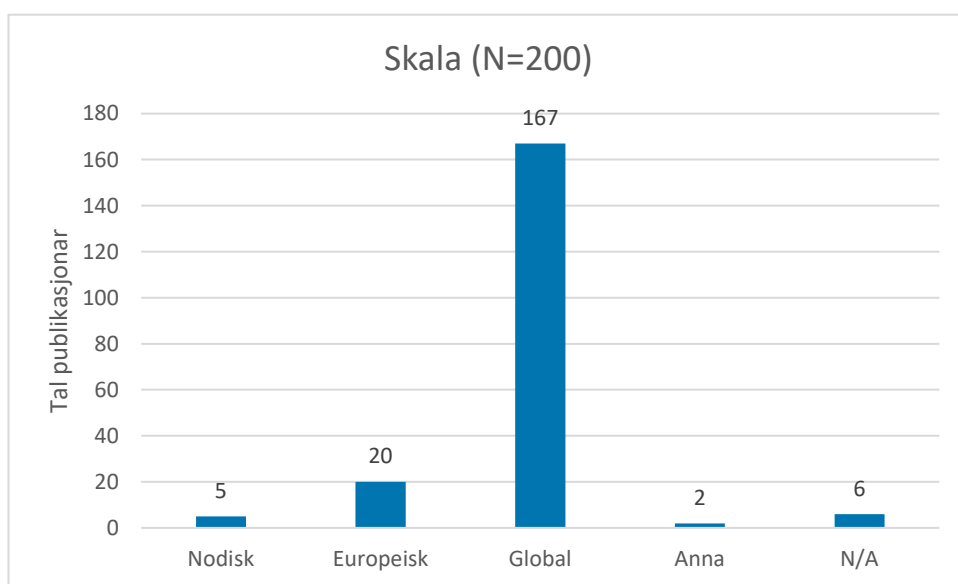
Figur 34 Tal publikasjonar innanfor ulike forskingsfelt. N=200.

Denne skeivheita som vi registrerer i den inkluderte reviewlitteraturen er det også andre som kommenterer. I ei systematisk kunnskapsoppsumming av 240 artiklar om grensesnittet mellom verna område og tilgrensande område konkluderer Blanco et al. (2020) med at dei fleste vitskaplege arbeid på temaet fokuserer på omsynet til det biologiske mangfaldet. Forfattarane etterlyser fleire studiar som studerer dei sosioøkonomiske og kulturelle effektane av vernet for omkringliggande samfunn.

7.4 Kontekst

Skala

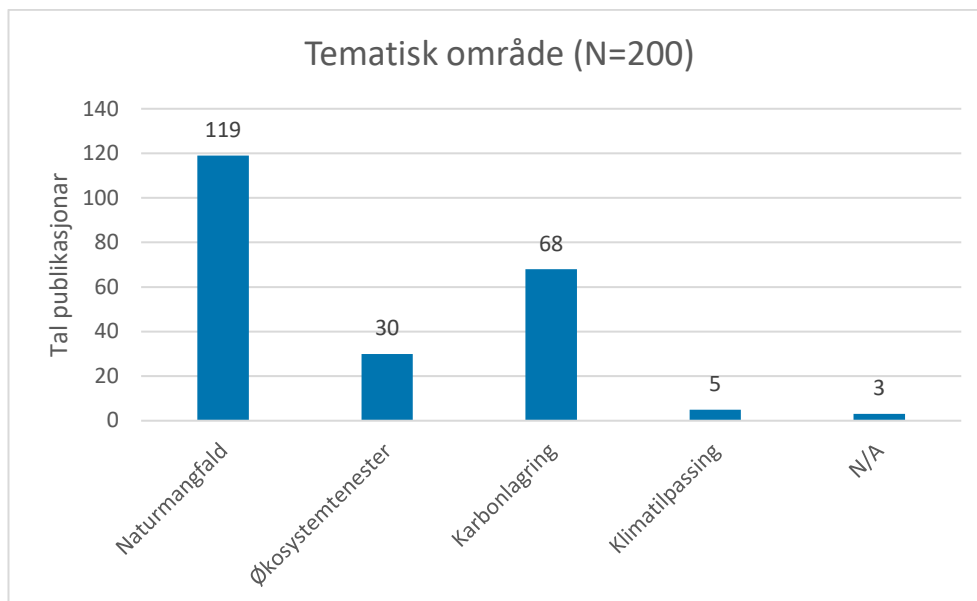
Dei langt fleste publikasjonane, 87 prosent, er globale studiar. Eit høgt innslag av globale meta-analysar bidrar til dette. 10 prosent av studiane har europeisk nedslagsfelt, og knappe 3 prosent er reviewlitteratur avgrensa til eitt eller fleire nordiske land.



Figur 35 Fordeling etter skala (geografisk nivå). N=200.

Tematisk område

Naturmangfald er tema i 60 prosent av reviewlitteraturen, økosystemtenester i 15 prosent, karbonlagring i 34 prosent og klimatilpassing i 3 prosent. Prosenttala summerer seg ikkje til 100 fordi ein del publikasjonar har blitt plassert innanfor meir enn eitt tematisk område. Av same grunn er det ikkje grunnlag for å samanlikne prosenttala direkte med dei for den nordiske litteraturen. Ei samanlikning med Figur 17 viser at publikasjonar om karbonlagring er sterkare representert i den internasjonale reviewlitteraturen enn i den nordiske litteraturen.

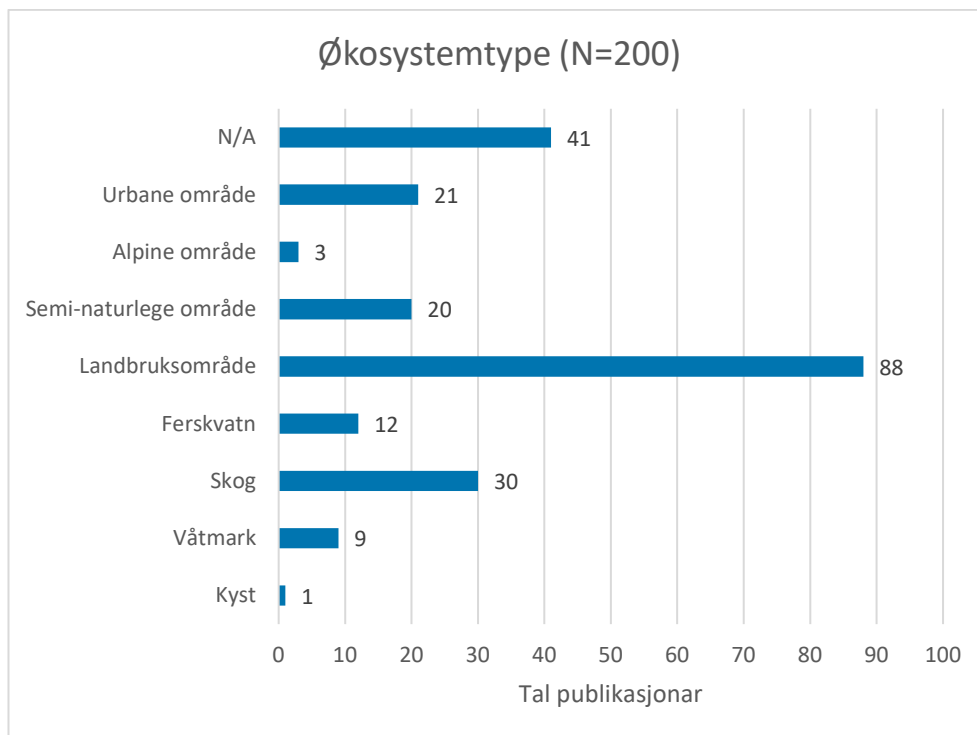


Figur 36 Tematisk område dekt i studiane. N=200.

Økosystemtype

Figur 37 viser kor mange publikasjonar som omtaler dei enkelte økosystemtypane. Landbruksmiljø dominerer sterkt, og er studert i 44 prosent av publikasjonane, mens skog er omhandla i 15 prosent. Dette er ulikt den nordiske litteraturen, der landbruk og skog begge er omhandla i ein tredel av publikasjonane, og såleis er jamstore.

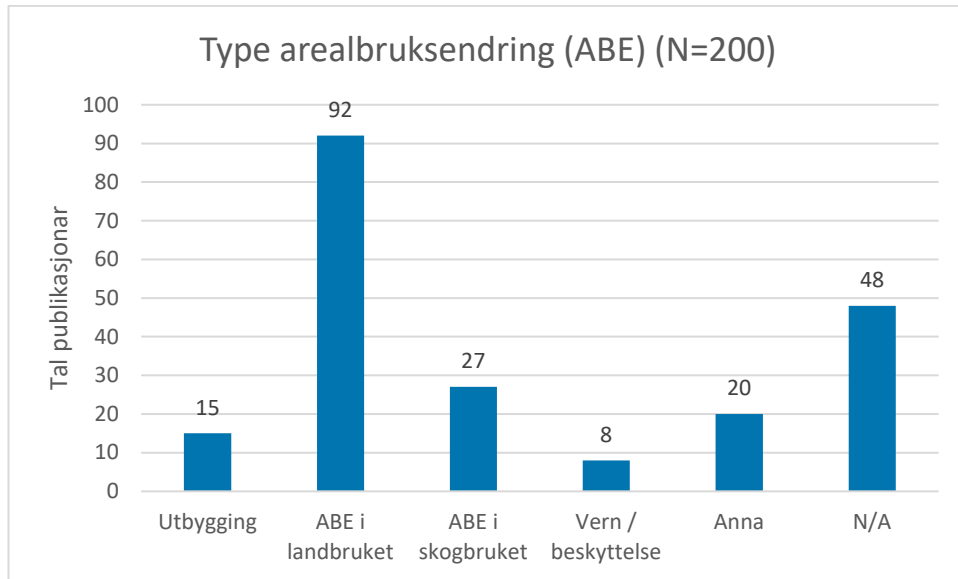
Urbane område og semi-naturlege område er andre økosystemtypar med relativt god dekning i materialet, begge omhandla i rundt 10 prosent av publikasjonane.



Figur 37 Økosystemtypar omtalt i publikasjonane. N=200.

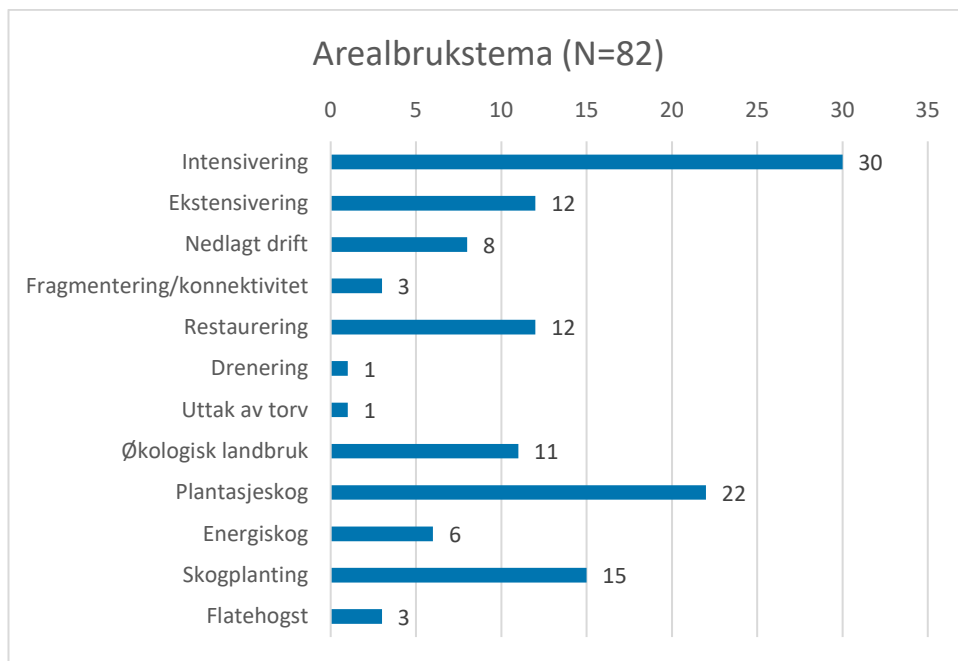
Type arealbruksendring

Over har vi kommentert den dominerande posisjonen landbruksmiljø har blant studerte økosystemtypar. Rimeleg nok gir dette seg utslag også i kva type arealbruksendringar litteraturen gjenspeglar. Arealbruksendringar i landbruket er omhandla i 46 prosent av reviewlitteraturen, vesentleg meir enn arealbruksendringar i skogbruket med 14 prosent. Ein annan skilnad mellom dei to datasetta er at reviewlitteraturen er meir spesifikt avgrensa til enkelte miljø. Berre fem av artikkane her tar for seg arealbruksendringar innanfor meir enn ein av kategoriane i Figur 38, mens generelle studiar som dekkjer fleire arealbrukstypar er utbreidd i den nordiske litteraturen. Dette kan forklarast med at metoden bak metaanalysar og systematiske kunnskapsoppsummeringar legg opp til spisse, tematisk avgrensa problemstillingar.



Figur 38 Type arealbruksendring. N=200.

Figur 39 viser frekvensen av nokre utvalde arealbrukstema. Som for den nordiske litteraturen er intensivering omhandla i ein god del publikasjonar. Temaet plantasjeskog er nesten ikkje med i det nordiske datasettet, men er tema i 22 av dei internasjonale reviewartiklane, særleg i samanlikningar av ulike typar produksjon av råstoff for bioenergi (agroforestry). Fragmentering/konnektivitet er påfallande lite omtalt, noko som står i kontrast til den nordiske litteraturen.



Figur 39 Nokre arealbrukstema omtalt i litteraturen, tal publikasjonar. N=82.

7.5 Oppsummering

200 internasjonale reviewartiklar publisert i perioden 1997-2023 har blitt koda og er gjenstand for ein kvantitativ innhaldsanalyse, etter same mal som for den nordiske litteraturen i kapittel 3.

