

2472

NINA Rapport

Effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet, økosystemtjenester og karbonlagring i Norge

Et systematisk kart og beslutningsstøtteverktøy

Erlend B. Nilsen, Trond Simensen, Frode T. Singsaas, Lasse F. Eriksen, Håkon Stokland, Thomas E. Sutcliffe, Anders Kolstad, Francesca Pilotto og Matthew Grainger



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet, økosystemtjenester og karbonlagring i Norge

Et systematisk kart og beslutningsstøtteverktøy

Erlend B. Nilsen
Trond Simensen
Frode T. Singsaas
Lasse F. Eriksen
Håkon Stokland
Thomas E. Sutcliffe
Anders Kolstad
Francesca Pilotto
Matthew Grainger

Nilsen, E.B., Simensen, T., Singsaas, F.T., Eriksen, L.F., Stokland, H., Sutcliffe, T.E., Kolstad, A., Pilotto, F. & Grainger, M. 2024. Effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet, økosystemtjenester og karbonlagring i Norge. Et systematisk kart og beslutningsstøtteverktøy. NINA Rapport 2472. Norsk institutt for naturforskning

Trondheim, august 2024

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5283-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Jørgen Rosvold

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Signe Nybø (sign.)

FORSIDEBILDE

Industriområdet i Verdal – fra helikopter ©Erlend B. Nilsen

NØKKELOORD

- Arealbruk
- Arealbruksendring
- Kunnskapssyntese
- Biodiversitet
- Karbonlagring
- Økosystemtjenester

KEY WORDS

- Landuse
- Landuse change
- Evidence synthesis
- Biodiversity
- Carbon storage
- Ecosystem services

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Nilsen, E.B., Simensen, T., Singaas, F.T., Eriksen, L.F., Stokland, H., Sutcliffe, T.E., Kolstad, A., Pilotto, F. & Grainger, M. 2024. Effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet, økosystemtjenester og karbonlagring i Norge. Et systematisk kart og beslutningsstøtteverktøy NINA Rapport 2472. Norsk institutt for naturforskning

Nedbygging av naturarealer og endringer i menneskelig arealbruk vurderes som de viktigste årsakene til tilbakegang og tap av arter og naturtyper både globalt og i Norge. Arealendringer påvirker økosystemenes sammensetning, struktur og funksjon, og påvirker dermed økosystemenes evne til å produsere ulike goder og tjenester vi mennesker får fra naturen – omtalt som naturgoder eller økosystemtjenester. Grunnleggende kunnskap om utbygging og andre arealbruksendringer er grunnlaget for å kunne vurdere hvilken virkning disse endringene har for naturmangfold og økosystemtjenester. Vi har i dette prosjektet utviklet et systematisk kart over tilgjengelig forskning på effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet og økosystemtjenester (inkludert karbonlagring) i Norge. Vår oversikt inkluderer også forskning som fokuserer på konflikter og styring knyttet til arealbruk, samt verktøy for planlegging og forvaltning.

I vårt materiale er det en stor overvekt av forskning som faller inn under fagdisiplinen naturvitenskap, mens samfunnsvitenskapelige studier i mindre grad er representert. Blant naturvitenskapelige studier er de hyppigst studerte økosystemene i vårt materiale skog, etterfulgt av seminaturlige økosystemer og fjell. Når det gjelder arealbrukstyper er det effekter av landbruk og biologisk ressursutnyttelse som er mest studert. Det er svært få naturvitenskapelige artikler som omhandler betydningen av vern eller restaurering. Videre avdekker vår gjennomgang at det er flest studier på bestandsnivå, artssamfunn eller artsegenskaper, mens det er færre studier på økosystemnivå (både struktur og funksjon). Et mindre antall studier fokuserer på effekter på økosystemtjenester, hvorav de fleste omhandler karbonopptak og få omhandler opplevelses- og kunnskapstjenester. Det er en overvekt av studier på lokal- eller regional skala og få studier som har inkludert data fra hele landet.

Studier som fokuserte på samfunnsvitenskapelige problemstillinger hadde en overvekt av analytisk tilnærming med fokus på styring og forvaltning. Også i denne delen av litteraturen var det flest studier som fokuserer på bruk av biologiske ressurser (særlig skogbruk, men også jakt og fiske), samt jordbruk (særlig jordbruksproduksjon). Sammenliknet med den naturvitenskapelige litteraturen var det en høyere andel som fokuserte på vern. Samlet for den samfunnsvitenskapelige litteraturen fant vi at flere studier fokuserer på styring og verktøy, og relativt få omhandler konflikter. De hyppigst benyttede metodene i vårt materiale var intervjuer og dokumentstudier. Få studier benyttet analytiske tilnærminger knyttet til "gjennomgripende endringer", tverrsektorielle prosesser og bærekraft.

Vår gjennomgang av eksisterende systematiske litteratursammenstillinger avdekket at disse i stor grad fokuserer på skog, elv og innsjø, eller semi-naturlige økosystemer. Flertallet omhandler effekter av landbruk (produksjon og beiting) og biologisk ressursutnyttelse (inkludert skogbruk), men det er også en betydelig andel av artiklene i denne kategorien som omhandler betydningen av nedbygging, energiproduksjon, transport og restaurering. Mange av de eksisterende litteratursammenstillingene er av lav kvalitet.

Vår systematiske sammenstilling av litteraturen har gitt en fylldig oversikt over hvilke tema det er mye forskningsbasert kunnskap om og hvilke tema det er lite kunnskap om. På et overordnet plan mangler det innenfor naturvitenskapen studier med en eksperimentell tilnærming som er egnet til å avdekke årsaks-virkningsforhold, og det er få studier som har undersøkt effekter av arealbruk på nasjonal skala. Søket vårt identifiserte også få samfunnsrelaterte studier på enkelte tema som har fått mye politisk oppmerksomhet de siste årene, inkludert effekter av arealbruk og arealbruksendringer på karbonlagring og effekter av vindkraft. Mange av disse temaene har også stor betydning for kunnskapsbasert arealforvaltning, og bør vektlegges i framtidig prioritering av forskning og kunnskapsoppbygging.

Erlend B. Nilsen (erlend.nilsen@nina.no), Trond Simensen (trond.simensen@nina.no), Frode T. Singaas (frode.singaas@nina.no), Lasse F. Eriksen (lasse.eriksen@nina.no), Håkon Stokland (hakon.stokland@nina.no), Thomas E. Sutcliffe (thomas.sutcliffe@nina.no), Anders Kolstad (anders.kolstad@nina.no), Francesca Pilotto (francesca.pilotto@nina.no) og Matthew Grainger (matthew.grainger@nina.no), Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Abstract

Nilsen, E.B., Simensen, T., Singasaas, F.T., Eriksen, L.F., Stokland, H., Sutcliffe, T.E., Kolstad, A., Pilotto, F. & Grainger, M. 2024. Effects of land-use and land-use change on biodiversity, ecosystem services and carbon storage in Norway. A systematic map and decision support tool. NINA Report 2472. Norwegian Institute for Nature Research.

Development in natural areas and changes in human land use are considered to be the most important causes of the decline and loss of species and habitats both globally and in Norway. These changes affect the ecosystem's composition, structure and function, which in turn affects an ecosystem's ability to produce various goods and services we humans receive from nature - referred to as "nature's goods" or "ecosystem services". Basic knowledge about development and other land use changes is the basis for being able to assess the effect these changes have on biodiversity and ecosystem services. In this project, we have developed a systematic map of available research on the effects of land use and land use changes on biodiversity and ecosystem services (including carbon storage) in Norway. Our overview also includes research that focuses on conflicts and governance related to land use, as well as tools for planning and management.

Our findings show a large preponderance of research that falls under the discipline of natural science, while social science studies are represented to a lesser extent. Among natural science studies, the most frequently studied ecosystems in our material are forests, followed by semi-natural ecosystems and mountains. When it comes to land use types, the effects of agriculture and biological resource utilisation are the most studied. However, there are very few natural science-specific articles that deal with the importance of area protection or restoration. Furthermore, our review reveals that most studies are focused on the populations, species communities or species characteristics, while there are fewer studies at the ecosystem level (both structure and function). A smaller number of studies focus on effects on ecosystem services, most of which deal with carbon uptake and a few address cultural services. Most studies are on a local or regional scale and few studies have included data from the whole country.

Studies that focused on social science issues had a predominance of an analytical approach with a focus on management and administration. In this body of literature, most studies focused on the use of biological resources (especially forestry, but also hunting and fishing), as well as agriculture (especially agricultural production). In contrast to the natural science literature, a higher proportion focused on area protection. Overall within the social science literature, we found that several studies focus on governance and tools, and relatively few deal with conflicts. The most frequently used methods in our material were interviews and document studies. Only a few studies employed analytical approaches related to "pervasive changes", cross-sectoral processes and sustainability.

Our review of existing systematic literature reviews revealed that these largely focus on forests, rivers and lakes, or semi-natural ecosystems. The majority address with the effects of agriculture (production and grazing) and biological resource utilisation (including forestry), but there is also a significant proportion of the articles in this category which deal with energy production, transport and restoration. We found that many of these existing literature reviews are of low quality.

Our systematic map of the literature provides a comprehensive overview of topics with abundant research-based knowledge and those with little understanding. Generally, in the natural sciences, there is a lack of studies employing an experimental approach suitable for detecting cause-effect relationships, and few of these studies that have investigated the effects of land use on a national scale. Our search also identified few social science studies on certain topics that have received a lot of political attention in recent years, including effects of land use and

land use change on carbon storage and effects of wind power. Many of these topics are also of great importance for knowledge-based land management and should be emphasised in future prioritisation of research and knowledge building.

Erlend B. Nilsen (erlend.nilsen@nina.no), Trond Simensen (trond.simensen@nina.no), Frode T. Singaas (frode.singaas@nina.no), Lasse F. Eriksen (lasse.eriksen@nina.no), Håkon Stokland (hakon.stokland@nina.no), Thomas E. Sutcliffe (thomas.sutcliffe@nina.no), Anders Kolstad (anders.kolstad@nina.no), Francesca Pilotto (francesca.pilotto@nina.no) og Matthew Grainger (matthew.grainger@nina.no), Norwegian Institute for Nature Research (NINA)

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	9
1 Oppsummering for beslutningstakere	10
1.1 Bakgrunn.....	10
1.2 Oppsummering av resultatene	11
1.2.1 Oversikt over det samlede materialet fra Norge.....	12
1.2.2 Sammenstilling av den naturvitenskapelige forskningen fra Norge	12
1.2.3 Viktige trekk ved studier som fokuserer på styring, verktøy og konflikter	12
1.2.4 En gjennomgang av eksisterende systematiske litteratursammenstillinger.....	12
1.2.5 Datahull og kunnskapsmangler	12
2 Innledning	14
2.1 Pågående areal- og landskapsendringer i Norge.....	14
2.2 Kunnskap om effekter av arealbruk og arealendringer på naturmangfold og naturgoder	17
2.3 Systematiske kart over kunnskap og kunnskapshull	18
2.4 Formålet med kunnskapsammenstillingen	18
3 Metoder	20
3.1 Søk etter litteratur	20
3.1.1 Søk i online databaser	20
3.1.2 Søketermer og søkestreng	20
3.1.3 Test av søkets omfang og dekning.....	21
3.1.4 Sammenstilling og håndtering av søkeresultater	22
3.1.5 Screening av artikler	22
3.2 Inkluderings- og ekskluderingskriterier	23
3.2.1 Kvalifiserte intervensjoner.....	23
3.2.2 Kvalifiserte responsvariabler (utfall)	23
3.2.3 Kvalifiserte studiedesign	23
3.3 Vurdering av studienes validitet	23
3.4 Datakodestrategier	24
3.5 Involvering av brukere og samfunnsaktører.....	24
3.6 Avvik fra protokollen	24
4 Resultater	26
4.1 Resultat av litteratursøket.....	26
4.2 Litteratur fra Norge.....	26
4.3 Naturvitenskapelig litteratur fra Norge.....	28
4.4 Samfunnsrelatert litteratur fra Norge	37
4.5 Systematiske litteratursammenstillinger	43
4.6 Sammenstilling av data fra alle inkluderte artikler fra Norge, Sverige og Finland	48
4.7 Et beslutningsstøtteverktøy basert på inkluderte artikler fra Norge.....	52
5 Diskusjon	55
5.1 Generell vurdering av litteraturen som omfatter effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biologisk mangfold og økosystemtjenester.....	57
5.2 Sentrale funn knyttet til den samfunnsvitenskapelige litteraturen.....	58
5.3 Begrensninger i litteraturstudien.....	59

5.4 Datamangler og kunnskapshull60

6 Referanser63

Forord

Å syntetisere litteraturen på et så bredt tema som vi har gjort her er en stor jobb. Men selv om vi har jobbet lange dager for å få rapporten i havn skal Norges forskningsråd ha honnør for at de lyste ut dette oppdraget. Å systematisere eksisterende forskning er et viktig steg dersom man vil prioritere forskningen innenfor dette feltet på en effektiv måte. Arealbruks og arealbruksendringer er en dominerende faktor som påvirker både det biologiske mangfoldet vårt og klimaet. Det er derfor helt avgjørende at vi utvikler nødvendig forskningsbasert kunnskap på dette området, og vi håper vår rapport vil bidra til at dette kan gjøres på en effektiv måte.

Jeg benytter anledningen til å takke mine medforfattere for en strålende innsats. Eksterne og interne «eksperter» som har spilt inn underveis og deltatt på workshops takkes også. Jeg vil også takke Kyrre Groven og hans gruppe ved Vestlandsforskning for godt samarbeid og gode diskusjoner underveis i prosessen. I tillegg må NFR takkes for at de er «*framme i skoa*» og ser at kunnskapssynteser er viktige dersom man ønsker å prioritere forskningen på en effektiv måte.

12. august 2024, Erlend B. Nilsen

1 Oppsummering for beslutningstakere

1.1 Bakgrunn

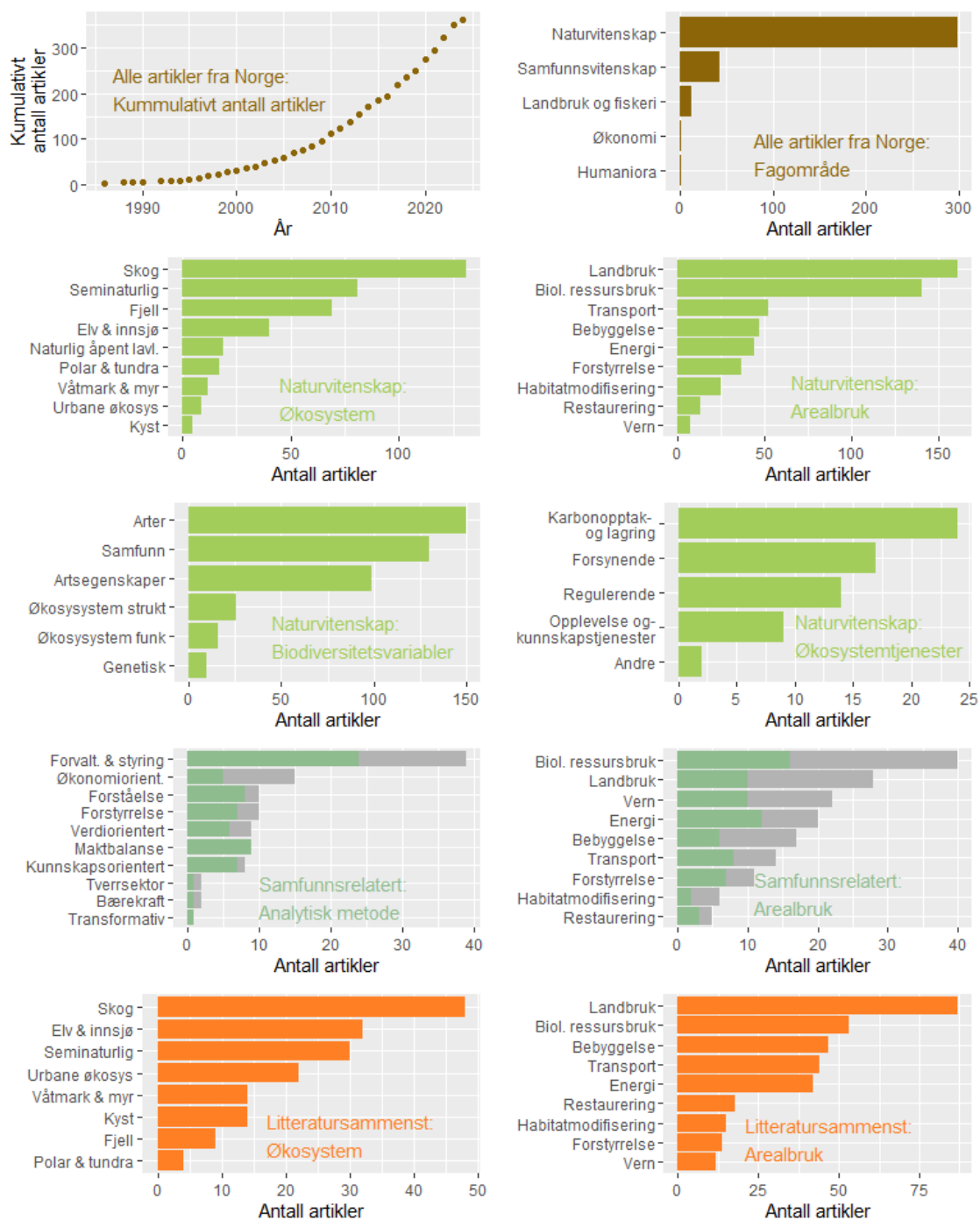
Nedbygging av naturarealer og endringer i menneskelig arealbruk vurderes som de viktigste årsakene til tilbakegang og tap av arter og naturtyper både globalt og i Norge. Arealendringer påvirker økosystemenes sammensetning, struktur og funksjon, og påvirker dermed økosystemenes evne til å produsere ulike goder og tjenester vi mennesker får fra naturen – omtalt som naturgoder eller økosystemtjenester. Det kanskje mest omtalte naturgodet i senere år er klimaregulering, der opptak og lagring av karbon i økosystemene er sentrale faktorer. Litt i underkant av 2% av Norges areal er i 2024 utbygd med veier, infrastruktur, bebyggelse og annet sterkt endret areal. Andelen er høyere enn i verden forøvrig (1%), men lavere enn gjennomsnittet i EU (4%). Byer og tettsteder var i vekst i hele forrige århundre, og bebygd areal er i dag jevnt økende. I perioden 1990-2019 ble det totalt bygget ned 1500 km², som tilsvarer litt under 50 km² årlig. Bruken av utmarka til ulike former for høsting, ressursutnyttning og friluftsliv har også endret seg mye gjennom de siste hundre årene. Grunnleggende kunnskap om utbygging og andre arealbruksendringer er grunnlaget for å kunne vurdere hvilken virkning disse endringene har for naturmangfold og økosystemtjenester.

Systematiske kart identifiserer hvilke tema det er gjort mye forskning på og hvilke tema det er forsket lite på. En slik oversikt kan benyttes til å vurdere hvor det er nødvendig med ytterligere innsats for å øke kunnskapen. Vi har i dette prosjektet utviklet et systematisk kart over tilgjengelig kunnskap knyttet til effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet og økosystemtjenester (inkludert karbonlagring) i Norge. Vår oversikt inkluderer også forskning som fokuserer på konflikter og styring knyttet til arealbruk, samt verktøy for planlegging og forvaltning.

Oversikten er basert på en detaljert protokoll som angir regler for litteratursøk, kriterier for å inkludere en artikkel, og hvilken informasjon som skal trekkes ut fra de inkluderte artiklene. Vi utformet søk og inkluderingskriterier med sikte på å fange opp alle relevante vitenskapelige artikler fra Norge, Sverige og Finland, samt alle publikasjoner som allerede har sammenstilt relevant litteratur på en systematisk måte (systematiske litteratursammenstillinger) så lenge de hadde et globalt, europeisk eller norsk fokus. Som et ledd i utviklingen av protokollen, gjennomførte vi et arbeidsverksted hvor representanter for ulike samfunnsinteresser deltok. Etter verkstedet mottok vi skriftlig tilbakemelding på protokollen fra deltakere på verkstedet samt en utvidet gruppe forskere. Dette ble gjort for å sikre at protokollen var tilstrekkelig godt definert til å fange opp litteratur av interesse. Protokollen er tilgjengelig [her](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UBK6N)¹.

¹ <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UBK6N>

1.2 Oppsummering av resultatene



Figur: Oversikt over de viktigste funnene fra vår litteratursammenstilling. Øverste rad (brune sirkler og søyler) omfatter alle inkluderte artikler fra Norge. Rad to og tre (grønne søyler) omfatter alle naturvitenskapelige artikler fra Norge. Rad fire omfatter artikler med samfunnsrelaterte problemstillinger (grå søyle: alle artikler, mørkegrønn søyle: artikler som har benyttet samfunnsvitenskapelige metoder). Rad fem (oransje søyler) omfatter eksisterende systematiske litteratursammenstillinger.

1.2.1 Oversikt over det samlede materialet fra Norge

Totalt ble 362 artikler fra Norge inkludert etter at screening var gjennomført. Det har vært et økende antall artikler publisert pr år, men økningen er liten gitt det økte fokuset på betydningen av arealbruk for biodiversitet og økosystemtjenester. I vårt materiale er det en stor overvekt av forskning som faller inn under fagdisiplinen naturvitenskap, mens samfunnsvitenskapelige studier i mindre grad er representert.

1.2.2 Sammenstilling av den naturvitenskapelige forskningen fra Norge

Totalt ble 279 artikler som omhandlet naturvitenskapelige tema inkludert. De hyppigst studerte økosystemene i vårt materiale er skog etterfulgt av semi-naturlige økosystemer og fjell, mens de øvrige økosystemtypene er langt mindre representert. Når det gjelder ulike former for arealbruk og arealbruksendringer er det effekter av landbruk og biologisk ressursutnyttelse som er mest studert. Dersom vi bryter opp arealbruken i en finere inndeling finner vi at det er særlig effekt av skogbruk (biologisk ressursutnyttelse) og beiting (landbruk) som er mye studert. Til sammenlikning er de øvrige formene for arealbruk, inkludert effekten av energiproduksjon samt ulike former for utbygging, langt mindre representert i materialet. Det er også svært få naturvitenskapelige artikler som omhandler betydningen av vern eller restaurering. Videre avdekker vår gjennomgang at det er flest studier på arter, artssamfunn eller artsegenskaper, mens det er færre studier på økosystem-nivå (både struktur og funksjon). Det er også svært få studier som har undersøkt effekter på genetisk sammensetning. Et lavere antall studier fokuserer på effekter på økosystemtjenester, hvorav de fleste omhandler karbonopptak, og kun noen få studier omhandlet opplevelses- og kunnskapstjenester. Vår gjennomgang viste videre at flertallet av studiene er basert på det som ofte karakteriseres som svake forsøksdesign. Det er en overvekt av studier på lokal eller regional skala og få studier som har inkludert data fra hele landet. De fleste studiene er basert på korte tidsserier, og kun et fåtall av studiene har gjort data- og kildekode åpent tilgjengelig i etterkant av studiet.

1.2.3 Viktige trekk ved studier som fokuserer på styring, verktøy og konflikter

Totalt ble 92 artikler som fokuserte på samfunnsrelaterte problemstillinger inkludert, hvorav 42 benyttet samfunnsvitenskapelige metoder. Vår gjennomgang avdekket en overvekt av studier med fokus på vekt på styring og forvaltning. Færre studier vektlegger analytiske tilnærminger knyttet til bærekraft, tverrsektorielle prosesser og "gjennomgripende" endringer. Også i denne delen av litteraturen var det flest studier som fokuserer på bruk av biologiske ressurser (særlig skogbruk, men også jakt og fiske) samt jordbruk (særlig jordbruksproduksjon). Sammenliknet med den naturvitenskapelige litteraturen var det en høyere andel som fokuserte på vern. Fordelt på hovedøkosystemer er det flest studier fra skog-, fjell- og semi-naturlige økosystemer. Samlet for den samfunnsvitenskapelige litteraturen fant vi at flere studier fokuserte på styring og verktøy og relativt få omhandler konflikter. De hyppigst benyttede metodene i vårt materiale var intervjuer og dokumentstudier.

1.2.4 En gjennomgang av eksisterende systematiske litteratursammenstillinger

Vår gjennomgang av eksisterende systematiske litteratursammenstillinger fanget opp totalt 158 artikler, hvorav 52 var metaanalyser som benytter statistiske metoder for å legge sammen resultater fra uavhengige studier med samme problemstilling. Disse studiene fokuserer i stor grad på skog, elv og innsjø, eller semi-naturlige økosystemer. Flertallet omhandler effekter av landbruk (produksjon og beiting) og biologisk ressursutnyttelse (inkludert skogbruk), men det er også en betydelig andel av artiklene i denne kategorien som omhandler betydningen av nedbygging, energiproduksjon, og transport. Vår gjennomgang avdekket at en lav andel av de eksisterende systematiske litteratursammenstillingene har benyttet seg av metoder for å vurdere kvaliteten på sammenstillingen. Dette gjør flere av de eksisterende sammenstillingene mindre egnet til å trekke sikre slutninger.

1.2.5 Datahull og kunnskapsmangler

På et overordnet plan mangler det innenfor naturvitenskapen studier med en eksperimentell tilnærming som er egnet til å avdekke årsaks-virkningsforhold mellom arealbruk, biodiversitet og økosystemtjenester. Det er også få studier som undersøker effekter av arealbruk på nasjonal

skala. Generelt er det en mangel på studier som baserer sine analyser på lange tidsserier. Det er også en stor forskjell i mengden forskning fra ulike fylker. Tematisk finner vi at det er få studier som har undersøkt effekter av vern og restaurering, og at det er relativt få studier som har studert effekter av ulike former for kraftproduksjon og utbygging. Det er videre stor forskjell i forskningsvolum mellom ulike økosystemer, med et lavt volum i kystnære økosystemer og i myr og våtmark. Det er relativt få studier som har undersøkt effekten av arealbruk på økosystemtjenester, inkludert karbonopptak og lagring. Sammenstillingen vår avdekte generelt en mangelfull kunnskapsstatus om de samfunnsmessige forholdene knyttet til effekter av arealbruk og arealbruksendringer på naturmangfold og økosystemtjenester, og samlet sett er det få samfunnsvitenskapelige studier som undersøker konflikter, forvaltningsverktøy og styring. Søket vårt identifiserte også få samfunnsrelaterte studier på enkelte tema som har fått mye politisk oppmerksomhet de siste årene, inkludert effekter av arealbruk og arealbruksendringer på karbonlagring og effekter av vindkraft. Videre er det få studier som benytter analytiske tilnærminger knyttet til "gjennomgripende endringer", tverrsektorielle prosesser og bærekraft, til tross for at disse fremheves i den internasjonale samfunnsfaglige litteraturen. Generelt finner vi også at det er et udekket behov for systematiske litteratursammenstillinger og metaanalyser på mer avgrensede tema, som baserer seg på de best tilgjengelige metoder for slike studier og inkluderer en kritisk vurdering av de inkluderte artiklene.

Vår systematiske sammenstilling av litteraturen har gitt en fylldig oversikt over hvilke tema det er mye forskningsbasert kunnskap om og hvilke tema det er lite kunnskap om. Sammenstillingen skiller seg fra tidligere norske kunnskapssammenstillinger ved at vi identifiserer studier som dreier seg om *effektene* av arealbruk på biodiversitet og økosystemtjenester. Sammenstillingen har avdekket en rekke områder og tema hvor det er lite forskningsbasert kunnskap tilgjengelig. Mange av disse temaene har også stor betydning for kunnskapsbasert arealforvaltning, og bør vektlegges i framtidig prioritering av forskning og kunnskapsoppbygging.

