

2373

NINA Rapport

Økosystemtenester frå villreinfjellet i Noreg

Ei vurdering basert på eksisterande datagrunnlag

Elisabeth Veivåg Helseth, Nina Elisabeth Eide, Brage Bremset Hansen, Thomas Kvalnes, Ruben Erik Roos, Jørgen Rosvold, Bente Rønning, Frode Thomassen Singaas, Kristin Evensen Mathiesen



NINAs publikasjonar

NINA Rapport

Dette er den ordinære rapporteringa frå NINA til oppdragsgjevar etter gjennomført forskings-, overvåkings- eller utgreiingsarbeid. I tillegg omfattar serien mykje av instituttet si andre rapportering, til dømes frå seminar og konferansar, resultat av eige forskings- og utgreiingsarbeid og litteraturstudium. NINA Rapport kan også publiserast på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Serien famnar svært vidt; frå systematiske bestemmingsnøklar til informasjon om viktige problemstillingar i samfunnet. Hefta har vanlegvis ei populærvitenskapleg form med vekt på illustrasjonar. NINA Temahefte kan også publiserast på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarka har som mål å gjere forskingsresultat frå NINA raskt og enkelt tilgjengeleg for eit større publikum. Faktaarka gir ei kort framstilling av nokre av våre viktigaste forskningstema.

Anna publisering

I tillegg til rapportering i våre eigne seriar publiserer dei tilsette i NINA ein stor del av sine vitenskaplege resultat i internasjonale journalar, populærfaglege bøker og tidsskrift.

Økosystemtenester frå villreinfjellet i Noreg

Ei vurdering basert på eksisterande datagrunnlag

Elisabeth Veivåg Helseth

Nina Elisabeth Eide

Brage Bremset Hansen

Thomas Kvalnes

Ruben Erik Roos

Jørgen Rosvold

Bente Rønning

Frode Thomassen Singasaas

Kristin Evensen Mathiesen

Helseth, E.V., Eide, N.E., Hansen, B.B., Kvalnes, T., Roos, R.E., Rosvold, J., Rønning, B., Singasaas, F.T. & Mathiesen, K.E. 2023. Økosystemtenester frå villrein fjellet i Noreg. Ei vurdering basert på eksisterande datagrunnlag. NINA Rapport 2373. Norsk institutt for naturforskning

Lillehammer, desember 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5176-1

RETTSHAVAR

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siterast fritt med kjeldetilvising

TILGANG

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRA AV

Odd Inge Vistad

ANSVARLEG SIGNATUR

Viseadministrerende direktør Nikolai Friberg

OPPDRAGSGJEVAR(AR)/BIDRAGSYTAR(AR)

Miljødirektoratet

REFERANSE HOS OPPDRAGSGJEVAR

M-2637|2023

KONTAKTPERSON(AR) HOS OPPDRAGSGJEVAR/BIDRAGSYTAR

Kim Daniel Hansen

FRAMSIDEBILETE

Villrein Sølnekletten © Kristin E. Mathiesen

NØKKELOD

Norge, Noreg, nasjonale villreinområder, villrein fjellet, villrein, *Rangifer tarandus*, økosystemtjenester, biofysisk vurdering,

KEY WORDS

Norway, wild reindeer, *Rangifer tarandus*, mountain areas, ecosystem services, biophysical assessment

KONTAKTOPPLYSNINGAR

NINA hovudkontor

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

Samandrag

Helseth, E.V., Eide, N.E., Hansen, B.B., Kvalnes, T., Roos, R.E., Rosvold, J., Rønning, B., Singaas, F.T. & Mathiesen, K.E. 2023. Økosystemtenester frå villrein fjellet i Noreg. Ei vurdering basert på eksisterande datagrunnlag. NINA Rapport 2373. Norsk institutt for naturforskning.

I denne rapporten gjer vi ei biofysisk vurdering av *bruk* og *kapasitet* knytt til 16 viktige økosystemtenester frå villrein fjellet i Noreg. Vurderinga er basert på eksisterande og offentleg tilgjengeleg data. Vi tek utgangspunkt i at dei 24 villreinområda i Noreg utgjer «villrein fjellet», samstundes som vi også inkluderer nokre vurderingar knytt til randsonene til villreinområda.

Villrein fjellet er lokalisert i Sør-Noreg, og utgjer 15,7% av Noreg sitt fastlandsareal. Det er 86 kommunar som har delar av sitt areal innafor villrein fjellområda, fordelt på 8 fylke, og med 576 338 innbyggjarar (10,4% av Noreg si befolkning). Det er 166 128 hytter/ fritidsbustadar i desse kommunane, derav ligg rundt 19 000 hytter/ fritidsbustadar innanfor dei 10 nasjonale villreinområda. Forsking indikerer at besøkande har særleg fokus på fjellet som villmark og rekreasjonslandskap, mens lokale har større fokus på forsynande tenester og relasjonelle verdiar knytt til villrein fjellet.

Dei viktigaste forsynande tenestene frå villreinområda er i) råmateriale, ii) matproduksjon, iii) energiproduksjon, iv) medisinsressursar, og v) drikkevatt. Bruken av fleire av desse tenestene har auka dei siste åra. Villrein fjellet leverer rundt 40 % av Noreg sin energiproduksjon frå vasskraft. Vi estimerer årleg matproduksjon i form av kjøtt til å vere 131 100 kg frå villrein, 8 100 kg frå rype, og 6 103 938 kg frå sau og lam på beite. Det er 33 registrerte uttak for mineral som er i aktiv drift i villrein fjellområda. Det er også mange drikkevasskjelder i villrein fjellet.

Dei viktigaste kulturelle tenestene er i) friluftsliv, ii) reiseliv, iii) stadkjensle, iv) kulturutøving og kulturminne, v) kunnskap og vitskap, og vi) religion åndelege verdiar. Kulturelle økosystemtenester frå villrein fjellområda er i endring, og det har særleg vore ei sterk auke i bruk av fjellområda til rekreasjonsformål assosiert med private hytter og kommersielt reiseliv. Mykje av utviklinga innanfor bruk av kulturelle tenester er knytt til auke i infrastruktur og ferdsel.

Særleg viktige regulerande økosystemtenester er i) opptak og lagring av karbon, ii) næringsstoffkretsløp, iii) moderering av ekstreme vêrhendingar, og iv) vasskretsløp. Fjelløkosystema utgjer ei viktig kjelde til karbonopptak, særleg ettersom dei dekkjer så stor del av Noreg sitt areal. Når det gjeld næringsstoffkretsløp, antek ein at villreinen spelar ei viktig rolle, m.a. gjennom beiting og gjødsling, og det trengs styrka kunnskap på dette området. Villrein fjellet er også viktig i det hydrologiske kretsløpet, og høg fjellsområda fungerer m.a. delvis som 'vasstårn' som avgir lagra vatn gjennom sommarsesongen.

Villrein fjellet si rolle som habitat for ulike artar er avgjerande for mange av dei andre økosystemtenestene. Villreinen er ein arealkrevjande art som i stor grad unngår område med infrastruktur og busetnad, og villrein fjellet utgjer 56 % av det totale arealet av villmarksprega område i Sør-Noreg. Fjelløkosystem i Noreg har jamt over god økologisk tilstand, men tilstanden er noko dårlegare i dei sørlegaste fjellområda. Samstundes viser kvalitetsnorma for villrein ein dårleg tilstand for villreinen i mange av områda som er vurdert.

Vi finn at auka bruk av nokre forsynande og kulturelle tenester (som energiproduksjon og reiseliv), medfører infrastruktur og ferdsel som særleg kan bidra til å redusere villmarks fjellet sin kapasitet for å vere habitat for villreinen og andre artar. For å fremme eit breiare spekter av økosystemtenester frå villrein fjellet i framtida er det viktig å: i) styrka kunnskap om kulturelle, regulerande, og støttande tenester, ii) vurdere berekraftig balanse i bruk og kapasitet knytt til ulike tenester, iii) kartlegge maktdynamikkar knytt til kva verdiar og tenester som vinn fram i avgjerds-taking, og iv) opne for alternativ til dagens dominerande «grøn vekst» berekraftsbane.

Elisabeth Veivåg Helseth (elisabeth.helseth@nina.no)¹, Nina Elisabeth Eide (nina.eide@nina.no)², Brage Bremset Hansen (brage.hansen@nina.no)², Thomas Kvalnes (thomas.kvalnes@nina.no)², Ruben Erik Roos (ruben.roos@nina.no)³, Jørgen Rosvold (jorgen.rosvold@nina.no)², Bente Rønning², Frode Thomassen Singaas (frode.singaas@nina.no)² & Kristin Evensen Mathiesen (kristin.mathiesen@nina.no)².

¹ Norsk institutt for naturforskning, Vormstuguveien 40, 2624 Lillehammer

² Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

³ Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Abstract

Helseth, E.V., Eide, N.E., Hansen, B.B., Kvalnes, T., Roos, R.E., Rosvold, J., Rønning, B., Singasaas, F.T. & Mathiesen, K.E. 2023. Ecosystem services from the Norwegian mountain areas with wild reindeer. An assessment based on existing data. NINA Report 2373. Norwegian Institute for Nature Research.

We provide a biophysical assessment of the use (flow) and capacity of 16 important ecosystem services from the 'wild reindeer mountains' in Norway. The assessment is based on existing and publicly available data. We consider the wild reindeer mountains to be the 24 defined wild reindeer areas in Norway, although we also include some discussions related to their peripheral zones.

These mountain areas, located in southern Norway, accounts for 15.7 per cent of Norway's mainland area. A total of 86 Norwegian municipalities has parts of their area within the wild reindeer mountain, including 576,338 inhabitants (10.4% of Norway's population). There are 166,128 cabins in these municipalities, of which around 19,000 are located within the 10 national wild reindeer areas. Research indicates that while visitors primarily perceive the mountain areas as wilderness and recreational landscapes, locals tend to focus on provisioning services and relational values.

The most important provisioning services are i) raw materials, ii) food production, iii) energy production, iv) medicinal resources, and v) drinking water. The use of several of these services has increased in recent years. The wild reindeer mountain areas provide around 40 per cent of Norway's energy production from hydropower. We estimate annual food production in the form of meat to be 131,100 kg from wild reindeer, 8,100 kg from grouse, and 6,103,938 kg from sheep and lambs on pasture. These mountain areas also have 33 active extraction areas for minerals, as well as many drinking water sources.

The most important cultural services are i) outdoor recreation, ii) tourism, iii) sense of place, iv) cultural heritage and practice, v) knowledge and science, and vi) religion and spiritual values. The use of cultural ecosystem services is changing, and there has been a particularly strong increase in the use of mountain areas for recreational purposes associated with private cabins and commercial tourism. Much of the development in the use of cultural services is linked to the increase in infrastructure and transport.

The most important regulating ecosystem services are i) carbon sequestration and storage, ii) nutrient cycling, iii) moderation of extreme weather events, and iv) water cycling. The mountain ecosystems are important for national carbon sequestration and storage. Furthermore, the wild reindeer affect nutrient cycling, e.g., through grazing and fertilization. The "high mountains" are also important to the hydrological cycle, e.g., through partly functioning as a 'water tower' that releases stored water during the summer season.

The role of these mountains as a habitat for species is crucial for many of the other ecosystem services. The wild reindeer is an area-demanding species that largely avoids areas with infrastructure and settlement, and the wild reindeer mountain areas account for 56 % of the total area of wilderness-like areas in southern Norway. Mountain ecosystems in Norway overall have good ecological condition, but the condition is somewhat poorer in these southernmost mountain areas. However, the "quality standard" for wild reindeer shows a poor condition for wild reindeer in many of the assessed mountain areas.

Increases in use of some provisioning and cultural services (such as energy production and tourism) entails infrastructure and traffic which reduce the mountains capacity to provide habitat for wild reindeer and other species. To promote a wider range of ecosystem services, it is important to: i) strengthen knowledge about cultural, regulating, and supporting services, ii) assess the sustainability in the balance between use (flow) and capacity of diverse services, iii) map

power dynamics linked to which values and services come forward in decision-making, and iv) open for alternatives to today's dominating "green growth" sustainability pathway.

Elisabeth Veivåg Helseth (elisabeth.helseth@nina.no), Nina Elisabeth Eide (nina.eide@nina.no), Brage Bremset Hansen (brage.hansen@nina.no), Thomas Kvalnes (thomas.kvalnes@nina.no), Ruben Erik Roos (ruben.roos@nina.no), Jørgen Rosvold (jorgen.rosvold@nina.no), Bente Rønning, Frode Thomassen Singsaas (frode.singsaas@nina.no) & Kristin Evensen Mathiesen (kristin.mathiesen@nina.no).

Innhald

Samandrag	3
Abstract.....	5
Innhald	7
Føreord	8
1 Innleiing	9
1.1 Økosystemtenester og naturen sin verdi.....	9
1.1.1. Mangfald av verdiar og ulike berekraftsbanar	10
1.2. Villrein fjellet.....	13
1.2.1. Økosystemtenester frå villrein og fjellområde i Nord-Europa.....	13
1.2.2. Villrein og villrein fjellet i Noreg.....	13
1.2.3. Kvalitetsnorma for villrein.....	17
1.2.4. Ulike arealtypar i villrein fjellet	18
2. Kartlegging: tilnærming og metode	20
2.1. Identifisering av dei viktigaste økosystemtenestene	20
2.2. Indikatorar for kapasitet og bruk.....	20
2.3. Datamateriale	24
3. Resultat.....	25
3.1. Kommunar og villrein fjellet	29
3.2. Forsynande tenester	33
3.2.1. Råmateriale	33
3.2.2. Matproduksjon	35
3.2.3. Energiproduksjon	39
3.2.4. Medisinressursar.....	39
3.2.5. Drikkevatt	39
3.3. Kulturelle tenester.....	40
3.3.1. Friluftsliv	40
3.3.2. Reiseliv.....	46
3.3.3. Stadkjensle	46
3.3.4. Kulturutøving og kulturminne	47
3.3.5. Kunnskap og vitskap.....	47
3.3.6. Religion og åndelege verdiar	48
3.4. Regulerande tenester	49
3.4.1. Opptak og lagring av karbon.....	49
3.4.2. Næringsstoffkretslop.....	50
3.4.3. Moderering av ekstreme vêrhendingar.....	51
3.4.4. Vasskretslop	51
3.5. Støttande tenester – habitat for artar	53
4. Oppsummering og drøfting	61
4.1. Dei viktigaste økosystemtenestene frå villrein fjellet.....	61
4.1.1. Villreinen si betydning for økosystemtenestene i villrein fjellet	63
4.2. Balanse mellom kapasitet og bruk av økosystemtenestene	63
4.3. Kva må til for å fremme eit breitt mangfald av økosystemtenester frå villrein fjellet?....	65
5. Referansar	67
VEDLEGG	75
Vedlegg 1: Resultat frå litteratursøk: Økosystemtenester frå fjell i Nord-Europa	75
Vedlegg 2: Prosentvis arealtypar per villreinområde, 24 delfigurar	79
Vedlegg 3: Resultat frå litteratursøk: Villrein fjellområda i Noreg	88

Føreord

Miljødirektoratet har bestilt en tverrfaglig utredning av de viktigste økosystemtjenestene fra *hovedøkosystem fjell* i Norge, og der økosystemtjenestene som er relevante for villrein fjellet skulle trekkes ut spesielt. Avgrensningen til *hovedøkosystem fjell* skulle følge samme avgrensning som arbeidet med økologisk tilstand for fjell i Norge i 2021 (Framstad m.fl., 2022) og som i Naturin- deks for Norge 2020. Ut fra oppdragets begrensede tidsramme og økonomi, har NINA etter av- tale med Miljødirektoratet blitt enige om å lage denne vurderingen av *økosystemtjenester fra villrein fjellet i Norge*, med noen klare avgrensninger.

Økosystemtjenestene som utredes i denne rapporten reflekterer økosystemtjenestene knyttet til *fastmark i fjellet*, og begrenses til å gjelde de norske *villreinområdene*. Villreinområdene inklude- rer også flere andre økosystem med tilhørende tjenester. Vi vet blant annet at villreinen i Norge også bruker skogsområder som del av sine foretrukne leveområder i perioder av året. I denne rapporten har vi ikke mulighet til å også vurdere økosystemtjenester fra skogen, men vi nevner villreinen bruk av skogen kort i innledningen. I tillegg baserer vi vår vurdering på sammenstilling av tilgjengelige og relevante data.

Videre legger vi Naturpanelets (IPBES) vurdering av mangfoldige naturverdier til grunn for rap- porten. Naturpanelet sin verdirapport (2022), som er godkjent av 139 medlemsland, stiller krav til gode og helhetlige verdsettingsprosesser – med stor grad av medvirkning fra innbyggere og interessenter. Naturpanelet vektlegger særlig at det er viktig å utvikle alternative «verdispråk» til pengeverdier, og at en setter beslutningstakere i stand til å vurdere ulike typer verdidimensjoner opp mot hverandre.

I dette oppdraget har vi ikke mulighet for å inkludere hverken lokalbefolkning eller andre interes- senter i vurdering av økosystemtjenestene. Vi gjør heller ikke noe pengemessig verdsetting av økosystemtjenester med mindre det finnes eksisterende markeder for disse tjenestene. Rapport- ten gir dermed ikke en fullstendig forståelse av hvilke verdier og økosystemtjenester villreinom- rådene eller villreinen representerer, og vi understreker behovet for mer omfattende verdset- tingsprosesser for å vurdere de mangfoldige verdiene fra villrein fjellet. I rapporten gir vi noen innspill til hvordan en kan gjennomføre slike verdsettingsprosesser som ivaretar et mangfold av verdier i tråd med oppdatert kunnskap på feltet. Samtidig gir vår vurdering en relevant oversikt over betydningen av økosystemtjenester fra villrein fjell i Norge, samt drøftinger rundt avveininger mellom kapasitet og bruk av ulike økosystemtjenester, og behov for fremtidig kunnskap.

Lillehammer, 8. desember 2023

Kristin E. Mathiesen

1 Innleiing

I dette prosjektet har vi hatt mål om å: i) kartlegge ulike former for økosystemtenester i villrein-fjellet i Noreg, gruppert etter dei fire hovudkategoriane forsyande, kulturelle, regulerande, og støttande økosystemtenester, og ii) gjere ei biofysisk vurdering av *bruk* og *kapasitet* knytt til desse ulike økosystemtenestene. Konkret har vi forsøkt å svara på følgjande problemstillingar:

1. Kva er dei viktigaste økosystemtenestene frå villrein-fjellet i Noreg?
2. Kva er den viktigaste bruken av desse økosystemtenestene?
3. Kva veit vi om villrein-fjellet sin kapasitet til å bidra med dei ulike økosystemtenestene?

Vurderinga er basert på eksisterande og offentleg tilgjengeleg data. I vår vurdering tek vi utgangspunkt i at dei 24 villreinområda i Noreg utgjer «villrein-fjellet», og vi vurderer først og fremst økosystemtenester knytt til *fastmark i fjellet*. Det meste av data og kartgrunnlag i denne rapporten er samanstillt med dei 24 villreinområda som ytre grense. Samstundes er nærområda rundt villreinområda (randsonene) også svært relevant for ei vurdering av økosystemtenester frå villrein-fjellet, og vi drøftar m.a. noko rundt bruk av randsonene knytt til tenester som friluftsliv og reiseliv. *Nasjonale villreinområde* er område som er spesielt viktige for villreinen si framtid i Noreg (sjå også 1.2.2.). Villrein-fjellet vil sjølvsagt også ha mange av dei same økosystemtenester som ein finn i andre fjellområde, som for eksempel mat frå småviltjakt og fiske, friluftsliv, næringskretsløp, karbonopptak- og lagring, og habitat for artar. Vår vurdering av økosystemtenester vil dermed også kunne vere relevant for andre samanliknbare fjellområde.

I kapittel 2 gjer vi greie for den metodiske tilnærminga vi har brukt, medan resultatata vert presentert i kapittel 3. **Tabell 3** viser hovud- og undertypar av økosystemtenester frå villrein-fjellet i Noreg, og gir ein omtale av kvar teneste, samt ei samanstilling av data på *kapasitet* og *bruk* for kvar teneste (i den grad vi har funne tilgjengelege og relevante data innanfor rammene av prosjektet). Tabellen inneheld også forslag til kva tilnærmingar som er aktuelle for å gjere verdvurderingar av dei ulike økosystemtenestene. Punkta i tabellen er ytterlegare utdjupa og diskutert i tekstdelen av kapittel 3.

1.1 Økosystemtenester og naturen sin verdi

Begrepet økosystemtenester (også kalla naturgodar) vart introdusert i forskinga på 70- og 80-talet, og blir ofte definert som «dei direkte og indirekte bidraga frå økosystem til menneskeleg velferd/ velvære» (Braat & De Groot, 2012:5; TEEB, 2010). Økosystemtenestebegrepet var intendert som eit analytisk verktøy for å demonstrere og vurdere viktigeita av ulike prosessar i naturen for folk og samfunn. Økosystemtenester vert gjerne delt inn i forsyande tenester (vatn, mat, mineral m.m.), kulturelle tenester (friluftsliv, stadkjensle m.m.), regulerande tenester (karbonopptak, næringsstoffkretsløp, reinsing av vatn m.m.), støttande tenester (habitat for artar m.m.) (MEA, 2005; TEEB, 2010). Eit hovudpoeng er at dei støttande tenestene dannar grunnlag for alle dei andre økosystemtenestene, og at velfungerande økosystem, som mellom anna støttar opp under biologisk mangfald, er uunnverlege for menneskeleg velferd og velvære.

Det finnst i dag eit mangfald av ulike metodar for å kartlegge og vurdere økosystemtenester, både med tanke på biofysisk kartlegging, og etter kvart også monetær verdsetting. NOU 2013:10 «Naturens goder – om verdier av økosystemtenester», omtaler betydninga av økosystemtenester for det norske samfunnet. Som ein del av kunnskapsgrunnlaget til denne NOU'en, blei det utarbeida ei verdsetting av skogøkosystemtenester i Noreg (Lindhjem, 2012). Seinare har det også blitt gjort ei tilsvarande kartlegging av økosystemtenester frå våtmarksområde (Magnussen, 2018). Omgrepet økosystemtenester har elles i liten grad blitt formalisert i norsk forvaltning, men arbeidet med å utvikle indikatorar for eit naturrekneskap har satt økosystemtenester høgare på den politiske agendaen dei siste åra (sjå m.a. NINA, 2023).

Det er godt dokumentert at regulerande, støttande, og kulturelle tenester systematisk «tapar» mot de forsynande tenestene i avgjerdsprosessar over heile verda (TEEB, 2010; IPBES, 2022). Mange forskarar og avgjerdstakarar meiner at hovudproblemet er at desse «marginaliserte» økosystemtenestene ikkje vert verdsett i kroner og øre, og at ein i større grad bør dokumentere nytteverdien av natur, og gjerne gjere pengemessige verdsetting av økosystemtenester.

Samtidig pågår det internasjonale drøftingar rundt i kva grad økosystemtenestomgrepet kan bidra til dei omfattande berekraftsendringane som trengs for å stoppe klima- og naturkrise (IPBES, 2022). I internasjonal forskingslitteratur har det dei siste åra vore ein aukande kritikk mot økosystemtenestomgrepet. Desse debattane handlar om kva som er den beste tilnærminga til å omtale og verdsette menneske-natur relasjonar. Her vert det mellom anna peika på at *økosystemtenester* er eit menneskesentrert omgrep, utvikla innanfor eit vestleg, vitskapleg kunnskapsystem, som antar eit nytteorientert forhold til naturen. Det vert også vist til at økosystemomgrepet i aukande grad har blitt nytta til marknadsorientering av naturen sine verdiar, samstundes som søkelyset på økosystemtenester gjennom dei siste 30-40 åra ikkje har klart å stoppe tap av natur. Eit anna sentralt poeng, er at mange naturverdiar ikkje kan samanliknast direkte, og/ eller ikkje kan vekslast mot kvarandre gjennom ein slags felles valuta, som pengar (Matinez-Alier, 1998; IPBES, 2022). Naturverdiane kan f.eks. være heilage, irreversible, eller uerstatteleg, og det vert i staden argumentert for at ein må utvikla språk og avgjerdsmekanismar som tar høgde for eit mangfald av verdiar og verdidimensjonar (Vatn, 2021).

Som respons til kritikken av økosystemtenestomgrepet, lanserte Naturpanelet i 2018 omgrepet «Nature's contributions to people» (NCP) (Diaz, 2018). Gjennom å ramme inn menneske-natur relasjonar i form av naturen sine «bidrag» til menneske, i motsetnad til «tenester», er tanken at NCP tilbyr eit meir relasjonsorientert omgrep. Nokre mål med NCP-omgrepet er å i) gi ei auka anerkjenning til den viktige rolla kultur spelar i forhold til alle naturen sine «bidrag» til menneske, ii) tilby eit omgrep som er meir inkluderande med tanke på å integrere lokal økologisk kunnskap og tradisjonell økologisk kunnskap, og iii) i større grad opne for det ein kallar både kontekstspesifikke og generaliserande perspektiv.

Nokre kritiserer NCP for å ikkje ta omsyn til den store mengda av vitskapelege publikasjonar og politiske dokument som har bidrege til å gjere *økosystemtenester* til eit godt forstått og mykje brukt omgrep (Braat, 2018). I tillegg vert det peika på at økosystemteneste-rammeverket også inkluderer samfunnsvitskapelege perspektiv, samt merksemd mot kultur, og lokal- og urfolk-kunnskap. Det blir også peika på at NCP allereie er dekkja innanfor eksisterande definisjonar av økosystemtenester, og at det ikkje er bevist at NCP er betre egna til integrering av mangfaldige naturverdiar i politikk og praksis (ibid.).

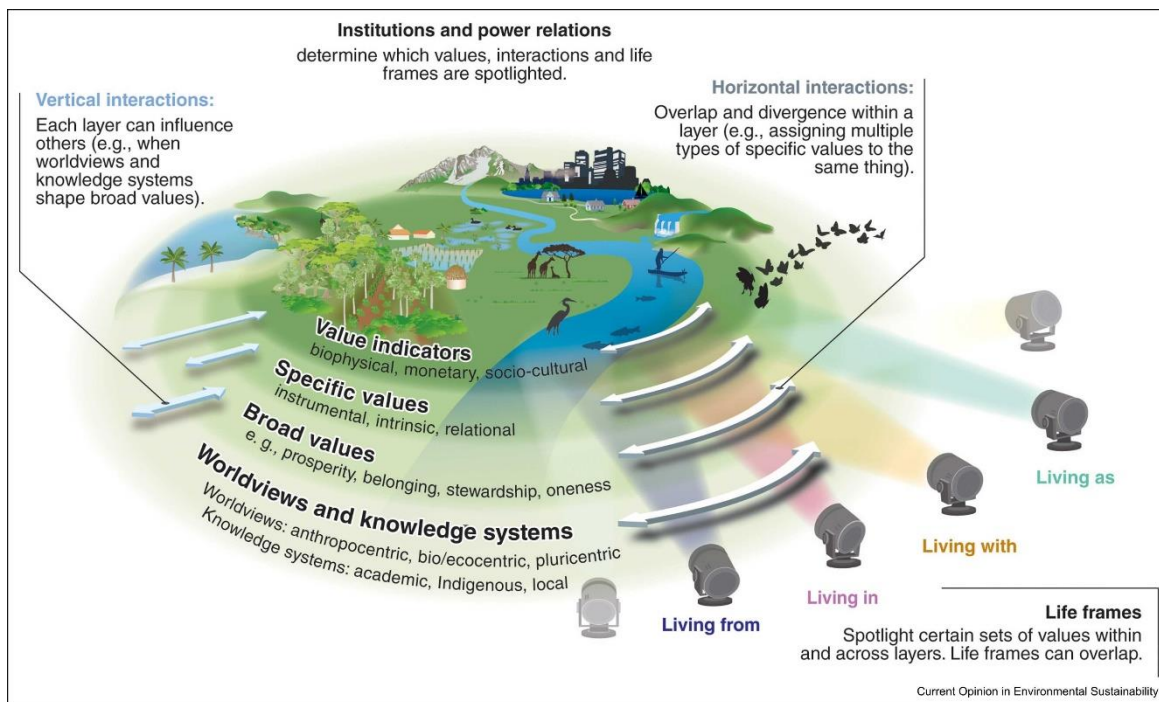
Andre forskarar peikar på at ei dualistisk, antroposentrisk og nytteorientert førestilling av menneske-natur relasjonar nettopp er hovudårsak til den globale miljøkrise, og at vi treng eit skifte bort frå verddivurderingar basert på *nytte*, og i retning av omsorgs- og ansvarsorientert miljøengasjement (Muradian & Gomez-Baggethun, 2021). Her blir det hevda at hovudproblemet med NCP-tilnærminga er at denne vert presentert som eit paradigmeskifte, mens NCP i stor grad bidreg til å vidareføre dei mest problematiske prinsippa frå økosystemteneste-rammeverket. Både økosystemtenester og NCP opererer innanfor eit antroposentrisk verdssyn, der søkelyset er retta mot menneske, og fordelar menneske får frå naturen. Til liks med økosystemtenester, har også NCP ei dualistisk tilnærming, der «bidrag» strøymer frå naturen til menneske.

1.1.1. Mangfald av verdiar og ulike berekraftsbanar

I si vurdering av korleis ein best kan verdsette natur, bygg Naturpanelet vidare på desse drøftingane rundt omgrep og tilnærmingar (IPBES, 2022; Pauscal 2023). Verdirapporten frå 2022 viser at avgjerdsprosessar over heile verda er dominert av kortsiktige, instrumentelle marknadsverdiar, og at institusjonar (konvensjonar, normer og reglar) påverkar kva verdiar som blir tillagt vekt. Ifølgje Naturpanelet er årsakene til den globale naturkrise tett samanknytt *med måten vi i dag verdset naturen på*, og med institusjonar og makt dynamikkar som definerer kva verdiar som vert prioritert eller ekskludert i politiske og økonomiske avgjerder. Det blir peika på at eit

nytteorientert miljøengasjement ikkje er i stand til å mobiliserer dei gjennomgripande berekraftsdringane som både Naturpanelet og FN sitt klimapanel (IPCC) meiner at det er behov for (IPBES, 2019; 2022; IPCC, 2022). Slike gjennomgripande endringar vert omtala som «grunnleggande, systemomfattande omorganisering på tvers av teknologiske, økonomiske og sosiale faktorar, inkludert paradigme, mål og verdier» (IPBES, 2022:544, vår omsetjing).

Vidare presenterer rapporten ein typologi for verdsetting av natur, som kan delast i fire nivå: i) verdssyn og kunnskapssystem, ii) grunnleggande verdier, iii) spesifikke verdier, og iv) verdiindikatorar (**Figur 1**). Denne typologien, som er anerkjent av 139 medlemsland i IPBES, dannar no grunnlaget for internasjonalt arbeid med naturverdier.



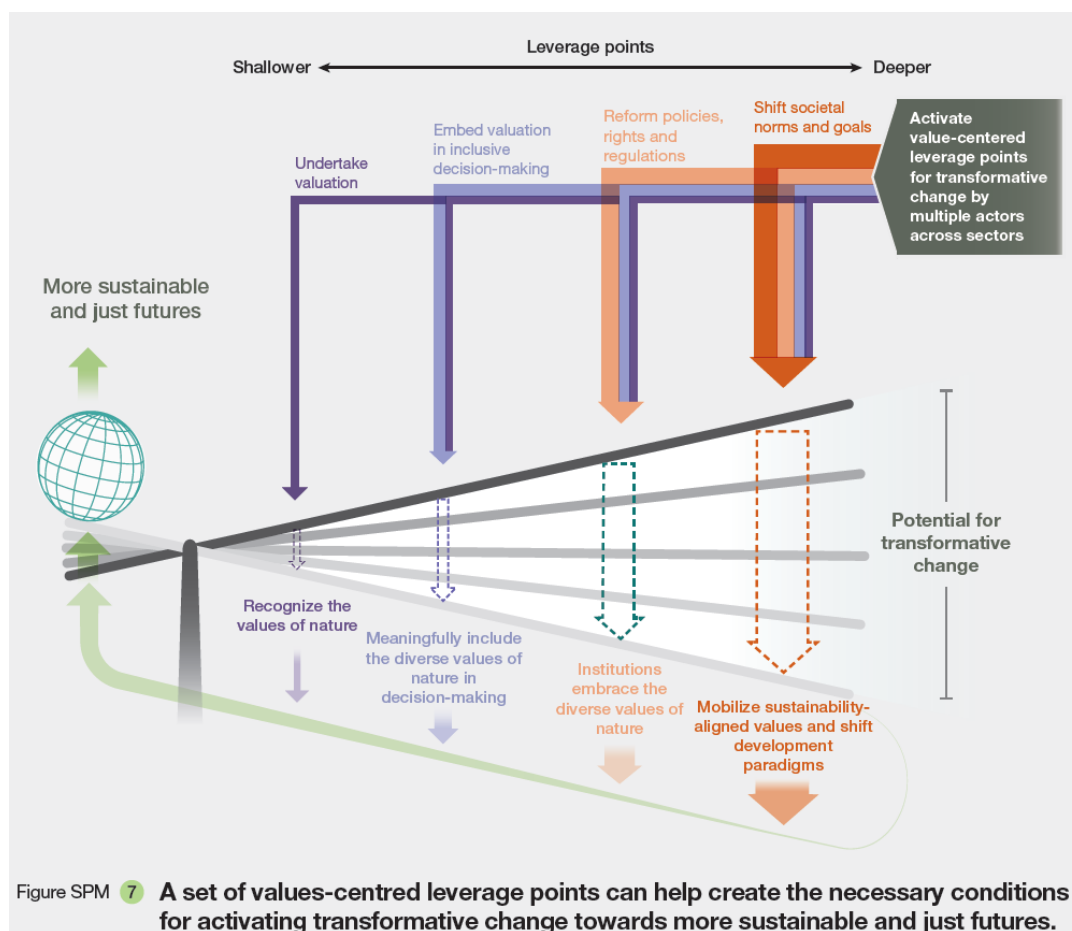
Figur 1. Illustrasjon over Naturpanelet sin verditypologi (Raymond et al., 2023:3).

I det ytste laget av denne typologien finner vi verdssyn og kunnskapssystem. Innanfor eit *antroposentrisk* verdssyn set ein menneske sine interesser høgast. Eit *biosentrisk* (eller *økosentrisk*) verdssyn inneber derimot at ein set naturen sine interesser først. Eit *plurisentrisk* verdssyn ser på menneske og natur som sterkt samanknytt, og her legg ein i større grad vekt på samspel og relasjonar. Ulike *kunnskapssystem* kan for eksempel handle om at ein enten legg vekt på akademisk kunnskap, eller på tradisjonell og lokal kunnskap.

Kva verdssyn ein har, og kva kunnskapssystem ein legg vekt på, kan påverke kva *grunnleggande verdier* ein held. Grunnleggande verdier er her omtala som generelle prinsipp og livsmål, og eksempel på slike verdier kan være rettferd, omsorg, eller nytte. Dei grunnleggande verdiane vi har kan spela ei viktig rolle med tanke på kva *spesifikke verdier* vi tillegg naturen i ein gitt kontekst. Slike spesifikke verdier er delt inn i hovudkategoriane ibuande, instrumentelle eller relasjonelle verdier (IPBES, 2022). *Instrumentelle verdier* handlar om at vi ser på naturen som eit middel for å oppnå konkrete mål, som ein ressurs/eigedom, tilfredsstilling av behov og preferansar, og der vi har eit konkret fokus på kva som gagnar menneske. Når ein pratar om *relasjonelle verdier*, vert det vist til viktigheita av samspel mellom menneske og natur, og samspel mellom menneske - gjennom naturen (f.eks. stadkjensle, spiritualitet). *Ibuande verdier* handlar om dei naturverdiane som kjem til uttrykk uavhengig av at ein gir nokon referanse til menneske som verdsettarar. Ibuande verdier inkluderer mellom anna einingar som habitat eller artar som er verdt å beskytte som mål i seg sjølv (IPBES 2022:545).

Til sist framhevar Naturpanelet sin typologi at det finst ulike tilnærmingar til å kartlegge og måle naturen sine verdiar (*verdiindikatorar*). Her vert det grovt delt inn i: i) *naturbasert verdivurdering*, som ofte omhandlar biofysiske berekningar, ii) *åttferdsbasert verdivurdering*, der ein observerer handlingar (for eksempel i marknader eller i naturområde), eller iii) *utsegnsbasert verdivurdering*, for eksempel spørjeundersøkingar eller intervju. Data frå alle desse tilnærmingane kan bidra til ei *integriert verdivurdering*, der ein kombinerer ulike kjelder til informasjon om naturen sine verdiar.

Eit avgjerande poeng er at verdsettingsprosessar krev god involvering av ulike aktørar, samt ei heilt eksplisitt forståing av maktdynamikkane som utspelar seg i det aktuelle feltet. Dersom ein ynskjer å forstå betydninga av natur for ulike menneske, vil dette stille store krav til medverknad og til integrering av ulike typar verdssyn, kunnskapssystem, og verdiar. Det er mellom anna ikkje tilstrekkeleg med ei ekspertleia samanstilling av ulike biofysiske verdiar, sjølv om ei slik vurdering sjølvstøtt også kan bidra med *eitt* av fleire viktige grunnlag til vidare verdivurderingar.



Figur 2. Illustrasjon av verdiorienterte presspunkt med «grunn» eller «djup» endringskraft (IPBES 2022:XL1).

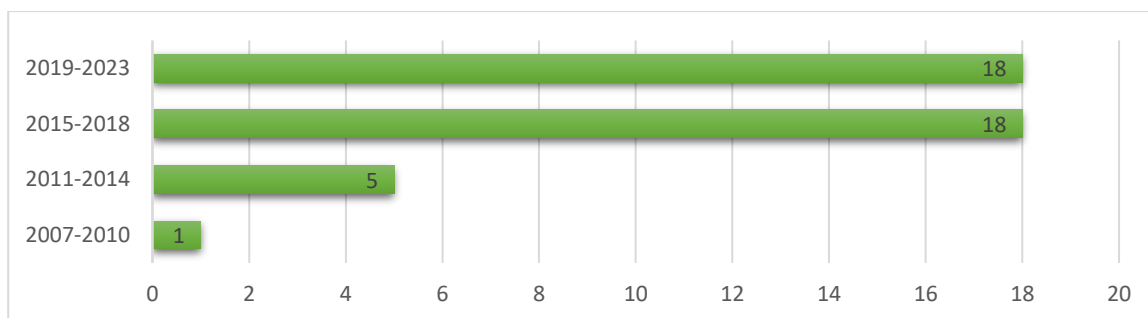
Naturpanelet peiker også på at ulike tilnærmingar til verdsetting av natur har ulike *endringskraft* med tanke på å bidra til gjennomgripande berekraftsendringar. Dei tilnærmingane som har djupast endringskraft, er å mobilisere berekraftsorienterte verdiar, og å endre samfunnsmessige normer og mål. Andre tilnærmingar til verdsetting av natur, som mellom anna å gjere verdivurderingar, eller å inkludere fleire verdiar i avgjerdstaking, vert vurdert til å ha mindre (grunnare) endringskraft (**Figur 2**). Naturpanelet meiner særleg at det er eit stort behov for å fremme grunnleggande verdiar som omsorg, gjensidigheit og ansvar – både globalt og lokalt.

Her vert det vist til at ulike *berekraftsbanar* mobiliserer ulike typar verdiar (IPBES, 2022). Slike berekraftsbanar representerer ei samla førestilling om kva som må til for å oppnå berekraft, støtta opp i konkrete fagmiljø, og gjennom eigne «pakkar» med politikkforslag. Nokre konkrete eksempel på slike berekraftsbanar er i) grøn økonomi/grøn vekst, ii) vekstfri utvikling, iii) naturvern, og iv) økokulturell forvaltning (ibid.). Skiljet mellom grøn økonomi og vekstfri utvikling har røter i ulike forståingar av økonomisk teori, og er m.a. reflektert i skiljet mellom standard (nyklassisk) økonomisk teori og økologisk økonomi. Innanfor ein grøn økonomi/ grøn vekst berekraftsbane vil det vere avgjerande å utvikle presise naturrekneskap som kan demonstrere nytteverdien av natur og økosystemtenester - for å ha gode argument for å ta vare på naturen. Innanfor andre berekraftbanar, særleg vekstfri utvikling og økokulturelt forvaltarskap, legg ein vekt på at vi kanskje ikkje alltid treng å bevise naturen sin nytteverdi for å anerkjenne at den er viktig for oss. Her legg ein derimot vekt på gjensidigheit og relasjonar i forholdet mellom menneske og natur, og ein er særleg oppteken av å fremme grunnleggande verdiar som omsorg og ansvar – ovanfor andre menneske, framtidige generasjonar, og andre artar (ibid.).

1.2. Villrein fjellet

1.2.1. Økosystemtenester frå villrein og fjellområde i Nord-Europa

Vi gjorde eit litteratursøk med mål om å fange opp vitskapeleg litteratur som eksplisitt nemner omgrepet «ecosystem services» i relevante fjellområde i Nord-Europa. Søket vart gjort i dei to viktigaste siteringsbasane for vitskapeleg litteratur – Scopus og Web of Science Core Collection (Science Citation Index Expanded 1987 – present, Social Sciences Citation Index 1987 – present, Arts & Humanities Citation Index 1987 – present og Emerging Sources Citation Index 2018 – present). Vi har søkt i tittel, emneord og samandrag (sjå søkestrengen i Vedlegg 1). Her fekk vi opp til saman 298 artiklar. Vi sorterte ut artiklane som omhandla tamrein, eller som ikkje omhandla dei relevante fjellområda. Etter sorteringa satt me att med 42 artiklar som inneheldt særleg relevante vurderingar av økosystemtenester frå fjellområda i dei relevante Nordeuropeiske landa, der enten ei eller fleire tenester vart vurdert (**Figur 3**). Sjå referanseliste i Vedlegg 1. Desse artiklane var utgitt i tidsrommet 2007 – 2023, med ei særleg auke dei siste 6 åra.



Figur 3. Tal artiklar innanfor ulike årsklassar.

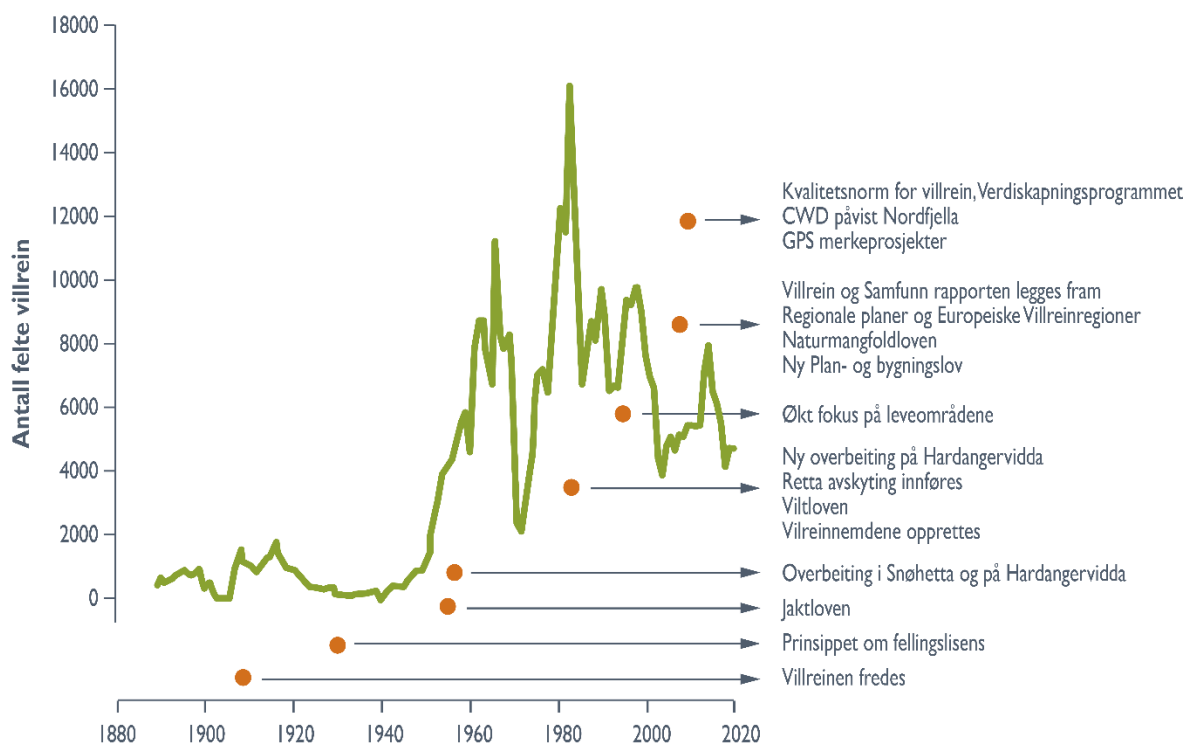
1.2.2. Villrein og villrein fjellet i Noreg

Den norske villreinen er av underarten fjellrein/tundrarein (*Rangifer tarandus tarandus*). Då isen forsvann etter siste istid, spreidde reinen seg raskt langs norskekysten, og etter kvart over det meste av fjell-Noreg (Rosvold et al., 2012). Under mykje av etteristida har klimaet vore både varmare og våtare enn i dag, og store delar av fjellområda, spesielt i Sør-Noreg, har vore dekt av skog. Det «typiske» villreinlandskapet har derfor endra seg mykje gjennom tida, og det er grunn til å tru at hovudutbreiinga til reinen i lang tid har vore i dei nordlege delane av landet.

Med reinen si innvandring følgde også menneska, og jakt og domestisering medførte ei gradvis innsnevring av villreinen si utbreiing til enkelte delar av fjellet i Sør-Noreg. Lenger nord er det

berre domestisert rein (tamrein) igjen i dag. Også i sør førte stadig meir effektive jaktmetodar og auka befolkning til ein dramatisk reduksjon av villreinbestandene. Allereie rundt slutten av vikingtida/tidleg mellomalder, for ca. 1000 år sidan, kan vi spore ein stor nedgang i bestandane som følgje av utbreidd jakt med massefangstanlegg (eks. Røed et al., 2014). Eit fortsett høgt jaktpress med moderne skytevåpen førde til eit botnnivå tidleg på 1900-tallet.

Frå starten av 1900-tallet har det blitt innført diverse forvaltings- og bevaringstiltak, som kvote-regulering og periodevis freding. Dagens totalbestand av villrein er av den grunn betydeleg større enn for hundre år sidan (**Figur 4**). Likevel er villreinen no klassifisert til «nær trua» i norsk raudliste for artar (Artsdatabanken 2021). Denne klassifiseringa er grunngitt i IUCN-kriteria C1 (liten bestandsstørrelse) og A4 (reduisert bestandsstørrelse som resultat av sjukdommar, i dette tilfelle indirekte frå skrantesjuketiltak).