Nesten alle reviewartiklane er vurdert som relevante for problemstillinga om berekraftig arealbruk, mens 7 prosent dekker dilemma og konflikhtar og 17 prosent er relevant for løysingar, verktøy og utviklingsmoglegheiter. Meta-analysar utgjer 59 prosent av materialet, systematiske kunnskapsoppsummeringar 25 prosent. Det er berre to døme på scoping review.

Overvekta av naturvitskaplege arbeid er enda sterkare for den internasjonale reviewlitteraturen enn for den nordiske litteraturen. Berre 6 prosent er sosiokulturelle arbeid og 1 prosent økonomiske studiar. Denne skeivfordelinga finn vi også omtalt i litteraturen.

87 prosent av publikasjonane er globale studiar, 10 prosent gjeld Europa og 3 prosent Norden. 60 prosent tematiserer naturmangfald, 34 prosent ser på

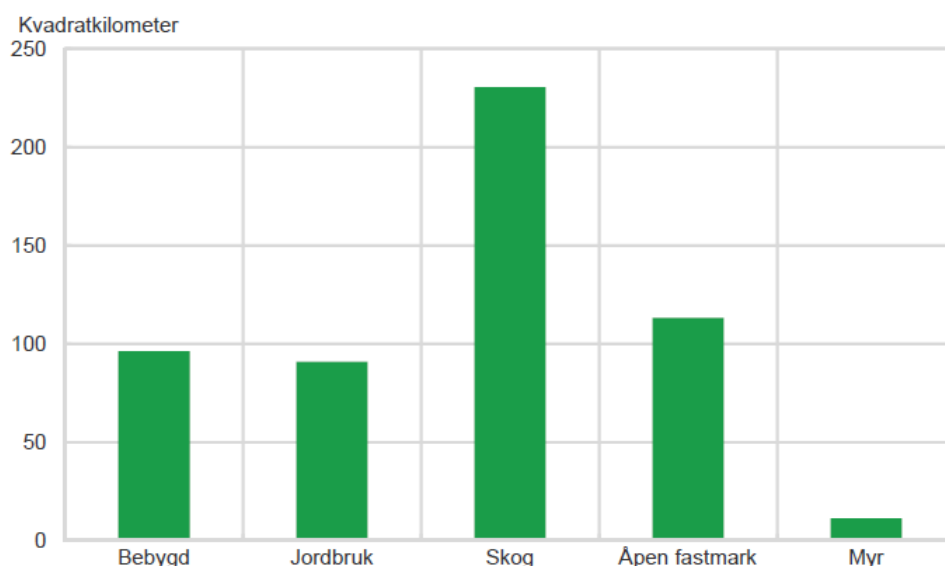
karbonlagring. Det siste er ein vesentleg større andel enn i det nordiske datasettet.

Studiar av landbruksmiljø dominerer, særleg studiar av karbon i jordsmonnet, med tre gongar så mange reviewartiklar som for skog. Dette er ulikt den nordiske litteraturen, der dei to økosystemtypene er like sterkt representert. Det sterke fokuset på landbruk viser seg også i resultat for type arealbruksendring. Intensivering, plantasjeskog og skogplanting er døme på arealbrukstema som går att i relativt mange reviewartiklar.

Vi har ikkje fått arbeidd nok med dette materialet til at vi kan trekke konklusjonar om kunnskapshol, med eit par unntak: Skeivheita mellom forskingsfelt, med svært få treff på samfunnsvitskapleg og økonomisk litteratur (Figur 34), tydar på viktige kunnskapshol. Vi vil også peike på at vi har funne overraskande få reviewartiklar om arealbruk og klimatilpassing, noko som indikerer eit udekt kunnskapsbehov.

8 Samla drøfting

Vi skal svare på kva litteraturen seier om kor berekraftig arealforvaltninga i Norge i dag er, særleg med omsyn til naturmangfald og økosystem. Vidare skal vi vise korleis litteraturen omtaler dilemma og konfliktar mellom ulike samfunnsomsyn og interesser i samband med arealbruk, og dessutan løysningar, verktøy og utviklingsmoglegheiter for arealbruk og forvaltning som best mogleg varetar sentrale samfunns mål innan klima- og naturmangfaldmåla. Som bakgrunn for denne drøftinga viser vi først eit diagram frå Statistisk sentralbyrå over korleis arealbruken i nyare tid har vore fordelt mellom utbyggingsformål og naturtypar.



¹ Overlagsanalyse med AR5 2010 i kombinasjon med AR-STAT fra 2014 for de områdene som ikke dekkes av AR5. Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 40 Utbyggt areal i Norge 2008-2019 fordelt etter arealtype. Kjelde: Rørholt og Steinnes (2020).

Figur 40 viser korleis utbygging i Norge i perioden 2008-2019 var fordelt mellom naturtypar. Sjølv om myr var den naturtypen med minst utbyggt areal, var det her klimaeffekten av utbygginga var størst på grunn av det høge karboninnhaldet i jordsmonnet (Rørholt & Steinnes, 2020).

Naturmangfaldet er truga av arealbruksendringar, både som nedbygging av natur og bruksendringar i skog- og jordbruk. Dette gir seg utslag i bestandsnedgang, utrydding av artar og uoppretteleg endring av heile økosystem. Det er samtidig få publikasjonar i materialet vårt som oppsummerer utviklingstrekka og viser fram det store bildet av korleis naturtap artar seg, kvifor det skjer, kva konsekvensar det kan få og kva vi kan gjere for å snu utviklinga. Mangelen på overordna perspektiv i litteraturen om tap av naturmangfald gjer seg særleg gjeldande innanfor dimensjonen årsaksorientering, noko som gir grunnlag for å peike på eit kunnskapshol.

Trass lite oversiktslitteratur innanfor temaet naturmangfald og arealbruksendringar, er trendane likevel klare. Litteraturen skildrar ei forverring av tilstand, mengd og utbreiing av artar og naturtypar. Den vitenskaplege dokumentasjonen på utviklingstrekka er variabel, og det er særleg i rapportar, såkalla grå litteratur, vi finn datagrunnlaget som kan bidra til å gi eit større bilde av utviklinga. Vi ser også at ein konsekvens av det svært vide oppdraget vårt er at det har vore vanskeleg å utforme litteratursøket på ein treffsikker måte.

Dei få oversiktspublikasjonane innanfor tematikken arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester viser at berekraftig arealforvaltning byr på store utfordringar fordi samfunnet ikkje har institusjonar som sikrar ei betre avveging mellom arealbruk og dei goda naturen leverer. Dette gjeld gode som kan omsettast i ein marknad (som trevirke, matvarer, tomter til hytter og bustader, areal til energiproduksjon og annan infrastruktur) i høve til gode (økosystemtenester) som ikkje kan omsettast i ein marknad, men som er viktige for samfunnet (som naturmangfald, karbonbinding og -lagring og klimarobustheit) (Blattert et al., 2023; Sandström et al., 2011). Dagens arealplanlegging klarer ikkje å fange opp, verken kvalitativt eller kvantitativt, den verdien økosystemtenestene har for samfunnet. Denne systemsvikten i planlegging og avgjerder om naturbruk er også vist av det internasjonale naturpanelet (IPBES, 2022). Dermed oppstår det konflikt mellom miljøomsyn og bruk av areal til andre formål. Grunnlaget for berekraftige avgjerder om

arealbruk blir derfor svakt, og nedbygging av natur og andre arealbruksendringar held fram (Hessen & Vandvik, 2022).

I motsetning til forskning om konsekvensar av arealendring for naturmangfald, gir vår studie inntrykk av at konsekvensane av norsk arealforvaltning på karbonlagra i naturen er noko betre utgreidd (Bartlett et al., 2020), sjølv om datagrunnlaget også her burde vore betre (Bakkestuen et al., 2023; Brendehaug & Groven, 2024). Publikasjonane viser at karbonlagra i jordsmonnet på våre breiddegrader er svært store, og dermed blir påverka av arealforvaltninga. I nokre tilfelle har det ført til store utslepp av klimagassar, som ved drenering og nedbygging av myr. I andre tilfelle har arealbruken ført til at karbonlagra har bygd seg opp i nyare tid, som oppbygging av kubikkmassen i skogen og i reduksjon i tap av karbonhaldig areal (myr) (Bartlett et al., 2020). Endringane er derfor samansette, utan at vi har funne kvantifiseringar som fortel om mengdeforholdet mellom desse ulike endringsprosessane.

Hytteutbygging kan tene som eksempel på ikkje berekraftig arealbruk. Planlagde område for hyttebygging i norske kommunar utgjer eit areal på 1 500 km², eller tre gongar så stort som arealet til dagens tettbygde hytteområde (Blumentrath et al., 2022). Dette øydelegg habitat, gir store landskapsendringar og reduserer naturen sin eigen karbonlagringskapasitet. I tillegg er utbygginga i konflikt med landbruket (Tjørve, et al., 2022). Om lag halvparten av det planlagde arealet til hytter er i natur med få eller ingen inngrep, mellom anna nær skoggrensa, mens den andre halvparten er i spreiddbygde strøk (Blumentrath et al., 2022). Norge har eit for høgt nivå på hytteutbygging i høve til det som er samfunnsøkonomisk lønsamt (Iversen et al., 2023). Dette er ikkje berekraftig arealbruk sjølv om det gir lokale inntekter og aktivitet.

Iversen et al. (2023) har utført ein av dei få inkluderte studiane innanfor økonomifaget som analyserer arealbruken. Juss er enda svakare representert i materialet vårt. Det resulterer i ein kunnskapsmangel om korleis økonomiske og særleg juridiske verkemiddel kan bidra til meir berekraftig arealbruk. Rett

nok omtaler Simensen et al. (2022) fleire juridisk og økonomisk relevante verkemiddel for å fremje berekraftig arealbruk. Sjølv om det finst slike døme, meiner vi våre funn viser at det trengst langt meir forskning på verkemiddelbruk innanfor økonomiske og juridiske fag.

Utbygging av fornybar energi er ein annan stor arealbrukar. Historisk gjeld dette vasskraft, i nyare tid også vindkraft, og etterkvart truleg også solenergi. Søket vårt har gitt få treff på litteratur om konsekvensar av vassdragsreguleringar. Brabrand og Borgstrøm (2022) viser at energilova av 1991 har ført med seg nye reguleringsregime som har gitt dårlege vilkår for fisken i regulerte vassdrag. Det trengst meir kunnskap om korleis energilova har påverka naturmangfaldet.

Vindkraftanlegga blir for det meste lagt i urørt natur eller natur der det frå før er få inngrep i konflikt med naturmangfald (Balotari-Chiebao et al., 2023). Vindkraft i Norge er ofte i konflikt med rovfugl og sjøfugl (May et al., 2021; Heggberget og Jonsson, 2005). Forsking har vist at det ikkje er transparent korleis omsyn til energi og naturmangfald blir vekta i konsesjonshandsaming av vindkraftsøknader (Gulbrandsen et al., 2020). Her er det eit kunnskapshol. Det finst metodar for å finne lokaliseringar som gir mindre konflikt enn det vi hittil har sett (May et al., 2021). Scenario for ny vindkraft i Norge viser at potensialet i Nord-Norge fell vekk og blir sterkt redusert i Midt-Norge om ein legg inn omsyn til reindrift som skrankar for lokalisering (Grimsrud et al., 2024) . Vi finn ingen norske publikasjonar som analyserer klimarekneskapen av vindkraftutbygging. Det er ein klar mangel så lenge slik utbygging er ein sentral strategi i det grønne skiftet.

Vi har funne få publikasjonar som omtaler arealendring langs kysten og av naturleg opne areal under tregrensa generelt. Ein tredel av det årlege utbyggingsarealet finn stad i slike område (Rørholt og Steinnes, 2020). Dette er areal som blir bygd ut både til hytter, energiproduksjon og annan infrastruktur. Kva konsekvensar dette har for naturmangfald og økosystemtenester er lite dokumentert. Ein nærare gjennomgang av litteraturen om våtmark viser at sjølv om denne økosystemtypen tilsynelatande er godt dekt, er det grunn til å

undersøke nærare om relevans og kvalitet på tilgjengelege forskingsresultat er god nok.

Mange av konfliktane knytt til norsk arealforvaltning gjeld produksjon av fornybar energi. Vi saknar samfunnsvitskapleg forskning som kastar lys over sentrale premissar i samfunnsdebatten, som at det skal vere motsetningar mellom det å løyse klima- og naturkrise, og oppfatninga om at energibruken vil eller må auke.

Andre store arealbruksformål som gir nedbygging av natur og semi-naturlege areal kan knytast til byspreiing (Groven et al, 2021) og samferdselsutbygging (Heggberget og Jonsson, 2005). Artsrike delta i sjø og ferskvatn er særleg utsett for tap av naturmangfald, men vi finn få publikasjonar som studerer konsekvensane av slike utbyggingar, trass i at områda har svært høg økologisk verdi. Dette er ein kunnskapsmangel.

For å redusere eller stoppe nedbygginga av natur og semi-naturlege areal tar Hessen og Vandvik (2022) til orde for eit heilt nytt perspektiv i arealplanlegging for ikkje berre å ta vare på naturmangfaldet, men også naturen sin kapasitet og evne til å binde og lagre karbon, påverke hydrologiske prosessar og for å førebygge ekstreme vêrhendingar.

Fordi naturtap er resultat av tunge drivkrefter som er vanskelege å snu, er det særleg trong for kunnskap om løysingar og verktøy som kan bidra til denne viktige snuoperasjonen. Fleire studiar peikar på overordna prinsipp for arealforvaltning som går ut på at bevaring må få forrang framfor avbøtande tiltak. Trass i dette ser vi få eksempel i litteraturen på at slike prinsipp har blitt nedfelt i praktiske løysingsforslag eller verktøy, og enda færre døme på at verktøya har blitt tatt i bruk med ønskt resultat. Vi finn såleis ein mangel på årsaksorientert fokus i litteraturen om løysingsforslag og verktøy, og noterer oss dette som eit kunnskapshol.

Nokre publikasjonar nyttar transformasjonsomgrepet som overordna perspektiv for kva som krevst for fundamental omstilling av arealbruken (Helseth et al 2023; Rush et al., 2022). I Norge har vi ikkje funne forskning som

går djupare inn i slike problemstillingar, men nokre utanlandske døme finst (Scheidel et al., 2018; Fischer-Kowalski og Rotmans, 2009).