2 Innledning

Endringer i menneskelig arealbruk vurderes som den viktigste årsaken til tilbakegang og tap av arter og naturtyper både globalt og i Norge (Díaz et al. 2019; Malhi et al. 2020; Artsdatabanken 2021). Arealendringer påvirker økosystemenes sammensetning, struktur og funksjon, og påvirker dermed økosystemenes evne til å produsere ulike goder og tjenester vi mennesker får fra naturen – ofte omtalt som naturgoder eller økosystemtjenester (Potschin and Haines-Young 2011; IPBES 2019). Det kanskje mest omtalte naturgodet i senere år er klimaregulering, der opptak og lagring av karbon i økosystemene er sentrale faktorer (Griscom et al. 2017). Menneskelig bruk av arealene er dermed en nøkkelfaktor både i arbeidet med å bremse klimaendringene, tilpasning til et endret klima og som den viktigste enkeltfaktoren i arbeidet med å stanse tap av natur og biologisk mangfold (Díaz et al. 2019).

Å kvantifisere, forstå og formidle dynamikken i arealendringer og effektene av endringene for naturmangfoldet er en grunnleggende forutsetning for kunnskapbasert arealplanlegging og -forvaltning. Imidlertid mangler aktørene i arealforvaltningen i dag oppdaterte norske kunnskapssynteser om de direkte og indirekte sammenhengene mellom arealbruk, klimaendringer og naturmangfold, der den samlede vekten av evidens fra forskningen er vurdert, og der usikkerheten omkring kunnskapen er synliggjort. Dette gjelder både grunnleggende usikkerhet om årsak-virkningsmekanismer om effekter av arealbruk på naturmangfold og usikkerhet om det empiriske datagrunnlaget for slike vurderinger (Jaureguiberry et al. 2022). I samfunnsdebatten om arealbruk og natur vises det derfor ofte til internasjonale globale kunnskapssynteser, til tross for betydelig usikkerhet knyttet til hvorvidt kunnskapen fra slike globale kunnskapssynteser lar seg overføre til nasjonalt, regionalt og lokalt nivå i Norge.

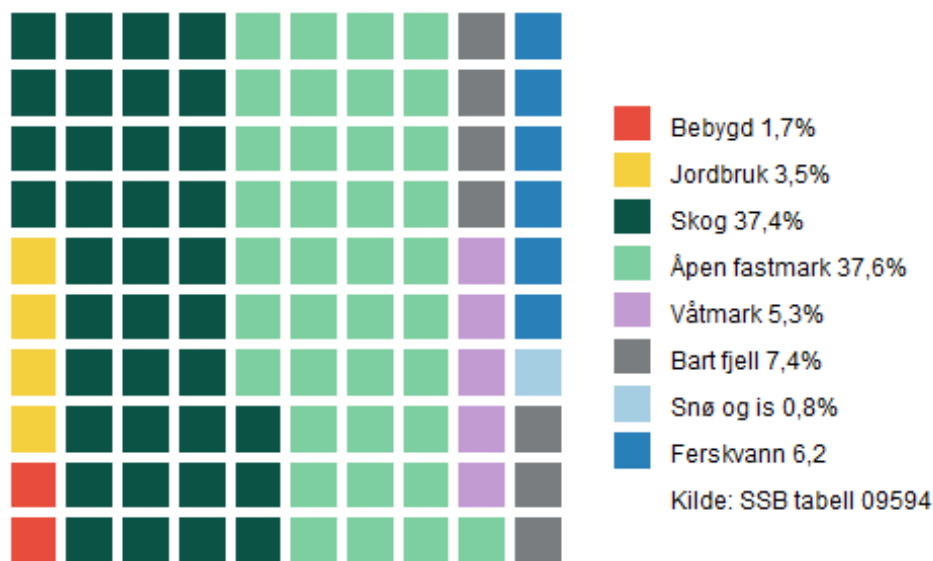
Aktørene i arealplanlegging og forvaltning tar løpende beslutninger om bruk av arealer til ulike formål, som utbygging, vern, bruk og høsting av naturressurser og restaurering og istandsetting av tidligere naturinngrep. Naturmangfoldlovens §8 slår fast at «offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger.» (Lov om forvaltning av naturens mangfold (Naturmangfoldloven) 2009). Dette fordrer at vitenskapelig kunnskap om effektene av påvirkninger er tilgjengelig. Som et utgangspunkt for å vurdere kunnskapsgrunnlaget om hvordan arealendringer påvirker biodiversitet, økosystemtjenester og karbonlagring i Norge, gjør vi her kort rede for pågående areal- og arealbruksendringer i Norge. Disse endringene er delvis et resultat av historiske prosesser, og delvis et resultat av globale og regionale endringer, lokal politikk og lokal arealbruk.

2.1 Pågående areal- og landskapsendringer i Norge

Litt i underkant av 2% av Norges areal var i 2023 utbygd med veier, infrastruktur, bebyggelse og annet sterkt endret areal (SSB statistikkbanken - tabell 09594²; Figur 1). Andelen er høyere enn i verden for øvrig (1%) men lavere enn gjennomsnittet i EU (4%) (Chen et al. 2015; Eurostat 2018). Norge skiller seg fra mange andre europeiske land ved at vi har lite jordbruksareal: bare 3% dyrka mark og innmarksbeite. Byer og tettsteder var i vekst i hele forrige århundre, og bebygd areal er ifølge SSB også i dag jevnt økende. I perioden 1990-2019 ble det totalt bygget ned 1 500 km², som tilsvarer litt under 50 km² årlig. Utenom bebygd areal og jordbruksområder er Norges landareal i dag dominert av fjell, hei og vidde (45%), skog (37%), ferskvann, (6%) og våtmark (5%) og varig is og snø (1%).

² <https://www.ssb.no/statbank/table/09594>

Arealtyper Fastlands-Norge



Figur 1: Prosentvis fordeling av ulike arealtyper i Norge

Selv om andelen av landarealet i Norge som er direkte utbygd eller dyrket opp er lav (ca. 5%), er mye av landet påvirket av menneskelig arealbruk. Siden siste istid har så å si alt areal vært i bruk av mennesker – til jakt, fiske, beite, høsting av for, skogbruk, utvinning av naturressurser, friluftsliv og rekreasjon, og senere også til naturvern, som også er en form for arealbruk. Omfang og intensitet i den menneskelige arealbruken har imidlertid endret seg mye opp gjennom århundrene (eks Prøsch-Danielsen and Simonsen 2000; Marquer et al. 2017; [Figur 2](#)). På terskelen til den moderne tid, omkring 1850, var naturressursene utnyttet helt til grensa for hva landområdene kunne tåle, og produksjonen var maksimert med datidens teknologi. Store arealer ble påvirket av menneskelig arealbruk, men med moderat intensitet etter dagens målestokk. Ifølge Edvardsen et al. (2024) kjennetegnes perioden etter 1850 ved en polarisering av den menneskelige arealbruken, med mer intensiv bruk av de best egnede arealene til jord- og skogbruk, mens andre arealer i utmarka gradvis ble tatt ut av bruk eller tas i bruk til nye formål. Vi høster mer fra naturressursene enn før, takket være avl, teknologi, og vitenskap og innovasjon, men det foregår på en mindre del av landarealet (intensivering). Opphør av ekstensiv hevd og skjøtsel av tradisjonelle utmarksarealer fører til endringer i kulturlandskap, som beite- og slåtteeenger, lyng- og fjellheier.

Gjennom mange år har jordbruksareal blitt bygd ned til fordel for boliger, veier, industri og andre formål, men omfattende nydyrking har kompensert for tapt jordbruksareal slik at det samlede jordbruksarealet har holdt seg nokså stabilt siden 1920-tallet ([SSB statistikkbanken](#) - tabell 09594³). Omfattende strukturendringer i jordbruket har gitt en nedgang på 45% i antall gårdsbruk, fra 70 740 i 1999 til 38 633 i 2020, og omfattende endringer i både arealbruk og driftsmåter, har ført til at jordbrukslandskapet har blitt mer homogent, der tidligere mosaikkformete kulturlandskap er endret til mer sammenhengende driftsarealer.

Redusert beite og sanking av ved til blant annet seterbruk, kombinert med akselererende klimaendringer, gjør at tre- og skoggrensene generelt stiger langsomt i Norge (Bryn and Potthoff

³ <https://www.ssb.no/statbank/table/09594>

2018). Norges høyeste registrerte tregrense ligger nå 1404 meter over havet, snaut 208 meter høyere enn høyeste måling i 1918 (Jotunheimen). Arealer med varig snø og is (breer, m.m.) er i tilbakegang på grunn av varmere klima, og er nå på sitt minste etter at målinger av breer begynte tidlig på 1900-tallet (Andreassen 2022).

Vi har både avskoging og «påskoging» i Norge, men det samlede arealet med skog har vært relativt stabilt siden 1990-tallet. Samlet biomasse i skogene har fram til helt nylig økt, og det samlede skogvolumet er mer enn doblet de siste hundre årene, men tilveksten har flatet ut de siste årene ([SSB statistikkbanken](https://www.ssb.no/statbank/table/09594) - tabell 09594⁴). Norsk skog har varierende grad av menneskelig hogstpåvirkning. Naturskog med høy alder, stor variasjon i forekomst av død ved og/eller sjiktet skog og uten synlige spor av menneskelige inngrep utgjør i dag knapt 2% av skogarealet, dersom landsskogtaksteringen definisjon legges til grunn (Skarpaas and Halvorsen 2022). Dette arealet øker relativt sett med 3–4% pr. år. Med en mindre streng definisjon av naturskog – skog uten store inngrep i nyere tid, etablert før 1940 og uten hogstingrep etter 1965 – utgjør naturskogen ca. 30 prosent av det produktive skogarealet. Dette arealet reduseres relativt sett med litt over 1 prosent i året. (Storaunet and Rolstad 2020; Halvorsen et al. 2022). Overgangen til bestandsskogbruk etter andre verdenskrig, med større hogstflater og skogplanting i produktiv skog, har i stor grad endret skogøkosystemenes struktur. Antall kilometer nye skogsbilveier økte raskt fra 1950-tallet og fram til årtusenskiftet og øker nå svakere, med ca. 150 km pr år (Landbruksdirektoratet 2024).

Områder med myr og annen våtmark (dvs. myr, kilde, sumpskog og seminaturlig våteng) utgjør 5-12% av landarealet i Norge. De siste 50 årene har vi hatt en betydelig reduksjon av arealer med tidligere myr og andre typer våtmark (ca. 7 000 km²) som er tapt eller forringet gjennom nedbygging, grøfting eller oppdyrking (Lyngstad et al. 2018; Edvardsen et al. 2024).

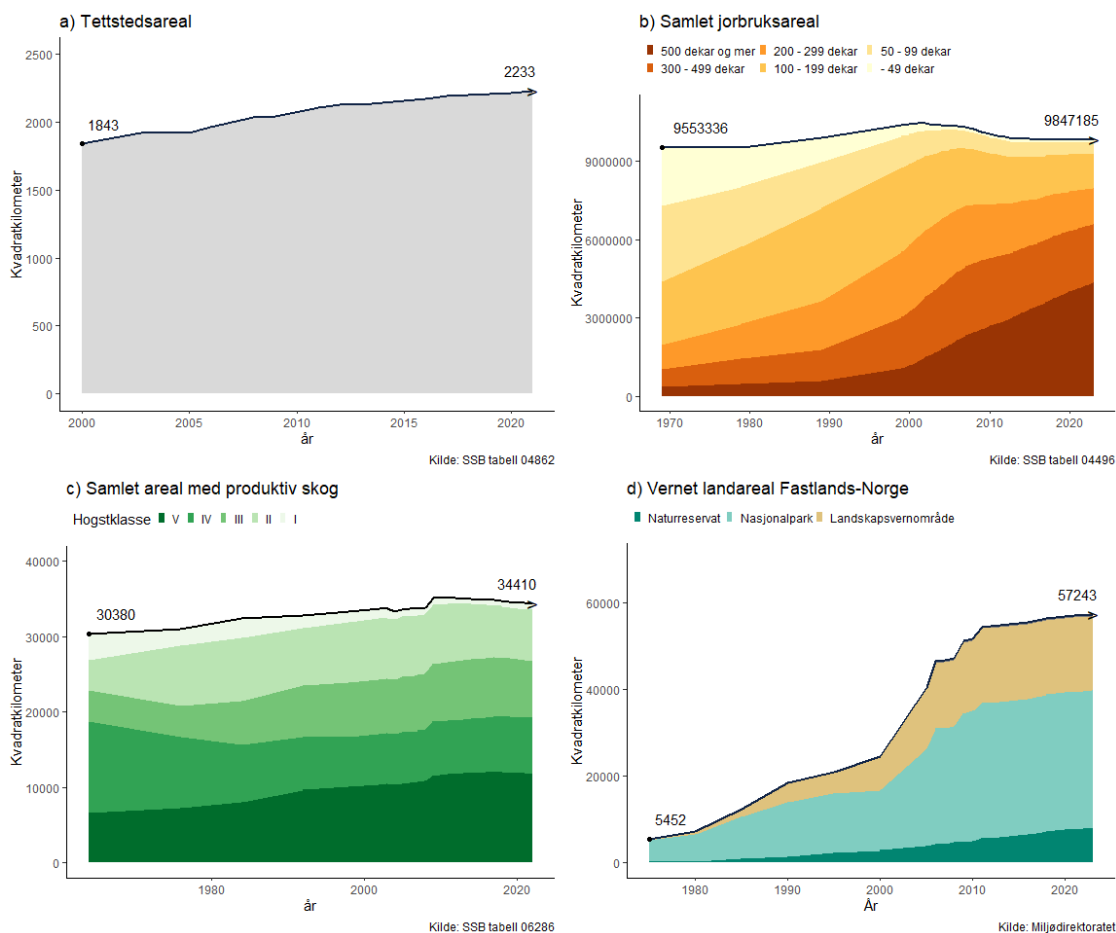
Omkring en tredjedel av vannarealet i Norge er påvirket av vannkraftutbygging, tilsvarende i underkant av 6 000 km². Et areal på om lag 1 000 km² er neddemt, og 15 av Norges 20 høyeste fossefall er regulert (Schartau et al. 2008). Rundt 64% av Norges samlede vannkraftpotensial er i dag bygget ut, mens 23% er vernet (NVE 2020).

De første naturfredningene av enkeltlokaliteter i Norge ble vedtatt i 1905 og Norges første Nasjonalpark, Rondane, ble opprettet i 1962. Den største veksten i vernet areal og antall verneområder skjedde på 1980- og 2000-tallet. I dag er 17,5 prosent av landområdene i Norge vernet (Miljødirektoratet 2022). Dette arealet domineres av høyfjellsområder, og flere viktige naturtyper er i liten grad fanget opp. Dette gjelder spesielt skog, kyst- og sjøområder.

Vi vet fra andre land at naturlige forstyrrelser i økosystemene i form av for eksempel skogbranner, insektangrep, vindfall, flom, ras og skred øker i takt med et endret klima. Vi har generelt lite data om omfanget og frekvensen av slike forstyrrelser over tid i Norge, men regionale prognoser for Norge tilsier færre døgn med snø, økt omfang av naturlige forstyrrelser i økosystemene i form av skogbranner, insektangrep, vindfall, flom, ras og skred (Kausrud et al. 2022).

Grunnleggende kunnskap om utbygging, endringer i arealbruksintensitet og andre konkrete arealendringer er grunnlaget for i neste omgang å vurdere hvilken virkning endringene har for naturmangfold og naturgoder.

⁴ <https://www.ssb.no/statbank/table/09594>



Figur 2: Eksempler på endringer i utbredelse og struktur innenfor utvalgte typer arealdekke og arealbruk: a) Utvikling i a) samlet tettstedsareal, b) samlet jordbruksareal (svart strek) med fordeling mellom areal pr. gårdsbruk vist med farger, c) samlet areal med produktiv skog med fordeling mellom hogstklasser vist med farger og d) samlet areal vernet etter naturmangfoldloven over tid med fordeling mellom verneformer vist med farger. Se teksten over for komplette datakilder.

2.2 Kunnskap om effekter av arealbruk og arealendringer på naturmangfold og naturgoder

Et sentralt kunnskapsgrunnlag i arbeidet med vurderinger av påvirkningsfaktorer på naturmangfoldet i Norge er rødlistene for arter og naturtyper som vurderer risiko for at arter dør ut i Norge eller at naturtyper går tapt (Artsdatabanken 2018, 2021). Rødlistevurderingene følger internasjonale metoder og utføres av eksperter med høy kompetanse på artsgruppene som vurderes (ekspertvurderinger), men vurderingene av *påvirkningsfaktorer*, inkludert arealbruk og arealendringer, foregår likevel på et relativt overordnet nivå, der årsakssammenhenger mellom arealendringer og effekter på utbredelse og bestandssituasjon for arter og naturtyper sjelden kvantifiseres.

Flere fagsystemer og sentrale overvåkningsprogram er etablert med sikte på å gi en samlet oversikt over tilstand og utvikling i økosystemer eller for ulike artsgrupper (f.eks. Landsskogstaksteringen, (Breidenbach et al. 2020); fagsystemet for økologisk tilstand, (Nybø et al. 2017); [Nasjonal insektovervåkning](https://www.nina.no/Naturmangfold/Insekter/Overv%C3%A5king-av-insekter)⁵ og [Rovdata](https://rovdata.no/)⁶), men slike fagsystemer og overvåkningsprogram gir ikke alltid grunnlag for å avdekke årsak-virkningforhold mellom de konkrete endringene i arealbruk og effekten på arter, økosystemer og naturgoder.

⁵ <https://www.nina.no/Naturmangfold/Insekter/Overv%C3%A5king-av-insekter>

⁶ <https://rovdata.no/>

Mangelen på en samlet og omfattende oversikt over forskningsbasert kunnskap om effekter av arealbruk og arealendringer på norske arter, økosystemer og naturgoder fører også til at ulike interessegrupper og sektorer stoler på ulike "fakta," noe som ofte fører til eskalerende konfliktnivå og dårlige beslutninger. *Det er derfor et klart behov både for en oppsummering av kunnskap om temaet og en systematisk kartlegging av kunnskapshull.* Politikk og beslutningstaking knyttet til arealbruk og dens effekter av arealbruk på biodiversitet og klima er for øyeblikket blant de mest konfliktfylte og heftig debatterte politiske spørsmålene i Norge. Konfliktene involverer typisk dilemmaer mellom ulike samfunnsmessige bekymringer og interesser støttet av ulike sektorer og aktørgrupper (Skogen et al. 2021; Guldbrandsen and Handberg 2023). Kontrovers om kunnskapsgrunnlaget er også ofte et sentralt aspekt ved konfliktene, kjennetegnet ved uenighet om kunnskapens status og motstridende tolkning av kunnskapen om effektene for naturen av ulike alternativer for arealbruk (Rusch et al. 2022; Aspøy and Stokland 2022).

IPBES (2019), IPCC (2018) og flere senere IPBES-utredninger har foreslått forvaltningsstrategier og tiltak, slik som de knyttet til transformasjonsendringer og transformasjonsstyring, for å muliggjøre oppnåelsen av FNs bærekraftsmål (United Nations 2015), klimaavtalens mål om å begrense global oppvarming til grensen på 1,5°C og den globale naturavtalens 2050-visjon om å stanse og reversere fortap av biodiversitet (United Nations 2022). Slike tilnærminger involverer forbedret integrasjon og samhandling mellom samfunnsmessige mål, styringssektorer og flere kunnskapskilder, og er dermed svært relevante for norsk politikk og beslutningstaking knyttet til arealbruk. Imidlertid hindres implementeringen og tilpasningen av internasjonalt anbefalte tilnærminger og verktøy til en norsk kontekst av mangelen på en omfattende forståelse av nasjonale og lokale dilemmaer og konflikter knyttet til arealbruk.

2.3 Systematiske kart over kunnskap og kunnskapshull

Systematiske kart, også kjent som Evidenskart eller Evidenshullkart, er utviklet for å gi en oversikt over tilgjengelig evidens om et bredt tema (Saran et al. 2020). Mens systematiske kunnskapsoversikter (systematic reviews) søker å svare på smale, veldefinerte spørsmål, er systematiske kart først og fremst egnet til å identifisere og katalogisere tilgjengelig evidens om politisk relevante spørsmål (James et al. 2016). Systematiske kart søker å sammenstille resultatene fra kunnskapsgjennomganger på en brukervennlig måte, for eksempel ved hjelp av grafer, kart eller søkbare databaser (Miake-Lye et al. 2016). Interaktive figurer og applikasjoner og som visualiserer kartleggingen blir i økende grad brukt for å gi en dynamisk presentasjon av resultatene for brukerne (slik som EviAtlas; Haddaway et al. (2019)).

Det er viktig at systematiske kart over kunnskap ikke fremstilles som et mål i seg selv. Systematiske kart forteller først og fremst *hva* vi har kunnskap om, mens systematiske oversikter indikerer *hva* vekten av evidens sier om utvalgte forskningsspørsmål. Uten ytterligere evidenssyntese må beslutningstakere være forsiktige med å treffe beslutninger basert kun på evidensens vekt alene (dvs. ved stemmeoptelling, jf. Hedges and Olkin (1980)). Systematiske kart kan ikke erstatte stringensen ved systematiske oversikter, men kan gi beslutningstakere en oversikt over kunnskapsgrunnlaget ved å belyse hull eller klynger av kunnskap. De kan vise hvor evidenssyntese kan eller bør finne sted, og dermed avdekke hvilke forskningsspørsmål har vi tilstrekkelig med tilgjengelig evidens til å svare på ved bruk av metaanalyser og på hvilke områder det er videre behov for primærforskning. På den måten kan systematiske kart være med på å begrense "bortkastet forskning" (Engelsk: Research waste) (Grainger et al. 2020). Beslutningsmodeller kan supplere resultatene av en systematisk evidenssyntese for å plassere den tilgjengelige evidensen i en beslutningskonteksten (Carrick et al. 2019).

2.4 Formålet med kunnskapssammenstillingen

Hovedmålet med dette prosjektet er å gi en helhetlig oversikt over tilgjengelig kunnskap knyttet til effekter av arealbruk og arealbruksendringer på norsk natur, med fokus på biologisk mangfold, økosystemtjenester, klimatilpasning, samt karbonbinding og lagring. Kartet er begrenset i

geografisk omfang til Norge, Sverige og Finland (se inklusjonskriterier nedenfor), med hovedfokus på Norge. Vi har i tillegg laget en enkelt beslutningsstøttemodell for å vise hvordan oversikten kan benyttes til å forstå endringer i forskningsinnretning over tid.

De viktigste forskningsspørsmålene vi dekker i vårt systematiske kart er 1) Hvilken forskningsbasert kunnskap finnes om virkningene av arealbruk og endringer i arealbruk på biologisk mangfold, økosystemtjenester og karbonbinding i Norge, 2) hvilken type konflikter er identifisert mellom ulike former for arealbruk, og 3) hvilke verktøy foreslås for å forbedre styringen.

3 Metoder

Før prosjektet ble gjennomført ble det utviklet en detaljert protokoll som beskriver fremgangsmåten. Denne protokollen inkluderte en detaljert beskrivelse av:

- Søkestrenger, søkeord og språk
- Eventuelle supplerende søk som f.eks. «*citation chasing*»
- Hvilke databaser vi vil søke i, og eventuelle nettsteder for søk etter grå litteratur som ikke er tilgjengelig i databasene
- Sentrale artikler (*benchmark-artikler*) som søket forventes å plukke opp
- Kriterier for screening av artikler (inkludering/ekskluderings-kriterier)
- Prosedyrer for sjekk av konsistens mellom review-gruppa
- Regler for datakoding

Den første versjonen (versjon 1.0) av protokollen ble utviklet på et tidlig stadiet av prosjektet, og sirkulert til en utvidet prosjektgruppe og til utvalgte samfunnsaktører. Basert på tilbakemeldinger på denne versjonen ble en ny versjon av protokollen utarbeidet og publisert. Videre justeringer av protokollen har blitt gjennomført på screening- og koding-stadiet av prosjektet. Alle versjoner av protokollen er publisert åpent på Open Science Framework, og alle versjoner er versjonert og datert. En oversikt over protokollene kan finnes [her](#)⁷. Den endelige versjonen av protokollen kan leses her (Nilsen et al. 2024).

3.1 Søk etter litteratur

3.1.1 Søk i online databaser

Systematiske litteratursøk for akademisk (forskningsbasert) litteratur ble gjennomført i Scopus og i følgende Web of Science Core Collection databaser:

- Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED): 1987–dd.
- Social Sciences Citation Index (SSCI): 1987–dd.
- Arts and Humanities Citation Index (AHCI): 1987–dd.
- Emerging Sources Citation Index (ESCI): 2015–dd.

Det ble gjennomført en rekke preliminære søk i Web of Science, og disse ble benyttet til å fintilpasse søkestrengen (Nilsen et al. 2024). Endelige søk ble gjennomført 29.1.2024.

3.1.2 Søketermer og søkestreng

I vår søkestrategi benyttet vi oss av PICO-rammeverket (James et al. 2016) for å strukturere søket, og sørge for at det var dekkende for vårt primære forskningsspørsmål.

Følgende søkestreng ble benyttet i WoS (tilsvarende streng ble benyttet i Scopus, men her ble søket justert for å passe systemets interface):

TS=(“land use” OR “land cover” OR “space use” OR LULCC OR (planning AND (spati OR region* OR area* OR conservation OR land* OR urban)) OR (conversion AND (land* OR habitat* OR area* OR ecosystem* OR natur)) OR (change NEAR/3 (land* OR area)) OR “national park” OR landscape* OR habitat* OR Husbandry OR “land shar” OR “land spar” OR (Outdoor NEAR/3 (life OR livin* OR recreat)) OR (restoration AND (nature OR ecosystem)) OR forestry OR (reindeer NEAR/3 (herd* OR husbandr)) OR (livestock NEAR/3 graz) OR “holiday home” OR “secondary home” OR (recreation* NEAR/3 (home* OR cottage* OR cabin* OR propert)) OR tourism OR “wind power” OR “Land manag” OR “Nature conservation” OR ((governance OR*

⁷ <https://osf.io/mwapc/>

management) AND (spati OR region* OR area* OR conservation OR land* OR urban)) OR aquaculture OR "fish farm" OR hydropower OR "green energy" OR "energy development" OR herding OR agriculture OR transportation OR road OR "oil and gas" OR petroleum OR mining OR windpower OR traffic OR road* OR railway* OR "hydroelectric power" OR "solar power" OR "solar electricity" OR "power plant" OR LULC OR LULUCF OR AFOLU OR FOLU)*

AND

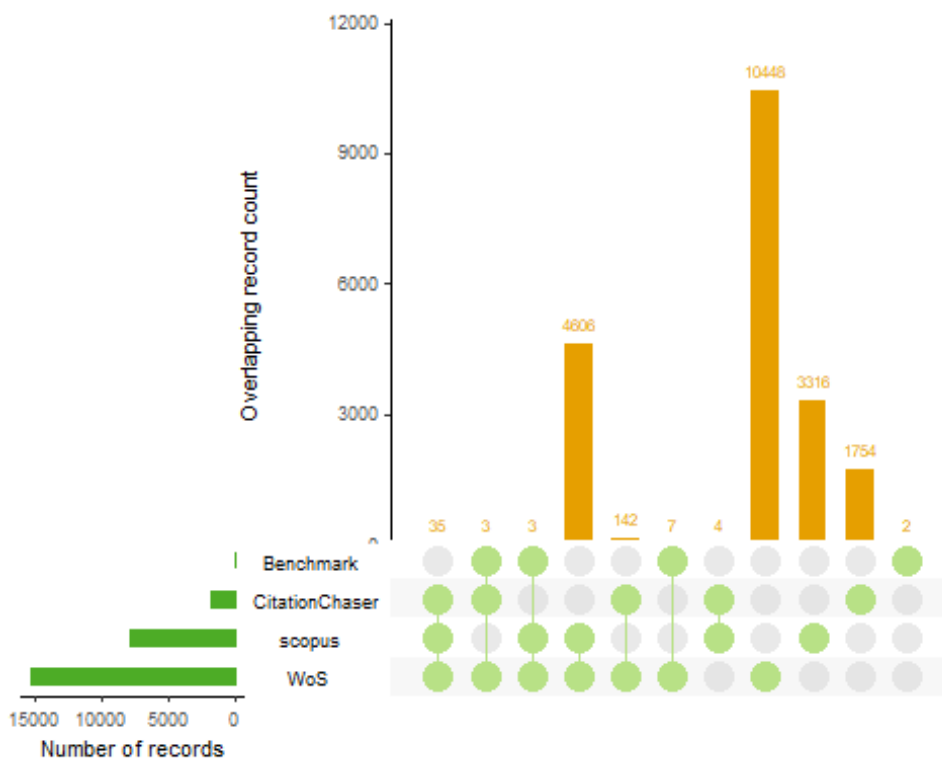
TS=(sustainab OR biodiversity OR "Ecosystem service" OR (carbon NEAR/3 (stor OR sequest)) OR (ecosystem NEAR/3 (impact* OR effect* OR provision* OR regulat* OR support* OR cultur)) OR ((loss OR shrink OR bisection* OR perforation OR fragmentation) AND (habitat OR land)) OR (climate NEAR/3 adapt) OR ecodiversity OR "ecosystem type" OR "ecological process" OR anthropogenic OR conflict OR (diversity NEAR/3 (ecological OR speci* OR population*)) OR red-list OR "water purification" OR "soil retention" OR spiritual OR cultural OR aesthetics OR "climate mitigation")*

Vi screenet alle systematiske litteratursammenstillinger og systematiske kart fra den internasjonale litteraturen, og de to kategoriene ble kombinert ved TS=("Systematic review" OR "systematic map" OR "rapid review*"). For den primære forskningslitteraturen ble de to kategoriene kombinert ved TS=(Norway OR Norwegian OR Sweden OR Swedish OR Finland OR Finnish), og alle resultatene ble screenet.