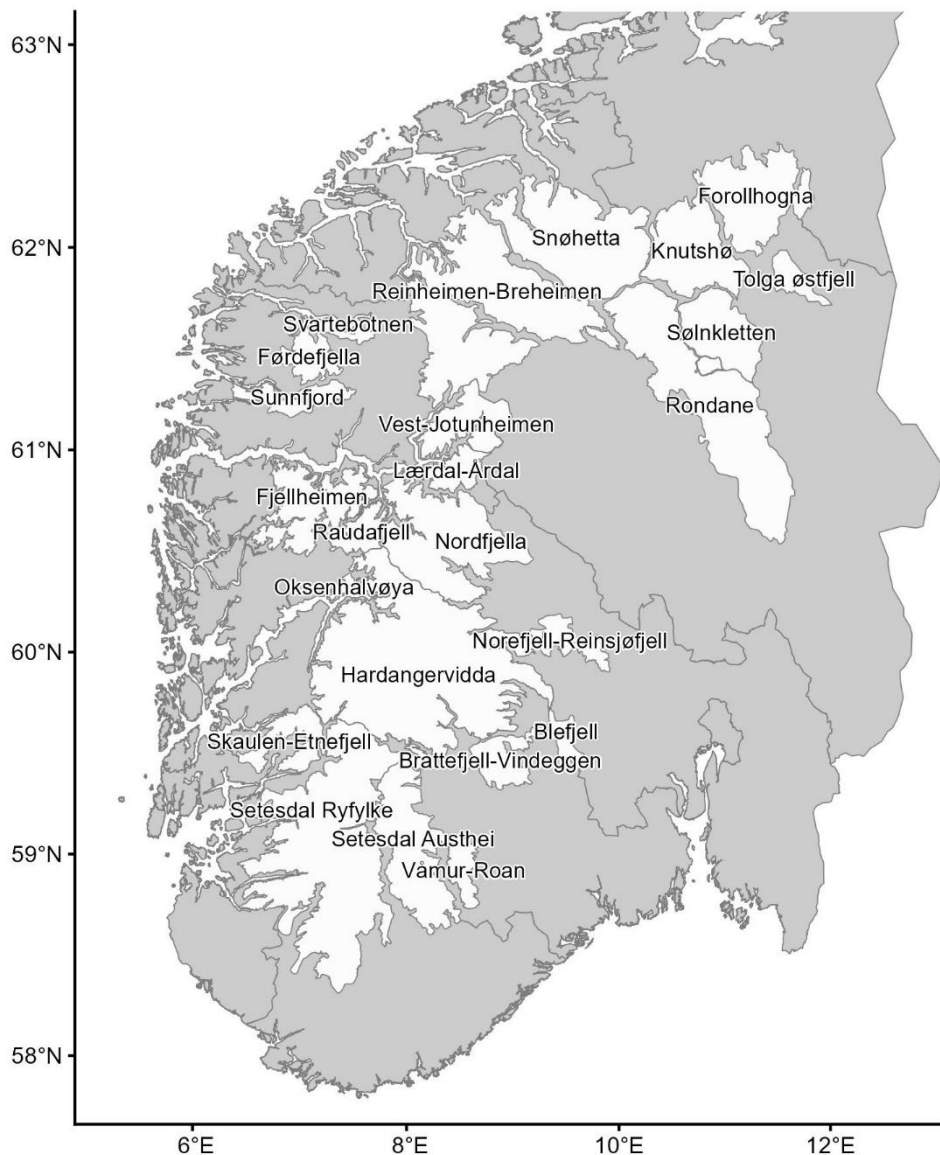
Figur 4. Oversikt over tal felte villrein og hovudelement i villreinforvaltninga i perioden 1890 til og med 2021 (etter Strand et al., 2011).

Villreinjakt vert framleis utøvd, og fleire av økosystemtenestene frå villrein fjellet er knytt til jakta. Jakt fungerer også som vårt viktigaste forvaltningsverktøy. Det er jakta som avgrensar og til dels regulerer størrelsen på dei fleste villreinbestandar (Skogland 1994, Strand et al., 2011), og denne bestandsavgrensinga vert av fleire grunnar sett som heilt nødvendig (Punsvik & Jaren 2006). For det første er reinen meir eller mindre avhengig av svært sakteveksande og skjøre lavbeite som matkjelde gjennom store delar av året. Dette gjer reinen utsett for effektar av overbeiting, spesielt under kombinasjonen arealavgrensing og fråvær av store rovdyr (Skogland 1994). Store rovdyr er i praksis fråverande i dei fleste fjellområde i Sør-Noreg, og reinen har derfor få naturlege fiendar, forutan menneske, som kan avgrense eller regulere bestandsstørrelsane. Det er nærast ein naturlov at dette medfører overabundans («overbefolkning») og overbeiting av lavbeita (Klein 1968, Caughley 1970), med påfølgande bestandskrasj. I tillegg er (den ville) villreinens biologi og åtferd likevel framleis tilpassa at predatorar er til stades i økosystema. Verneåtferd mot predatorar bidreg til eit nomadisk levesett, særleg i samband med kalving.

Dette nomadiske levesettet med omfattande sesongmigrasjonar, som også er knytt til romleg variasjon i klima og sesongbeite, medfører eit behov for svært store areal. Arealbehovet vert ytterlegare forsterka av ein naturleg syklisk variasjon (over fleire tiår) i områdebruken, noko som sannsynlegvis er naudsynt for at dei sakteveksande og skjøre lavbeita skal bestå. I dag utgjer menneskeskapte barrierar og forstyrningar ei sterk avgrensing på det nomadiske levesettet og områdebruken. Med mindre ein avgrensar storleiken til bestanda gjennom jakt, har historia vist at desse samverknadane mellom reinen sin biologi og menneskeskapte endringar av habitatet og økosystemet fører til overbeittingsproblematikk (Skogland 1994).

Mange økosystemtenester vil vere direkte eller indirekte knytt til spesifikke artar som oppheld seg i økosystemet. Nokre artar er viktigare enn andre, både for økosystemfunksjonar og for oss menneske. Reinsdyr blir av mange karakterisert som *nøkkelart* i fjellet (Skogland 1994), men ein nøkkelart inneber at dersom du fjernar arten, har dette ein uforholdsmessig stor innverknad på økosystemet og økosystemet sin struktur og stabilitet. Det er uklart om konsekvensen av å fjerne reinen vil ha dei konsekvensar fjerning av ein *nøkkelart* har, så vi vil i staden beskrive reinen som ein viktig *paraplyart*, kor bevaring av villrein i eit område samstundes gir beskyttelse og bevaring av mange andre artar som lever i det same fjelløkosystemet (sjå m.a. Kaltenborn et al., 2014). Reinen spelar utvilsamt ei viktig rolle både nedover og oppover i næringskjeda. Menneske er ein del av denne næringskjeda, men reinen kan også ha annan verdi enn som mat. Reinen sitt fråvær eller nærvær påverkar direkte eller indirekte mange av økosystemtenestene vi får frå fjellet, og økosystemtenestene frå villrein fjellet vil også kunne skilje seg frå fjelløkosystem med tamrein.

Men korleis vert *villrein* og *villreinområde* definert? I eit bevaringsbiologisk perspektiv, der bevaringsgenetikk er sentralt, utelet ein både domestiserte bestandar (tamrein) og bestandar med opphav i tamrein frå definisjonen av villrein (IUCN Standards and Petitions Committee 2019, Artsdatabanken 2021). Den nasjonale miljøforvaltninga i Noreg følgjer derimot ein meir liberal definisjon av villrein (underlagt jaktforvaltning) versus tamrein (underlagt tamreindrift/nokon eig reinen). Forvaltninga opererer derfor med heile 24 villreinområde (**Figur 5**), inkludert område med bestandar som utgjer utsett og forvilla tamrein. Det er først og fremst praktiske jaktforvaltingsomsyn som definerer inndelinga av disse områda, men dei geografiske skiljelinjene følgjer også i stor grad barrierar for utveksling av rein mellom områda. På same vis medfører slike barrierar, enten dei er naturlege (som store dalføre) eller konstruerte (som veg, jernbane, anna ferdsel og infrastruktur), at fleire av villreinområda i praksis består av to eller fleire separerte reinsdyrbestandar.



Figur 5. Villreinreinen sine leveområde er delt inn i dei 24 villreinområda som er namngitt her. Kartet er basert på data frå Norsk Villreinsenter.

Bestandane i dei 24 villreinområda er altså av forskjellig genetisk opphav (Kvie et al., 2019), og dei har forskjellige morfologiske og åtferdsmessige eigenskapar (Skogland 1994). Eit fåtal bestandar (alle i Dovre- og Rondaneregionen) har svært høg grad av opphaveleg villreingenetikk, nokre bestandar (i Langfjella) har varierende grad av genetisk innblanding frå tamrein, mens dei resterande (mellom anna Forollhogna, Reinheimen-Breheimen og langs Vestlandskysten) har reint tamreinopphav, enten frå forvilla eller frå utsett tamrein. Villreinbestanden i Tolga-Østfjell er til og med definert som tamrein delar av året, det vil si når den oppheld seg i Rendalen. Kor bestandane blir plassert seg langs dette spekteret frå tamrein til genetisk opphaveleg villrein kan sannsynlegvis påverke økosystemtenestene, men denne kompleksiteten vil vi i liten grad røre ved i denne rapporten.

Det er også andre faktorar som bidreg til at dei 24 villreinområda og bestandane er svært ulike (Kjørstad et al., 2017). Størrelsen på villreinområda varierer frå ca. 90 km² (Oksenhalvøya; www.villreinen.no) til meir enn 8000 km² (Hardangervidda; www.villreinen.no), og derav varierer talet på rein også frå ei handfull til mange tusen. Det er også ein betydeleg variasjon i naturgitte

vilkår, som klima, topografi og habitat (sjå figurar i vedlegg 2 for prosentvis habitat per villreinområde, 24 delfigurar). Dette inneber i sin tur forskjellar i habitatbruken, med ein utstrekt bruk av skog i for eksempel Rondane sør, Sølnekletten, Setesdal-Austhei og Våmur-Roan. I denne rapporten foreheld vi oss derfor til «økosystem fjell» og «villreinfjellet» i vid forstand, det vil seie basert på villreinområda sine respektive «leveområdegrensar» (jf. www.villrein.no og Miljøkvalitetsnorma for villrein, Rolandsen et al., 2022 og 2023).

Dersom ein baserer bestandstala på bestandsmål (vinter) og utelet Tolga-Østfjell (dvs. omtrent 2 000 rein definert som tamrein i Rendalen), får ein eit grovt og sannsynlegvis altfor høgt estimat på ca. 37 000 villrein i Noreg. Dersom ein òg utelet andre bestandar med sannsynleg 100 % tamreinopphav (11 bestandar), vert talet ca. 31 000, og etter CWD-tiltaka i Nordfjella og på Hardangervidda, ligg eit meir realistisk tal kring 20 000. Tal villrein estimert av andre er ca. 25 000 (f.eks. Raudlista, Eldegard et al., 2021).

1.2.3. Kvalitetsnorma for villrein

I 2017 leverte ei ekspertgruppe oppnemnd av Klima- og miljødepartementet (KLD), ei miljøkvalitetsnorm for villrein i Noreg (Kjørstad et al., 2017). Målet med kvalitetsnorma er at villreinen i dei ulike delbestandane vert forvalta i samsvar med internasjonale plikter, og også i samsvar med dei nasjonale måla om å *ta vare villreinbestandane innan økologisk fungerande leveområde* (Kjørstad et al., 2017).

Kvalitetsnorma har laga eit tilstandssystem kor kvart av dei 24 villreinområda blir vurdert gjennom eit trafikklyssystem der raudt representerer dårleg kvalitet, gult er middels kvalitet, og grøn er god kvalitet (Rolandsen et al., 2022; 2023). Vurderinga vert gjort ut frå tre ulike mål kalla delnormer, der delnorm 1 omfattar *bestandsforhold* (slaktevekt kalv, kalveproduksjon, del av eldre bukkar i bestanden, genetisk variasjon, og alvorleg sjukdom). Delnorm 2 omhandlar *lavbeite*, og her vurderer ein beitetilstand, overbeiting og mengda lavbiomasse tilgjengeleg vinters-tid. For delnorm 3 måler ein *leveområde og menneskeleg påverknad*, der infrastruktur, ferdsel, arealutnytting ligg til grunn for å vurdere i kva grad villreinen har funksjonelle trekkpassasjar, og korleis reinen klarer å utnytte funksjonelle areal (Kjørstad et al., 2017). Den dårlegaste klassifiseringa blant dei tre ulike delnormene vil avgjere om tilstanden for det konkrete villreinområdet blir god, middels eller dårleg (Rolandsen et al., 2022; **Tabell 1**). Kartlegginga av dei ulike områda skal gjerast kvart fjerde år, og vil synleggjera kva type utfordringar kvart villreinområde har. Forskrifta for kvalitetsnorma vart vedteken av regjeringa sommaren 2020.

Tabell 1. Tabellen viser klassifiseringa av dei 10 nasjonale villreinområda etter første klassifisering i 2022 (Rolandsen et al., 2022). Raudt representerer dårleg kvalitet, gult er middels kvalitet, og grøn er god kvalitet.

	Delnorm 1	Delnorm 2	Delnorm 3	Helhetsvurdering
Forollhogna	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Snøhetta	Red	Yellow	Red	Red
Rondane	Yellow	Yellow	Red	Red
Sølnkletten	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Knutshø	Red	Green	Yellow	Red
Hardangervidda	Red	Yellow	Red	Red
Setesdal Austhei	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Nordfjella	Red	Yellow	Red	Red
Setesdal Ryfylke	Red	Yellow	Red	Red
Reinheimen-Breheimen	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

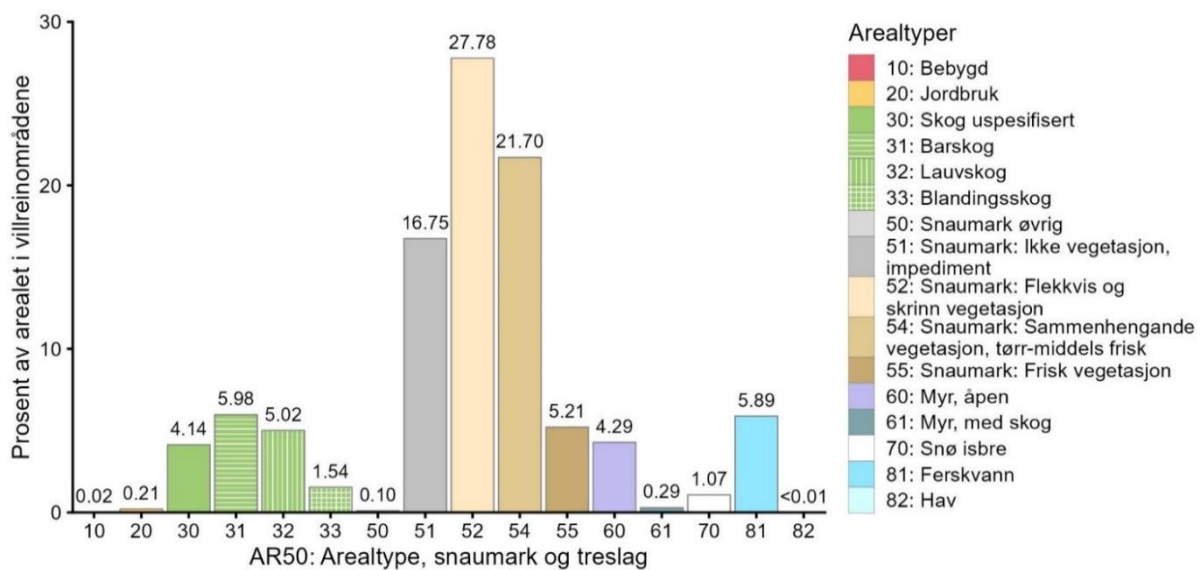
Det er svært sannsynleg at bruk av økosystemtenestene frå villrein fjellet vil verte noko endra av tiltaksplanane som kjem i kjølvatnet av kvalitetsnorma for villrein (Kjørstad et al., 2017; Rolandsen et al., 2022 og 2023). Seks av dei ti nasjonale villreinområda (Rolandsen et al., 2022) og fleire av dei 14 ikkje-nasjonale områda (Rolandsen et al., 2023) blei klassifiserte til raudt, altså dårleg kvalitet. Grunnane til raud klassifisering varierer mykje og omfattar alle delnormer og parameter, frå reduserte trekkpassasjar og redusert funksjonell arealbruk, til dårleg lavbeite, alvorleg sjukdom (skrantesjuka) og minkande kalvevekter, kalveproduksjon og genetisk variasjon (sjå **Tabell 1** for dei nasjonale områda). Uansett årsak vil ei raud klassifisering generelt føre med seg utarbeiding av tiltaksplanar for å løfte villreinområdet til «middels kvalitet». Mange av dei føreslegne tiltaka vil ha som mål å redusere ferdsel, infrastruktur og forstyrningar, og vil slik sett påverke bruk og kapasitet knytt til økosystemtenestene frå villrein fjellet. Dette kjem vi tilbake til i diskusjonskapittelet.

1.2.4. Ulike arealtypar i villrein fjellet

Med økosystemet «fjell» forstår vi *opne område over samanhengande skog, der desse opne områda vert dominert av fastmark med hei, grasmark, nake berg og steinblokkar, så vel som myr og anna våtmark, ferskvatn, is og snø* (Framstad et al., 2022). Eit fjelløkosystem har typisk kaldt klima, kort vekstsesong, kald vinter og lang tid med snødekke. Ein låg sommartemperatur og den korte vekstsesongen gjev også liten planteproduksjon, og dermed låg næringstilgang pga. lite nedbrytbart materiale.

Villreinen lever i den sørnorske fjellheimen, kor villreinområda frå Forollhogna i nord, til Setesdal og Våmyr-Roan i sør, er kjenneteikna som typiske fjelløkosystem. Samla sett er dei beståande av ca. 70 % snaumark, ca. 16 % barskog og lauvskog som bjørk/dvergbjørk og vier, og nesten 5 % myr (**Figur 6**). Dei 24 villreinområda er alle fragmenterte og i hovudsak skilde frå kvarandre gjennom menneskeleg infrastruktur som vegar, jernbane og område med busetnad (Nilsen & Strand 2017; **Figur 5**).

Sommarvarig snø og is utgjer ein relativt liten (**Figur 6**; Andreassen, 2022), men viktig del av det norske villreinlandskapet, både direkte som habitat og indirekte for nedstraums økosystem. Areal av isdekte landområde i Noreg har blitt redusert det siste hundreår, og prognosar viser at det vil verta redusert med 25-100 % i løpet av dei neste hundre åra. Brear og fonner fungerer som vassmagasin for både høgfjellet og låglandet under tørre og varme periodar. Saman med smeltevatnet vert det også frigjort mineral, næringsstoff og miljøgifter som kan ha vore lagra i isen over svært lang tid. Smeltevatn påverkar vasskjemi og biodiversitet i nedstraums økosystem, langt vekk frå sjølve isførekomsten.



Figur 6. Delen av ulike arealtyper, snaumark og treslag som finnast innanfor villreinområda slik det er kartlagt i AR50. Snaumark utgjer ein vesentleg del av villreinområda og er definert som område med naturleg vegetasjonsdekke som ikkje er skog. Lavheier, tørrgrasheier, mosesnøleier, røsslyngheier, engvegetasjon og storrike grasmyrer finnast her. Snaumark i figuren som ikkje har vegetasjon er bart fjell og blokkmark.

Villreinen sin bruk av skogområde

Heile 16,7 % av arealet i villreinområda er klassifisert som skog (uspesifisert skog 4,1 %, barskog 6,0 %, lauvskog 5,0 % og blandingsskog 1,5 %). Sjølv om villreinen i Noreg er ein høgfjellsart, vil dyra i nokre villreinområde i periodar av året også bruke skogområda som er tilknytt høgfjellsområda innanfor villreinområda. I dei seinare åra har ein hatt høve til å merke reinen med GPS-sendarar, noko som mellom anna har vist at ulike villreinstammer bruker skogen i ulik grad. Villreinen i Sølnekletten, Rondane sør og Setesdal Austhei bruker skogsområda fast i delar av året, mens reinen på Hardangervidda ikkje bruker skogen på same måte (Strand et al., 2010; 2014).

I Setesdal-Austhei har villreinen ei årvisst vandring mellom vinterbeita i nord på austsida av Hovden, forbi Bjørnevatn og ned til skogområda i sør, kor dei også har kalvingsområde (Panzacchi et al., 2013; Nilsen & Strand 2017).

At slike skogområde er viktige vår- og sommarområde for reinen i Rondane sør, i tillegg til å vere kalvingsområde for reinen i Setesdal-Austhei, har hatt lite fokus samanlikna med det å bevare høgfjellsområda for villrein. Manglande merksemd på verdien av skog for villreinen kan også føre til at viktige område for reinen vert bygd ned, slik som i Setesdal-Austhei, der trekkrutene forbi Bjørnevatn ligg midt i eit område med planlagt hytteutbygging (Panzacchi et al., 2013; Nilsen & Strand 2017). Slike inngrep vil medføre auka fragmentering av villreinen sine leveområde, noko som letterare kan gå under radaren dersom ein berre har fokus på at villreinen sine leveområde er i høgfjellet.

2. Kartlegging: tilnærming og metode

Vår kartlegging og vurdering av økosystemtenester frå villrein fjellet i Noreg vart gjennomført i to hovudtrinn. Først gjorde vi ein litteraturgjennomgang for å identifisere dei viktigaste hovud- og undertypane av økosystemtenester frå villrein fjellet i Noreg. Vidare utvikla vi indikatorar for å vurdere *bruk* og (der dette var relevant) *kapasitet* for dei ulike tenestene.

Ei biofysisk vurdering av økosystemtenester er i stor grad avhengig av romlege data, og eit fleirtal av biofysiske vurderingar eignar seg slik sett best i meir avgrensa område/ på lokalt nivå. Vi har likevel gjort denne vurderinga for eit større geografisk område. Dette inneber ein del svakheiter, som mellom anna at ein får stor usikkerheit i fleire av estimata.

2.1. Identifisering av dei viktigaste økosystemtenestene

For å identifisere dei viktigaste økosystemtenestene frå villrein fjellet i Noreg, gjorde vi ein gjennomgang av vitskapelege publikasjonar og politiske dokument (som stortingsmeldingar og NOUar). I tillegg såg vi på korleis villrein fjellet er omtala og inkludert i litteratur og i den norske samfunnsdebatten generelt. Ettersom økosystemtenester er eit relativt lite brukt omgrep i norsk offentlegheit, er det få godar og funksjonar frå villrein fjellet som er direkte omtala som «økosystemtenester» i den relevante litteraturen. Vi såg difor også etter omtalar av villrein fjellet si betydning gjennom andre omgrep som m.a. naturressursar, verdiskaping, økosystemfunksjonar og kulturlandskap.

Først klassifiserte vi dei viktigaste typane av økosystemtenester, kategorisert som enten forsyande, kulturelle, regulerande, eller støttande. Vidare vurderte vi om det også var aktuelt å skilje ut undertypar av desse tenestene. Som del av den kulturelle økosystemtenesta «friluftsliv», kartla vi for eksempel også undertypane «turgåing» og «skigåing».

2.2. Indikatorar for kapasitet og bruk

Etter at vi hadde identifisert og avgrensa dei viktigaste typane av økosystemtenester frå villrein fjellet (og relevante undertypar), utvikla vi indikatorar for å vurdere både *bruk* og *kapasitet* knytt til kvar økosystemteneste (**Tabell 2**). Her nytta vi nyare forskning på økosystemtenester (Baro et al., 2016; Villamagna et al., 2013; Helseth et al., 2022; Burkhard et al., 2014) der kapasitet blir definert som: «økosystemet sitt potensiale til å levere tenester, basert på biofysiske eigenskapar, sosiale forhold, og økologiske funksjonar» (Villamagna et al., 2013:116, vår omsetjing), mens bruk (eller «flow») blir definert som «den tenesta folk faktisk mottar» (Villamagna et al., 2013:118, vår omsetjing). Resultat frå funna knytt til desse indikatorane, kombinert med omtale av kvar økosystemteneste vert presentert i **Tabell 3**.

I denne vurderinga av økosystemtenester frå villrein fjellet legg vi vekt på *naturbaserte verdivurderingar*, men vi inkluderer også noko informasjon frå *åtferdsbaserte verdivurderingar* (m.a., der det finst informasjon frå eksisterande marknader, eller data på folk sine aktivitetar i dei aktuelle fjellområda). Vi inkluderer marknadsvardi der eksisterande marknader kan gi informasjon om bruk av den konkrete økosystemtenesta, som for eksempel marknadsvardi av reinsjakt. Vi har ikkje gjennomført andre former for monetær verdsetting (m.a. bruk av metodar som viser betalingsvilje, eller andre indirekte, monetære verdsettingsmetodar).

Innanfor rammene av prosjektet, definerte vi biofysiske indikatorar for å måla bruk og kapasitet. Nokre eksempel på indikatorar som målar *bruk* er i) TWh produsert per år (vasskraft), ii) dyr felt/kilo kjøtt per år (viltkjøtt), eller iii) del av nordmenn som går tur i dei relevante områda per år (friluftsliv). Nokre aktivitetar i villrein fjellet, som villreinjakt, har ein hybrid karakter i og med at jakta både bidreg til forsyande tenester (mat/kjøtt) og til kulturelle tenester (jakt som rekreasjon,

og kanskje også som bidrag til stadkjensle). I slike tilfelle nyttar vi ulike indikatorar for bruk knytt til dei ulike typane av økosystemtenester vi vurderer.

Eksempel på indikatorar for å måla *kapasitet* er i) tilgjengelege fjellområde med attraktive kvalitetar for rekreasjon (friluftsliv), ii) motstandsdyktig vegetasjonsdekke i område som er sårbart for erosjon, skred og andre skader som følge av ekstreme vêrhendingar (moderasjon av ekstremvær), og iii) del (prosent) av villmarksliknande areal, kombinert med økologisk tilstand for (habitat for arter).

Det kan vere interessant å identifisere om det er *manglande samsvar* mellom kapasitet og bruk av ulike økosystemtenester, og kva grunnen til dette kan vere. Dersom ein for eksempel bruker meir av ei økosystemteneste enn økosystemet har kapasitet til å levere, kan ein snakke om ein situasjon med *ikkje-berekraftig bruk*. Vi drøfter mellom anna samanhengar mellom kapasitet og bruk i kapittel 4.

Tabell 2. Klassifisering av økosystemtenester, omtale, indikatorar for å måle kapasitet og bruk, samt nivå av usikkerheit i datamateriale

Økosystemteneste	Undertype av økosystemteneste	Omtale av tenesta	Indikator for vurdering		Usikkerheit
			Kapasitet	Bruk	
Forsynande tenester – fysiske gode frå fjelløkosystem					
Råmateriale	Materiale frå fjelløkosystem til direkte bruk eller foredling		Sjå undertypar		
	Ved og tømmer	Uttak av ved og tømmer til kommersielle føremål eller direkte bruk	Tilgjengeleg trebiomasse til uttak av ved eller tømmer	Tal på uttak av ved (m ³ / år)	+++
	Mineral- og steinutvinning	Uttak av mineral og stein for kommersielle føremål	Tilgjengelege mineralførekomstar (ulike typar) av kommersiell verdi	Tal på gruveområde i villrein fjellet Tal på uttak av ulike typar mineral (f.eks. tonn/ år)	+
	Materiale til dekorasjonsbruk	Henting av skinn, gevir og mose for bruk til dekorasjonar	Tilgjengelege materiale av kommersiell verdi eller til direkte bruk	Tal på uttak av ulike typar materiale (måleining/ år) Tal på omsetjing (kor mange einingar seld, pris o.l.)	+++
Matproduksjon	Matproduksjon knytt til villrein fjellet		Sjå undertypar		
	Beitebruk	Mjølke eller kjøtt frå husdyr som beiter i villrein fjellet (f.eks. sauar, geiter, kyr, eller tamrein)..	Estimat på «föreiningar» som er tilgjengeleg for beitedyr i villrein fjellområda Vurderingar av tilstand til fjellbeite	Estimat på bruk av föreiningar frå fjellbeite i dei aktuelle områda (mill/år) Tal husdyr på beite i dei aktuelle fjellområda/ år Tal kjøtt (kg) frå husdyr som har beita i villrein fjellet	++
	Viltkjøtt	Kjøtt frå jakt av villrein rype i villrein fjellet	Bestandstal for villrein Bestandstal for rype	Tal dyr felt per år Kilo kjøtt/ år	++
	Fisk	Fiske i fiskevatn i villrein fjellet	Tal og tilstand for fiskevatn i villrein fjellet. Estimat på mengde og type fisk	Tal fisk fiska/ år Mengd (kg) fiskekjøtt/ år	+++
	Hausting av sopp, bær, og andre ville vekstar	Hausting av bær, sopp, og andre ville vekstar i villrein fjellet	Tilgjengelege ressursar av sopp, bær, og ville vekstar i villrein fjellet	Del av befolkninga som deltek i hausting av ville vekstar per år	+++
Energiproduksjon	Vasskraft	Produksjon av vasskraft frå vasskjelder i villrein fjellet	Tilgjengelege vasskjelder for energiproduksjon, og estimert produksjonskapasitet (TWh/år)	Tal vasskraftverk i villrein fjellet Tal på produsert kraft (TWh/år)	+
	Vindkraft	Produksjon av vindkraft frå vindkraftverk i villrein fjellet	Tilgjengelege areal for utbygging av vindkraftverk, og estimert produksjonskapasitet (TWh/år)	Tal vindkraftverk i villrein fjellet Tal på produsert kraft (TWh/år)	+
Medisinressursar		Målretta leiting etter bestanddelar, stoff, eller genar i biologiske organismar f.eks. til farmasøytisk bruk (bioprospektering)	Mengd og omtale av moglege verksame stoff, enzym og genar i villrein fjellet	Eksempel (tal på) medisinressursar henta ut frå villrein fjellet	+++
Drikkevatn		Henting av drikkevatn frå vasskjelder i villrein fjellet	Tal drikkevasskjelder, mengd (m ³) vatn og kvalitet på desse drikkevasskjeldene	Hustandar forsynt av vatn/ år Volum vassuttak (m ³)/ år	
Kulturelle tenester – fjelløkosystems bidrag til ikkje-materielle gode som resultat av relasjonar mellom menneske og økosystem					
Friluftsliv	Villrein fjellet som kjelde til rekreasjon gjennom friluftsliv		Sjå undertypar		
	Turgåing	Turgåing i fjellet med rekreasjonsføremål	Tilgjengelege fjellområde med attraktive kvalitetar for turgåing	Estimat på kor mange menneske som brukar fjellområda til turgåing/ år	++
	Skigåing (langrenn, alpint, randonée)	Skigåing i fjellområde med rekreasjonsføremål	Tilgjengelege fjellområde med snø	Estimat på kor mange menneske som brukar fjellområda til skigåing / alpint / år	++
	Jakt	Jakt som rekreasjonell aktivitet	Same som «viltkjøtt» (sjå over) Tilgjengelege fjellområde med tanke på jakt	Del av befolkninga som har delteke i jakt siste året Tal registrerte jegerar /år Tal på jaktkort seld /år	++
	Fiske	Fiske som rekreasjonell aktivitet	Same som «fisk» (sjå over) Tilgjengelege fjellområde med tanke på fiske	Tal på selde fiskekort innanfor dei relevante fjellområda	+++
	Hausting av sopp, bær, og andre ville vekstar	Hausting av bær, sopp, og andre ville vekstar som rekreasjonell aktivitet	Same som «hausting av sopp, bær, og andre ville vekstar» (sjå over) Tilgjengelege fjellområde for hausting av sopp, bær og andre ville vekstar	Del av befolkninga som har delteke i hausting av bær og sopp i løpet av eit år	+++

Reiseliv	Kommersielle reiselivselement knytt til opplevingar i fjellområda	Sjå undertypar			
	Private hytter	Villrein fjellet som arena for etablering av private hytter	Tilgjengelege fjellområde med attraktive kvalitetar for private hytter	Tal private hytter i dei aktuelle kommunane Tal private hytter i dei 10 nasjonale villreinområda Estimat på besøkstal/bruk/ år	++
	Turisthytter	Villrein fjellet som arena for etablering av «felles» hytter (som turisthytter og fjellstover)	Tilgjengelege fjellområde med attraktive kvalitetar for turisthytter	Tal på DNT-hytter (også fjellstover) i villrein fjellet Estimat på besøkstal/ år	++
	Kommersielle opplevingar i villrein fjellet	Villrein fjellet som arena for guida turar, betalingsaktivitetar / - opplevingar	Tilgjengelege fjellområde med attraktive kvalitetar for kommersielle opplevingar i villrein fjellet	Tal besøkande og omsetjing per år (hos ulike reiselivsaktørar)	++
Stadkjensle	Fjellområda sine bidrag til lokal identitet, tilhørsle og sosialt fellesskap	Fjellet sin kapasitet for stadkjensle i stor grad avhengig av folk sine haldningar og verdiar		Del av befolkninga med villrein fjellet som sitt nærområde, som innbyggjar eller deltidinnbyggjar.	+++
Kulturutøving og kulturminne	Fjellområda som arena for kulturøving	Tilgjengelege fjellområde for ulike former for kulturutøving, eller der ein finn viktige kulturminne		Tal på aktive setre i villrein fjellet Tal på, og omtale av, kulturminne i villrein fjellet	++
Kunnskap og vitenskap	Bidrag til kunnskap og vitenskap, mellom anna gjennom undervisning og publisering	Tilgjengelege fjellområde som gir inspirasjon til ulike former for undervisning, rettleiing og /eller publisering.		Tal publiserte vitenskaplege artiklar om villrein fjellområda i Noreg Tal besøkscenter/ formidlingsinstitusjonar Tal besøkande på besøkscenter	++
Religion og åndlege verdiar	Villrein fjellet som inspirasjon til religion og åndlege verdiar	Tilgjengelege fjellområde som har betydning for religion og /eller åndlege verdiar		Omtale av bruk av fjellområda for religiøse eller åndlege formål	+++
Regulerande tenester – godar folk og samfunn mottar som resultat av regulerande prosessar i fjelløkosystem					
Opptak og lagring av karbon	Karbonopptak og lagring i villrein fjellet	Areal dekkja på ulike typar vegetasjon som fangar og lagrar karbon (km ²)		Estimat på tal karbon (mill tonn/år) som vert fanga (net-uptake) i dei aktuelle vegetasjonsområda (CO ² -ekvivalentar) Tonn karbon som er lagra i levande biomasse Tonn karbon som er lagra i jordsmonnet	++
Næringsstoffkretsløp	Lager eller flyt/gjennomstrøming av nitrogen (N), fosfor (P) og basiskationer (Ca, Mg, K etc.)	Størrelsen på, og balansen av næringsksamlingar som vert oppretthaldt gjennom naturlege, økologiske prosessar		Samfunnsmessige godar som følgje av at sunt næringsstoffkretsløp vert opprettheldt i fjelløkosystema	+++
Moderering av ekstremvêr	Fjelløkosystema sine bidrag til å moderere ekstremvêrhendingar	Motstandsdyktige vegetasjonsdekke i område som er sårbare for erosjon, jordskred, og andre naturskadar som følgje av ekstreme vêrhendingar.		Samfunnsmessige godar som følgje av hindringa av erosjon og moderering av ekstreme vêrforhold.	+++
Vasskretsløp	Fjellområda sine bidrag til vasskretsløpa i Noreg	Fjelløkosystema si betydning for hydrologiske prosessar		Samfunnsmessige godar som følgje av fjellområda si rolle i hydrologiske prosessar	++
Støttende tenester – tenester som ligger til grunn for produksjon av alle de andre økosystemtjenestene					
Habitat for artar	Fjelløkosystema si rolle som habitat for ulike artar	Del (prosent) av villmarksprege område. Den økologiske tilstanden for fjelløkosystem vurdert gjennom fagsystemet for «økologisk tilstand», Naturindeksen, og gjennom kvalitetsnorma for villrein		Del av artar på raudlista som held til/ har habitat i fjelløkosystema (villrein fjellet)	++

Tabell 2. + indikerer nivå av usikkerheit i data informasjon, der + = låg; ++ = middels, og +++ = høgt nivå av usikkerheit.

2.3. Datamateriale

Under gir vi oversikt over ein del av datamaterialet som er nytta i vurderinga. Mykje av datamaterialet er også å finne direkte omtala som referansar i Kapittel 3 (Resultat).

Romlege data for omrisset til villreinområda blei skaffa via kontakt med Norsk villreinsenter, som har det mest oppdaterte kartgrunnlaget for områda. Desse karta har vi nytta for å illustrere ulike økosystemtenester, samt for å innhente romlege data for ein del indikatorar for økosystemtenestene der dette har vore mogleg innanfor ramma av prosjektet.

Frå Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) har vi nytta arealressurskarta *AR50* for arealtypar, snaumark og treslag som gir tal på utbreiing av ulike arealtypar, samt *beitelagskart* som viser data frå organisert beitebruk (Begge disse karta er tilgjengeleg for nedlasting frå NIBIO (<https://kart8.nibio.no/nedlasting/dashboard>). Frå data på organisert beitebruk har vi brukt data på tal dyr (sau, geit og storfe) sleppt på beite og tapt, tilgjengeleg beiteareal innan beitelagsområdet (km²), og data på beitetrykket i form av talet på saueeiningar (s.e.) per km² tilgjengeleg beiteareal. Saueeiningar (s.e.) er rekna slik at kvart dyr av storfe og geit er omrekna med en faktor på 5 og 1,5 for å tilsvare beitetrykket for sau (Rekdal og Angeloff 2021).

Data på delen av sau og lam på utmarksbeite som blei slakta i 2022 blei henta frå rapporten til Animalia (2023). Der finn ein at 2 146 585 sau og lam vart sleppt på utmarksbeite i 2022, tapsprosenten var på 5,4 %, at det var 1,47 lam per søye i besetningane på hausten og at 106 847 sau og 995 679 lam vart slakta. Prosentane av sau og lam sleppt på utmarksbeite som blei slakta blir då 13 % og 82,4 %, når ein reknar ut tal på sau og lam tatt ned frå beite på hausten ($n_{sau,haust}$ og $n_{lam,haust}$) ved å løyse dei to likningane $n_{lam,haust} + n_{sau,haust} = 2\,146\,585 \times 0.946$ og $n_{lam,haust}/n_{sau,haust} = 1,47$.

Data på aktive småviltjegerar (<https://www.ssb.no/statbank/table/07709/>) og tal fjell- og liryper felt per sesong (<https://www.ssb.no/statbank/table/07514/>) er lasta ned frå SSB. Data på tal villreinjegerar, jaktkort og skutte rein er lasta ned frå Hjorteviltregisteret og SSB.

Kart for inngrepsfri natur i Noreg (INON) ble lasta ned frå Miljødirektoratets kartkatalog (<https://kartkatalog.miljodirektoratet.no/Dataset/Details/100>).

Kartdata på plassering og data på detaljane for kvart enkelt vasskraftverk ble lasta ned frå NVE (kartdata: <https://nedlasting.nve.no/gis/>, «vannkraftdatabasen»: <https://www.nve.no/energi/energisystem/vannkraft/vannkraftdatabasen/>).

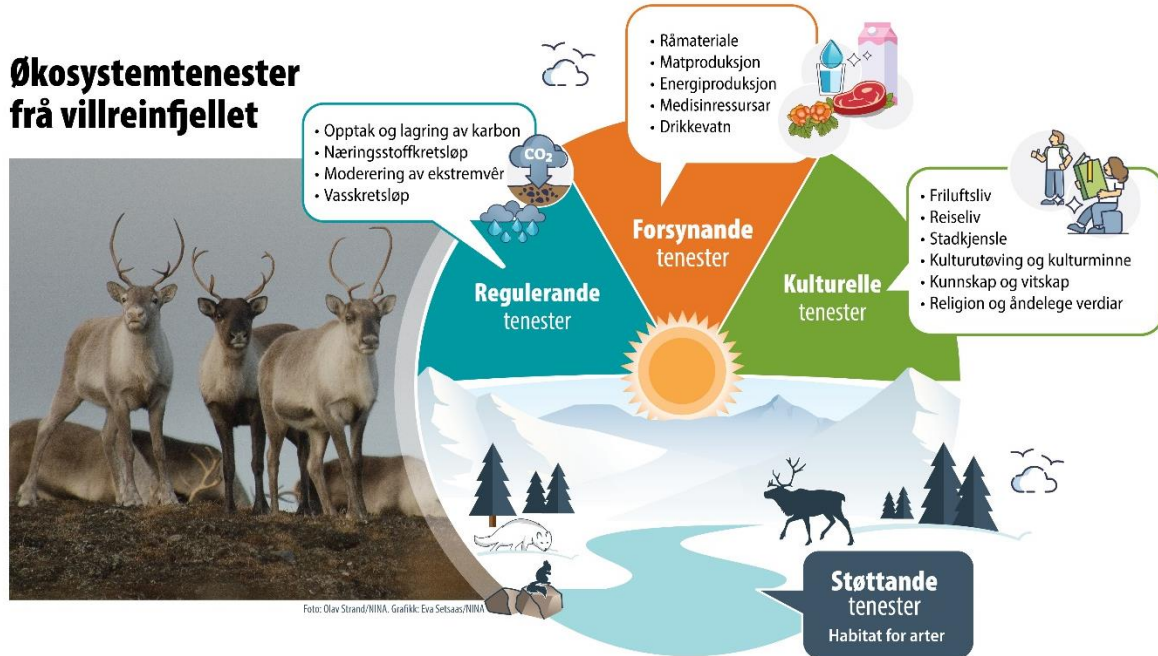
Kartdata på plassering for mineraluttak vart gjort tilgjengeleg av Direktoratet for Mineralforvaltning og vart motteke den 16. november 2023.

Bakgrunnskart for Noreg vart lasta ned frå geoBoundaries (<https://www.geoboundaries.org/>) (Runfola *et al.* 2020), mens oppdaterte kart over alle kommunar i Noreg (referansedato 01.01.2023) vart henta frå GeoNorge (<https://www.geonorge.no/>).

Alle analysar og behandling av data vart utført i statistikkprogrammet R (versjon: 4.2.3). Kartdata er analysert og presentert i koordinatsystemet ETRS89/UTM sone 33 (EPSG: 25833).

3. Resultat

I dette kapitlet presenterer vi resultat frå vurderinga av 16 viktige økosystemtenester frå villrein fjellet. **Figur 7** gir oversikt over desse tenestene, og illustrerer samstundes at den støttande tenesta «habitat for artar» ligg til grunn for alle dei andre økosystemtenestene frå villrein fjellet.



Figur 7. Illustrasjon over dei 16 viktigaste økosystemtenestene frå villrein fjellet.

Tabell 3 gir ei kort oversikt over kvar teneste, inkludert ein omtale av kapasitet og bruk, samt innspel til mogleg prosess for framtidig kartlegging og/ eller verdsetting. I dei vidare delkapitla gir vi meir detaljerte omtalar av kvar enkelt type og undertype av dei ulike økosystemtenestene. Vi startar med ei oversikt over kommunar og lokalsamfunn i villrein fjellet (3.1.), ettersom dette gir viktig informasjon for dei vidare vurderingane. I kapittel 3.2. presenterer vi *forsynande tenester* (råmateriale, matproduksjon, energiproduksjon, medisinressursar, og drikkevatt), mens kapittel 3.3. tek for seg dei *kulturelle tenestene* (friluftsliv, reiseliv, stadkjensle, kulturutøving/kulturminne, kunnskap/vitskap, og åndelege verdiar). Kapittel 3.4. presenterer resultat frå *regulerande tenester* (opptak og lagring av karbon, næringsstoffkretslop, moderering av ekstremvêr, og vasskretslop), mens kapittel 3.5. gjer greie for den *støttande tenesta* habitat for artar.

Tabell 3. Økosystemtenester frå villrein fjellet: Omtale av kapasitet og bruk, samt innspel til mogleg kartlegging og/ eller verdsetting. Sjå utdjupande forklaring i tekst i kapitla 3.1. – 3.4.