Vår tolking er at transformasjon har parallellar til det øvste og prioriterte nivået i klimautvalet sitt rammeverk for tiltak i energisamfunnet, *unngå* aktiviteten, altså la vere å bygge ut eller å la vere å oppretthalde ein lite berekraftig aktivitet (NOU 2023:25). Her ligg det med andre ord ei kopling mellom dimensjonane årsaksorientering og omstilling. Dei neste trinna i rammeverket er å *flytte*, t.d. frå privatbil til kollektivt, og til slutt det lågast prioriterte, å *forbetre* (t.d. frå fossil til elbil). Skal ein ta dette rammeverket alvorleg inneber det i realiteten ein transformasjon av samfunnsutviklinga. Vi etterlyser forskingsbasert kunnskap om transformative prosessar som føresetnader for berekraftig arealbruk, altså forskning rundt sterk berekraft innanfor omstillingsdimensjonen. Sentrale tema her ville vere stabilisering, og i siste instans reduksjon, av energibruk, mobilitet og materielt forbruk.

Ei mindre grunnleggande tilnærming til utfordringane rundt berekraftig arealbruk er å styre etter tiltakshierarkiet for fysisk planlegging (avbøtande tiltak), som har likskapstrekk med Klimautvalget sin modell. Vi ser begge desse rammeverka som forsøk på å løfte fram ein meir årsaksorientert miljøpolitikk. Figur 30 framstiller dei fire nivåa i prioritert rekkefølge: 1) *unngå* alvorleg skade ved å tilpasse/flytte aktivitet, 2) *avgrense* skaden dersom inngrepet ikkje er til å unngå, 3) *sette i stand* eller restaurere om avgrensing ikkje er mogleg og 4) *kompensere* når alle dei andre strategiane kjem til kort. Litteraturen vi har studert omtaler nesten ikkje omplassering, flytting eller nedskalering av naturinngrep som arealforvaltningsverktøy, altså slike som kan knytast til det andre nivået i tiltakshierarkiet (å avgrense). Dette vurderer vi som eit kunnskapshol. Ein kan stille spørsmålsteikn ved om dette konseptet vil føre oss til ein berekraftig arealbruk, all den tid prinsippet allereie er nedfelt i plan- og bygningslova utan at dette ser ut til å ha bremsa naturtapet.

Arealbruk i intensivt drivne jordbrukslandskap eller skogbrukslandskap kan ikkje vurderast etter same kriterium som ved arealbruksendring i natur og semi-naturlege naturtypar, og reiser andre typar dilemma. Eit døme er

skogplanting eller etablering av energiskog i åkerlandskap prega av monokultur. Dette kan gi positive effektar for det biologiske mangfaldet (Donnison et al., 2021; Pedrolí et al., 2013), men ei slik arealendring vil vere i konflikt med andre samfunns mål som jordvern og matvareberedskap. Dette er døme på eit litteraturfelt med vesentlege innslag av samspeltematikk, både i tydinga positivt samspel (*co-benefits* og *synergies*) og negativt samspel (*trade-offs* og *conflicts*).

Nedgangen i artar og naturtypar er særleg sterk i jordbruket sitt kulturlandskap, og dette blir hovudsakleg sett direkte i samband med arealbruksendringar, særleg attgroing, intensivering og spesialisering, men også flaumdemping (Bakken et al., 2023; Alexander et al., 2022; Juárez et al., 2021; Pedersen & Krogli, 2017). Vi finn også eksempel på synergi mellom arealbruken i jordbruket og samfunnets preferansar for økosystemtenester ved ekstensivering og ved å oppretthalde det semi-naturlege beitelandskapet (Svalheim, 2022). Her er det jordbrukspolitikken som legg premissane i ei næring som er sterkt politisk styrt. Derfor er det eit stort behov for forskning som studerer koplingane mellom dei politiske vala i jordbrukspolitikken og verknadene dei har på naturmangfaldet og økosystemtenestene. Det er også stort behov for forskning som ser på konsekvensane som den omfattande teknologiske utviklinga har fått på naturmangfaldet og økosystemtenestene. Sjølv om utviklingstrekk i arealforvaltninga i jordbruket for ein stor del går i ikkje berekraftig retning, er litteraturen defensiv og dominert av snevre, naturfaglege problemstillingar. Løysingsforslag er for det meste av teknologisk art, t.d. der ein studerer korleis ulike driftsformer og teknologiar kan bidra til redusert tap av naturmangfald, auka karbonbinding eller større robustheit mot klimaendringar. Dette tolkar vi som ei kunnskapsskeivheit som taler for meir forskning rundt samfunnsomformande prosessar knytt til landbruksnæringa, altså større fokus på sterk berekraft. Vidare finn vi mangel på årsaksorienterte tilnærmingar i litteraturen om jordbruket sin effekt på naturmangfald og økosystemtenester. Dette ser vi på som store kunnskapshol om dei miljømessige langsiktige konsekvensane av den dominerande utviklingsretninga i jordbruket, inkludert den regionale spesialiseringa.

I skogen, som dekker store delar av dei mest produktive areala i Norge og huser over halvparten av artsmangfaldet, er naturmangfaldet truga. Det store biletet viser at skogpolitikken og -forvaltninga ikkje har klart å styre skogbruket slik at samfunnet sine ulike mål for skogarealet blir oppfylt i Skandinavia (Blattert et al., 2023; Sandström et al., 2011). Dette er situasjonen også i Norge (Helseth et al., 2023). Denne utviklinga har gått på kostnad av samfunnet sine mål om naturmangfald og andre økosystemtenester. Vi finn studiar som viser at produksjon av bioenergi ikkje alltid vil vere negativt for det biologiske mangfaldet, avhengig av lokale forhold (Pedroli et al., 2013), men produksjon av trevirke til bioenergi er ikkje karbon-nøytral (Holtmark, 2012). Subsidiar for å fremje gjødsling av skog har til hensikt å auke biomassen og dermed binde ei større mengd karbon i trevirke, men kan ha negativ klimaeffekt knytt til auka lystgassutslepp (Rusch et al., 2022). Det er lite forskning i Norge som kritisk analyserer i kva grad dagens moderne skogdrift leverer dei økosystemtenestene samfunnet ønskjer, og kva som skal til for å endre denne utviklinga. Den forskingsbaserte kunnskapen om skogbruket sin effekt på naturmangfald og økosystemtenester har ein mangel på årsaksorientering, til liks med litteraturen om landbruket. Dette er eit kunnskapshol. Når det gjeld omstillingsdimensjonen er det også for skogbruket primært fokus på teknologiske løysingar og tilpassingar (svak berekraft), som taler for kunnskapsskeivheit heller enn kunnskapshol.

Tema for løysingar og verktøy innanfor landbruk og skogbruk spenner vidt. Mange arbeid gir tilrådingar basert på studie av effektar av tiltak for bevaring av ulike naturkvalitetar og artar. Det er også eit vesentleg innslag av publikasjonar som studerer karbonbinding i jordsmonn og vegetasjon i både jord- og skogbruk. Det er forbod mot nydyrking av myr, men med høve til dispensasjon.⁷ Forskrift om berekraftig skogbruk har forbod mot drenering av myr og sumpskog for å plante skog. Slike regelendringar kan styrke berekrafta i jord- og skogbruket, men dispensasjonspraksisen vil avgjere om dette blir ein realitet.

⁷ <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/eiendom/ordninger-for-eiendom/soke-om-nydyrking/forskrift-om-nydyrking--kommentarer-til-regelverk/-5a-nydyrking-av-myr>

Fortettingsstrategien skal ideelt sett hindre byspreiing og redusere transportbehovet, men reiser eit dilemma knytt til tap av blå-grøne strukturar (Aamaas et al., 2020). Dette dilemmaet er ikkje absolutt, men avhengig av kontekst og kva skala ein legg til grunn for analysen (Madureira & Monteiro, 2021). Samspeildimensjonen er sterkt til stades i forskingslitteraturen som handlar om tap av naturmangfald og avveging mellom økosystemtenester i urbane område. Dette kjem mellom anna til syne i ei rad publikasjonar om bruk av naturbaserte løysingar.

Vurdering av metode og gjennomføring

Analysen vår tar utgangspunkt i dei 558 publikasjonane som er inkludert i datasettet vi i rapporten omtaler som *den nordiske litteraturen*. Vi er fullt på det reine med at eit halvt tusen publikasjonar ikkje kan gi ein uttømmende oversikt over nordiske studiar med relevans til forskingsspørsmåla våre. Vi registrerer at det er fleire sentrale arbeid som burde vore inkludert, men som ikkje har blitt fanga opp. Under diskuterer vi årsaker til dette.

Oppdraget om kunnskapsgjennomgang har vi valt å løyse med å gjennomføre ein scoping review, som særleg blir nytta når ein har å gjere med eit tema eller forskingsområde som er komplekst eller lite utforska. Dette er ei form for litteraturgjennomgang der prosessen er planlagt på førehand, med vekt på at arbeidet skal vere transparent og reproduserbart. Vestlandsforskning har ikkje tidlegare erfaring med å utføre scoping review, men har hatt tilgang til bibliotekfagleg personell med metodekompetanse.

I starten av arbeidet laga vi ein søkestrategi med søkestrengar som skulle fange opp mest mogleg av den relevante litteraturen. Utforming av søk må skje i ei avveging mellom ønsket om å dekke eit stort tilfang av relevante publikasjonar på den eine sida og kapasitetsomsyn på den andre. Meir uttømmende søk gir eit større omfang av publikasjonar som skal vurderast. For å redusere uvissa knytt til søkeresultatet stiller metoden krav om å gjennomføre prøvesøk vis a vis eit sett benchmarkartiklar for å sjå om søkestrategien verkar etter hensikten.

Grunnstammen i vår søkestrategi er eit sett søkeord som skal fange opp publikasjonar som tematiserer arealbruk og arealbruksendring (blå boks i figur 2 og 3 side 34). Minst eitt av desse søkeorda skal opptre i tittel, samandrag eller nøkkelord i kombinasjon med minst eitt av søkeorda knytt til naturmangfald, økosystemteneste, karbonfangst og -lagring og klimatilpassing (grøn boks). Søkeorda for arealbruk er slike som arealbruk, arealplanlegging, arealforvaltning, arealdekke, arealendring, nedbygging, utbygging og gjengroing (på norsk og engelsk).

I ettertid har vi innsett at ein del av den relevante litteraturen ikkje inneheld desse søkeorda fordi han er skriven som innlegg i akademiske diskusjonar om korleis økosystem fungerer og responderer på andre typar påverknad enn arealbruk. Det er opplagt at publikasjonar kan handle om arealbruksendringar sjølv om dette ikkje er uttalt i tittel eller samandrag. Vi kunne fått fleire relevante treff ved å inkludere søkeord som går meir spesifikt på konfliktfylte arealbrukstema som hyttebygging, vindkraft eller vegbygging.

Kapasitetsproblem har gjort at vi ikkje har kunna oppsøke så mange datakjelder og drive siteringsnøsting på den måten vi hadde ønskt.

I metodekapittelet gjer vi greie for korleis vi har handtert usikkerheit knytt til metoden og gjennomføringa. Eit viktig moment er at vi for å kompensere for manglar i det inkluderte materialet har trekt inn annan relevant litteratur i drøfting av vårt eige materiale i kapitla 4.2, 5.3, 6.3 og 8.

Tilrådingar og påpeikte kunnskapshol

Under følgjer våre tilrådingar basert på kunnskapsgjennomgangen og nærlesing av utvalde delar av den nordiske litteraturen, følgt av ei oppsummering av kunnskapshola vi har peikt på.

Det trengst meir overordna forskning på naturtilstand

Kunnskapsgjennomgangen viser at det er lite litteratur om arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester som set detaljkunnskap inn i ein større samanheng for å gi eit samla bilde av tilstanden til norsk natur.

NINA driv miljøovervaking både av viktige dyrebestandar og økosystem gjennom nasjonale overvåkingsprogram. Naturindeks tar utgangspunkt i tilstanden til enkeltartar, og tilstanden til dei store økosystema blir vurdert som eit vektta gjennomsnitt av indikatorane for artane som til saman representerer det biologiske mangfaldet i kvart enkelt økosystem (Jakobsson & Pedersen, 2020; Nybø et al., 2020). To kartleggingsinitiativ er også sett i gang av Miljødirektoratet, nærare bestemt arealrepresentativ naturovervaking (ANO) og arealrepresentativ overvaking av semi-naturleg eng (ASO). Desse har enno ikkje resultert i publikasjonar som vi har fanga opp.

Overordna tiltstandsvurderingar er essensielt for å kunne vurdere kor berekraftig arealbruken er, og initiativa over viser at norske miljøstyresmakter anerkjenner dette. I den økologiske litteraturen som har blitt fanga opp av våre søk er det få innslag av denne typen overordna vurderingar. Dette kan henge saman med manglar ved vår søkestrategi. Det generelle bildet er uansett at den naturvitskaplege kunnskapsproduksjonen rundt arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester – i tillegg til grunnforskning og spesialiserte studiar – bør innehalde meir heilskaplege analysar av status og utviklingstrendar.

Det trengst kriterium for berekraftig arealforvaltning

Vidare saknar vi kriteriesett for vurdering av berekraftig arealforvaltning som kan tilpassast det mangfaldet av økosystem og arealtypar som finst. Raudlistevurderingar og naturindeks er viktige bidrag her, men dei har avgrensa verdi viss ein skal etablere standardar for berekraftig forvaltning av det som ikkje er naturområde eller semi-naturlege område. Dette gjeld særleg for intensivt drivne produksjonsområde i jordbruket og urbane område. Skogbruksnæringa har innført miljøsertifiseringsordningar for skog som næringsutøvarane kan velje å rette seg etter. Vi ser behov for berekraftsvurderingar som dekker alt areal, ikkje berre det som er omfatta av frivillige næringsinitiativ. Som døme kan vi trekke fram behovet for berekraftsdefinisjonar og indikatorar som kan bli instrumentelle i å hindre tap av naturverdiane knytt til den tredjedelen av norsk skog som aldri har blitt flatehogd.