I tillegg til søket beskrevet over ble artikler som er sitert av eller siterer (engelsk: *forward and backward citation chasing*) de 15 benchmark-artiklene søkt opp ved hjelp av verktøyet citation-chaser i R (Haddaway et al. 2022).

3.1.3 Test av søkets omfang og dekning

For å sørge for at søket ga en god dekning av den aktuelle litteraturen valgte vi ut 15 benchmark-artikler, og undersøkte hvor godt disse ble fanget opp av søket (Hamre et al. 2007; Skogen et al. 2008; Karlsson et al. 2009; Tombre et al. 2013; Jarnemo et al. 2014; Bouyer et al. 2015; Foldvik et al. 2017; Rolstad et al. 2017; Pedersen and Krøgli 2017; Dorber et al. 2018; Aune et al. 2018; Gundersen et al. 2019; Hamre et al. 2021; Rusch et al. 2022; Korsnes et al. 2023). Artiklene ble valgt ut gjennom en diskusjon i prosjektgruppa, med det formål å dekke både bredde og dybde i søket. I det endelige søket ble totalt 13 av de 15 artiklene fanget opp.



Figur 3: Overlapp mellom de ulike kildene til litteratur og benchmark-artiklene.

De ulike søkestrategiene (ulike databaser, forward- and backward søk osv) fanget opp et ulikt antall artikler, hvorav en viss andel overlappet [Figur 3](#). Til sammen mener vi at de søk vi har gjennomført har gitt oss en god dekning av den aktuelle litteraturen. Protokollen (Nilsen et al. 2024) beskriver nærmere hvordan søket ble utviklet.

3.1.4 Sammenstilling og håndtering av søkeresultater

Søkeresultater, inkludert listen over *benchmarks* og *citation chasing*-resultater, ble lastet ned som .RIS-filer. Studier ble de-duplisert basert på likheter i DOI og tittel ved å bruke R-pakken 'ASySD' (Hair et al. 2021). Vi beholdt den nyeste versjonen av alle versjonskontrollerte artikler (for eksempel ble publiserte versjoner av *preprints* beholdt). De-dupliserte artikler ble deretter lastet opp til RayyanAI. Artikler som gikk gjennom screening av tittel og abstrakt ble deretter eksportert til en delt Zotero-database, og pdf-versjoner ble søkt etter ved hjelp av Zoterøs pdf-søkeverktøy. Eventuelle artikler uten pdf-er ble søkt manuelt på ResearchGate eller på tids-skriftsnettsteder. Der hvor pdf-er ikke var tilgjengelige ble de etterspurt fra forfatterne. Beslutninger om eksklusjonsårsaker på fulltekststadiet ble registrert i Notes-verktøyet i Zotero. Koding ble gjort ved bruk av et googleskjema som automatisk fylte ut et *google sheet* som dannet databasen over inkluderte studier.

3.1.5 Screening av artikler

Vi brukte forhåndsdefinerte inklusjons-/eksklusjonskriterier for å screene kvalifiserte studier (Nilsen et al. 2024). Etter de-duplisering ble tittel og abstrakt screening utført ved å bruke kvalifikasjonskriteriene, og alle studier klassifisert som usikre ble vurdert på fulltekststadiet. Screening ble gjort ved hjelp av Rayyan, med dobbel screening av en primær og flere sekundære *reviewere*. Etter 50 inkluderings-/ekskluderingsbeslutninger brukte vi Rayyan-AI 5-stjerners rangering for å rangere sammendragene for vurdering. Denne algoritmen vurderer sammendrag og titler på allerede inkluderte artikler til å identifisere andre artikler som også har et høyt potensial for inkludering (5 stjerner) eller de med et lavere potensial (1 stjerne).

Uenigheter i gruppen når det gjelder hvilke publikasjoner som tilfredstilte inklusjonskriteriene ble vurdert ukentlig i den tidlige fasen av kodingen, og kvalifikasjonskriteriene ble revurdert og justert når frekvensen oversteg 15 %. Motstridende beslutninger ble avstemt gjennom diskusjoner med hele prosjektgruppen. En nærmere beskrivelse er gitt i protokollen (Nilsen et al. 2024).

3.2 Inkluderings- og ekskluderingskriterier

Vi gikk gjennom alle studiene som ble funnet via søket beskrevet over, og inkluderte / ekskluderte artikler basert på kriteriene angitt nedenfor. Kun studier utført i Norge, Sverige og Finland eller allerede eksisterende systematiske oversikter (også referert til som metaanalyser) med global, europeisk eller fennoskandisk dekning ble inkludert i oversikten. Bare artikler der fullteksten er skrevet på engelsk, norsk, svensk eller dansk ble inkludert.

Studier ble inkludert dersom de vurderte effekter av arealbruk eller arealbruksendringseffekter på biologisk mangfold, økosystemtjenester/funksjoner eller karbonbinding og lagring i Feno-Skandinavia. Bare studier som fokuserer på terrestriske, akvatiske eller kystnære områder ble inkludert (dvs. studier som fokuserer på marine systemer ble ekskludert).

Studier ble også inkludert dersom de vurderer konflikter, verktøy eller styring knyttet til arealbruk og dekker endringer i dets effekter på biologisk mangfold, økosystemtjenester og/eller karbonbinding og lagring av økosystemer i Fennoskandia. Forholdet måtte være eksplisitt beskrevet i studien for at posten ble inkludert.

Studier av alle geografiske målestokker (nasjonale, regionale og lokale) ble vurdert som relevante for inkludering.

3.2.1 Kvalifiserte intervensjoner

Arealbruk og/eller arealdekning endres gjennom en eller flere drivere som er av menneskeskapt opprinnelse og resulterer i en eller flere av kjernemekanismene (endring i habitat – mengde; habitatsammensetning; habitatstruktur; habitatfunksjon; indirekte, for eksempel endret menneskelig bruk i rekreasjon osv.).

3.2.2 Kvalifiserte responsvariabler (utfall)

Kvalifiserte utfall inkluderte funksjon, struktur, mangfold, overflod, atferd, sammensetning eller rikdom på et hvilket som helst nivå av biologisk organisasjon (genetisk, art, samfunn, økosystem, landskap – flere økosystemer), samt studier som fokuserer på mengden av mangfold eller kategori av økosystemtjenester (tilveiebringelse, regulering, støtte eller kulturell tjeneste og karbonlagring og -sekvestrering).

I tillegg ble studier innen samfunnsvitenskap inkludert dersom de eksplisitt tar for seg konflikter, verktøy og styring knyttet til effekter arealbruk og endring av arealdekke på biologisk mangfold, økosystemtjenester og/eller karbonbinding og -lagring.

3.2.3 Kvalifiserte studiedesign

Alle studiedesign ble vurdert som kvalifiserende, inkludert både kvantitative og kvalitative studier.

3.3 Vurdering av studienes validitet

Vi vurderte ikke kvaliteten på de inkluderte primærstudiene da vi kun hadde som mål å kartlegge tilgjengelig litteratur. For de systematiske litteratursammenstillingene (*Systematic reviews* og *Systematic maps*) benyttet vi en modifisert [GRADE](https://bestpractice.bmj.com/info/toolkit/learn-ebm/what-is-grade/)⁸-tilnærming for å vurdere kvaliteten på studiene. Hver oversiktsartikkel ble vurdert med tanke på risiko for skjevhet i dataene, mangel på presisjon, inkonsistens, indirekte skjevhet og publiseringsskjevhet. Vi vurderte hver publikasjon mot alle disse kriteriene for å finne ut hvor stor «tillit» vi har til bevisene som ble presentert.

Følgende forklaring for de ulike GRADE-domenene lå til grunn for vår vurdering:

⁸ <https://bestpractice.bmj.com/info/toolkit/learn-ebm/what-is-grade/>

- **Risiko for bias:** Bias oppstår når en studies resultater ikke er forventningsriktige på grunn av design- eller gjennomføringsfeil. Denne usikkerheten reduserer tilliten til den estimerte effekten, ettersom potensielle skjevheter kan påvirke resultatene. Evaluatorene må avgjøre om risikoen for skjevhet i individuelle studier påvirker deres tillit til behandlingseffekten.
- **Upresisheit:** GRADE-tilnærmingen evaluerer unøyaktighet ved å undersøke 95 % konfidensintervallet rundt det beste estimatet av den absolutte effekten. Sikkerheten reduseres dersom konklusjonen fra studiet varierer avhengig av om den sanne effekten ligger i øvre eller nedre ende av dette intervallet.
- **Inkonsistens:** Sikkerheten er høyest når flere studier viser konsistente effekter. Evaluatorene bør vurdere likheten mellom punktestimater, hvorvidt konfidensintervaller overlapper og statistisk heterogenitet for å avgjøre om inkonsekvens påvirker sikkerheten i konklusjonen.
- **Indirektehet:** Bevis er mest pålitelig når studier direkte sammenligner intervensjonene og populasjonen av interesse, og rapporterer utfall som er avgjørende for beslutningstaking.
- **Publikasjonsbias:** Publikasjonsbias er utfordrende fordi det innebærer å utlede manglende bevis fra de tilgjengelige data. Til tross for deres begrensninger, kan statistiske og visuelle metoder bidra til å oppdage publikasjonsskjevhet, som er mer vanlig i observasjonsdata.

3.4 Datakodestrategier

For alle artikler som oppfylte inkluderingskriteriene og som derfor ble inkludert i gjennomgangen hentet vi ut en del nøkkelegenskaper og informasjon for senere dataanalyse. Et utvalg på 15 artikler ble kodet av alle i reviewgruppa for å skape enighet omkring koding. Kriterier for koding er gitt i vedlegg 3. 'Metadata' inkluderte grunnleggende egenskaper for hver studie, som forfatternavn, navn på tidsskrift, serie, studielengde og år. De resterende kategoriene inkluderte informasjon om åpen vitenskap, geografisk, miljømessig og romlig kontekst, forskningstype og kontekst, taksonomisk kontekst, type arealbruk og arealbruksendring, utfall og påvirkede tiltak, styringseffekter og verktøy. En nærmere forklaring og detaljer er gitt i (Nilsen et al. 2024). På grunn av ressursbegrensninger ble kun artikler fra Norge samt eksisterende systematiske litteraturammenstillinger kodet i henhold til protokollen. I resultatene vil vi derfor legge hovedvekt på disse.

3.5 Involvering av brukere og samfunnsaktører

Planer for vurderingen ble presentert på en konferanse arrangert av Miljødirektoratet og Norges forskningsråd 23. oktober 2022. Et generelt interessentmøte ble arrangert av NINA 25. april 2023. Fokus og omfang av vurderingen ble etter det innsnevret og bedre definert, og en ny versjon av protokollen ble utarbeidet. Detaljer om dette møtet og endringene i omfang er tilgjengelige på forespørsel. Interessenter som deltok på dette arrangementet ble invitert til å kommentere utkastet til protokollen før innsending til publisering. Disse innspillene er lagret og arkivert sammen med protokollen [her](#)⁹. Interessenter var ikke involvert under gjennomføringen av vurderingen etter dette.

3.6 Avvik fra protokollen

Før vi startet med litteraturgjennomgangen utviklet vi en detaljert protokoll (Nilsen et al. 2024) som dannet grunnlaget for vårt arbeid. Søket ble gjennomført som beskrevet, men på grunn av

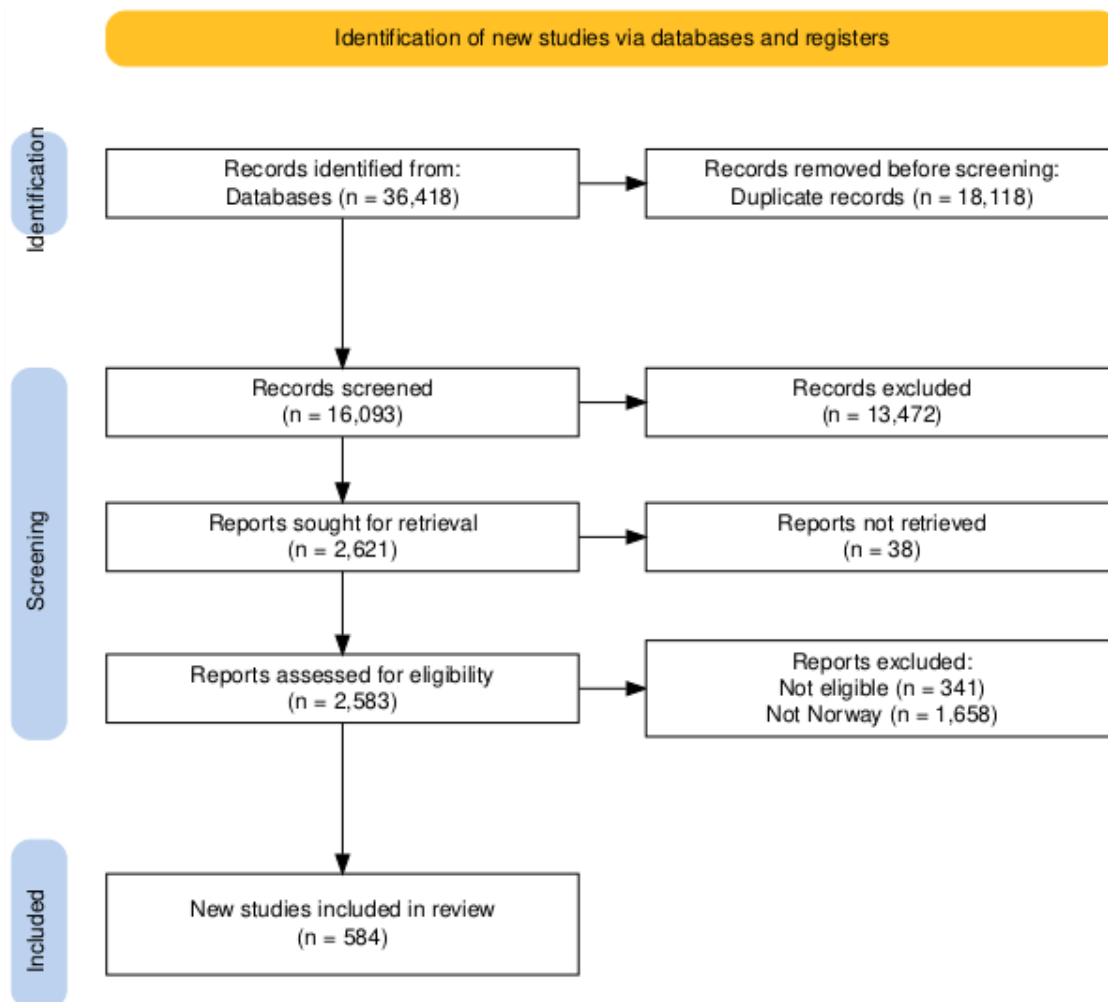
⁹ <https://osf.io/mwapc/>

et vesentlig større treff på vitenskapelige artikler enn antatt ble det ikke kapasitet i dette prosjektet til også å gå gjennom den grå litteraturen. I tillegg er et antall artikler (ca 10%) ikke gjennomgått screening på grunn av kapasitetsutfordringer. Vi benyttet imidlertid ulike filtre i verktøyet Rayyan, inkludert Rayyan-AI 5-stjerners rangering av artikler og sørget for at alle artikler som har en høy sannsynlighet for å være relevante ble screenet. Dette punktet er også berørt nærmere i diskusjonen. Både inkluderingskriterier og datakodestrategi var som beskrevet i protokollen. Kun primærstudier fra Norge samt alle systematiske litteratursammenstillinger ble prioritert for koding.

4 Resultater

4.1 Resultat av litteratursøket

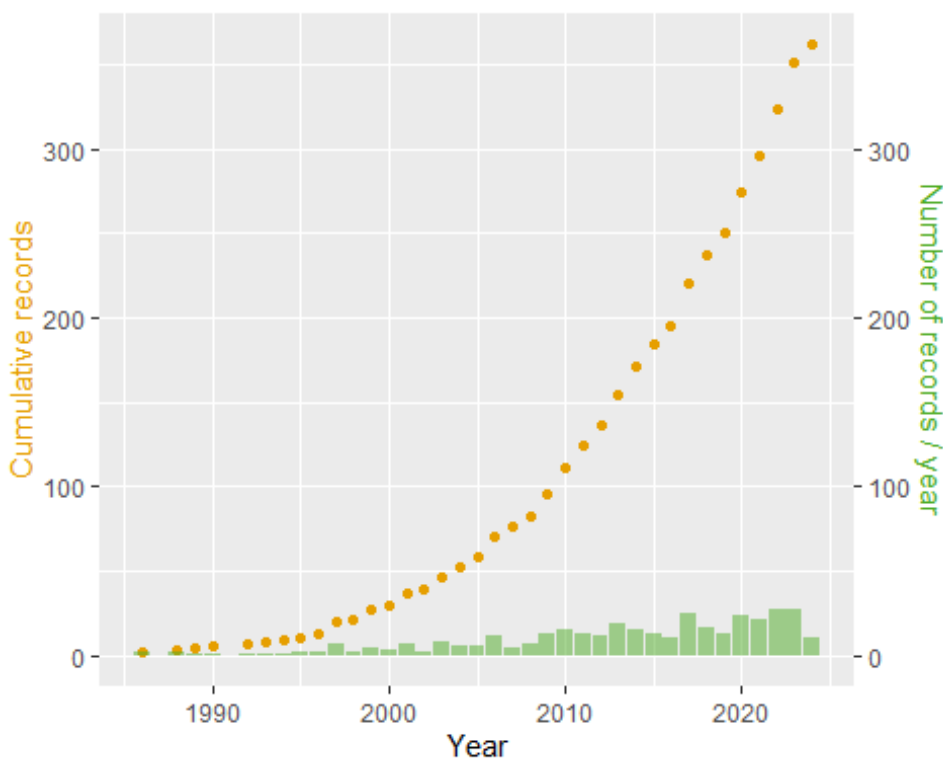
Litteratursøket resulterte i totalt 36418 artikler (Figur 4). På sammendragsstadiet screenet vi 16 093 artikler, og ekskluderte 13 472 av dem. På fulltekststadiet vurderte vi 2 583 for inkludering, og endte opp med 584 artikler i gjennomgangen.



Figur 4: Flytskjema (PRISMA) som viser hvor mange artikler som går videre til de ulike stegene i den systematiske prosessen for litteraturgjennomgang.

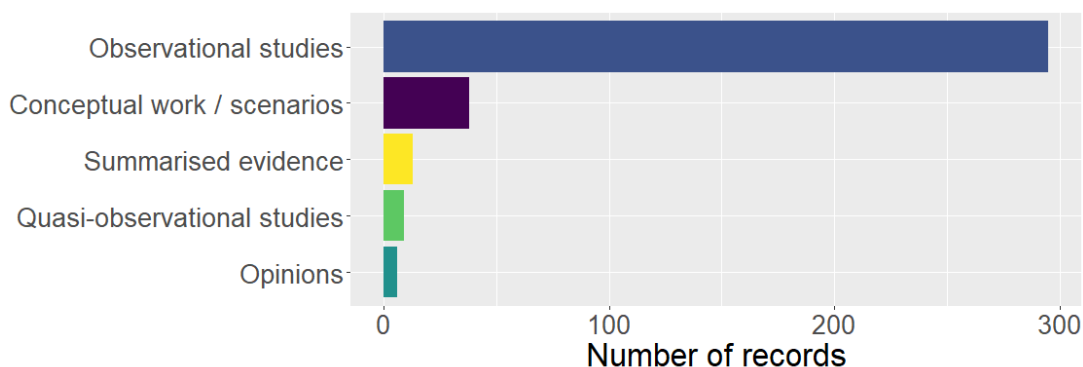
4.2 Litteratur fra Norge

Totalt ble 362 artikler fra Norge inkludert etter at screeningen var gjennomført. De eldste artiklene vi fanget opp var publisert i 1986 og de nyeste var publisert i 2024. Som vist i Figur 5 varierte antallet mellom ulike år, og selv om det har vært en generell økende tendens i antall artikler publisert pr år er ikke denne økningen så markant de siste 10-15 årene.



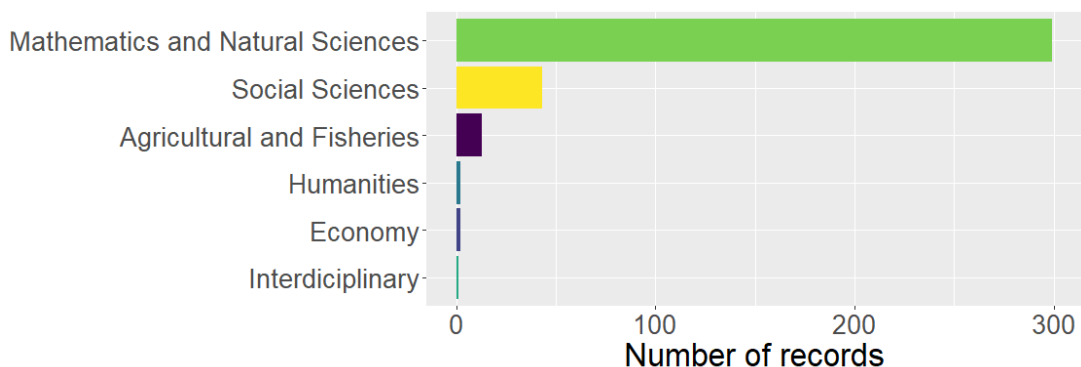
Figur 5: Oversikt over kumulativ økning i antall artikler (venstre y-akse, oransje sirkler) og antall artikler publisert i de ulike årene i perioden 1986 - 2024.

Som det framkommer av [Figur 6](#) er det en stor overvekt over observasjonsstudier (*Observational studies*) i vårt datamateriale. Observasjonsstudier er her definert som studier som baserer seg på empiriske data fra systemet som undersøkes. Også konseptuelle studier og scenarie-modellering er relativt hyppig forekommende.



Figur 6: Oversikt over forskningen basert forskningskategori.

I vår koding av artiklene fra Norge vurderte vi også hvilken fagdisiplin studien hører inn under. I vårt materiale er det en stor overvekt av forskning som faller inn under fagdisiplinen matematikk og naturvitenskap (*Mathematics and Natural Sciences*) (Figur 7), men det er også en betydelig andel samfunnsvitenskapelige studier (*Social Sciences*). De andre disiplinene er i liten grad inkludert i vårt datamateriale fra Norge. Merk at dette tildels skyldes måten vi gjennomførte søk og screening på.

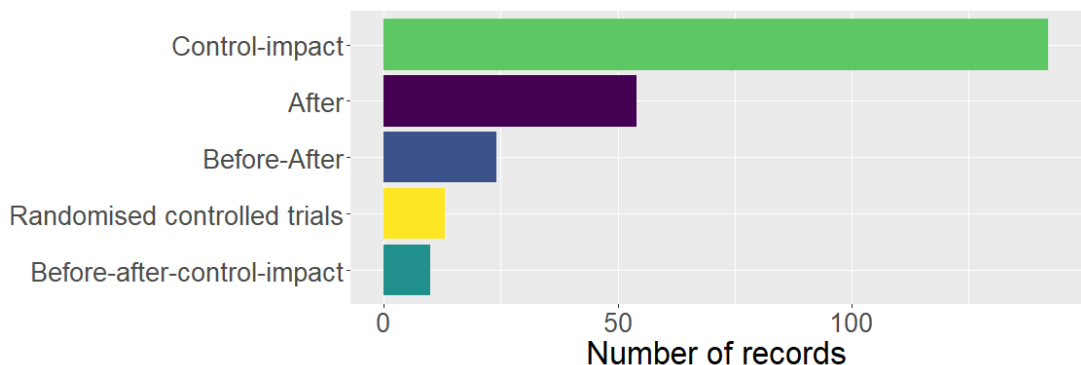


Figur 7: Oversikt over hvordan forskningen fordeler seg mellom ulike fagdisipliner.

4.3 Naturvitenskapelig litteratur fra Norge

I dette kapitlet skal vi se nærmere på de artiklene som brukte en naturvitenskapelig metode, og kategorisere disse langs en lang rekke ulike akser for å besvare problemstillingen presentert i innledningen. Totalt ble 279 artikler som omhandlet naturvitenskapelige tema inkludert. Merk at en og samme artikkel være representert i flere kategorier (f.eks. med flere økosystemer) slik at totalsummen i figurene ikke alltid summerer opp til totalt antall inkluderte artikler.

De klart mest benyttede forsøksdesignene blant disse er “kontroll-behandling” (*Control-Impact*)-design og “etter” (*After*)-design (Figur 8). Merk at vi har kategorisert forskning som f.eks. undersøker hvordan gradienter i arealbruk påvirker den aktuelle responsvariabelen som “kontroll-behandling” (*Control-Impact*)-design. Det er en påfallende mangel på godt designede “randomisert eksperimenter” (*Randomised controlled trials*) og studier som følger både kontrollområder og behandlingsområder både før og etter (*Before-after-control-impact*) at et tiltak er satt i verk. Disse to studiedesignene er generelt mer egnet til å undersøke årsak-virkningssammenhenger.