Hovudtype	Undertype av økosystemteneste	Kort oppsummering: omtale av økosystemtenesta, og samanstilling av tilgjengeleg data på kapasitet og bruk	Forslag til kartlegging eller verdsetting
Forsynande tenester – fysiske godar frå fjelløkosystema			
Råmateriale	Ved og tømmer	16,68 % av villrein fjellområdet består av skog av ulikt slag, noko som indikerer relevant kapasitet for både ved og tømmer i ein del av områda. Samstundes er villrein fjellområda i relativt liten grad nytta til kommersiell hogst av ved og tømmer.	Det er m.a. relevant å samanstille informasjon om hogst av ved og tømmer på kommunenivå.
	Mineral- og steinutvinning	Innanfor villreinområda er det er til saman 33 registrerte uttak for mineral og stein som er i aktiv drift, eit uttak for mineral som ikkje er påbegynt, og 11 tidlegare uttak som er nedlagt (Figur 8). Blant uttaka finst masse- og grustak, steinbrot, skiferbrot og granittbrot.	Data frå Direktoratet for Mineralforvaltning på mengde og salsverdi av uttak kan skaffast for kvart mineraluttak innanfor villreinområda.
	Materiale til dekorasjonsbruk	Det er få formelle marknader for gevir, skinn, stein og lav til dekorasjonsbruk. Gevir og skinn frå villrein vert m.a. omsett på marknadsplassar som Finn.no. Norske Moseprodukt plukka 300 000 brett med lavarten kvitkrull (<i>Cladonia stellaris</i>) i 2021 (m.a. innanfor villreinområda), og omset for 50 millionar årleg.	Det er relevant å samanstille informasjon frå formelle og uformelle marknadsplassar. Ein kan også vurdere intervju og kvalitative vurderingar.
Matproduksjon	Beitebruk	I gjennomsnitt inngår 63,3 % av arealet i villreinområda i beitelagsområde, men det er stor variasjon mellom villreinområda, frå 14,5 til 95,8 % (Figur 10a). Det gjennomsnittlege beitetrykket i beitelagsområda innanfor villreinområda er 27,4 saueeiningar per km ² , med ein variasjon frå 5 til 56 saueeiningar per km ² mellom villreinområda (Figur 10b). I 2022 estimerer vi at det vart produsert 6 103 938 kg kjøt frå sau og lam (slaktevekt) som har beiteområde sitt i eller på grensa til villrein fjellet.	Det er aktuelt med meir detaljerte undersøkingar for å vurdere korleis beitetrykk frå husdyr påverkar fjelløkosystema sin kapasitet for ulike økosystemtenester.
	Viltkjøt	Villreinbestanden i Noreg kan estimerast til å vere mellom 20 000 – 25 000 dyr (vinter). Nasjonale estimat på rypebestand er 100 000 – 200 000 par for fjellrype og 150 000 til 250 000 par for, men vi har ikkje funnet konkrete bestandstal på ryper i villrein fjellområde-kommunane. Dei siste 20 åra er det felt i gjennomsnitt 5 353 villrein per år. Estimert kg villreinkjøt over same periode er 131 100 kg per år. Salsverdi for villreinkjøt er usikkert, og kan m.a. variere frå 26,2 til 52,5 MNOK per år (200-400 NOK per kg kjøt, 65 % av slaktevekt). Det vert hausta omtrent 8 100 kg rypekjøt i gjennomsnitt per sesong i dei 86 villreinområde-kommunane. Salsverdi for rypekjøt er usikkert, men kan estimerast til 13-32 MNOK per år.	Villreinjakta er godt kartlagt, og det er særleg relevant å styrke kunnskapen rundt bestandstal for rype lokalt. Det finnst også data frå «Norsk hekkefuglovervåking» som gir ein indeks for endringar i bestandsstørrelse for ryper, men det vil vere ei større modelleringsøving å estimere bestandstal for rype i villreinområdekommunane.
	Fisk	Vi har ikkje hatt høve til å kartlegge tal fiskevatn i villrein fjellet i dette avgrensa prosjektet. Større fiskevatn i Noreg er estimert til å ha ein generell kapasitet for uttak av 3 – 5 kg fisk per hektar, og det er peika på eit potensiale for å auke verdiskapinga frå innlandsfiske i Noreg.	Det finst ikkje noko kommunevis oversikt på kapasitet (fisk) eller sal av fiskekort. Det er mogleg å definere tal fiskevatn innanfor villrein fjellet, og evt. be større distributørar av fiskekort (som Inatur) om data på omsetning i desse områda.
	Hausting av sopp, bær, og ville vekstar	Det er stor grad datamangel knytt til hausting av sopp, bær, og ville vekstar frå villrein fjellet i Noreg.	Det kan m.a. vere aktuelt å supplere SSB si levekårsundersøking med resultat frå intervju og spørjeundersøkingar rundt slik hausting lokalt.
Energiproduksjon	Villreinområda har til saman 241 vasskraftverk i drift. Gjennomsnittleg maksimal yting for kraftverka er på 69 MW og den installerte effekten for vasskraft i villreinområda er på 15 382 MW. Dette utgjer til saman 46 % av Noreg sin samla installerte effekt for vasskraft (33 799 MW). Den midlere årlege kraftproduksjonen for vasskraftverka i villreinområda er berekna til 55,1 TWh/år, noko som utgjer 40 % av Noreg sin midlere årlege kraftproduksjon frå vasskraft (137,2 TWh/år).	Det er god datatilgong knytt til bruk av energiproduksjon frå villrein fjellet, og det er særleg relevant å styrke kunnskap rundt vasskrafta sin påverknad på kapasitet for ulike økosystemtenester.	
Medisinressursar	Eit kjent eksempel frå norske villrein fjell er funnet av ciklosporin på Hardangervidda. I 1969 fann tilsette frå Sandoz Ltd., Basel (nå Novartis), soppen <i>Tolypocladium inflatum</i> på Dyranu-ten som produserte ein då ukjent ciklopeptide.	Det kan m.a. vere relevant å samanstille informasjon om kapasitet for ulike medisinressursar i villrein fjellet.	
Drikkevatt	Det er mange drikkevasskjelder i Noreg som ligg innanfor villrein fjellområda, men ei kartlegging av alle desse vart for ressurskrevjande for dette avgrensa prosjektet.	Innhente informasjon om kor mange vasskjelder i villrein fjellområda som vert nytta til drikkevatt, kor mange hustandar desse vatna leverer vatn til, og kor mange m ³ av vatn som vert henta ut.	
Kulturelle tenester – fjelløkosystema sine bidrag til ikkje-materielle godar som resultat av relasjonar mellom menneske og økosystem			
Friluftsliv	Turgåing	53 % av alle vaksne i Noreg oppgjer å ha vore på ein lengre fottur i skogen eller fjellet i løpet av eit år, og ein kan anta at denne fordelinga er relativt lik for dei 576 338 innbyggjarane i villrein fjellområde-kommunane. I tillegg er fjellområda viktige turål for dei rundt 660 000 deltidsinnbyggjarane tilknytt kommunane. På generell basis har ferdsla i innfallsportar	Det kan m.a. vere aktuelt å supplere SSB si levekårsundersøking med resultat frå intervju og

		til villrein fjellet auka i perioden 2009-2023, og dette skuldast i all hovudsak auka dagsturisme frå besøkande og hyttefolk. Fleirdags-turar lengre inn i fjellet har vore meir stabilt. Denne ferdselsauka er relevant for alle undertypane knytt til økosystemtensta friluftsliv.	spørjeundersøkingar rundt bruk av villrein fjellet til turgåing.
	Ski (langrenn, alpint, randonée)	Svært mange nyttar fjellområda til skigåing (langrenn og turar på fjellski), samt til alpint (enten i alpinanlegg eller frikøyning/ toppturar). I 2021 hadde 18,4 % av vaksne i Noreg «stått på alpinski, snowboard, randonee, eller lignende» minst ein gong. Det er noko fleire (19,2 %) som har vore på lengre «skitur i fjell, skog eller mark» (dvs. lengre enn 3 timar). Det er sannsynleg at det aller meste av dette er turar på langrenn-/turski i oppkøyde eller merkte skiløyper. Når det gjeld utvikling over tid så viser tal for langtur på ski ein jamn nedgang: toppen var i 1970 (over 40 %), i 2011 30 % og den lågaste registreringa i 2021 med nemnde 19 %.	Ein kan samanstillt oversikt over alpinanlegg og oppkøyde skiløyper innanfor villreinområda, tal på bruk/ besøkande, og tal på omsetjing/ drift. Det kan også vere relevant å nytte intervju og spørjeundersøkingar til å kartlegge bruk av villrein fjellet til skiaktivitetar. (Strava-data kan også gi relevant informasjon)
	Jakt	Gjennomsnittleg tal villreinjegerar per år dei siste 20 åra er 8 572 jegerar (SSB). Den gjennomsnittlege totalverdien per år for villreinjaktkort vert estimert til 44 MNOK (14 933 tildelte jaktkort, Hjorteviltregisteret), basert på ein gjennomsnittspris på 3 000 kr per jaktkort. I villreinområdekommunane er det i gjennomsnitt 11 007 personar registrert som aktive småviltjegerar per år frå 2019-2020 til 2022-2023, derav 6 458 personar som har jakta rype. Dersom ein antek at kvar rypejeger i gjennomsnitt jaktar 5 dagar (SSB 2017) og betalar mellom 200 og 300 kr pr dag (anslag basert på prisar frå Inatur) blir den gjennomsnittlege totalverdien pr år for jaktkort mellom 6,5-9,7 millionar kroner.	Det kan m.a. vere aktuelt å gjennomføre intervju og spørjeundersøkingar knytt til bruk av villrein fjellet til jakt.
	Fiske	Ein stor del av omsetjinga frå sal av fiskekort går gjennom salskanalen på iNatur, eller gjennom fjellstyra. Inatur, kan produsere ei oversikt over sal av fiskekort i villreinområda, men dette vil krevje ein del ressursar. I tillegg vil det også vere inntekter knytt til sal av fiskeutstyr, overnatting i lokalsamfunn der fiskevatna ligg. Ei meir eksakt verdifuldering for fiske innanfor villreinområda vil krevje ei eiga kartlegging utover det vi kan levere i denne rapporten.	Det er relevant å gjennomføre samanstilling av; i) sal av fiskekort til vatn innanfor villreinområda, samt relaterte verdiskapingsaktivitetar. Det kan også vere relevant å gjennomføre intervju og spørjeundersøkingar rund bruk av villrein fjellet til fiske.
	Hausting av bær, sopp, og ville vekstar	Levekårsundersøkinga finn at 42 % av befolkninga plukkar sopp og bær i løpet av eit år, og ein kan anta at denne fordelinga ei lik for dei som bur i villreinområda, og at mange av innbyggjarane og deltidsinnbyggjarane nyttar fjellområda til hausting av bær og ville vekstar (kanskje særleg molte, som er eit ettertrakta bær i fjellet).	Det kan vere aktuelt å vurdere og supplere SSB si levekårsundersøking med resultat frå intervju og spørjeundersøkingar rundt slik hausting lokalt.
Reiseliv	Private hytter	Villreinområde-kommunane har til saman 166 128 hytter/ fritidsbustadar. I 2019 var det 19 057 hytter/ fritidsbustadar som låg innanfor dei 10 Nasjonale villreinområda (SSB oppdaterer desse tala desember 2023, og nye tal vil føreligge tideleg i 2024).	Det er relevant å kartlegge korleis hytteeigarar nyttar villrein fjellet, samt korleis utbygging av hytter påverkar kapasitet for ulike økosystemtenester.
	Turisthytter	Ein del aktørar, som Den Norske Turistforening (DNT), fjellsyresamanbandet, og Statsskog har hytter og fjellstover i villreinområda som kan reknast som «felles» i den grad at dei er tilgjengelege til utleige for svært mange. Det er sannsynleg at desse aktørane kan bidra med ei oversikt over kor mange av deira hytter som ligg innanfor dei 24 villreinområda i Noreg, og estimat på besøkstal på desse hyttene i løpet av eitt år, men det vart ikkje tid til å lage ei slik samanstilling innanfor rammene for dette prosjektet.	Det er aktuelt å be DNT, Statsskog mfl.. om ei oversikt over kor mange av deira hytter som ligg innanfor dei 24 villreinområda, samt estimat på besøkstal på desse hyttene i løpet av eitt år. Det er også mogleg å nytte UT.no til estimat. Det kan vere relevant å utforske moglege forskjellar i bruk av villrein fjellet på tvers av dei som eig privat hytte og dei som nyttar turisthytter.
	Kommersielle opplevingar	Fjellområda i Noreg er attraktive også i reiselivsnæringa, og det føregår kommersielt reiseliv både inn i villrein fjellet, og i randsonene. Ein av dei store reiselivssatsingane er Nasjonale turistveggar som vert drifta av Statens vegvesen, som gir viktige utfartspunkt for ferdsel inn i fjellheimen. I tillegg er det reiselivssatsingar i regi av DNT, samt private aktørar som har etablert verksemd inn i villreinområda. Det finst ikkje noko totaloversikt over alle reiselivsaktørane, og særleg private aktørar, som tilbyr moskussafari, eller andre turar inn i fjellet, og vi har heller ikkje hatt høve til å lage ei full oversikt over desse innanfor rammene til denne rapporten.	Det kan vere relevant med meir detaljerte kartleggingar av forskjellar i bruk av villrein fjellet på tvers av besøkande og lokalbefolkning. Dette er særleg relevant med tanke på forstå maktynamikkar knytt til kva verdiar/ kven sine verdiar som vert fremma i avgjerdstaking.
Stadkjensle		På tvers av dei 86 villreinområdekommunane, er det 576 338 innbyggjarar som har villrein fjellet som sine nærområde. For mange av desse innbyggjarane vil villrein fjellet kunne ha ein stor betydning for stadkjensle, tilhørsle og identitet. Ein studie av Forollhogna nasjonalpark viser at mange av turistane ser på området som «villmark», mens dei lokale først og fremst legg vekt på korleis området er knytt til kulturelle tradisjonar og langvarig samanveving mellom folk og landskap. Dette indikerer at fjellområda sin kapasitet til å bidra med stadkjensel vil variere mellom desse gruppene.	For å vurdere villrein fjellet si betydning for stadkjensle er det særleg relevant å gjere undersøkingar blant innbyggjarane i dei 86 kommunane. Samstundes kan villrein fjellet også bidra til stadkjensle ut over dei som bur i områda, m.a. for deltidsinnbyggjarne eller andre besøkande.
Kulturutøving og kulturminne		Seterdrift i Norge, som også representerer ei viktig del av kulturutøvinga i villrein fjellet, har blitt redusert frå 100 000 setre i aktiv drift i 1900 til 900 aktive setre i dag. Mange av desse setrene ligg i villreinområda, men vi har ikkje funnet ei oversikt over nøyaktig kor mange. Verdiskapingsprogrammet («Villrein fjellet som verdiskaper») fokuserer på dei 10 Nasjonale villreinområda som kjelder til brei verdiskaping gjennom kultur- og naturarv, har tildelt 27,48 MNOK til over 50 ulike verdiskapingsprosjekt frå 2020 til 2023. Med tanke på kulturminne, er fangstgroper, rusefangstanlegg,	Det er svært mange (og ulike) element av kulturutøving og kulturminne knyt til villrein fjellet. Det ligg m.a. mykje kunnskap om denne tenesta i dei ulike prosjekta under verdiskapingsprogrammet, som kan samanstillast i større grad.

	fangstbuer, bogestillingar og lausfunn av for eksempel pilspissar osv. funne spreidd i både eksisterande og gamle villreinområde.	
Kunnskap og vitenskap	Norsk villreinsenter (NVS) er ein viktig formidlar av kunnskap om villrein og villreinfeltet i Noreg. I 2023 var det ca. 23000 besøkande til Viewpoint SNØHETTA. I 2022 hadde nettsida villrein.no ca. 70 000 besøkande og 226 795 sidevisningar. Dei faste naturretteleiarane ved Hjerkinna hadde kontakt/retteleiing med 5 456 personar i 2023 (4 071 i 2022). Når det gjeld litterære publikasjonar, har det mellom anna vore 38 årgangar med publikasjonar av «Villreinen». Eit avgrensa akademisk litteratursøk på 10 dei villreinområda, gav 60 vitenskaplege publikasjonar i perioden 1982 – 2023, noko gir ein liten smakebit av alle dei vitenskaplege publikasjonane som omhandlar villreinfeltet i Noreg.	Det kan m.a. gjerast eit breitt litteratursøk med mål om å kartleggja alle vitenskaplege bidrag frå villreinfeltet i Noreg.
Religion og åndelege verdiar	Villreinfeltet gir viktig bidrag til religion og åndelege verdiar, men vi har ikkje høve til kartlegge denne tenesta innanfor rammene til dette prosjektet, ut over nokre generelle vurderingar av fjellet si rolle for denne tenesta, som steinaltar på fjellet, gamle ferdselsruter til/frå Østerdalen, norske pilegrimsleier som går over fjell og gjennom villreinområde. Eit viktig eksempel er pilegrimsleia opp Gudbrandsdalen, over Dovrefjell og vidare nordover mot Nidarosdomen. Også gjennom Forollhogna går det pilegrimslei, og med det same målet. Ei anna pilegrimsrute går over Haukeliffjell (om lag der villreinområdet Setesdal-Ryfylke møter villreinområdet Hardangervidda); her er turmålet Røldal kyrkje).	Det er m.a. relevant å nytta intervju og spørjeundersøkinga til å kartlegge villreinfeltet og villreinen si betydning for religion og åndelege verdiar blant både lokalbefolkning, deltidsinnbyggjarar, og besøkande.
Regulerande tenester – godar folk og samfunn mottok som resultat av regulerande prosessar i fjelløkosystema		
Opptak og lagring av karbon	Det er estimert at ca. 256 Tg karbon er lagra i fjelløkosystem i Noreg - dominert av buskar, 351 Tg i alpin hei og 101 i engliknande vegetasjon. Mengda karbon i kryosfæren (isbreer, permanent snø, og permafrost) er svært usikker, og er estimert å være mellom 0,01 og 90 000 Gg karbon.	Det er relevant å stryke kunnskapen om villreinen og andre beitedyr si rolle i forhold til karbonopptak og lagring i villreinfeltet. Samstundes trengs det også meir kunnskap om korleis karboopptak- og lagring i fjelløkosystem vert påverka av m.a. infrastrukturbygging.
Næringsstoffkretsløp	Primærproduksjon på fjellet er avgrensa av mangel på næringsstoff som nitrogen og fosfor. Fosfor er bunde opp i stein og sedimentære forekomstar, der det vert frigjort ved forvitring og utvasking (og gruvedrift). Mykorrhizasopp bidreg til opptak av forfor i karplanter også på fjellet. Villrein kan bidra til næringsstoffkretsløpet gjennom beite og avføring (fordeling av næringsstoff), samt kadaver frå døde dyr (kortvarige input av mykje næring på lokalt nivå). Studiar på Finse viser at temperaturauke har lite effekt på vegetasjonssamansetting, men at gjødsling med både nitrogen og fosfor har store og langvarige effektar på vegetasjon og botndyr. Beiting kan påverke disse effektane.	Det er relevant å stryke kunnskapen om villreinen og andre beitedyr si rolle i forhold til næringsstoffkretsløpet i villreinfeltet. Samstundes trengs det også meir kunnskap om korleis næringsstoffkretsløpet vert påverka av m.a. infrastrukturbygging.
Moderering av ekstremvær	Fjellområda som utgjer villreinfeltet i Noreg kan spela viktige roller i moderering av ekstreme vêrhendingar, mellom anna gjennom at vegetasjonen i fjelløkosystema bind jorda og reduserer risiko for jordskred. Vurderingar av kapasitet og bruk knytt til fjellområda si rolle i moderering av ekstreme vêrhendingar bør gjennomførast i geografiske spesifikke område, der ein mellom anna vurderer samspelet mellom busetnad og ulike regulerande funksjonar i fjellet. Vi har ikkje hatt høve til å gjere slike lokale eller regionale vurderingar som del av dette oppdraget.	Lokale eller regionale romlege vurderingar av fjellet si rolle i å moderere ekstreme vêrhendingar, kan m.a. bli gjort i tråd med metodikk for biofysiske vurderingar utvikla som del av SEEA ES.
Vasskretsløp	Den viktigaste hydrologiske effekten av høg fjell er endra sesongfordeling av avrenninga, med ein mindre utprega vårfloam og høgare vassføring gjennom sommaren enn tidlegare. Dette skuldast til dels omfordelinga av snø og endra smelteforhold i høg fjell. Permafrost vil også medføre at noko av smeltevatnet refryser på og i bakken, slik at avrenninga vert forsinka. Breane i fjellområda gir også eit bidrag til avrenning seinare på sommaren. Høg fjellområda fungerer dermed delvis som 'vasstårn', gjennom å avgje lagra vatn over ein større del av sommarsesongen.	Det er relevant å gjennomføre lokale eller regionale romlege vurderingar av fjellet si rolle i vasskretsløpet, m.a. i tråd med metodikk for biofysiske vurderingar utvikla som del av SEEA ES.
Støttande tenester – tenester som ligg til grunn for produksjon av alle dei andre økosystemtenestene		
Habitat for artar	Både artsmangfaldet og tal truar artar er relativt lågt i fjellet. 174 fjellartar (28 % av vurderte artar) er vurdert som trua: karplanter (55 artar) og mosar (77 artar), 37 fuglearter, samt dei store pattedyra villrein, bjørn, jerv og fjellrev. Fjelløkosystem i Noreg har jamt over god økologisk tilstand, men noko dårlegare i dei sørlegaste fjellområda. Nokre indikatorar langt under grensa; smågnagarar, særleg låg forekomst av fjellrev, og langt under naturleg tettheit av jerv. Villrein ligg rett over grenseverdien for god økologisk tilstand etter denne metodikken, men vurderingane etter kvalitetsnorma viser dårleg tilstand for villreinen i fleire fjellområde. Det akkumulerte tapet av villmarksprege område i villreinområda var 0,6 % frå 2008 til 2018, og 4,1 % frå 1988 til 2018.	Det er særleg relevant å styrke kunnskapen om korleis habitat for artar bidreg til dei andre økosystemtenestene i villreinfeltet, samt kva som skal til for å styrke villreinfeltet sin kapasitet for habitat.

3.1. Kommunar og villrein fjellet

Totalt utgjer villrein fjellet eit areal på 50 830 km², noko som betyr at villrein fjellet dekker 15,7% av Noreg sitt fastlandsareal på 323 808 km² (**Tabell 4**). Til saman er det 86 kommunar som har villrein fjellområda som del av sine areal (to av desse kommunane deler berre grense med villreinområde) (**Tabell 5**). Desse kommunane er spreidd over 8 fylke, og dei har til saman 576 338 innbyggjarar. Dette er i stor grad små og mellomstore distriktskommunar (sjå m.a. [distriktsindeksen](#), KDD, 2022). Kommunane i villrein fjellområda har til saman 166 128 hytter/ fritidsbustadar innanfor sine kommunegrenser – noko som betyr at det er eit betydeleg tal deltidsinnbyggjarar som også nyttar desse områda til friluftsliv og liknande. Dersom ein går utifrå at kvar hytte vert nytta av ein hushald med 4 personar, betyr dette at i overkant av 660 000 deltidsinnbyggjarar har villrein fjellområda som sine nærområde.

Tabell 4. Villreinområde (m/ mål dyr vinterstamme), fylke, kommunar innan eller grensande til villreinområdet (m/ prosent av villreinområdet sitt areal) og areal av villreinområda.

Villreinområde	Fylke(r)	Kommunar	Areal (km ²)
Blefjell Mål om 150 dyr	Viken	Rollag (21.1 %), Flesberg (18.7 %), Notodden (20.9 %), Tinn (38.6 %), Kongsberg (0.8 %)	284
Brattefjell-Vindeggen Mål om 550 dyr	Vestfold og Telemark	Seljord (22.4 %), Hjartdal (58.4 %), Notodden (0.7 %), Tinn (13.5 %), Vinje (5.1 %)	737
Fjellheimen Mål om 600 dyr	Vestland	Voss (32.5 %), Aurland (5.5 %), Høyanger (6.6 %), Vik (33.9 %), Modalen (8.3 %), Vaksdal (13.2 %)	1 820
Forollhogna Mål om 1750 -1850 dyr	Trøndelag og Innlandet	Os (11.5 %), Midtre Gauldal (29.7 %), Røros (4.6 %), Tolga (13.1 %), Rennebu (4.3 %), Tynset (19.5 %), Holtålen (17.4 %)	2 354
Førdefjella Mål om 100 dyr	Vestland	Gloppen (52.9 %), Sunnfjord (47.1 %)	636
Hardangervidda Mål om 12000 dyr	Vestland, Viken, Vestfold og Telemark	Rollag (0.1 %), Ulvik (4.7 %), Nore og Uvdal (17.3 %), Ullensvang (23.3 %), Hol (5.3 %), Tinn (13.4 %), Vinje (19.8 %), Voss (0 %), Aurland (0.4 %), Eidfjord (15.7 %)	8 720
Knutshø Mål om 1500 dyr	Trøndelag og Innlandet	Dovre (2.3 %), Folldal (30.2 %), Alvdal (4.1 %), Rennebu (1.6 %), Oppdal (30 %), Tynset (31.9 %)	2 085
Lærdal-Årdal Mål om 500 dyr	Vestland	Vang (0 %), Årdal (51.5 %), Lærdal (48.5 %)	544
Nordfjella Sanering og skrantesjuka	Viken og Vestland	Ål (16.8 %), Hemsedal (4.4 %), Ulvik (4.9 %), Lærdal (20 %), Hol (27.1 %), Aurland (26.8 %)	3 225
Norefjell-Reinsjøfjell Mål om 570 dyr	Viken	Nore og Uvdal (40.9 %), Flå (22.4 %), Sigdal (14.9 %), Krødsherad (4.8 %), Nesbyen (17.1 %)	582
Oksenhalvøya Mål om 30 dyr	Vestland	Ulvik (47.1 %), Voss (52.9 %)	90
Raudafjell Mål om 200 dyr	Vestland	Ulvik (1.4 %), Voss (46.1 %), Aurland (52.5 %)	506
Reinheimen-Breinheimen	Innlandet, Vestlandet,	Vågå (3.2 %), Lesja (14.1 %), Sel (0.2 %), Dovre (1.5 %), Stranda (3.5 %),	5 886

Mål om 2500 dyr	Møre og Romsdal	Rauma (9 %), Fjord (11.3 %), Stryn (3.9 %), Luster (12.4 %), Lom (9.8 %), Skjåk (31 %)	
Rondane Mål om 4100 dyr	Innlandet	Ringebu (16.2 %), Sel (5.6 %), Sør-Fron (3.4 %), Dovre (15.7 %), Løten (0.4 %), Øyer (7.2 %), Lillehammer (0 %), Folldal (4.6 %), Hamar (3.3 %), Nord-Fron (4.6 %), Ringsaker (8.1 %), Stor-Elvdal (26.9 %), Åmot (4 %)	5 049
Setesdal Austhei Mål om 1500 dyr	Vestfold og Telemark og Agder	Tokke (17 %), Nissedal (0 %), Fyresdal (29.7 %), Åmli (6.6 %), Vinje (8.1 %), Bygland (10.2 %), Valle (17.6 %), Bykle (10.8 %)	2 431
Setesdal Ryfylke Mål om 4000 dyr	Vestfold og Telemark, Agder, Rogaland og Vestland	Sirdal (15.3 %), Kvinesdal (4.2 %), Gjesdal (1.6 %), Ullensvang (2.5 %), Åseral (6.3 %), Vinje (4.3 %), Strand (0.2 %), Suldal (13.7 %), Hjelmeland (9.6 %), Sandnes (8.2 %), Bygland (6.1 %), Valle (9.9 %), Bykle (16 %), Hægebostad (2.1 %)	7 021
Skaulen-Etnefjell ?	Vestland	Sauda (36.6 %), Ullensvang (15 %), Suldal (17.5 %), Etne (28.5 %), Vindafjord (2.5 %)	819
Snøhetta Mål om 3000 dyr	Innlandet, Trøndelag og Møre og Romsdal	Lesja (30.7 %), Dovre (6.9 %), Sunndal (27.7 %), Oppdal (15.8 %), Molde (13 %), Rauma (5.8 %)	3 733
Sunnfjord Mål om 150 dyr	Vestland	Askvoll (4.8 %), Sunnfjord (95.2 %)	611
Svartebotnen Mål om 60 dyr	Vestland	Gloppen (68.8 %), Stryn (31.2 %)	165
Sølnkletten Mål om 800 dyr	Innlandet	Folldal (16.7 %), Alvdal (44.6 %), Rendalen (19.3 %), Stor-Elvdal (19.4 %)	1 505
Tolga østfjell ?	Innlandet	Engerdal (0 %), Tolga (93.3 %), Rendalen (0 %), Tynset (6.7 %)	434
Vest-Jotunheimen Mål om 400 dyr	Vestland	Vang (0.1 %), Årdal (47.8 %), Luster (52.1 %), Lom (0 %)	1 140
Våmur-Roan Mål om 200 dyr	Vestfold og Telemark	Nissedal (30 %), Fyresdal (59.8 %), Kviteseid (10.2 %)	453

Tabell 5. Kommunar innan eller grensande til villreinområdet, fylke, folketal, og tal hytter.

Kommune	Folketal (2023)	Tal hytter (2023)
Viken		
1. Rollag	1 384	2 454
2. Flesberg	2 769	3 687
3. Kongsberg	28 583	2 627
4. Hemsedal	2 650	2 294
5. Hol	4 533	5 921
6. Ål	4 870	3 130
7. Nore og Uvdal	2 509	4 141
8. Nesbyen	3 300	3 881
9. Flå	1 097	2 532
10. Krødsherad	2 227	1 829
11. Sigdal	3 502	5 095
Vestfold og Telemark		
12. Notodden	13 165	1 351
13. Tinn	5 547	3 601
14. Vinje	3 836	5 802
15. Tokke	2 205	1 176
16. Fyresdal	1 258	1 325
17. Hjartdal	1 614	2 503
18. Seljord	2 971	1 404
19. Nissedal	1 470	2 483
20. Kviteseid	2 449	1 247
Trøndelag		
21. Rennebu	2 490	2 156
22. Midtre Gauldal	6 143	2 157
23. Holtålen	2 021	1 144
24. Oppdal	7 356	4 234
25. Røros	5 655	3 418
Innlandet		
26. Os	1 870	1 148
27. Tolga	1 585	703
28. Tynset	5 631	1 871
29. Folldal	1 511	539
30. Alvdal	2 511	751
31. Dovre	2 487	664
32. Lesja	1 971	2 203
33. Rendalen	1 824	2 279
34. Stor-Elvdal	2 285	2 107
35. Nord-Fron	5 620	2 528
36. Sør-Fron	3 114	1 963
37. Ringebu	4 425	4 478
38. Sel	5 621	2 085
39. Øyer	5 144	3 626
40. Hamar	32 484	887
41. Åmot	4 180	2 144
42. Ringsaker	35 566	7 278
43. Skjåk	2 154	724
44. Lom	2 220	270
45. Vågå	3 546	1 081
46. Lillehammer	28 671	1 742
47. Engerdal*	1 396	1 680
48. Løten	7 929	1 384
49. Vang**	1 676	1 840
Møre og Romsdal		
50. Sunndal	7 284	892
51. Molde	32 517	1 549

52. Rauma	7 087	1 149
53. Fjord	2 504	1 004
54. Stranda	4 407	911
Vestland		
55. Luster	5 347	666
56. Stryn	7 259	1 283
57. Årdal	5 210	535
58. Lærdal	2 136	491
59. Aurland	1 797	279
60. Ulvik	1 076	285
61. Voss	16 211	3 564
62. Vaksdal	3 884	761
63. Modalen	374	148
64. Vik	2 552	359
65. Høyanger	3 917	676
66. Ullensvang	11 137	2 335
67. Eidfjord	963	1 307
68. Etne	4 081	725
69. Sunnfjord	22 331	1 252
70. Gloppen	5 919	587
71. Askvoll	2 962	357
Agder		
72. Bykle	1 007	2 768
73. Valle	1 201	1 536
74. Bygland	1 161	848
75. Kvinesdal	6 053	1 354
76. Hægebostad	1 767	2 768
77. Åseral	909	2 287
78. Sirdal	1 861	4 306
79. Åmli	1 783	846
Rogaland		
80. Gjesdal	12 386	855
81. Suldal	3 824	1 918
82. Sauda	4 566	1 292
83. Hjelmeland	2 635	1 105
84. Sandnes	83 206	2 692
85. Vindafjord	8 924	1 156
86. Strand	13 622	1 715
Totalt	576 338	166 128

*Engerdal deler kun ei kort grense til Tolga østfjell.

**Vang har ei lang grense mot, men eit lite areal i, Vest-Jotunheimen og Lærdal-Årdal)

3.2. Forsynande tenester

3.2.1. Råmateriale

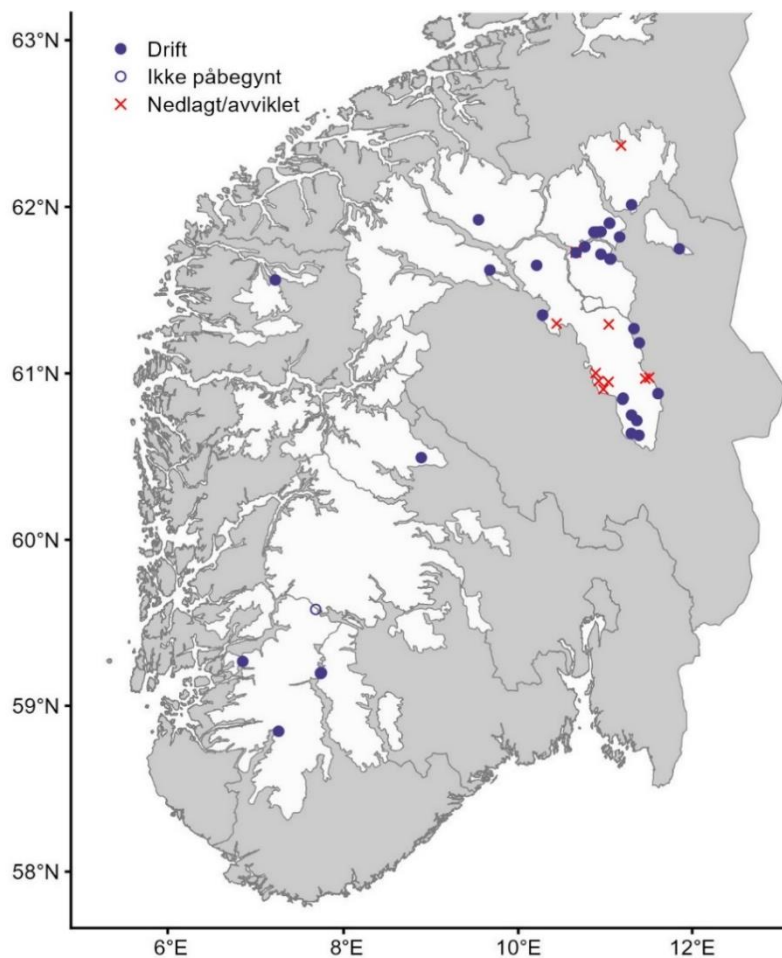
Mange av villreinfjellområda er delvis verna etter Naturmangfaldlova (som nasjonalpark, landskapsvernområde eller naturreservat). Her vil det ofte gjelde egne reglar for uttak av ulike råmateriale.

Ved og tømmer

Hausting av ved og tømmer er relevante økosystemtenester i dei villreinfjellområda der det er skog. Totalt er 16,68 % av arealet i villreinområda klassifisert som skog (uspesifisert skog 4,14 %, barskog 5,98 %, lauvskog 5,02 % og blandingsskog 1,54 %). Kapasitet for hausting av ved og tømmer vil i stor grad variere avhengig av skogtype, skogareal, og biomasse, og vi har ikkje gjort noko vurdering av kapasitet i dei ulike områda. Sjølv om det vert henta ein del ved til privat bruk i ulike område, vert villreinfjellområda i liten grad nytta til kommersiell hausting av ved/hausting i større omfang. Vi har ikkje funnet konkrete data på omfanget av denne haustinga. I visse statsallmenningar (også innan villreinområda) kan private få tildelt teigar for å drive med eigen vedhogst. Det dagens høge straumprisar er det ikkje usannsynleg at slike høve vil bli meir utnytta.

Mineral- og steinutvinning

Villreinfjellet i Noreg består m.a. av mange ulike typar av mineral og bergartar, og fjellet har generelt høg kapasitet for mineral og steinressursar. Nokre av desse ressursane har blitt brukt over lang tid, som grus, skifer og granitt, medan andre er i aukande grad attraktive med tanke på eit sokalla «grønt skifte» i industrisektoren. Innanfor villreinområda er det i dag 33 registrerte uttak for stein og mineral som er i aktiv drift, eit uttak som ikkje er påbegynt, og 11 tidlegare uttak som er nedlagt (**Figur 8**). Blant uttaka finst masse- og grustak, steinbrot, skiferbrot og granittbrot. Desse uttaka utgjer betydelege infrastrukturinngrep i fleire av villreinområda. Det er flest slike uttak i dei nordlege villreinområda (Rondane, Sønkleppen, og Knutsø). Direktorat for Mineralforvaltning kan bidra med å innhente data på mengde og salsverdi av uttak innanfor villreinområda, men dette har ikkje vore mogleg innanfor rammene av dette prosjektet.



Figur 8. Oversikt over registrerte uttak av mineraler i villreinområde, frå Direktoratet for mineralforvaltning.

Materiale til dekorasjonsbruk

Med tanke på materiale til dekorasjonsbruk frå villrein fjellet, er det særleg aktuelt å nemne henting av gevir, skinn, stein og mose/ lav. Hausting av naturprodukt, som mose og lav, vert regulert av Allemannsretten, ofte inndelt i tre hovudgrupper; ferdselsretten, opphaldsretten og haustingsretten (Allemannsretten, 2021). Det er lov å hauste mindre mengder av ein naturressurs så lenge den har ingen- eller veldig liten økonomisk verdi. Ein kan for eksempel hauste stein, mose, eller kongler til juledekorasjon (Friluftsløva, 2021, §5; Straffeloven, 2005, §323 2.ledd). I visse fjellområde skal det vere innført forbod mot å ta med seg lavdekt dekorstein eller naturleg murstein.

Vi har i liten grad identifisert data på kor mykje materiale som blir henta ut av villreinområda for bruk til dekorasjonsbruk. Unntaket er *Norske Moseprodukter*, som er ein større kommersielle aktør som nyttar lavarten kvitkrull (*Cladonia stellaris*) (ofte kalla mose på folkemunne) til kransar og andre dekorprodukt. Dei plukkar m.a. kvitkrull på private eigedommar Østerdalen, der nokre av desse områda ligg innanfor villreinområda (særleg skogsområda). *Norske Moseprodukter* omsett for 50 millionar årleg, og plukka 300 000 brett med lav i 2021.

Det finnast per i dag få formelle marknader for gevir og skinn frå villrein, sjølv om desse mellom anna vert omsett på marknadsplassar som Finn.no. Det er dermed mogleg å estimere monetære verdiar frå slikt sal, men dette er ei omfattande oppgåve, der pris i stor grad også vil variere med m.a. størrelse og kvalitet på skinn og gevir.

3.2.2. Matproduksjon

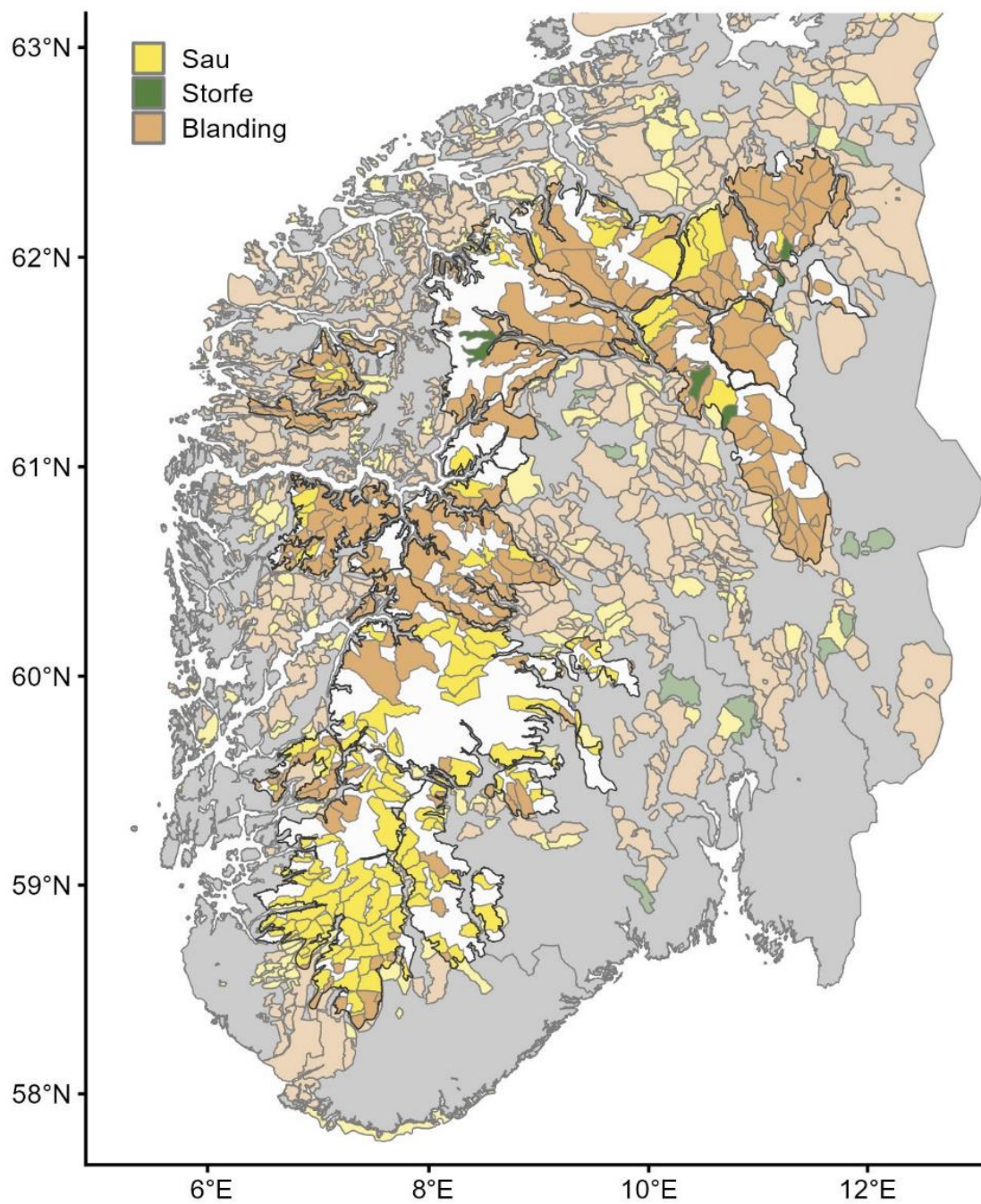
Beitebruk

Med tanke på matproduksjon gir beitebruk i villrein fjell-områda viktige tenester i form av kjøt og mjølk frå husdyr som sau, storfe og geit. Villreinområda er svært viktige areal for utmarksbeite, og store delar av kvart område inngår i beiteområda til beitelag i organisert beitebruk (**Figur 9**). I gjennomsnitt inngår 63,3 % av arealet i villreinområda i beitelagsområde, men det er stor variasjon mellom villreinområda - frå 14,9 til 95,8 % (**Figur 10a**). Kapasiteten til fjellområda for matproduksjon gjennom beite vil mellom anna avhenge av kva kapasitet det i utmarka, og kor mange fôreiningar¹ beiteområda kan gi. Ei oversikt over tilgjengelege beitekapasitet i utmark i Noreg, viser at det er mogleg å tredoble beitedyrtalet i utmarka frå i dag (Strand et al., 2021), men vi har ikkje funnet noko slik oversikt spesifikt for villrein fjellområda.

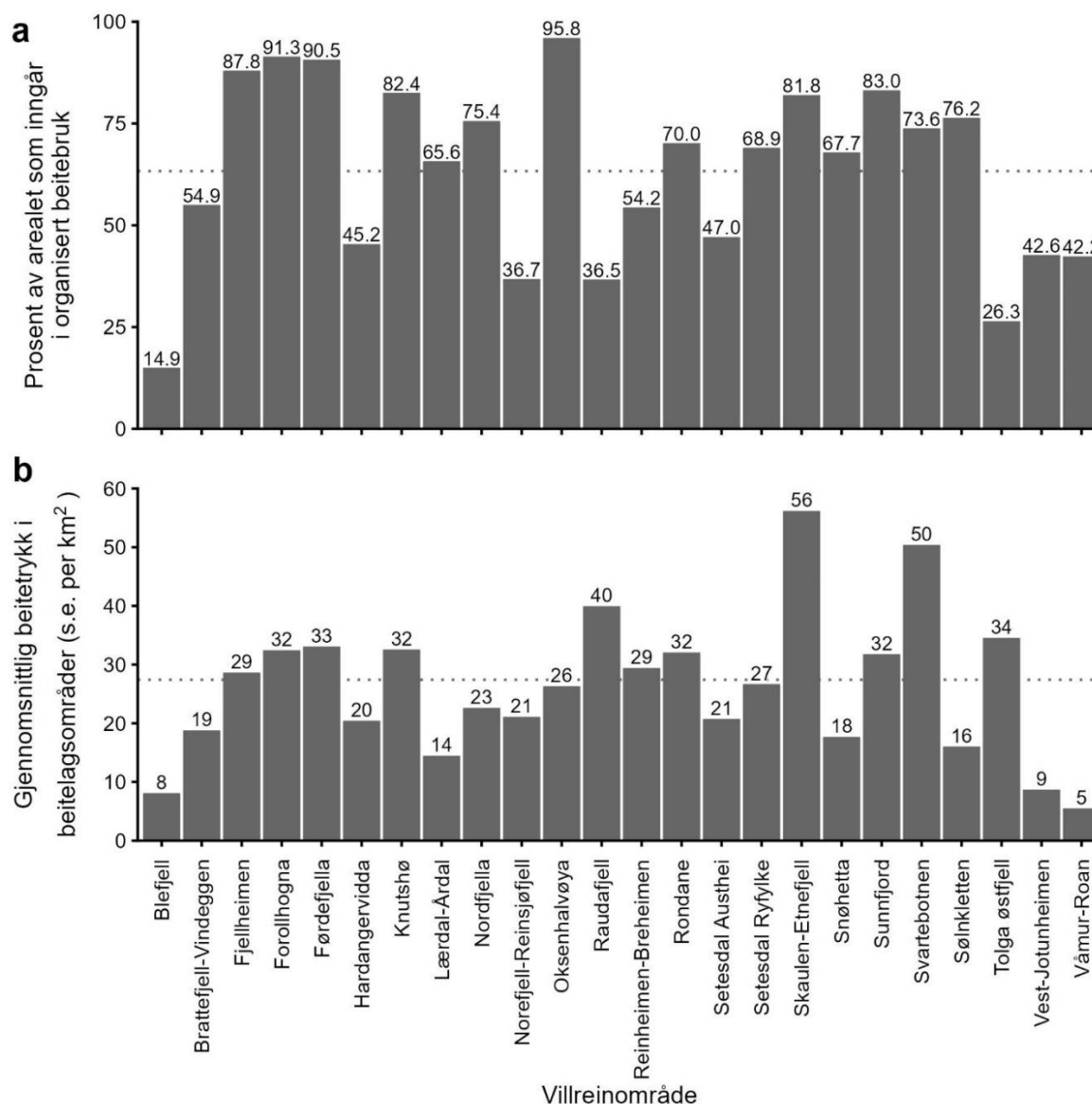
Det er også relevant å vurdere korleis beitebruk påverkar framtidig kapasitet i villrein fjellet. Beitetrykket er ein viktig indikator på korleis beitebruk påverkar kapasitet. Beitetrykket er rekna ut som «saueeiningar» (s.e.), slik at kvart dyr av storfe og geit er omrekna til å tilsvara beitetrykket for sau. Det gjennomsnittlege beitetrykket i beitelagsområda innanfor villreinområda er 27,4 saueeiningar per km², med ein variasjon frå 5,4 til 56 saueeiningar per km² mellom villreinområda (**Figur 10b**).

Beitebruk frå sau kan påverka fjelløkosystema (Austrheim et al., 2016). Beiteundersøkingar og studiar gjort med ulike tettleikar av sau som beitar i fjellheimen, viser at beitekapasiteten i fjellet kan bli påverka av både *når* i sesongen beitinga skjer (Colman et al., 2009), og av *tal* sau som beitar (Austrheim et al., 2016). Ved høge tettleikar av sau (80 sau per km²), kan ein sjå negativ påverknad på økosystemet sin kapasitet for framtidig beitebruk, m.a. som resultat av at husdyra trampar opp område rundt bekkar og vassområde, og gjennom at høgt beitepress kan føre til redusert planteproduksjon. Dette kan særleg redusere kapasitet for regulerande økosystemtenester gjennom dårlegare vasskvalitet, auka avrenning, og redusert karbonlagring. Samstundes vil husdyr som sau, i ein lågare tettleik, kunne styrke framtidig beitekapasitet gjennom å halde landskapet ope, og forhindre attgroing. Speed et al., (2010; 2011) tilrår at tettleiken av husdyr bør vere lågare enn 25 sau per km². I områder utan sau, vil gjengroing skje ganske raskt, men det er tilstrekkeleg med låge tettleikar av sau for å oppretthalde eit ope landskap. Ein låg tettleik av sau held for eksempel bjørkeproduksjonen nede, og bidreg derfor til å oppretthalde eit ope og godt habitat for ville dyr, insekt og fuglar (Austrheim et al., 2016). Vidare kan høg tettleik av sau ha negativ innverknad på smånagarbestandane i fjellet gjennom konkurranse om tilgjengeleg beite og nedtrækking (Steen et al., 2005). Ein studie finn at høg tettleik av sau kan påverka planteproduksjonen positivt om sommaren, samstundes som sauen (ved å trække ned lav) vil kunne påverka lavvekst negativt utover vinteren (Mysterud et al., 2008).

¹ «Fôrenhet mjølk (FEm) har vært offisielt energimål for mjølkeku siden 1993, og er definert som 6900 kilojoule nettoenergi (kJ NE), tilsvarende verdien av 1 kg standard bygg til mjølkeproduksjon.» (SNL, 2005-2007).



Figur 9. Kartet viser registrerte beitelagsområde for organisert beitebruk i og utanfor dei 24 villreinområda. Det er delt mellom sau, storfe og blanding. Den siste kategorien inkluderer kombinasjonar med sau, geit og storfe.



Figur 10. Villreinområda vert i omfattande grad nytta som utmarksbeite for sau, storfe og geit. Delen av arealet til kvart villreinområde som inngår i områda for organisert beitebruk er vist i (a), og (b) viser beitetrykket innanfor beiteområda som er innanfor villreinområda. Beitetrykket er rekna ut som «saueneingar» (s.e.), slik at kvart dyr av storfe og geit er omrekna til å tilsvare beitetrykket for sau.

Når det gjeld produksjon av kjøtt frå utmarksbeite (bruk), finn vi beitelagsområda som overlappar i villreinområda² i 2022 slepte ut 212 947 sau og 365 162 lam på beite. Av desse vart 207 570 sau og 344 852 lam henta ned frå beite. For Norge som heilskap vart i gjennomsnitt 13 % av sauane og 82,4 % av lamma som var på utmarksbeite i 2022 slakta (sjå utrekning i kap. 2.4.). Dyra som vart slakta hadde ei gjennomsnittsvekt på 31,6 kg for sau og 18,5 kg for lam i 2022 (Animalia, 2023). Basert på desse tala estimerer vi at det i 2022 vart slakta 26 984 sau og 284 158 lam som har vore på beite i områda i eller ved villreinområda. Dette utgjer då 6 103 938 kg i slaktevekt. Vi har ikkje hatt høve til å estimere kor mange fôreiningar kvar dyr hentar ut frå villreinområda spesifikt, så dette er eit estimat basert på at dyra er innom dette området – men at dei nok også i stor grad hentar fôr frå tilgrensande område.