Det trengst tverrvitskapleg forskning om berekraftig arealforvaltning

Kunnskapsgjennomgangen viser at den naturvitskaplege litteraturen om arealbruk, naturmangfald og økosystemtenester i liten grad ser på korleis beslutningsprosessar og andre drivarar påverkar berekrafta. Det kjem særleg til syne gjennom eit framherskande effektorientert perspektiv på miljøpolitikken, og tilsvarande mangel på årsaksorientert tilnærming. Dette avdekkjer eit kunnskapshol som vi meiner kan tettast ved at det blir lagt til rette for større grad av tverrvitskapleg forskning på dette feltet. Langsiktig satsing gjennom forskingsprogram som legg til rette for slik kunnskapsproduksjon er ein føresetnad for å få til dette. Nokre av dei mest relevante tverrvitskaplege bidraga i materialet vårt er nettopp publikasjonar frå slike forskingsrådsprogram.

Det trengst forskning om transformasjon som føresetnad for berekraftig arealbruk

Ein meir berekraftig arealbruk krev omstillingsprosessar av mange slag. Mykje av litteraturen vi har undersøkt har eit endringsperspektiv vi tolkar som uttrykk for *svak berekraft*. Dette gjeld ofte teknologiske tilpassingar (i faglitteraturen omtalt som *transition*) til forskjell frå samfunnsomstilling med utgangspunkt i sosiale og politiske forhold (*transformation*), som kjenneteiknar *sterk berekraft*. Den vektlegginga vi observerer i forskingslitteraturen gir ei kunnskapsskeivheit som gjer at vi tilrår meir forskning om transformative prosessar som skal til for å oppnå berekraftig arealbruk i tråd med viktige klima- og miljømål.

Dei avdekte kunnskapshola og kunnskapsskeivheitene viser at vi treng meir kunnskap om:

- Dei store linene i arealbruksendringar av natur og semi-naturlege naturtypar, og korleis vi som samfunn kan sikre ei betre avveging mellom arealbruk til gode som blir omsett i marknaden kontra fellesgode som naturmangfald, karbonbinding og -lagring og klimarobustheit. Dette gjeld på tvers av sektorar og beslutningsnivå.

- Korleis styringssystemet for arealbruk kan endrast for å sikre ei betre realisering av samfunnet si vektlegging av fellesgode i høve til private gode ved arealbruk.
- Konsekvensane for naturmangfald og økosystemtenester av arealendringane langs kysten, i artsrike delta i sjø og ferskvatn og i naturleg opne areal.
- Sentrale premissar i samfunnsdebatten, som at det skal vere motsetningar mellom det å løyse både klimakrisa og naturkrisa, og oppfatninga om at energibruken vil eller må auke.
- Korleis overordna prinsipp for arealforvaltning for bevaring av natur kan bli nedfelt i praktiske løysingsforslag eller verktøy, og resultat av bruk av slike prinsipp.
- Dei langsiktige konsekvensane for naturmangfald og økosystemtenester av den dominerande utviklingsretninga i jord- og skogbruket. For jordbruket bør dette inkludere den regionale spesialiseringa på alle nivå.
- Korleis omstilling til berekraftig arealbruk kan skje gjennom samfunnsomformande prosessar, og ikkje berre gjennom stegvise, teknologiske justeringar.

Referansar

- Aggemyr, E., & Cousins, S. A. O. (2012). Landscape structure and land use history influence changes in island plant composition after 100years [Article]. *Journal of Biogeography*, 39(9), 1645-1656. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02733.x>
- Alexander, J., Aasmo-Finne, M., Agdestein, A., Bodin, J. E., Bruzell, E. M., Elvevoll, E. O., Hemre, G. I., Hessen, D. O., Hofshagen, M., & Husøy, T. (2022). Matproduksjon, mattrygghet og miljø-innspill om kunnskapsbehov til gjennomføringen av det grønne skiftet-Uttalelse fra hovedkomiteen i Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM).
- Alikhani, S., Nummi, P., & Ojala, A. (2023). Modified, Ecologically Destroyed, and Disappeared – History of Urban Wetlands in Helsinki Metropolitan Area [Article]. *Wetlands*, 43(4), Article 33. <https://doi.org/10.1007/s13157-023-01671-w>
- Angelstam, P., Andersson, K., Axelsson, R., Elbakidze, M., Jonsson, B. G., & Roberge, J. M. (2011). Protecting forest areas for biodiversity in Sweden 1991-2010: The policy implementation process and outcomes on the ground [Article]. *Silva Fennica*, 45(5), 1111-1133. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-81855175452&partnerID=40&md5=7f1b01f5591247dc5b5540e18db27c18>
- Angelstam, P., Bush, T., & Manton, M. (2023). Challenges and Solutions for Forest Biodiversity Conservation in Sweden: Assessment of Policy, Implementation Outputs, and Consequences [Article]. *Land*, 12(5), Article 1098. <https://doi.org/10.3390/land12051098>
- Angelstam, P., & Manton, M. (2021). Effects of forestry intensification and conservation on green infrastructures: A spatio-temporal evaluation in Sweden. *Land*, 10(5), 531.
- Angelstam, P., Manton, M., Green, M., Jonsson, B.-G., Mikusiński, G., Svensson, J., & Sabatini, F. M. (2020). Sweden does not meet agreed national and international forest biodiversity targets: A call for adaptive landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 202, 103838.
- Artsdatabanken. (2021). *Hvor finnes de truede artene? Norsk rødliste for arter 2021*. Retrieved 26.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Resultater/Hvorfinnesdetrueteartene>
- Arzel, C., Ronka, M., Tolvanen, H., Aarras, N., Kamppinen, M., & Vihervaara, P. (2015). Species diversity, abundance and brood numbers of breeding waterbirds in relation to habitat properties in an agricultural watershed.

ANNALES ZOOLOGICI FENNICI, 52(1-2), 17-32.
<https://doi.org/10.5735/086.052.0202>

- Asheim, L. J., Thorvaldsen, P., & Rivedal, S. (2020). Policy measures to preserve Norwegian coastal and fjord landscapes in small-scale farming systems [Article]. *ENVIRONMENTAL SCIENCE & POLICY*, 104, 43-51.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.017>
- Auffret, A. G., Kimberley, A., Plue, J., & Waldén, E. (2018). Super-regional land-use change and effects on the grassland specialist flora [Article]. *Nature Communications*, 9(1), Article 3464. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05991-y>
- Aune, S., Bryn, A., & Hovstad, K. A. (2018). Loss of semi-natural grassland in a boreal landscape: Impacts of agricultural intensification and abandonment. *JOURNAL OF LAND USE SCIENCE*, 13(4), 375-390.
- Austrheim, G., Speed, J. D. M., Evju, M., Hester, A., Holand, O., Loe, L. E., Martinsen, V., Mobaek, R., Mulder, J., Steen, H., Thompson, D. B. A., & Mysterud, A. (2016). Synergies and trade-offs between ecosystem services in an alpine ecosystem grazed by sheep - An experimental approach. *BASIC AND APPLIED ECOLOGY*, 17(7), 596-608.
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.06.003>
- Bakken, A. K., Bechmann, M., Bonesmo, H., Flaten, O., Gustavsen, G. W., Haukås, T., Hegrenes, A., Johansen, L., Klingen, I., & Kværnø, S. (2023). Bærekraft i norsk jordbruksproduksjon. Kunnskapsstatus for videre analyser. *NIBIO Rapport*.
- Bakkestuen, V., Venter, Z., Ganerød, A. J., & Framstad, E. (2023). Delineation of Wetland Areas in South Norway from Sentinel-2 Imagery and LiDAR Using TensorFlow, U-Net, and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 15(5), 1203. <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/5/1203>
- Balaman, S. Y., Berndes, G., Cederberg, C., & Rosenqvist, H. (2023). Towards multifunctional landscapes coupling low carbon feed and bioenergy production with restorative agriculture: Economic deployment potential of grass-based biorefineries. *BIOFUELS BIOPRODUCTS & BIOREFINING-BIOFPR*, 17(3), 523-536. <https://doi.org/10.1002/bbb.2454>
- Balotari-Chiebao, F., Santangeli, A., Piirainen, S., & Byholm, P. (2023). Wind energy expansion and birds: Identifying priority areas for impact avoidance at a national level [Article]. *Biological Conservation*, 277, N.PAG-N.PAG.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109851>
- Bargmann, T., Hatteland, B. A., & Grytnes, J. A. (2015). Effects of prescribed burning on carabid beetle diversity in coastal anthropogenic heathlands [Article]. *Biodiversity and Conservation*, 24(10), 2565-2581.
<https://doi.org/10.1007/s10531-015-0945-1>
- Bartlett, J., Rusch, G. M., Kyrkjeeide, M. O., Sandvik, H., & Nordén, J. (2020). *Carbon storage in Norwegian ecosystems (revised edition)* (824264604X). (NINA Report 1774b). <https://hdl.handle.net/11250/2655580>

- Bell, D., Hjalten, J., Nilsson, C., Jorgensen, D., & Johansson, T. (2015). Forest restoration to attract a putative umbrella species, the white-backed woodpecker, benefited saproxylic beetles. *ECOSPHERE*, 6(12), Article 278. <https://doi.org/10.1890/ES14-00551.1>
- Bergan, M. A., & Nøst, T. H. (2017). *Tapt areal og produksjonsevne for sjørretbekker i Trondheim kommune* (NINA Rapport 1354). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2446250>
- Bergan, M. A., & Solem, Ø. (2018). *Problemkartlegging, ungfiskovervåking og anslag på tapt areal og redusert produksjonsevne i små sidevassdrag til Gaula* (NINA Rapport 1497). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2500771>
- Blanco, J., Bellón, B., Fabricius, C., de O. Roque, F., Pays, O., Laurent, F., Fritz, H., & Renaud, P. C. (2020). Interface processes between protected and unprotected areas: A global review and ways forward. *Global change biology*, 26(3), 1138-1154. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14865?casa_token=ncco2TRoCIMAaaaa%3AWnyn-Zo-kao4j92PZ4Y2CVq3S3rblWx1Ynd5xY4v_U3Jj8ekcXW77_zANztA8iEBlaG2CtQtwVrot7HH
- Blattert, C., Eyvindson, K., Hartikainen, M., Burgas, D., Potterf, M., Lukkarinen, J., Snäll, T., Torano-Caicoya, A., & Mönkkönen, M. (2022). Sectoral policies cause incoherence in forest management and ecosystem service provisioning. *Forest Policy and Economics*, 136, 102689.
- Blattert, C., Mönkkönen, M., Burgas, D., Di Fulvio, F., Toraño Caicoya, A., Vergarechea, M., Klein, J., Hartikainen, M., Antón-Fernández, C., & Astrup, R. (2023). Climate targets in European timber-producing countries conflict with goals on forest ecosystem services and biodiversity. *Communications earth & environment*, 4(1), 119.
- Blicharska, M., Hedblom, M., Josefsson, J., Widenfalk, O., Ranius, T., Öckinger, E., & Widenfalk, L. A. (2022). Operationalisation of ecological compensation—Obstacles and ways forward. *Journal of Environmental Management*, 304, 114277.
- Blumentrath, S., Simensen, T., & Nowell, M. (2022). *Kartlegging av tomtereserver for fritidsbolig i Norge* (NINA Rapport 2171). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/3027391?locale-attribute=en>
- Bommarco, R., Lindborg, R., Marini, L., & Öckinger, E. (2014). Extinction debt for plants and flower-visiting insects in landscapes with contrasting land use history. *DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS*, 20(5), 591-599. <https://doi.org/10.1111/ddi.12187>
- Borgström, S. T. (2009). Patterns and challenges of urban nature conservation—a study of southern Sweden [Article]. *Environment & Planning A*, 41(11), 2671-2685. <https://doi.org/10.1068/a41312>

- Brabrand, Å., & Borgstrøm, R. (2022). Magasinmanøvrering: Effekt på næringsdyr og fisk. *Naturen*, 146(5), 199-207.
- Brandrud, T. B., E, Hofton, T., Jordal, J., & Nordén, J. (2021). *Artsgruppeomtale sopper (Fungi)*. Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. Retrieved 18.05.2024 from <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/Sopp>
- Brendehaug, E. (2013). *Mobilisering, makt og endring. Ein studie av deltaking i verneplanprosessen for oppretting av Breheimen nasjonalpark med tilgrensande verneområde* (Doctoral theses at NTNU, 2013:232).
- Brendehaug, E., & Groven, K. (2024). *Kunnskapsgrunnlag for integrerte planar om areal og klima* (VF-rapport nr. 2-2024). <https://www.vestforsk.no/nn/publication/kunnskapsgrunnlag-integrerte-planar-om-areal-og-klima>
- Brendehaug, E., Groven, K., & Selseng, T. (2022). Naturmangfold og klimatilpassing blir borte i vektlegginga av klimagassutslepp. In (pp. 41-58). Universitetsforlaget.
- Brendehaug, E., Groven, K., Selseng, T., & Aall, C. (2021a). *Samspeleffektar i lokal miljø- og klimapolitikk. Synergjar og konflikhtar ved tiltak for reduksjon av klimagassutslepp, varetaking av biologisk mangfald, klimatilpassing og energiomstilling* (Vestlandsforskning-rapport nr. 4/2021). <https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2021-08/Samspeleffektar%20VF-rapport%204-2021%20MASTERDOKUMENT.pdf>
- Brendehaug, E., Groven, K., Selseng, T., & Aall, C. (2021b). *Samspeleffektar i lokal miljø- og klimapolitikk. Synergjar og konflikhtar ved tiltak for reduksjon av klimagassutslepp, varetaking av naturmangfald, klimatilpassing og energiomstilling*.
- Bøe, F., Sturite, I., Lågbu, R., Hegrenes, A., & Ring, P. H. (2020). Fangvekster som klimatilpassing i Norge. Egnede dyrkingsareal, potensiale for klimagassbesparelse, kostnader, barrierer og virkemiddel. *NIBIO Rapport*.
- Chellaiah, D., & Kuglerová, L. (2021). Are riparian buffers surrounding forestry-impacted streams sufficient to meet key ecological objectives? A Swedish case study [Article]. *Forest Ecology & Management*, 499, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119591>
- Ciais, P., Schelhaas, M. J., Zaehle, S., Piao, S. L., Cescatti, A., Liski, J., Luyssaert, S., Le-Maire, G., Schulze, E. D., Bouriaud, O., Freibauer, A., Valentini, R., & Nabuurs, G. J. (2008). Carbon accumulation in European forests. *NATURE GEOSCIENCE*, 1(7), 425-429. <https://doi.org/10.1038/ngeo233>
- Cortinovis, C., Olsson, P., Boke-Olén, N., & Hedlund, K. (2022). Scaling up nature-based solutions for climate-change adaptation: Potential and benefits in three European cities [Article]. *URBAN FORESTRY & URBAN GREENING*, 67, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127450>