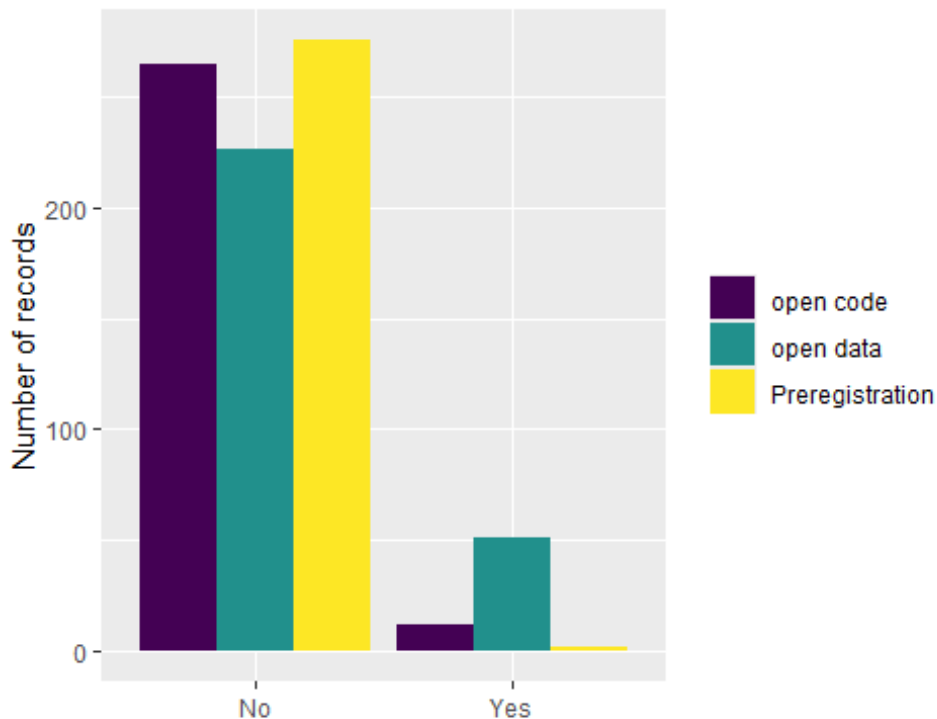


Figur 8: Fordeling av observasjonsstudier mellom ulike forsøksdesign.

Hvor stor andel av forskningen praktiserer Open Science-prinsipper?

Åpen forskning gjør det i prinsippet mulig for andre å etterprøve resultatene fra den publiserte forskningen og legger til rette for effektiv gjennbruk av data og kildekode. I vårt datamateriale er det kun en liten andel av artiklene som har gjort data og kildekode tilgjengelig (Figur 9). En enda mindre andel av forskningen er basert på forhåndsregistrerte hypoteser. Siden det kun er de siste årene det har vært vanlig at tidsskrifter krever at data blir gjort åpent tilgjengelig kan man

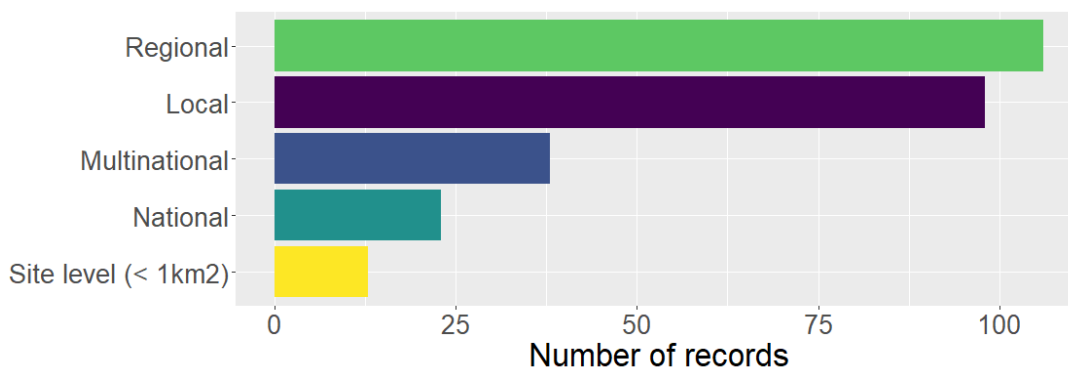
forvente at andelen er noe økende den siste delen av perioden. Vi har ikke vist dette med figur her, men våre data viser en slik økning men med en fortsatt lav andel også de siste årene.



Figur 9: Oversikt over hvorvidt forskningen har gjort data og kildekode åpent tilgjengelig, og hvorvidt den er basert på forhåndsdefinerte hypoteser.

Hvordan er forskningen fordelt med hensyn til størrelse på studieområde (romlig skala)?

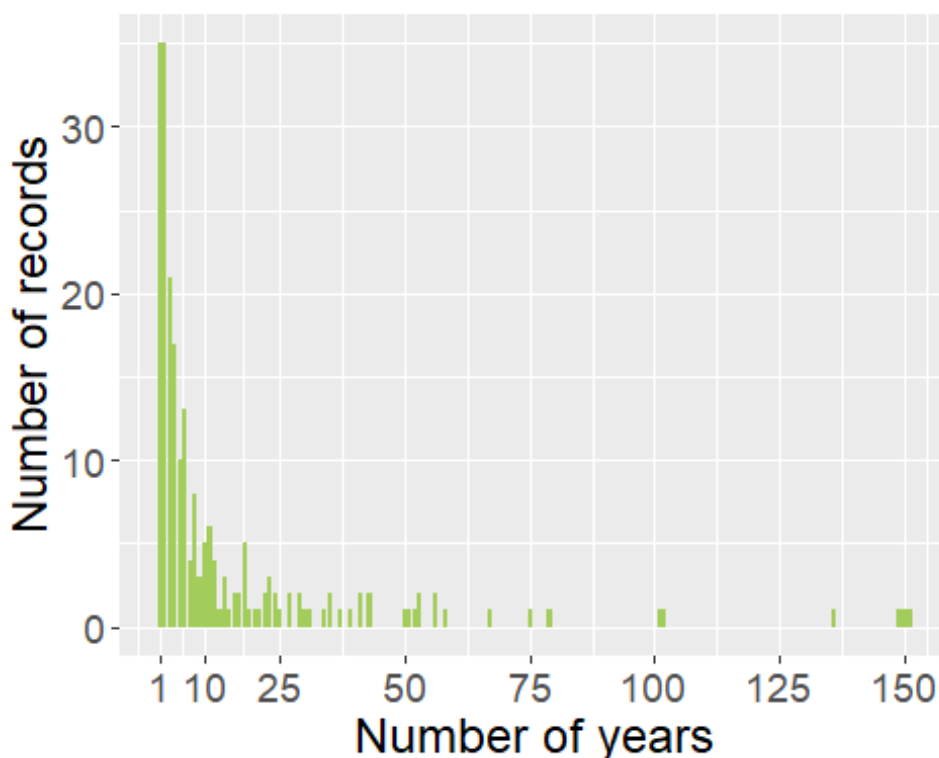
Det meste av forskningen er gjennomført på det vi har karakterisert som lokal (f.eks. en del av en kommune; *Local*) eller regional (f.eks. et fjellområde eller et fylke; *Regional*) (Figur 10). En betydelig mindre andel av forskningen dekker hele landet eller er basert på multinasjonale data-sett.



Figur 10: Oversikt over hvilken geografisk målestokk forskningen er gjennomført på. 'Regional' tilsvarer et fylke eller en fjell- eller kystregion, 'Local' tilsvarer en kommune eller en del av en kommune.

Hvor lange tidsserier med empirisk data ligger til grunn for den publiserte forskningen?

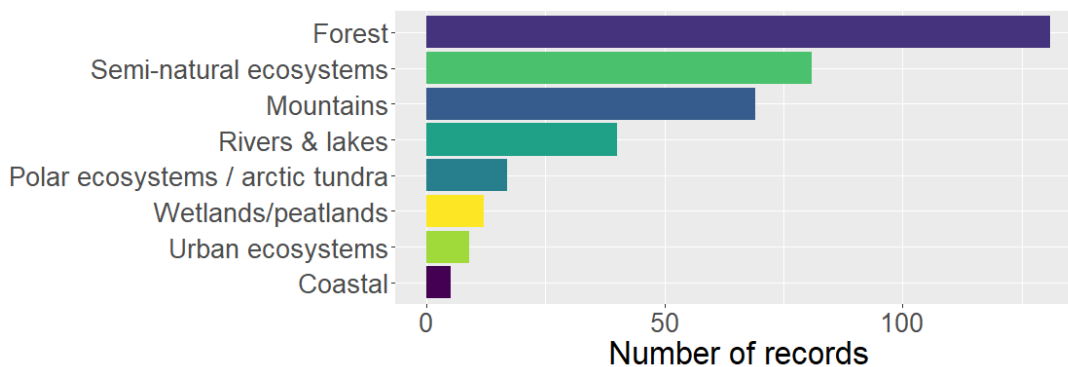
I økologisk forskning er det ofte nødvendig med lange tidsserier for å kunne skille effekten av naturlig variasjon fra menneskelige inngrep. I vårt materiale er den største delen av forskningen basert på korte tidsserier (Figur 11). En veldig stor andel av studiene var av kun 1-2 års varighet, og et fåtall av studiene var basert på det man kan kalle "lange tidsserier". Merk at for mange av de lengste tidsseriene kan det være snakk om sammenlikning mellom enkeltår i perioden, ikke data for hele perioden.



Figur 11: Fordeling av lengden på tidsseriene som ligger til grunn for den publiserte forskningen.

Hvor stor andel av forskningen er gjennomført i ulike økosystemer?

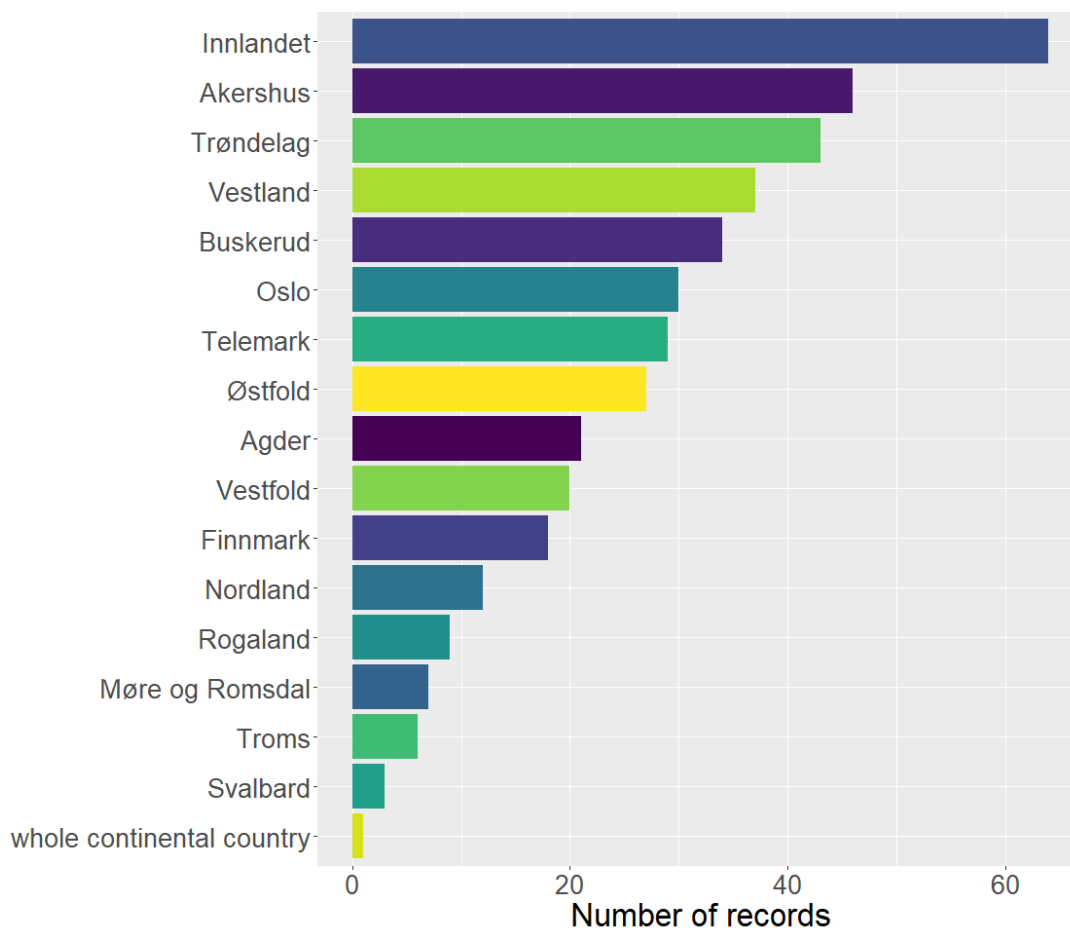
De hyppigst studerte økosystemene i vårt materiale er skog (*Forest*) etterfulgt av semi-naturlige økosystemer (*Semi-natural ecosystems*) og fjelløkosystemer (*Mountains*) (Figur 12), samt elver og vann (*Rivers & lakes*). Studier i kategorien semi-naturlige økosystemer er dominert av studier på semi-naturlig engvegetasjon. De øvrige økosystemtypene er langt dårligere representert.



Figur 12: Antall forskningsartikler som dekker ulike hovedøkosystemer.

Hvordan er forskningen fordelt på ulike fylker?

Det er en betydelig variasjon i hvor mye av forskningen som er fanget opp i vår litteraturgjennomgang som har vært lokalisert i de ulike fylkene (Figur 13). Flest studier er gjennomført i fylkene Innlandet, Akershus, Trøndelag og Vestland, mens det er færrest artikler fra fylkene Møre og Romsdal samt Troms. I tillegg er det få studier som fokuserer på arealbruk på Svalbard.

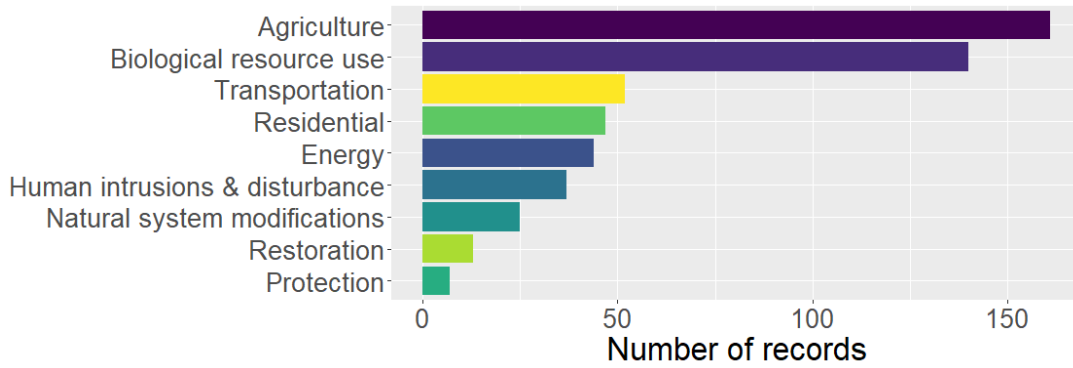


Figur 13: Fordeling av forskningsartikler på ulike fylker i Norge.

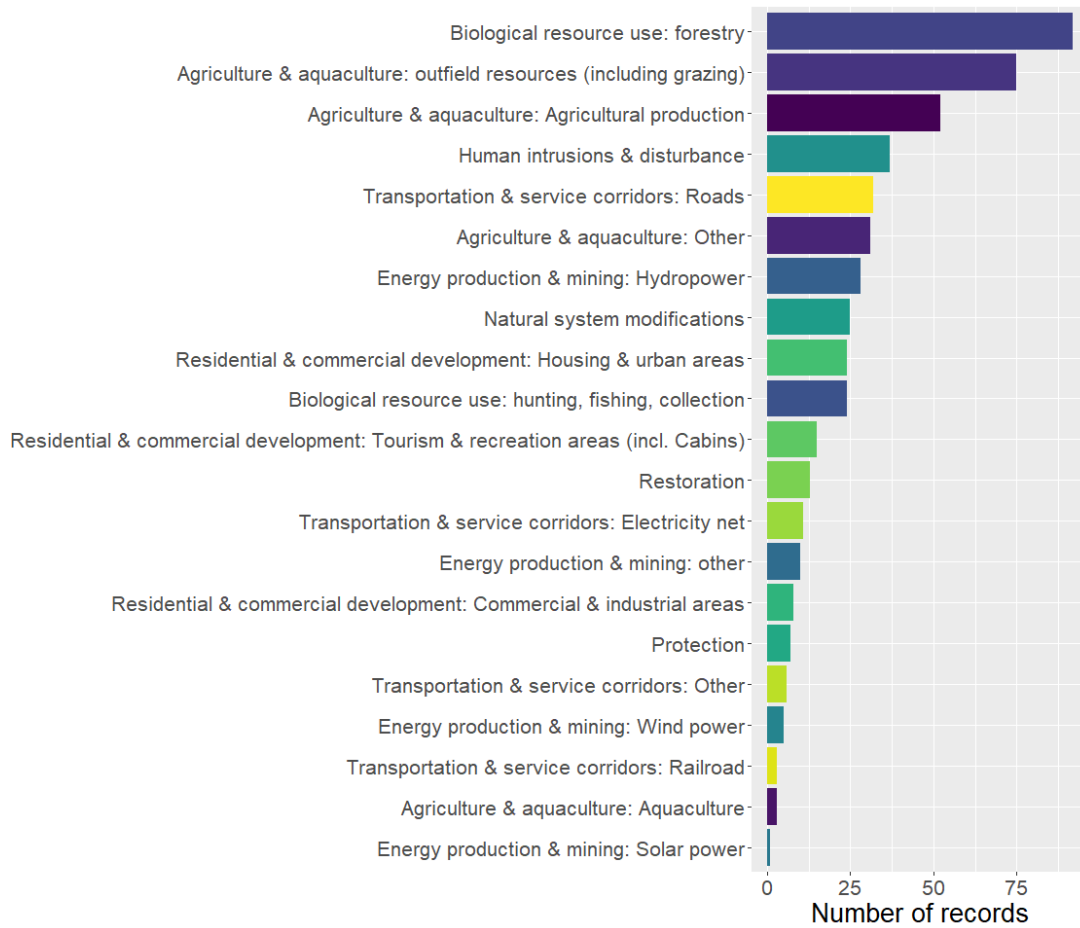
Hvordan er forskningen fordelt med tanke på arealbruk og arealbruksendringer?

Det er gjennomført studier av en lang rekke ulike former for effekter av arealbruk og arealbruksendringer (Figur 14; Figur 15). På et overordnet plan er det effekter av ulike former for landbruk (*Agriculture*) og utnyttelse av biologiske ressurser (*Biological resource use*) som er hyppigst studert. Kategorien utnyttelse av biologiske ressurser (*Biological resource use*) omfatter både skogbruk og jakt & fiske. Det er svært få artikler som omhandler vern (*Protection*) og restaurering (*Restoration*).

Dersom vi bryter ned effekter av arealbruk og arealbruksendringer i finere kategorier (ref. Nilsen et al. (2024)), ser man at særlig er effekter av skogbruk (*Biological resource use: forestry*) og effekter av tamme beitedyr (*Agriculture & aquaculture: outfield resources (including grazing)*) hyppig studert (Figur 15).



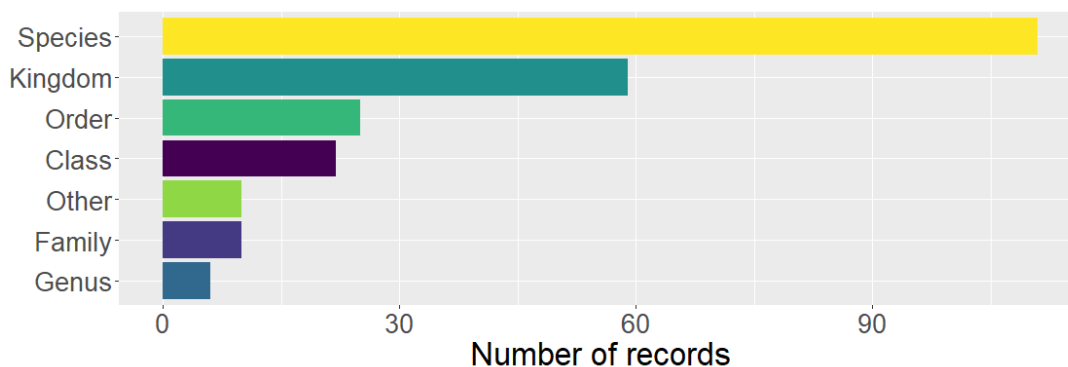
Figur 14: Fordeling av forskningsartikler som har studert effekter av de ulike hovedformene for arealbruk.



Figur 15: Antall forskningsartikler som har studert effekten av ulike former for arealbruk eller arealbruksendringer.

Hvordan er forskningen fordelt på ulike taksonomiske nivå?

Det er en klar overvekt av artikler som fokuserer på (en eller flere) arter (*Species*) i den litteraturen vi har gått gjennom fra Norge (Figur 16). Det er også en relativt stor andel av litteraturen som fokuserer på hele riker (*Kingdom*). Dette er i stor grad snakk om artikler som beskriver responsen til hele plantesamfunn på en eller flere former for arealbruk.

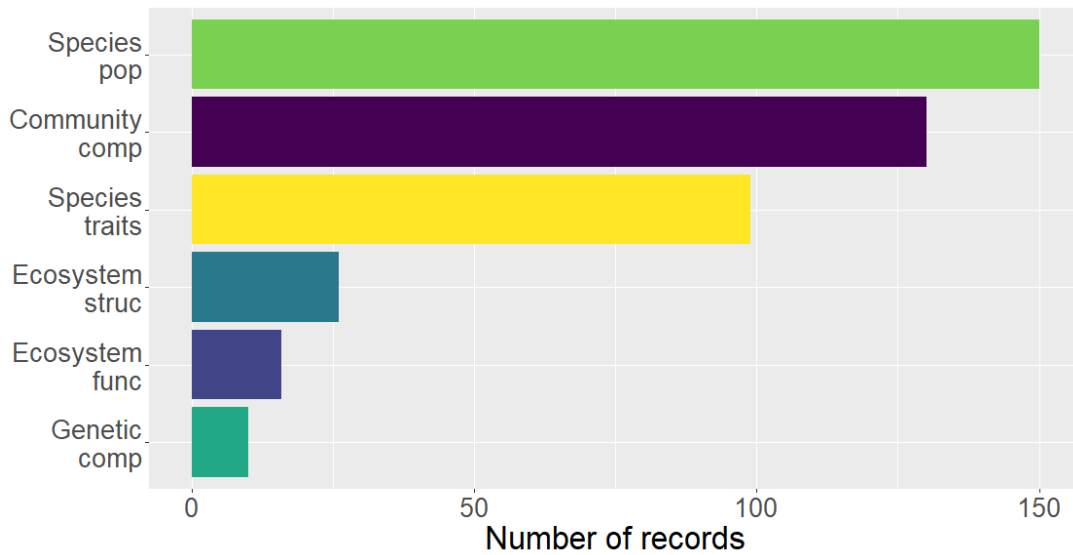


Figur 16: Fordeling av ulike taksonomiske nivå i forskningslitteraturen.

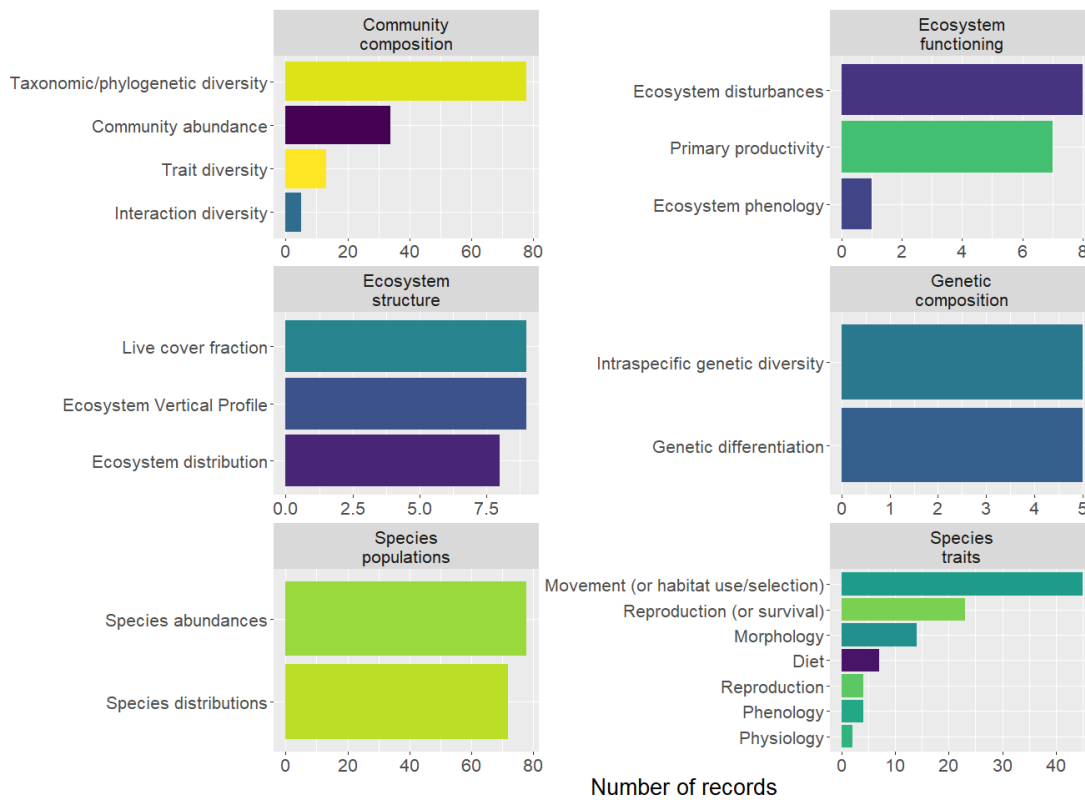
Hvordan er forskningen fordelt på ulike essensielle biodiversitetsvariabler (EBV)

Vi benyttet i denne gjennomgangen klassifiseringssystemet essensielle biodiversitetsvariabler (EBV) til å kategorisere hvilken biologisk responsvariabel som ble studert. EBV er et hierarkisk system som består av seks klasser og 21 variabler. Av de seks klassene i Figur 17 er det flest studier som har fokusert på arters bestander (*Species populations*) samfunnssammensetning (*Community composition*) og arters egenskaper (*Species traits*). Artsegenskaper inkluderer for eksempel artenes reproduksjonsrate, atferd, diett og bevegelse i landskapet osv. I kontrast til dette var det svært få studier som studerte hele økosystemers funksjon (*Ecosystem functioning*) eller struktur (*Ecosystem structure*). Tilsvarende var det veldig få som studerte effekter av arealbruk på genetisk sammensetning (*Genetic composition*).

Ser vi nærmere på de enkelte biodiversitetsvariablene innenfor klassene (Figur 18), er det tre variabler som er klart hyppigst studert: taksonomisk diversitet (*Taxonomic/phylogenetic diversity*), arters utbredelse (*Species distribution*) og arters antall (*Species abundance*). I tillegg er det relativt mange studier som fokuserer på hvordan arealbruk og arealbruksendringer påvirker arters arealbruk/seleksjon (*Movement (or habitat use/selection)*).



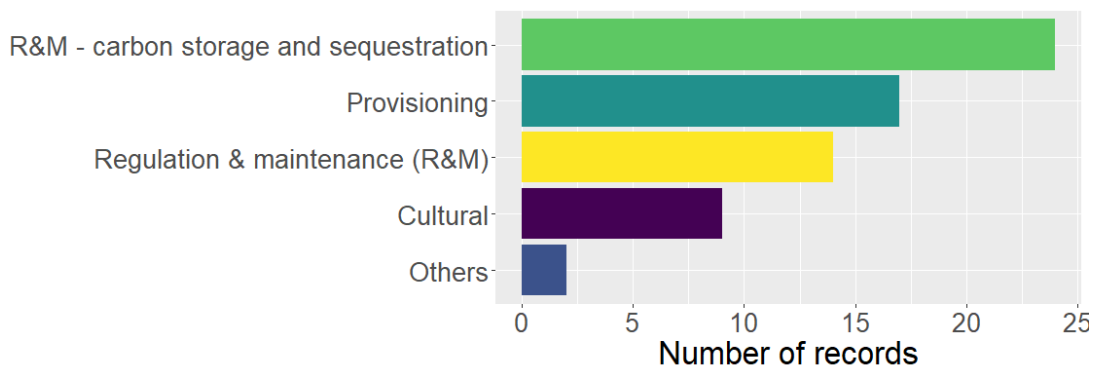
Figur 17: Antall artikler som har fokusert på ulike essensielle biodiversitetsvariabler (EBV) fordelt på de seks klassene.