² 76 % av beitelagsområda med overlapp har minst halvparten av arealet sitt innan villreinområda. 55% har minst 80 % av arealet innanfor villreinområda.

Viltkjøtt

Jakt på villrein og rype er viktig både som forsynande (viltkjøtt) og kulturelle (jakt som rekreasjon) økosystemtenester. Tal villrein og rype i dei aktuelle fjellområda gir eit estimat på villreinfjellet sin kapasitet til å levere den forsynande tenesta viltkjøtt. Sjå bestandstal for villrein omtala i kapittel 1.2.2. Nasjonale estimat på rypebestand er 100 000 – 200 000 par for fjellrype og 150 000 til 250 000 par for lirype (Shimmings og Øien, 2015). Det finnast også data frå «Norsk hekkefuglovervåkning» (tidelegare TOV-E) som gir ein indeks for endringar i bestandsstørrelse for ryper (Kålas et al., 2022), men det vil vere ei større modelleringsøving å estimere bestandsstal for rype i villreinområdekommunane (sjå f.eks. Nilsen og Rød-Eriksen 2020). Villreinjakta vert sett som eit viktig forvaltingsverktøy, og ein kvotar for jakt vert m.a. avgjort basert på ynskja tal villrein i dei ulike områda (vinterstamme).

Dei siste 20 åra har det i gjennomsnitt blitt felt 5353 villrein per år i jakt (SSB). Med dette som utgangspunkt kan ein estimere rundt 131 100 kg villreinkjøtt årleg. Dette er basert på tal skotne dyr per kjønn og alder (SSB) og snittvektar (berre vegne vektar) per kjønn og alder (Hjorteviltregisteret), dersom ein går ut frå 65 % kjøtt frå slaktevekt. NIBIO estimerer eit snitt på 182 000 kg villreinkjøtt årleg i perioden 2018-2021, men då rekna direkte frå slaktevekt (Strand et al., 2021). Det er vanskeleg å estimere ein monetær verdi på villreinkjøtt, ettersom det i liten grad finnast noko formell marknad for sal, og dei fleste villreinjegerar brukar kjøttet sjølv. Østlandsforskning estimerte i 2010 ein pris på 70 kr per kg kjøtt og dermed ein total verdi på sal av villreinkjøtt på rundt 12,17 MNOK (Bråtå et al., 2010). Med eit estimat på 80 kr per kg (slaktevekt) kjem NIBIO fram til ein økonomisk snittverdi på 14,6 MNOK (Strand et al., 2021). Med utgangspunkt i gjennomsnittleg kjøttverdi (kommersielle salsprisar tamreinkjøtt/anna storvilt), meiner vi at prisen for villreinkjøtt (65 % av slaktevekt) vil ligge betydeleg høgare enn dette. Det er m.a. mogleg å vurdere eit verdispenn frå 200 kr til 400 kr per kg kjøtt (65 % av slaktevekt), som vil gje ein økonomisk verdi mellom 26,2 MNOK og 52,5 MNOK.

I gjennomsnitt er det felt 17 596 fjellryper per sesong frå 2019-2020 til 2022-2023 i dei 86 kommunane som har areal innanfor eller som grenser til villreinområda. I same tidsrom er det felt 46 400 liryper i gjennomsnitt per sesong i desse kommunane. Dersom en reknar med ei gjennomsnittsvekt på 120 g kjøtt per fjellrype (Mortensen et al. 1985) og 130 g kjøtt per lirype (Brittas og Marcström 1982) vert dette omtrent 8 100 kg rypekjøtt i gjennomsnitt per år. Dersom ein baserer seg på tilgjengelege prisar på heil rype frå salskanalar på nett (Finn.no) så varierer disse frå 200 til 500 kr per rype. Det gir eit verdispenn på uttak av rype frå villreinkommunane på 13-32 MNOK per sesong.

Fisk

Det er svært mange fiskevatn i villreinfjellet, og innanfor rammene til dette prosjektet har vi ikkje hatt høve til å produsere oversikt over tal og størrelse på vatn, samt å gi informasjon om mogleg mengde fisk (kapasitet). På generell basis, vert det estimert haustingspotensiale på 2-3 kg per hektar (pers. med. Jon Museth) til 5 kg per hektar i dei større fjellvatna/innsjøane i Noreg (Vorkinn et al., 2010). Prosjektet «Innlandsfisker ut til forbruker» har vurdert innlandsfisk som mat og oppleving (Vorkinn et al., 2010). Her vert det vist til «*markedstrender som etterspør mer økologisk og kulturell mat med regional tilhørighet* (ibid.). Dette prosjektet fann eit stort potensiale for å auke økonomisk verdiskaping knytt til næringsfiske av innlandsfisk, for eksempel uttak av aure eller røye for sal av rakfisk eller ferskfrossen villfisk. Samstundes vert det vist til at det er krevjande å få til lønnsemd i kommersielt fjellfiske, mellom anna som følgje av utfordringar i logistikk og organisering rundt sal av innlandsfisker. Prosjektet peika også på at ein manglar totaloversikt over kva verdiar innlandsfiske representerer.

Hausting av sopp, bær, og andre ville vekstar

I villreinfjellområda finn ein mange ulike artar av bær, som molter, krekling, tyttebær, tranebær, og blåbær. Molter er kanskje den arten som mest attraktiv for bærplukking i villreinfjellet. Sjølv om vi ikkje har noko tilgjengeleg oversikt over mengd av dei ulike artane av bær, kan ein anta at fjellområda har høg kapasitet til å bidra med denne økosystemtenesta. Når det gjeld bruk,

manglar det også i stor grad data for å kunne talfeste mengder av ulike former for sopp, bær og andre ville vekstar som vert hausta i villrein fjellet årleg.

3.2.3. Energiproduksjon

Vasskraft

Med sine høgdeforskjellar og mange vassdrag, har fjellområda i Sør-Noreg stor kapasitet for energiproduksjon i form av vasskraft. Svært store område er allereie bygd ut med magasin, vassinntak, vassvegar i form av tunnelar og rørgater, demningar og kraftverk. Dersom ein inkluderer alle delar av vasskraftverka, har villreinområda til saman 241 vasskraftverk i drift. Dette er vasskraftverk der delar eller heile kraftverket ligg innanfor eller går gjennom villreinområda. Gjennomsnittleg maksimal yting for kraftverka er på 69 MW og den installerte effekten for vasskraft i villreinområda er på 15 382 MW. Dette utgjør til saman 46 % av Noreg sin samla installerte effekt for vasskraft (33 799 MW). Ein middels årleg kraftproduksjon for vasskraftverka i villreinområda er berekna til 55,1 TWh/år, noko som utgjør 40 % av Noreg sin årlege middelkraftproduksjon frå vasskraft (137,2 TWh/år).

Vindkraft

Det er ingen vindkraftverk i villreinområda pr dags dato, men vindressursane i Noreg er generelt berekna å vere fordelt slik at dei er høgast i fjellområda og langs kysten (NVE, 2019). Villreinområda har dermed ein svært høg kapasitet for vindkraftproduksjon. Dersom ein i større grad vel å utnytte kapasiteten for vindkraft i desse fjellområda, vil dette i stor grad påverke fleire av dei andre økosystemtenestene, inkludert tilgang til jakt, beiteressursar, moglegheter for friluftsliv og leveområde for villrein og andre artar.

3.2.4. Medisineressursar

Bioprospektering er ei målretta leiting etter bestanddelar, stoff, eller genar i biologiske organismar f.eks., til farmasøytisk bruk. Her er høgt biologisk mangfald ein viktig underliggende premis. Det er vanskeleg å gi eit estimat på kapasitet for denne tenesta i villrein fjellområda, ettersom tal moglege verksame stoff, enzym og genar er bortimot uendeleg.

Eit kjent eksempel på medisineressursar frå villrein fjellet i Noreg, er funnet av ciklosporin på Hardangervidda. I 1969 fann tilsette frå Sandoz Ltd., Basel (nå Novartis), soppen *Tolypocladium inflatum* på Dyranuten som produserte ein til då ukjent ciklopeptide (Borel et al., 1995; Tribe, 1998). Ciklosporin har immunosuppressive eigenskapar og blir brukt ved m.a., organtransplantasjonar. Ciklosporin står på Verda sin helseorganisasjon si liste for essensielle legemiddel (WHO, 2023). Vidare vert mange lavartar, inkludert dei som er vanlege på fjellet, brukt i folkemedisin (Crawford 2019). Bestanddelar frå fleire lavartar vert omtala som lovande kjelder for framtidig medisinsk bruk (Boustie & Grube, 2005). Den potensielle marknadsverdien av legemiddel er svært høg. Det er likevel behov for store investeringar for å isolere bestanddelar og gjennomføre kliniske prøvar før legemiddel kan marknadsførast.

3.2.5. Drikkevatt

Det er mange drikkevasskjelder i Noreg som ligg innanfor villrein fjellområda, og fjellområda har høg kapasitet for drikkevatt (sjå også 3.4.4. Vasskretsløp). Det er mogleg å skaffe oversikt over kor mange vasskjelder i villrein fjellområda som vert nytta til drikkevatt, kor mange hustandar desse vatna leverer vatn til, og kor mange m³ av vatn som vert henta ut, men ei slik datainnhenting vart for ressurskrevjande for dette avgrensa prosjektet.

3.3. Kulturelle tenester

Kaltenborn et al. (2017) peikar på den viktig historiske og kulturelle betydninga av villreinen har hatt for folk i Noreg over lang tid. Villreinjakt har bevega seg frå å vere ein aktivitet som var viktig for menneskeleg overleving (mat), til at ein i aukande i grad legg vekt på dei kulturelle elementa av jakta (som stadkjensle og identitet). Villreinen er framleis viktig for norske lokalsamfunn, og for mange representerer den ein kombinasjon av kjenslemessig (relasjonell) og instrumentell tilknytning til fjellområda (ibid.).

Eit viktig aspekt knytt til mange av dei kulturelle tenestene, er at fjellet sin kapasitet til å bidra med desse vil tenestene vil variere basert på folk sine haldningar og verdiar, m.a. korleis ein ser på natur, berekraft og arealbruk (sjå også Kaltenborn et al., 2017; Helseth et al., 2022). Dette er særleg relevant med tanke på interessekonfliktar, der det er viktig å forstå korleis folk sine haldningar påverkar kva verdiar og økosystemtenester frå villrein fjellet dei legg vekt på (IPBES, 2022). Når det gjeld bruk av kulturelle tenester frå villrein fjellet, er det sannsynleg mange vektlegg velvære, identitet og tilknytning til folk, dyr og fjell gjennom generasjonar, historisk innsikt, folkehelse, og i stor grad avkopling frå det monetære samfunnet gjennom tradisjon, fri ferdsel og allemannsrettane (t.d. Svarstad 2010). Samstundes som det er gjort ein del utgreiingar av den økonomisk verdiskapinga frå kulturelle godar i fjellområda, særleg med tanke på jakt, fiske og reiseliv (sjå m.a. Bratå et al, 2010; Strand et al., 2021), er det generelt stor datamangel når det gjeld folk sine haldningar og verdiar knytt til villrein fjellet. Vi har inkludert nokre studiar som ser på ulike bruk og oppfatningar av villrein fjellet på tvers av lokalbefolkninga og hytteeigarar (sjå m.a. under 3.3.1. friluftsliv og 3.3.3. stadkjensle).

3.3.1. Friluftsliv

Svært mange nyttar villrein fjellet til friluftslivsaktivitetar på ulikt vis. I dette avsnittet ser vi på ein del undertypar av økosystemtenesta «friluftsliv», inkludert i) turgåing, ii) skigåing, iii) jakt, og iv) fiske. I tillegg er det mange andre friluftslivsaktivitetar som vert utøvd i villrein fjellet, som sykling, kiting, naturfortografering eller fuglekikking, men vi har ikkje hatt høve til å vurdere kvar av desse aktivitetane. Generelt peikar Singsaas og Gundersen på at friluftslivsaktivitetane er i endring, og at «tradisjonelle aktivitetar suppleres og erstattes delvis av mer moderne og spesialiserte aktiviteter, som krevjer større grad av infrastruktur for besøkende (Odden 2006).» (Singsaas & Gundersen, 2021:38).

Kapasitet for friluftsliv varierer i stor grad med type aktivitet, og med folk sine preferansar knytt til friluftslivsutøving. For nokon er for eksempel mogleggjerande infrastruktur og utstyr avgjerande, mens andre i større grad er oppteken av villmarksprege, og den enkle stien. Sjølv om det aller meste av fot- og skiferdsel i skog og fjell er knytt til stiar, (variantar av) veg og merkte (ski-) løyper (t.d. Vistad 2021), så er denne enkle bruken av villrein fjellet i prinsippet uavhengig av infrastruktur. Jakt, fjellklatring og bærplukking er veldig typiske døme på dette men også meir moderne aktivitetar som toppturar (med/utan ski) og kiting/skiseigling (**Figur 11**). Stisykling i fjellet er berre lovleg langs sti (sjå Friluftslova), men er friare stilt i skogsområde. Alle desse såkalla moderne aktivitetane er i vel så stor grad avhengig av spesialtilpassa utstyr som av infrastruktur. Men for mange vil dette også avgrense den geografiske utbreiinga, sidan utstyret må transportast til/frå bruksområdet.



Figur 11. Kiting på Hardangervidda nord. Foto: Elisabeth V. Helseth.

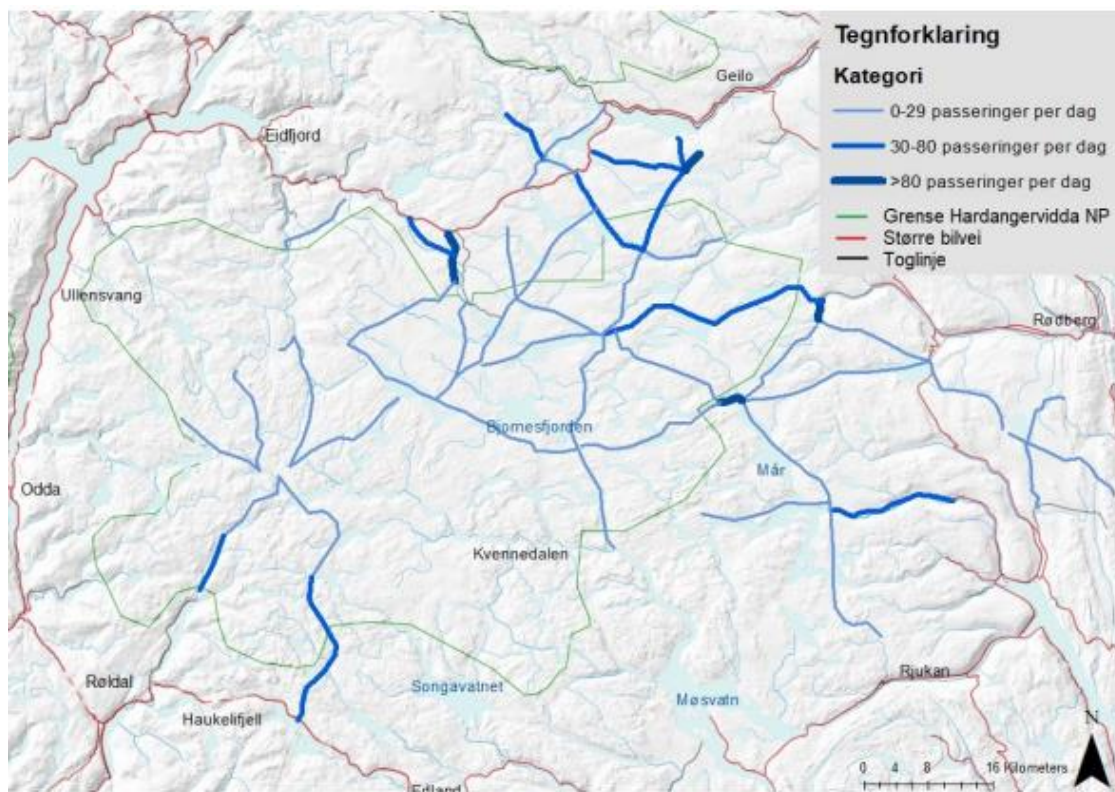
For å omtale forskjellane mellom dei ulike brukarane i villrein fjellet bruker vi eit eksempel frå Hardangervidda. Undersøkingar frå Hardangervidda (Selvaag et al., 2020; Gundersen et al., 2023) viser at lokalfolk og hytteigarar bruker villreinområda på ulikt vis, og at dei også har ulike haldningar knytt til forvaltningstiltak og tilrettelegging. Lokalfolk nyttar i større grad villreinområda til fiske, jakt og landbruks- og arbeidsærend, mens hytteigarane brukar områda meir aktivt til fottur, skitur, bærplukking, topptur, og sykling. Samstundes uttrykker innbyggjarane større interesse for villreinforvaltning enn hytteigarane, og dei meiner også i større grad at turgåarar påverkar villreintrekket og jaktutøvinga. Hytteigarane meiner derimot i mindre grad at turgåarar påverkar villreintrekket og jaktutøvinga, og dei er gjennomgåande meir positive til ulike fysiske tilretteleggingstiltak, som kloppar, informasjonsmateriale, merking av stiar, gapahukar mm. Hytteigarane er samstundes meir positive til konkrete forvaltningstiltak, som stenging av vegar for motorisert ferdsel. Oppsummert viser denne undersøkinga at innbyggjarane legg større vekt på hausting, jakt og beite – aktivitetar som er særleg assosiert med forsynande økosystemtenester. Hytteigarane fokuserer derimot meir på den kulturelle tenesta «friluftsliv». Ein ser også at lokalbefolkninga er meir opptekne av at ferdsel er forstyrrende for villreinen, og ynskjer i mindre grad tilrettelegging for friluftslivrelatert ferdsel i områda.

Her gir vi ei generell oversikt over ferdsel i nokre av villreinområda, inkludert registrering av ferdsel. Desse ferdselsmålingane er relevante for fleire av undertypane av tenester knytt til friluftsliv.

Når det gjeld bruk av landskapa for friluftslivsaktivitetar, er dette kartlagt i mange villreinområde gjennom GPS-merkeprosjekta etter 2009, med for eksempel heildekkande kartleggingar i Forollhogna (Gundersen et al., 2017), Knutshø (Strand et al., 2015), Snøhetta (Strand et al. 2013; Gundersen et al., 2012a ,b,c), Rondane (Strand et al., 2015; Strand & Gundersen 2019), Nordfjella (Andersen et al., 2011; Wold et al., 2012), Hardangervidda (Gundersen et al., 2021; Gundersen et al., 2023), og Setesdal-Ryfylke (Strand et al., 2019). I tillegg er det gjennomført mange brukarundersøkingar i perioden 2016-2020 i verneområde som ligger i villreinområde – som ein del av planane for besøksstrategiar i verneområda (for oversikt sjå Lundberg et al., 2021). Det er brukt ulike metodar av spørjeundersøkingar, intervju, ferdselsteljarar, GPS-studiar og observasjonar for å omtala ferdselen. Resultata frå desse undersøkingane er presentert i dei nemnde rapportane og i internasjonale publikasjonar (til døme Gundersen et al., 2019; 2020). Undersøkingane har tatt sikte på å omtala den romlege fordelinga av turfolk, variasjon i bruken av landskapa over tid, volum besøkande, type aktivitet og karaktertrekk ved dei besøkande (Gundersen et al., 2022). På generell basis har ferdselen på innfallsportar til villrein fjellet auka i

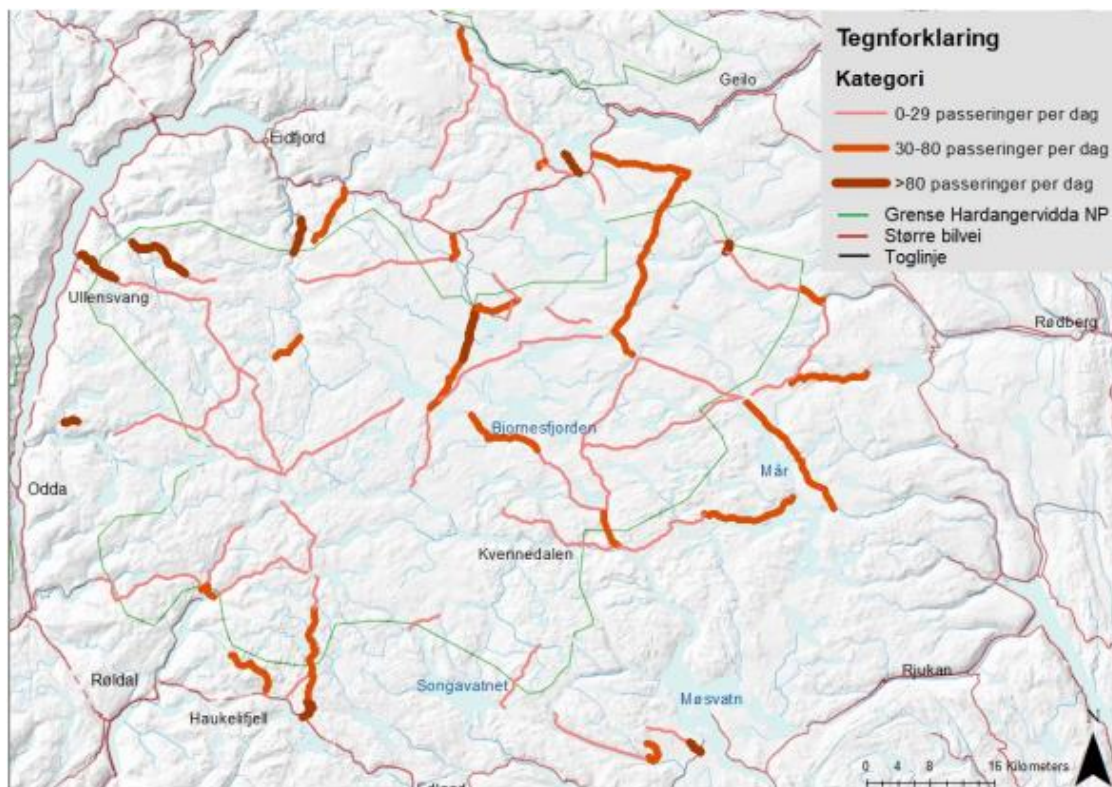
perioden 2009-2023, og dette skuldast i all hovudsak auka dagsturisme frå besøkande og hyttefolk. Fleirdagsturar lengre inn i fjellet har vore meir stabilt.

Gjennom ferdselsteljarar på Hardangervidda både sommar- og vintersesongen 2017 – 2019, er det registrert mest ferdsel i randområda, men også inne i villreinområdet (Gundersen et al., 2021, **Figur 12**). Det er målt tal passeringar på meir enn 60 ulike teljelokaliteter innanfor villreinområdet, og ein ser at dei fleste passeringane skjer i dei fire sommarmånadane juni til september (87 % av den totale ferdselen), i tillegg til i påskeveka (Gundersen et al., 2021). I vintersesongen 2018 (målt 28. februar til 28. april) vart det målt dagsgjennomsnitt frå 18 passeringar per dag til 102 passeringar per dag (påskeveka) på løypa frå Finse til Krækkja.



Figur 12. Gjennomsnittlig daglege ferdselstall på målte løypesegment i perioden 28. februar til 28. april i 2016 til 2019. Dei mørkeblå strekane viser løyper med meir enn 80 passeringar pr dag. (Figur henta frå Gundersen et al., 2021).

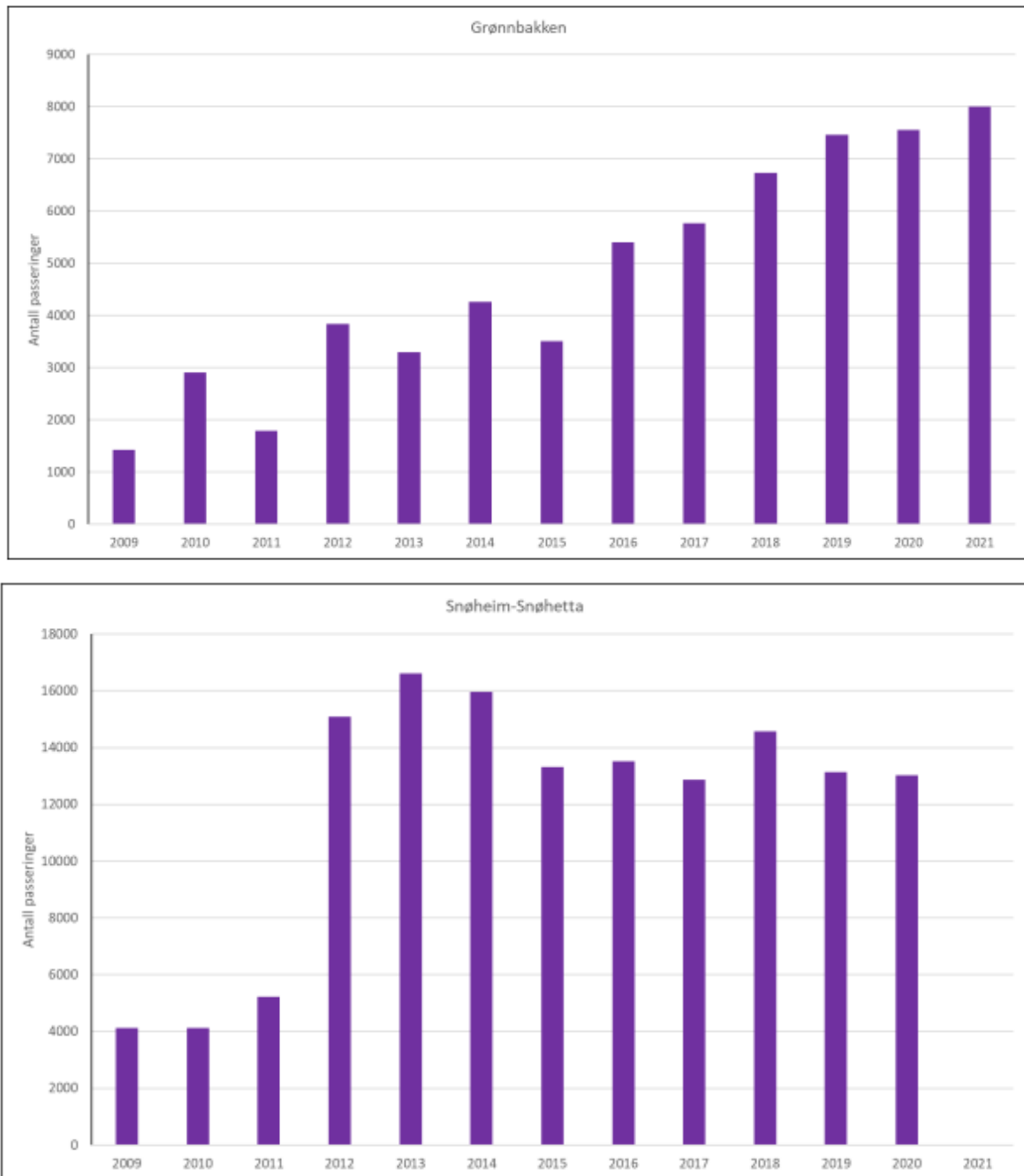
For sommarteljingar i perioden 2016 til 2019, vart det registrert totalt 332 307 personar som passerte 67 teljarar i perioden 1. juli til 1. oktober 2017, og tilsvarende 354 949 personar på 59 teljarar i 2018, derav 152 437 og 142 206 personar som passerte stien inn mot Trolltunga (Gundersen et al., 2021; **Figur 13**).



Figur 13. Gjennomsnitt for dagleg antall passeringar per stisegment målt frå starten av juli til starten av oktober. Dei tjukkaste strekene illustrerer stiar med meir enn 80 passeringar dagleg i perioden (figuren er henta frå Gundersen et al., 2021).

Gjennomsnittleg tal passeringar for heile Dovre-Sunndalsfjella nasjonalpark er på 48 000 passeringar i gjennomsnitt som tilsvarar ca. 24 000 (+4000) besøkande per år (Gundersen et al. 2013).

Hjerkinn, med Snøhetta villreinområde, er eit av dei områda kor ferdsel og menneskeleg påverknad har vore mest studert, og Hjerkinn er også kjent for det store restaureringsprosjektet av Forsvaret sitt gamle skytefeltet, avslutta i 2020 (Hagen et al. 2022). Hjerkinn har primært to hovudårer for ferdsel inn i villreinområdet; frå Kongsvoll eller Grønnbakken og inn Stropslsjødalen til Åmotshytta, eller Snøheimveien inn til Snøheim og Snøhetta (Gundersen & Rød-Eriksen 2022). Begge desse ferdselssystema fungerer som hindringar for villreinen sin trekkpassasje mellom Hjerkinn og Snøheim/Reinheimen som for villreinen er eit trekk mellom sommar- og vinterbeiteområde (Gundersen & Rød-Eriksen 2022). I dette området er det også ilt dei siste 10 åra gjort ein del tilrettelegging for ferdsel, med Moskusstien, Viewpoint SNØHETTA, og busstransport til og frå Snøheim om sommaren. På vinterstid er det stikka skiløyper frå Kongsvoll til Reinheimen (vinterferien), og vidare til Åmotshytta (påskeferien). Områda frå Grønnbakken og inn mot Moskusstien og Stropslsjalen har hatt ei markant auke i tal besøkande i perioden 2009 til 2021 (frå ca. 1500 til over 7000 besøkande; **Figur 14**), og i ferdselsområde Snøheim/Snøhetta auka tal passeringar frå 4000/5000 i 2010 og 2011, til over 15000 i 2012 då vegen inn til Snøheim, og Viewpoint SNØHETTA stod ferdig (**Figur 14**; Gundersen & Rød-Eriksen, 2022).



Figur 14. Teljardata for passeringar frå Grønnbakken i åra 2009 til 2021 (øvre figur), og i området Snøheim-Snøhetta i perioden 2009 til 2020 (nedre figur; henta frå Gundersen & Rød-Eriksen 2022).

Turgåing

I følgje SSB, svarar 53 % av vaksne i Noreg at dei har vore på minst ein lengre fottur i skogen eller fjellet (lengre enn 3 timar) i løpet av eit år (Dalen & Oppøyen, 2023). Ein kan anta at denne fordelinga er lik for dei som bur i dei 576 338 innbyggjarane i dei 86 villrein fjellområde-kommunane, og at mange dermed nyttar desse områda for fjellturar. I tillegg kjem også deltidsinnbyggjarane (rundt 660 000), og sjølv sagt også alle andre tilreisande (sjå også «reiseliv»). Dette er sjølv sagt usikre estimat. Bruk av områda til turgåing vil variere mykje, m.a. basert på tilgjengelegheit, men det manglar gode data på kor mange som nyttar villrein fjellet til turgåing. I nokre av dei sentrale villreinområda, som Hardangervidda og Snøhetta, har ein ferdselsdata (sjå

eksempel over), som kan bidra med konkrete eksempel på kor mange besøkande det kan være i villreinområda.

Ski (langrenn og alpint)

Svært mange nyttar fjellområda til skigåing (langrenn og turar på fjellski), samt til alpint (enten i alpinanlegg eller frikøyering/toppturar). Turar på fjellski og langrenn er del vinterferdsel i eksempla frå Hardangervidda og Snøhetta. Det er mogleg å hente ut data på alpinanlegg og oppkøyrd skiløyper innanfor villreinområda, tal på bruk/ besøkande, tal på omsetjing/ drift, men vi har ikkje hatt høve til å gjere ei slik samanstilling innanfor rammene av dette prosjektet.

SSB har ein samlekategori kalla «stått på alpinski, snowboard, randonee, eller lignende». I 2021 var det 18,4 % som hadde gjort dette minst ein gong (Dalen & Oppøyen, 2023). Det er sannsynleg at det aller meste av denne kategorien er knytt til bruk av alpinanlegg. Det er noko fleire (19,2 %) som har vore på lengre «skitur i fjell, skog eller mark» (dvs. lengre enn 3 timar). Det er sannsynleg at det aller meste av dette er turar på langrenn-/turski i oppkøyrd eller merkte skiløyper. Når det gjeld utvikling over tid så viser tal for langtur på ski ein jamn nedgang: toppen var i 1970 (over 40 %), i 2011 30 % og den lågaste registreringa i 2021 med nemnde 19 %. Dette er også gjeldande mønster for skiturar generelt, men utslaget er sterkast for lengre skitur. Samlekategorien 'alpint' nådde ein topp i 2011 (26 %) og er no tilbake til nivå fyrst på 2000-talet. Dalen & Oppøyen (2023) gjev ikkje grunnlag for å skilje ut randonne/fjellskiturar/toppturar, frå dei to nemnde kategoriane 'skiturar'/'alpint mm'.

For nærare undersøkingar om korleis folk brukar villrein fjellet for toppturar og liknande, kan det vere relevant å samanstille data knytt til skikøyering utanfor løyper og anlegg, og utanom etablerte løyper og turstiar. For å undersøke omfanget av denne aktiviteten kan det m.a. relevant å undersøke tilgjengelege Strava-data, men vi har ikkje hatt høve til å gjere ei slik samanstilling i dette prosjektet.

Jakt som rekreasjon

Jakt av villrein og rype har viktig betydning som rekreasjonell aktivitet for mange, mellom anna knytt til utøving av tradisjon, friluftsliv og oppleving.

Ifølgje Hjorteviltregisteret er det gjennomsnittleg selt 14933 jaktkort på villrein per år dei siste 20 åra. Gjennomsnittleg tal villreinjegerar per år dei siste 20 åra er 8572. Vi fann ikkje data på salspris per jaktkort, men det er mogleg å gjere eit estimat basert på ein antatt gjennomsnittspris per type kort (3000 kr). Gjennomsnittleg totalverdi jaktkort («tildelte») per år over dei siste 20 år kan då estimerast til 44 MNOK.

I gjennomsnitt er det 11 007 personar som er registrert som aktive småviltjegerar per sesong frå 2019-2020 til 2022-2023 i dei 86 villreinområdekommunane. Av desse oppgir 6 458 personar at dei har jakta på rype. Dersom ein antek at kvar rypejeger i gjennomsnitt jaktar 5 dagar (SSB 2017) og betalar mellom 200 og 300 kr pr dag (anslag basert på prisar frå Inatur) blir den gjennomsnittlege totalverdien pr år for jaktkort mellom 6,5-9,7 millionar kroner. Det vert ikkje skilt mellom lirype og fjellrype i denne statistikken og det er generelt vanskeleg å vurdere i kor stor grad jegerane har jakta innanfor eller i tilknytning til villreinområda.

Som del av verdiskapinga knytt til jakt, vil det også vere aktuelt å kartlegge inntekter knytt til sal av jaktutstyr, overnatting i lokalsamfunn der jaktområda ligg, gaida jakturar mm. (sjå m.a. Strand et al., 2021, Bråtå et al., 2010)

Fiske som rekreasjon

Ein stor del av omsetjinga frå sal av fiskekort går gjennom salskanalen på iNatur, eller gjennom fjellstyra. Vi har vore i kontakt med Inatur, og det er mogleg for dei å produsere ei oversikt over sal av fiskekort i villrein fjellområda, men dette vil krevje ein del ressursar. I tillegg vil det også vere inntekter knytt til sal av fiskeutstyr, overnatting i lokalsamfunn der fiskevatna ligg. Ei meir

eksakt verdivurdering for fiske innanfor villreinområda vil krevje ei eiga kartlegging utover det vi kan levere i denne rapporten.

Hausting av sopp, bær, og andre ville vekstar

Dersom ein tek utgangspunkt i SSB sine tal frå 2021, så er det 42 % av befolkninga som plukkar sopp og bær i løpet av eit år (Dalen & Oppøyen, 2023). Ein kan gå ut frå at denne fordelinga er nokolunde lik for dei 576 338 innbyggjarane i villreinfjellområde-kommunane, i tillegg til deltidssinnbyggjarane (rundt 660 000 personar), og at det dermed er mange som nyttar desse områda til slik hausting (kanskje særleg av molter).

3.3.2. Reiseliv

Private hytter og fritidsbustadar

Dei 86 kommunane i villreinfjellområda har til saman 166 128 hytter. Frå ei vurdering av hytter i dei 10 Nasjonale villreinområda, fann SSB at det i 2019 var 19 057 hytter/ fritidsbustadar innafør villreinen sine leveområde (SSB, 2019) (SSB oppdaterer desse tala desember 2023, og nye tal vil føreligge tideleg i 2024). Samstundes viser ei nyare samanstilling av areal avsett til utbygging i kommunar i Noreg, at den samla tomtereserven innanfor villreinområda i Sør-Noreg utgjør heile 109,2 km² (Blumenrath et al., 2023). Dette utgjør då 8 % av heile den kjente tomtereserven i Noreg. Vidare peiker rapporten på at det «er totalt 3293 planområder som ligger helt eller delvis i villreinenes leveområder, definert som leveområder og funksjonsområder. Tyngdepunkter er fylkene Innlandet, Vestfold og Telemark og Agder.» (ibid.). Med eit samla areal på 50807 km², betyr dette at tomtereserven for utbygging utgjør totalt 0,2 % av areala for villreinområda.

«Felles» hytter og fjellstover

Ein del aktørar, som Den Norske Turistforening (DNT), fjellsyresamanbandet, og Statsskog har hytter og fjellstover i villreinområda som kan reknast som «felles» i den grad at dei er tilgjengelege til utleige for svær mange. Det er sannsynleg at desse aktørane kan bidra med ei oversikt over kor mange av deira hytter som ligg innanfor dei 24 villreinområda i Noreg, og estimat på besøkstal på desse hyttene i løpet av eitt år, men det vart ikkje tid til å lage ei slik samanstilling innanfor rammene for dette prosjektet.

Kommersielle opplevingar

Fjellområda i Noreg er attraktive også i reiselivsnæringa, og det føregår kommersielt reiseliv både inn i villreinfjellet, og i randsonene. Ein av dei store reiselivssatsingane er Nasjonale turistveggar som vert drifta av Statens vegvesen, og som feira 30 års jubileum i år, 2023. Det finst m.a. Nasjonal turistveg Rondane og Nasjonal turistveg Hardangervidda, og sjølv om dette er ein status for gitte vegstrekningar i utkanten av fjellområda, vil dei vere viktige utfartspunkt for ferdsel inn i fjellheimen, og dei vil også være potensielle marknadsføringstiltak for økt ferdsel.

I tillegg er det reiselivssatsingar i regi av DNT (eksempelvis «Opplev Hardangervidda frå hesteryggen», og Snøheim turisthytte på Snøhetta), samt private aktørar som har etablert verksemd inn i villreinområda (sjå mellom anna <https://www.hjerkinn.no/no/opplev>).

Det finst ikkje noko totaloversikt over alle reiselivsaktørane, og særleg private aktørar, som tilbyr moskussafari, eller andre turar inn i fjellet, og vi har heller ikkje hatt høve til å lage ei full oversikt over desse innanfor rammene til denne rapporten.

3.3.3. Stadkjensle

På tvers av dei 86 villreinområdekommunane, er det 576 338 innbyggjarar som har villreinfjellet som sine nærområde. For mange av desse innbyggjarane vil villreinfjellet kunne ha ein stor betydning for stadkjensle, tilhørsle og identitet. For å vurdere villreinfjellet si betydning for stadkjensle er det særleg relevant å gjere undersøkingar blant innbyggjarane i desse kommunane. Samstundes kan villreinfjellet også bidra til stadkjensle, tilhørsle og identitet ut over dei som bur i områda, m.a. for deltidssinnbyggjarne eller andre besøkande. Til liks med forskinga som visar at hytteeigarar og innbyggjarar bruker økosystemtenestene i fjellområda på ulike måtar, er det

her relevant å peike på ulike oppfatningar om fjellområda blant innbyggjarane og dei besøkande. I ein studie av Forollhogna nasjonalpark, finn Gundersen og Rybråten (2022) m.a. at mange av turistane som vitjar denne nasjonalparken ser på området som «villmark», mens dei lokale først og fremst legg vekt på korleis området er knytt til kulturelle tradisjonar og langvarig samanveving mellom folk og landskap. Dette indikerer at fjellområda sin kapasitet til å bidra med stadkjensel vil variere mellom desse gruppene.

3.3.4. Kulturutøving og kulturminne

Seterdrift er ei særskild viktig del av kulturutøvinga i villreinfjellet, som også er tett kopla til beitebruk. Seterdrifta i Noreg har vore i sterk nedgang dei siste 100 åra; rundt inngongen til 1900 var det 100 000 setre i aktiv drift, og i dag er det berre 900 aktive setre att (Stensgaard, 2017). Mange av desse setrene ligg i villreinfjellområda, men vi har ikkje funnet ei oversikt over nøyaktig kor mange. Nokre eksempel på kulturminne knytt til tidlegare tamreindrift i dagens villreinområde, finn ein f.eks. i Setesdal-Ryfylkes villreinområde.

Villrein og villreinfjellet har sidan 2017 hatt eit eige verdiskapingsprogram («Villreinfjellet som verdiskaper»). Dette programmet, som vert forvalta av Miljødirektoratet, har fokus på dei 10 Nasjonale villreinområda som kjelde til brei verdiskaping (kulturell, sosial, økonomisk og miljømessig), med særleg vekt på utvikling av reiseliv. I perioden 2020 til 2023 vart det tildelt 27,48 MNOK til over 50 ulike verdiskapingsprosjekt (Miljødirektoratet, 2023). Mange av desse prosjekta har særleg fokus tradisjonsboren kunnskap knytt til naturarven og kulturminne.

Fjellområde over heile Noreg ber ei mengd av spor etter menneskeleg bruk. Spesielt synlege er dei gamle kulturminna etter villreinfangst. Fangstgroper, rusefangstanlegg, fangstbuer, bogestillingar og lausfunn av for eksempel pilsmissar osv. er funne spreidd i både eksisterande og gamle villreinområde (eks. Jordhøy & Hole, 2020). I tillegg innehar villreinfjella ein mengde andre arkeologiske kulturminne som til dømes spor etter seterdrift, falkefangst, samiske kulturminne og mykje meir. Mange av dei synlege kulturminna er viktige for stadkjensle, identitet, friluftsliv og turisme. Den arkeologiske forskingslitteraturen omkring kulturminne i høgfjellet er stor, og for omfattande å gå inn på i detalj her, men eit godt eksempel som er verd å merke er dei arkeologiske kulturminna knytt til is.

Reinen sine hyppige og føreseieleg opphald på brear og fonner i fjellet har gitt grunnlag for eit rikt sett med kulturminne knytt til villreinfangst. Desse områda har vore svært viktige jaktområde på villrein i tusenvis av år bakover i tid. Som ei følgje av at breane no er i ferd med å smelte vekk så smeltar også spor etter denne aktiviteten fram frå isen i mange fjellområde i Noreg. Nyare undersøkingar av dette materialet er no i ferd med å avdekka kunnskap om eit mangfald av kulturelle økosystemtenester knytt til isen i villreinfjellet (Skar & Rosvold, 2022). Store mengder med svært godt bevarte piler, bogar, skremmepinnar og anna jaktutstyr, som ein gong vart mista i snøen, dukkar no opp igjen under varme somrar med mykje issmelting. Også restar etter reinsdyra sjølv kjem fram i form av eit stort tal funn av bein, pelsrestar og avføring (Rosvold, 2018). Samtidig avslører den store issmeltinga også andre sider ved bruken av innlandsisen, som f.eks. transportårer, for kulturelle aktivitetar osv.

3.3.5. Kunnskap og vitenskap

Norsk villreinsenter (NVS) er ein viktig formidlar av kunnskap om villrein og villreinfjellet i Noreg. Villreinsenteret består av NVS Nord på Hjerkin (som inkluderer Besøksenter villrein og Viewpoint SNØHETTA), og NVS Sør på Skinnarbu. I 2023 var det ca. 23000 besøkende til Viewpoint SNØHETTA. Det finnast ikkje tall på besøkande til utstillinga ved besøksenteret på NVS på Hjerkin, ettersom dette er ei utandørsutstilling som er open for publikum heile døgnet. I tillegg har NVS nettsider og sosiale media som formidlar kunnskap om villrein og villreinfjellet breitt. I 2022 hadde nettsida villrein.no ca. 70 000 besøkande og 226 795 sidevisningar. Når det gjeld sosiale media, nådde innlegg frå NVS i 2022 131 124 brukarar på Facebook, og innlegg på Instagram nådde 61.272 brukarar (pers.meld., NVS). Dei faste naturrettleiarane ved Hjerkin (med konkrete opplegg) hadde kontakt/retteleing med 5 456 personar i 2023 (4 071 i 2022).

Kunnskap om villrein fjellet vert også formidla gjennom andre kanalar, slik som magasinet/årboka Villreinen. Dette magasinet har blitt utgitt årleg i 38 år, i tillegg til temahefter.

Villrein fjellet er også viktig for vitskapleg kunnskapsutvikling. For å eit eksempel på korleis villrein fjellet inspirerer vitskaplege arbeid, gjorde vi eit litteratursøk med mål om å fange opp vitskapleg litteratur som eksplisitt nemner villrein og minst eitt av dei 10 nasjonale villreinområda i tittel, emneord eller samandrag. Søkestrengen var slik:

```
(rangifer tarandus NOT domesticat*) OR (rangifer tarandus AND wild) OR (reindeer* NOT domesticat*) OR "wild reindeer*" OR caribou OR villrein*
AND
Setesdal OR Ryfylke OR Austhei OR Hardangervidda OR Nordfjella OR Reinheimen OR Breheimen OR Ottadalen OR Snøhetta OR Rondane OR Sølknkletten OR Sølknkletten OR Forollhogna OR Knutshø.
```

Til saman fekk vi treff på 60 vitskaplege / tidskriftsartiklar, publisert i perioden 1982 – 2023. Det er særleg ein auke i vitskaplege artiklar om villreinområda dei siste 10 åra (sjå Vedlegg 3). Når ein søker på denne måten, vil det alltid kunne vere relevant litteratur som ikkje vert fanga opp. Det kan være litteratur som er publisert utanom dei mest vanlege vitskaplege publiseringsskanalane, eller arbeid der f.eks. informasjon om villreinområde er nemnd i artikkelen sin hovuddel og ikkje i tittel, emneord eller samandrag. Spesielt det siste har medført at mange artiklar om villrein, inkludert artiklar sitert i denne rapporten, ikkje har kome med i vår liste.

3.3.6. Religion og åndelege verdiar

Villrein fjellet gir viktig bidrag til religion og åndelege verdiar, men vi har ikkje høve til kartlegge denne tenesta innanfor rammene til dette prosjektet, ut over nokre generelle vurderingar av fjellet si rolle for denne tenesta. Med unntak for samisk religion og tradisjon så er religiøse manifestasjonar i fjellet i Noreg meir sjeldne. Dette til skilnad for t.d. austlege religionar (Japan m.fl.) der heilage fjell er velkjente fenomen. Men det finst norske kommunar der kyrkja og kyrkjelydar har etablert nyare altar og krossar i fjellet, ikkje minst knytt til stader der omkomne folk vart funne. Slike er det t.d. fleire av i Øyerfjellet (Øyer kommune), innafor sin del av Rondane villreinområde. Her er det også sett opp steinaltar på fjellet Lyngen og på Åstkjorkja. Det er årlege messer ved desse fjellaltera og ved fleire av gravene. For denne kommunen (som alle Gudbrandsdalskommunar) er nok bygdefolkets historiske bruk av og forhold til fjellet (setring, slått, jakt og fiske), og gamle ferdselsruter til/frå Østerdalen sjølve grunnlaget for ei slik (også religiøs) markering.