- Cousins, S. A. O., & Eriksson, O. (2008). After the hotspots are gone: Land use history and grassland plant species diversity in a strongly transformed agricultural landscape. *APPLIED VEGETATION SCIENCE*, 11(3), 365-374. <https://doi.org/10.3170/2008-7-18480>
- Cousins, S. A. O., Lavorel, S., & Davies, I. (2003). Modelling the effects of landscape pattern and grazing regimes on the persistence of plant species with high conservation value in grasslands in south-eastern Sweden [Article]. *Landscape Ecology*, 18(3), 315-332. <https://doi.org/10.1023/A:1024400913488>
- Cousins, S. A. O., Lindborg, R., & Mattsson, S. (2009). Land use history and site location are more important for grassland species richness than local soil properties. *NORDIC JOURNAL OF BOTANY*, 27(6), 483-489. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2009.00472.x>
- Cudlín, P., Klopčič, M., Tognetti, R., Mališ, F., Alados, C. L., Bebi, P., Grunewald, K., Zhiyanski, M., Andonowski, V., Porta, N. L., Bratanova-Doncheva, S., Kachaunova, E., Edwards-Jonáová, M., Ninot, J. M., Rigling, A., Hofgaard, A., Hlasny, T., Skalák, P., & Wielgolaski, F. E. (2017). Drivers of treeline shift in different European mountains [Article]. *Climate Research*, 73(1-2), 135-150. <https://doi.org/10.3354/cr01465>
- Dawkins, E., André, K., Axelsson, K., Benoist, L., Swartling, Å. G., & Persson, Å. (2019). Advancing sustainable consumption at the local government level: A literature review. *Journal of cleaner production*, 231, 1450-1462.
- den Herder, M., Kurttila, M., Leskinen, P., Lindner, M., Haatanen, A., Sironen, S., Salminen, O., Juusti, V., & Holma, A. (2017). Is enhanced biodiversity protection conflicting with ambitious bioenergy targets in eastern Finland? [Article]. *Journal of Environmental Management*, 187, 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.065>
- Dengler, J., Birge, T., Bruun, H. H., Rasomavicius, V., Rusina, S., & Sickel, H. (2020). Grasslands of Northern Europe and the Baltic States. In (Vol. 3-5, pp. 689-702). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12433-9>
- Dervo, B., Mjelde, M., Schartau, A., & Uglem, I. (2018a). *Elvevannmasser, Ferskvann. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 21.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/33>
- Dervo, B., Mjelde, M., Schartau, A., & Uglem, I. (2018b). *Sterkt kalkrike dammer, pytter og små og/eller grunne innsjøer, Ferskvann. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 21.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/279>
- Donnison, C., Holland, R. A., Harris, Z. M., Eigenbrod, F., & Taylor, G. (2021). Land-use change from food to energy: meta-analysis unravels effects of bioenergy on biodiversity and cultural ecosystem services. *Environmental Research Letters*, 16(11), 113005. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac22be/meta>

- Dorber, M., Panzacchi, M., Strand, O., & van Moorter, B. (2023). New indicator of habitat functionality reveals high risk of underestimating trade-offs among sustainable development goals: The case of wild reindeer and hydropower [Article]. *AMBIO - A Journal of the Human Environment*, 52(4), 757-768. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01824-x>
- Dullinger, S., Dendoncker, N., Gattringer, A., Leitner, M., Mang, T., Moser, D., Mucher, C. A., Plutzer, C., Rounsevell, M., Willner, W., Zimmermann, N. E., & Hulber, K. (2015). Modelling the effect of habitat fragmentation on climate-driven migration of European forest understorey plants. *DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS*, 21(12), 1375-1387. <https://doi.org/10.1111/ddi.12370>
- Dyrset, G. (2019). Vindkraft og villrein–hvilke hensyn bør ivaretas? *Fauna*, 72(1-4).
- Ebenhard, T., Forsberg, M., Lind, T., Nilsson, D., Andersson, R., Emanuelsson, U., Eriksson, L., Hultåker, O., Iwarsson Wide, M., & Ståhl, G. (2017). Environmental effects of brushwood harvesting for bioenergy [Article]. *Forest Ecology & Management*, 383, 85-98. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.05.022>
- Edvardsen, A., Halvorsen, R., Bratli, H., Bryn, A., Dervo, B., Erikstad, L., Horvath, P., Simensen, T., Skarpaas, O., van Son, T. C., & Wollan, A. K. (2024). *Natur i Norge. Variasjon satt i system*. Universitetsforlaget.
- Elmhagen, B., Destouni, G., Angerbjörn, A., Borgström, S., Boyd, E., Cousins, S. A. O., Dalén, L., Ehrlén, J., Ermold, M., Hambäck, P. A., Hedlund, J., Hylander, K., Jaramillo, F., Lagerholm, V. K., Lyon, S. W., Moor, H., Nykvist, B., Pasanen-Mortensen, M., Plue, J., & Prieto, C. (2015). Interacting effects of change in climate, human population, land use, and water use on biodiversity and ecosystem services [Article]. *Ecology & Society*, 20(1), 370-379. <https://doi.org/10.5751/ES-07145-200123>
- Eriksson, O., Cousins, S. A. O., & Bruun, H. H. (2002). Land-use history and fragmentation of traditionally managed grasslands in Scandinavia. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE*, 13(5), 743-748. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02102.x>
- Erikstad, L., Husteli, B., Dahl, R., & Heldal, T. (2018). *Delta, Landform. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 27.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/169>
- Evans, C. D., Page, S. E., Jones, T., Moore, S., Gauci, V., Laiho, R., Hruška, J., Allott, T. E. H., Billett, M. F., Tipping, E., Freeman, C., & Garnett, M. H. (2014). Contrasting vulnerability of drained tropical and high-latitude peatlands to fluvial loss of stored carbon [Article]. *Global Biogeochemical Cycles*, 28(11), 1215-1234. <https://doi.org/10.1002/2013GB004782>
- Evju, M., Blumentrath, S., Skarpaas, O., Stabbetorp, O. E., & Sverdrup-Thygeson, A. (2015). Plant species occurrence in a fragmented grassland landscape: the importance of species traits. *BIODIVERSITY AND CONSERVATION*, 24(3), 547-561. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0835-y>

- Evju, M., Høitomt, T., Ihlen, P. G., Aarrestad, P. A., & Grytnes, J.-A. (2018). *Åpen grunnlendt sterkt kalkrik mark i boreonemoral sone, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 27.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/266>
- Evju, M., Roos, R. E., Endrestøl, A., Nowell, M., Hanssen, O., & Ombler, E. E. (2022). Effektovervåking av trua arter og naturtyper 2022.
- Feld, C. K., Birk, S., Bradley, D. C., Hering, D., Kail, J., Marzin, A., Melcher, A., Nemitz, D., Pedersen, M. L., Pletterbauer, F., Pont, D., Verdonschot, P. F. M., & Friberg, N. (2011). From Natural to Degraded Rivers and Back Again: A Test of Restoration Ecology Theory and Practice. In G. Woodward (Ed.), (Vol. 44, pp. 119-209). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374794-5.00003-1>
- Fienitz, M. (2023). Taking Stock of Land Use Conflict Research: A systematic map with special focus on conceptual approaches. *Society & Natural Resources*, 36(6), 715-732. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08941920.2023.2199380>
- Fischer-Kowalski, M., & Rotmans, J. (2009). Conceptualizing, observing, and influencing social–ecological transitions. *ECOLOGY AND SOCIETY*, 14(2).
- Fjellstad, W. J., & Eiter, S. (2022). Økt matproduksjon i Europa kan forringe naturmangfoldet i jordbrukslandskapet.
- Framstad (red), E., Blindheim, T., Granhus, A., Nowell, M., & Sverdrup-Thygeson, A. (2017). *Evaluering av norsk skogvern i 2016. Dekning av mål for skogvernet og behov for supplerende vern* (NINA Rapport 1352). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2441926>
- Framstad, E. (2018). *Flomskogsmark, Skog. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 26.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/393>
- Framstad, E., & Bendiksen, E. (2018a). *Intermediær til ekstremt kalkrik og litt til sterkt tørkeutsatt lågurt barskog, Skog. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 26.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/392>
- Framstad, E., & Bendiksen, E. (2018b). *Svakt intermediært til temmelig kalkrik grus og sanddominert sandskogsmark med dominans av bartrær, Skog. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 26.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/359>
- Furberg, D., Ban, Y., & Mörtberg, U. (2020). Monitoring urban green infrastructure changes and impact on habitat connectivity using high-resolution satellite data [Article]. *Remote Sensing*, 12(18), Article 3072. <https://doi.org/10.3390/RS12183072>
- Gammelmo, Ø., Kjærandsen, J., Leendertse, A., Kvifte, G. M., & Jonassen, T. (2021). Artsgruppeomtale tovinger (Diptera). Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. *Norsk rødliste*.

- Gren, Å., & Andersson, E. (2018). Being efficient and green by rethinking the urban-rural divide—Combining urban expansion and food production by integrating an ecosystem service perspective into urban planning [Article]. *Sustainable Cities and Society*, *40*, 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.031>
- Grimsrud, K., Hagem, C., Haaskjold, K., Lindhjem, H., Nowell, M., Grimsrud, K., Hagem, C., Haaskjold, K., Lindhjem, H., & Nowell, M. (2024). Spatial Trade-Offs in National Land-Based Wind Power Production in Times of Biodiversity and Climate Crises. *Environmental & resource economics*, *87*(2), 401-436. <https://doi.org/10.1007/s10640-023-00764-8>
- Groven, K., Hamre, L. N., Moberg, K. R., & Selseng, T. (2021). Fortetting og byspreiing: praksis og haldningar gjennom tretti år i fire norske kommunar. In (pp. 81-100). Universitetsforlaget.
- Gulbrandsen, L. H., Inderberg, T. H. J., Jevnaker, T., Gulbrandsen, L. H., Inderberg, T. H. J., & Jevnaker, T. (2021). Is political steering gone with the wind? Administrative power and wind energy licensing practices in Norway. *Energy research & social science*, *74*, 101963. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.101963>
- Gundersen, V., Singasaas, M., Grønn, J. F., Köhler, B., & Simensen, T. (2023). Tradisjon og destinasjon-en studie av fritidsboliger, ferdsel og fremtidsbilder på Hardangervidda.
- Gustafson, D. H., Malmgren, J. C., & Mikusinski, G. (2011). Terrestrial habitat predicts use of aquatic habitat for breeding purposes - a study on the great crested newt (*Triturus cristatus*). *ANNALES ZOOLOGICI FENNICI*, *48*(5), 295-307. <https://doi.org/10.5735/086.048.0504>
- Hagen, D., Skrindo, A. B., Evju, M., Nybø, S., Simensen, T., & Kolstad, A. L. (2022). Nye virkemidler i arealforvaltningen—naturrestaurering, arealregnskap og naturavgift.
- Halvorsen, R., Bryn, A., & Erikstad, L. (2016). *NiNs systemkjerne-teori, prinsipper og inndelingskriterier. Versjon 2.2, Systemdokumentasjon 1*. Artsdatabanken. https://artsdatabanken.no/Files/29717/Artikkel_1___NiNs_systemkjerne___teori,_prinsipper_og_inndelingskriterier.pdf
- Hammar, T., Stendahl, J., Sundberg, C., Holmström, H., & Hansson, P. A. (2019). Climate impact and energy efficiency of woody bioenergy systems from a landscape perspective [Article]. *Biomass and Bioenergy*, *120*, 189-199. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.11.026>
- Hamre, L. N., Halvorsen, R., Edvardsen, A., & Rydgren, K. (2010). Plant species richness, composition and habitat specificity in a Norwegian agricultural landscape [Article]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *138*(3-4), 189-196. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.04.018>
- Hannus, J. J., & von Numers, M. (2010). Temporal changes in the island flora at different scales in the archipelago of SW Finland [Article]. *Applied*

Vegetation Science, 13(4), 531-545. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2010.01092.x>

- Hanson, H. I., Eckberg, E., Widenberg, M., & Alkan Olsson, J. (2021). Gardens' contribution to people and urban green space [Article]. *URBAN FORESTRY & URBAN GREENING*, 63, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127198>
- Havu, M., Kulmala, L., Kolari, P., Vesala, T., Riikonen, A., & Jarvi, L. (2022). Carbon sequestration potential of street tree plantings in Helsinki. *Biogeosciences*, 19(8), 2121-2143. <https://doi.org/10.5194/bg-19-2121-2022>
- Hedblom, M., Andersson, E., & Borgström, S. (2017). Flexible land-use and undefined governance: From threats to potentials in peri-urban landscape planning [Article]. *Land Use Policy*, 63, 523-527. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.02.022>
- Hedwall, P., Ola, G., Lena, B., Jörg, L., Matts, A., & Lena, S. (2019). Half a century of multiple anthropogenic stressors has altered northern forest understory plant communities [Article]. *Ecological Applications*, 29(4), N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1002/eap.1874>
- Heggberget, T. M., & Jonsson, B. (2005). *Landskapsøkologi : arealbruk og landskapsanalyse : NINAs strategiske instituttprogrammer 2001-2005* (Vol. 32). Norsk institutt for naturforskning.
- Heino, J., Ilmonen, J., Kotanen, J., Mykra, H., Paasivirta, L., Soininen, J., & Virtanen, R. (2009). Surveying biodiversity in protected and managed areas: Algae, macrophytes and macroinvertebrates in boreal forest streams. *ECOLOGICAL INDICATORS*, 9(6), 1179-1187. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.02.003>
- Heino, J., Virtanen, R., Vuori, K.-M., Saastamoinen, J., Ohtonen, A., & Muotka, T. (2005). Spring bryophytes in forested landscapes: Land use effects on bryophyte species richness, community structure and persistence [Article]. *Biological Conservation*, 124(4), 539-545. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.03.004>
- Hellberg, E., Josefsson, T., & Ostlund, L. (2009). The Transformation of a Norway Spruce Dominated Landscape Since Pre-Industrial Times in Northern Sweden: the Influence of Modern Forest Management on Forest Structure. *SILVA FENNICA*, 43(5), 783-797, Article 173. <https://doi.org/10.14214/sf.173>
- Helseth, E. V., Vedeld, P., Framstad, E., Gómez-Baggethun, E., Helseth, E. V., Vedeld, P., Framstad, E., & Gómez-Baggethun, E. (2022). Forest ecosystem services in Norway: Trends, condition, and drivers of change (1950–2020). *Ecosystem services*, 58, 101491. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101491>