Figur 18: Antall artikler som har fokusert på ulike essensielle biodiversitetsvariabler (EBV) fordelt på de 21 variablene.

Hvordan er forskningen fordelt på ulike økosystemtjenester?

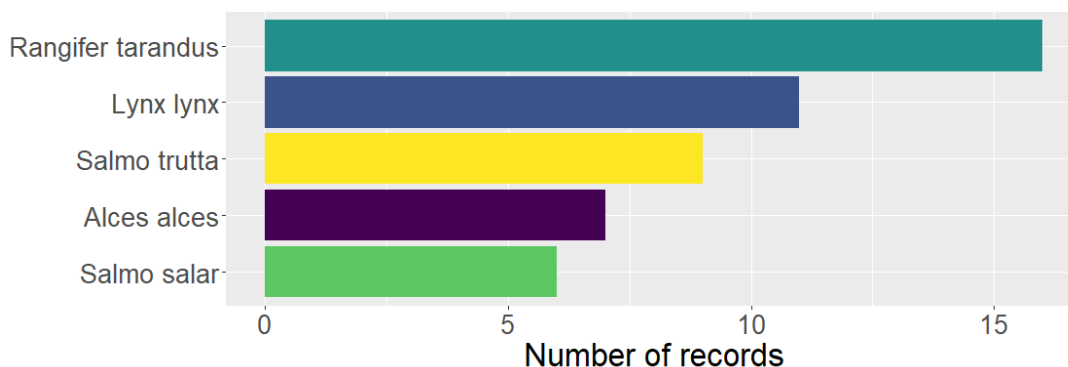
Den hyppigst forekommende økosystemtjenesten i vårt datamateriale for studier som har benyttet naturvitenskapelige metoder var lagring og sekvestrering av karbon (*R & M Carbon storage and sequestration*). Det var et mindre antall studier som studerte opplevelse- og kunnskapstjenester (*Cultural ecosystem services*) Figur 19).



Figur 19: Omfang av artikler som studerte ulike former for økosystemtjenester i datamaterialet fra Norge.

Hvordan er studier som fokuserer på arter fordelt?

Blant studier som fokuserte på en eller et fåtall arter var det studier av rein (*Rangifer tarandus*) som var hyppigst forekommende i vårt datamateriale (Figur 20), mens studier av arealbruks-effekter på gaupe (*Lynx lynx*), elg (*Alces alces*), ørret (*Salmo trutta*) og laks (*Salmo salar*) kom på de neste plassene i frekvenslisten. I figuren under er det kun de hyppigst studerte artene som er vist fram, og det er gjennomført studier av en rekke andre arter.



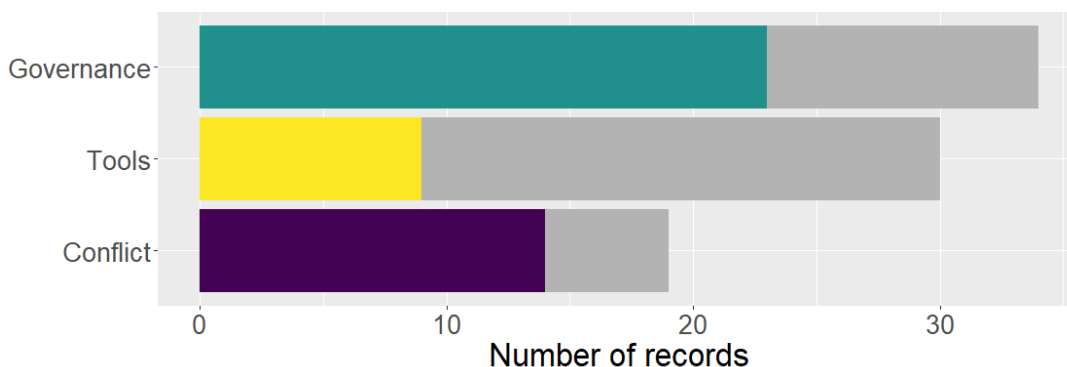
Figur 20: Omfang av artikler som fokuserer på effekten av arealbruk på arter i norsk natur fordelt på de enkelte artene. Kun de 5 hyppigst studerte artene i vårt materiale er vist i figuren.

4.4 Samfunnsrelatert litteratur fra Norge

Her følger resultatene fra vår gjennomgang av de studiene som har analysert en eller annen form for konflikt, et forvaltningsverktøy eller styring mer generelt. Dette utgjør 92 artikler av total 362 artikler (25%). Av disse igjen er det kun 42 artikler som bruker samfunnsvitenskapelige metoder, det vil si 12% av studiene totalt.

Hvilke samfunnsfaglige tema har blitt forsket på? (Konflikter, styring og forvaltningsverktøy)

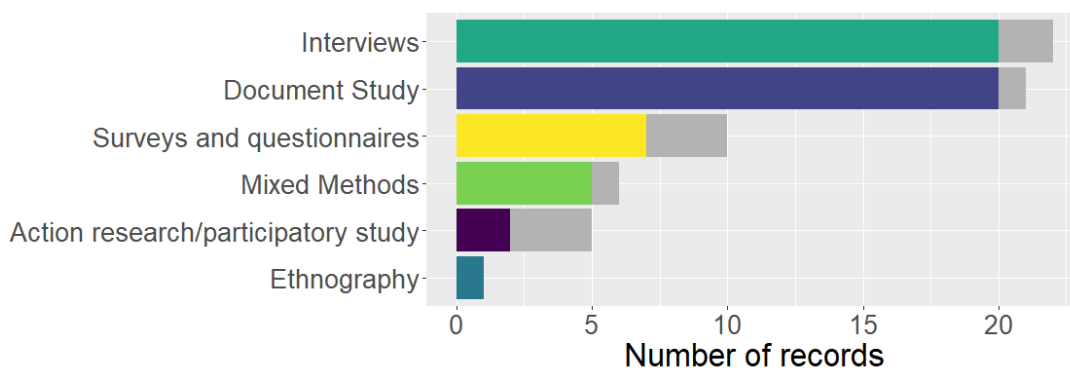
Av de samfunnsrelaterte studiene fokuserer betydelig flere på styring (*Governance*) og forvaltningsverktøy (*Tools*) enn på konflikter (*Conflict*) ([Figur 21](#)).



Figur 21: Omfang av samfunnsrelatert litteratur som fokuserer på ulike samfunnsfaglige tema. Delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til studier som har studert de samme temaene men med naturvitenskapelige metoder.

Hvilke samfunnsvitenskapelige metoder er brukt i de samfunnsrelaterte studiene?

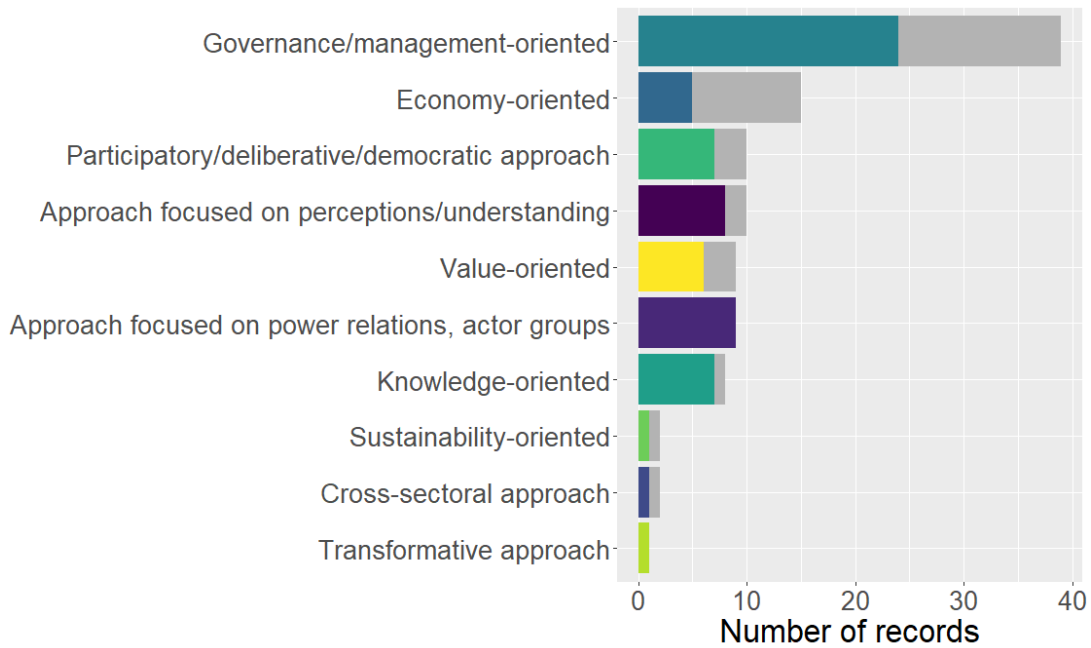
Av de samfunnsvitenskapelige studiene vi har gjennomgått er det flest som har brukt dokumentstudier og intervju som metode (Figur 22). Det høye antallet av førstnevnte gjenspeiler i noen grad at en del studier kompletterer andre forskningsmetoder ved å undersøke for eksempel politiske dokumenter eller tidligere utvikling på temaet. En del studier har også brukt spørreundersøkelser, samt blandede metoder. Færre studier tok i bruk metoder for aksjonsforskning og deltagende forskning, mens en studie tok i bruk etnografiske metoder.



Figur 22: Antall samfunnsrelaterte studier som har brukt ulike metoder. Delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til naturvitenskapelige studier som har studert de samme temaene.

Hvilke analytiske tilnæringer er brukt i de samfunnsvitenskapelige studiene?

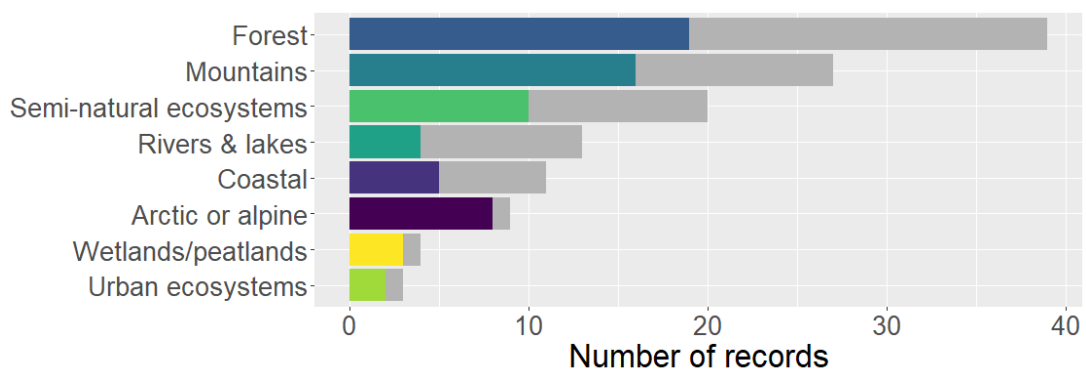
Hovedparten av de samfunnsrelaterte studiene hadde en analytisk tilnærming som omhandlet styring og forvaltning (Figur 23). Deretter følger tilnæringer som vektlegger økonomiske forhold, aktørers oppfatninger og forståelser, deltagende, demokratiske og/eller deliberative prosesser, samt maktrelasjoner og aktørgrupper. Færre studier vektlegger analytiske tilnæringer knyttet til bærekraft, tverrsektorielle prosesser og gjennomgripende endringer (transformasjoner).



Figur 23: Analytiske tilnærminger brukt i de samfunnsrelaterte studiene. De delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til naturvitenskapelige studier som har studert de samme temaene.

Hvilke økosystemer har vært tema for samfunnsrelaterte studier?

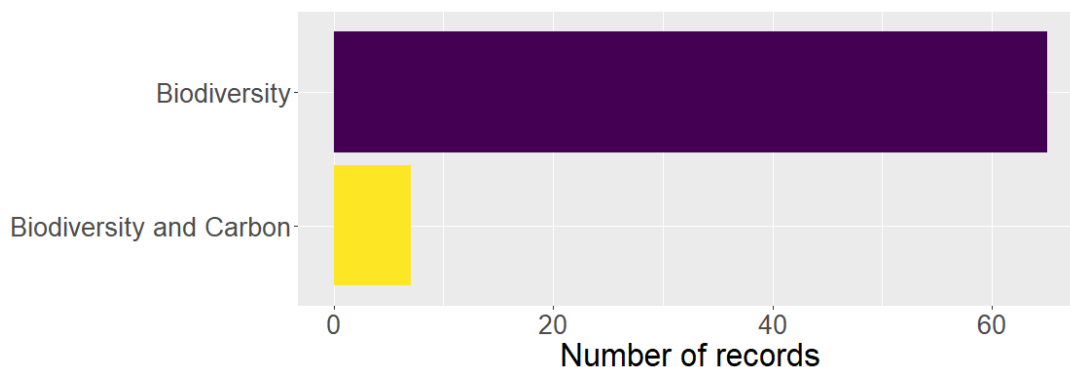
Av den samfunnsrelaterte og den samfunnsvitenskapelige forskningen vi har undersøkt er flest studier relatert til skogøkosystemer (*Forest*), etterfulgt av fjelløkosystemer (*Mountains*) og semi-naturlige økosystemer (*Semi-natural ecosystems*) (Figur 24). Få studier fokuserte på myr og våtmark (*Wetlands/peatlands*) og urbane økosystemer (*Urban ecosystems*).



Figur 24: Antall samfunnsrelaterte artikler som omhandler ulike økosystemer. Delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til naturvitenskapelige studier som har studert de samme temaene.

I hvilken grad fokuserer de samfunnsrelaterte studiene på effekter av arealbruk henholdsvis på naturmangfold, karbonlagring eller begge?

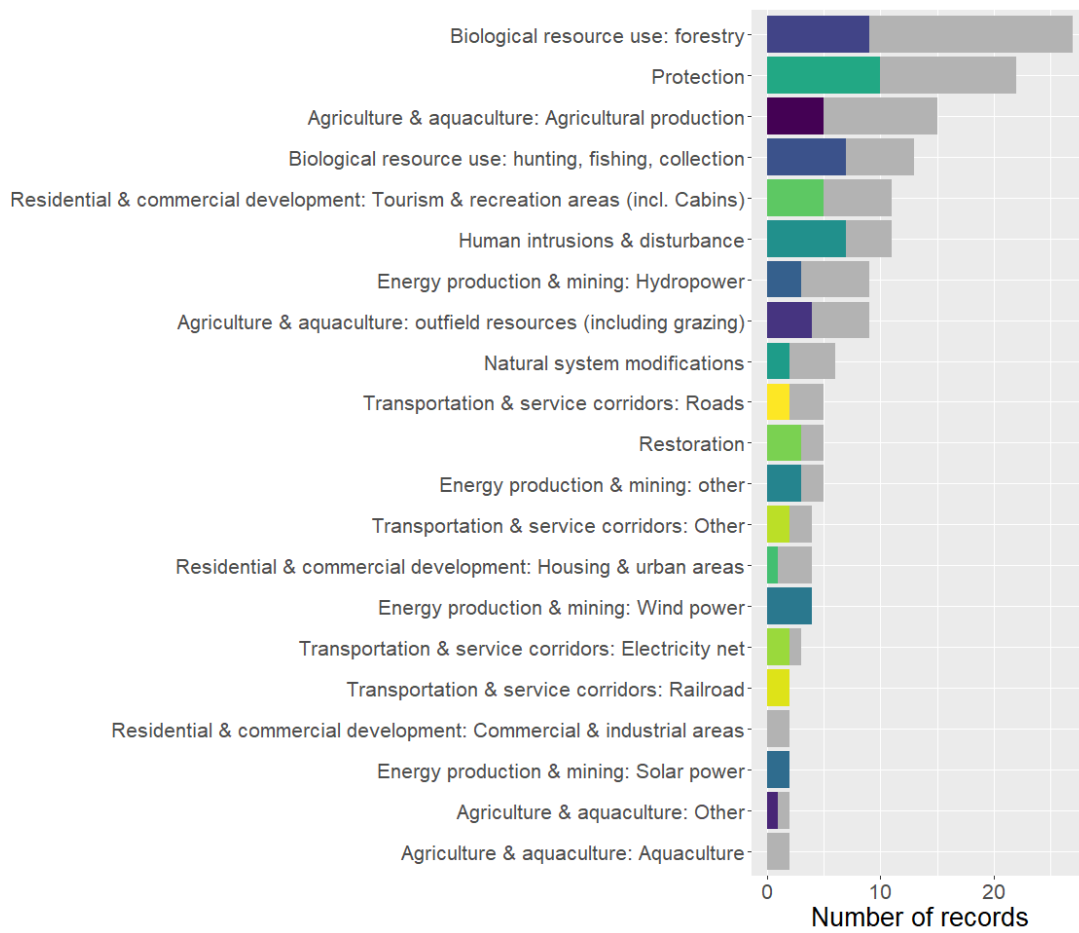
De aller fleste av de samfunnsrelaterte artiklene fokuserte på biodiversitet, mens noen få også så på aspekter ved karbonlagring eller -opptak ([Figur 25](#)). Ingen av studiene studerte kun karbonlagring eller -opptak.



Figur 25: Omfang av samfunnsrelaterte artikler som fokuserer på biologisk mangfold, karbonlagring, eller begge deler.

Hvilke typer arealbruk fokuserer de samfunnsvitenskapelige studiene på?

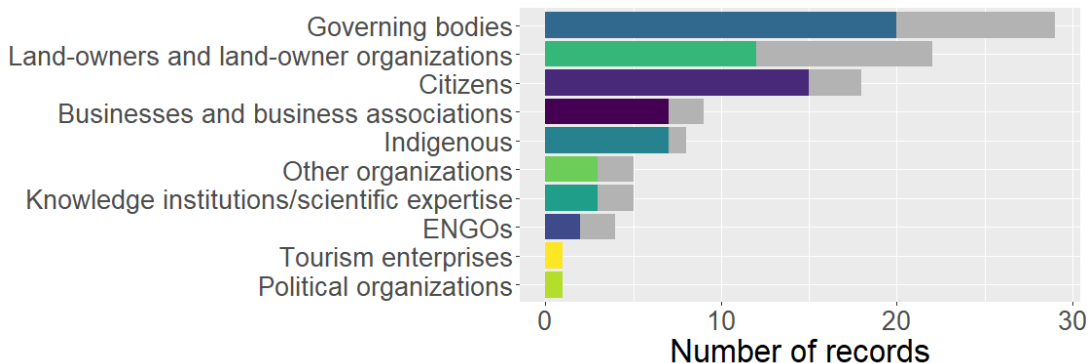
Det systematiske kartet viser at to typer arealbruk skilte seg ut som de som har fått mest oppmerksomhet i den samfunnsrelaterte forskningen, nemlig skogbruk (*Biological resource use: forestry*) og vern (*Protection*) ([Figur 26](#)). Deretter følger flere ulike typer arealbruk som omfatter ressursbruk, forstyrrelser, arealinngrep samt restaurering.



Figur 26: Omfang av samfunnsrelaterte studier som fokuserer på ulike typer arealbruk. De delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til naturvitenskapelige studier som har studert de samme temaene.

Hvilke aktører er mest studert?

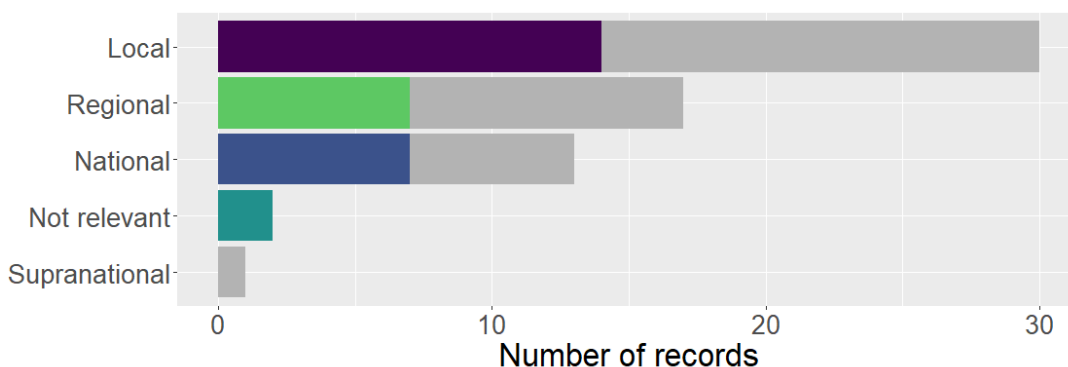
I den samfunnsrelaterte forskningen vi har gjennomgått er det flest studier som involverer styringsorganer (*Governing bodies*), etterfulgt av studier som involverer landeiere og landeierorganisasjoner (*Land-owners and land-owner organizations*), og deretter de som involverer borgere (*Citizens*) (Figur 27).



Figur 27: Hvilke sektorer og politikkområder er hyppigst studert blant de samfunnsrelaterte artiklene? Delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til naturvitenskapelige studier som har studert de samme temaene. ENGOs = ideelle miljøorganisasjoner.

Hvilke styringsnivå fokuserer de samfunnsvitenskapelige studiene på?

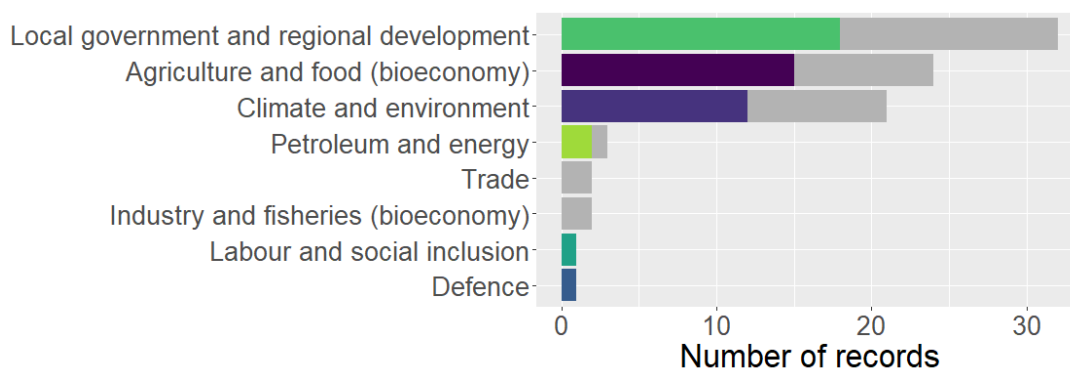
Flertallet av de samfunnsrelaterte artiklene satte søkelys på det lokale styringsnivået (*Local*), typisk kommunenivået, mens de fleste andre fokuserte på henholdsvis de nasjonale (*National*) og regionale (*Regional*) styringsnivåene (Figur 28).



Figur 28: Omfang av samfunnsrelaterte artikler som fokuserer på ulike styringsnivå. Delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til naturvitenskapelige studier som har studert de samme temaene.

Hvilke sektorer fokuserer de samfunnsvitenskapelige studiene på?

Flertallet av studier i den samfunnsrelaterte forskningen vi gjennomgikk var relatert til sektor for kommunal- og distriktpolitikk (*Local government and regional development*), etterfulgt av sektor for landbruk- og matpolitikk (*Agriculture and food*) samt sektor for klima- og miljøpolitikk (*Climate and environment*) (Figur 29). Vi lette også etter artikler som studerte følgende sektorer eller samfunnsmessige områder, men hvor vi ikke fant noen artikler: *Children and Families, Digitalisation and Public Governance, Health and Care Services, Justice and Public Security, Culture and Equality, Education and Research, Transport, Foreign Affairs*.



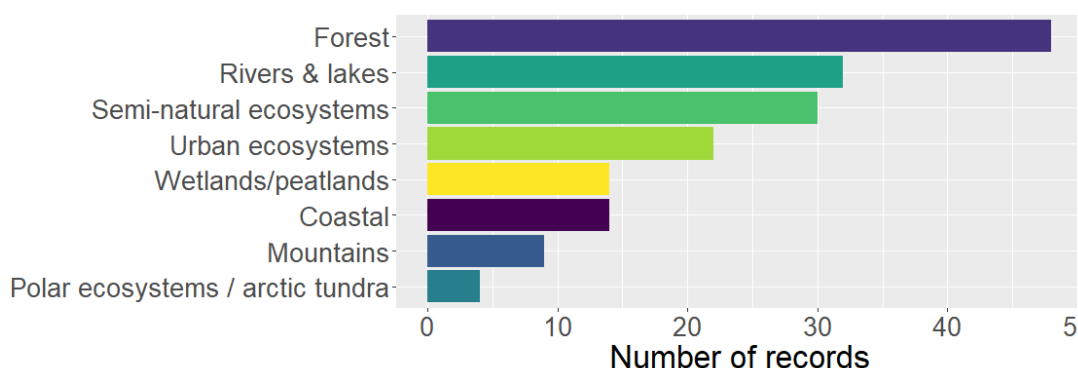
Figur 29: Hvilke sektorer og politikkområder er hyppigst studerte blant de samfunnsrelaterte artiklene? Delene av søylene med farger refererer til artikler som har brukt samfunnsvitenskapelige metoder. Resten av søylen (den grå delen) refererer til naturvitenskapelige studier som har studert de samme temaene.

4.5 Systematiske litteratursammenstillinger

I dette kapittelet presenteres resultatene fra gjennomgangen av de systematiske litteratursammenstillingene som ble fanget opp av vårt søk og som ble vurdert som relevante basert på våre inkluderingskriterier. I motsetning til primærstudier, hvor vi kun inkluderte artikler fra Norge, Sverige og Finland var kriteriet for eksisterende systematiske litteratursammenstillinger at de hadde global, Europeisk eller Fennoskandisk dekning. Narrative oversiktsartikler ble ikke inkludert i vår gjennomgang. Totalt ble 158 artikler inkludert, hvorav 52 var metaanalyser på mer begrensede områder.

Hvor hyppig er ulike økosystemer, arealbruk og arealbruksendringer inkludert i de systematiske litteratursammenstillingene?

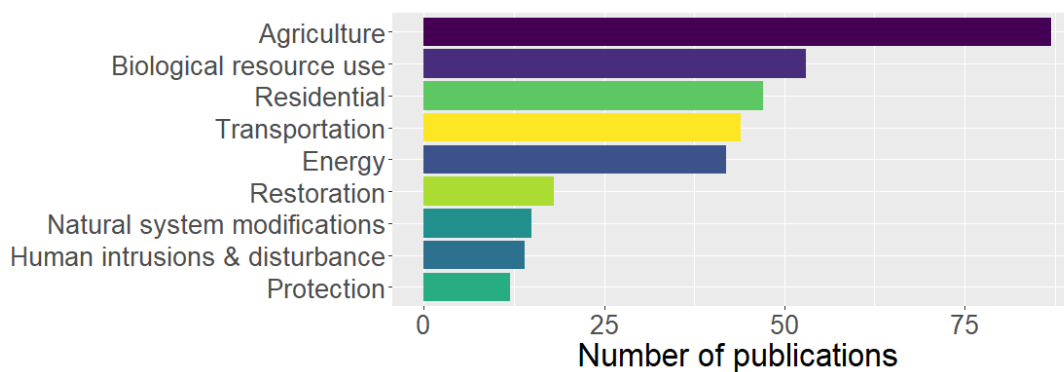
Skog (Forest), elver og innsjøer (Rivers & lakes) og semi-naturlige økosystemer (Semi-natural ecosystems) var overrepresenterte blant de systematiske litteratursammenstillingene (Figur 30). Til sammenlikning var det færre studier som fokuserte på fjell (Mountains)- og kystøkosystemer (Coast).