Det også relevant å nemne fleire norske pilegrimsleier som går over fjell og gjennom villreinområde. Den mest kjende (og brukte) er pilegrimsleia opp Gudbrandsdalen, over Dovrefjell og vidare nordover mot Nidarosdomen – sjølve målet for vandringa. Også gjennom Forollhogna går det pilegrimslei, og med det same målet. Ei anna pilegrimsrute går over Haukelifjell (om lag der villreinområdet Setesdal-Ryfylke møter villreinområdet Hardangervidda); her er turmålet Røldal kyrkje.

Det er ei vanleg folkemeining at pilegrimsvandring primært har/må ha eit religiøst motiv. Ei spørjeundersøking om motiv for å vandre Gudbrandsdalsleia avkrefta langt på veg dette (Vistad et al., 2020). Det er viktigare for folk (i nemnde rekkefølge) å vandre langt, å gå sakte, å kunne glede seg i naturen, å ha ein indre refleksjon, å møte lokal kultur og folk – og så kjem den religiøse dimensjonen. Det kom også tydeleg fram at fenomenet 'åndeleg' både blir oppfatta religiøst og ikkje-religiøst (alle har eit behov for å reflektere over livet) (ibid.).

3.4. Regulerande tenester

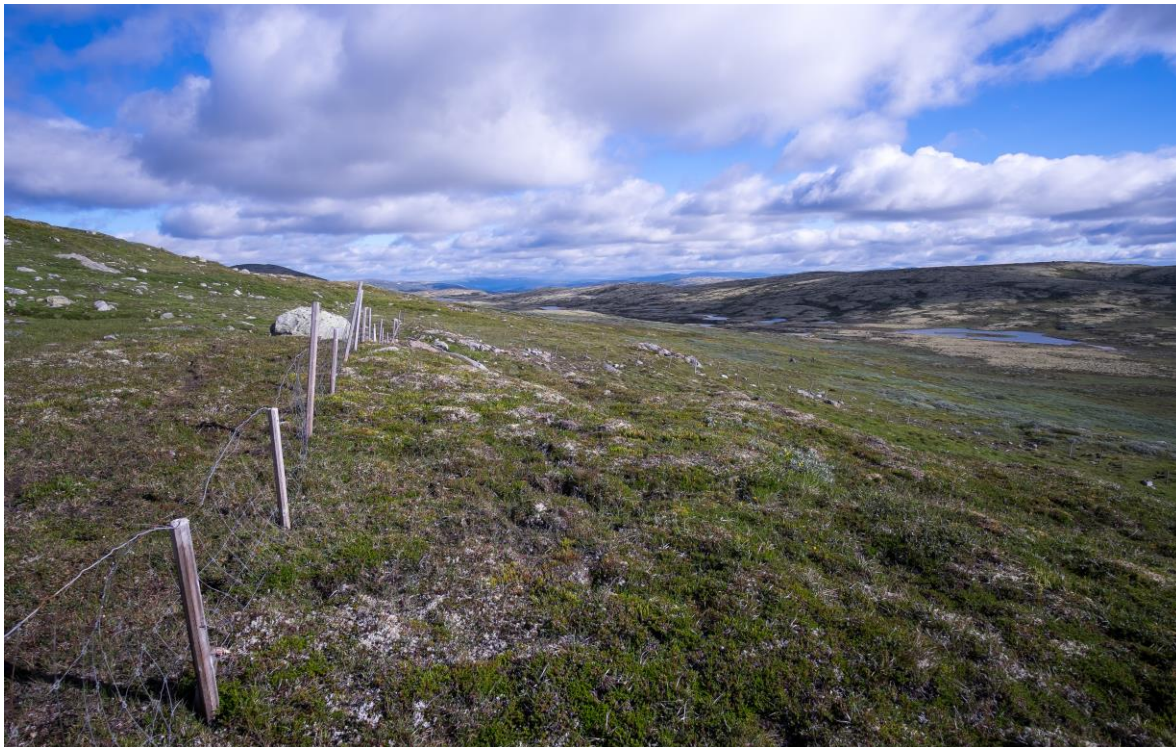
3.4.1. Opptak og lagring av karbon

Mengda karbon som blir lagra i eit økosystem vert bestemt av balansen mellom karbon som fangast gjennom primærproduksjon kvart år, og det som går tapt i nedbryting, brann, utvasking, o.l. Dersom nettobalansen (Net Ecosystem Exchange) er negativ, vil økosystemet fjerne karbon frå atmosfæren og akkumulere karbon over tid.

Norske fjelløkosystem gir eit betydeleg bidrag (ca. 22 %) til karbonlagring i norske økosystem. Sjølv om mengda karbon lagra per areal er relativt liten i fjelløkosystema, så dekker fjellet store deler av landet. Villreinfjellet utgjer 15,7 % av Noreg sitt fastlandsareal, noko som indikerer at delen av karbonlageret som finst på villreinfjellet er betydeleg. Det er anslått at ca. 256 Tg karbon er lagra i fjelløkosystem dominert av buskar, 351 Tg i alpin hei og 101 Tg i engliknande vegetasjon (Bartlett et al., 2020; Kyrkjeeide et al., 2020). Mengda karbon i kryosfæren (isbrear, permanent snø, og permafrost) er svært usikker, og den er estimert å vere mellom 0,01 og 90 000 Gg karbon. Når det gjeld arealfordeling innanfor villreinområda (**Figur 6**), er det viktig å vere merksam på at det også finst *myr* og *skog* innanfor områda, som kan utgjere viktige areal for karbonopptak- og lagring. I vår vurdering av opptak og lagring av karbon har vi søkelys på fjelløkosystem.

Karbonbalansen i fjelløkosystemet vert påverka av fleire drivarar. Arealendring, særleg knytt til (hytte)utbygging, kan føre til at karbon lagra i bakken og vegetasjon vert frigjort. Der vegetasjonen vert fjerna, fører ein reduksjon i primærproduksjon til eit ytterlegare tap i årleg karbonopptak. Klimaendringar påverkar balansen mellom karbonopptak og -utslepp på fjellet på fleire måtar. Ein direkte effekt kan vera at auka temperatur og endringar i snømengda forårsakar tining av permafrost og dermed utslepp av meir karbon. Auka temperatur og reduksjon i seterdrift fører også til ei auke i buskar og trær på fjellet, som er forventa å auke det overjordiske karbonlageret. Samstundes kan det at trær og buskar koloniserer alpine heier, også bidra til å redusere mengda karbon som vert lagra under bakken (Bartlett et al., 2020; Kyrkjeeide et al., 2020).

Store beitedyr som (vill)rein vil kunne påverke vegetasjonsstruktur og -sammansetning som følgje av selektivt beite, trakk, og gjødsling, noko som også har betydning for karbonkretsløpet. Eit klassisk eksperimentet for å teste effekten av beitedyr inneber å halde beitedyr borte frå nokre område, og så samanlikne med område der det har vore aktiv beiting (**Figur 15**). Slike studiar tydar på at effektar av beiting er forskjellig per lokalitet, men generelt kan ein oppsummera med at rein (inkl. tamrein) opprettheld vegetasjon i fennoskandiske subarktiske områder i ein tilstand med låg biomasse med redusert førekomst av lav og lauvfellande høge buskar (Stark et al., 2022; Sundqvist et al., 2019). Det er viktig å påpeika at slike ekskluderingsstudiar ikkje viser effekten av beiting på generell basis, men av plutsleg opphøyr av beiting i eit økosystem som er danna over mange tiår med påverknad av beitedyr. I ein studie langs ein gradient i historisk beitetrykk av villrein i fire villreinområde (Ottadalen, Snøhetta, Rondane, og Nordfjella), fann Vistnes & Nellemann (2008) at moderat beiting av villrein rettnok fører til eit plantesamfunn med redusert biomasse, men at artsmangfald av lav, mosar, og planter var større. (Dette kan tolkast som at rein reduserer karbonlagring, men det kan vere slik at det finnast meir karbon i bakken når vegetasjonen vert beita på).



Figur 15. Beiteeksperiment i Forollhogna. Større beitedyr (sau og villrein) har vore utestengde frå området til høgre for gjerdet. Foto: Ruben E. Roos/NINA).

Gjennom vegetasjonsendringar påverkar store beitedyr også artssamansettinga av mikroorganismar i jorda og dermed nedbrytingshastigheita av organisk material (Stark et al., 2022). Komplekse økologiske interaksjonar, og interaksjonar med ulike klimafaktorar, gjer det vanskelig gjere ei generell vurdering av i kva grad villrein bidreg positivt eller negativt til karbonlagring i fjellområda. Eventuelle endringar i karbonbalansen knytt til rein vil variere, avhengig av lokalt klima, økologiske interaksjonar, andre beitedyr og påverknadsfaktorar osv.

3.4.2. Næringsstoffkretsløp

Primærproduksjon på fjellet er ikkje berre avgrensa av eit kaldt og tøft klima, men også av mangel på næringsstoff som nitrogen og fosfor. Fosfor skil seg mellom anna frå karbon og nitrogen ved at det ikkje finnst i atmosfæren. Fosfor er bunde opp i stein og sedimentære førekomsstar, der det vert frigjort ved forvitring og utvasking (og gruvedrift). Lav er viktige pådrivarar av forvitring av bergartar (Porada et al., 2014). I terrestriske system kan input frå marine næringsstoff (gjerne gjennom sjøfugl) vere viktig, men dette er truleg meir aktuelt for arktiske område enn villrein fjellet. Mykorrhizasopp bidreg til opptak av fosfor i karplanter også på fjellet.

Villrein kan bidra til næringsstoffkretsløpet gjennom beite og avføring (fordeling av næringsstoff), samt kadaver frå døde dyr (kortvarige input av mykje næring på lokalt nivå).

Studiane på Finse viser at temperaturauke har lite effekt på vegetasjonssamansetting, men at gjødsling med både nitrogen og fosfor har store og langvarige effektar på vegetasjon og botndyr (Hågvar et al., 2009, Olsen et al., 2014, Roos et al., 2020). Beiting kan påverke disse effektane.

Isøkosystem er i utgangspunktet relativt næringsfattige område, med låg primærproduksjon (Hodson et al., 2008). Isen vert tilført næringsstoff gjennom tre ulike prosessar: vindblåst materiale, mikroorganismar som lev på isen og større dyr som besøker områda. Mineralstøv, pollen, plantedelar, insekt og edderkoppar vert frakta opp med vinden frå andre økosystem og vert så

avsett på isen. Dette tiltrekk og tilbyr lett tilgjengelig mat til fleire større organismar som alpine edderkoppar og fuglar som beitar på brear og fonner i sommarhalvåret. Det kjølege miljøet som isen tilbyr tiltrekk eit variert samfunn av større fuglar og pattedyr, som igjen fraktar med seg og avset næringsstoff til isen i form av møkk, fjær og hår, og nokre gongar også heile daude dyr (Rosvold, 2016). Til samanlikning med isøkosystem i mange andre delar av verden så vert isen i Noreg mykje meir aktivt oppsøkt av større organismar som spesielt reinen. Reinen er difor ein betydeleg bidragsytar av næringsstoff til isøkosystem i Noreg. Dette er truleg ei av årsakene til at det er ein uvanleg høg diversitet av enkelte mikroorganismar i isen i Noreg samanlikna med andre delar av verda. Det er også eit potensialet for at isen kan innehalde gamle patogen som kan vakne til liv igjen, samt viktige data knytt til antibiotikaresistens.

3.4.3. Moderering av ekstreme vêrhendingar

Fjellområda som utgjer villrein fjellet i Noreg kan spela viktige rollar i moderering av ekstreme vêrhendingar, mellom anna gjennom at vegetasjonen i fjelløkosystema bind jorda og reduserer risiko for jordskred. Vurderingar av kapasitet og bruk knytt til fjellområda si rolle i moderering av ekstreme vêrhendingar bør gjennomførast i geografiske spesifikke område, der ein mellom anna vurderer samspelet mellom busetnad og ulike regulerande funksjonar i fjellet. Vi har ikkje hatt høve til å gjere slike lokale eller regionale vurderingar som del av dette oppdraget, men vi tilrår at dette vert gjort, m.a. i tråd med metodikk for biofysiske vurderingar utvikla som del av SEEA ES systemet for naturrekneskap i Noreg.

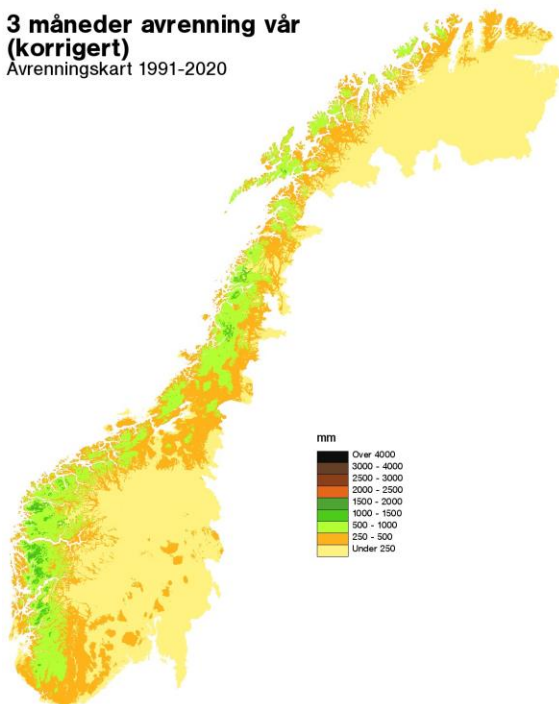
3.4.4. Vasskretsløp

Vasskretsløpet i fjellet, og vassstilføringa ut frå fjellet, er prega av variasjonar i nedbørsforhold, men også av snø- og ismelting. Det generelt kalde klimaet, med årleg gjennomsnittstemperatur på under null grader, gjer at både brear og permafrost er vanlege i høg fjellet og påverkar avrenninga. Fjellområde på kysten har meir nedbør, både som regn om sommaren og snø om vinteren, samanlikna med fjellområde i innlandet. Dette gjer at isbreane på kysten ligg lågare enn isbreane lengre inn i landet. Omvendt finner vi permafrost lågare i høgde over havet i innlandet samanlikna med fjellområde ved kysten, da vinterkulda går djupare i bakken i innlandet samanlikna med kystfjella på grunn av kaldare vintrar og mindre snødekke.

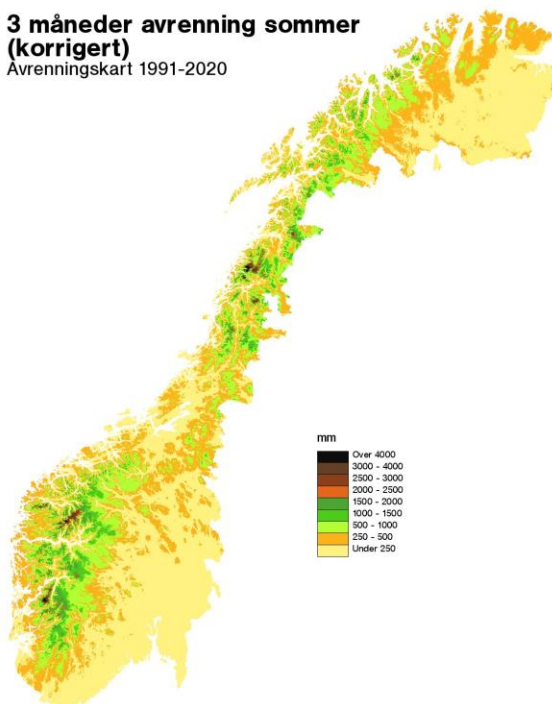
Nedbørsforholda har endra seg gjennom dei siste tiåra. Normalen i perioden 1961 – 1990 og i perioden 1991 – 2020 viser ei generell auke i nedbørsmengd vinterstid, men også delvis på sommaren. Hausten har derimot blitt tørrare (Norsk Klimaservicesenter, 2023). Høg fjellet i Sør-Noreg har gjennomsnittleg avrenning på 1000 mm, sjølv om det er store variasjonar spesielt i øst-vest-gradient (**Figur 16**). Det største bidraget frå villreinområda er om sommaren. I vestlege fjellstrøk har avrenninga generelt auka med 4,4 % i perioden 1991-2020 samanlikna med perioden 1961-1990, mens avrenninga i innlandet har minka i den same perioden. Dette skuldast at innlandet har hatt høgare temperaturar og auka fordamping (evaporasjon; Beldring et al. 2022).

Den viktigaste hydrologiske effekten av høg fjell er endra sesongfordeling av avrenninga, der det har vist seg å vere ein mindre utprega vårflaum og høgare vassføring gjennom sommaren enn tidlegare. Dette skuldast til dels omfordelinga av snø og endra smelteforhold i høg fjellet. Permafrost vil også medføre at noko av smeltevatnet refryser på og i bakken, slik at avrenninga vert forsinka. Breane i fjellområda gir også eit bidrag til avrenning seinare på sommaren. Høg fjellsområda fungerer dermed delvis som 'vasstårn', gjennom å avgje lagra vatn over ein større del av sommarsesongen (pers med. Ivar Berthling, NVE).

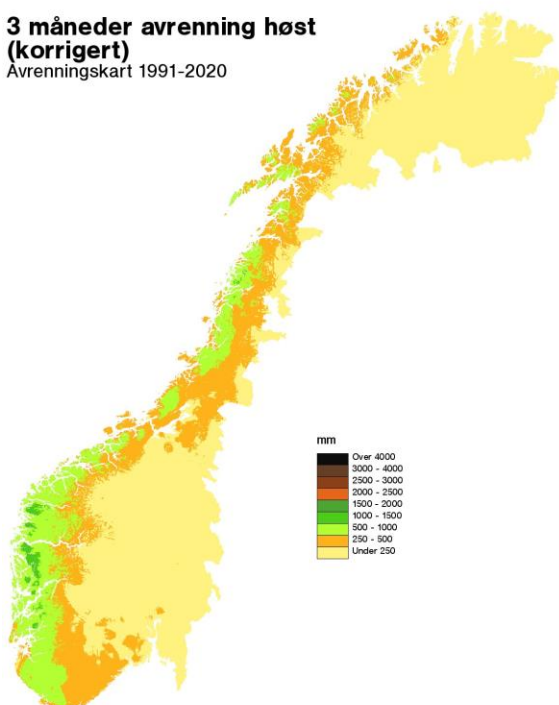
**3 måneder avrenning vår
(korrigert)**
Avrenningskart 1991-2020



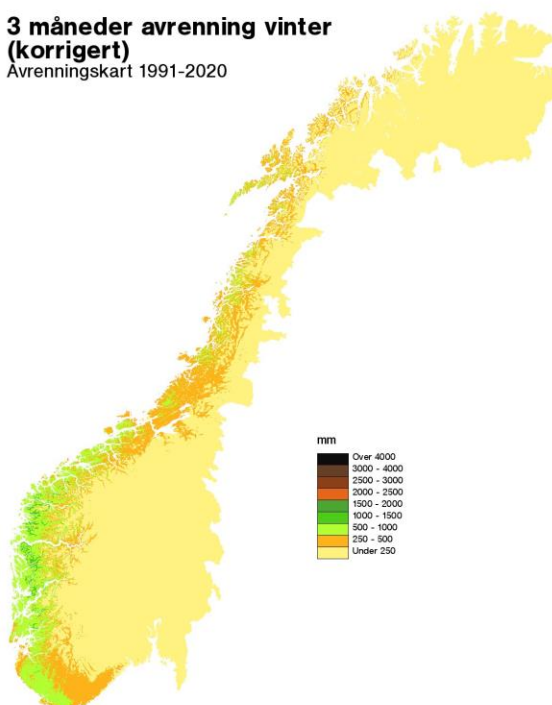
**3 måneder avrenning sommer
(korrigert)**
Avrenningskart 1991-2020



**3 måneder avrenning høst
(korrigert)**
Avrenningskart 1991-2020



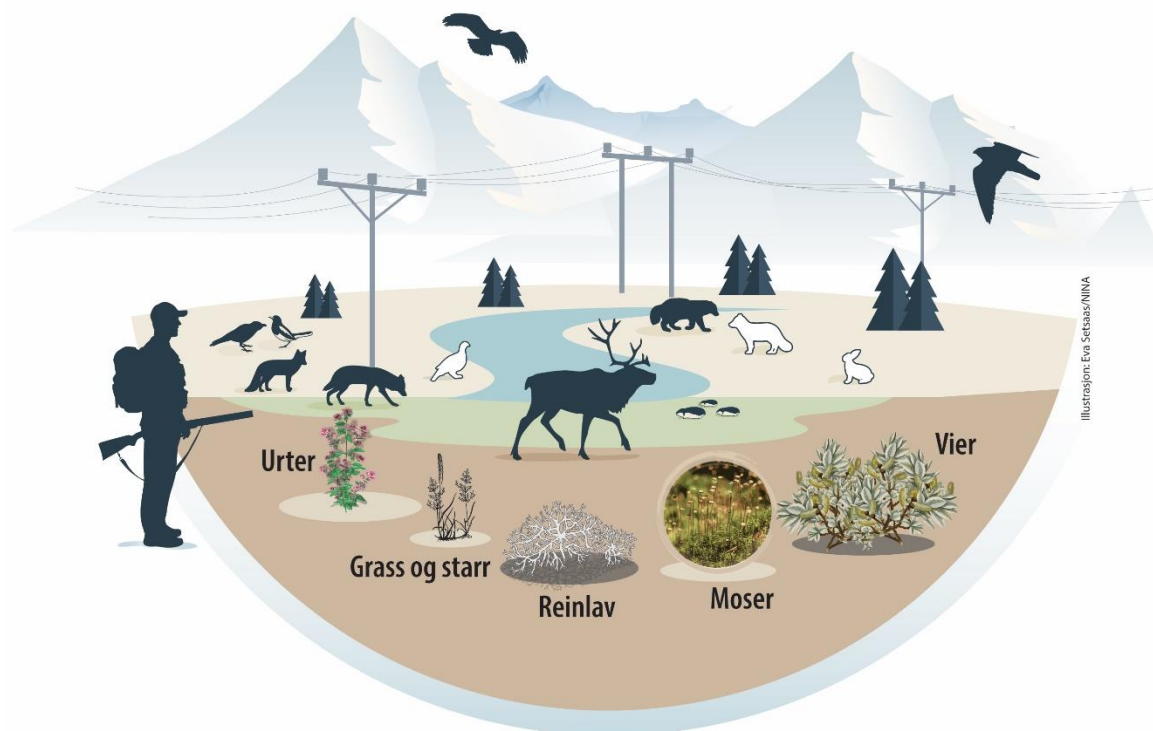
**3 måneder avrenning vinter
(korrigert)**
Avrenningskart 1991-2020



Figur 16. Avrenningskart for Norge for perioden 1991-2020 fordelt på fire sesonger. Illustrasjonen er basert på Beldring et al. 2022, NVE.

3.5. Støttande tenester – habitat for artar

I dette avsnittet omtalar vi først villrein fjellet si rolle som habitat for villrein og ein del andre artar, inkludert innlandsisen si unike rolle som habitat i villrein fjellet. Vidare omtalar vi økologisk tilstand i norske fjelløkosystem, samt betydninga av inngrepsfrie naturområde for villrein og andre artar. **Figur 17** gir ei oversikt over nokre av dei ulike artane som samspekar i villrein fjellet.



Figur 17. Illustrasjon over ulike artar som har habitat i villrein fjellet (samt infrastruktur og forvaltning).

Habitat for villrein

Villreinen i Noreg er svært knytt til fjellet, sjølv om den i enkelte område trekker ned i skogen vinterstid for å beite i skogen. Tilgangen til lavbeite vinterstid sett grenser for kor store dei lokale villreinbestandane kan vere (Kjørstad et al., 2017) og det er eit sentralt mål for forvaltninga å halde bestandane på eit så lågt nivå at lavbeita opprettheld god vekst og unødig beiteslitasje, også med det stabile bestandsnivået.

Reinen har eit nomadisk levesett der den trekkjer frå funksjonsområde til funksjonsområde gjennom året, frå vinterbeite, til kalvingsland, til sommar- og haustbeite, osv. som er sterkt påverka/styrt av klimatiske forhold (som snødjupne, snøsmelting, helingsretning og groing). Områdebruket ser ut til å gå i syklusar (gjerne over fleire tiår), noko som sannsynlegvis er naudsynt for at dei saktevoksende og skjøre lavbeita skal bestå. Der det er naturleg er lite lav, nyttar reinen urter, gras og halvgras i større omfang, som kan vere ytterlegare ei avgrensing då slike vekstar berre har halvparten av næringsinnhaldet vinterstid (Storeheier et al., 2002).

Første klassifisering etter kvalitetsnorm for villrein (Rolandsen et al., 2022) viser at ingen av dei 10 Nasjonale villreinområda blir kvalifisert som gode (grøne), fire fekk klassifisering middels (gul), og seks blei kvalifisert som dårleg (raude; Rolandsen et al., 2022) (**Tabell 1**, kap. 1.2.1).

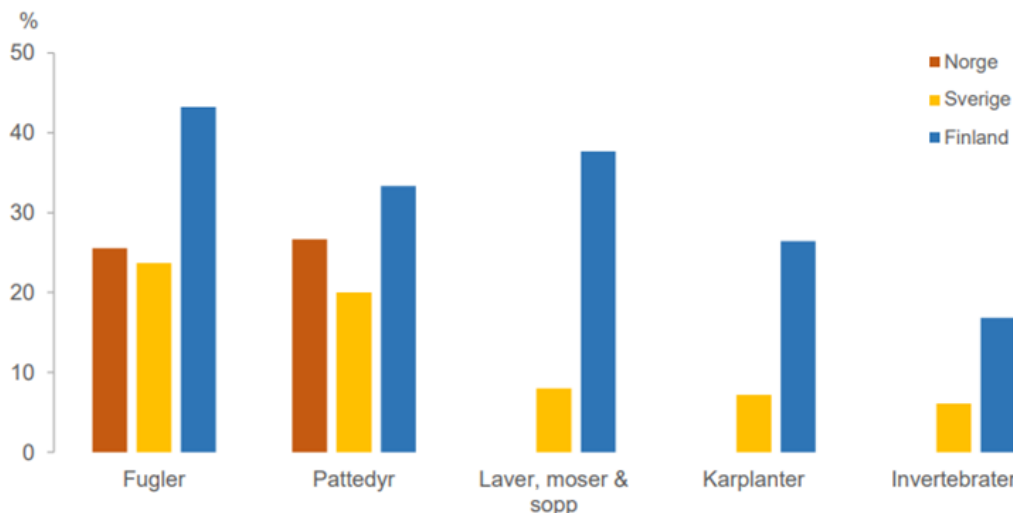
For lavbeite var det berre Sølnekletten og Knutshø som fekk god kvalitet, mens dei andre åtte nasjonale områda fekk middels kvalitet. Ser vi på målparameteren funksjonell arealutnytting så er den redusert i fem av ti bestandar. I fire område er det middels utnytting av eigna areal, mens det på Hardangervidda er låg utnytting av arealet som vert vurdert som eigna villreinhabitat. Mangel på funksjonelle trekkpassasjar mellom attraktive beiteområde, er ei utfordring i alle dei ti vurderte villreinområda, og vart i fire av områda (Snøhetta, Rondane, Nordfjella, Setesdal-Ryfylkeheiene) vurdert som dårleg (raudt) (sjå Rolandsen et al., 2022). I fleire område skuldast dette truleg redusert bruk av trekkpassasjar, og/eller at reinen unngår visse område grunna tekniske inngrep og menneskeleg aktivitet, som reduserer fjellet sin kapasitet til å vere habitat for villrein.

Habitat for andre arter

I tillegg til villreinen, er villrein fjellet i Noreg også habitat for mange artar. Vi gjer ikkje noko fullstendig opplisting av artar fordelt på ulike naturtype innanfor hovudøkosystem fjell her, men brukar den digitale filtreringsfunksjonen i raudlista (<http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>) til å lage ei kort opplisting knytt til førekomst av raudlista artar i fjellet.

Artsmangfaldet er relativt lågt i fjellet, og det er også tal trua artar. I Norsk raudliste for artar frå 2021 er 174 fjellartar (28 % av vurderte artar) vurdert som trua, samanlikna med 1315 trua artar (32 % av vurderte artar) tilknytt fastmarksskogsmark og 283 artar (21 % av vurderte artar) tilknytt våtmarkssystem (Artsdatabanken, 2021).

Dei trua fjellartane omfattar: karplanter (55 artar) og mosar (77 artar), samt 37 fugleartar (av totalt 91 vurderte), og dei store pattedyra villrein, bjørn, jerv og fjellrev (ulv reknast ikkje lengre å tilhøyra fjelløkosystemet). Insekt og andre invertebratar utgjer ein svært stor del av arts mangfaldet og dei bidreg med ei rekke økologiske funksjonar, som pollinering og nedbryting av organisk materiale. Filtrering på fjell i den digitale raudlista 2021 (sjå **Figur 18**) viser at 53 av totalt 254 vurderte artar av insekt er vurdert å være trua. Datavurderinga for insekt vert vurdert som svært mangelfull, og det er forventa at resultatane frå den nasjonale insektovervakinga kan gi datagrunnlag for utvikling hos fleire relevante grupper av insekt, for m.a. ulike funksjonelle grupper etter næring eller habitat. Nasjonal insektovervaking er foreløpig ikkje planlagt for fjellet.



Figur 18. «Del trua (CR, EN, VU) fjellartar av totalt tal vurderte fjellartar per artsgruppe for Noreg, Sverige og Finland. Merk at for Noreg er del av nokre artsgruppe (lav, mose og sopp, karplanter, invertebratar) ikkje inkludert, då klassifisering på hovudhabitat ikkje er komplett», Figuren er henta fra rapporten Økologisk tilstand fjell (Framstad et al. 2022).

Fjellet er også lemenet sitt viktigaste habitat. Både lemen, andre smånagarar og insektartar som bjørkemålarar kan ha svært store variasjonar i bestandstettleik, frå 3–4 til 10 års mellomrom

(Ehrich et al., 2020, Nilssen et al., 2007). Desse regelmessige endringane i bestandane av smågnagarar og insekt har stor effekt på resten av fjelløkosystemet. Vegetasjonen på bakken eller lauvet på trer og buskar blir kraftig beita ned (Olofsson et al., 2012), noko som aukar lystilgongen på bakken og frigjer næringsstoff. Hard beiting som dette opnar for spiring av frøbanken i jorda, og resulterer i auka artsdiversitet i plantesamfunna (Nystuen et al., 2014). År med mykje bjørkemålarar fører til meir grasdominans i vegetasjonen, som igjen kan påverke smågnagarbestandane (Jepsen et al., 2013). Fuglar og pattedyr som lever av smågnagarar eller insekt, får ekstra stor næringstilgang og dermed høg overleving og reproduksjon dei åra det er høg tettleik av byttedyr. Då unnlét dei gjerne å jakte på andre, vanskeleg tilgjengelege byttedyr, som i sin tur overlever betre, slik som rype og andre bakkehekkande fuglar – og vise versa når det er låge førekomstar.

Lemenet er svært knytt til snøleiesamfunn der snøen samlar seg om vinteren, mens det er mindre habitatspesifikk sommarstid. Eit tjukt og varig snølag om vinteren gir godt vern mot låge temperaturar, noko som gir god livsmoglegheit for lemenet som beitlar på mose i snøleia under snøen. Men klimaendringar med mindre snødekke og regn på snøen vinterstid trugar denne nøkkelarten sin eksistens. Auka førekomst av harde snølag og is, kan redusere førekomsten av smågnagarar betydeleg (Kausrud et al., 2008, Ims et al., 2008), noko som kan få stor innverknad på førekomstane av spesialistpredatorar som fjellrev, fjellvåk, fjelljo og snøugle, som særleg lever av smågnagarane (Ims et al., 2017). Reduserte førekomstar av lemen vil truleg også få store konsekvensar på utforminga og diversiteten i plantesamfunnet.

Fjellreven er som reinen ein karakterart for fjellet, som tradisjonelt vore kjelde til forsynande tenester gjennom pelsverk som gav viktige inntekter til bønder i fjellbygdene. I Skandinavia i dag er fjellreven først og fremst ei kjelde til oppleving og glede for mange. Artens utbreiing trugast mellom anna av auka utbreiing av raudreven i fjellet (Elmhagen et al., 2017). Fleire studiar peikar på at moderne infrastruktur (t.d. vegar, kraftleidningar, vindturbinar og hytter) med tilhøyrande menneskeleg aktivitet medfører auka aktivitet av generalistpredatorar (sjå f.eks. Selås et al., 2010, Rød-Eriksen et al., 2020). Høg tettleik av tamrein i dårleg kondisjon kan og medføre høg tettleik av generalistpredatorar (Henden et al., 2014). Enkelt forklart heng dette saman med at der det er menneskeleg aktivitet, er det også lett tilgjengelege matressursar (langs vegar: påkøyrd småvilt, fuglar og insekt, under kraftleidningar og vindturbinar: fuglar som dør i møte med slike, samt søppel og matavfall både langs vegar, stiar og hytter). Slike ressursar vert i økologisk samanheng kalla for subsidiar, og reknast som tilførde matkjelder i økosystemet. Slike matkjelder stabiliserer næringsgrunnlaget i eit elles marginalt høgfjellsøkosystem der det i utgangspunktet er for barskt til at raudreven kan ha fast tilhald. Auka ressursgrunnlag fører til at fjellreven mistar sitt fremste fortrinn; å være tilpassa det marginale høgfjellet.

Fuglar i fjell og fjellnære område i Norden er i sterk tilbakegang (Lehikoinen et al., 2019), inkludert m.a. fjellrype, lirype og lappspurv (Framstad 2015), men i mindre grad spurvefuglar som overvakast gjennom TOV-E (Kålås et al. 2020). For mange av trekkfuglane kan nedgangen forklarast av endringar utanfor Noreg, men også av lokal klimaendring (Lehikoinen et al., 2014, 2019). Sterk nedgang i førekomsten av rypefuglane kan også skuldast auka predasjon gjennom auka førekomst av generalistpredatorar. Studiar frå fjellovergangane i Sør-Noreg viser auka predasjon langs vegane over fjellovergangane på Hardangervidda og over Dovrefjell, der det også er høgare tettleik av raudrev og kråkefuglar (Rød-Eriksen et al., 2020). På same måte som raudreven, vert kråkefugl favorisert av tilførde matkjelder knytt til infrastruktur og menneskeleg aktivitet.

Begge desse eksempla er døme på det som i økologien kallast *kaskadeeffektar*, eller kjede-effektar (**Figur 19**). Éi endring fører til ei anna endring som igjen fører til ei tredje endring. Gjennom å oppretthalda funksjonelle villreinhabitat, med få tekniske inngrep, sikrar ein habitatet for fleire av karakterartane og biomangfaldet i fjellet. Villreinen har slik ein støttande funksjon for andre artar.



Figur 19. Illustrasjon av potensielle økologiske kaskadar frå søppel og matavfall langs veg. Illustrasjon: Lars Rød-Eriksen, NINA.

Innlandsisen unik for villrein fjella

Innlandsisen er i seg sjølv attraktive habitat for eit breitt spekter av organismar (**Figur 20**). Overraskande rike samfunn av mikroorganismar har blitt funne på overflata av innlandsisen, i små luftbobler inne i sjølve isen og faktisk djupt nede under isdekket (Stibal et al., 2020). Desse utgjør eit av fundamenta for særneigne og komplekse alpine isøkosystem, med ein betydeleg primærproduksjon som danner grunnlaget for små islevende virvellause dyr som spretthalar, hjuldyr og bjørnedyr. Mange av desse små organismane lever heile sin livssyklus på isen og er avhengige av isen for å overleve.

Isen tiltrekkjer og utgjør temporære leveområde også for fugl og pattedyr i fjellet. Bruken av isen for større organismar er relativt lite studert og i stor grad underrapportert. På verdsbasis er det vitenskapelig omtale av over 40 artar som aktivt bruker innlandsisen, og 16 av desse finnast også i Noreg (Rosvold, 2016). Reinen er ein av artane som aktivt besøker og oppheld seg på brear og fonner. Spesielt om sommaren og tidleg haust nyttar reinen mykje tid på isen for å få lindring for både varme dagar og plagsame insekt (Anderson & Nilssen, 1998; Hagemoen & Reimers, 2002). Enkelte brear og fonner har såpass stor tiltrekkingskraft på reinen at dyra kan opptre der i svært tette samlingar. Fjellrypa er ein anna art som oppsøker isen. Som reinen bruker den isen til å kjøle seg ned, men den og andre alpine fuglar beiter også på insekt og frø som har blåst opp og som ligg lett synleg på den lyse overflata (Kaisila, 1952; Pedersen et al., 2014). Det er også kjent at isen er viktig for jerven (spesielt jervtisper med ungar) for å lagre mat over sommaren (Inman et al., 2012).

At isen er ein viktig del av høgfjellet for mange alpine dyr kjem til syne gjennom dei store mengdene av dyrerestar (fjær, pels, møkk, bein og mumifiserte dyr) som har blitt avsett i isen gjennom tusenvis av år, og som no smeltar ut av isen i Noreg (Rosvold, 2018). Artsvariasjonen i desse funna er langt større enn det som er vitenskapelig omtale i observasjonar per i dag. Slike fauna-restar representerer eit stort potensiale til å utdjupe vår kunnskap om isen som økosystem, og kva økosystemtenester isen tilbyr.



Figur 20. Topp: Kringsjöllfonna i Knutshø har vært tilhaldsstad for reinen i tusenvis av år. Det mørke feltet i midten består hovedsakelig av vindblåst materiale og gammel reinsmøkk som har smeltet fram og som dekker isen. Nederst til venstre: Bein- og gevirrester av reinsdyr som smelter ut av isen. Nederst til høgre: Insekter og plantedeler blåser opp på isen og blir liggende. Dette tiltrekker fugler som finner mat på isen. Foto: Jørgen Rosvold, NINA

Rapporten «Økologisk tilstand for fjellet i Norge» (Framstad et al., 2022), ser på endring i utbreiing av breareal som ein tilstandsparameter for abiotiske forhold og indikator for klimapåverknad. Arealet av isbrear har gått betydeleg tilbake sidan normalperioden 1961–1990, med nesten 1000 km² (som er ca. 30 % reduksjon). Innlandsisen er eit habitat som er i ferd med å gå tapt som støttande funksjon for biologisk mangfald. Dette gjeld også for villrein, som brukar isen til å komme seg unna insektplage og kjøle seg ned sommarstid. Færre og mindre isførekomstar gjer også at dyra må samle seg tettare på den resterande isen. Dette kan påverke kondisjon gjennom generelt auka stress (ingen fristader) og parasittbelastning.

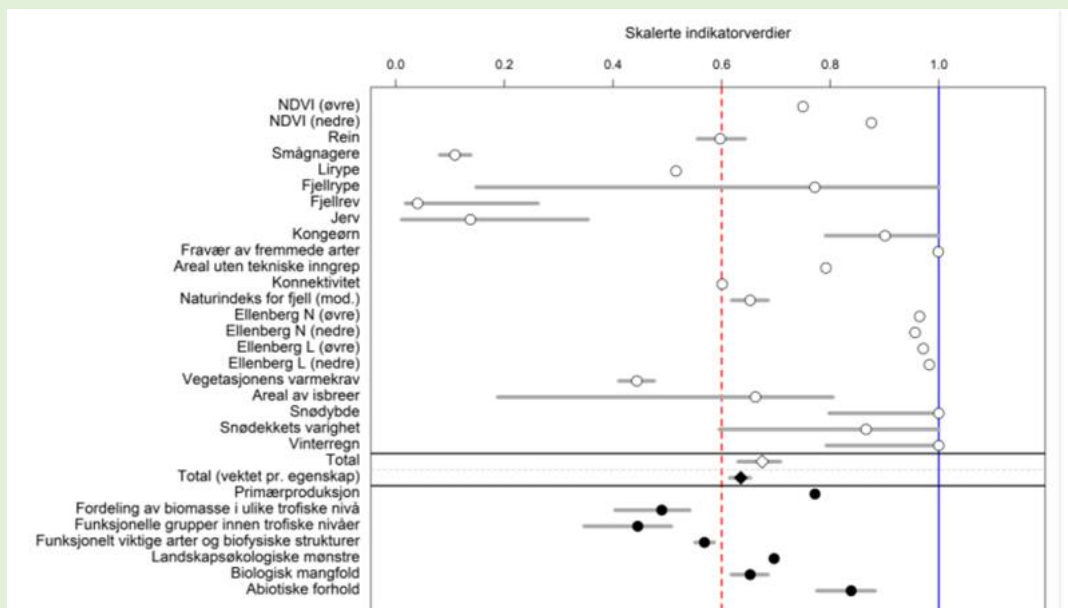
Økologisk tilstand i fjell

Vurderinga av *økologisk tilstand* i fjell (Framstad et al., 2022) er relevant for å gi ei vurdering av om fjellet har god nok tilstand - og dermed kapasitet for å vere habitat for ulike artar i villrein fjellet. Den samla vurderinga gjort i 2021, syner at fjellet har god økologisk tilstand jamt over, men er nokre dårlegare i dei sørlegaste fjellområda. Nokre indikatorar ligg langt under grensa for god økologisk tilstand; smågnagarar som ikkje førekjem i same tettleik med regulære toppår som tidlegare, særleg låg førekomst av fjellrev (arten er vurdert som svært trua), og langt under naturleg tettleik av jerv (som er sterkt regulert av landbrukspolitiske omsyn). Rein ligg rett over grenseverdien for god økologisk tilstand etter denne metodikken, men som vurderingane etter kvalitetsnorma syner lyser det raudt for villreinen i fleire fjellområde (Rolandsen et al., 2022; 2023).

FAKTABOKS OM «ØKOLOGISK TILSTAND» utdrag frå rapporten «Økologisk tilstand fjell» (Framstad et al. 2022)

Det vart i 2016 sett ned eit utval for å etablere eit system for å vurdere tilstanden til norske økosystem, kalla økologisk tilstand (Nybø & Evju, 2017). To metodikkar for utrekning av økologisk tilstand er under utprøving; indeksmetoden og panelmetoden. Framstad et al. 2022 gjorde ei vurdering for fjell i heile Noreg etter indeksmetodikken, mens Pedersen et al. (2021) gjorde ei vurdering for tundraområda i nord basert på panelmetodikken. Jepsen et al. (2022) har også gjort vurdering etter panelmetodikken for hovudøkosystema fjell, skog, våtmark og opent lågland i Trøndelag. Her presenterer vi utdrag av resultatata frå Framstad et al. 2022, som dekker villrein fjellet i Sør-Noreg (regionane: Sørlandet, Østlandet og Vestlandet).

Vurderinga av økologisk tilstand er basert på ei samanlikning av den økologiske tilstanden i dag med ein referansetilstand i eit intakt økosystem med minimal menneskeleg påverknad. Samanlikninga vert gjort ved hjelp av eit sett med tilstandsindikatorar fordelt på sju eigenskapar som dekker økosystemet sin struktur, funksjonar og produktivitet. Verdiane for indikatorane vert skalert til ein felles skala mellom 0 og 1, med skalert verdi 1 i referansetilstanden, eit intakt økosystem, og 0 for høgaste/lågaste moglege verdi under svært forringa økologisk tilstand (Sjå **Figur 18**). For kvar indikator er det også gitt ein grenseverdi som angir om indikatoren viser at økosystemet er i god tilstand eller ikkje. For skalerte indikatorverdiar er denne grenseverdien fastsett til 0,6. Indikatorane sine skalerte verdiar vert samanstillt til ein samla tilstandsverdi for dei enkelte eigenskapane, og for heile økosystemet.



Figur A Beregnet økologisk tilstand for fjell i hele Norge. Hvide sirkler angir de skalerte verdiene for de enkelte indikatorne som inngår i beregningen. Hvit firkant viser samlet tilstandsverdi for økosystemet basert på disse indikatorne direkte, mens svart firkant viser samlet tilstandsverdi basert på tilstandsverdiene til de ulike egenskapene for økosystemet (svarte sirkler). Symbolene viser medianverdier for indikatorer eller gjennomsnittlige tilstandsverdier, mens grå og svarte streker viser 95 % konfidensintervallet. Noen konfidensintervaller er så små at de er dekket av symbolene. Denne figuren er også presentert som **figur 3.1** i kapittel 3.1.

Figur 21. Beregna økologisk tilstand for fjell i heile Noreg.

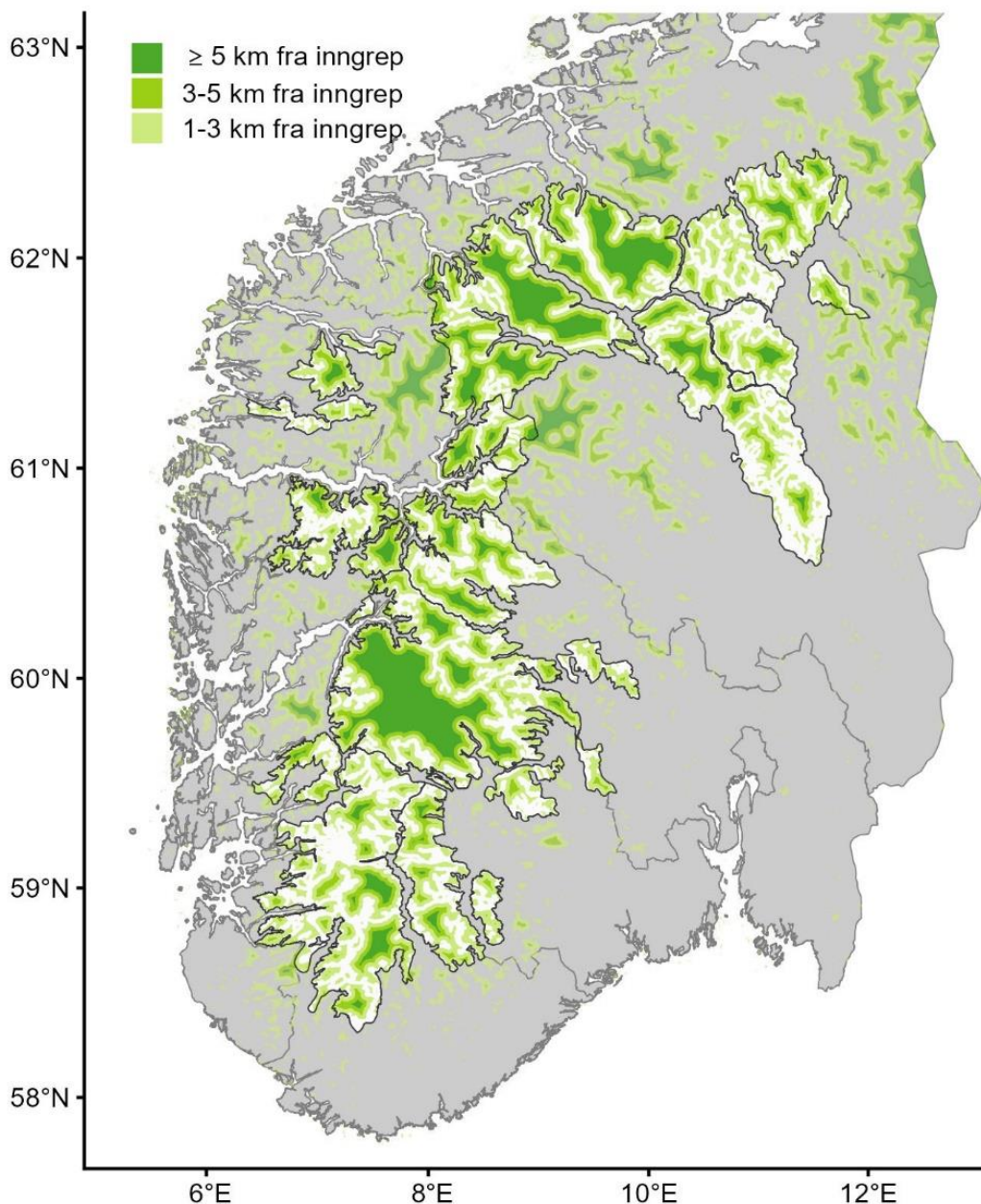
Vurderinga av økologisk tilstand inneheld også ei vurdering av økosystemet sine eigenskapar, mellom anna fordeling av biomasse mellom trofiske nivå, funksjonell samansetning innan trofiske nivå samt førekomst av funksjonelt viktige artar og biofysiske strukturar. Alle desse indikatorane

ligg til grunn for det som er satt som grenseverdi for god økologisk tilstand, noko som indikerer at næringspyramiden i fjellet ikkje er i balanse med eit naturleg økosystem. Ubalansen vert her først og fremst knytt til sterk regulering av dei store rovdyra som i naturleg omfang ville regulere tettleiken av herbivorar, og fråvær av regulære smågnagar-år med høg tettleik av lemen, som har svært stor innverknad på førekomst av rovdyr og rovfuglar, særleg smågnagarspesialistane (sjå drøfting over).

Tilstandsindikatorane i økologisk tilstand gir uttrykk for påverknad (arealbruk/inngrep, klima, forureining, bestandsregulering, fremmande arter) som reknar å har stor tyding for indikatorane som er med i vurderinga. Bestandsregulering er den viktigaste årsaka til at indikatorane som vert påverka av bestandsforvaltning og jakt ligg langt under grensa for god økologisk tilstand (for eksempel jerv), mens fleire av indikatorane er sensitive for arealbruk/inngrep og klimaendring. Framstad et al., (2022) drøftar dei ulike påverknadsfaktorane, også sett i lys av framtidig påverknad. Dei hevdar at den økologiske tilstanden for fjell de neste tiåra truleg vil forverrast som følge av pågåande klimaendringar og eventuell vidareføring av dagens utviklingstrekk for arealdisponering, energi- og transportutbygging.

Inngrepsfrie naturområde

Villreinen er ein arealkrevjande art som i stor grad unngår område med infrastruktur og busetnad. Dette vert reflektert i villreinområda, der dei største områda med samanhengande inngrepsfri natur i Sør-Noreg er å finna (**Figur 22**). Totalt er 56 % av det totale arealet av villmarksprega område (≥ 5 km frå inngrep) i Sør-Noreg innanfor villreinområda. Tilsvarende finn vi for område 3-5 km og 1-3 km frå inngrep at 53 % og 43 % av det totale arealet i Sør-Noreg er innanfor villreinområda. Inngrepsfrie område er under sterkt press, og ivaretaking av villreinområda kan være med på å bidra til at ein bevarer urørt og inngrepsfri natur i fjellområda i Sør-Noreg. Dette kjem ei rekke artar i fjellet til gode, og er ein viktig indirekte effekt av at villreinen sine leveområde vert sikra (som drøfta over). Villreinen sine krav til habitat og behov for urørde område med få tekniske inngrep og menneskeleg aktivitet, kan mellom anna bidra til beskyttelse til fjellrev og bakkehekkande fuglar (sjå omtale over). Det har likevel blitt gjort ei rekke større og mindre inngrep i villreinområdet, også dei siste tiåra, og det akkumulerte tapet av villmarksprega område i villreinområda var 0,6 % frå 2008 til 2018, og 4,1 % frå 1988 til 2018. Det akkumulerte tapet av areal for alle dei tre sonene av inngrepsfrie område er på 0,8 og 3,0 % i dei to periodane.



Figur 22. Kartet viser status for inngrepsfrie område i sørlege delar av Noreg i 2018. Villreinområda er framheva og vist med mørk grå omriss. Inngrepsfrie område er delt inn i villmarksprega område (≥ 5 km fra inngrep) og to soner for inngrepsfrie område inntil 3 og 1 km frå inngrep. Område nærmare enn 1 km frå inngrep er definert som inngrepsnære område.

4. Oppsummering og drøfting

Denne rapporten bidreg til eit oppdatert kunnskapsgrunnlag om dei mangfaldige verdiane og økosystemtenestene frå villrein fjellet. I oppsummering og drøfting rettar vi særleg fokus mot: i) kva som er dei viktigaste økosystemtenestene frå villrein fjellet, ii) balanse mellom bruk og kapasitet knytt til desse tenestene, og iii) kva som er villreinen sin direkte og indirekte betydning for viktige økosystemtenester. Til sist drøftar vi kva som må til for å fremme eit breitt (breiare) mangfald av økosystemtenester frå villrein fjellet.

4.1. Dei viktigaste økosystemtenestene frå villrein fjellet

Villrein og villrein fjellet i Noreg har stor betydning internasjonalt, nasjonal, og lokalt. Villrein fjellet har eit areal 50 830 km² og utgjer 15,7 % av Noreg sitt fastlandsareal på 323 808 km². Det er 86 kommunar, fordelt på 8 fylker, som har delar av sitt areal innafor villrein fjellområda (**Tabell 5**). Desse kommunane er i stor grad små og mellomstore distriktskommunar (sjå Distriktsindeksen, KDD, 2022) med til saman 576 338 innbyggjarar, noko som betyr at 10,4 % av Noreg si befolkning har villrein fjellet som sine direkte nærområde. I tillegg er det 166 128 hytter og fritidsbustadar i desse kommunane. I 2019 var det 19 057 hytter og fritidsbustadar som låg innanfor dei 10 Nasjonale villreinområda (SSB, 2019). Ein del forskning peikar på at innbyggjarar og hytteeigarar har ulik bruk av, og perspektiv på, økosystemtenestene frå fjellområda (Kaltenborn et al., 2017; Selvaag et al., 2020; Gundersen et al., 2023; Gundersen & Rybråten, 2022). Medan innbyggjarane legg størst vekt på hausting, jakt og beite – aktivitetar som særleg er assosiert med forsyning økosystemtenester og instrumentelle og relasjonelle verdiar – vektlegg hytteeigarar og besøkande i større grad den kulturelle tenesta «friluftsliv», og villrein fjellet som villmark.

Vi identifiserte dei viktigaste forsyning økosystemtenestene til å vere i) råmateriale, ii) matproduksjon, iii) energiproduksjon, iv) medisinsressursar, og v) drikkevatt. Forsyning økosystemtenester frå villrein fjellet har lenge vore viktige for Noreg og norske lokalsamfunn, og bruken av fleire av desse tenestene har auka dei siste åra. Villrein fjellet har særleg stor betydning for energiproduksjon i form av vasskraft, og 40 % av Noreg sin årlege gjennomsnittlege kraftproduksjon frå vasskraft (137,2 TWh/år) kjem frå villrein fjellområda. Matproduksjon er ei anna viktig økosystemteneste frå villrein fjellet, og ein kan estimere at desse områda årleg bidreg med 131 100 kg kjøt frå villrein, 8 100 kg rypekjøt, og 6 103 938 kg kjøt frå sau og lam på beite. Med tanke på uttak av stein og mineral er det særleg relevant å nemne at det er 33 registrerte uttak i aktiv drift i villrein fjellområda i dag. Blant uttaka finst masse- og grustak, steinbrot, skiferbrot og granittbrot. Det er også mange drikkevasskjelder i villrein fjellet, men vi har ikkje hatt høve til å kartlegge desse innanfor rammene av prosjektet. Medan nokre av dei forsyning økosystemtenestene (som villreinjakta) er godt kartlagt, med mykje tilgjengeleg data, finn vi datamangel knytt til andre (som hausting av bær, sopp og ville vekstar, og bruk av materiale til dekorasjonsbruk).

Vi identifiserte dei viktigaste kulturelle tenestene frå villrein fjellet til å vere i) friluftsliv, ii) reiseliv, iii) stadkjensle, iv) kulturutøving og kulturminne, v) kunnskap og vitskap, og vi) religion og åndelege verdiar. Kulturelle økosystemtenester frå villrein fjellområda er i endring, og det har særleg vore ei sterk auke i bruk av fjellområda til rekreasjonsføremål knytt til private hytter og kommersielt reiseliv. På generell basis har ferdselen på innfallsportar til villrein fjellet auka i perioden 2009-2023, og dette skyldast i all hovudsak auka dagsturisme frå besøkande og hyttefolk. Fleirdagsturar lengre inn i fjellet har vore meir stabilt (sjå mellom anna Gundersen et al., 2017; Strand et al., 2015; Strand et al. 2013; Gundersen et al., 2012a, b, c; Strand et al., 2015; Strand & Gundersen 2019; Andersen et al., 2011; Wold et al., 2012; Gundersen et al., 2021; Gundersen et al., 2023; Strand et al., 2019; Lundberg et al., 2021; Gundersen et al., 2022). Ettersom 10,4 % av Noreg sine innbyggjarar har desse fjellområda som sine nærområde, kan ein anta at villrein fjellet er av stor betydning for stadkjensla til mange. Villrein fjellet er også viktig for kunnskap og vitskap, noko som m.a. vert illustrert gjennom at det er rundt 23 000 besøkande til Viewpoint SNØHETTA kvart år og 38 årgangar av bladet Villrein. Når det gjeld bruk av kulturelle økosystemtenester generelt, er det relevant å merke seg at mykje av utviklinga her er knytt til veg og

infrastrukturutvikling, omfattande hyttebygging, nyutvikla turutstyr og auka ferdsel. Ferdselen er oftast meir konsentrert og vegnær enn før, og kvar tur/kvart besøk varer kortare. Den vanlegaste bruken er dagsturen. Det har blitt gjort ein del samanstillingar som vurderer betydninga av ulike kulturelle økosystemtenester frå villreinområda for økonomisk verdiskaping (sjå m.a. Bråtå et al., 2010; Strand et al; 2021), men det er store kunnskapsgap med tanke på betydninga av kulturelle tenester frå desse fjellområda for ikkje-monetære verdiar. For å styrke kunnskapen om kulturelle tenester frå villrein fjellet, mellom anna betydninga av desse områda for stadkjensle for ulike menneske, og til åndelege verdiar, er det særleg relevant å nytte kvalitative tilnærmingar og deltakande metodar (sjå m.a. IPBES, 2022).

Av regulerande økosystemtenester frå villrein fjellet fann vi at dei viktigaste tenestene er i) opptak og lagring av karbon, ii) næringsstoffkretsløp, iii) moderering av ekstreme vêrhendingar, og iv) vasskretsløp. Sjølv om fjelløkosystema har mindre opptak og lagring av karbon per areal enn for eksempel skogøkosystem, utgjer dei ei betydeleg kjelde til karbonopptak, ettersom dei dekkjer så stor del av Noreg sitt areal. Det er estimert m.a. at ca. 256 Tg karbon er lagra i fjelløkosystem dominert av buskar i Noreg, 351 Tg i alpin hei og 101 Tg i engliknande vegetasjon (Bartlett et al., 2020; Kyrkjeeide et al., 2020). Vi har ikkje hatt ressursar til å estimere tal for villrein fjellet spesifikt. Når det gjeld næringsstoffkretsløp, er næringsproduksjonen på fjellet svært avgrensa på grunn av mangel på nitrogen og fosfor. Ein reknar at villreinen spelar ein viktig rolle i dette næringskretsløpet, m.a. gjennom beiting og gjødsling, men det trengs meir kunnskap om konkret korleis villreinen påverkar ulike dynamikkar knytt til både næringskretsløp og karbonbinding. Her er det òg viktig å nemne at det i mange villreinområde beiter mange gongar så mange sau som rein, sannsynlegvis også med mykje større betydning for næringskretsløpet. Villrein fjellområda si rolle i moderering av ekstreme vêrhendingar krev geografiske spesifikke vurderingar av samspillet mellom busetnad og ulike regulerande funksjonar i fjellet (som jordbinding), og dette er ikkje vurderingar vi har hatt høve til å gjere i dette prosjektet. Når det gjeld fjellet si rolle i vasskretsløpet, er den viktigaste hydrologiske effekten av høg fjell ei endra sesongfordeling av vassavrenninga, med mindre utprega vårflaum og høgare vassføring gjennom sommaren enn tidlegare. Breane i fjellområda gir også eit bidrag til avrenning seinare på sommaren. Høgfjellsområda fungerer dermed delvis som 'vasstørn', gjennom å avgje lagra vatn over ein større del av sommarsesongen (sjå **Figur 16**).

Den viktigaste støttande økosystemtenesta frå villrein fjellet er rolla som habitat for ulike artar. Både det generelle artsmangfaldet og tal truar artar er relativt lågt i fjellet samanlikna med ein del andre økosystem. Raudlista vurderer 174 fjellartar (28 % av vurderte artar) som trua, inkludert 55 artar av karplanter, 77 artar av mosar, 37 fugleartar, og dei store pattedyra villrein, bjørn, jerv og fjellrev (Artsdatabanken 2021), men vi kjenner ikkje til nokon spesifikk oversikt over status for villreinområda. Fjelløkosystem i Noreg har jamt over god økologisk tilstand, men tilstanden er noko dårlegare i dei sørlegaste fjellområda, noko som inkluderer villreinområde (Framstad et al. 2022). Nokre indikatorar for økologisk tilstand er langt under grensa, m.a. knytt til mengd smågnagarar, låg førekomst av fjellrev, og langt under naturleg tettleik av jerv. Rein ligg rett over grenseverdien for god økologisk tilstand etter metodikken (for utrekning av økologisk tilstand), men vurderingane etter kvalitetsnorma for villrein viser heilt klart dårleg tilstand for villreinen i mange fjellområde (Rolandsen et al., 2022, Rolandsen et al., 2023). Villreinen er ein arealkrevjande art som i stor grad unngår område med ferdsel, infrastruktur og busetnad. Dette vert dels reflektert ved at villreinområda utgjer dei største områda med samanhengande inngrepsfri natur i Sør-Noreg (**Figur 18**). Totalt er 56 % av det totale arealet av villmarksprega område (≥ 5 km frå inngrep) i Sør-Noreg innanfor villreinområda. Desse inngrepsfrie areala har sannsynlegvis positive effektar for fjelløkosystema sin kapasitet til å vere habitat for dei fleste artar, langt utover villreinen. Inngrepsfrie område er derimot under sterkt press frå fragmentering, særleg i form av infrastrukturutvikling, og det vert stadig meir utfordrande å ivareta gode habitat for villreinen og andre artar i fjellet. Vidare er mange av artane i fjellet sårbare for kaskadeeffektar knytt til menneskeleg aktivitet i fjellet (sjå omtala eksempel i kap. 3.5).

4.1.1. Villreinen si betydning for økosystemtenestene i villreinfjellet

Villreinen har stor betydning for mange av økosystemtenestene frå villreinfjellet, både direkte og indirekte. Utan levedyktige villreinstammer ville det for eksempel ikkje vore mogleg å drive villreinjakt – ein aktivitet som bidreg med viktige forsyning og kulturelle økosystemtenester til norske lokalsamfunn. Villreinen kan for mange også vere ei viktig kjelde til stadkjensle og tilknytning, for eksempel knytt til tradisjonsbaserte aktivitetar som jakt, til historisk viktige haustings- og jaktområde, eller som ei kjelde til opplevingar. Villreinen påverkar også nokre regulerande tenester i fjellet direkte. Særleg kan reinen spele ei rolle for karbonbinding og for næringskretsløpet, mellom anna gjennom beitebruk og gjødsling. Villreinen føretrekker planter som er lett fordøyelege, med høgt innhald av nitrogen. Denne selektiviteten kan også påverka karbonsamansettinga i fjelløkosystemet. Villreinen spelar, saman med andre beitedyr i fjellet, og ei viktig rolle med tanke på gjengroing og tregrenser, og den vil mest sannsynleg ha ei noko anna påverknad på plantesamansetning, jordforhold, erosjon etc. enn tamdyr.

Dei omfattande forvaltningstiltaka som no kjem med mål om å ivareta villreinen, kan også påverke ein del av økosystema i fjellet indirekte. Villreinen er ein arealkrevjande art som i stor grad unngår område med infrastruktur og busetnad. Tiltak som imøtegår villreinen sitt krav til habitat og behov for urørde område med få tekniske inngrep og menneskeleg aktivitet, vil kunne ha betydning for andre artar som blir påverka av dei same inngrepa. Dette illustrerer villreinen si rolle som paraplyart i fjellet (Kaltenborn et al. 2014). Villreinområda utgjer i dag brorparten av områda med samanhengande inngrepsfri natur i Sør-Noreg, og desse inngrepsfrie områda er under sterkt press. Ivaretaking av villreinområda kan dermed bidra til at ein tek vare på urørt og inngrepsfri natur i fjellområda i Sør-Noreg, noko som kjem ei rekke artar i fjellet til gode.

4.2. Balanse mellom kapasitet og bruk av økosystemtenestene

Vurderinga av økosystemtenester frå villreinfjellet i Norge synleggjer nokre av dei mangfaldige verdiane som desse fjellområda bidreg med til samfunna våre. Når ein skal gjere avvegingar mellom ulike økosystemtenester, er det viktig å vere merksam på korleis *bruken* av ei eller fleire tenester kan påverke *kapasiteten* økosystemet har for å levere denne, eller andre, tenester i framtida. Som peika på i kapittel 2.2., vil bruk av nokre økosystemtenester kunne ha ein negativ effekt på kapasiteten for den aktuelle tenesta i framtida, eller på andre tenester (Villmaga, 2013; Baro, 2016; Helseth, 2022). Dette gjer det relevant å identifisere om det er manglande samsvar mellom kapasitet og bruk, og kva grunnen til dette kan vere. Dersom ein for eksempel bruker meir av ei økosystemteneste enn økosystemet har kapasitet til å levere, kan ein snakke om ein situasjon med *ikkje-berekraftig bruk*.

I slike vurderingar er det særleg relevant å rette søkelys mot fjellet si støttande rolle som habitat for ulike artar. Dersom dei resterande funksjonelle habitata i villreinfjellet vert forringa, kan dette påverke kapasitet til å levere alle dei andre økosystemtenestene. Samstundes ser vi også at villreinen sine arealkrav og sensitivitet til forstyringar normalt vil vere i strid med mange av dei forsyning og kulturelle tenestene som villreinfjellet gir oss.

Villreinjakta, som både kan knytast til forsyning (kjøtt) og kulturelle tenester (jakt som rekreasjon), er vurdert som eit viktig forvaltningstiltak (sjå m.a. Skogland 1994, Strand et al., 2011; Punsvik og Jaren 2006), og eit bidrag til å oppretthalde god kapasitet for fjellet som villreinhabitat. Derimot er det sannsynleg at auka bruk av andre forsyning tenester (som vasskraft og mineralutvinning), samt auka bruk av kulturelle tenester knytt til friluftsliv og reiseliv (som private hytter) medfører infrastrukturinngrep og ferdsel som kan ha ein del negative effektar på fjellet sin kapasitet til å vere habitat for både villrein og andre artar.

Samstundes som vår bruk av økosystemtenestene frå villreinfjellet er i endring, er fjelløkosystema under press, m.a. frå utbygging av infrastruktur som leiar til fragmentering. Riksrevisjonen peika i 2007 på at utbygging i og nær villreinområda var ei aukande utfordring for villreinen (sjå også Rolandsen et al., 2022, Rolandsen et al., 2023):

«Undersøkelsen viser at det foregår en kontinuerlig reduksjon og oppsplitting av større sammenhengende leveområder for planter og dyr som følge av vegbygging og spredt bebyggelse. Undersøkelsen viser også at det ikke skjer noen reduksjon av byggeaktiviteten i eller nær villreinområdene. Etter 1995 har aktiviteten økt, og fritidshus utgjør en stadig større andel av byggene. Det er særlig aktivitetene i områdene som følge av bebyggelsen som skaper vanskelige levekår for villreinen. Det bygges også mer i nærområdene til de vernede områdene enn tidligere. Denne randsonen er vesentlig for ivaretagelse av verdiene i verneområdene, og utbyggingsmønsteret her influerer på de vernede områdene. Det framgår også at kommunale kartlegginger av biologisk mangfold har hatt liten effekt på utbyggingsmønsteret i de områdene som er registrert som verdifulle for biologisk mangfold.» (Riksrevisjonen, 2007:10).»

Framstad et al. (2022) peikar på at den økologiske tilstanden for fjell dei neste tiåra truleg vil forverrast som følge av pågåande klimaendringar og eventuell vidareføring av dagens utviklingstrekk for arealdisponering, energi- og transportutbygging. Delnorm 3 i kvalitetsnorma for villrein vurderer menneskeleg påverknad og leveområde (Rolandsen et al., 2022, Rolandsen et al., 2023). Vurderinga, som ser på villreinen si funksjonelle arealutnytting og funksjonelle trekkpassasjar, viser at mange av områda er av «dårleg kvalitet». Samstundes vert det peika på at det her er snakk om svært samansette årsaksamanhengar, der ein treng meir kunnskap (Rolandsen et al., 2022:14).

Vurderinga vår i denne rapporten peiker mot ein del verdikonfliktar, der bruk av ulike økosystemtenester kjem i konflikt med kvarandre. Anna forskning viser også at sjølv om det er stor semje rundt villreinen si betydning for jakt og sosiokulturelle verdiar, oppstår det konkurranse mellom ivaretaking av villreinhabitat og tilrettelegging for andre samfunns mål, som m.a. tilrettelegging for reiseliv, hytteutbygging, vasskraft og generell infrastrukturutvikling (Kaltenborn et al., 2017). Prioritering mellom slike ulike omsyn handlar i stor grad også om avveging mellom ulike økosystemtenester.

Mange av villreinen sine leveområde er trua av ei samla belastning frå ulike typar bruk, der nokre aktivitetar har større konsekvensar enn andre. Dei siste åra har det vorte utvikla modellar som bereknar den samla belastninga av menneskelege aktivitetar og infrastruktur på villreinen sine leveområde – både på kort og lang sikt (Panzacchi et al. 2022, Niebuhr et al. 2023). Desse modellane vektlegg ein kombinasjon av statistiske berekningar og lokalkunnskap, som kan gi bidrag til korleis villreinforvaltninga kan tilpassast breiare geografisk utstrekning (romleg skala), og langsiktig tenking (temporær skala). Modellane identifisere m.a. villreinen sine potensielle leveområde, kva barrierar som eksisterer i dag, og kva område villreinen faktisk brukar. Modellane kan gi romlege eksempel på korleis auka bruk av økosystemtenester som energi- eller matproduksjon, eller redusert bruk av økosystemtenester i form av fjerning av barrierar (eksempelvis ferdelsårer relatert til friluftsliv eller reiseliv), kan påverka fjellområda sin kapasitet som habitat (Niebuhr et al., (2023).

Avvegingar mellom ulike økosystemtenester må også sjåast i samheng med kva som er ønskt nasjonal, regional og lokal politikk. I Noreg har ein lenge hatt søkelys på å bevare fjellet i Sør-Noreg som habitat for villreinen (sjå Skogland 1994, Kjørstad et al., 2017). Samstundes har det også i aukande grad blitt lagt til rette for bruk av andre økosystemtenester frå villrein fjellet, og kanskje særleg i randsonane. Singaas og Gundersen (2021:37) peikar på at «*politiske signaler fremhever at fjell- og verneområder skal utnyttes som kilde til naturbasert reiselivsutvikling og verdiskaping i distriktene. Samtidig står man ovenfor store utfordringer knyttet til fragmentering av, og ferdsel i, fjellområdene*». Villrein fjellet overlappar i stor grad med mange av dei store verneområda i fjellet i Sør-Norge. Særleg aktuelle er sjølv sagt dei «klassiske» nasjonalparkane som Rondane, Dovrefjell og Hardangervidda, men også mange fleire enn desse. Den faktiske forvaltninga av dei aktuelle nasjonalparkar og landskapsvernområda er relevant for levevilkåra til villreinstammene (som alltid er ein del av verneformålet). Dette burde vere ein vinn-vinn-situasjon, men dei siste ti åra med (det vi vil kalle) ei sterkare nytteorientert forvaltning av nasjonalparkane gjer det viktig å reise temaet. Bakgrunnen er Miljødirektoratets lansering av «Velkommen inn» i 2015, ein merkevarestrategi for reiselivsutvikling i og rundt norske nasjonalparkar. Utgangspunktet var eit politisk grep for få styrka næringsutvikling (reiseliv) i distrikta, ikkje

primært å få fleire folk inn i nasjonalparkane. Som eit verkemiddel og forvaltningsgrep skulle alle nasjonalparkar utarbeide sin besøksstrategi, særleg for å motverke uønskta konsekvensar for verneverdiane (Miljødirektoratet 2015, 2020).

I hovudsak har forvaltningsgrepet vore å kanalisere bruken til lett tilgjengelege randsonar, med betre tilrettelegging av attraktive besøkspunkt. Truleg har ein langt på veg lykkast med grepet: Det er korte besøk og korte dagsturar – nær randsonen – som særleg er i vekst, og dominert av tilreisande gjester. Diskusjonen rundt t.d. Viewpoint Snøhetta, Snøheim og Snøheimvegen på Dovrefjell, og Spranget ved Rondane – alle lokalitetar i randsonar – illustrerer utfordringane i høve til villrein. Premissen for «Velkommen inn» skulle/skal vere bruk og vern – vinn-vinn. Men på sett og vis er reiselivsgrepet knytt til framtidig utvikling og forvaltning av nasjonalparkane eit eksperiment, som vi ikkje heilt veit svaret på (Lundberg et al., 2021). Dette delvis fordi vi ikkje kjenner korleis nye trendar, markanden og t.d. bruken av sosiale media slår ut på morgondagens reiselivsmønster, og difor heller ikkje på graden av konflikt med støttande økosystemtenester eller med andre kulturelle tenester.

Oppsummert er det i dag auke i bruk og etterspurnad av eit mangfald av økosystemtenester frå villrein fjellet, både med tanke på reiseliv, samt eit aukande press for energiproduksjon og mineraluttak som del av eit sokalla «grønt skifte». I staden for balanserte avvegingar mellom ulike økosystemtenester frå villrein fjellet, kan det synast som det vert lagt opp til ei slags «meir-av-alt» forvaltning (sjå også Lindahl et al., 2017), der ein ynskjer å auke bruk av mange av tenestene samstundes. Dette samsvarar i stor grad med ein berekraftsbane orientert rundt *grøn vekst / grøn økonomi* (IPBES, 2022), der det er mindre fokus på prioriteringar mellom dei ulike tenestene. Samstundes peikar økosystemtenesteforskninga på at ein ikkje kan få meir av alt, men at ein faktisk må gjere prioriteringar (Turkelboom et al., 2018). Slike prioriteringar blir til dels synleggjort i tiltaksplanar som no leggast fram for villreinområde klassifisert til «dårleg kvalitet» i kvalitetsnorma (sjå m.a. tiltaksplan for Snøhetta, Knutsø, Rondane, Nordfjella, Hardangervidda og Setesdal Ryfylke og Setesdal Austhei på villrein.no, 2023).

4.3. Kva må til for å fremme eit breitt mangfald av økosystemtenester frå villrein fjellet?

Vi avsluttar vurderinga vår med ein refleksjon rundt kva som må til for å fremme eit breiare mangfald av økosystemtenester frå villrein fjellet. Her peikar vi særleg på at det er viktig å i) styrka kunnskap om kulturelle, regulerande, og støttande tenester, ii) vurdere berekraftig balanse i bruk og kapasitet av ulike tenester, iii) kartlegge maktdynamikkar knytt til kva verdiar og tenester som vinn fram i avgjerdstaking, og iv) opne for alternativ til dagens dominerande «grøn vekst» berekraftsbane.

Denne rapporten har gjort ei svært avgrensa biofysisk vurdering av økosystemtenester i villrein fjellet. Det er mange av økosystemtenestene det ikkje har vore mogleg å vurdere innanfor rammene for dette oppdraget, og vi finn også at det er behov for styrka kunnskap og data for mange av tenestene – særleg dei kulturelle tenestene. Sjølv om det har blitt gjort ein del samanstillingar knytt til betydninga av villrein for økonomisk verdiskaping, er det store kunnskapsgap med tanke på ikkje-monetære verdsettingsmetodar. I denne samanheng er det relevant å legge til rette for medverknad og kvalitative tilnærmingar som er eigna for å kartlegge betydninga av villrein fjellet for eit mangfald av verdiar.

Naturpanelet peikar på at kortsiktige og instrumentelle marknadsverdiar vinn fram i avgjerdstaking verda over (IPBES, 2022). På same vis indikerer vår vurdering av økosystemtenester frå villrein fjellet at avvegingar mellom desse tenestene i stor grad går i favør av forsynande, og nokre kulturelle tenester. Sjølv om villrein fjellet vert forvalta dels med utgangspunkt i *ansvar* for villreinen som grunnleggande verdi (villreinen som ansvarsart) – noko som har bidratt til ei viss

ivaretaking av store, inngrepsfrie område – har den auka bruken av nokre tenester hatt negativ effekt på kapasiteten for ein del andre tenester. Særleg har prioritering av arealkrevjande forsyande tenester (som energiproduksjon og mineraluttak) og kulturelle tenester (som delar av friluftsliv og reiseliv i form av hytter, infrastruktur og ferdsel), bidratt til ei fragmentering av villrein-fjellområda og dermed gått på bekostning av *habitat for arter*. Dette er særleg ei utfordring for arealkrevjande artar, som villreinen. Kvalitetsnorma for villrein viser kor degradert desse fjellområda faktisk er sett opp mot villreinen sine behov (Rolandsen et al., 2022). Det er villreinområda som utgjer dei store, samanhengane og inngrepsfrie områda i Sør-Noreg. Gjennom å ta ansvar for villreinen over tid, kan Noreg også ta vare på habitat for andre artar. Dette har stor nytteverdi på lang sikt, ettersom det å ivareta velfungerande økosystem i villrein-fjellet ligg til grunn for resten av dei forsyande, kulturelle, og regulerande tenestene som vi hentar ut frå desse området, så vel dei støttande funksjonane. Utfordringane i villrein-fjellet peikar mot behov for ei meir tverrsektoriell forvaltning som gir plass til habitat, som ser villreinområda i samanheng, og som er i stand til å vurderer berekraftig balanse i bruk og kapasitet av ulike økosystemtenester.

Når ein står ovanfor avvegingar mellom ulike økosystemtenester, er det også viktig å forstå verdikonfliktar knytt til bruk av desse tenestene. Her bør det rettast søkelys mot maktdynamikkar knytt til ulike interesser i villrein-fjellet, for å undersøke kva verdssyn, kunnskapssystem og verdiar som vinn fram i avgjerdstakinga, og kvifor (IPBES, 2022). Det er både relevant å undersøke maktskeivheit mellom ulike grupper som nyttar fjellområda i dag, og å ivareta verdiar og interesser på vegne av dei som ikkje kan gi uttrykk for sine syn, som f.eks. framtidige generasjonar og andre artar (ibid.). Som eit eksempel, ser ein at innbyggjarar og hytteeigarar har ulik bruk av økosystemtenester frå villrein-fjellområda, samt ulike oppfatningar av fjellområda, og av påverknad av menneskeleg ferdsel i villrein-fjellet

Naturpanelet peikar på at naturforvaltninga i større grad må fremme berekraftsorienterte grunnleggande verdiar som omsorg og ansvar, og at forvaltninga bør vektlegge dei presspunkta som har mest endringskraft – mellom anna å endre samfunnsmessige institusjonar og mål. Naturpanelet peikar her på behov for nye «verdispråk», utover monetær verdsetting. Økosystemtenester og naturrekneskap utgjer ei nytteorientert tilnærming til menneske-naturrelasjonar. Ei slik tilnærming kan gi argument for kor viktig villreinen er for samfunna våre frå eit nytteorientert, antroposentrisk perspektiv. Vår kartlegging viser mellom anna at villreinen bidreg med viktige tenester og store verdiar for det norske samfunnet. Samstundes vil andre tilnærmingar til verdsetting av natur kunne fremme andre grunnleggande og spesifikke verdiar. Det å ta vare på ein art på grunn av artens *ibuande* verdi, uavhengig av *nytteverdi* for samfunnet, blir av mange sett på som så etisk viktig at ein ønsker å prioritere dette. Slike ibuande verdiar inngår ikkje i vurderingar av økosystemtenester, og kjem dermed ikkje tydelege til uttrykk gjennom arbeidet med denne rapporten. Dersom ein ynskjer å fremme eit breiare mangfald av økosystemtenester frå villrein-fjellet, er det også særleg relevant å rette fokus mot grunnleggande verdiar som ansvar og omsorg, og mot å opne for å vurdere alternative *berekraftsbantar*. I store delar av verda, inkludert Noreg, er grøn vekst/grøn økonomi den dominerande berekraftsbanen (IPBES, 2022; Gómez-Baggethun & Naredo, 2015). Her vert det lagt vekt på *nytte* og *effektivitet* som grunnleggande verdiar, også i forvaltninga av naturområde. I villrein-fjellet ser vi at mange av dei viktigaste avvegingane mellom ulike økosystemtenester gjeld areal og infrastruktur. Her spelar valet av berekraftsbane ei rolle: for eksempel vil ein berekraftsbane basert på enten *grøn vekst* eller *vekstfri utvikling* legge vekt på svært ulike typar verdiar og framtidsvisjonar for forvaltning av villrein-fjellet.

5. Referansar

- Andersen, O., Gundersen, V. & L. C. Wold. 2011. Ferdsel i Nordfjella. Resultater fra ferdselsteling og brukerundersøkelser. NINA-Rapport 703.
- Anderson, J.R., & Nilssen, A.C. 1998. Do reindeer aggregate on snow patches to reduce harassment by parasitic flies or to thermoregulate? Rangifer 18, 3-17.
- Andreassen, L.M. 2022. Breer og fonner I Norge. NVE Rapport 3-2022.
- Animalia. 2023. Kjøttets tilstand 2023 – Status i norsk kjøtt- og eggproduksjon. <https://www.animalia.no/contentassets/33a3c6bc537a4458b381f3dcd180a35e/kjottets-tilstand-2023.pdf>. Nedlastet 22.11.2023.
- Artsdatabanken (2021). Påvirkningsfaktorer. Norsk rødliste for arter 2021. <https://artsdatabanken.no/rodlisterforarter2021/Resultater/Pavirkningsfaktorer.no> Nedlastet 14/11/2023.
- Artsdatabanken (2021, 24. november). Norsk rødliste for arter 2021. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>
- Austrheim, G., Speed, J.D.M., Evju, M., Hester, A., Holand, Ø., Loe, L.E., Martinsen, V., Mobæk, R., Mulder, J., Steen, H., Thompson D.B.A., Mysterud, A. 2016. Synergies and trade-offs between ecosystem services in an alpine ecosystem grazed by sheep – an experimental approach. Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES), Department of Biosciences, University of Oslo, NO-0316 Oslo, Norway.
- Baró, F., Palomo, I., Zulian, G., Vizcaino, P., Haase, D. & Gómez-Baggethun, E. (2016). Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: A case study in the Barcelona metropolitan region. Land use policy, 57: 405-417. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.006>
- Bartlett, J, Rusch, G, Kyrkjeeide, M.O., Sandvik, H. & Nordén, J. 2020. Carbon storage in Norwegian eco-systems (revised edition). NINA Rapport 1774b. Norsk Institutt for Naturforskning. ISBN: 978-82- 426-4604-0. Lenke: <https://hdl.handle.net/11250/2655580>
- Beldring, S., Engeland, K., Holmqvist, E., Pedersen, A. I., Ruan, G., Veie, C. A., og Cabrol, J. (2022). Avrenningskart for Norge 1991-2020, NVE Rapport nr. 36/2022.
- Blumentrath, S., Simensen, T. & Nowell, M. 2022. Kartlegging av tomtereserver for fritidsbolig i Norge. NINA Rapport 2171. Norsk institutt for naturforskning
- Borel, J. F., Kis, Z. L., & Beveridge, T. (1995). The history of the discovery and development of cyclosporine (Sandimmune®). The search for anti-inflammatory drugs: Case histories from concept to clinic, 27-63.
- Boustie, Joël, and Martin Grube. "Lichens—a promising source of bioactive secondary metabolites." Plant Genetic Resources 3.2 (2005): 273-287.
- Braat, L., 2018. Five reasons why the science publication “Assessing nature’s contributions to people” (Diaz et al. 2018) would not have been accepted in ecosystem services. Ecosyst . Serv. 30, A1 A2. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.002>
- Bråtå, H. O., Hagen, S. E., & Overvåg, K. (2010). Villreinen og villreinfjellet som kilde til verdiskaping og samfunnsutvikling. Management, 12, 359-369.
- Brittas, R. & Marcström, V. 1982. Studies in Willow Grouse (*Lagopus lagopus*) of some possible measures of condition in birds. Ornis Fennica 59: 157-169.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y. & Müller, F. (2014). Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. Landscape online, 34: 1-32. doi: <https://doi.org/10.3097/LO.201434>
- Caughley, G. 1970. Eruption of ungulate populations, with emphasis on Himalayan thar in New Zealand. Ecology 51:53-72.

- Crawford, Stuart D. "Lichens used in traditional medicine." *Lichen secondary metabolites: bioactive properties and pharmaceutical potential* (2019): 31-97.
- Dalen, H. B., & Oppøyen, M. S. (2023). *Friluftsliv i Norge. Status og historisk utvikling*.
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., ... & Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272.
- Ehrich, D., Schmidt, N.M., Gauthier, G., Alisauskas, R., Angerbjörn, A., Clark, K., Ecke, F., Eide, N.E., Framstad, E., Frandsen, J., Franke, A., Gilg, O., Giroux, M.-A., Henttonen, H., Hörnfeldt, B., Ims, R.A., Kataev, G.D., Kharitonov, S.P., Killengreen, S.T., Krebs, C.J., Lanctot, R.B., Lecomte, N., Menyushina, I.E., Morris, D.W., Morrisson, G., Oksanen, L., Oksanen, T., Olofsson, J., Pokrovsky, I.G., Popov, I.Yu., Reid, D., Roth, J.D., Saalfeld, S.T., Samelius, G., Sittler, B., Sleptsov, S.M., Smith, P.A., Sokolov, A.A., Sokolova, N.A., Soloviev, M.Y., Solovyeva, D.V. 2020. Documenting lemming population change in the Arctic: Can we detect trends? *Ambio* 49: 786–800.
- Eldegard, K., Syvertsen, P.O., Bjørge, A., Kovacs, K., Støen, O.-G. & van der Kooij, J. 2021. Pattedyr: Vurdering av rein *Rangifer tarandus* for Norge (24.11.2021). Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken.
- Elmhagen, B., Berteaux, D., Burgess, R. M., Ehrich, D., Gallant, D., Henttonen, H., Ims, R. A., Killengreen, S. T., Niemimaa, J., Norén, K., Ollila, T., Rodnikova, A., Sokolov, A. A., Sokolova, N. A., Stickney, A. A., & Angerbjörn, A. (2017). Homage to Hersteinsson and Macdonald: Climate warming and resource subsidies cause red fox range expansion and Arctic fox decline. *Polar Research*, 36 (Supp. 1).
- Framstad, E., Kolstad, A. L., Nybø, S., Tøpper, J. & Vandvik, V. (2022). The condition of forest and mountain ecosystems in Norway. Assessment by the IBECA method, 8242648883. <https://hdl.handle.net/11250/2980092>
- Framstad, E. (red.). 2015. *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*.
- Framstad, E., Eide, N.E., Eide, W., Klanderud, K., Kolstad, A., Tøpper, J. & Vandvik, V. 2022. Vurdering av økologisk tilstand for fjell i Norge i 2021. NINA Rapport 2050.
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P., Montes, C., 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* 69, 1209-1218. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180090900456X>
- Gómez-Baggethun, E., & Naredo, J. M. (2015). In search of lost time: the rise and fall of limits to growth in international sustainability policy. *Sustainability Science*, 10, 385-395.
- Gundersen, V., Andersen, O., Wold, L. C., Nerhoel, I., Fangel, K., Vistad, O. I. & K. R. Båtstad. 2013. *Ferdsel i Snøhettaområdet – Del 1. Dokumentasjonsrapport fra 12 spørreundersøkelser - NINA Rapport 933*. 101 s.
- Gundersen, V., Myrvold, K. M., Kaltenborn, B. P., Strand, O., & Kofinas, G. (2022). A review of reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) disturbance research in Northern Europe: towards a social-ecological framework? *Landscape Research*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/01426397.2022.2078486>
- Gundersen, V., Myrvold, K. M., Rauset, G. R., Selvaag, S. K., & Strand, O. (2020). Spatiotemporal tourism pattern in a large reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) range as an important factor in disturbance research and management. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(1), 21-39
- Gundersen, V., Nerhoel, I., Strand, O., Wold, L.C., Rybråten, S., Dokk, J.G., Vistad, O.I. & S.K. Selvaag. 2017. *Ferdsel og bruk av Forollhogna villreinområde*. - NINA Rapport 1331.
- Gundersen, V., Nerhoel, I., Strand, O. & M. Panzacchi. 2013. *Outdoor recreation within the Snøhetta wild reindeer range – Final report*. NINA Rapport 932

- Gundersen, V., Nerhoel, I., Wold, L. C. & A. J. Mortensen. 2013. Ferdsel i Snøhettaområdet – Del 2. Fokusområder og lokaliteter- NINA Rapport 934. 133 s.
- Gundersen, V., Nerhoel, I., Strand, O. & M. Panzacchi. 2013. Ferdsel i Snøhettaområdet – Sluttrapport. NINA Rapport 932. 70 s.
- Gundersen, V., & Rybråten, S. (2022). Differing perceptions and tensions among tourists and locals concerning a national park region in Norway. *Journal of Rural Studies*, 94, 477-487.
- Gundersen, V. & Rød-Eriksen, L. 2022. Sårbarhetsvurdering av ferdselslokaliteter på Dovre-fjell: Moskusstien og Stropsljødalen. NINA Rapport 2061.
- Gundersen, V., Selvaag, S. K., Dokk, J. G., Wold, L. C., Romtveit, L., Rauset, G. R., van Moorter, B., Strand, O., Holter, T., Singasaas, M. og Mossing, A. 2021. Ferdsel i Hardangervidda villreinområde - Antall brukere og fordeling på areal over tid. NINA Rapport 1909
- Gundersen, V., Singasaas, M., Grønn, J. F., Köhler, B. & T. Simensen. 2023. Tradisjon og destinasjon - en studie av fritidsboliger, ferdsel og fremtidsbilder på Hardangervidda. NINA Temahefte 83. Norsk Institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3077502>
- Gundersen, V., Strand, O., van Moorter, B. Panzacchi, M. & Rauset, G.R. 2021. Villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda - Anbefalinger og tiltak. NINA Rapport 1903. Norsk institutt for naturforskning.
- Gundersen, V., Vistad, O. I., Panzacchi, M., Strand, O., & van Moorter, B. (2019). Large-scale segregation of tourists and wild reindeer in three Norwegian national parks: Management implications. *Tourism Management*, 75, 22-33.
- Hagen, D., Henriksen, P. S., Solli, S., Løkestad, V. & Evju, M. 2022. Fra skytefelt til nasjonalpark. Restaurering av Hjerkinnskytefelt på Dovrefjell. NINA Temahefte 86.
- Hagemoen, R.I. & Reimers, E. 2002. Reindeer summer activity pattern in relation to weather and insect harassment. *Journal of Animal Ecology* 71, 883-892.
- Helseth, E. V., Vedeld, P., Framstad, E., & Gómez-Baggethun, E. (2022). Forest ecosystem services in Norway: Trends, condition, and drivers of change (1950–2020). *Ecosystem Services*, 58, 101491.
- Henden, J.-A., Stien, A., Bårdsen, B.-J., Yoccoz, N. G., Ims, R. A., & Hayward, M. (2014). Community-wide mesocarnivore response to partial ungulate migration. *Journal of Applied Ecology*, 51(6), 1525– 1533.
- Henry T. Tribe (1998), The discovery and development of cyclosporin, *Mycologist*, Volume 12, Issue 1, Pages 20-22, ISSN 0269-915X, [https://doi.org/10.1016/S0269-915X\(98\)80100-6](https://doi.org/10.1016/S0269-915X(98)80100-6)
- Hodson, A., Anesio, A.M., Tranter, M., Fountain, A., Osborn, M., Priscu, J., Laybourn-Parry, J., & Sattler, B. 2008. Glacial ecosystems. *Ecological Monographs* 78, 41-67.
- IUCN Standards and Petitions Committee 2019. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. International Union for the Conservation of Nature. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>
- IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In S. Díaz et.al. (ed.). IPBES secretariat, Bonn, Germany
- Ims Vistnes, I., & Nellemann, C. (2008). Reindeer winter grazing in alpine tundra: impacts on ridge community composition in Norway. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 40(1), 215-224.
- Inman, R.M., Magoun, A.J., Persson, J. & Mattisson, J. 2012. The wolverine's niche: linking reproductive chronology, caching, competition, and climate. *Journal of Mammalogy* 93: 634-644.

- Jepsen, J.U., Biuw, M., Ims, R.A., Kapari, L., Schott, T., Vindstad, O.P.L. & Hagen, S.B. 2013. Ecosystem impacts of a range expanding forest defoliator at the forest-tundra ecotone. *Ecosystems* 16: 561–575.
- Jepsen, J.U., Speed, J.D.M., Austrheim, G., Rusch, G., Petersen, T.K., Asplund, J., Bjerke, J.W., Bjune, A.E., Eide, N.E., Herfindal, I., Ims, R.A., Israelsen, M.F., Kapfer, J., Kolstad, A.L., Nordén, J., Sandercock, B., Stien, J., Tveito, O.E., Yoccoz, N.G. 2022. Panelbased Assessment of Ecosystem Condition – a methodological pilot for four terrestrial ecosystems in Trøndelag. NINA Report 2094. Norwegian Institute for Nature Research. Jordhøy, P. 1985.
- Villreinen i Rondane Sør-området. *Jakt og fiske* 114(6): 72-[74].
- Jordhøy, P. & Hole, R. 2020. Villreinfangsten som verdensarv. Faglig tillegg til grunnlagsrapport. NINA Rapport 1621. Norsk institutt for naturforskning.
- Kaisila, J. 1952. Insects from arctic mountain snows. *Annales Entomologici Fennici* 18, 8-25.
- Kaltenborn, B. P., Andersen, O., & Gundersen, V. (2014). The role of wild reindeer as a flagship species in new management models in Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 68(3), 168-177.
- Kaltenborn, B. P., Mehmetoglu, M., & Gundersen, V. (2017). Linking social values of wild reindeer to planning and management options in southern Norway. *Arctic*, 129-140.
- Kausrud, K L., Mysterud, A., Steen, H., Vik, J.O., Ostbye, E., Cazelles, B., Framstad, E., Eikeset, A.M., Mysterud, I., Solhoy, T. & Stenseth, N.C. 2008. Linking climate change to lemming cycles. *Nature* 456: 93–97.
- Kjørstad, M., Bøthun, S. W., Gundersen, V., Holand, Ø., Madslie, K., Mysterud, A., Myren, I. N., Punsvik, T., Røed, K. H., Strand, O., Tveraa, T., Tømmervik, H., Ytrehus, B. & Veiberg, V. (red.). 2017. Miljøkvalitetsnorm for villrein - Forslag fra en ekspertgruppe. – NINA Rapport 1400. 193 s.
- Klein, D.R. 1968. The introduction, increase, and crash of reindeer on St. Matthew Island. *J. Wildlife Management* 32: 350-367.
- Kvie, K.S., Heggnes, J., Bårdsen, B.J. & Røed, K.H. 2019. Recent large-scale landscape changes, genetic drift and reintroductions characterize the genetic structure of Norwegian wild reindeer. *Conserv Genet* 20, 1405–1419 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10592-019-01225-w>
- Kyrkjeeide, M.O., Bartlett, J., Rusch, G., Sandvik, H. & Nordén, J. 2020. Karbonlagring i norske økosystemer (revidert utgave). NINA Temahefte 76b. Norsk institutt for naturforskning.
- Kålås, J.A., Øien, J.I., Stokke, B.G. & Vang, R. 2021. Ekstensiv overvåking av hekkebestander av fugl – TOV-E. I Framstad, E. (red.) *Terrestrisk naturovervåking i 2020: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl. Sammenfatning av resultater*. NINA Rapport 1972: 121–132. Norsk institutt for naturforskning.
- Kålås, J., Øien, I., Stokke, B. & Vang, R. 2022. Norsk hekkefuglovervåking 2021 – (TOV-E). NINA Rapport nr 2117. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim
- Lehikoinen A, Green M, Husby M, Kålås JA, Lindström Å. 2014. Common montane birds are declining in northern Europe. *Journal of Avian Biology* 45: 3-14
- Lehikoinen, A., Brotons, L., Calladine, J., Campedelli, T., Escandell, V., Flousek, J., Grueneberg, C., Haas, F., Harris, S. & Herrando, S. 2019. Declining population trends of European mountain birds. *Global Change Biology* 25(2): 577-588
- Lindahl, K. B., Sténs, A., Sandström, C., Johansson, J., Lidskog, R., Ranius, T., & Roberge, J. M. (2017). The Swedish forestry model: More of everything?. *Forest Policy and Economics*, 77, 44-55.
- Lindhjem, H. & Magnussen, K. (2012). Verdier av økosystemtjenester i skog i Norge. NINA Report. <http://hdl.handle.net/11250/2643062>

- Lundberg, A. K., Gundersen, V., Fauchald, O. K., Vistad, O. I., Fedreheim, G. E., Bardal, K. G. & A. Gjertsen. 2021. Evaluering av forvaltningsordning for nasjonalparker og andre store verneområder. NF rapport nr: 01/2021. ISBN nr: 978-82-7321-812-4
- Martinez-Alier, J., Munda, G. & O'Neill, J. (1998). Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. *Ecological economics*, 26 (3): 277-286. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00120-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00120-1).
- Miljødirektoratet (2020). Villrein fjellet som verdiskaper. Programplan. Fastsatt 1.juni 2017. Revidert 15.november 2020
- Miljødirektoratet (2023), <https://soknadssenter.miljodirektoratet.no/Innsyn/Skjema/Villrein-fjelletVerdiskaper>
- Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC
- Mortensen, A., Nordøy, E.S. & Blix, A.S. Seasonal changes in the body composition of the Norwegian Rock Ptarmigan *Lagopus mutus*. *Ornis Scandinavica* 16: 25-28.
- Muradian, R., & Gómez-Baggethun, E. (2021). Beyond ecosystem services and nature's contributions: Is it time to leave utilitarian environmentalism behind?. *Ecological Economics*, 185, 107038. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107038>
- Mysterud, A., and Austrheim, G. 2008. The effect of domestic sheep on forage plants of wild reindeer; a landscape scale experiment. *Eur J Wildl Res* (2008) 54:461–468, DOI 10.1007/s10344-008-0171-1
- Niebuhr, B.B., Panzacchi, M., van Moorter, B., Gundersen, V., & Tveraa, T. 2023. Scenarioanalyse – evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villrein i Rondane Nord. NINA Rapport 2359.
- Nilsen, E. B., & Rød-Eriksen, L. (2020). Trender i størrelsen på den norske lirypebestanden i perioden 2009-2020. Analyser basert på data fra Hønsefuglportalen.
- Nilsen, E. B. & Strand, O. 2017. Populasjonsdynamiske utfordringer knyttet til fragmentering av villrein fjellet. - NINA Temahefte 70.
- NINA (2023), Naturregnskap, nettside: <https://www.nina.no/B%C3%A6rekr%C3%A6ftig-samfunn/Naturregnskap>, lasta ned 08.12.23
- NOU 2013:10. (2013). Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester. Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2013-10/id734440/>
- Norsk Klimaservicesenter (2023), nettside: <https://klimaservicesenter.no/> (lasta ned 08.12.23)
- Norsk Villreinsenter (2023), Tiltaksplaner, <https://villrein.no/tiltaksplaner/> (lasta ned 08.12.23)
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). 2019. Vindressurser. URL: <https://tema-kart.nve.no/tema/vindressurser>. Besøkt: 15.11.2023
- Nybø, S. & Evju, M., eds. 2017. Fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand. Forslag fra et ekspertråd. Ekspertrådet for økologisk tilstand, Trondheim, Norge.
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., & Strand, O. 2013. A road in the middle of one of the last wild reindeer migrations routes in Norway: crossing behavior and threats to conservation. *Rangifer*, 33, 15-26. <https://doi.org/10.7557/2.33.2.2521>
- Panzacchi, M., van Moorter, B., Tveraa, T., Rolandsen, C. M., Gundersen, V., Lelotte, L., A., Dos Santos, B. B. N., Bøthun, S. W., Stien, A., Andersen, R., Strand, O. 2022. Statistisk modellering av samlet belastning av menneskelig aktivitet på villreinområder. Identifisering av viktige leveområder og scenarioanalyser for konsekvensutredning og arealplanlegging. NINA Rapport 2189.

- Pedersen, Å.Ø., Blanchet, M.-A., Hörnell-Willebrand, M., Jespen, J.U., Biuw, M., and Fuglei, E., 2014. Rock Ptarmigan (*Lagopus mutus*) breeding habitat use in northern Sweden. *Journal of Ornithology* 155, 195-209.
- Pedersen, Å.Ø., Jepsen, J.U., Paulsen, I.M.G., Fuglei, E., Mosbacher, J.B., Ravolainen, V., Yoccoz, N.G., Øseth, E., Böhner, H., Bråthen, K.A., Ehrich, D., Henden, J.-A., Isaksen, K., Jakobsson, S., Madsen, J., Soininen, E., Stien, A., Tombre, I., Tveraa, T., Tveito, O.E., Vindstad, O.P.L. & Ims, R.A. 2021a. Norwegian Arctic Tundra: A Panel-based Assessment of Ecosystem Condition. Report Series 135 Norwegian Polar Institute.
- Porada, P., Weber, B., Elbert, W., Pöschl, U., & Kleidon, A. (2014). Estimating impacts of lichens and bryophytes on global biogeochemical cycles. *Global Biogeochemical Cycles*, 28(2), 71-85.
- Punsvik, T. & Jaren, V. 2006. Målrettet villreinforvaltning; skjøtsel av bestander og bevaring av leveområder. Tun Forlag, Oslo. 195 s.
- Raymond, C. M., Anderson, C. B., Athayde, S., Vatn, A., Amin, A. M., Arias-Arévalo, P., ... & Zent, E. (2023). An inclusive typology of values for navigating transformations towards a just and sustainable future. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 64, 101301.
- Rekdal, Y. & Angeloff, M. 2021. Utmarksbeite – ressursgrunnlag og beitebruk. NIBIO Rapport 7: 208.
- Riksrevisjonen. 2007. Riksrevisjonens undersøkelse av bærekraftig arealplanlegging og arealdisponering i Norge. Dokument nr. 3:11 (2006–2007)
- Rolandsen, C.M., Tveraa, T., Gundersen, V., Røed, K.H., Tømmervik, H., Kvie, K., Våge, J., Skarin, A. & Strand, O. 2022. Klassifisering av de ti nasjonale villreinområdene etter kvalitetsnorm for villrein. Første klassifisering – 2022. NINA Rapport 2126. Norsk institutt for naturforskning.
- Rolandsen, C.M., Tveraa, T., Gundersen, V., Røed, K.H., Tømmervik, H., Våge, J., Skarin, A., Strand, O. & Hansen, B.B. 2023. Klassifisering av 14 ikke-nasjonale villreinområder etter kvalitetsnorm for villrein. Første klassifisering – 2023. NINA Rapport 2372. Norsk institutt for naturforskning.
- Rosvold, J., Haanes, H., Andersen, R., Røed, K.H. og Bjørneraas, K. 2012. Artenes historie i Norge - bestandsutvikling, genetik og forvaltning. I: Bjørneraas K (red.). Klauvilt i norsk natur - historie, biologi og forvaltning. Akademika. S. 34-59.
- Rosvold, J. 2016. Perennial ice and snow-covered land as important ecosystems for birds and mammals. *Journal of Biogeography* 43: 3-12.
- Rosvold, J. 2018. Faunal finds from alpine ice–natural or archaeological depositions? *Journal of Glacial Archaeology* 3: 79-108.
- Runfola, D., Anderson, A., Baier, H., Crittenden, M., Dowker, E., Fuhrig, S., Goodman, S., Grimsley, G., Layko, R., Melville, G., Mulder, M., Oberman, R., Panganiban, J., Peck, A., Seitz, L., Shea, S., Slevin, H., Youngerman, R., Hobbs, L. 2020. geoBoundaries: A global database of political administrative boundaries. *PLoS ONE* 15(4): e0231866.
- Røed, K., G. Bjørnstad, Ø. Flagstad, H. Haanes, A. Hufthammer, P. Jordhøy og J. Rosvold. 2014. Ancient DNA reveals prehistoric habitat fragmentation and recent domestic introgression into native wild reindeer. *Conservation Genetics* 15(5): 1137-1149.
- Rød-Eriksen, L., Skrutvold, J., Herfindal, I., Jensen, H., and Eide, N.E. 2020. Highways associated with expansion of boreal scavengers into the alpine tundra of Fennoscandia. *Journal of applied ecology* 57:1861-1870. DOI: 10.1111/1365-2664.13668
- Selvaag, S. K., Wold, L. C., & Gundersen, V. (2020). Lokalbefolkningsundersøkelse på Hardangervidda. Bruk og meninger om forvaltning blant hytteeiere, rettighetshavere og lokale.

- Selås, V., Johnsen, B.S., Eide, N.E. 2010. Arctic fox *Vulpes lagopus* den use in relation to altitude and human infrastructure. *Wildlife Biology* 16: 107-112.
- Shimmings, P. & Øien, I.J. (2015). Bestandsestimater for norske hekkefugler. NOF-Rapport 2015-2.
- Singsaas, M., & Gundersen, V. (2021). Fritidsbygg, friluftsliv og ferdsel i villreinområder: Sonering som forvaltningsredskap?, *Tidsskriftet Utmark* 2021-1.
- Skar, B. & Rosvold, J. (red.) 2022. Glasialarkeologi i Norge. NTNU Vitenskapsmuseet arkeologisk rapport 2022:2.
- Skogland, T. 1994. Villrein: fra urinnvåner til miljøbarometer. Teknologisk forlag. 143 s.
- Speed, J.D.M., Austrheim, G., Hester, A., and Mysterud, A. 2010. Experimental evidence for herbivore limitation of the treeline. *Ecology* 91: 3414-3420.
- Speed, J.A., Austrheim, G., Hester, A., and Mysterud, A. 2011. Browsing interacts with climate to determine tree ring increment. *Functional Ecology* 25: 1018-1023.
- Stark, S., Horstkotte, T., Kumpula, J., Olofsson, J., Tømmervik, H., & Turunen, M. (2022). The ecosystem effects of reindeer (*Rangifer tarandus*) in northern Fennoscandia: Past, present and future. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 125716.
- Statistisk sentralbyrå. 2017. Færre ryper i sikte. URL: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/faerre-ryper-i-sikte>. Besøkt: 23.11.2023.
- Statistisk sentralbyrå. 2019. Flere nye hytter i unike villreinområder. URL: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/flere-nye-hytter-i-unike-villreinomrader>. Besøkt 05.12.2023
- Steen, H., Mysterud, A., Austrheim, G. 2005. Sheep grazing and rodent populations: evidence of negative interactions from a landscape scale experiment. *Oecologia* (2005) 143: 357–364 DOI 10.1007/s00442-004-1792-z
- Stensgaard, K. (2017). Hvordan står det til på setra? Registrering av setermiljøer i perioden 2009–2015.
- Stibal, M., Bradley, J.A., Edwards, A., Hotaling, S., Zawierucha, K., Rosvold, J., Lutz, S., Cameron, K.A., Mikucki, J.A., Kohler, T.J., Šabacká, M. & Anesio, A.M. 2020. Glacial ecosystems are essential to understanding biodiversity responses to glacier retreat. *Nature Ecology & Evolution* 4: 686-687.
- Store norske leksikon (2005-2007); Harstad, Odd Magne: førenhet i Store norske leksikon på snl.no. Hentet 6. desember 2023 fra <https://snl.no/f%C3%B4renhet>
- Strand, O., Flemsæter, F., Gundersen, V. & Rønningen, K. 2013. Horisont Snøhetta. - NINA Temahefte 51.
- Strand, O. & Gundersen, V. 2019. Silhuett Rondane – Hvordan bevare villreinen. NINA Temahefte 74. Norsk institutt for naturforskning.
- Strand, O., Gundersen, V., Jordhøy, P., Andersen, R., Nerhoel, I., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2014. Villrein og ferdsel i Rondane. Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2009–2014. – NINA Rapport 1013.
- Strand, O., Gundersen, V., Jordhøy, P., Andersen, R., Nerhoel I., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2015. Villreinens arealbruk i Knutshø. Resultater fra GPS-undersøkelsene. – NINA Rapport 1019.
- Strand, O., Gundersen, V., Panzacchi, M., Andersen, O., Falldorf, T., Andersen, R., Van Moorter, B., Jordhøy, P. & Fangel, K. 2010. Ferdsel i villreinens leveområder. – NINA Rapport 551.

- Strand, O., Gundersen, V., Thomassen, J., Andersen, R., Rauset, G. R., Romtveit, L., Mossing, A., Bøthun, S.W. & Ruud, A. 2019. GPS villreinprosjektet i Setesdal-Ryfylke – avbøtende tiltak. NINA Rapport 1457. Norsk institutt for naturforskning.
- Strand, O., Nilsen, E.B., Solberg, E.J., & Linnell, J.C.D.. 2012. Can management regulate the population size of wild reindeer (*Rangifer tarandus*) through harvest? *Canadian Journal of Zoology* 90 (2): 163-171. <https://doi.org/10.1139/z11-123>
- Strand, G.-H., Svensson, A., Rekdal, Y., Stokstad, G., Mathiesen, H. F. & Bryn, A. (2021). Verdiskaping i utmark: Status og muligheter. NIBIO Rapport. <https://hdl.handle.net/11250/2828238>
- Sundqvist, M. K., Moen, J., Björk, R. G., Vowles, T., Kytöviita, M. M., Parsons, M. A., & Olofsson, J. (2019). Experimental evidence of the long-term effects of reindeer on Arctic vegetation greenness and species richness at a larger landscape scale. *Journal of Ecology*, 107(6), 2724-2736.
- Svarstad, H. (2010). Why hiking? Rationality and Reflexivity Within Three Categories of Meaning Construction. *Journal of Leisure Research*, 42(1), 91–110.
- TEEB. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB.*
- Turkelboom, F., Leone, M., Jacobs, S., Kelemen, E., García-Llorente, M., Baró, F., ... & Rusch, V. (2018). When we cannot have it all: Ecosystem services trade-offs in the context of spatial planning. *Ecosystem services*, 29, 566-578.
- Villamagna, A. M., Angermeier, P. L. & Bennett, E. M. (2013). Capacity, pressure, demand, and flow: a conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecological Complexity*, 15: 114-121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2013.07.004>
- Vatn, A. (2021). *Bærekraftig økonomi. Innsikt fra økologisk og institusjonell økonomi*: Oslo. Fagbokforlaget.
- Vistad, O. I., Øian, H., Williams, D.R. and Stokowski, P. 2020. On Motives and Pilgrimage to Nidaros, Norway. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*. Volume 31. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100326>
- Vistad, O. I. 2021. Stien i endring? Om det godes paradoks. I F. Flemsæter & B. E. Flø (Red.), *Utmark i endring* (Kap. 9, s. 237–262). Cappelen Damm Akademisk. <https://doi.org/10.23865/noasp.151.ch9>
- Vorkinn, M., Krokann, K., Hagen, S.E., Museth, J. Dervo, B. og Aas, Ø. 2010. Utfordringer, suksessfaktorer og lønnsomhet for innlandsfiske innen verdikjedene yrkesfiske og fisketurisme. NINA-rapport 553.
- WHO, 2023. WHO Model List of Essential Medicines - 23rd list, 2023, nettside: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-MHP-HPS-EML-2023.02> (lasta ned 12.12.23) "
- Wold, L. C., Gundersen, V., Nerhoel, I., Strand, O. Panzacchi, M., Dokk, J. G. & O. Andersen. 2012. Friluftsliv og turisme i Nordfjella villreinområde - NINA Rapport 850.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Resultat frå litteratursøk: Økosystemtenester frå fjell i Nord-Europa

Søkestreng:

(Ecosystem NEAR/5 service*)
 AND
 (mountain* OR reindeer* OR caribou* OR "rangifer tarandus" OR alpin* OR highland* OR tundra)
 AND
 (norge OR norway OR norwegian* OR sweden OR sverige OR swedish OR finland OR finnish* OR russia* OR canad* OR arctic OR Scandinavia* OR greenland OR svalbard OR alaska* OR siberia* OR fennoscandi*)

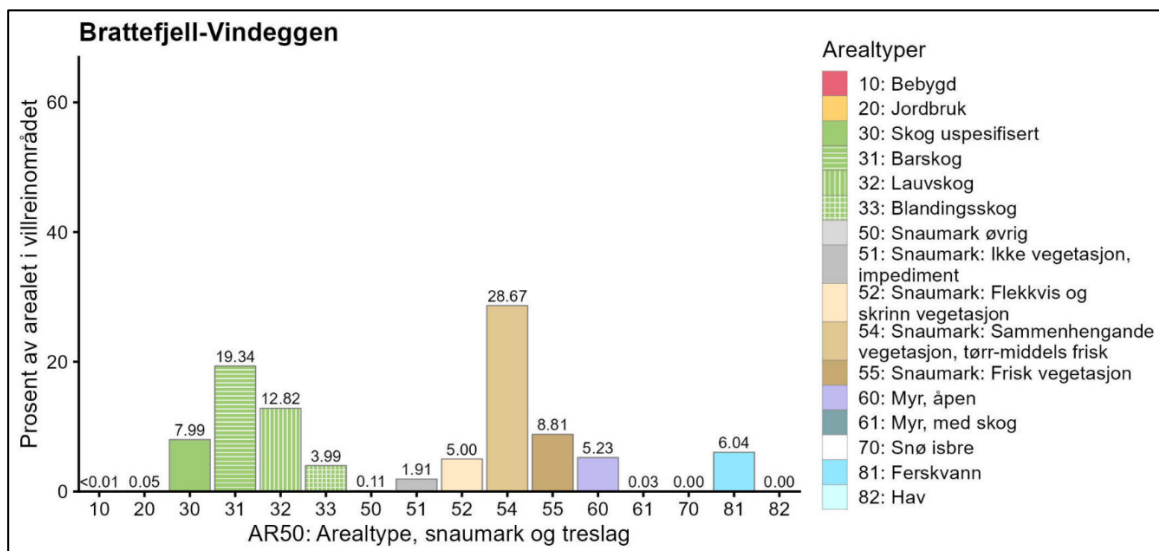
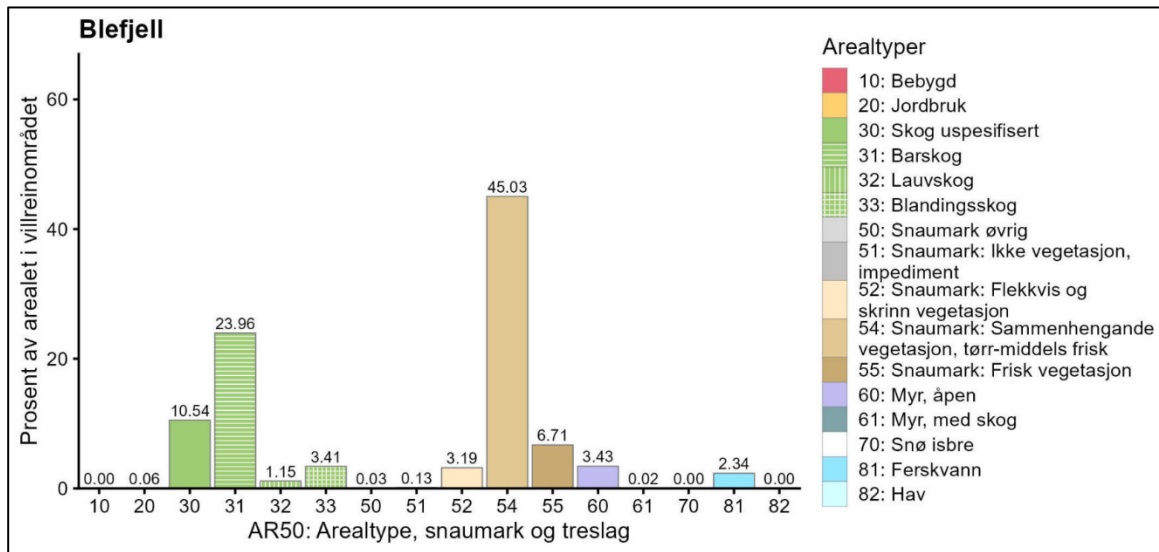
- Anisimov, O., Kokorev, V. & Zhiltcova, Y. 2017. Arctic Ecosystems and their Services Under Changing Climate: Predictive-Modeling Assessment. *Geographical Review* 107(1): 108-124. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2016.12199.x>
- Austrheim, G., Speed, J.D.M., Evju, M., Hester, A., Holand, O., Loe, L.E., Martinsen, V., Mobæk, R., Mulder, J., Steen, H., Thompson, D.B.A. & Mysterud, A. 2016. Synergies and trade-offs between ecosystem services in an alpine ecosystem grazed by sheep - An experimental approach. *Basic and Applied Ecology* 17(7): 596-608. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.06.003>
- Beilin, R., Lindborg, R., Stenseke, M., Pereira, H.M., Llausàs, A., Slätmo, E., Cerqueira, Y., Navarro, L., Rodrigues, P., Reichelt, N., Munro, N. & Queiroz, C. 2014. Analysing how drivers of agricultural land abandonment affect biodiversity and cultural landscapes using case studies from Scandinavia, Iberia and Oceania. *Land Use Policy* 36: 60-72. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.07.003>
- Bernués, A., Rodríguez-Ortega, T., Alfnes, F., Clemetsen, M. & Eike, L.O. 2015. Quantifying the multifunctionality of fjord and mountain agriculture by means of sociocultural and economic valuation of ecosystem services. *Land Use Policy* 48: 170-178. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.022>
- Bernués, A., Tenza-Peral, A., Gomez-Baggethun, E., Clemetsen, M., Eik, L.O. & Martin-Colado, D. 2022. Targeting best agricultural practices to enhance ecosystem services in mountains. *Journal of Environmental Management* 316: 11. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115255>
- Björk, R.G. & Molau, U. 2007. Ecology of alpine snowbeds and the impact of global change. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 39(1): 34-43. [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(2007\)39\[34:EOasat\]2.0.Co;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(2007)39[34:EOasat]2.0.Co;2)
- Blicharska, M., Smithers, R.J., Hedblom, M., Hedenås, H., Mikusinski, G., Pedersen, E., Sandström, P. & Svensson, J. 2017. Shades of grey challenge practical application of the cultural ecosystem services concept. *Ecosystem Services* 23: 55-70. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.014>
- Bukvareva, E.N., Grunewald, K., Bobylev, S.N., Zamolodchikov, D.G., Zimenko, A.V. & Bastian, O. 2015. The current state of knowledge of ecosystems and ecosystem services in

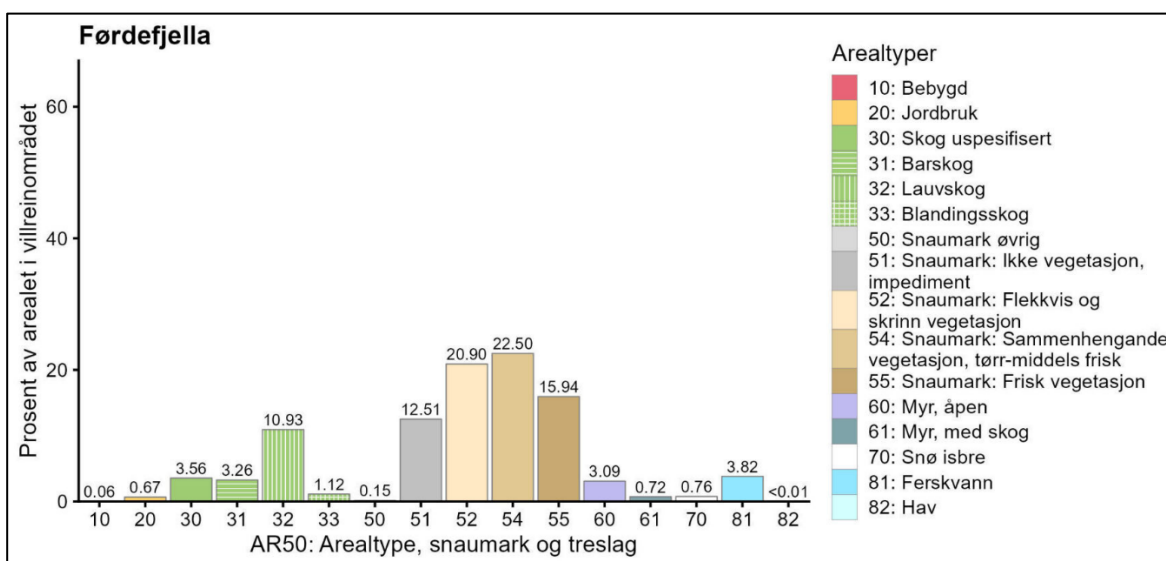
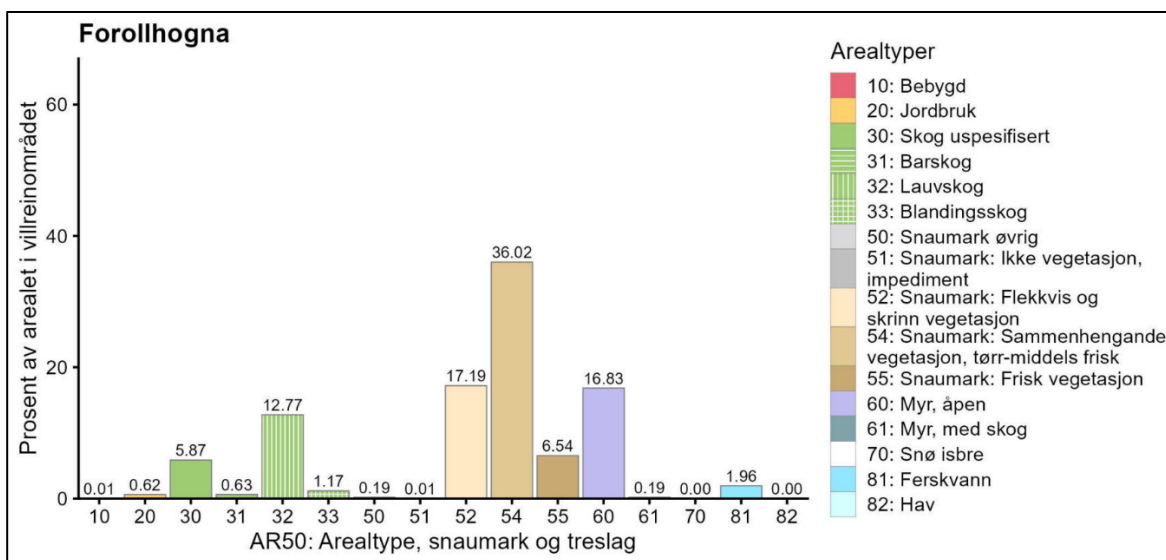
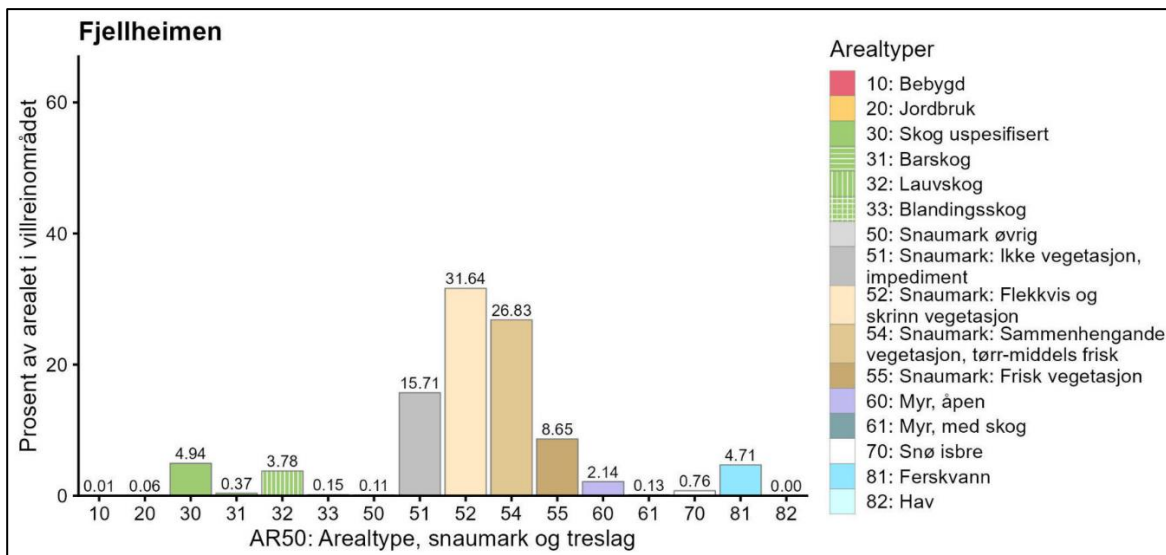
- Russia: A status report. *Ambio* 44(6): 491-507. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0674-4>
- Chernykh, D.V., Lubenets, L.F., Zinovyeva, A.E., Glushkova, M., Zhiyanski, M. & Yashina, T.V. 2023. Ecosystem goods and efficiency of protected areas in the mountains (bulgarian rhodope and russian altai as the case study). *Geosfernye Issledovaniya-Geosphere Research*(1): 144. <https://doi.org/10.17223/25421379/26/8>
- Courault, R. & Cohen, M. 2020. Evolution of Land Cover and Ecosystem Services in the Frame of Pastoral Functional Categories: A Case Study in Swedish Lapland. *Sustainability* 12(1): 18. <https://doi.org/10.3390/su12010390>
- Elbakidze, M., Angelstam, P., Yamelynets, T., Dawson, L., Gebrehiwot, M., Stryamets, N., Johansson, K.E., Garrido, P., Naumov, V. & Manton, M. 2017. A bottom-up approach to map land covers as potential green infrastructure hubs for human well-being in rural settings: A case study from Sweden. *Landscape and Urban Planning* 168: 72-83. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.031>
- Ellis, C.J., Asplund, J., Benesperi, R., Branquinho, C., Di Nuzzo, L., Hurtado, P., Martínez, I., Matos, P., Nascimbene, J., Pinho, P., Prieto, M., Rocha, B., Rodríguez-Arribas, C., Thüs, H. & Giordani, P. 2021. Functional Traits in Lichen Ecology: A Review of Challenge and Opportunity. *Microorganisms* 9(4): 27. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040766>
- Engen, S., Runge, C., Brown, G., Fauchald, P., Nilsen, L. & Hausner, V. 2018. Assessing local acceptance of protected area management using public participation GIS (PPGIS). *Journal for Nature Conservation* 43: 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.12.002>
- Ezebilo, E.E. 2016. Economic value of a non-market ecosystem service: an application of the travel cost method to nature recreation in Sweden. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* 12(4): 314-327. <https://doi.org/10.1080/21513732.2016.1202322>
- Haines-Young, R., Potschin, M. & Kienast, F. 2012. Indicators of ecosystem service potential at European scales: Mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators* 21: 39-53. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.004>
- Hausner, V.H., Engen, S., Brattland, C. & Fauchald, P. 2020. Sami knowledge and ecosystem-based adaptation strategies for managing pastures under threat from multiple land uses. *Journal of Applied Ecology* 57(9): 1656-1665. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13559>
- Heikkinen, H.I., Sarkki, S. & Nuttall, M. 2012. Users or producers of ecosystem services? A scenario exercise for integrating conservation and reindeer herding in northeast Finland. *Pastoralism* 2(1). <https://doi.org/10.1186/2041-7136-2-11>
- Jansson, R., Nilsson, C., Keskitalo, E.C.H., Vlasova, T., Sutinen, M.L., Moen, J., Chapin, F.S., Bråthen, K.A., Cabeza, M., Callaghan, T.V., van Oort, B., Dannevig, H., Bay-larsen, I.A., Ims, R.A. & Aspholm, P.E. 2015. Future changes in the supply of goods and services from natural ecosystems: prospects for the European north. *Ecology and Society* 20(3): 17. <https://doi.org/10.5751/es-07607-200332>
- Johnson, C.A., Drever, C.R., Kirby, P., Neave, E. & Martin, A.E. 2022. Protecting boreal caribou habitat can help conserve biodiversity and safeguard large quantities of soil carbon in Canada. *Scientific Reports* 12(1): 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21476-x>

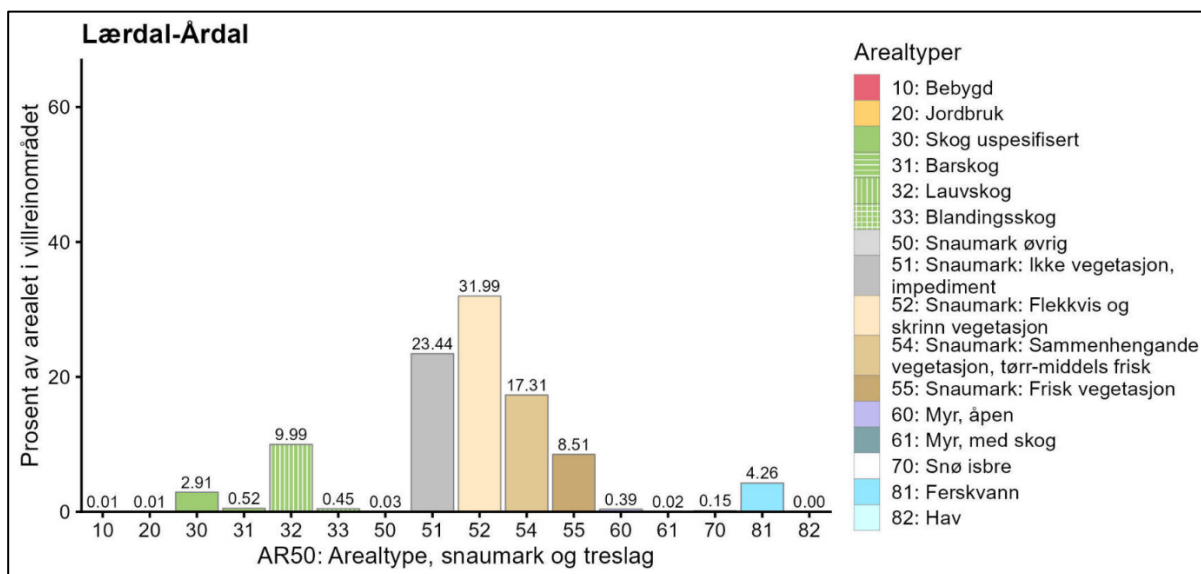
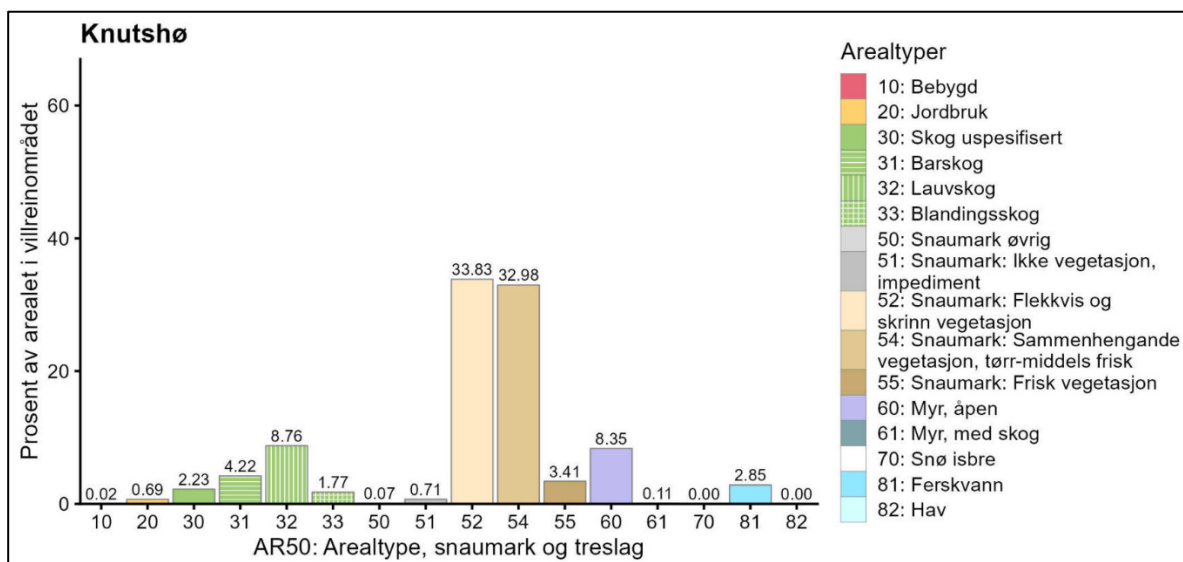
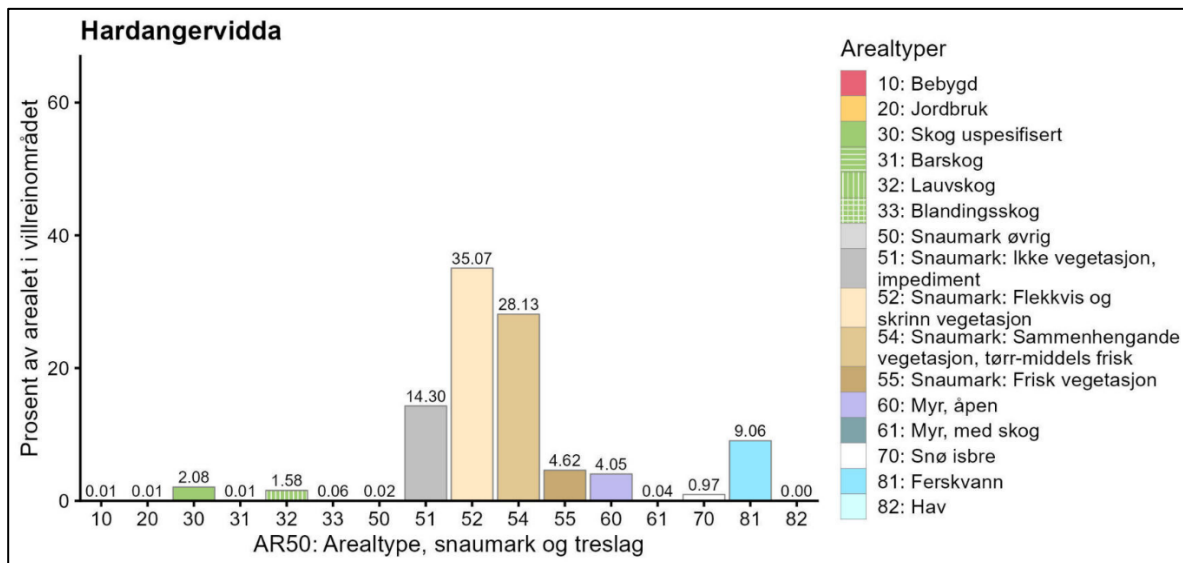
- Johnson, C.A., Sutherland, G.D., Neave, E., Leblond, M., Kirby, P., Superbie, C. & McLoughlin, P.D. 2020. Science to inform policy: Linking population dynamics to habitat for a threatened species in Canada. *Journal of Applied Ecology* 57(7): 1314-1327. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13637>
- Kadykalo, A.N., Kelly, L.A., Berberi, A., Reid, J.L. & Findlay, C.S. 2021. Research effort devoted to regulating and supporting ecosystem services by environmental scientists and economists. *Plos One* 16(5): 21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252463>
- Knez, I. & Eliasson, I. 2017. Relationships between Personal and Collective Place Identity and Well-Being in Mountain Communities. *Frontiers in Psychology* 8: 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00079>
- Knight, J. & Harrison, S. 2014. Mountain glacial and paraglacial environments under global climate change: Lessons from the past, future directions and policy implications. *Geografiska Annaler, Series A: Physical Geography* 96(3): 245-264. <https://doi.org/10.1111/geoa.12051>
- Krestov, P.V., Korznikov, K.A. & Kislov, D.E. 2020. Profound Changes in Terrestrial Ecosystems in Russia in the 21st Century. *Herald of the Russian Academy of Sciences* 90(3): 291-297. <https://doi.org/10.1134/s1019331620030090>
- Lévesque, A., Gagné, L. & Dupras, J. 2022. Expressing citizen preferences on endangered wildlife for building socially appealing species recovery policies: A stated preference experiment in Quebec, Canada. *Journal for Nature Conservation* 69: 14. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126255>
- Maher, S.M., Fenichel, E.P., Schmitz, O.J. & Adamowicz, W.L. 2020. The economics of conservation debt: a natural capital approach to revealed valuation of ecological dynamics. *Ecological Applications* 30(6). <https://doi.org/10.1002/eap.2132>
- Mansuy, N., Hwang, H., Gupta, R., Mooney, C., Kishchuk, B. & Higgs, E. 2022. Forest Landscape Restoration Legislation and Policy: A Canadian Perspective. *Land* 11(10): 27. <https://doi.org/10.3390/land11101747>
- Markkula, I., Turunen, M. & Rasmus, S. 2019. A review of climate change impacts on the ecosystem services in the Saami Homeland in Finland. *Science of the Total Environment* 692: 1070-1085. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.272>
- Mosbech, A., Johansen, K.L., Davidson, T.A., Appelt, M., Gronnow, B., Cuyler, C., Lyngs, P. & Flora, J. 2018. On the crucial importance of a small bird: The ecosystem services of the little auk (*Alle alle*) population in Northwest Greenland in a long-term perspective. *Ambio* 47: 226-243. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1035-x>
- Nygaard, P.H., Bøhler, F., Øyen, B.H. & Tveite, B. 2022. Long-term spatiotemporal dynamics in a mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) forest in south-east Norway. *Plant-Environment Interactions* 3(4): 155-169. <https://doi.org/10.1002/pei3.10087>
- Oteros-Rozas, E., Martín-López, B., Fagerholm, N., Bieling, C. & Plieninger, T. 2018. Using social media photos to explore the relation between cultural ecosystem services and landscape features across five European sites. *Ecological Indicators* 94: 74-86. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.009>
- Sarkki, S. & Karjalainen, T.P. 2015. Ecosystem service valuation in a governance debate: Practitioners' strategic argumentation on forestry in northern Finland. *Ecosystem Services* 16: 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.09.003>

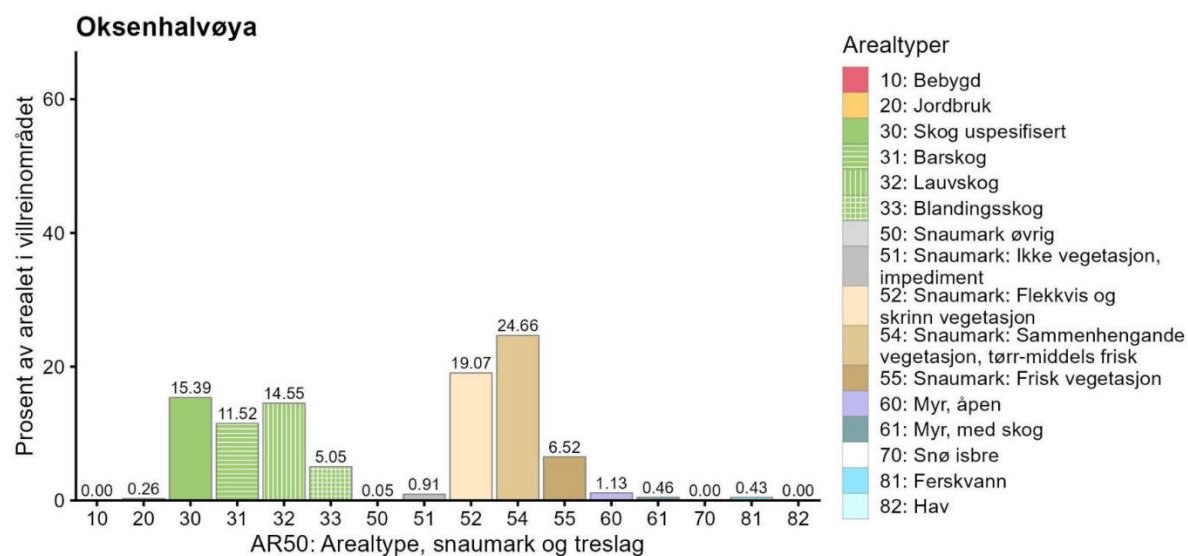
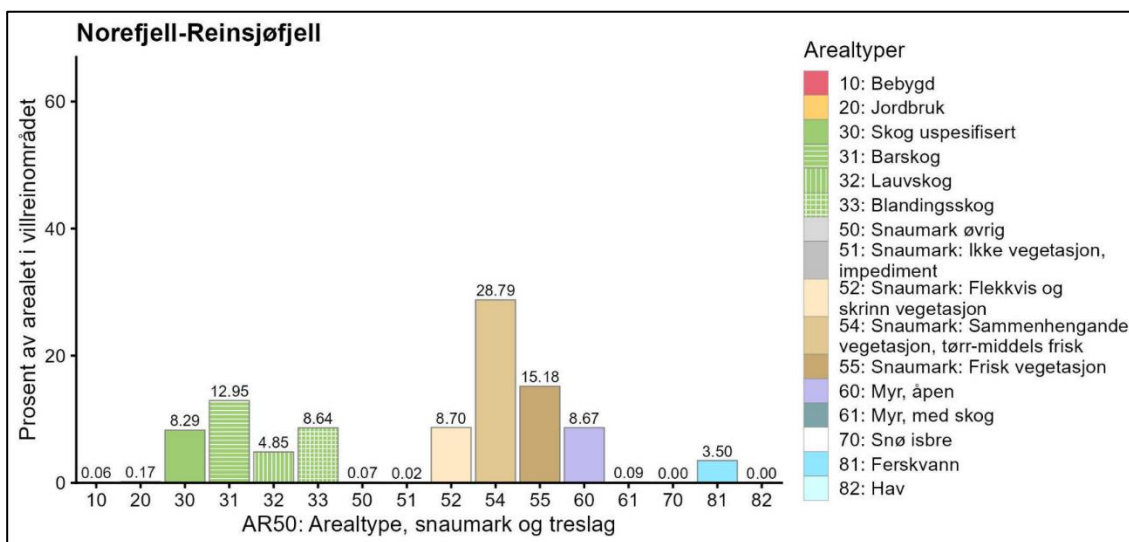
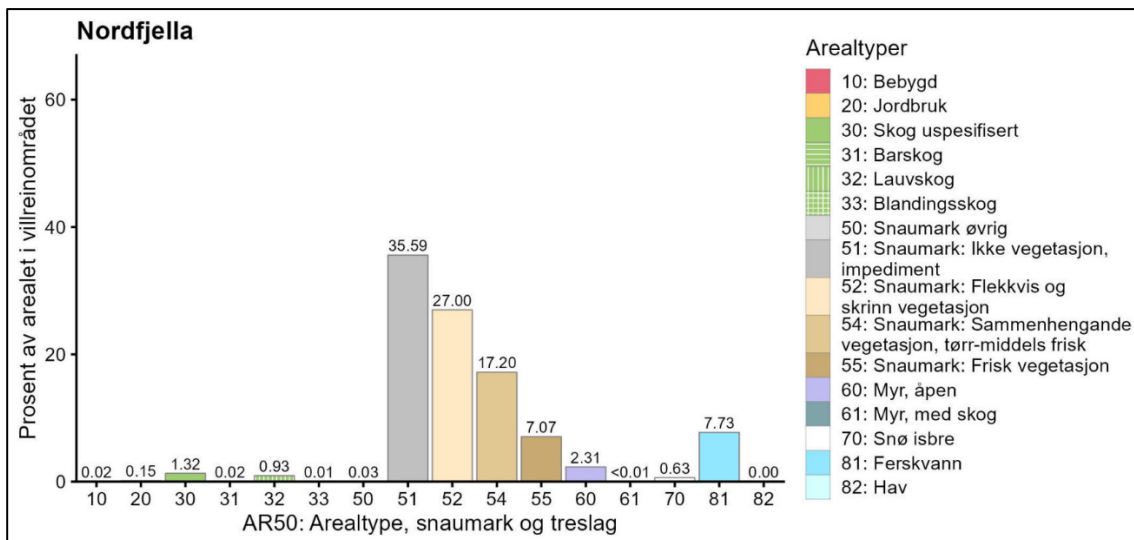
- Sarkki, S., Komu, T., Heikkinen, H.I., García, N.A., Lépy, É. & Herva, V.P. 2016. Applying a synthetic approach to the resilience of Finnish reindeer herding as a changing livelihood. *Ecology and Society* 21(4): 13. <https://doi.org/10.5751/es-08819-210414>
- Sarkki, S., Heikkinen, H.I., Herva, V.P. & Saarinen, J. 2018. Myths on local use of natural resources and social equity of land use governance: Reindeer herding in Finland. *Land Use Policy* 77: 322-331. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.055>
- Sarkki, S., Pihlajamäki, M., Rasmus, S. & Eronen, J.T. 2023. "Rights for Life" scenario to reach biodiversity targets and social equity for indigenous peoples and local communities. *Biological Conservation* 280: 8. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109958>
- Sarvašová, Z., Cienciala, E., Beranová, J., Vančo, M., Ficko, A. & Pardos, M. 2014. Analysis of governance systems applied in multifunctional forest management in selected European mountain regions. *Forestry Journal* 60(3): 159-167. <https://doi.org/10.2478/forj-2014-0017>
- Schermer, M., Darnhofer, I., Daugstad, K., Gabillet, M., Lavorel, S. & Steinbacher, M. 2016. Institutional impacts on the resilience of mountain grasslands: an analysis based on three European case studies. *Land Use Policy* 52: 382-391. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.009>
- Schoville, S.D. & Rovito, S.M. 2020. Biogeography of North American highlands. I: Encyclopedia of the World's Biomes. Elsevier. S. 530-542. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11781-6>
- Skre, O. 2017. Ecosystem services in Norway. *One Ecosystem* 2. <https://doi.org/10.3897/oneeco.2.e14814>
- Sukhova, M.G., Zhuravleva, O.V., Vinokurov, Y.I., Chernova, E.O. & Kaizer, M.I. 2018. Recreation and bioclimatic specifics of landscapes of the central and south-eastern altai. *Periodico Tch Quimica* 15: 537-547.
- Svensson, J., Bubnicki, J.W., Angelstam, P., Mikusinski, G. & Jonsson, B.G. 2022. Spared, shared and lost-routes for maintaining the Scandinavian Mountain foothill intact forest landscapes. *Regional Environmental Change* 22(1): 15. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01881-8>
- Svensson, J., Bubnicki, J.W., Jonsson, B.G., Andersson, J. & Mikusinski, G. 2020. Conservation significance of intact forest landscapes in the Scandinavian Mountains Green Belt. *Landscape Ecology* 35(9): 2113-2131. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01088-4>

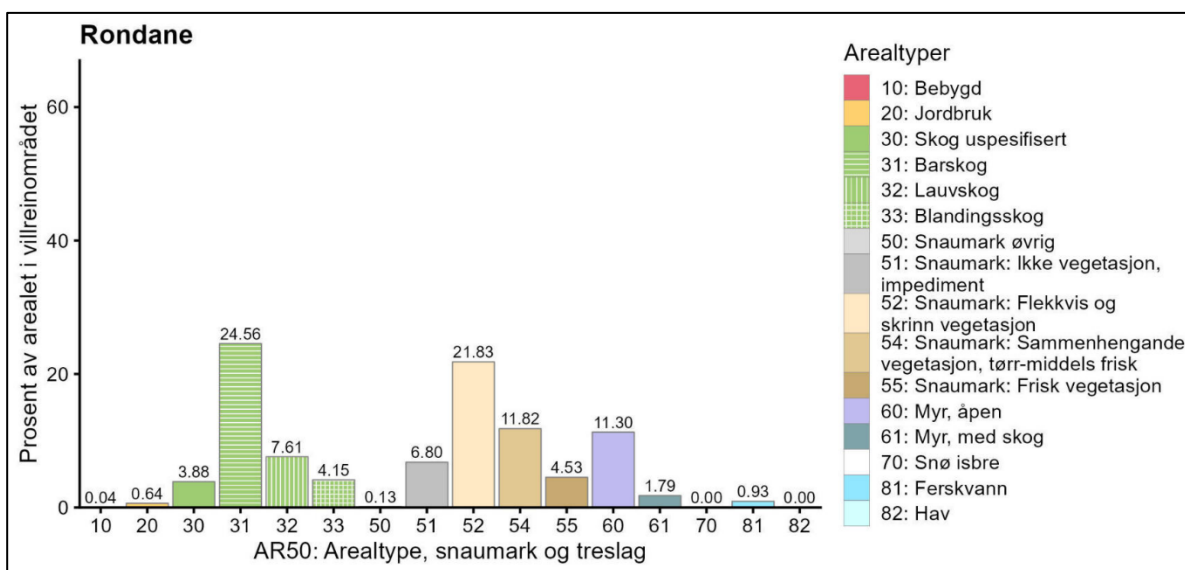
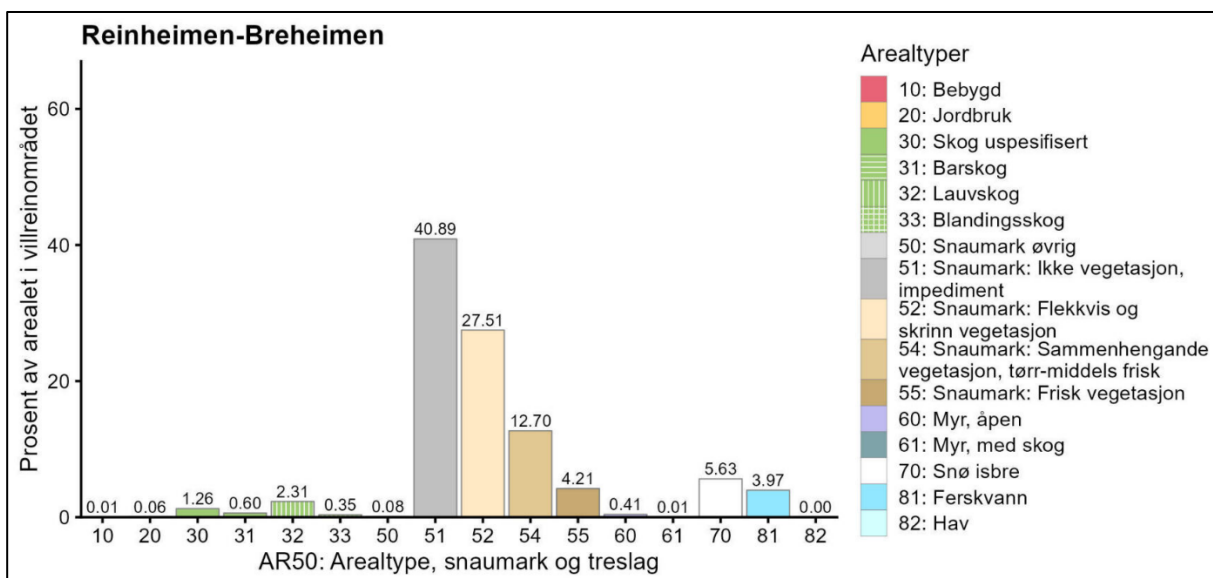
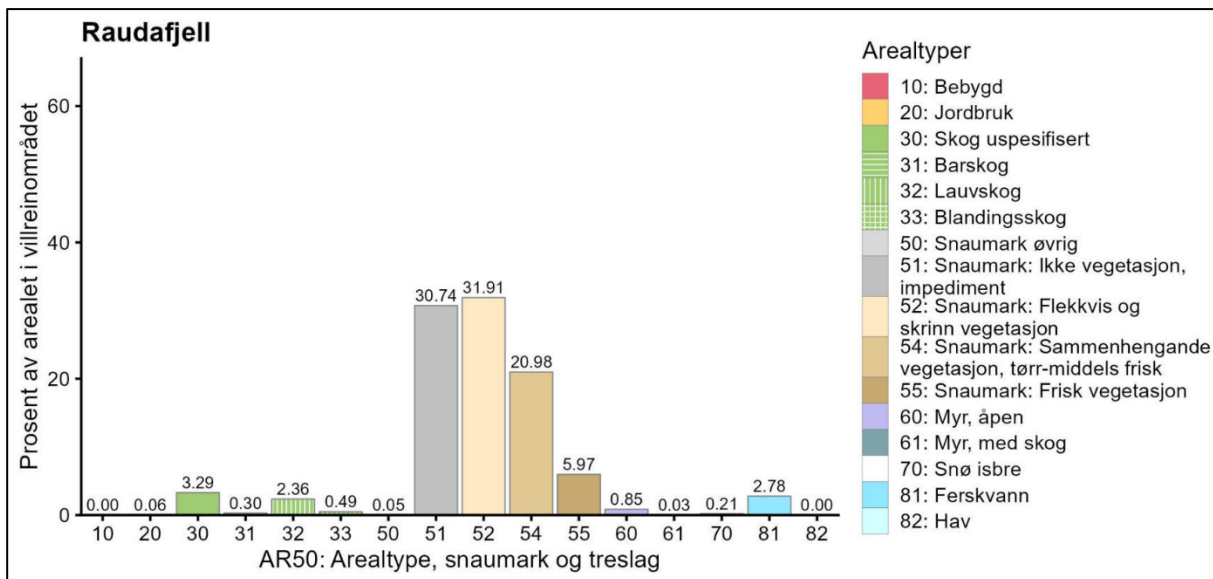
Vedlegg 2: Prosentvis arealtype per villreinområde, 24 delfigurar

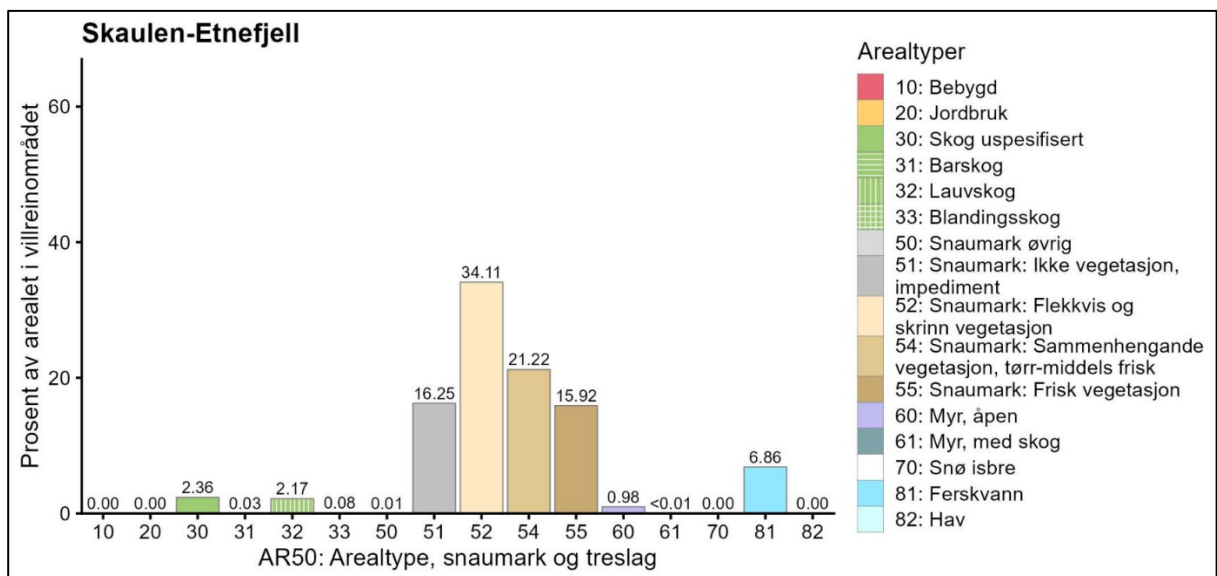
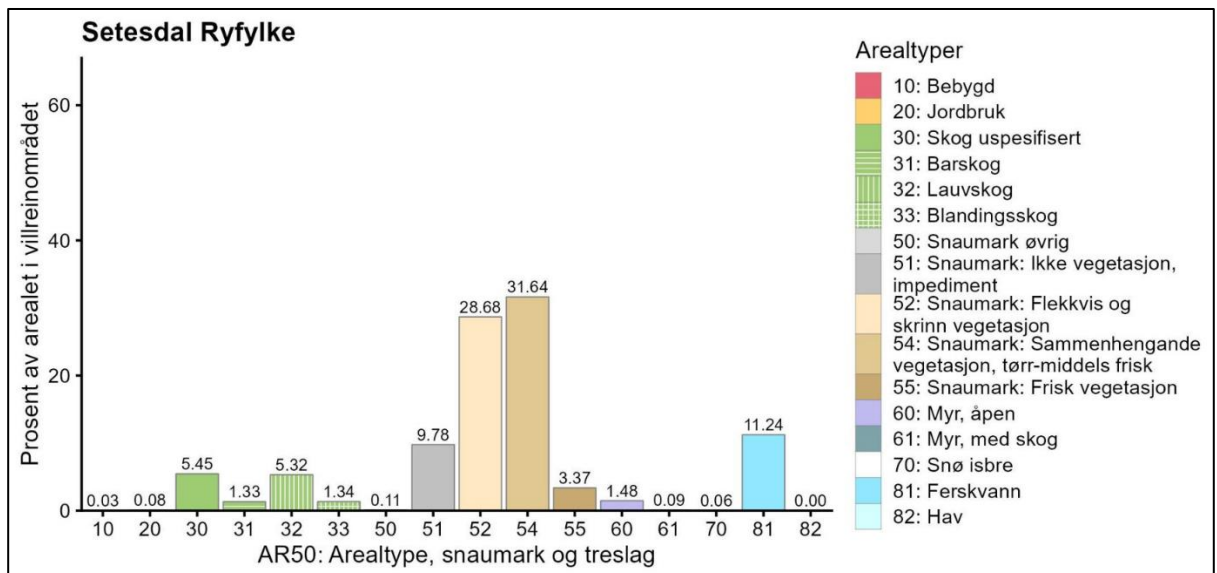
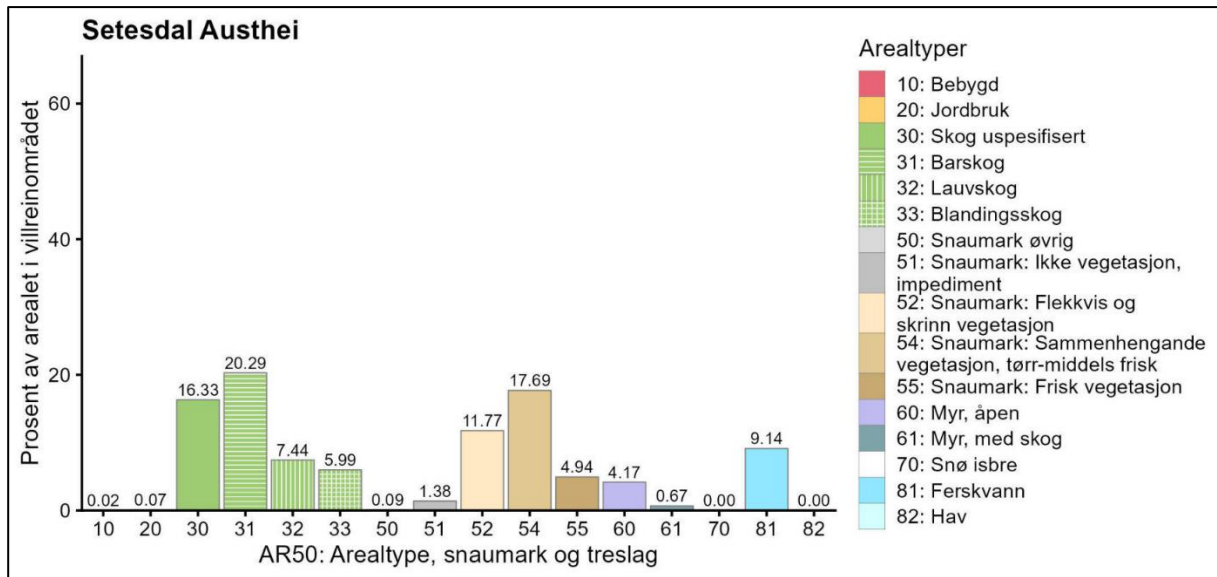


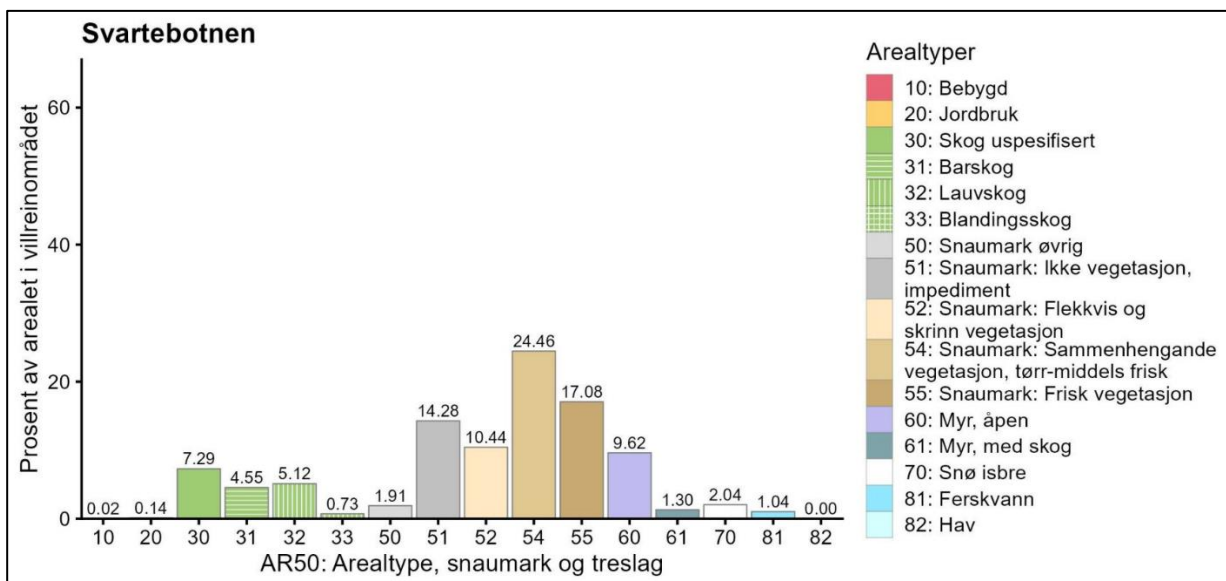
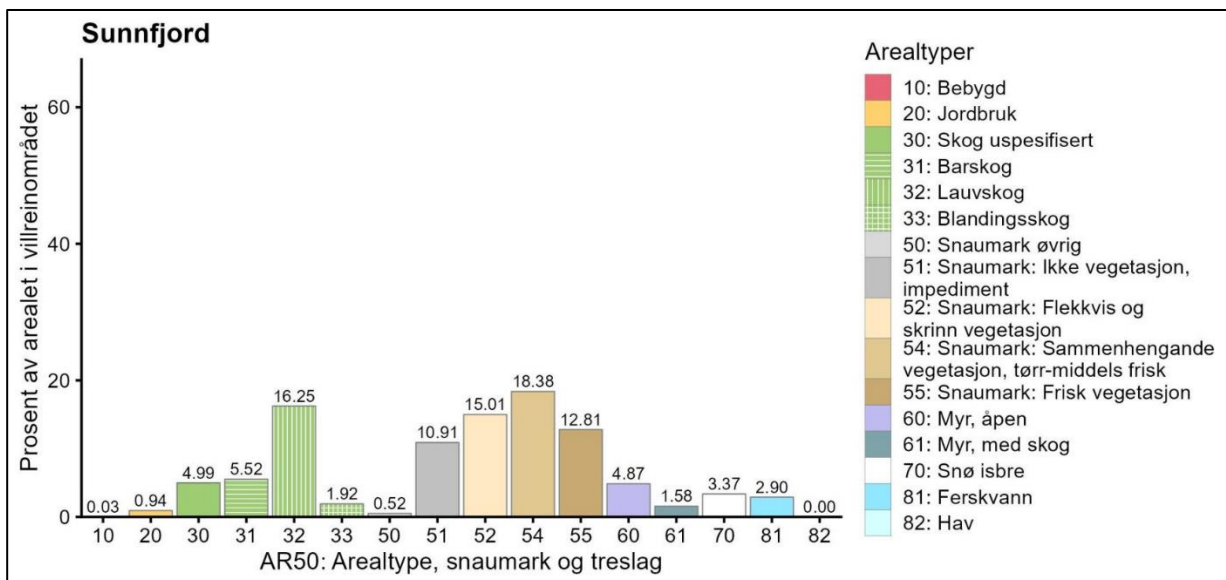
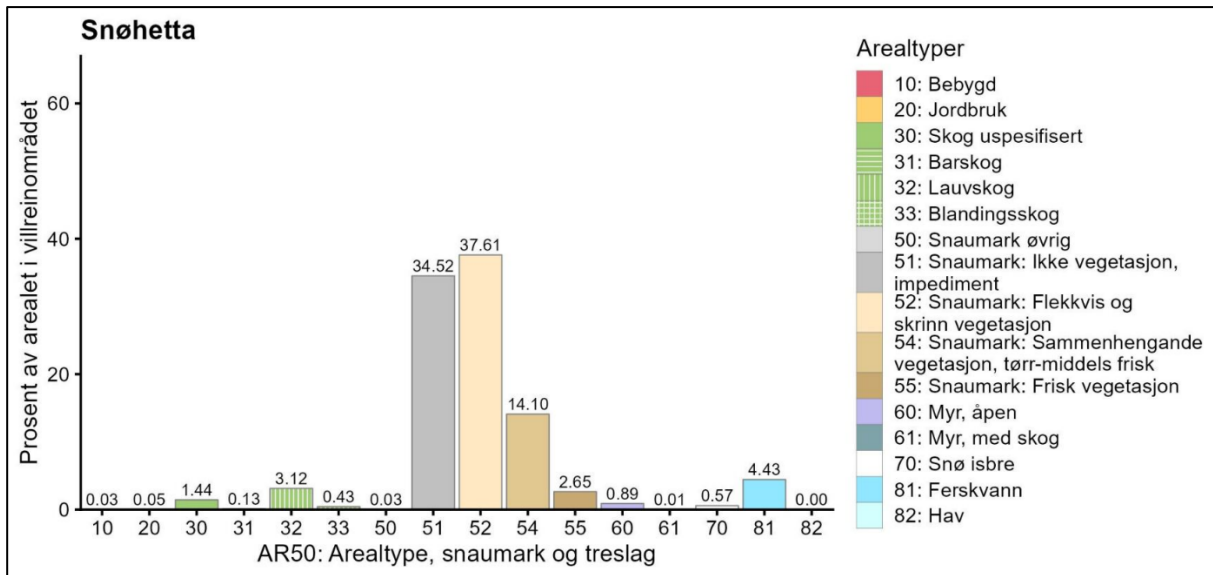


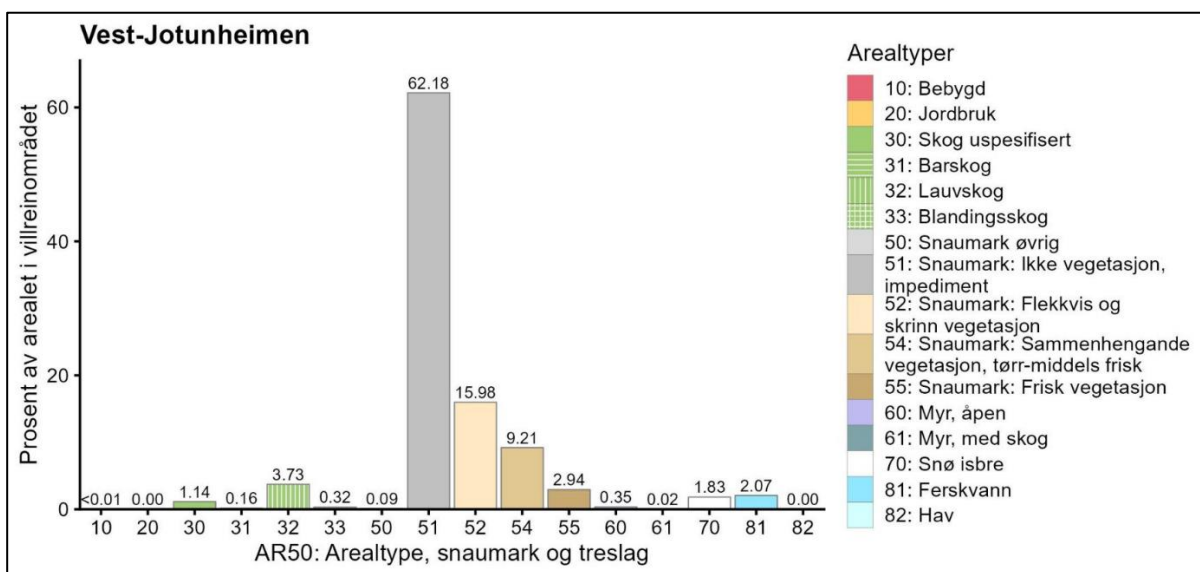
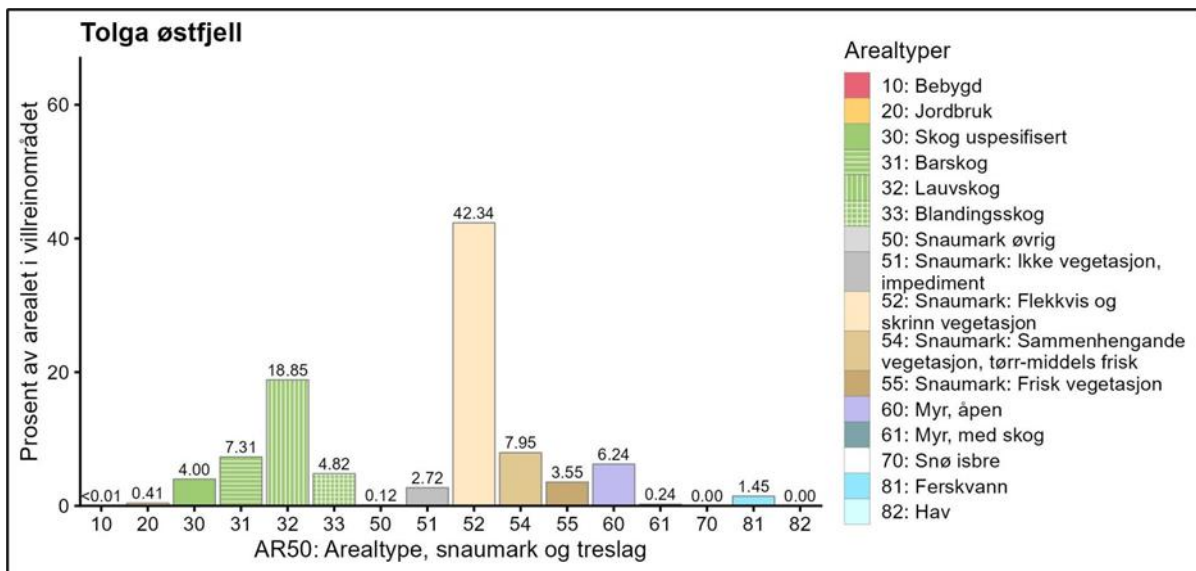
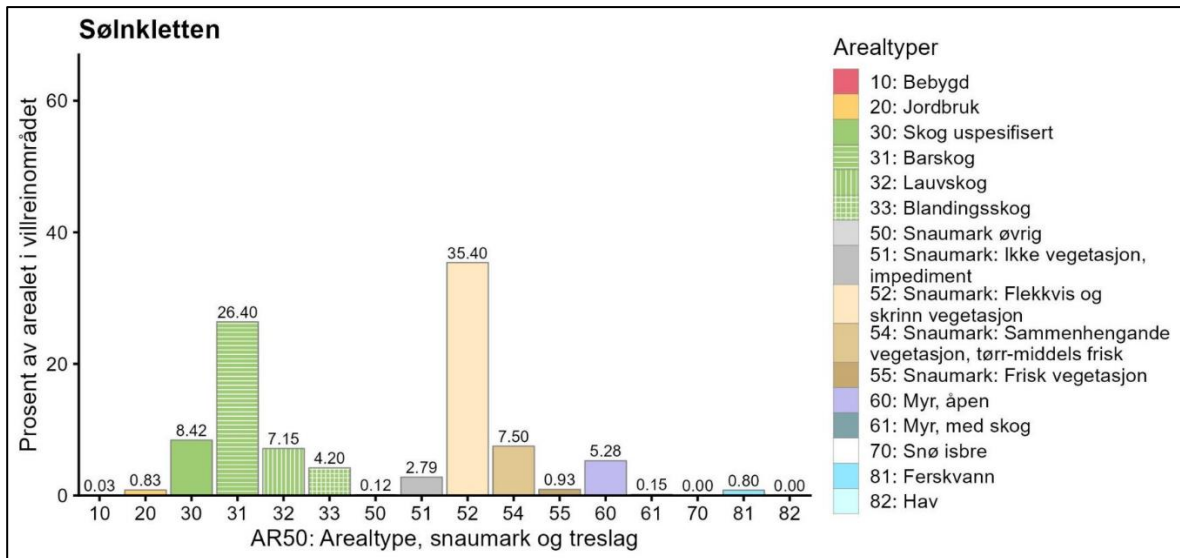


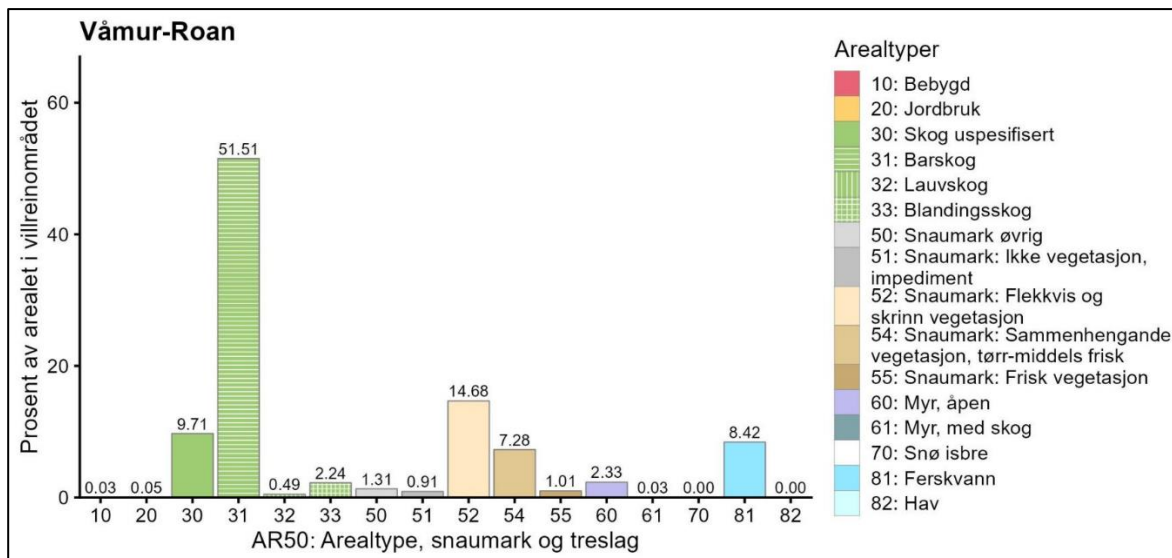












Vedlegg 3: Resultat frå litteratursøk: Villrein fjellområda i Noreg

- Badia, R., Steyaert, S.M.J.G., Puliti, S., Blaaid, R. & Frank, S.C. 2019. Reindeer carcasses provide foraging habitat for insectivorous birds of the alpine tundra. *Ornis Norvegica* 42: 36-40. <https://doi.org/10.15845/ON.V42I0.2639>
- Bargmann, T., Wheatcroft, E., Imperio, S. & Vetaas, O.R. 2020. Effects of weather and hunting on wild reindeer population dynamics in Hardangervidda National Park. *Population Ecology* 62(1): 91-104. <https://doi.org/10.1002/1438-390X.12030>
- Bignon-lau, O., Catz, N., Berlioz, E., Veiberg, V., Strand, O. & Merceron, G. 2017. Dental microwear textural analyses to track feeding ecology of reindeer: a comparison of two contrasting populations in Norway. *Mammal Research* 62(1): 111-120. <https://doi.org/10.1007/s13364-016-0304-y>
- Blehr, O. 2012. Medieval Reindeer Drives at Sumtangen, Hardangervidda: Two Interpretations. *Fornvannen – Journal of Swedish Antiquarian Research* 107(2): 115-122.
- Blehr, O. 2019. Sumtangen, a medieval communal reindeer (*Rangifer tarandus*) drive locality on the mountain plateau Hardangervidda in Norway, once more. *Fornvannen – Journal of Swedish Antiquarian* 114(4): 242-246.
- Blehr, O. 2020. Debatt Sumtangen, a medieval communal reindeer drive locality on Hardangervidda: reply to Svein Indrelid. *Fornvannen – Journal of Swedish Antiquarian* 115(2): 105-108.
- Bretten, S., Gaare, E., Skogland, T. & Steinnes, E. 1992. investigations of radiocesium in the natural terrestrial environment in norway following the chernobyl accident. *Analyst* 117(3): 501-503. <https://doi.org/10.1039/an9921700501>
- Bråtå, H.O. 2020. From Local Initiative to National State Process: The Case of Rondane National Park, Norway. *Environmental History* 25(4): 736-758. <https://doi.org/10.1093/envhis/ema049>
- Colman, J.E., Tsegaye, D., Flydal, K., Rivrud, I.M., Reimers, E. & Eftestøl, S. 2015. High-voltage power lines near wild reindeer calving areas. *European Journal of Wildlife Research* 61(6): 881-893. <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0965-x>
- Dahle, B., Reimers, E. & Colman, J.E. 2008. Reindeer (*Rangifer tarandus*) avoidance of a highway as revealed by lichen measurements. *European Journal of Wildlife Research* 54(1): 27-35. <https://doi.org/10.1007/s10344-007-0103-5>
- Flydal, K. & Reimers, E. 2002. Relationship between calving time and physical condition in three wild reindeer *Rangifer tarandus* populations in southern Norway. *Wildlife Biology* 8(2): 145-151. <https://doi.org/10.2981/wlb.2002.019>
- Gjerde, B. 1984. Sarcocystis Infection in Wild Reindeer (*Rangifer Tarandus*) From Hardangervidda in Southern Norway: with a Description of The Cysts of Sarcocystis Hardangeri N. Sp. *Acta Veterinaria Scandinavica* 25(2): 205-212. <https://doi.org/10.1186/BF03547265>
- Güere, M.E., Våge, J., Tharaldsen, H., Benestad, S.L., Vikøren, T., Madslie, K., Hopp, P., Rolandsen, C.M., Røed, K.H. & Tranulis, M.A. 2020. Chronic wasting disease

- associated with prion protein gene (PRNP) variation in Norwegian wild reindeer (*Rangifer tarandus*). *Prion* 14(1): 1-10.
<https://doi.org/10.1080/19336896.2019.1702446>
- Handeland, K. 2002. Cerebrospinal nematodiasis in a moose in Norway. *Journal of Wildlife Diseases* 38(4): 817-821. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-38.4.817>
- Harpaz, E., Salvesen, Ø., Rauset, G.R., Mahmood, A., Tran, L., Ytrehus, B., Benestad, S.L., Tranulis, M.A., Espenes, A. & Ersdal, C. 2022. No evidence of uptake or propagation of reindeer CWD prions in environmentally exposed sheep. *Acta Veterinaria Scandinavica* 64(1). <https://doi.org/10.1186/s13028-022-00632-3>
- Hufthammer, A.K. 2001. The Weichselian (c. 115,000 - 10,000 B.P) vertebrate fauna of Norway. *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana* 40(2): 201-208.
- Hufthammer, A.K., Bratbak, O.F. & Indrelid, S. 2011. A study of bone remains and butchery patterns from medieval mass-hunting of reindeer in the South Norwegian mountain districts. *Quaternary International* 238: 55-62.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.005>
- Indrelid, S. & Hufthammer, A.K. 2011. Medieval mass trapping of reindeer at the Hardangervidda mountain plateau, South Norway. *Quaternary International* 238: 44-54.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.09.008>
- Kaltenborn, B.P., Andersen, O. & Gundersen, V. 2014. The role of wild reindeer as a flagship species in new management models in Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 68(3): 168-177. <https://doi.org/10.1080/00291951.2014.904400>
- Knight, W. 2005. Budget satellites take the cube route into space. *New Scientist* 188(2520): 30-31.
- Landa, A., Strand, O., Swenson, J.E. & Skogland, T. 1997. Wolverines and their prey in southern Norway. *Canadian Journal of Zoology* 75(8): 1292-1299.
<https://doi.org/10.1139/z97-153>
- Landa, A., Gudvangen, K., Swenson, J.E. & Røskaft, E. 1999. Factors associated with wolverine *Gulo gulo* predation on domestic sheep. *Journal of Applied Ecology* 36(6): 963-973. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1999.00451.x>
- Lundberg, A.K. & Richardson, T. 2021. Balancing nature conservation and windpower development: the contested work that maps do in protecting Europe's last wild reindeer. *Landscape Research* 46(2): 182-196.
<https://doi.org/10.1080/01426397.2021.1891209>
- Mysterud, A., Viljugrein, H., Lund, J.H.L., Lund, S.E., Rolandsen, C.M. & Strand, O. 2021. The relationship between quotas and harvest in the alpine reindeer population on Hardangervidda, Norway. *European Journal of Wildlife Research* 67(6).
<https://doi.org/10.1007/s10344-021-01542-x>
- Mysterud, A., Viljugrein, H., Rolandsen, C.M. & Belsare, A.V. 2021. Harvest strategies for the elimination of low prevalence wildlife diseases. *Royal Society Open Science* 8(3). <https://doi.org/10.1098/rsos.210124>

- Mysterud, A., Rød-Eriksen, L., Hildebrand, A., Meås, R., Gudmundsson, A.F. & Rolandsen, C.M. 2022. The efficacy of wildlife fences for keeping reindeer outside a chronic wasting disease risk area. *Ecological Solutions and Evidence* 3(3). <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12174>
- Mysterud, A., Solberg, E.J., Meisingset, E.L., Panzacchi, M., Rauset, G.R., Strand, O., Van Moorter, B., Rolandsen, C.M. & Rivrud, I.M. 2023. Estimating and managing broad risk of chronic wasting disease spillover among cervid species. *Ecosphere* 14(9). <https://doi.org/10.1002/ecs2.4663>
- Mysterud, A., Viljugrein, H., Andersen, R., Rauset, G.R., Reiten, M.R., Rolandsen, C.M. & Strand, O. 2023. An infectious disease outbreak and increased mortality in wild alpine reindeer. *Ecosphere* 14(3). <https://doi.org/10.1002/ecs2.4470>
- Nellemann, C. 1996. Terrain selection by reindeer in late winter in central Norway. *Arctic* 49(4): 339-347.
- Nellemann, C., Jordhøy, P., Støen, O.G. & Strand, O. 2000. Cumulative impacts of tourist resorts on wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) during winter. *Arctic* 53(1): 9-17.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhoy, P. & Strand, O. 2001. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological Conservation* 101(3): 351-360. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00082-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00082-9)
- Potthoff, K. & Stroth, V. 2011. Patterns of vegetation change on alpine mountain summer farms in Norway. *Geografiska Annaler Series A - Physical Geography* 93A(3): 163-174. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0459.2011.00427.x>
- Rae, R., Nicoll, M., Summers, R.O.N., Stuart, R.A.E. & Brockie, K. 2011. Breeding biology of Purple Sandpipers *Calidris maritima* on the Hardangervidda, southern Norway. *Ornis Svecica* 21(2-4): 101-108.
- Rannow, S. 2013. Climate-adapted conservation: how to identify robust strategies for the management of reindeer in Hardangervidda National Park (Norway). *Regional Environmental Change* 13(4): 813-823. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0449-z>
- Reimers, E., Kelin, D.R. & Sorumgard, R. 1983. Calving time, growth rate, and body size of Norwegian reindeer on different ranges. *Arctic & Alpine Research* 15(1): 107-118. <https://doi.org/10.2307/1550986>
- Reimers, E. 1993. Antlerless females among reindeer and caribou. *Canadian Journal of Zoology* 71(7): 1319-1325. <https://doi.org/10.1139/z93-182>
- Reimers, E., Eftestøl, S. & Colman, J.E. 2003. Behavior responses of wild reindeer to direct provocation by a snowmobile or skier. *Journal of Wildlife Management* 67(4): 747-754. <https://doi.org/10.2307/3802681>
- Reimers, E., Holmengen, N. & Mysterud, A. 2005. Life-history variation of wild reindeer (*Rangifer tarandus*) in the highly productive North Ottadalen region, Norway. *Journal of Zoology* 265(1): 53-62. <https://doi.org/10.1017/S0952836904006041>

- Reimers, E., Dahle, B., Eftestøl, S., Colman, J.E. & Gaare, E. 2007. Effects of a power line on migration and range use of wild reindeer. *Biological Conservation* 134(4): 484-494. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.08.034>
- Reimers, E., Røed, K.H. & Colman, J.E. 2012. Persistence of vigilance and flight response behaviour in wild reindeer with varying domestic ancestry. *Journal of Evolutionary Biology* 25(8): 1543-1554. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2012.02538.x>
- Reimers, E., Tsegaye, D., Colman, J.E. & Eftestøl, S. 2014. Activity patterns in reindeer with domestic vs. wild ancestry. *Applied Animal Behaviour Science* 150: 74-84. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.10.010>
- Reimers, E., Eftestøl, S. & Colman, J.E. 2021. Vigilance in reindeer (*Rangifer tarandus*); evolutionary history, predation and human interference. *Polar Biology* 44(5): 997-1007. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02857-w>
- Romtveit, L., Strand, O., Mossing, A., Kastdalen, L., Hjeltnes, A.W., Bjerketvedt, D.K., Odland, A. & Heggenes, J. 2021. Optimal foraging by a large ungulate in an extreme environment: Wild mountain reindeer select snow-free feeding habitats in winter. *Ecology and Evolution* 11(15): 10409-10420. <https://doi.org/10.1002/ece3.7843>
- Røed, K.H., Flagstad, O., Bjørnstad, G. & Hufthammer, A.K. 2011. Elucidating the ancestry of domestic reindeer from ancient DNA approaches. *Quaternary International* 238(1-2): 83-88. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.07.031>
- Røed, K.H., Bjørnstad, G., Flagstad, Ø., Haanes, H., Hufthammer, A.K., Jordhøy, P. & Rosvold, J. 2014. Ancient DNA reveals prehistoric habitat fragmentation and recent domestic introgression into native wild reindeer. *Conservation Genetics* 15(5): 1137-1149. <https://doi.org/10.1007/s10592-014-0606-z>
- Selvaag, S.K., Aas, O. & Gundersen, V. 2020. Linking visitors' spatial preferences to sustainable visitor management in a Norwegian national park. *Eco Mont – Journal on Protected Mountain Areas Research* 12(1): 27-34. <https://doi.org/10.1553/eco.mont-12-1s27>
- Singsaas, M. 2022. Zoned, but not resolved: balancing environmental conservation and local development through comprehensive land use planning in Rondane, Norway. *Journal of Environmental Planning and Management* 66(2): 265-292. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1988526>
- Skogland, T. 1984. Wild reindeer foraging-niche organization. *Ecography* 7(4): 345-379. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1984.tb01138.x>
- Skogland, T. 1990. Density dependence in a fluctuating wild reindeer herd; maternal vs. offspring effects. *Oecologia* 84(4): 442-450. <https://doi.org/10.1007/BF00328158>
- Skogland, T., Baskin, L.M., Espelien, I.S. & Strand, O. 1997. Pollution by heavy metals and radioactivity of reindeer populations. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya Geografiya*(6): 23-24.
- Snøhetta, 2012. Snøhetta: Norwegian Wild Reindeer Centre Pavilion. *A + U-Architecture and Urbanism* (497): 22-31.

- Strand, O., Linnell, J.D.C., Krogstad, S. & Landa, A. 1999. Dietary and reproductive responses of arctic foxes to changes in small rodent abundance. *Arctic* 52(3): 272-278. <https://doi.org/10.14430/arctic932>
- Takken Beijersbergen, L.M. 2017. Heaps of fascinating fragments: reconstructing a medieval reindeer population based on bone middens from the Hardangervidda high mountain plateau, Norway. *Acta Zoologica* 98(4): 340-361. <https://doi.org/10.1111/azo.12175>
- Takken Beijersbergen, L.M. 2019. Determining Age and Season of Death by Use of Incremental Lines in Norwegian Reindeer Tooth Cementum. *Environmental Archaeology* 24(1): 49-60. <https://doi.org/10.1080/14614103.2017.1394625>
- Takken Beijersbergen, L.M., Fernandes, R., Mørkved, P.T. & Hufthammer, A.K. 2021. Temporal and spatial variability of bone collagen stable carbon and nitrogen isotopic ratios of Norwegian reindeer. *Journal of Archaeological Science: Reports* 37. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102890>
- Tranulis, M.A., Gavier-Widén, D., Våge, J., Nöremark, M., Korpenfelt, S.L., Hautaniemi, M., Pirisinu, L., Nonno, R. & Benestad, S.L. 2021. Chronic wasting disease in Europe: new strains on the horizon. *Acta Veterinaria Scandinavica* 63(1). <https://doi.org/10.1186/s13028-021-00606-x>
- Tømmervik, H. 2005. Estimation of carrying capacity for wild reindeer in Norway by means of the Normalised Difference Snow Index (NDSI). *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. Proceedings*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33244454798&doi=10.1117%2f12.627772&partnerID=40&md5=ac7a462694d3af70578ffe0481048f12>
- Utaaker, K.S., Ytrefhus, B., Davey, M.L., Fossøy, F., Davidson, R.K., Miller, A.L., Robertsen, P.A., Strand, O. & Rauset, G.R. 2023. Parasite Spillover from Domestic Sheep to Wild Reindeer—The Role of Salt Licks. *Pathogens* 12(2). <https://doi.org/10.3390/pathogens12020186>
- Vistnes, I., Nellemann, C., Jordhøy, P. & Strand, O. 2001. Wild reindeer: Impacts of progressive infrastructure development on distribution and range use. *Polar Biology* 24(7): 531-537. <https://doi.org/10.1007/s003000100253>
- Wika, M. 1982. Antlers—a Mineral Source in Rangifer. *Acta Zoologica* 63(1): 7-10. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6395.1982.tb00752.x>

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på Ims i Rogaland.

NINA driv både med forskning og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

ISSN: 1504-3312
ISBN: 978-82-426-5176-1

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

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