- Hertog, I. M., Brogaard, S., & Krause, T. (2022). Barriers to expanding continuous cover forestry in Sweden for delivering multiple ecosystem services. *Ecosystem services*, 53, 101392.
- Hessen, D. O., & Vandvik, V. (2022). Buffering Climate Change with Nature. *WEATHER CLIMATE AND SOCIETY*, 14(2), 439-450. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0059.1>
- Hjelle, K. L., Kaland, S., Kvamme, M., Lødøen, T. K., & Natlandsmyr, B. (2012). Ecology and long-term land-use, palaeoecology and archaeology - The usefulness of interdisciplinary studies for knowledge-based conservation and management of cultural landscapes [Article]. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 8(4), 321-337. <https://doi.org/10.1080/21513732.2012.739576>
- Holden, E., & Linnerud, K. (2021). *Bærekraftig utvikling: En idé om rettferdighet*. Universitetsforlaget.
- Holden, E., Linnerud, K., Banister, D., Schwanitz, V. J., & Wierling, A. (2017). *The Imperatives of Sustainable Development. Needs, Justice, Limits*. Routledge.
- Holmen, B. I. (2020). Økt karbonbinding ved bruk av fangvekster på kornarealet. *AgriAnalyse. Rapport*, 5.
- Holtmark, B. (2012). Harvesting in boreal forests and the biofuel carbon debt. *CLIMATIC CHANGE*, 112(2), 415-428. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0222-6>
- Hottola, J., & Siitonen, J. (2008). Significance of woodland key habitats for polypore diversity and red-listed species in boreal forests [Article]. *Biodiversity & Conservation*, 17(11), 2559-2577. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9317-4>
- Hovstad, K. A., L., J., Arnesen, A., Svalheim, E., & Velle, L. G. (2018a). *Boreal hei, Semi-naturlig. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 16.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/71>
- Hovstad, K. A., L., J., Arnesen, A., Svalheim, E., & Velle, L. G. (2018b). *Kystlynghei, Semi-naturlig. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 16.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/74>
- Hovstad, K. A., L., J., Arnesen, A., Svalheim, E., & Velle, L. G. (2018c). *Semi-naturlig eng, Semi-naturlig. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 16.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/72>
- Huotari, J., Nykänen, H., Forsius, M., & Arvola, L. (2013). Effect of catchment characteristics on aquatic carbon export from a boreal catchment and its importance in regional carbon cycling [Article]. *Global Change Biology*, 19(12), 3607-3620. <https://doi.org/10.1111/gcb.12333>
- Häkkilä, M., Le Tortorec, E., Brotons, L., Rajasärkkä, A., Tornberg, R., & Mönkkönen, M. (2017). Degradation in landscape matrix has diverse

- impacts on diversity in protected areas [Article]. *PLoS ONE*, 12(9), Article e0184792. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184792>
- Høitomt, T., Blom, H. H., Kyrkjeeide, M. O., Hassel, K., & Brynjulvsrud, J. (2021). *Artsgruppeomtale moser (Anthocerotophyta, Marchantiophyta og Bryophyta). Norsk rødliste for arter 2021*. Artsdatabanken. Retrieved 18.05.2024 from <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforarter2021/Artsgruppene/Moser>
- Høitomt, T., Ihlen, P. G., Evju, M., Aarrestad, P. A., & Grytnes, J.-A. (2018). *Fossebergvegg og fossebergknaus, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 16.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/68>
- Høyer, K. G. (2000). *Sustainable Mobility - the Concept and its Implications* (PhD thesis, Department of Environment, Technology and Social Studies, Roskilde University).
- Ilmonen, J., Mykrä, H., Virtanen, R., Paasivirta, L., & Muotka, T. (2012). Responses of spring macroinvertebrate and bryophyte communities to habitat modification: Community composition, species richness, and red-listed species [Article]. *Freshwater Science*, 31(2), 657-667. <https://doi.org/10.1899/10-060.1>
- Inderberg, T. H. J., Theisen, O. M., & Flåm, K. H. (2020). What influences windpower decisions? A statistical analysis of licensing in Norway. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122860. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122860>
- IPBES. (2018). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237393>
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*.
- IPBES. (2022). *Methodological Assessment Report on the Diverse Values and Valuation of Nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6522522>
- IPBES, & IPCC. (2021). *Scientific Outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change*. https://www.ipbes.net/sites/default/files/2021-06/20210609_scientific_outcome.pdf
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Summary for Policymakers*.

- IPCC. (2022a). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2022b). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Iversen, E. K., Grimsrud, K., Handberg, Ø. N., Lindhjem, H., & Navrud, S. (2023). Ser vi atter slike fjell og dalar? Avveiningen mellom lokaløkonomi og naturkostnader ved hytteutbygging. *Samfunnsøkonomen*(1), 26-38. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/3103662/Ser+du+atter+slike+fjell.pdf?sequence=1>
- Jakobsson, S., & Pedersen, B. (2020). Naturindeks for Norge 2020. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold.
- Jansson, U., Reiso, S., & Gammelmo, Ø. (2021). *Faglig bakgrunn for et representativt norsk skogvern* (BioFokus Rapport 2021-016). <https://lager.biofokus.no/biofokus-rapport/biofokusrapport2021-016.pdf>
- Jansson, U., Thylén, A., Gaarder, G., & Blindheim, T. (2011). *Faglig grunnlag for handlingsplan for naturtypen rik sumpskog–utkast* (BioFokus-rapport 2011-9).
- Johan, C., Jakob, L., Stefan, L., & Erik, A. (2009). Golf courses and wetland fauna [Article]. *Ecological Applications*, 19(6), 1481-1491. <https://doi.org/10.1890/07-2092.1>
- Johansen, L., Taugourdeau, S., Hovstad, K. A., & Wehn, S. (2019). Ceased grazing management changes the ecosystem services of semi-natural grasslands [Article]. *Ecosystems and People*, 15(1), 192-203. <https://doi.org/10.1080/26395916.2019.1644534>
- Johansson, F., Bini, L. M., Coiffard, P., Svanbäck, R., Wester, J., & Heino, J. (2019). Environmental variables drive differences in the beta diversity of dragonfly assemblages among urban stormwater ponds [Article]. *Ecological Indicators*, 106, Article 105529. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105529>
- Johansson, L. J., Hall, K., Prentice, H. C., Ihse, M., Reitalu, T., Sykes, M. T., & Kindström, M. (2008). Semi-natural grassland continuity, long-term land-use change and plant species richness in an agricultural landscape on Öland, Sweden [Article]. *Landscape and Urban Planning*, 84(3-4), 200-211. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.08.001>
- Jokimäki, J., & Kisanlahti-Jokimäki, M. L. (2003). Spatial similarity of urban bird communities: A multiscale approach [Article]. *Journal of Biogeography*, 30(8), 1183-1193. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00896.x>
- Jonsson, B. G., Svensson, J., Mikusiński, G., Manton, M., & Angelstam, P. (2019). European Union's last intact forest landscapes are at a value chain

- crossroad between multiple use and intensified wood production [Article]. *Forests*, 10(7), Article 564. <https://doi.org/10.3390/f10070564>
- Jonsson, M., Burrows, R. M., Lidman, J., Fältström, E., Laudon, H., & Sponseller, R. A. (2017). Land use influences macroinvertebrate community composition in boreal headwaters through altered stream conditions [Article]. *Ambio*, 46(3), 311-323. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0837-y>
- Juárez, A., Alfredsen, K., Stickler, M., Adeva-Bustos, A., Suárez, R., Seguín-García, S., & Hansen, B. (2021). A conflict between traditional flood measures and maintaining river ecosystems? A case study based upon the river Lærdal, Norway [Article]. *Water (Switzerland)*, 13(14), Article 1884. <https://doi.org/10.3390/w13141884>
- Kangas, K., Brown, G., Kivinen, M., Tolvanen, A., Tuulentie, S., Karhu, J., Markovaara-Koivisto, M., Eilu, P., Tarvainen, O., Similä, J., & Juutinen, A. (2022). Land use synergies and conflicts identification in the framework of compatibility analyses and spatial assessment of ecological, socio-cultural and economic values [Article]. *Journal of Environmental Management*, 316, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115174>
- Kapfer, J., Aune-Lundberg, L., & Fjellstad, W. J. (2019). Mange planter trenger dyr på beite.
- Kapfer, J., & Elverland, E. (2022). Kan nordnorske kantsoner bli mer insektsvennlige?
- Kapfer, J., Pedersen, C., Sickel, H., Stokstad, G., & Dramstad, W. (2022). Hva er gode landskap for pollinerende insekter? *NIBIO Rapport*.
- Karam, A., & Shokrgozar, S. (2023). "We have been invaded": Wind energy sacrifice zones in Åfjord Municipality and their implications for Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 1-14.
- Kati, V., & Jari, N. (2016). Bottom-up thinking-Identifying socio-cultural values of ecosystem services in local blue-green infrastructure planning in Helsinki, Finland [Article]. *Land Use Policy*, 50, 537-547. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.031>
- Kauppi, P. E., Birdsey, R. A., Pan, Y., Ihalainen, A., Nöjd, P., & Lehtonen, A. (2015). Effects of land management on large trees and carbon stocks [Article]. *Biogeosciences*, 12(3), 855-862. <https://doi.org/10.5194/bg-12-855-2015>
- Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., & Cerdà, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services [Article]. *Science of the Total Environment*, 610/611, 997-1009. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.077>
- Kepfer-Rojas, S., Damgaard, C., Riis-Nielsen, T., & Schmidt, I. K. (2017). Interactive effects of land-use history, tree encroachment and distance to edge on species richness in an unmanaged heathland. *APPLIED VEGETATION SCIENCE*, 20(1), 74-83. <https://doi.org/10.1111/avsc.12270>

- Khoshkar, S., Hammer, M., Borgström, S., & Balfors, B. (2020). Ways forward for advancing ecosystem services in municipal planning—Experiences from Stockholm county. *Land*, 9(9), 296.
- Kimberley, A., Hooftman, D., Bullock, J. M., Honnay, O., Krickl, P., Lindgren, J., Plue, J., Poschlod, P., Traveset, A., & Cousins, S. A. O. (2021). Functional rather than structural connectivity explains grassland plant diversity patterns following landscape scale habitat loss [Article]. *Landscape Ecology*, 36(1), 265-280. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01138-x>
- Kirby, M. G., Scott, A. J., Luger, J., & Walsh, C. L. (2023). Beyond growth management: A review of the wider functions and effects of urban growth management policies. *Landscape and Urban Planning*, 230, 104635. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204622002845>
- Kivinen, S. (2015). Many a little makes a mickle: Cumulative land cover changes and traditional land use in the Kyro reindeer herding district, northern Finland. *APPLIED GEOGRAPHY*, 63, 204-211. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.06.013>
- Koelemeijer, I. A., Ehrlén, J., Jönsson, M., De Frenne, P., Berg, P., Andersson, J., Weibull, H., & Hylander, K. (2022). Interactive effects of drought and edge exposure on old-growth forest understory species [Article]. *Landscape Ecology*, 37(7), 1839-1853. <https://doi.org/10.1007/s10980-022-01441-9>
- Kyrkjeeide, M. O., Bartlett, J., Rusch, G. M., Sandvik, H., & Nordén, J. (2020). *Karbonlagring i norske økosystemer (revidert utgave)* (NINA Temahefte 76b). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/bitstream/handle/11250/2655582/ninatemahefte76b.pdf?sequence=6>
- Kyrkjeeide, M. O., Pedersen, B., Evju, M., Magnussen, K., Mair, L., Bolam, F. C., McGowan, P. J. K., Vestergaard, K. M., Braa, J., & Rusch, G. (2021). Bending the curve: Operationalizing national Red Lists to customize conservation actions to reduce extinction risk [Article]. *Biological Conservation*, 261, N.PAG-N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109227>
- Lafferty, W., & Langhelle, O. (1995). Bærekraftig utvikling som begrep og norm. In W. Lafferty & O. Langhelle (Eds.), *Bærekraftig utvikling: om utviklingens mål og bærekraftens betingelser* (pp. 13-35). Gyldendal/ProSus.
- Landauer, M., Juhola, S., & Söderholm, M. (2015). Inter-relationships between adaptation and mitigation: a systematic literature review. *CLIMATIC CHANGE*, 131(4), 505-517.
- Lindborg, R., & Eriksson, O. (2004). HISTORICAL LANDSCAPE CONNECTIVITY AFFECTS PRESENT PLANT SPECIES DIVERSITY [Article]. *Ecology*, 85(7), 1840-1845. <https://doi.org/10.1890/04-0367>
- Linden, L., Riikonen, A., Setälä, H., & Yli-Pelkonen, V. (2020). Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. *URBAN FORESTRY &*

URBAN GREENING, 49, Article 126633.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126633>