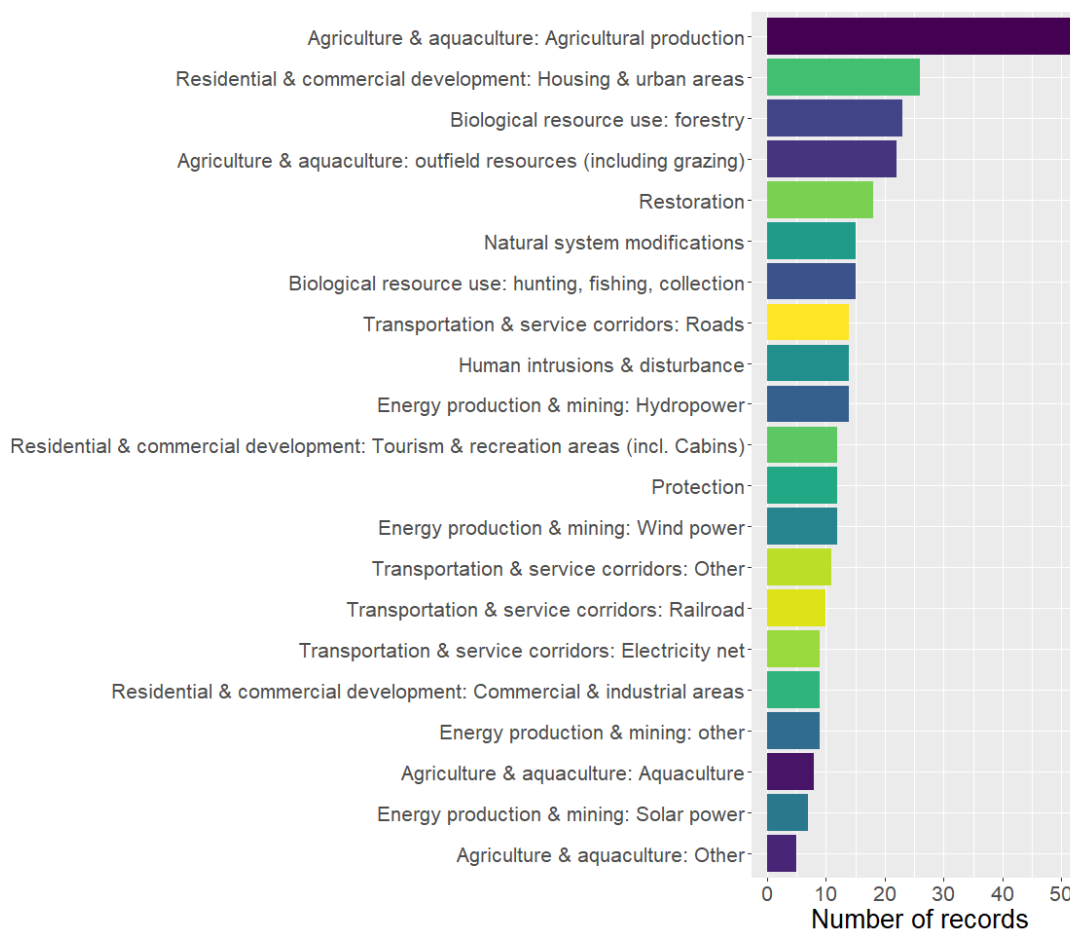
Figur 30: Antall artikler blant de systematiske litteratursammenstillingene som har fokusert på ulike økosystemer.

Hvilke arealbrukskategorier er studert blant de systematiske litteratursammenstillingene?

Hovedvekten av de systematiske litteratursammenstillingene har fokusert på arealbrukskategoriene jordbruk (*Agriculture*), inkludert beiting, og bruk av biologiske ressurser (skogbruk, jakt, fiske; *Biological resource use*) (Figur 31; Figur 32).



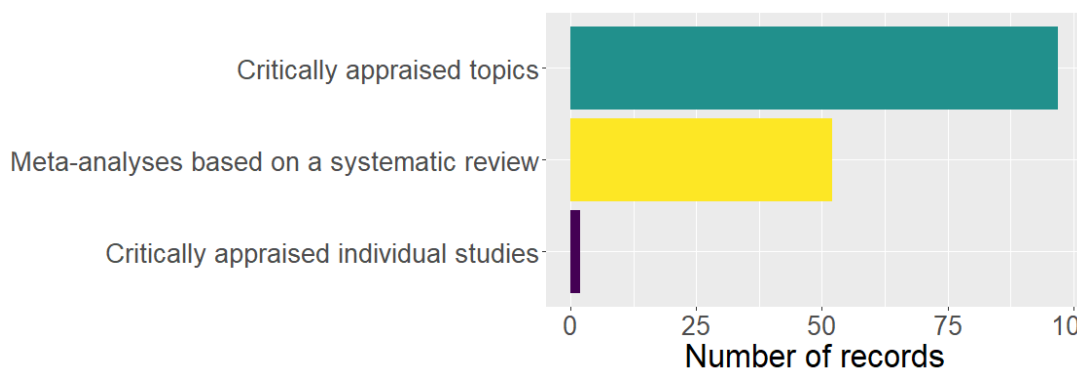
Figur 31: Oversikt over hvilke arealbrukskategorier (grovere klasser) som er studert blant de systematiske litteratursammenstillingene.



Figur 32: Oversikt over hvilke arealbrukskategorier (detaljerte klasser) som er studert blant de systematiske litteratursammenstillingene.

Vurdering av studiekvalitet på systematiske litteraturesammenstillinger

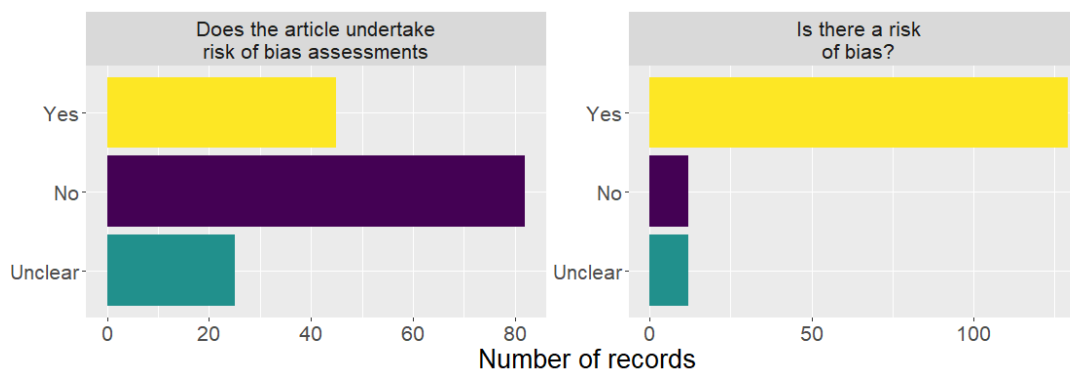
De systematiske litteraturesammenstillingene har i stor grad fokusert på Critically appraised tema eller de har gjort en meta-analyse basert på en systematisk litteraturesammenstilling ([Figur 33](#)). Critical appraisal mangler en god oversettelse til norsk, men i kunnskapssynteser henspiller dette den systematiske evalueringen av studier for å avdekke forskjeller i kvalitet, gyldighet, og relevans, før man velger å eventuelt inkludere de i en litteraturesammenstilling. Prosessen med critical appraisal hjelper til med å sikre at konklusjonene fra kunnskapssyntesen er basert på troverdig og robust evidens.



Figur 33: En oversikt over hvor hyppig de ulike typene systematisk litteraturesammenstilling forekommer i datamaterialet.

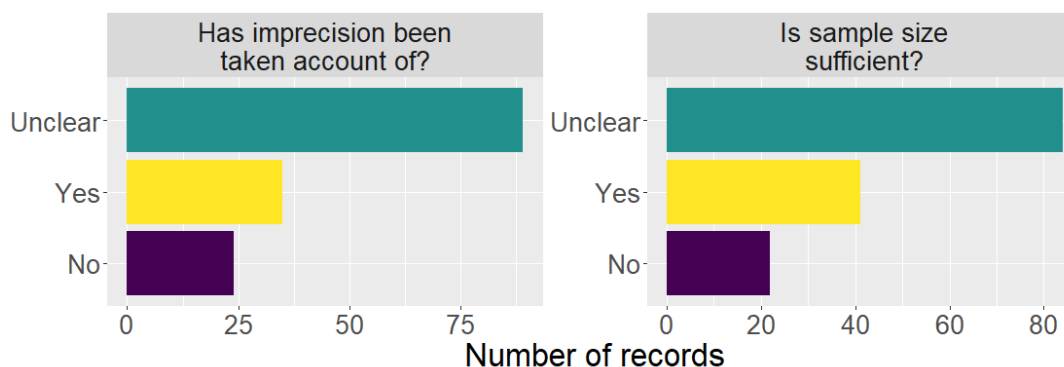
Risiko for systematisk skjevhet

De systematiske litteraturesammenstillingene som forekommer i datamaterialet har betydelige risiko for systematisk skjevhet og har i mindre grad vurdert denne skjevheten i de individuelle studiene som de har benyttet seg av ([Figur 34](#)).



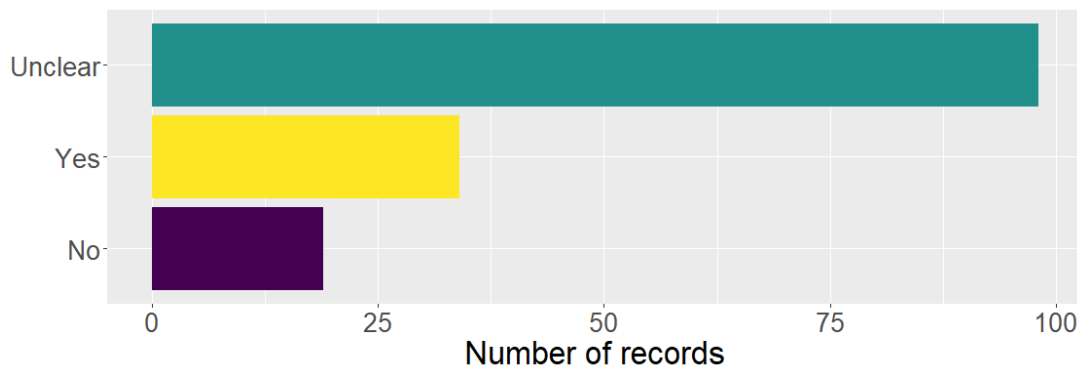
Figur 34: En oversikt over risikoen for systematisk skjevhet i de systematiske litteratursammenstillingene som forekommer i datamaterialet og hvorvidt de har vurdert denne risikoen for de individuelle studiene som inngår i de enkelte sammenstillingene.

Det er i de fleste tilfeller uklart om de systematiske litteratursammenstillingene har tilstrekkelig stort dataomfang til å konkludere som de har gjort, og om de har vært gode nok til å vurdere eller analysere kildene til variasjon mellom de individuelle studiene som de baserer seg på ([Figur 35](#)).



Figur 35: En oversikt over i hvilken grad de systematiske litteratursammenstillingene som forekommer i datamaterialet har vurdert variasjonen blant individuelle studier (t.h.) og om de har tilstrekkelig dataomfang til å kunne gi robuste konklusjoner (t.h.).

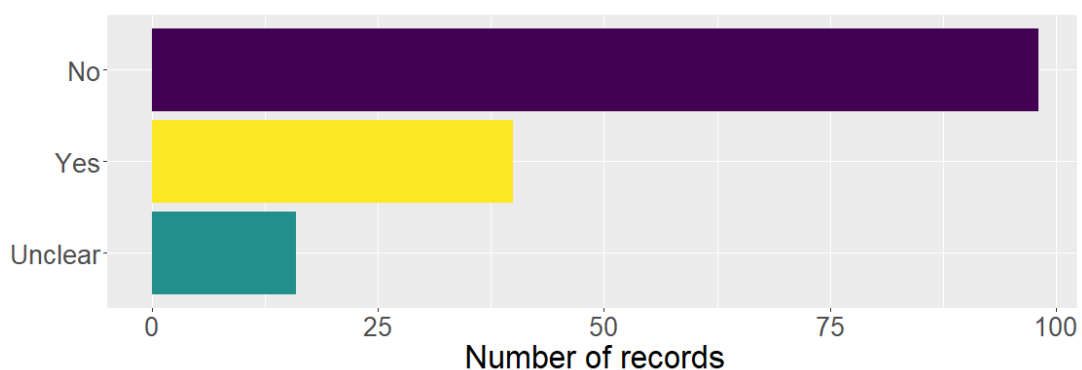
Det har i de fleste tilfeller vært vanskelig å vurdere om de systematiske litteratursammenstillingene har vist en konsistent (ensartet) retning på den effekten de har studert, og i hvor stor grad konfidensintervallene på de individuelle studiene overlapper ([Figur 36](#)).



Figur 36: En oversikt over i hvilken grad effekten som studeres i de systematiske litteratursammenstillingene som forekommer i datamaterialet har en konsistent retning.

Publiserings-skjevhet

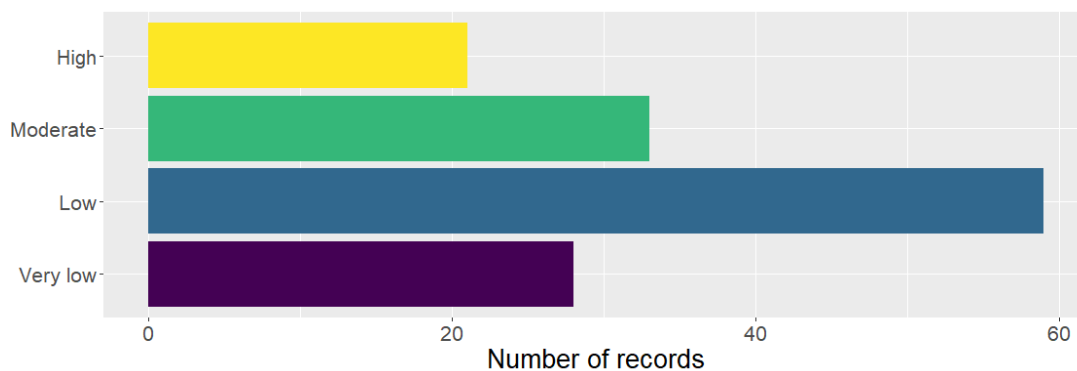
Publikasjonsskjevhet betyr i prinsippet at kun positive “signifikante”) funn blir publisert, slik at den eksisterende litteraturen ikke gir et godt bilde på hvor sterk effektene egentlig er. Det er utviklet metoder for å undersøke og avdekke slik skjevhet, og vi har undersøkt hvorvidt de systematiske litteratursammenstillingene har vurdert den potensielle systematiske publiserings-skjevheten (publication bias) i datamaterialet og ser at overvekten av studiene ikke har vurdert dette ([Figur 37](#)).



Figur 37: Antall artikler som har vurdert ulike former for publiserings-skjevhet (publication bias).

Tiltro til resultatene i de systematiske litteratursammenstillingene

Basert på en systematisk gjennomgang av kriterier for å vurdere kvaliteten til de ulike systematiske litteratursammenstillingene i vårt datamateriale, ser vi at tiltroen eller sikkerheten til resultatene fra disse studiene oftest kan sies å være lav eller moderat, og det er relativt få litteratursammenstillinger vi har høy tillitt til resultatene ([Figur 38](#)).

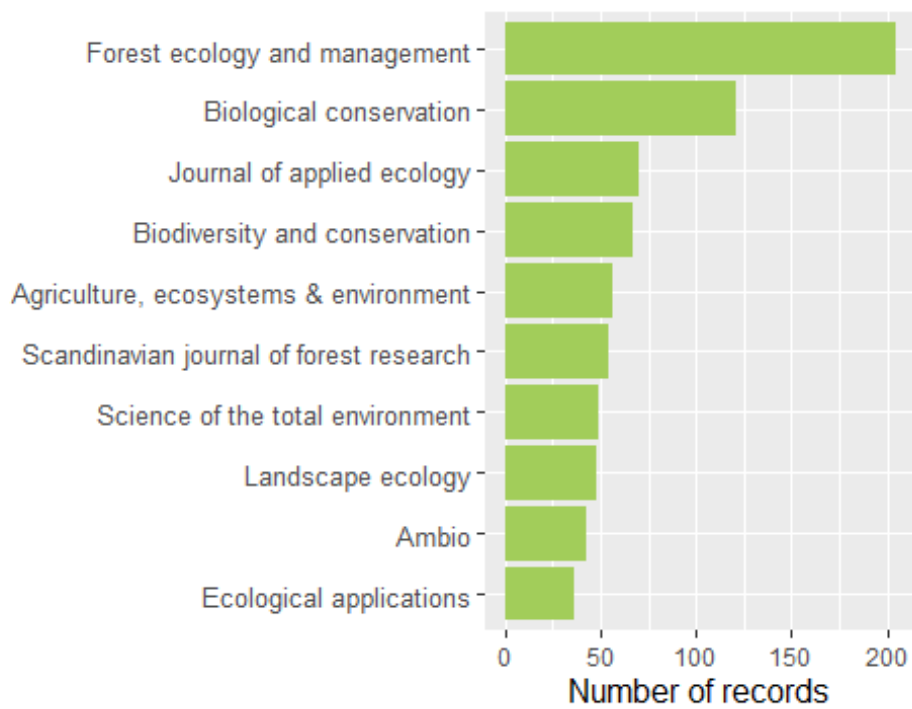


Figur 38: Vurdering av kvaliteten på de inkluderte artiklene.

4.6 Sammenstilling av data fra alle inkluderte artikler fra Norge, Sverige og Finland

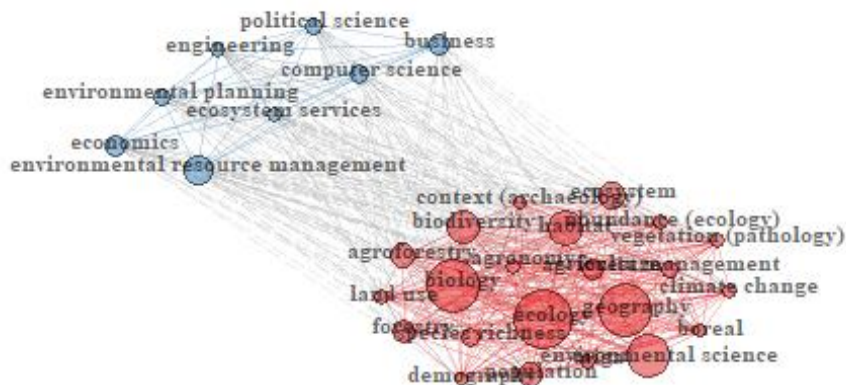
I denne seksjonen vil vi presentere resultater fra alle inkluderte artikler fra Norge, Sverige og Finland. Siden disse artiklene kun har gått gjennom første screening men ikke er kodet, er det mer begrenset hva vi kan lese ut av disse artiklene. Vi har her benyttet oss av endel bibliometriske analysemetoder og informasjon fra åpne kilder (for eksempel OpenAlex, som er en database med data og metadata som omhandler den vitenskapelige litteraturen).

Som det framkommer av [Figur 39](#) er den inkluderte litteraturen publisert en rekke ulike tidsskrifter. Selv om tidsskriftene i seg selv ikke gir et detaljert bilde på hva artiklene omhandler er to av tidsskriftene på listen (Forest ecology and management og Scandinavian journal of forestry) rene skogbrukstidsskrifter, mens Agriculture, ecosystems and environment er et interdisiplinært tidsskrift som fokuserer på interaksjonen mellom landbruk og økosystemer. Flere av de øvrige tidsskriftene på listen er generelle økologiske tidsskrifter, og ingen av tidsskriftene er primære samfunnsvitenskapelige tidsskrifter.



Figur 39: Oversikt over hvilke tidsskrifter den inkluderte litteraturen er publisert i.

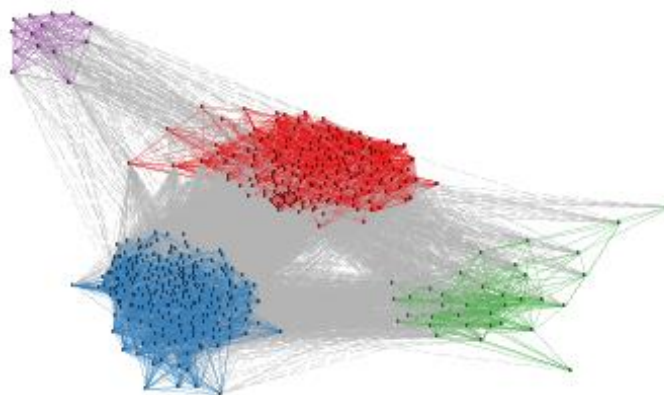
Vi gjorde også en enkel analyse av hvilke nøkkelord som vanligvis opptrer samlet, og så hvordan dette fordelte seg mellom ulike nøkkelord ([Figur 40](#)). En interessant observasjon er at studier av 'økosystemtjenester' ligger nærmere studier innenfor 'business' og 'statsvitenskap' enn de naturvitenskapelige økologiske studiene.



Figur 40: Identifisering av litteratur som har felles (samme) nøkkelord. Dette identifiserer deler av litteratur som danner klynger og slik sett omhandler samme tema. De to clusterne (markert med henholdsvis rød og blå farge) er gruppert sammen, noe som innebærer større grad av overlapp i nøkkelordene.

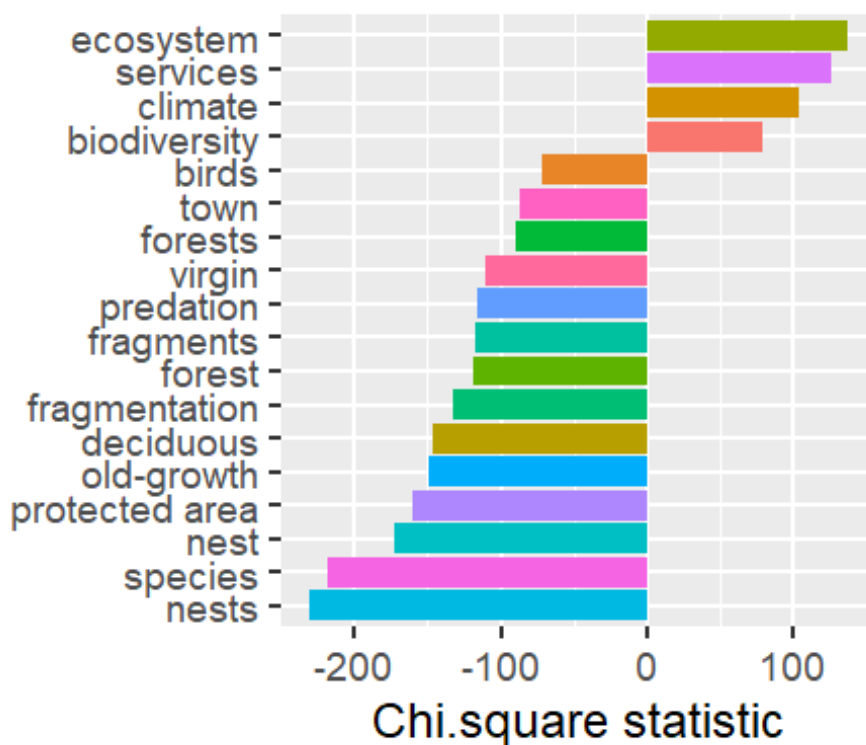
En nettverksanalyse av siteringsnettverkene viser videre at det er klare grupperinger i datasettet (Figur 41). Den største klyngen i figuren over representerer studier som direkte tar for seg effekten av en bestemt arealbruksendring på biologisk mangfold (for eksempel bevaringstiltak for jordbruksarealer). Den nest største klyngen representerer studier som tar for seg økosystemtjenester. Den tredje klyngen består av studier som er mer konseptuelle og diskuterer for eksempel "rewilding" eller verdsetting av naturen. Den siste klyngen (den minste) er studier på rein. Dette tyder på at reinstudier har en tendens til å sitere hverandre oftere enn å sitere mer generelle økologiske studier eller økosystemtjenester.

Co-citations



Figur 41: Bibliografisk 'kobling' (delte siteringer mellom flere artikler) framhever konseptuelle grupper i datasettet

Vi undersøkte også hvilke tema som ble vanligere og sjeldnere over tid i det samlede materialet ([Figur 42](#)). Siden vi ikke har kodet dette materialet benyttet vi oss av åpent tilgjengelig informasjon om de enkelte studiene i disse analysene. Før 2005 var ord som "klima", "biologisk mangfold", "økosystem" og "tjenester" mindre vanlige i tittelen eller sammendraget av inkluderte studier enn etter 2005. Etter 2005 var ord som "skog", "fragmentering", mindre vanlige enn før 2005. Dette antyder at språket som brukes i titler og sammendrag har blitt mer fokusert på politikkrelevante buzzwords i stedet for habitater eller artstrekk. Disse analysene gjør dog ikke at vi kan konkludere med sikkerhet at tema for forskningen faktisk har endret seg.



Figur 42: Endring i frekvensen av visse ord brukt i titler og sammendrag for artiklene som er inkludert. Hyppighet av ord før 2015 (medianåret i datasettet) sammenlignes med hyppighet etter 2015.

4.7 Et beslutningsstøtteverktøy basert på inkluderte artikler fra Norge

Vi kan vurdere den konseptuelle utviklingen av et forskningsfelt ved hjelp av bibliometrisk nettverksanalyse (Cobo et al. 2011). Nærmere bestemt vurderer en slik nettverksanalyse forholdet mellom nøkkelord i et sett med dokumenter. Det hjelper med å identifisere nøkkeltemaer, deres sammenhenger og hvordan de endrer seg over tid, og gir verdifull innsikt for forskere og beslutningstakere når man skal prioritere ny forskning.

Basert på metoden beskrevet i Cobo et al. (2011) hentet vi først nøkkelord (keywords) fra alle de inkluderte artiklene fra Norge. Vi opprettet deretter en såkalt "Co-Occurrence Matrix" som teller hvor ofte hvert par med nøkkelord forekommer samtidig i dokumentene. Matrisen for samtidig forekomst ble deretter konvertert til en nettverksgraf, der nøkkelord er noder forbundet med kanter som representerer deres samtidige forekomst.

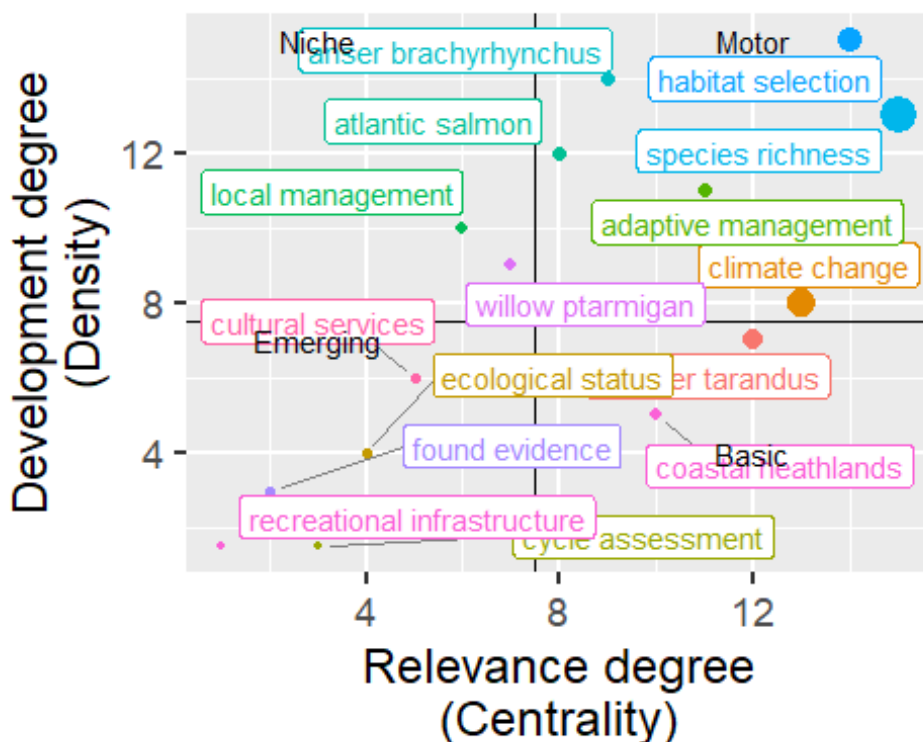
Ved å bruke «walktrap-algoritmen» blir nøkkelord gruppert i klynger. Walktrap-algoritmen er en fellesskapsdeteksjonsmetode som bruker tilfeldige ruter for å utforske nettverket og identifisere klynger av noder som er tettere koblet til hverandre enn til resten av nettverket. Ved å simulere tilfeldige ruter og slå sammen noder basert på deres samtidige forekomstfrekvenser, avslører det effektivt fellesskapsstrukturen i nettverket. Dette gjør det spesielt nyttig for å analysere komplekse nettverk.

Hver klynge representerer et tematisk område innenfor forskningsfeltet (hvor nøkkelord innenfor samme klynge forekommer oftere). Vi benytter to egenskaper til å beskrive de ulike tema. Sentralitet og tetthet. Sentraliteten til hvert tema indikerer viktigheten av temaet for hele nettverket. Høy sentralitet tilsier at temaer er godt integrert i forskningsfeltet. De fungerer som broer mellom ulike tema og regnes ofte som kjerne- eller «mainstream» -temaer. Temaer med lav sentralitet er mer isolerte og har færre forbindelser til andre temaer. Dette kan være nye tema eller nisjeområder som ennå ikke er bredt integrert i det bredere

forskningsfeltet. Tetthet måler den interne sammenhengen i et tema. Den indikerer hvor sterkt nøkkelordene innenfor et bestemt tema er knyttet til hverandre. Det gjenspeiler i hvilken grad et tema er selvstendig eller fokusert. Temaer med høy tetthet har sterke interne forbindelser, noe som betyr at nøkkelordene i temaet ofte forekommer sammen med hverandre. Disse temaene er godt utviklet og internt sammenhengende, og representerer ofte spesialiserte forskningsområder. Temaer med lav tetthet har svakere interne forbindelser. Nøkkelordene innenfor disse temaene forekommer ikke like ofte, noe som indikerer at temaet kan være bredere, mindre fokusert eller fortsatt i utvikling.

I figuren under har vi visualisert nettverket i et strategisk diagram, hvor temaenes sentralitet og tetthet er kategorisert ved deres posisjon i kvadrantene.

- **Motor-tema** (høy sentralitet, høy tetthet): Dette er tema som er viktige og godt utviklet, og som er sentrale for forskningsfeltet. De har høy grad av intern samhold og er bredt koblet til andre tema.
- **Grunnleggende og transverse tema** (høy sentralitet, lav tetthet): Disse tema er sentrale med har mindre grad av internt samhold. De fungerer som broer mellom ulike forskningstema og kan dekke en større bredde i forskningen.
- **Nisjetema** (lav sentralitet, høy tetthet): Disse temaene er spesialisert og har høy grad av internt samhold, men er ofte ikke godt integrert i det større forskningsfeltet. De representerer fokusert forskningstema.
- **Stigende eller dalende tema** (lav sentralitet, lav tetthet): Disse temaene er minder utviklet. De kan være nye tema på veg opp eller eldre tema som har fått mindre fokus.



Figur 43: Oversikt over ulike tema og deres fordeling i matrisen

I [Figur 43](#) er temaer indikert med et enkelt felles nøkkelord. Vi kan se at godt studerte temaer i Norge inkluderte artsrikhet (species richness) spesielt i sammenheng med

skogforvaltning, rein (*Rangifer tarandus*) – her med fokus på villrein. Studier rundt habitatvalg (habitat selection) inkluderte studier på gaupe (*Lynx lynx*) og rådyr (*Capreolus capreolus*). Konflikt mellom mennesker og dyreliv rundt gjess og jordbruk er også godt studert.

Temaer som er stigende omfatter blant annet hyttebygging og bevaring av biologisk mangfold i forbindelse med klimaendringer, samt bærekraftig utvikling. Fremtidige scenarier for arealbruksendring (så vel som andre globale endringer) er også et felt i vekst. Studier rundt urfolk i sammenheng med arealbruksendring er underrepresentert i feltet.

5 Diskusjon

Vår systematiske sammenstilling av litteraturen har gitt en fyldig oversikt over hvilke tema vi har mye og lite forskningsbasert kunnskap om. Sammenstillingen skiller seg fra tidligere norske kunnskapssammenstillinger ved at vi identifiserer studier som dreier seg om effektene av arealbruk på natur og på naturgoder, i motsetning til kunnskapssammenstillinger som omfatter de to temaene hver for seg. Alle artikler fra Norge, samt systematiske internasjonale kunnskapssammenstillinger, ble videreført til en andre runde med screening samt datakodning. Som det framgår av resultatkapittelet er det stor forskjell på hvor godt de ulike temaene er dekket av kunnskapskartet. Det er også stor variasjon i hvor mye forskning som har blitt gjennomført i de ulike fylkene. Merk at vi da snakker om hvor studiene er gjennomført, ikke hvor forskningsgruppa holder til.

Et gjennomgående trekk fra vår sammenstilling av litteraturen fra Norge er at en dominerende andel av den naturvitenskapelige forskningen er basert på empiriske data samlet inn i felt eller ved hjelp av moderne, ikke-feltbasert teknologi som fjernmåling. I likhet med hovedtyngden av internasjonale studier innenfor økologisk forskning (Estes et al. 2018; Nilsen et al. 2020), fant vi at den største andelen av forskningen baserer seg på lokale eller regionale studier, for eksempel fra en del av en kommune eller et fylke, eller et større fjellområde. Det er relativt få studier som dekker hele landet. Dette kan være en begrensning siden mange vurderinger (f.eks. rødlisting av arter, rapportering om tilstand og utvikling i naturen til internasjonale indekser osv.) gjerne er basert på landsdekkende trender og status. Siden det i Norge er mange overvåkningsprogram som i prinsippet dekker hele landet (for eksempel norsk hekkefuglovervåkning [TOV-e¹⁰](#), [Rovdata¹¹](#), og overvåkning av liryper gjennom [Hønsefuglportalen¹²](#)) er dette funnet noe overraskende og kan indikere at det er et uutnyttet potensial for flere analyser over stor romlig skala.

Et annet veldig tydelig funn er at en stor andel av den naturvitenskapelige litteraturen baserer seg på relativt "svake" forsøksdesign. Liknende resultater har blitt rapportert tidligere fra internasjonale studier (Christie et al. 2019; Nilsen et al. 2020). Når vi skriver svak mener vi her design som ikke nødvendigvis er godt egent til å avdekke årsak-virkningssammenhenger (Christie et al. 2019). Som det framgår av Figur 8 er forskningen vi har kategorisert fra Norge i veldig stor grad dominert av det vi har kategorisert som "kontroll-påvirkning" (*Control-impact*) og "etter-design" (*After*), med et visst innslag av "før-etter design" (*Before-after*). Særlig designtypen "etter" mangler styrke til å si noe om årsak-virkning, siden man ikke har et kontrollområde å sammenlikne effekten av intervensjonen (arealbruken) mot. Men også for studiedesign av typen "kontroll-påvirkning" og før-etter er det velkjent at slutningene kan være utsatte for bias og skjevhet. Nyere statistiske metoder basert på "causal inference", som er egnet til å isolere effekten av enkeltvariabler samtidig som de kontrollerer for effekten av andre variabler, har blitt utviklet for i større grad å kunne trekke slutninger om årsak-virkning også fra slike studiedesign (Law et al. 2017). Vi har ikke hatt kapasitet til å undersøke hvor ofte disse har blitt benyttet i den litteraturen vi har kategorisert, men basert på vår generelle kjennskap til forskningsfeltet er det all grunn til å anta at disse sjeldent benyttes. I motsetning til studiedesignene beskrevet over har studiedesignene randomisert-kontrollert forsøk (*Randomised controlled trials - RCT*) og tildels "før-etter-kontroll-impact" (*Before-after-control-impact - BACI*) mye større styrke til å avdekke årsak-virkningsforhold og unngå skjevhet i resultatene (Christie et al. 2019). Særlig er RCT regnet som gullstandarden innenfor naturvitenskapelig forskning, og det er en påfallende mangel på slike studier i vår gjennomgang (med noen svært gode unntak). En utfordring med RCT og BACI-design knyttet til å forstå effekter av arealbruk på ulike mål for biologisk mangfold er at de ofte er ressurskrevende og ofte må gjennomføres over en betydelig romlig- og tidsmessig skala for å gi sikker inferens. Utfordringen er at det ofte er vanskelig, dyrt eller ikke etisk forsvarlig å gjennomføre kontrollerte forsøk av effektene av arealbruk på natur og naturgoder. Antall behandlinger og replikat blir nødvendigvis få, og det kan være vanskelig å kontrollere og isolere faktorer i forsøkene. Dette er også en følge av hvordan forskningen i dag er finansiert, hvor prosjektene normalt finansieres for en relativt kort periode og de er ofte

relativt små. Når det er logistikkmessig eller etisk ikke mulig å gjennomføre kontrollerte eksperimenter bør naturlige eksperimenter og kvasi-eksperimenter kan også benyttes i større grad til å dra slutninger over større landområder når det er logistikkmessig umulig å gjennomføre randomiserte eksperimenter (Nilsen et al. 2020).

For de inkluderte systematiske litteratursammenstillingene gjorde vi en vurdering av kvaliteten basert på modifiserte GRADE-vurderinger (se Metoder). Denne vurderingen avdekket at en relativt liten andel av de eksisterende sammenstillingene var basert på best mulige metoder for evidenssyntese. Et hovedtema som gikk igjen i de systematiske litteratursammenstillingene og metaanalysene vi vurderte til å være av høyeste kvalitet var at de rapporterte at de hadde vanskeligheter med å vurdere primærlitteratur på grunn av lav "validitet" og heterogen rapportering av resultater i primærlitteraturen. Innen økologi er det ofte utfordrende å sammenstille bevis fra flere studier på grunn av inkonsekvente målinger og rapportering av resultater. Denne mangelen på standardisering hindrer muligheten til å ta informerte beslutninger. I medisin har dette problemet blitt løst ved å etablere konsensus om konsekvente måter å rapporterte resultater. I økologi har dette konseptet bare blitt brukt på en begrenset måte (se for eksempel i Reed et al. (2022)), og vi tror miljøforskningen her med fordel kan dra nytte av erfaringer fra den medisinske forskningen.

De eksisterende systematiske litteratursammenstillingene var i stor grad fokusert på anvendte emner (skogforvaltning og landbruk; - se [Figur 32](#)) som er forventet da disse metodene er godt egnet til å forstå effekten av forvaltningsintervensjoner. Flertallet av de eksisterende systematiske litteratursammenstillingene var systematiske kart. Fokuserede systematiske oversikter og metaanalyser var begrenset, men innenfor denne gruppen var det flere studier som undersøkte arealbruksendring innenfor landbruket.

Et annet gjennomgripende funn i vår gjennomgang av primærlitteraturen er at det er en relativt beskjeden andel av litteraturen som har gjort data og kildekode åpent tilgjengelig etter at studiene har blitt publisert. Liknende funn har blitt rapportert tidligere fra internasjonale studier (se diskusjon i Nilsen et al. (2020)). Totalt hadde ikke mer enn 18 % åpne data, mens kun 4 % hadde åpen kildekode for analyser som er gjennomført. Åpen vitenskap har vært et sentralt tema de siste ti årene, og har vokst fram som en "bevegelse" på grunn av en erkjennelse om at dette er avgjørende for at samfunnet skal ha tillit til forskningen. Vår gjennomgang viser riktignok en bedring (Nilsen et al. 2020), og i årene etter 2016 har det vært en markant økning i andelen artikler som åpent publiserer forskningsdataene som ligger til grunn. Men også i denne perioden er andelen under 50% når gjelder data, og under 20% når det gjelder kildekode. Denne situasjonen vil ikke nødvendigvis forbedres av seg selv, men krever kontinuerlig jobb både innenfor forskningsmiljøene selv, men også fra institusjoner som finansierer forskningen.

Selv om vi innenfor naturvitenskapen søker å finne generelle og allmenngyldige svar på forskningsspørsmål ser vi ofte at økologien er kontekstavhengig, og at anvendt forskning derfor ofte må skje i geografisk nærhet av der den skal benyttes (jfr. (Nekola and White 1999)). Vår gjennomgang av litteraturen fra Norge har avdekket at det er stor variasjon knyttet til hvor hyppig feltstudier gjennomføres i de ulike fylkene i Norge. Særlig er det gjennomført mange studier i Innlandet, Akershus, Trøndelag og Vestland. Vi antar at studier fra sammenlignbare naturområder våre nærmeste naboland vil være av høy relevans for norske forhold. I videre arbeid med f.eks. systematiske litteraturgjennomganger, bør det derfor vurderes om litteratur fra øvrige skandinaviske land bør prioriteres.

¹⁰ <https://hekkefuglovervakingen.nina.no/>

¹¹ <https://rovdatab.no/>

¹² <https://honsefugl.nina.no/Innsyn/nb>

5.1 Generell vurdering av litteraturen som omfatter effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biologisk mangfold og økosystemtjenester

Vår sammenstilling av den naturvitenskapelige litteraturen fra Norge avdekket hvilke temaer som har vært gjenstand for mest forskning i perioden 1986 - 2024. I det materialet vi fanget opp i vår systematiske litteraturgjennomgang var det tre økosystemer som klart skilte seg ut når det gjelder mengde forskning (Figur 12). Spesielt mye forskning er gjennomført i skog, og mye av denne forskningen har naturlig nok har fokusert på effekter av ulike former for skogbruk på ulike biodiversitetsvariabler og økosystemtjenester. Videre har en betydelig mengde forskning blitt gjennomført i semi-naturlig økosystemer, i særlig grad i semi-naturlig enger. Her er det flere studier som fokuserer på hvordan endret bruk og hevd påvirker disse systemene. Vårt søk fanget også opp et relativt høyt antall artikler som har fokusert på fjelløkosystemer. De andre hovedøkosystemene er langt dårligere dekket, og det er verdt å merke seg at selv om det har vært mye fokus på myrenes betydning både for det biologiske mangfoldet og ikke minst karbonlagring, så fanget vårt søk opp et relativt lavt volum av forskning på hvordan arealbruk og arealbruksendringer påvirker, eller har påvirket, dette økosystemet.

Også når det gjelder hvilke former for arealbruk og arealbruksendringer vi har kunnskap om effekten av, ser vi at det er stor variasjon i forskningsinnsats. På et overordnet plan (Figur 14) er det størst volum av forskning knyttet til ulike former for landbruk (inkludert både beitebruk og andre former for landbruk) og høsting og bruk av biologiske ressurser (inkludert skogbruk og jakt og fiske). For andre hovedformer for arealbruk, inkludert ulike former for energiproduksjon og samferdsel, og ulike former for bruk av landskapet til reiseliv, fritidsaktiviteter og friluftsliv ("residential") er det vesentlig mindre forskning tilgjengelig. Dersom vi bryter opp arealbruken i finere oppdeling er det effektene av skogbruk som har klart størst volum av forskning (Figur 15), etterfulgt av effekter av beiting og landbruk mer generelt. Det er påfallende få naturvitenskapelige studier som omhandle effekter av sentrale virkemidler innen naturforvaltningen som naturvern og restaurering.

Vi kartla hvilke responsvariabler de ulike studiene fokuserte på, og delte disse inn i henhold til klassifiseringssystemet "Essential Biodiversity Variables" (EBV) (Pereira et al. 2013). Vår gjennomgang av litteraturen viste at det var særlig tre variabler som er mye studert, henholdsvis arters utbredelse (*Species distribution*), arters antall (*Species abundance*) og taksonomisk diversitet (*Taxonomic diversity*). Den siste variabelen inkluderer ulike former for diversitetsmål, inkludert artsantall. De to første variablene blir typisk studert for en eller et fåtall arter i samme studie, mens studier som fokuserer på diversitet typisk fokuserer på diversiteten i hele plantesamfunn eller blant leddyr i et samfunn (virvelløse dyr, med insekter, edderkoppdyr og krepser som de største gruppene). Det er også et ganske betydelig (dog langt mindre) volum av forskning på ulike egenskaper (*Species traits*) som beskriver individer eller arter (se her for en beskrivelse av samtlige EBV-er). Særlig gjelder dette studier av arters bevegelsesmønster (*Movement*) og habitatseleksjon under ulike former for arealbruk og menneskelige forstyrrelser. Inkludert i denne kategorien finner vi også en rekke studier av hvordan menneskelig aktivitet og infrastruktur påvirker villreinens arealbruk og bevegelsesmønster, og hvordan gaupenes bevegelsesmønster henger sammen med ulike former for arealbruk. Ser vi på arter som er inkludert hyppigst i vår litteraturgjennomgang finner vi også at disse to artene er hyppigst forekommende. Videre har vi også identifisert et betydelig antall studier som undersøker hvordan ulike former for arealbruk påvirker reproduksjon og overlevelse hos populasjoner. I kontrast til variablene over er det relativt få studier som fokuserer på effekter på hele økosystemer (struktur og/eller funksjon) og det er svært få studier som har undersøkt effekter av arealbruk på genetisk variasjon og differensiering.

Når det gjelder effektene av arealbruk og arealbruksendringer på økosystemtjenester, var det flest studier av effektene av arealbruksendringer på tjenestene karbonfangst og -lagring, fulgt av ulike forsynende tjenester som høsting av naturressurser i form av landbruk, jakt og

fiske. Også andre regulerende tjenester var dekket med flere studier i materialet, men færre studier fokuserte på effektene av arealendringer på opplevelses- og kunnskapstjenester (kulturelle økosystemtjenester). Det kan være overlapp i måten økosystemtjenester er registrert på i materialet.

5.2 Sentrale funn knyttet til den samfunnsvitenskapelige litteraturen

Litteratursammenstillingen vår viste at kun 25% av studiene totalt omhandler de samfunnsrelevante temaene konflikter, forvaltningsverktøy eller styring mer generelt (governance), og at kun 12% av den samlede litteraturen bruker samfunnsvitenskapelige metoder. Gjennomgangen av den samfunnsrelaterte litteraturen viste videre hvilke tema som det har vært forsket mest på i perioden 1986-2024. Her fant vi at styring og forvaltningsverktøy har fått betydelig mer oppmerksomhet enn konflikter. Et viktig funn her er også at under halvparten (44%) av studiene på disse samfunnsmessige temaene ble utført med samfunnsvitenskapelige metoder. I en tid hvor internasjonale kunnskapsinstitusjoner som IPBES og IPCC vektlegger betydningen av både rent samfunnsvitenskapelig og tverrfaglig kunnskap i innsatsen for å oppnå internasjonalt avtalte miljømål, er det verdt å merke seg i hvor liten grad slik kunnskap ble identifisert gjennom søket vårt. Noe av bakgrunnen for den økte anerkjennelsen av samfunnsvitenskap i miljøspørsmål ligger i erkjennelsen av at årsaken til miljøproblemene vi står overfor, samt potensielle måter å håndtere de på, i stor grad er samfunnsmessige. Overordnet kan vi si at kunnskapen sammenstillingen vår avdekket om de samfunnsmessige forholdene knyttet til effekter av arealbruk og arealbruksendringer på naturmangfold og økosystemtjenester er mangelfulle, og at de i liten grad gir oss bred innsikt i hvordan man kan forstå og agere på konflikter, forvaltningsverktøy og styring på temaet.

Av de samfunnsvitenskapelige studiene vi gjennomgikk ser vi en klar overvekt av bruken av intervjuer og dokumentstudier. Det er også identifisert en del studier som bruker spørreundersøkelser, mens det er få studier som bruker deltagende metoder, det vil si metoder som har fokus på involvering av flere ulike aktører. Samlet sett for de samfunnsrelaterte studiene fant vi at et klart flertall hadde en analytisk tilnærming med fokus på styring og forvaltning, det vil si en ganske direkte undersøkelse av eksisterende og potensielle nye verktøy og former for styring og forvaltning. Dette er i tråd med funnet over om at en stor andel av litteraturen hadde forvaltningsverktøy og styring som tema. Samtidig viste sammenstillingen at flere ulike analytiske tilnærminger som også er relevante for styring, forvaltningsverktøy og konflikter har blitt tatt i bruk, men da i mindre grad. Spesielt vil vi her trekke fram de analytiske tilnærmingene knyttet til gjennomgripende endringer (transformasjoner), tverrsektorielle prosesser, bærekraft, kunnskap, verdier, maktrelasjoner og deltagende/deliberative prosesser, som vi har funnet gjennomgående lite kunnskap om på sammenstillingens tema, men som framheves i den internasjonale forskningen (se for eksempel Díaz et al. (2019)).

Sammenstillingen viser at den samfunnsrelevante litteraturen dekker mange ulike økosystemer, og at spesielt mange omhandler skog, fjell og seminaturlige økosystemer. Dette synes i noen grad å være i tråd med den samfunnsmessige betydningen disse økosystemene blir tillagt i politikk og samfunnsdebatt, men henger nok også sammen med at enkelte arter og miljøutfordringer i perioder har fått spesielt mye oppmerksomhet i forskningen. Gjennomgangen viste videre at kun et fåtall av de samfunnsrelaterte studiene tok for seg effekter av arealbruk og arealendringer på karbonlagring i tillegg til på naturmangfold. Videre var arealbruk som karakteriseres av aktiv bruk og uthenting av ressurser, som for eksempel jordbruk, jakt, fiske og sanking, samt turisme hyppig studert, i tillegg til bolig- og næringsutvikling inkludert fritidsboliger og hytter. Arealbruken som oftest forekommer i litteraturen, men som ikke karakteriseres av uthenting av ressurser eller arealinngrep, er naturvern. Fokuset på henholdsvis vern og aktiv arealbruk gjenspeiler sentrale samfunnsdebatter og tidvis motstridende politiske målsetninger, som også ofte er sektorspesifikke. Vi registrerer at søket vårt identifiserte overraskende få samfunnsrelaterte studier på noen tema som har fått mye politisk og samfunnsmessig oppmerksomhet de siste årene, slik som effekter av arealbruk og

arealbruksendringer på karbonlagring i økosystemer samt arealbruk og arealbruksendringer knyttet til vindkraft.

5.3 Begrensninger i litteraturstudien

Som alle studier har også vår studie en del begrensninger. Den første begrensningen ligger i selve konseptet systematisk kart (James et al. 2016). Formålet her er å kartlegge og sammenstille den tilgjengelige litteraturen, ikke å gå i dybden eller å lese ut resultater fra de enkelte studiene. Vår kartlegging av litteraturen viser slik sett ikke hva vi konkret vet om effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biologisk mangfold og økosystemtjenester, kun hva det er forsket på. Å skulle gå inn i detaljer på alle artiklene innenfor et så bredt fagfelt er i praksis ikke mulig, og ville krevd en langt smalere problemstilling. En tilsvarende begrensning med systematiske kart er at det heller ikke gjøres en vurdering av kvaliteten på den inkluderte primærlitteraturen (critical appraisal). Vår sammenstilling av litteraturen gir imidlertid en god oversikt over tema det det har vært forsket på, og gir et godt utgangspunkt for systematiske reviews og metaanalyser på utvalgte deler av materialet. Vår studie må derfor oppfattes som en oversikt over hva det er forsket på innenfor et tematisk område, og på hvilken måte det forskes, snarere enn hva forskningen konkluderer med.

En annen utfordring med å kartlegge litteraturen innenfor et såpass bredt tema er at det kan oppstå uklarheter knyttet til avgrensningen av søk og inkluderingskriterier. Vi jobbet mye med begge disse faktorene i en tidlig fase av prosjektet, og baserte både søkestrategi og inkluderingskriterier på en detaljert protokoll. Denne protokollen ble oppdatert en rekke ganger i en tidlig fase, både basert på input fra en større ekspertgruppe og samfunnsaktører, men også basert på erfaringer reviewgruppa gjorde seg i en tidlig fase. Likevel vil det være noen uklarheter knyttet til hvorvidt enkeltstudier skal inkluderes eller ikke. Vi gjorde gjentatte beregninger av graden av enighet innad i reviewgruppa, og denne lå konsekvent høyere enn 0.72. Selv om dette er godt innenfor det som er regnet som akseptabelt betyr det også at det vil være en del studier som reviewgruppa har vurdert ulikt når det med tanke på inkludering vs ekskludering. For artikler som ble screenet i en tidlig fase og hvor vi hadde flere som screenet samme artikkel løste vi opp i disse uenighetene. For mesteparten av datamaterialet har imidlertid kun en person vurdert hvorvidt studiet skal inkluderes eller ekskluderes.

Før vi gjennomførte søket gjorde vi mange testsøk, med ulik oppbygging og grad av detaljrikdom. Dette er nærmere beskrevet i protokollen (Nilsen et al. 2024). Det søket vi endte opp med er en avveining mellom flere forhold, og det resulterte i treff på et stort antall artikler. Flere runder med prøvesøk ble gjennomført før den endelige søkestrategien ble vedtatt. Å bygge lange søkestrenger til systematiske søk er en omstendelig og iterativ prosess hvor målet er å finne en ideell balanse mellom relevans og antall treff. Siden emnet i dette tilfellet var såpass vidt, endte vi opp med å dele inn søketermene i to hovedbolker (termer relatert til arealbruk og termer relatert til effekt) – i tillegg søkeord for Norge, Sverige eller Finland eller avgrenset på review. For at en artikkel skulle fanges opp av søket, måtte den ha minst ett emneord fra hver av hovedbolkene blant emneord, tittel eller sammendrag. Prøvesøk med tre hovedbolker i stedet for to ble også forsøkt for å spisse søket, men i disse tilfellene forsvant mange relevante artikler ut. For å teste søkets treffsikkerhet, hadde vi et knippe forhåndsdefinerte benchmark-artikler som det var ønskelig at søket skulle fange opp. Disse ble blant annet brukt til å identifisere flere emneord og til å justere søket. I det endelige søket ble 13 av de 15 benchmark-artiklene fanget opp. Den ene av de to som manglet ble fanget opp i de to hovedbolkene i søket, men den forsvant ut da den ikke nevner Norge, Sverige eller Finland. Den siste ble ikke fanget opp fordi ingen av termene relatert til arealbruk var nevnt i tittel/emneord/sammendrag. Det hadde vært mulig å fange den opp ved å legge til flere termer, men å legge til store termer som «ecosystem*» ville ført til en stor økning i antall treff og flere artikler til screening enn det var ressurser til i prosjektet.

Vi hadde opprinnelig planlagt dekke både den vitenskapelige litteraturen og grålitteraturen (norske rapporter osv). Siden omfanget av vitenskapelig litteratur som ble fanget opp av vårt

søk var så stort måtte vi imidlertid se bort fra den grå litteraturen i vår gjennomgang. Hvor mye av denne litteraturen som ville blitt inkludert er vanskelig å vurdere. Det er sannsynlig at mye av denne litteraturen i større grad beskriver arealbruk og endringer i arealbruk, og i mindre grad evner å vise hvordan dette påvirker det biologiske mangfoldet. En grunn til at vi kan gjøre en slik antakelse er at forsøk som bygger på studiedesign av høy kvalitet (se over) er kostbare og ressurskrevende, og fordi forskere så vel som forskningsinstitusjoner har egeninteresse av å publisere slik forskning vitenskapelig, snarere enn som grå litteratur. Før også denne delen av litteraturen er gått gjennom skal man imidlertid være varsom med å trekke slike slutninger.