- Lozanovska, I., Bejarano, M. D., Martins, M. J., Nilsson, C., Ferreira, M. T., & Aguiar, F. C. (2020). Functional Diversity of Riparian Woody Vegetation Is Less Affected by River Regulation in the Mediterranean Than Boreal Region. *FRONTIERS IN PLANT SCIENCE*, 11, Article 857.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00857>
- Lyngstad, A., Moen, A., & Øien, D.-I. (2018). *Eksentrisk høymyr, Våtmark. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 18.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/146>
- Ma, M. (2008). Multi-scale responses of plant species diversity in semi-natural buffer strips to agricultural landscapes [Article]. *Applied Vegetation Science*, 11(2), 269-278. <https://doi.org/10.3170/2008-7-18426>
- Madureira, H., & Monteiro, A. (2021). Going green and going dense: a systematic review of compatibilities and conflicts in urban research. *SUSTAINABILITY*, 13(19), 10643. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/19/10643>
- Magnussen, A. K., Handberg, Ø. N., Bakkestuen, V., Rød, M., Rusch, G. M., Nordén, J., & Rosvold, J. (2020). *Kartlegging av støtteordninger med negative konsekvenser for naturmangfold* (Menon-publikasjon nr. 3/2020). <https://www.menon.no/publication/kartlegging-stotteordninger-negative-konsekvenser-naturmangfold/>
- Magnussen, K., Bjerke, J. W., Brattland, C., Nybø, S., & Vermaat, J. (2018). *Verdien av økosystemtjenester fra våtmark* (Menon-publikasjon nr. 42/2018).
- May, R., Jackson, C. R., Middel, H., Stokke, B. G., & Veronesi, F. (2021). Life-cycle impacts of wind energy development on bird diversity in Norway. *ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REVIEW*, 90, Article 106635. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106635>
- Mazziotta, A., Lundstrom, J., Forsell, N., Moor, H., Eggers, J., Subramanian, N., Aquilue, N., Moran-Ordóñez, A., Brotons, L., & Snäll, T. (2022). More future synergies and less trade-offs between forest ecosystem services with natural climate solutions instead of bioeconomy solutions. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY*, 28(21), 6333-6348. <https://doi.org/10.1111/gcb.16364>
- McCormack, A. A., Lunde, L. M. F., McDowell, J. L., Iqbal, A., Ojee, S., & Nowokreschenow, A. (2022, 2022). Area Neutrality: safeguarding urban biodiversity with a new land management framework in Trondheim.
- Melås, A. M. (2019). *Den regionale arbeidsdelingen i landbruket og kanaliseringspolitikken mellom 1990 og 2017* (Rapport nr. 10/2019). <https://ruralis.brage.unit.no/ruralis-xmlui/handle/11250/3013416>
- Mendes, A., Martínez Hernández, L., Badoz, L., Slobodian, L., & Rabaça, J. E. (2023). Towards a legal definition of ecological restoration: Reviewing international, European and Member States' case law. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 32(1), 3-17. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/reel.12476>

- Mikusinski, G., Angelstam, P., & Sporrang, U. (2003). Distribution of Deciduous Stands in Villages Located Coniferous Forest Landscapes in Sweden [Article]. *AMBIO - A Journal of the Human Environment*, 32(8), 520-526. [https://doi.org/10.1016/s0305-7372\(03\)00015-x](https://doi.org/10.1016/s0305-7372(03)00015-x)
- Miljødirektoratet. (2020). *Plan for restaurering av våtmark i Norge (2021-2025). Med mål om reduserte klimagassutslipp, tilpasning til klimaendringene og bedret økologisk tilstand* (Rapport M-1903). <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2021/april-2021/plan-for-restaurering-av-vatmark-i-norge-2021-2025/>
- Moberg, K. R. (2023). *Sustainable municipal land use governance: Thinking it, wishing it, wanting it - but doing it?* PhD Thesis Norwegian University of Life Sciences (NMBU)]. Ås.
- Molversmyr, Å., Bechmann, M., Kaste, Ø., Turtumøygard, S., Norling, M. D., Guerrero, J.-L., Skarbøvik, E., & Solheim, A. L. (2020). Analyse av hva klimaendringer og arealbruk betyr for vannmiljøet i Håelva. *NORCE-Norwegian Research Centre AS*.
- Mutinova, P. T., Kahlert, M., Kupilas, B., McKie, B. G., Friberg, N., & Burdon, F. J. (2020). Benthic diatom communities in urban streams and the role of riparian buffers [Article]. *Water (Switzerland)*, 12(10), Article 2799. <https://doi.org/10.3390/w12102799>
- Naess, P. (2001). Urban planning and sustainable development. *European planning studies*, 9(4), 503-524.
- Naumov, V., Manton, M., Elbakidze, M., Rendenieks, Z., Priednieks, J., Uhlianets, S., Yamelynets, T., Zhivotov, A., & Angelstam, P. (2018). How to reconcile wood production and biodiversity conservation? The Pan-European boreal forest history gradient as an “experiment” [Article]. *Journal of Environmental Management*, 218, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.095>
- Nielsen, A. S. E., Jacobsen, J. B., & Strange, N. (2018). Landowner participation in forest conservation programs: A revealed approach using register, spatial and contract data [Article]. *Journal of Forest Economics*, 30, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2017.10.003>
- Nilsson, S. G., Niklasson, M., Hedin, J., Eliasson, P., & Ljungberg, H. (2005). Biodiversity and sustainable forestry in changing landscapes - Principles and Southern Sweden as an example [Review]. *Journal of Sustainable Forestry*, 21(2-3), 11-43. https://doi.org/10.1300/J091v21n02_02
- Norstedt, G., Hasselquist, E. M., & Laudon, H. (2021). From haymaking to wood production: Past use of mires in northern sweden affect current ecosystem services and function [Article]. *Rural Landscapes*, 8(1), 1-15, Article 2. <https://doi.org/10.16993/rl.70>
- NOU 1999:9. (1999). *Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre*

- situasjonen*. Retrieved from
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1999-09/id141590/>
- NOU 2023:25. (2023). *Omstilling til lavutslipp. Veivalg for klimapolitikken mot 2050*. Retrieved from
<https://www.regjeringen.no/contentassets/20944f0c5bf14bd5b5112ae8a08e853/no/pdfs/nou202320230025000dddpdfs.pdf>
- NOU 2024:2. (2024). *I samspill med naturen. Naturrisiko for næringer, sektorer og samfunn i Norge*. Retrieved from
<https://www.regjeringen.no/contentassets/a653320aa3f949038bb0e7ad92de1234/no/pdfs/nou202420240002000dddpdfs.pdf>
- NVE. (2023). *Villrein. Virkninger av vindkraft på villrein*.
<https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/villrein/>
- Nybø, S., Framstad, E., Jakobsson, S., Töpper, J., & Vandvik, V. (2020). Økologisk tilstand og andre verktøy for å vurdere naturkvaliteter i terrestriske miljø. Datakilder og forvaltningsmål.
- Nygaard, P. H., & Olsen, S. L. (2021). Økologisk og skogbruksmessig betydning av utenlandske bartreslag i Norge. Oppdatert kunnskap etter 2018.
- Næss, P. (1991). Environment protection by urban concentration. *Scandinavian Housing and Planning Research*, 8(4), 247-252.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02815739108730278>
- Næss, P. (1994). Normative planning theory and sustainable development. *Scandinavian Housing and Planning Research*, 11(3), 145-167.
- Ojanen, P., Lehtonen, A., Heikkinen, J., Penttilä, T., & Minkinen, K. (2014). Soil CO₂ balance and its uncertainty in forestry-drained peatlands in Finland [Article]. *Forest Ecology and Management*, 325, 60-73.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.03.049>
- Olsen, K. (2021). *Artsgruppeomtale øyestikkere (Odonata). Norsk rødliste for arter 2021*. Artsdatabanken. Retrieved 21.05.2024 from
<https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/Oyestikkere>
- Olsen, S. L., Evju, M., & Endrestøl, A. (2018). Fragmentation in calcareous grasslands: species specialization matters [Article]. *Biodiversity & Conservation*, 27(9), 2329-2361. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1540-z>
- Olsson, E. G. A., Austrheim, G., & Grenne, S. N. (2000). Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960-1993 [Article]. *Landscape Ecology*, 15(2), 155-170.
<https://doi.org/10.1023/A:1008173628016>
- Olsson, E. G. A., Maad, J., Molau, U., & Myklebost, H. E. (2015). Variation in life history traits of *Gentiana nivalis* (Gentianaceae) in alpine and sub-alpine habitats in the Norwegian mountains and its implications for biodiversity

- in relation to environmental change. *ANNALES BOTANICI FENNICI*, 52(3-4), 149-159. <https://doi.org/10.5735/085.052.0303>
- Oster, M., Cousins, S. A. O., & Eriksson, O. (2007). Size and heterogeneity rather than landscape context determine plant species richness in semi-natural grasslands. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE*, 18(6), 859-868. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02602.x>
- Pedersen, C., Kapfer, J., & Sickel, H. (2020). Plantesamfunn i beitemarker og brakklagte enger-observerte endringer over 10 år og betydningen for pollinerende insekter. *NIBIO Rapport*.
- Pedersen, C., & Krogli, S. O. (2017). The effect of land type diversity and spatial heterogeneity on farmland birds in Norway. *ECOLOGICAL INDICATORS*, 75, 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.030>
- Pedroli, B., Elbersen, B., Frederiksen, P., Grandin, U., Heikkilä, R., Krogh, P. H., Izakovičová, Z., Johansen, A., Meiresonne, L., & Spijker, J. (2013). Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? - Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes [Article]. *Biomass and Bioenergy*, 55, 73-86. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.09.054>
- Perhans, K., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Söderström, B., & Gustafsson, L. (2009). Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes [Article]. *Biological Conservation*, 142(5), 1125-1133. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.033>
- Petersson, L. K., Milberg, P., Bergstedt, J., Dahlgren, J., Felton, A. M., Götmark, F., Salk, C., & Löf, M. (2019). Changing land use and increasing abundance of deer cause natural regeneration failure of oaks: Six decades of landscape-scale evidence [Article]. *Forest Ecology & Management*, 444, 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.04.037>
- Poudel, B. C., Sathre, R., Bergh, J., Gustavsson, L., Lundstrom, A., & Hyvonen, R. (2012). Potential effects of intensive forestry on biomass production and total carbon balance in north-central Sweden. *ENVIRONMENTAL SCIENCE & POLICY*, 15(1), 106-124. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.09.005>
- Rasse, D., Økland, I. H., Bárcena, T. G., Riley, H., Martinsen, V., Sturite, I., Joner, E., O'Toole, A., Øpstad, S., & Cottis, T. (2019). Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord. *NIBIO Rapport*.
- Rekdal, Y., Angeloff, M., & Bryn, A. (2016). *Myr i Noreg* (NIBIO POP 2(1)). <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2375550>
- Repo, A., Tuomi, M., & Liski, J. (2011). Indirect carbon dioxide emissions from producing bioenergy from forest harvest residues [Article]. *GCB Bioenergy*, 3(2), 107-115. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2010.01065.x>
- Richardsen Moberg, K. (2024). Environmentally friendly urban development: changes in decision-makers' attitudes, problem perceptions and policy preferences over three decades. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL*

PLANNING AND MANAGEMENT, 67(4), 919-941.
<https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2142539>

- Riikonen, A., Pumpanen, J., Maki, M., & Nikinmaa, E. (2017). High carbon losses from established growing sites delay the carbon sequestration benefits of street tree plantings - A case study in Helsinki, Finland. *URBAN FORESTRY & URBAN GREENING*, 26, 85-94.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.004>
- Rotchés-Ribalta, R., Winsa, M., Roberts, S. P., & Öckinger, E. (2018). Associations between plant and pollinator communities under grassland restoration respond mainly to landscape connectivity. *Journal of Applied Ecology*, 55(6), 2822-2833.
- Rusch, G. M., Bartlett, J., Kyrkjeeide, M. O., Lein, U., Nordén, J., Sandvik, H., & Stokland, H. (2022). A joint climate and nature cure: A transformative change perspective [Article]. *AMBIO - A Journal of the Human Environment*, 51(6), 1459-1473. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01679-8>
- Rønningen, K., Magnus Fuglestad, E., & Burton, R. (2021). Path dependencies in Norwegian dairy and beef farming communities: Implications for climate mitigation. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 75(2), 65-78.
- Rørholt, A., & Steinnes, M. (2020). *Planlagt utbygd areal 2019 til 2030. En kartbasert metode for estimering av framtidige arealendringer med negativ klimaeffekt* (Notater 2020/10). <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/planlagt-utbygd-areal-2019-til-2030>
- Rørstad, P. K. (2022). Tømmerproduksjon, karbonfangst eller begge deler? Hva er samfunnsøkonomisk optimal forvaltning av Norges skoger?
- Sandström, C., Lindkvist, A., Öhman, K., & Nordström, E.-M. (2011). Governing competing demands for forest resources in Sweden. *Forests*, 2(1), 218-242. <https://publications.slu.se/?file=publ/show&id=33309>
- Schartau, A., Dervo, B., Halvorsen, G., Hanssen, O., Sloreid, S.-E., Stabbetorp, O., Østdahl, T., Andersen, O., & Berger, H. M. (2005). Dammer og evjer på elvesletter – effekter av inngrep på biologisk mangfold. In T. M. Heggberget & B. Jonsson (Eds.), *Landskapsøkologi: arealbruk og landskapsanalyse. NINAs strategiske instituttprogrammer 2001-2005*. Norsk institutt for naturforskning (NINA). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2726145>
- Scheidel, A., Temper, L., Demaria, F., & Martínez-Alier, J. (2018). Ecological distribution conflicts as forces for sustainability: an overview and conceptual framework. *Sustainability Science*, 13, 585-598.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11625-017-0519-0>
- Schermer, M., Darnhofer, I., Daugstad, K., Gabillet, M., Lavorel, S., & Steinbacher, M. (2016). Institutional impacts on the resilience of mountain grasslands: an analysis based on three European case studies. *Land Use Policy*, 52,

382-391.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.009>

- Schou, J. S., Bladt, J., Ejrnæs, R., Thomsen, M. N., Vedel, S. E., & Fløjgaard, C. (2021). Economic assessment of rewilding versus agri-environmental nature management. *Ambio*, *50*(5), 1047-1057.
<https://doi.org/10.1007/s13280-020-01423-8>
- Setälä, H. M., Francini, G., Allen, J. A., Hui, N., Jumpponen, A., & Kotze, D. J. (2016). Vegetation Type and Age Drive Changes in Soil Properties, Nitrogen, and Carbon Sequestration in Urban Parks under Cold Climate. *FRONTIERS IN ECOLOGY AND EVOLUTION*, *4*, Article 93.
<https://doi.org/10.3389/fevo.2016.00093>
- Sharifi, A. (2020). Trade-offs and conflicts between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 122813.
- Sharifi, A. (2021). Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review. *Science of The Total Environment*, 141642.
- Skagen, K., Tønnesen, A., Gaarder, J. E., Groven, K., Sivertsen, E., & Time, B. (2023). Integrasjon av klima-og naturhensyn i planlegging og gjennomføring. *Plan*(1), 14-21.
- Slätmo, E. (2019). Land for agriculture? Conflicts and synergies between land use in two parts of Scandinavia [Review]. *Fennia*, *197*(1), 25-39.
<https://doi.org/10.11143/fennia.63074>
- Soderstrom, B., Svensson, B., Vessby, K., & Glimskar, A. (2001). Plants, insects and birds in semi-natural pastures in relation to local habitat and landscape factors. *BIODIVERSITY AND CONSERVATION*, *10*(11), 1839-1863.
<https://doi.org/10.1023/A:1013153427422>
- Solstad, H., & Elven, R. (2021). *Artsgruppeomtale karplanter (Pteridophyta, Pinophyta og Magnoliophyta). Norsk rødliste for arter 2021*. Artsdatabanken. Retrieved 26.05.2024 from <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/Karplanter>
- St.meld. nr. 58 (1996-97). (1997). *Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling - Dugnad for fremtida*. Oslo: Miljøverndepartementet Retrieved from https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/st-meld-nr-58_1996-97/id191317/
- Stange, E., Aamaas, B., Barkved, L., Bartonova, A., Orderud, G., & Hanssen, G. S. (2021). *En sammenfatning av tre internasjonale rapporter om natur og klima: Hva betyr rapportene for norsk kommunesektor? (CIENS rapport 2-2021)*.
- Stark, S., Horstkotte, T., Kumpula, J., Olofsson, J., Tømmervik, H., & Turunen, M. (2022). The ecosystem effects of reindeer (*Rangifer tarandus*) in northern

Fennoscandia: Past, present and future. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 125716.

- Stighäll, K., Roberge, J.-M., Andersson, K., & Angelstam, P. (2011). Usefulness of biophysical proxy data for modelling habitat of an endangered forest species: The white-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* [Article]. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26(6), 576-585. <https://doi.org/10.1080/02827581.2011.599813>
- Sundnes, F., Karlsson, M., Platjouw, F. M., Clarke, N., Kaste, Ø., & Valinia, S. (2020). Climate mitigation and intensified forest management in Norway: To what extent are surface waters safeguarded? *Ambio*, 49, 1736-1746.
- Svalheim, E. (2022). Kunnskapsgrunnlag for slåttemark og lauveng for nasjonal handlingsplanperiode 2023-2037. *NIBIO Rapport*.
- Svenningsen, C. S., Bowler, D. E., Hecker, S., Bladt, J., Grescho, V., van Dam, N. M., Dauber, J., Eichenberg, D., Ejrnaes, R., Flojgaard, C., Frenzel, M., Froslev, T. G., Hansen, A. J., Heilmann-Clausen, J., Huang, Y. Y., Larsen, J. C., Menger, J., Nayan, N., Pedersen, L. B., . . . Bonn, A. (2022). Flying insect biomass is negatively associated with urban cover in surrounding landscapes. *DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS*, 28(6), 1242-1254. <https://doi.org/10.1111/ddi.13532>
- Svensson, J., Bubnicki, J. W., Angelstam, P., Mikusiński, G., & Jonsson, B. G. (2022). Spared, shared and lost—routes for maintaining the Scandinavian Mountain foothill intact forest landscapes [Article]. *Regional Environmental Change*, 22(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01881-8>
- Svensson, J., Jonsson, B. G., Andersson, J., Sandström, P., & Mikusiński, G. (2019). Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure [Article]. *Conservation Biology*, 33(1), 152-163. <https://doi.org/10.1111/cobi.13148>
- Sverdrup-Thygeson, A., Skarpaas, O., Blumentrath, S., Birkemoe, T., & Evju, M. (2017). Habitat connectivity affects specialist species richness more than generalists in veteran trees [Article]. *Forest Ecology & Management*, 403, 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.003>
- Sverdrup-Thygeson, A., Sjøgaard, G., Rusch, G. M., & Barton, D. N. (2014). Spatial overlap between environmental policy instruments and areas of high conservation value in forest [Article]. *PLoS ONE*, 9(12), Article e115001. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115001>
- Sødal, D., & Aanestad, J. (1990). *Tiltak mot arealavrenning: Miljømessige og økonomiske verknader av redusert arealintensitet og endra regional produksjonsfordeling i jordbruk*. Norges landbrukshøgskole.
- Sjøgaard, G., Alfredsen, G., Antón-Fernández, C., Astrup, R. A., Blom, H. H., Clarke, N., Eriksen, R., Granhus, A., Hanssen, K. H., & Hietala, A. M. (2020). Klimakur 2030—beskrivelse av utvalgte klimatiltak knyttet til skog. *NIBIO Rapport*.

- Søgaard, G., Allen, M., Astrup, R., Belbo, H., Bergsens, E., Blom, H. H., Bright, R., Dalsgaard, L., Fernandez, C. A., & Gjerde, I. (2019). Effekter av planting av skog på nye arealer. Betydning for klima, miljø og næring.
- Tjørve, E., Tjørve, K., & Owusu, K. (2022). Barriers and challenges to sustainable physical planning for mountain destinations and second-home developments in the mountain region of south-eastern Norway: the reign of governments or developers?
- Tolkkinen, M., Mykrä, H., Annala, M., Markkola, A. M., Vuori, K. M., & Muotka, T. (2015). Multi-stressor impacts on fungal diversity and ecosystem functions in streams: Natural vs. anthropogenic stress [Article]. *Ecology*, 96(3), 672-683. <https://doi.org/10.1890/14-0743.1>
- Tricco, A., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., & Straus, S. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/m18-0850> %m 30178033
- Tyler, T., & Bertilsson, A. (2009). Hieracium (Asteraceae) of sub-alpine Dalarna, Sweden, revisited: Decline in species richness attributable to both forestry and overgrowth [Article]. *Nordic Journal of Botany*, 27(5), 419-424. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2009.00392.x>
- Tømmervik, H., Johansen, B., Riseth, J. A., Karlsen, S. R., Solberg, B., & Høgda, K. A. (2009). Above ground biomass changes in the mountain birch forests and mountain heaths of Finnmarksvidda, northern Norway, in the period 1957-2006 [Article]. *Forest Ecology and Management*, 257(1), 244-257. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.038>
- Tønnesen, A., Guillen-Royo, M., & Hoff, S. C. (2023). The integration of nature conservation in land-use management practices in rural municipalities: A case study of four rural municipalities in Norway. *Journal of Rural Studies*, 101, 103066.
- van Rooij, W., Aslaksen, I., Eira, I. H., Burgess, P., & Garnåsjordet, P. A. (2023). Loss of Reindeer Grazing Land in Finnmark, Norway, and Effects on Biodiversity: GLOBIO3 as Decision Support Tool at Arctic Local Level. In (pp. 223-254). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17625-8_9
- Vandvik, V., Heegaard, E., Måren, I. E., & Aarrestad, P. A. (2005). Managing heterogeneity: the importance of grazing and environmental variation on post-fire succession in heathlands. *Journal of Applied ecology*, 42(1), 139-149.
- Vandvik, V., Töpper, J. P., Cook, Z., Daws, M. I., Heegaard, E., Måren, I. E., & Velle, L. G. (2014). Management-driven evolution in a domesticated ecosystem. *Biology Letters*, 10(2). <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsbl.2013.1082>
- Vanhala, P., Bergström, I., Haaspuro, T., Kortelainen, P., Holmberg, M., & Forsius, M. (2016). Boreal forests can have a remarkable role in reducing

greenhouse gas emissions locally: Land use-related and anthropogenic greenhouse gas emissions and sinks at the municipal level [Article]. *Science of the Total Environment*, 557, 51-57.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.040>

- Vatn, A. (1989). *Landbrukspolitik og regional spesialisering: Effekten av kanaliseringspolitikken i norsk landbruk*.
- Velle, L. G., Nilsen, L. S., Norderhaug, A., & Vandvik, V. (2014). Does prescribed burning result in biotic homogenization of coastal heathlands? [Article]. *Global Change Biology*, 20(5), 1429-1440.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12448>
- Vergarechea, M., Astrup, R., Fischer, C., Øistad, K., Blattert, C., Hartikainen, M., Eyvindson, K., Di Fulvio, F., Forsell, N., & Burgas, D. (2023). Future wood demands and ecosystem services trade-offs: A policy analysis in Norway. *Forest Policy and Economics*, 147, 102899.
- Vik, M. L., Hamre, L. N., Groven, K., Gamme, E. H., Stokstad, H., & Hauge, L. (2021). Globale miljømål og gode nærmiljø – kan dei verke saman? Ein diskusjon av berekraftig tettstadutvikling i Sogndal. In L. J. Longvanes, E. Bjørhusdal, J. Fossøy, D. Sekkingstad, & T. Årethun (Eds.), *Stadutvikling. Fjordantologien 2021* (pp. 25-45). Universitetsforlaget.
<https://doi.org/10.18261/9788215053349-2021-02>
- Virkkala, R. (2016). Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change? *BIODIVERSITY AND CONSERVATION*, 25(1), 151-167. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-1043-0>
- Virkkala, R., Lehikoinen, A., & Rajasarkka, A. (2020). Can protected areas buffer short-term population changes of resident bird species in a period of intensified forest harvesting? *BIOLOGICAL CONSERVATION*, 244, Article 108526. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108526>
- Visseren-Hamakers, I. J., Razzaque, J., McElwee, P., Turnhout, E., Kelemen, E., Rusch, G. M., Fernandez-Llamazares, A., Chan, I., Lim, M., & Islar, M. (2021). Transformative governance of biodiversity: insights for sustainable development. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 53, 20-28.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343521000749>
- Von Arnold, K., Hånell, B., Stendahl, J., & Klemedtsson, L. (2005). Greenhouse gas fluxes from drained organic forestland in Sweden [Article]. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20(5), 400-411.
<https://doi.org/10.1080/02827580500281975>
- Wallenius, T., Niskanen, L., Virtanen, T., Hottola, J., Brumelis, G., Angervuori, A., Julkunen, J., & Pihlström, M. (2010). Loss of habitats, naturalness and species diversity in Eurasian forest landscapes [Article]. *Ecological Indicators*, 10(6), 1093-1101.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.03.006>

- Wielgolaski, F. E., Hofgaard, A., & Holtmeier, F. K. (2017). Sensitivity to environmental change of the treeline ecotone and its associated biodiversity in European mountains. *CLIMATE RESEARCH*, 73(1-2), 151-166. <https://doi.org/10.3354/cr01474>
- Wit, H. A., Bryn, A., Hofgaard, A., Karstensen, J., Kvalevåg, M. M., & Peters, G. P. (2014). Climate warming feedback from mountain birch forest expansion: reduced albedo dominates carbon uptake [Article]. *Global Change Biology*, 20(7), 2344-2355. <https://doi.org/10.1111/gcb.12483>
- Yli-Pelkonen, V., Pispä, K., & Helle, I. (2006). The role of stream ecosystems in urban planning [Article]. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 17(6), 673-688. <https://doi.org/10.1108/14777830610702511>
- Young, O. (2006). Vertical interplay among scale-dependent environmental and resource regimes. *ECOLOGY AND SOCIETY*, 11(1). <https://doi.org/10.5751/ES-01519-110127>
- Öckinger, E., Dannestam, Å., & Smith, H. G. (2009). The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity [Article]. *Landscape & Urban Planning*, 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.05.021>
- Ødegaard, F., Hanssen, O., Olberg, S., & Laugsand, A. (2021). *Artsgruppeomtale biller (Coleoptera). Norsk rødliste for arter 2021*. Artsdatabanken. Retrieved 26.05.2024 from <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforarter2021/Artsgruppene/Biller>
- Øien, D.-I., Lyngstad, A., & Moen, A. (2018). *Sterk intermediær til ekstremt kalkrik åpen jordvannsmyr i boreonemoral og sørboreal sone, Våtmark. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 27.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/154>
- Aall, C., Høyer, K. G., & Lafferty, W. M. (2002). *Fra miljøvern til bærekraftig utvikling i kommunene. Lokale agendaer, tiltak og utfordringer*. Gyldendal.
- Aall, C., Meyer-Habighorst, C., Gram-Hanssen, I., Korsbrekke, M. H., & Hovelsrud, G. (2023). "I'm Fixing a Hole Where the Rain Gets in, and Stops My Mind from Wandering": Approaching Sustainable Climate Change Adaptations. *Weather, Climate, and Society*, 15(2), 349-364.
- Aamaas, B., Stange, E., Aamodt, S., Sandstad, M., Schwingshackl, C., Setsås, T. H., Barton, D., Leiren, M. D., & Oort, B. v. (2020). Hva innebærer FNs klimapanelers spesialrapporter om landarealer, hav og is og Naturpanelets globale rapport for Oslo. *CICERO Report*.
- Aarrestad, P. A., Evju, M., Høitomt, T., Ihlen, P., & Grytnes, J. A. (2018a). *Snøleie, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 26.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/46>

Aarrestad, P. A., Evju, M., Høitomt, T., Ihlen, P. G., & Grytnes, J.-A. (2018b). *Åpen flomfastmark, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018*. Artsdatabanken. Retrieved 16.05.2024 from <https://artsdatabanken.no/RLN2018/55>