Til sist er det en mulig begrensning at vi måtte utelate ca 10% av artiklene uten at vi hadde kapasitet til å kjøre en full manuell screening. Merk at vi gikk gjennom all litteratur som hadde en høy stjerne i Rayyans rangeringssytem basert på kunstig intelligens, slik at artikler som gjensto hadde lavere sannsynlighet for å være aktuelle. Denne modellen "lærer" løpende hvilke studier som sannsynligvis bør inkluderes, og hvilke studier som sannsynligvis er irrelevante. Algoritmene i applikasjonen sorterer kandidatene til screening løpende basert på læringsprosessen. Slike algoritmer er, i likhet med all kunstig intelligens, sårbare for bias og usikkerhet. Vi screenet også alle artikler hvor "Norge" eller "Norway" dukket opp tittel, nøkkelord, sammendrag eller adressen til forfatterne. For å få et estimat på hvor mye av denne litteraturen som ville passert første runde med screening tok vi et tilfeldig utvalg på 100 av de gjenværende artiklene og screenet disse. Av disse vurderte vi at ca 10% var innenfor våre inkluderingskriterier, men ingen var fra Norge. Mange av de irrelevante artiklene i denne kategorien handlet om Norway Spruce (*Picea abies*), noe som illustrerer problemet med å skille signalet fra støyen i slike søk. Vi antar derfor at det vil være få aktuelle artikler fra Norge som ikke ble screenet, men at det vil være en del aktuelle artikler fra Sverige og Finland.

5.4 Datamangler og kunnskapshull

I dette kapitlet vil vi presentere det vi mener er de viktigste kunnskapshullene vi har avdekket gjennom vår litteraturgjennomgang av litteraturen knyttet til Effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet, økosystemtjenester og karbonlagring i Norge. Vår vurdering er basert på en samlet tolkning av datamaterialet. Man må likevel være klar over at siden vi ikke har vurdert kvaliteten på de inkluderte primærstudiene kan det godt være tema som tilsynelatende er godt dekket men som består av studier av lav forskningsmessig kvalitet. Dette vil ikke vår gjennomgang være i stand til å avdekke. Datamanglene og kunnskapshullene vi har avdekket er oppsummert i kulepunktene under.

- Det er generelt en mangel på godt designede eksperimenter (RCT og BACI). Slike eksperimenter er i utgangspunktet bedre egnet til å avdekke årsakssammenhenger enn de andre (svakere) studiedesignene. Dette betyr at de reelle effektene av arealbruk og arealbruksendringer på biodiversitet og økosystemtjenester ofte ikke er godt dokumentert. I mange tilfeller kan det være et alternativ å benytte seg av de "eksperimentene" som dannes av naturlige eller menneskesapte endringer som påvirker store arealer - såkalte kvasieksperimenter. Dette kan være større utbyggingsprosjekter eller andre planlagte areal(bruks)endringer, som kan betraktes som større "eksperimenter" på landskapsnivå, og som kan følges over tid (Haddad et al. 2015). Nyere statistiske metoder spesielt utviklet for å avdekke årsak-virkning har også et underutnyttet potensiale.
- Litteraturen vi har gått gjennom er dominert av studier av lokal eller regional karakter, og det er få landsdekkende eller multinasjonale (f.eks. skandinaviske) studier i datamaterialet. Siden mange økologiske prosesser spiller seg ut over store arealer, og siden mye av den nasjonale biodiversitetsrapporteringen er basert på landsdekkende data er det et stort behov for flere studier som studerer effekter av arealbruk på nasjonal skala. Det er en rekke nasjonale overvåkningsprogrammer som kan være egnet til slike studier, og disse studiene kan også avdekke nye behov knyttet

til nasjonal overvåkning. Denne type studier omfatter også bruk av simulering, modellering og fjernmålingsdata koblet med referansedata fra felt.

- Særlig innenfor den naturvitenskapelige forskningen er det en mangel på studier som undersøker effekter av vern på det biologiske mangfoldet. Arealvern er et mye benyttet virkemiddel for å ta vare på naturverdier og det biologiske mangfoldet, men vår gjennomgang viser at den empiriske kunnskapen når det gjelder effekten av vern på biologisk mangfold og økosystemtjenester er relativt mangelfull. I lys av Naturavtalen er dette et sentralt og viktig kunnskapshull.
- Innenfor naturvitenskapen er det også en stor mangel på studier som fokuserer på effekten av restaurering på ulike former for biologisk mangfold. Vi er nå inne i FNs tiår for restaurering, og det er et stort og udekket behov for å forstå hvorvidt ulike former for restaurering har de tilsiktede konsekvensene.
- Både for å styrke vår mulighet til å gjenskape publiserte studier, og for å kunne gjøre bedre nytte av allerede innsamlede data, er det et stort behov for å øke omfanget av åpne data og åpen kildekode (dvs de skript og koder som ligger bak de publiserte resultatene). Selv om både de som finansierer forskning og tidsskriftene det publiseres i ofte forventer dette viser vår gjennomgang at en veldig stor andel av forskningen fortsatt ikke deler data og kode etter at studiet er publisert.
- Det er stor forskjell når det gjelder hvor mange studier som har fokusert på de ulike essensielle biodiversitetsvariablene (EBV). Særlig er effekter av arealbruk og arealbruksendringer på genetisk sammensetning (genetisk diversitet, genetisk differensiering, effektiv populasjonsstørrelse, innavl) og ulike former for økosystemøkologi (både knyttet til funksjon og struktur) lite studerte tema.
- Det er relativt få studier som har studert effekter av arealbruk og arealbruksendringer på karbonlagring i norsk natur. For å bedre forstå sammenhengen mellom natur- og klimaendringer er slike studier sentrale.
- Det meste av forskningen vi har kartlagt er basert på korte tidsserier, og det er et behov for å sikre at forskning og forvaltning har tilgang til tidsserier med lang varighet. Dette er ofte nødvendig for å avdekke effekter i komplekse økosystemer, ikke minst siden mange av de prosesser som studeres skjer langsomt og over tid. Dette motiverer også for flere studier av scenarier for framtidige endringer i naturen som avdekker mulige utfallsrom for framtidige endringer i naturen.
- Det er et generelt behov for mer forskning på effekten ulike former for kraftproduksjon og linjenett har på biodiversitet og økosystemtjenester. Det finnes studier av de ulike formene for kraftproduksjon, men overordnet viser vår gjennomgang av litteraturen at det er relativt begrenset volum på forskningen gitt betydningen dette vil få framover.
- Det er en svært stor forskjell i forskningsvolum mellom de ulike typene hovedøkosystemer. Generelt er det lite forskning på effekter av arealbruk og arealbruksendringer i kystnære områder og strandsonen, og tilsvarende lite for myr og våtmark. Våtmark er viktige økosystemer både for biodiversitet og karbonlagring.
- Innenfor den samfunnsvitenskapelige forskningen er det få studier som har fokusert på enkelte tema som har fått mye politisk oppmerksomhet de siste årene, inkludert effekter av arealbruk og arealbruksendringer på karbonlagring i økosystemer og effekter av vindkraft.
- Innenfor samfunnsforskningen er det også få studier som benytter analytiske tilnærminger knyttet til gjennomgripende endringer (transformasjoner), tverrsektorielle

prosesser og bærekraft. Dette er til tross for at disse fremheves i den internasjonale samfunnsfaglige litteraturen.

- Nyere kartlegginger har avdekket at betydelige områder er planlagt til hyttebygging i tiden framover. Vår kartlegging viser at det er et relativt lite antall forskningsartikler som eksplisitt har undersøkt effekter av hytter og hyttebygging på det biologiske mangfoldet og økosystemtjenester.
- Det er en stor variasjon mellom de ulike fylkene med tanke på hvor mye forskning som er gjennomført. Siden resultater fra økologisk forskning ofte er kontekstavhengig kan det være fornuftig å vurdere om forskningsinnsatsen bør styrkes i de deler av landet hvor det er få studier som fokuserer på effekter av arealbruk og arealbruksendringer på biologisk mangfold og økosystemtjenester.
- Generelt finner vi at det er et udekket behov for systematiske litteratursammenstillinger og metaanalyser på mer avgrensede tema, som baserer seg på de best tilgjengelige metoder for slike synteser - inkludert en kritisk vurdering av de enkelte artiklene som danner grunnlag for syntesen. Vår sammenstilling av litteraturen på et bredt felt kan danne utgangspunkt for slike analyser på et smalere tema.

6 Referanser

- Andreassen, L.M. 2022. Breer og fonner i norge. NVE Rapport 3/2022. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2022/rapport2022_03.pdf.
- Artsdatabanken. 2018. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforaturtyper>.
- Artsdatabanken. 2021. Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>.
- Aspøy, H., and Stokland, H. 2022. Segmented forest realities: The ontological politics of biodiversity mapping. *Environmental Science & Policy* **137**: 120–127. doi:[10.1016/j.envsci.2022.08.015](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.08.015).
- Aune, S., Bryn, A., and 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): 375390. doi:[10.1080/1747423X.2018.1539779](https://doi.org/10.1080/1747423X.2018.1539779).
- Bouyer, Y., San Martin, G., Poncin, P., Beudels-Jamar, R.C., Odden, J., and Linnell, J.D.C. 2015. Eurasian lynx habitat selection in human-modified landscape in norway: Effects of different human habitat modifications and behavioral states. *Biological Conservation* **191**: 291–299. doi:[10.1016/j.biocon.2015.07.007](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.007).
- Breidenbach, J., Granhus, A., Hysten, G., Eriksen, R., and Astrup, R. 2020. A century of national forest inventory in norway informing past, present, and future decisions. *Forest Ecosystems* **7**(1). doi:[10.1186/s40663-020-00261-0](https://doi.org/10.1186/s40663-020-00261-0).
- Bryn, A., and Potthoff, K. 2018. Elevational treeline and forest line dynamics in norwegian mountain areas – a review. *Landscape Ecology* **33**: 1225–1245. doi:[10.1007/s10980-018-0670-8](https://doi.org/10.1007/s10980-018-0670-8).
- Carrick, J., Abdul Rahim, M.S.A.B., Adjei, C., Ashraa Kalee, H.H.H., Banks, S.J., Bolam, F.C., Campos Luna, I.M., Clark, B., Cowton, J., Domingos, I.F.N., Golicha, D.D., Gupta, G., Grainger, M., Hasanaliyeva, G., Hodgson, D.J., Lopez-Capel, E., Magistrali, A.J., Merrell, I.G., Oikeh, I., Othman, M.S., Ranathunga Mudiyansele, T.K.R., Samuel, C.W.C., Sufar, E.K., Watson, P.A., Zakaria, N.N.A.B., and Stewart, G. 2019. Is planting trees the solution to reducing flood risks? *Journal of Flood Risk Management* **12**(S2): e12484. doi:<https://doi.org/10.1111/jfr3.12484>.
- Chen, J., Chen, J., Liao, A., Cao, X., Chen, L., Chen, X., He, C., Han, G., Peng, S., Lu, M., Zhang, W., Tong, X., and Mills, J. 2015. Global land cover mapping at 30m resolution: A POK-based operational approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* **103**: 7–27. doi:[10.1016/j.isprsjprs.2014.09.002](https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.09.002).
- Christie, A. P., T. Amano, P. A. Martin, G. E. Shackelford, B. I. Simmons, and Sutherland, W.J. 2019. Simple study designs in ecology produce inaccurate estimates of biodiversity responses. *Journal of Applied Ecology* **56**: 2742–2754. doi:[10.1111/1365-2664.13499](https://doi.org/10.1111/1365-2664.13499).
- Cobo, M.J., López-Herrera, A.G., Herrera-Viedma, E., and Herrera, F. 2011. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of informetrics* **5**(1): 146–166. doi:[10.1016/j.joi.2010.10.002](https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002).
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E.S., Ngo, H.T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K.A., Butchart, S.H.M., Chan, K.M.A., Garibaldi, L.A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S.M., Midgley, G.F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury, R.R., Shin, Y.-J., Visseren-Hamakers, I., Willis, K.J., and

- Zayas, C.N. 2019. Pervasive human-driven decline of life on earth points to the need for transformative change. *Science* **366**(6471). doi:[10.1126/science.aax3100](https://doi.org/10.1126/science.aax3100).
- Dorber, M., May, R., and Veronesi, F. 2018. Modeling net land occupation of hydropower reservoirs in Norway for use in life cycle assessment. *Environmental Science & Technology* **52**(4): 2375–2384. doi:[10.1021/acs.est.7b05125](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05125).
- Edvardsen, A., Halvorsen, R., Bratli, H., Bryn, A., Dervo, B., Erikstad, L., Horvath, P., Simonsen, T., Skarpaas, O., Son, T.C. van, and Wollan, A.K. 2024. Natur i Norge. Variasjon satt i system. Universitetsforlaget.
- Estes, L., Elsen, P.R., Treuer, T., Ahmed, L., Caylor, K., Chang, J., Choi, J.J., and Ellis, E.C. 2018. The spatial and temporal domains of modern ecology. *Nature Ecology & Evolution* **2**(5): 819–826. doi:[10.1038/s41559-018-0524-4](https://doi.org/10.1038/s41559-018-0524-4).
- Eurostat. 2018, May. How much of your region is covered by man-made surfaces? <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/wdn-20180523-1>.
- Foldvik, A., Einum, S., Finstad, A.G., and Ugedal, O. 2017. Linking watershed and microhabitat characteristics: effects on production of Atlantic salmonids (*Salmo salar* and *Salmo trutta*). *Ecology of Freshwater Fish* **26**(2): 260–270. doi:[10.1111/eff.12272](https://doi.org/10.1111/eff.12272).
- Grainger, M.J., F. C. Bolam, G. B. Stewart, and Nilssen, E.B. 2020. Evidence synthesis for tackling research waste. *Nature Ecology and Evolution* **4**: 495–497. doi:[10.1038/s41559-020-1141-6](https://doi.org/10.1038/s41559-020-1141-6).
- Griscom, B.W., Adams, J., Ellis, P.W., Houghton, R.A., Lomax, G., Miteva, D.A., Schlesinger, W.H., Shoch, D., Siikamäki, J.V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R.T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M.R., Herrero, M., Kiesecker, J., Landis, E., Laestadius, L., Leavitt, S.M., Minnemeyer, S., Polasky, S., Potapov, P., Putz, F.E., Sanderman, J., Silvius, M., Wollenberg, E., and Fargione, J. 2017. Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **114**(44): 11645–11650. doi:[10.1073/pnas.1710465114](https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114).
- Guldbrandsen, L.H., and Handberg, Ø.N.(red). 2023. Hvem har makt i norsk klimapolitikk? 15 bidrag og en analyse på tvers. FNI-Rapport 2 / 2023. <https://www.regjeringen.no/contentassets/20944f0c5bf14bd5b5112ae8aa08e853/no/sved/08.pdf>.
- Gundersen, V., Vistad, O.I., Panzacchi, M., Strand, O., and Moorter, B. van. 2019. Large-scale segregation of tourists and wild reindeer in three Norwegian national parks: Management implications. *Tourism Management* **75**: 22–33. doi:[10.1016/j.tourman.2019.04.017](https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.04.017).
- Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzalez, A., Holt, R.D., Lovejoy, T.E., Sexton, J.O., Austin, M.P., Collins, C.D., Cook, W.M., Damschen, E.I., Ewers, R.M., Foster, B.L., Jenkins, C.N., King, A.J., Laurance, W.F., Levey, D.J., Margules, C.R., and Townshend, J.R. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on earth's ecosystems. *Science Advances* **1**(2): e1500052. doi:[10.1126/sciadv.1500052](https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052).
- Haddaway, N.R., Feerman, A., Grainger, M.J., Gray, C.T., Tanriver-Ayder, E., Dhaubanjari, S., and Westgate, M.J. 2019. EviAtlas: A tool for visualising evidence synthesis databases. *Environmental Evidence* **8**(1): 22. doi:[10.1186/s13750-019-0167-1](https://doi.org/10.1186/s13750-019-0167-1).
- Haddaway, N.R., Grainger, M.J., and Gray, C.T. 2022. CitationChaser: An R package and shiny app for forward and backward citations chasing in academic searching. Zenodo. doi:[10.5281/zenodo.4543513](https://doi.org/10.5281/zenodo.4543513).
- Halvorsen, R., Brenn, O.A., Framstad, E., Gaarder, G., Gjerde, I., Høistad Schei, F., Skarpaas, O., Storaunet, K.O., and Sverdrup-Thygeson, A. 2022. Framlegg til revidert beskrivelse av skogdynamikk i NiN. Kapittel 6 i NHM Rapport 111: side 85-115.

- Hamre, L.N., Domaas, S.T., Austad, I., and Rydgren, K. 2007. Land-cover and structural changes in a western Norwegian cultural landscape since 1865, based on an old cadastral map and a field survey. *Landscape Ecology* **22**(10): 1563–1574. doi:[10.1007/s10980-007-9154-y](https://doi.org/10.1007/s10980-007-9154-y).
- Hamre, L.N., Rydgren, K., Incerti, C., Hjorth-Johansen, I., and Simonsen, K.S. 2021. Paradise lost transformation of the gully landscape in south-east Norway. *Landscape Research* **46**(3): 377389. doi:[10.1080/01426397.2020.1847263](https://doi.org/10.1080/01426397.2020.1847263).
- Hedges, L.V., and Olkin, I. 1980. Vote-counting methods in research synthesis. *Psychological Bulletin* **88**(2): 359–369. doi:[10.1037/0033-2909.88.2.359](https://doi.org/10.1037/0033-2909.88.2.359).
- IPBES. 2019. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services IPBES secretariat. <https://www.ipbes.net/node/35274>.
- IPCC. 2018. Global Warming of 1.5 °C — IPCC. <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- James, K.L., Randall, N.P., and Haddaway, N.R. 2016. A methodology for systematic mapping in environmental sciences. *Environmental Evidence* **5**(1): 7. doi:[10.1186/s13750-016-0059-6](https://doi.org/10.1186/s13750-016-0059-6).
- Jarnemo, A., Minderman, J., Bunnefeld, N., Zidar, J., and Månsson, J. 2014. Managing landscapes for multiple objectives: alternative forage can reduce the conflict between deer and forestry. *Ecosphere* **5**(8). doi:[10.1890/ES14-00106.1](https://doi.org/10.1890/ES14-00106.1).
- Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., Bowler, D.E., Coscieme, L., Golden, A.S., Guerra, C.A., Jacob, U., Takahashi, Y., Settele, J., Díaz, S., Molnár, Z., and Purvis, A. 2022. The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science Advances* **8**(45). doi:[10.1126/sciadv.abm9982](https://doi.org/10.1126/sciadv.abm9982).
- Karlsson, J., Byström, P., Ask, P., Persson, L., and Jansson, M. 2009. Light limitation of nutrient-poor lake ecosystems. *Nature* **460**(7254): 506–509. doi:[10.1038/nature08179](https://doi.org/10.1038/nature08179).
- Kausrud, K., Vandvik, V., Flø, D., Geange, S.R., Hegland, S.J., Hermansen, J.S., Hole, L.R., Ims, R.A., Kausrud, H., Kirkendall, L.R., Nordén, J., Nybakken, L., Ohlson, M., Skarpaas, O., Boer, H. de, Eldegard, K., Hindar, K., Järnegren, J., and Velle, G. 2022. Klimaendringer og virkninger på hovedøkosystem skog. Et norsk sammendrag basert på VKM report 2022:15 impacts of climate change on the boreal forest ecosystem.
- Korsnes, M., Loewen, B., Dale, R.F., Steen, M., and Skjølsvold, T.M. 2023. Paradoxes of Norway's energy transition: Controversies and justice. *Climate Policy* **23**(9): 11321150. doi:[10.1080/14693062.2023.2169238](https://doi.org/10.1080/14693062.2023.2169238).
- Landbruksdirektoratet. 2024. Skogsveier. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/utviklingstrekk-i-skogbruket/skogsveier>.
- Law, E. A., P. J. Ferraro, P. Arcese, B. A. Bryan, K. Davis, A. Gordon, M. H. Holden, G. Iacona, R. M. Martinez, C. A. McAlpine, J. R. Rhodes, J. S. Sze, and Wilson., K.A. 2017. Projecting the performance of conservation interventions. *Biological Conservation* **215**: 142–151. doi:[10.1016/j.biocon.2017.08.029](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.08.029).
- Lov om forvaltning av naturens mangfold (Naturmangfoldloven). 2009. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100>.
- Lyngstad, A., Moen, A., and Øien, D.-I. 2018. Nedbørsmyr, våtmark. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken. <https://artsdatabanken.no/RLN2018/127>.
- Malhi, Y., Franklin, J., Seddon, N., Solan, M., Turner, M.G., Field, C.B., and Knowlton, N. 2020. Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **375**(1794): 20190104. doi:[10.1098/rstb.2019.0104](https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104).

- Marquer, L., Gaillard, M.-J., Sugita, S., Poska, A., Trondman, A.-K., Mazier, F., Nielsen, A.B., Fyfe, R.M., Jönsson, A.M., Smith, B., Kaplan, J.O., Alenius, T., Birks, H.J.B., Bjune, A.E., Christiansen, J., Dodson, J., Edwards, K.J., Giesecke, T., Herzschuh, U., and Seppä, H. 2017. Quantifying the effects of land use and climate on holocene vegetation in europe. *Quaternary Science Reviews* **171**: 20–37. doi:[10.1016/j.quascirev.2017.07.001](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.07.001).
- Miake-Lye, I.M., Hempel, S., Shanman, R., and Shekelle, P.G. 2016. What is an evidence map? A systematic review of published evidence maps and their definitions, methods, and products. *Systematic Reviews* **5**(1). doi:[10.1186/s13643-016-0204-x](https://doi.org/10.1186/s13643-016-0204-x).
- Miljødirektoratet. 2022. Miljøstatus. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/>.
- Nekola, J.C., and White, P.S. 1999. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography* **26**(4): 867–878. doi:[10.1046/j.1365-2699.1999.00305.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1999.00305.x).
- Nilsen, E. B., D. E. Bowler, and Linnell, J.D.C. 2020. Exploratory and confirmatory research in the open science era. *Journal of Applied Ecology* **57**: 842–847. doi:[10.1111/1365-2664.13571](https://doi.org/10.1111/1365-2664.13571).
- Nilsen, E.B., Grainger, M.J., Singaas, F.T., Simensen, T., Stokland, H., and Sutcliffe, T. 2024. Study protocol for the systematic map "effects of land use and land cover changes on biodiversity, ecosystem services, and carbon storage in norway: A systematic map and decision support tool". doi:[10.17605/OSF.IO/UBK6N](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UBK6N).
- NVE. 2020. Hva er egentlig potensialet for opprusting og utvidelse av norske vannkraftverk? NVE Fakta nr. 6/2020. https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2020/faktaark2020_06.pdf.
- Nybø, S., Arneberg, P., Framstad, E., Ims, R., Lyngstad, A., Schartau, A.K., Sickel, H., Sverdrup-Thygeson, A., and Vandvik, V. 2017. Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand - forslag fra et ekspertråd. <https://www.regjeringen.no/no/dokument/rapportar-og-pla-nar/id438817/>.
- Pedersen, C., and Krøgli, S.O. 2017. The effect of land type diversity and spatial heterogeneity on farmland birds in norway. *Ecological Indicators* **75**: 155–163. doi:[10.1016/j.ecolind.2016.12.030](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.030).
- Pereira, H. M., S. Ferrier, M. Walters, G. N. Geller, R. H. G. Jongman, R. J. Scholes, M. W. Bruford, N. Brummitt, S. H. M. Butchart, A. C. Cardoso, N. C. Coops, E. Dulloo, D. P. Faith, J. Freyhof, R. D. Gregory, C. Heip, R. Höft, G. Hurtt, W. Jetz, D. S. Karp, M. A. McGeoch, D. Obura, Y. Onoda, N. Pettorelli, B. Reyers, R. Sayre, J. P. W. Scharlemann, S. N. Stuart, E. Turak, M. Walpole, and Wegmann., M. 2013. Projecting the performance of conservation interventions. *Science* **339**: 277–278. doi:[10.1126/science.1229931](https://doi.org/10.1126/science.1229931).
- Potschin, M.B., and Haines-Young, R.H. 2011. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* **35**(5): 575–594. doi:[10.1177/0309133311423172](https://doi.org/10.1177/0309133311423172).
- Prøsch-Danielsen, L., and Simonsen, A. 2000. Palaeoecological investigations towards the reconstruction of the history of forest clearances and coastal heathlands in south-western norway. *Vegetation History and Archaeobotany* **9**(4): 189–204. doi:[10.1007/BF01294634](https://doi.org/10.1007/BF01294634).
- Reed, M.S., Young, D.M., Taylor, N.G., Andersen, R., Bell, N.G., Cadillo-Quiroz, H., Grainger, M., Heinemeyer, A., Hergoualc'h, K., Gerrand, A.M., and others. 2022. Peatland core domain sets: Building consensus on what should be measured in research and monitoring. *Mires and Peat* **28**: 26. doi:[10.19189/MaP.2021.OMB.StA.2340](https://doi.org/10.19189/MaP.2021.OMB.StA.2340).
- Rolstad, J., Blanck, Y., and Storaunet, K.O. 2017. Fire history in a western Fennoscandian boreal forest as influenced by human land use and climate. *Ecological Monographs* **87**(2): 219–245. doi:[10.1002/ecm.1244](https://doi.org/10.1002/ecm.1244).

Rusch, G.M., Bartlett, J., Kyrkjeeide, M.O., Lein, U., Nordén, J., Sandvik, H., and Stokland, H. 2022. A joint climate and nature cure: A transformative change perspective. *Ambio* **51**(6): 1459–1473. doi:[10.1007/s13280-021-01679-8](https://doi.org/10.1007/s13280-021-01679-8).

Saran, A., White, H., and Kuper, H. 2020. Evidence and gap map of studies assessing the effectiveness of interventions for people with disabilities in low-and middle-income countries. *Campbell Systematic Reviews* **16**(1): e1070. doi:[10.1002/cl2.1070](https://doi.org/10.1002/cl2.1070).

Schartau, A.K., Dolmen, D., Hesthagen, T., Mjelde, M., Walseng, B., Ødegaard, F., Økland, J., Økland, K.A., and Bongard, T. 2008. Ferskvann - miljøforhold og påvirkninger på rødlistearter. Artsdatabanken.

Skarpaas, O., and Halvorsen, R.(red). 2022. Skogens dynamikk, struktur og arts mangfold - bakgrunnskunnskap for en ny beskrivelse av skogbestands-dynamikk i NiN. NHM Rapport 111: side 1-148.

Skogen, K., Krange, O., and Figari, H. 2021. *Wolf Conflicts - A Sociological Study*. Berghan Books.

Skogen, K., Mauz, I., and Krange, O. 2008. Cry Wolf!: Narratives of Wolf Recovery in France and Norway. *Rural Sociology* **73**(1): 105–133. doi:[10.1526/003601108783575916](https://doi.org/10.1526/003601108783575916).

Storaunet, K.O., and Rolstad, J. 2020. Naturskog i norge – en arealberegning basert på bestandsalder i landsskogtakseringens takstomdrev fra 1990 til 2016. NIBIO Rapport 44: side 1-37.

Tombre, I.M., Eythórsson, E., and Madsen, J. 2013. Towards a Solution to the Goose-Agriculture Conflict in North Norway, 19882012: The Interplay between Policy, Stakeholder Influence and Goose Population Dynamics. *PLOS ONE* **8**(8): e71912. doi:[10.1371/journal.pone.0071912](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071912).

United Nations. 2015. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.

United Nations. 2022. Kunming-Montreal global biodiversity framework. <https://www.cbd.int/doc/c/e6d3/cd1d/daf663719a03902a9b116c34/cop-15-l-25-en.pdf>.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-5283-6

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger