

2426

NINA Rapport

Kartlegging av lavbeitenes biomasse tilbake i tid

Rasmus Erlandsson, Katarzyna Ostapowicz, Knut Langeland, Torkild Tveraa, Eirik Aasmo Finne & Hans Tømmervik



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Kartlegging av lavbeitenes biomasse tilbake i tid

Rasmus Erlandsson, Katarzyna Ostapowicz, Knut Langeland, Torkild Tveraa, Eirik Aasmo Finne & Hans Tømmervik

Erlandsson, R., Ostapowicz, K., Langeland, K., Tveraa, T., Aasmo Finne, E. & Tømmervik, H. 2024.
Kartlegging av lavbeitenes biomasse tilbake i tid. NINA Rapport 2426. Norsk institutt for naturforskning.
<http://hdl.handle.net/11250/3121824>

Tromsø, 11.3.2024

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5235-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Denne rapporten er lisensiert under Creative Commons Navngivelse 4.0 Internasjonal lisens: [Creative Commons — Attribution 4.0 International — CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Marit Klemetsen Arneberg

ANSVARLIG SIGNATUR

Elina Halttunen

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-2740|2024

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Erik Lund

FORSIDEBILDE

Lavkartlegging i Lærdalsfjella © Eirik Aasmo Finne

NØKKELOD

- Norge
- *Reinlav (Cladonia sp.)*
- *Reinsdyr (Rangifer tarandus)*
- Kartleggingsrapport
- Kvalitetsnormen for Villrein
- Fjernmåling
- Biomasse og utbredelse

KEY WORDS

- Norway
- *Reindeer moss (Cladonia sp.)*
- *Reindeer (Rangifer tarandus)*
- Mappingreport
- Quality norm for wild reindeer
- Remote sensing
- Biomass and distribution

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 73 80 14 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Erlandsson, R., Ostapowicz, K., Langeland, K., Tveraa, T., Aasmo Finne, E. & Tømmervik, H. 2024. Kartlegging av lavbeitenes biomasse tilbake i tid. NINA Rapport 2426. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/3121824>

Kvalitetsnormen for villrein bygger på et sett av målekriterier som til sammen gir grunnlag for en helhetsvurdering av tilstanden i de norske villreinområdene. Gjennom NFR-prosjektet «VANWHITE» har NINA utviklet en ny metode for direkte beregning av lavdekning og lavvolum/lavbiomasse basert på satellittbilder og feltdata fra typiske lavdominerte områder ved Røros, Finnmark, Sverige og Hardangervidda. Metoden er basert på maskinlæring / kunstig intelligens (KI) (Erlandsson et al. 2022). Vinteren 2021-22 ble alle de 24 nasjonale villreinområdene beregnet mht. lavbiomasse med denne metoden.

Miljødirektoratet ønsket også en oversikt over utviklingen i lavbiomasse bakover tid basert på samme metode. I denne rapporten har vi beregnet lavbiomassen for alle villreinområdene i Norge over en 36 års periode fra 1984 til og med 2020. Vi har beregnet biomassen for årene 1984, 1993, 2001, 2013 og 2020. Vi hadde i utgangspunktet valgt å beregne lavbiomassen for tre år (1984, 2001 og 2020), men forsterket analysen med ytterligere to år, 1993 og 2013, for å analysere om det er trender i materialet som ikke ville ha kommet fram med bare tre måletidspunkter.

Totalt sett har det vært en markant nedgang i kvaliteten på lavbeitene i villreinområdene fra den første målingen i 1984 og fram til i 2020. I 1984 hadde i gjennomsnitt 67 % av lavbeitene god kvalitet, dvs. grønn klassifisering etter kvalitetsnormen. Siden den gang har det vært en reduksjon på 5,5 % per tiår, og per 2020 oppnådde under halvparten (48 %) av arealet i villreinområdene god kvalitet på lavbeitene etter kriteriene i kvalitetsnormen. Nærmere 20 % av lavbeitene med god kvalitet er med andre ord blitt borte. Hardangervidda er et unntak, hvor andelen av lavbeitene av god kvalitet har ligget på 50 % til 60 % hele tiden siden 1984, mens Fjellheimen har hatt en reduksjon fra 94% til 47 % fra 1984 til 2020.

Vi har ikke analysert disse endringene i lavbiomasse mot populasjonsdynamikk, klimaforandringer, vegetasjonsendringer (slik som forbuskning og økning av skogareal) indusert av endringer i arealbruk eller forstyrrelser. Det er et naturlig tema for videre analyse av datamaterialet. Vi diskuterer kort noen mulige sammenhenger mellom reduksjon i lavbiomasse og ulike påvirkninger, og ser kort på historiske feltdata og rapporter for hvert område i vedlegg.

Rasmus Erlandsson (rasmus.erlandsson@su.se)*

Katarzyna Ostapowicz (katarzyna.ostapowicz@nina.no)**

Knut Langeland (knut.langeland@nina.no)**

Torkild Tveraa (torkild.tveraa@nina.no)**

Eirik Aasmo Finne (eirik.finne@nina.no)**

Hans Tømmervik (hans.tommervik@nina.no)**

*Stockholms Universitet, Institutionen för ekologi miljö och botanik, 106 91 Stockholm, Sverige

**Norsk institutt for naturforskning (NINA), Framsenteret, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø

Abstract

Erlandsson, R., Ostapowicz, K., Langeland, K., Tveraa, T., Aasmo Finne, E. & Tømmervik, H. 2024. Kartlegging av lavbeitenes biomasse tilbake i tid. NINA Report 2426. Norwegian Institute for Nature Research. <http://hdl.handle.net/11250/3121824>

The Norwegian quality standard for wild reindeer is based on a set of measurement criteria which together form the basis for an overall assessment of the state of the Norwegian wild reindeer areas. Through the completed project "VANWHITE" (financed by the Research Council of Norway), NINA has developed a new method for direct calculation of lichen cover and lichen volume/lichen biomass based on satellite images and field data from typical lichen-dominated areas at Røros, Finnmark, Sweden and Hardangervidda in Norway. The method is based on machine learning / artificial intelligence (AI) (Erlandsson et al. 2022). Lichen biomass for all the 24 national wild reindeer areas were calculated according to this method. The Norwegian Environment Agency also wanted an overview of the development in lichen biomass over time based on the same method. In this report, we have calculated the lichen biomass for all wild reindeer areas in Norway over a 36-year period from 1984 to 2020. We have calculated the biomass for the years 1984, 1993, 2001, 2013 and 2020. We initially planned to calculate the lichen biomass for three years only (1984, 2001 and 2020), but reinforced the analysis with two more years (1993 and 2013) to analyze whether there are trends in lichen biomass over time that we wouldn't have detected with only three years of measures.

Overall, there has been a marked decline in the quality of the lichen pastures in the wild reindeer areas from the first measurement in 1984 until 2020. In 1984, on average 67% of the lichen pastures had good quality, i.e. green classification according to the quality standard. Since then, there has been a reduction of 5.5% per decade, and by 2020 less than half of the area in the wild reindeer areas achieved good quality of the lichen pastures according to the criteria in the quality standard. I.e., close to 20% of the lichen pastures with good quality have disappeared. Hardangervidda is an exception, where the proportion of lichen pastures of good quality has been at 50% to 60% all the time since 1984, while Fjellheimen has had a reduction from 94% to 47% from 1984 to 2020.

We have not analyzed these changes in lichen biomass against population dynamics, climate change, vegetation changes (such as reforestation and increase in forest area) induced by changes in land use or disturbances. This is a natural topic for further analysis of the data material. We briefly discuss some possible connections between the reduction in lichen biomass and various impacts and look briefly at historical field data and reports for each area in the appendix.

Rasmus Erlandsson (rasmus.erlandsson@su.se)*

Katarzyna Ostapowicz (katarzyna.ostapowicz@nina.no)**

Knut Langeland (knut.langeland@nina.no)**

Torkild Tveraa (torkild.tveraa@nina.no)**

Eirik Aasmo Finne (eirik.finne@nina.no)**

Hans Tømmervik (hans.tommervik@nina.no)**

*Stockholm University, Institutionen för ekologi miljö och botanik, 106 91 Stockholm, Sweden

**Norwegian Institute for Nature Research, Framcentre, Postbox 6606 Langnes, 9296 Tromsø, Norway

Innhold

Sammendrag.....	5
Abstract	6
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning.....	9
2 Metoder.....	10
2.1 Fjernmåling	10
3 Resultater	11
4 Diskusjon	14
5 Vedlegg 1 Utviklingen i lavbiomasse over tid.....	16
6 Referanser	21

Forord

Reinens diett, næringsbehov, appetitt og stoffskifte varierer i takt med den sesongmessige variasjonen i fødetilbudet. Om sommeren går reinen på høygir og energiomsetningen er to-tre ganger høyere enn om vinteren. I vekstsesongen fornyes stadig beitene og reinen søker etter områder med beiteplanter i unge utviklingstrinn. I denne perioden vil rein som trekker fritt følge «den grønne bølgen», det vil si at den følger plantenes våraspekt fra solsider til skyggesider og fra lavere til høyere deler av terrenget etter hvert som sommeren skrider fram. Ved å utnytte denne veksten maksimerer de fødens stofflige og energetiske sammensetning.

Vinterstid er beitesituasjonen snudd på hodet. Når vekstsesongen er over, vil reinen beite ned ressurser som ikke fornyes. De grønne plantene visner, og beitetilbudet avtar gradvis i mengde og kvalitet også som en følge av reinens egen utnyttelse. Reinen overlever på de marginale ressursene gjennom et lavt energiforbruk. Lav er den viktigste næringskilden for reinsdyr vinterstid, og i villreinnormen har man derfor fokusert på tilstanden på lavbeitene som en indikator på beitesituasjonen for villreinstammene.

Dagens tilstand på lavbeitene var en del av vurderingsgrunnlaget i arbeidet med kvalitetsnormen for de nasjonale villreinområdene i 2022 og 2023 (Rolandsen et al. 2022, Rolandsen et al. 2023). Som en del av det videre arbeidet med kvalitetsnormen har Miljødirektoratet ønsket å få analysert tilstanden på lavbeitene bakover i tid for alle villreinområdene. Denne rapporten er svar på dette ønsket, og vi takker Miljødirektoratet for finansiell støtte til arbeidet.

Tromsø, 5. mars 2024

Hans Tømmervik (prosjektleder)

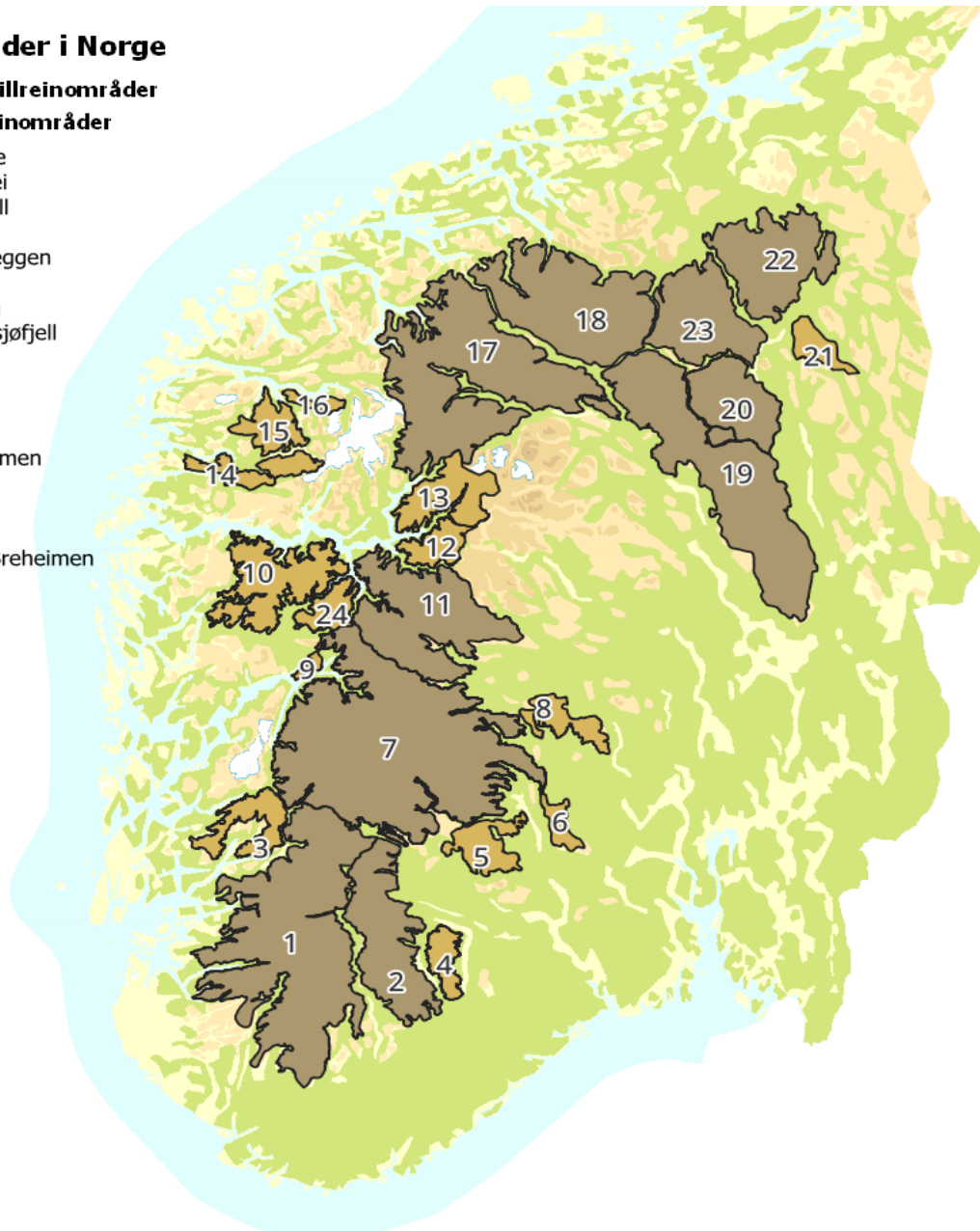
1 Innledning

Kartlegging og vurdering av lavbeitene er definert i Kvalitetsnorm for Villrein del 2 (Se oversikt over Kvalitetsnormen i Kjørstad et al. (2017) og Rolandsen et al. (2022)). Dagens tilstand på lavbeitene var en del av vurderingsgrunnlaget i arbeidet med kvalitetsnormen for villreinområdene i 2022 og 2023 (Rolandsen et al. 2022, Rolandsen et al. 2023). Som en del av det videre arbeidet med kvalitetsnormen har Miljødirektoratet ønsket å få analysert tilstanden på lavbeitene bakover i tid for alle villreinområdene (**Figur 1**) med samme fjernmålingsmetodikk (Erlandsson et al. 2022) som ble brukt i vurderingen av de nasjonale villreinområdene (Rolandsen et al. 2022, Rolandsen et al. 2023).

Villreinområder i Norge

- Nasjonale Villreinområder**
- Andre Villreinområder**

- 1 Setesdal Ryfylke
- 2 Setesdal Austhei
- 3 Skaulen Etnefjell
- 4 Våmur - Roan
- 5 Brattefjell Vindeggen
- 6 Blefjell
- 7 Hardangervidda
- 8 Norefjell - Reinsjøfjell
- 9 Oksenhalvøya
- 10 Fjellheimen
- 11 Nordfjella
- 12 Lærdal - Årdal
- 13 Vest - Jotunheimen
- 14 Sunnfjord
- 15 Førdefjella
- 16 Svartebotnen
- 17 Reinheimen - Breheimen
- 18 Snøhetta
- 19 Rondane
- 20 Sølnekletten
- 21 Tolga Østfjell
- 22 Forollhogna
- 23 Knutshø
- 24 Raudafjell



Figur 1. Oversikt over de 24 villreinområdene i Norge. De nasjonale områdene ble klassifisert i 2022 (Rolandsen et al. 2022) og resten i 2023 (Rolandsen et al. 2023). Denne rapporten er en videreføring av klassifiseringen av de resterende områdene, men tar med utviklingen i lavbeitene fra 1984 til 2020 for alle områdene for å gi et best mulig beslutningsgrunnlag.

Metoder

De siste tiårene har metoder for fjernmåling av vegetasjon hatt en hurtig utvikling. Kalibrert mot felldata gir fjernmålingsmetoder god oversikt over vegetasjonen i tid og rom. Lav vokser i flere forskjellige vegetasjonstyper, fra bunndekke i skog til åpne fjellrabber, noe som gjør fjernmålingsanalyse krevende. Med inntoget av kunstig intelligens (KI) har nøyaktigheten i analysene og mulighetene for nye analyser blitt større, og gitt mulighet for å analysere lav i mange ulike vegetasjonstyper med god nøyaktighet (Erlandsson et al. 2022). I kartleggingen av tilstanden på lavbeitene i villreinområdene i 2022 og 2023 (Rolandsen et al. 2022, Rolandsen et al. 2023) ble metoden (Erlandsson et al. 2022) brukt for å få en oversikt over nåsituasjonen i disse områdene. For å få et best mulig datagrunnlag for det videre arbeidet med villreinnormen har vi analysert satellittbilder på fem tidspunkter bakover i tid for å se på eventuelle endringer i tilstanden på lavbeitene i alle de 24 villreinområdene.

Vi har også gått gjennom publiserte vegetasjonsanalyser bakover i tid, og diskuterer dette opp imot resultatene fra fjernmålingsanalysen, og gir en kort gjennomgang av tidligere publiserte vegetasjonsanalyser for hvert villreinområde i vedlegg 1 til rapporten.

I miljøkvalitetsnormen for villrein er lavbeitene rangert i 3 kategorier (Rolandsen et al. 2022) (Tabell 1). Områder hvor 60 % eller mer av lavbeitene har mindre enn 132 g/m² beitelav klassifiseres som dårlig kvalitet (rødt). Middels kvalitet (gult) gis for områder der 60 % av arealet har mer enn 132 g/m² og mindre enn 220 g/m², mens god kvalitet (grønt) gis til områder der 60 % eller mer av arealet har minst 220 g/m² beitelav (Rolandsen et al. 2022).

Tabell 1. Terskler for biomasse i trafikklysmodellen

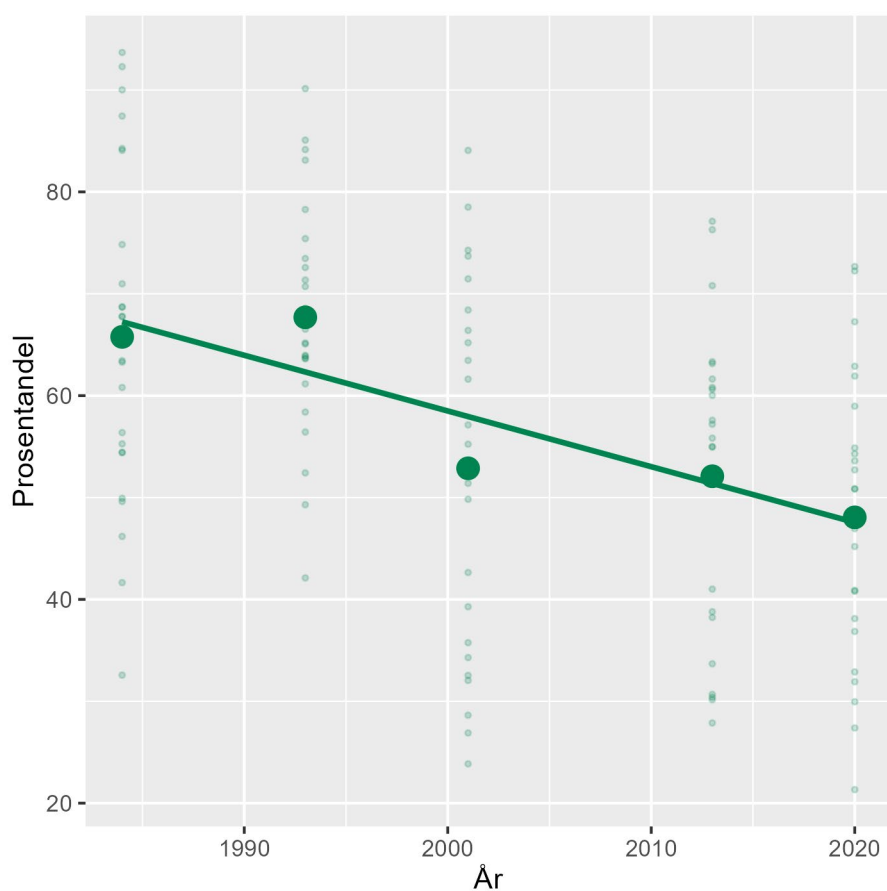
Dårlig	Middels	God
<132 g/m ²	132 – 220 g/m ²	> 220 g/m ²

1.1 Fjernmåling

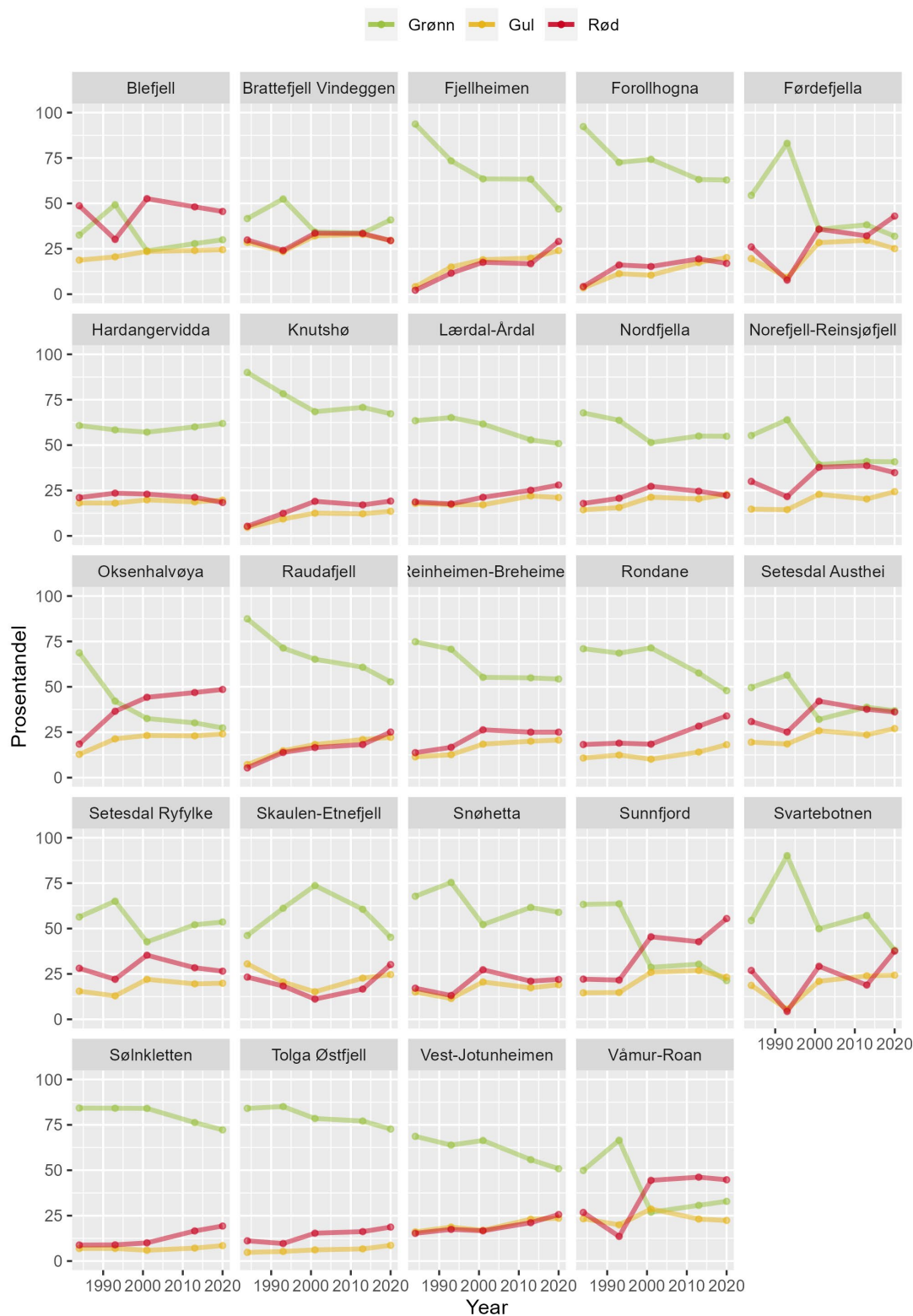
Klassiske fjernmålingsmetoder har begrensninger i deteksjon av lavutbredelse i ulike vegetasjonstyper, og gir ikke muligheter for å beregne volum av lavforekomstene ved kalibrering mot felldata. Erlandsson et. al (2022) utviklet derfor en metode for å beregne lavmengde på bakgrunn av multispektrale satellittbilder og kunstig intelligens (KI). Den detekterer også utbredelse og volum av lav i skog, og viser bedre deteksjonsnøyaktighet i vegetasjonstyper der lav er blandet med andre arter enn klassiske metoder. Metoden bruker Landsat satellittbilder med en oppløsning på 30x30 meter som vi her oppskalerte til 240x240 meter for å spare datakraft og regnetid (Erlandsson et al. 2022, Tømmervik et al. 2021). Skyer og ruter med feil ble fjernet, og områder som er utilgjengelige for reinsdyrene ble utelukket fra kartleggingen ved maskering der vi har tatt bort områder brattere enn 25 grader i en 100m terrengmodell. Vi har brukt Noruts vegetasjonskart for Norge (Johansen 2009) til å ta bort vegetasjonstyper som forventes å ha lite lavinnhold (Rolandsen et al. 2022). Se ellers Erlandsson et. al (2022) og Tømmervik et. al (2021) for en detaljert beskrivelse av metodikken. Vi har analysert alle villreinområdene bakover i tid med satellittbilder fra årene 1984, 1993, 2001, 2013 og 2020.

2 Resultater

Totalt sett har det vært en markant nedgang i kvaliteten på lavbeitene i villreinområdene fra den første målingen i 1984 og fram til i 2020 (**Figur 2**). I 1984 hadde i gjennomsnitt 67 % (95 % CI: 61-73) av lavbeitene god kvalitet, dvs. grønn klassifisering etter kvalitetsnormen. Siden den gang har det vært en reduksjon på 5,5 % [95%CI: 4,2-6,7] per tiår, og per 2020 var det under halvparten (48 %, 95 % CI: 42 – 53) av beitene som hadde god kvalitet på lavbeitene. Nærmere 20 % av lavbeitene med god kvalitet har med andre ord blitt borte. Hardangervidda er et unntak, hvor andelen av lavbeitene av god kvalitet har ligget på 50 % til 60 % hele tiden siden midten på åttitallet, mens Fjellheimen har hatt en reduksjon fra 94 % til 47 % fra 1984 til 2020. En oversikt over utviklingen i de ulike villreinområdene, fordelt på de tre klassene rød, gul og grønn i henhold til kvalitetsnormen for villrein er gitt i **Figur 3**.

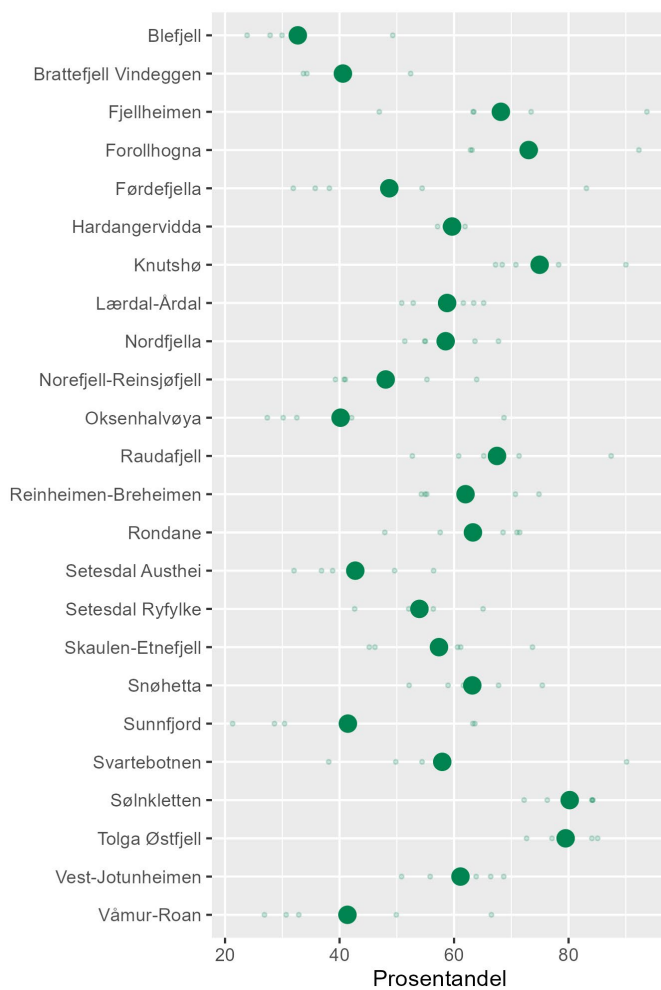


Figur 2. Prosentvis andel av lavmattene i de 24 villreinområdene som ble klassifisert til grønn kategori i 1984, 1993, 2001, 2013 og 2020. De små punktene viser verdiene for hvert enkelt villreinområde, mens de store punktene viser gjennomsnittet for alle områdene i et gitt år.



Figur 3. Oversikt over prosentandelen av lavbeitene i de 24 villereinområdene som klassifiseres som grønn, gul og rød i henhold til kriteriene satt i kvalitetsnormen for villerein. Registreringer for årene 1984, 1993, 2001, 2013 og 2020.

Som ventet er det store forskjeller i lavforekomstene mellom de ulike reinbeiteområdene. De største lavforekomstene finner vi de i kontinentale områdene som Sølnekletten, Tolga Østfjell og Knutshø, mens de minste lavforekomstene er registrert i Blefjell, Brattefjell Vindeggen og Oksenhalvøya (**Figur 4**).



Figur 4. Oversikt over gjennomsnittlig prosentandel med gode lavbeiter, dvs. grønn etter kvalitetsnormen for hvert enkelt villreinområde i perioden 1984-2020. De små punktene i bakgrunnen angir verdien for hvert enkelt år.

3 Diskusjon

Totalt sett har det vært en markant nedgang i kvaliteten på lavbeitene i villreinområdene fra den første målingen i 1984 og fram til i 2020. Selv i de områdene som har gode lavbeiter, som Tolga-Østfjell, Sølnekletten og Knutshø, er det nedgang i områder klassifisert som grønn, og en økning i røde områder. Hardangervidda, Brattefjell-Vindeggen og Blefjell er de tre villreinområdene som har en økning i områder klassifisert til grønt og nedgang i røde områder. Samtidig er de to sistnevnte blant områdene som har de minste lavforekomstene. Hardangervidda ser ut til å være det mest stabile området hvor andelen av lavbeitene med god kvalitet har ligget på rundt 60 % siden midten på åttitallet. Til sammenligning har Fjellheimen, et av områdene med størst nedgang, hatt en reduksjon fra 94 % til 47 % fra 1984 til 2020.

Den generelle nedgangen vi ser i andelen gode lavbeiter kan ha flere og sammensatte årsaker. Klimaendringer i samvirkning med endret bruk av skog og fjellområder, og endringer i beitetrykk fra sau og andre tamdyr har ført til en vertikal forflytning av skoggrensa (Bryn & Potthoff 2018). Studier av skoggrensa fra Finnmark viser at slike endringer kan redusere lavmengden på landskapsnivå. Krekling-lavhei på Finnmarksvidda og kysthei på Finnmarkskysten har blitt endret til skog- eller buskdominert hei samtidig med en dobling av skogarealet i Finnmark (Hofgaard et al. 2013, Tømmervik et al. 2009). I Sør-Norge har de største vegetasjonsendringene i skoggrensa nært Rondane blitt påvist i ris- og lavdominert hei som har forandret seg til ris- og lavdominert heiskog. Hele 27 km² (16 % av arealet) endret seg her fra 1959 til 2001 (Bryn 2008). Disse endringene kommer av både klimaendringer og reduksjon av husdyrbeiting (Bryn & Potthoff 2018, Tømmervik et al. 2019), men reduksjon eller fravær av beiting ser ut til å ha sterkere utslag på vegetasjon og tre- og skoggrenseforflytninger enn klimaendringer (Normand et al. 2017, Tømmervik et al. 2019).

Studier av reinens arealbruk har vist at mange av reinstammene har fått redusert de reelle arealene de har tilgjengelig på grunn av virkninger av direkte menneskelige inngrep (hyttebygging og annen infrastruktur i eller i nærheten av villreinområdene), hindringer i migrasjons- og trekkruter i landskapet (vannmagasiner, veier eller sammenhengende bebyggelse) eller virkninger av menneskelig bruk av områder (turisme) (Niebuhr et al. 2023, Panzacchi et al. 2015, Panzacchi et al. 2016). Endringer i hvordan dyrene bruker det tilgjengelige arealet fører til endringer i beitetrykket på vegetasjonen, slik at noen områder blir mer slitt enn man skulle forvente, og noen områder får høyere tilvekst enn forventet. På Hardangervidda har flokken sluttet helt å bruke vinterbeiter i øst og nord for RV 7 (Rolandsen et al. 2022).

Variasjoner i populasjonsstørrelse kan også spille inn på beitetrykket, og det kan, alene eller sammen med andre faktorer, som endringer i arealbruken, påvirke kvaliteten på beiten. Selv om stammene er strengt regulert gjennom jakt, har for eksempel stammen på Forollhogna vist en tydelig nedgang i kalvevekter over tid (Rolandsen et al. 2022), samtidig som andelen gode lavbeiter har gått markant ned (**Figur 3**). Til sammenligning har kalvevektene på Hardangervidda vært lave fra 1990-tallet til 2022 samtidig med at lavmengden har vært stabil (**Figur 3**).

Samtidig beiting av husdyr og rein kan også ha en effekt på slitastjen. Knutshø benyttes av et stort antall sau. Årlig slippes det omtrent 40 000 sau på beite her, og utnyttelsen av barmarksbeitene er derfor stor. En beiteundersøkelse i den delen av Knutshø som ligger i Oppdal, antyder at det kan være betydelig beitepress i deler av området (Rekdal & Angeloff 2015, Rolandsen et al. 2022).

Alle undersøkelsene fra Hardangervidda vi har funnet (Vedlegg 1), inkludert denne, indikerer at lavbiomassen har økt i perioden 1984-2020 sammenlignet med perioden 1951-1988 (Gaare & Hansson 1989). Strand et al. (2006) påviste ved hjelp av satellittfjernmåling at lavbiomassen på rabber og eksponerte heier økte med 80 % i perioden 1984-2003. Metoden vi har brukt omfatter alle vegetasjonstyper (skog, fjell og myr) (Erlandsson et al. 2022), mens Strand et al. (2006) kun beregnet biomasse på rabber og eksponerte heier. Resultatene kan derfor ikke direkte sammenlignes, men det viser at det har vært stor tilvekst i lavbiomassen i en del områder.

At våre resultater viser en flatere tilvekst når vi ser hele vidda under ett kan tyde på at det har vært stor tilvekst i noen områder og en reduksjon i andre. Dette er forhold som det er mulig å dykke dypere ned i gjennom framtidige analyser. I arbeidet med villreinnormen pekes det på at økte forstyrrelser har gjort at flokken har endret arealbruk slik at områdene nord for RV7 og de østlige tangene av vidda ikke lenger benyttes av reinen, og at flokken stort sett benytter sørlige og sentrale deler av det tilgjengelige villreinområdet der vi også finner de dårligste lavbeitene (Rolandsen et al. 2022).

Videre analyse av trendene i dette materialet opp mot klimaparametere og populasjonsdynamikk kan gi oss oversikt over hvilke faktorer som har størst betydning for utviklingen i lavbeitene de siste 40 årene.

4 Vedlegg 1 Utviklingen i lavbiomasse over tid

Vedlegget gir en kort oppsummering av eldre litteratur med beskrivelser av vinterbeiteforhold i de ulike villreinsområdene, samt en kort sammenlikning mot våre egne funn som er beskrevet i denne rapporten.

Utviklingen i Blefjell i perioden 1984-2020

Blefjell har forholdsvis små alpine vinterbeitearealer. Fordelingen mellom arealer over/under skoggrensa er henholdsvis 53 % og 47 %, og er blant de forvaltningsområdene for villrein som har det største prosentvise arealet under skoggrensa. Blefjell hadde en større reinstamme på 1980-tallet (450-500 dyr) enn på 1990-tallet. Vinterbeitearealet representerer en minimumsfaktor for reinen i Blefjell og utgjør ca. 5 %, og har vært utsatt for noe beiteslitasje på begynnelsen av 1980-tallet (Bevanger et al. 2013, Gaare 1984). Vår undersøkelse viser en økning i lavbiomassen fra 1984 til 1993 med en reduksjon fra 1993 til 2001 og lavbiomassen har ligget på et lavere nivå i perioden fram til 2020 (**Figur 3**).

Utviklingen i Brattefjell-Vindeggen 1984-2020

Gaare & Hansson (1990a) beskrev situasjonen på vinterbeitene i 1984: «I 1984 var det en del slitte og middels slitte lavmatter, bare 5(±2) % ble registrert som uslitt. På flybildene virker tilstanden enda svakere». Det samme inntrykket av slitte lavbeiter konkluderte Hjeltnes et al. (2017) med: «I Brattefjell-Vindeggen har vi foreløpig analysert et areal (> 21 000 daa) i nord hvor satellittbilder (mot Møsvatn) var velegnet. Lavhøyden er gjennomgående liten, mindre enn 2 cm, og antyder slitte lavmatter.» I vår undersøkelse fant vi at 42 % av området hadde lavbiomasse i grønn kategori i 1984. Etter en oppgang i 1993 ble beitene en del redusert i 2001 og 2013 med en liten økning til 40 % i grønn kategori i 2020 (**Figur 3**).

Utviklingen i Fjellheimen i perioden 1984-2020

Jordhøy & Strand (2009) skriver: «Vinterbeitene er naturleg utbreidd i dei mest nedbørfattige områdene i aust og søraust. Nordmark (1983) fann at prosentandelen av vinterbeiterabber i vestområdet var berre 7-8%, medan den i austområdet var på 13-14%. Generelt kan ein seie at lavbeita i den austlege delen er svært flekkvis fordelt og inngår i ei blanding av grøntbeiter og lavbeiter». Vår undersøkelse viser at lavbiomassen i grønn kategori har blitt betydelig redusert, nær 50 %, fra 1984 til 2020 (**Figur 3**).

Utviklingen i Forollhogna i perioden 1980-2020

Ved flytaksering i 1980 ble vinterbeitet beregnet til 37 % av totalarealet (Gaare & Eriksson 1981). Tømmervik et al. (2003) kartla beitene i Forollhogna ved hjelp av satellittdata (fjernmåling). Resultatene viste at lavbeitene i Forollhogna var i svært god tilstand i 2002. Det var liten forskjell på aktuell og potensiell lavdekning av viktige beitelav for reinen (kvitkrull, reinlav og gulskinn) innenfor villreinområdet. Arealet av slitte lavbeiter utgjorde bare 3 % (ca 30 km²) av all lavmark innenfor hele villreinområdet (2001-2002). Vår undersøkelse viser at lavbiomassen i grønn kategori er redusert fra 1984 til 1994, mens utviklingen var stabil i perioden 1993-2001 og litt redusert igjen i perioden fra 2001- 2020 (**Figur 3**).

Utviklingen i Førdefjella i perioden 1984-2020

Vår undersøkelse viser at lavbiomassen økte betydelig fra 1984 til 1993 mens utviklingen har vært fallende i perioden 1994-2020 (**Figur 2**). Det finnes ingen eldre beiterapporter fra området.

Utviklingen på Hardangervidda i perioden 1984-2020

Strand et al. (2006) påviste ved hjelp av satellittfjernmåling at lavbiomassen på rabber og eksponerte heier økte med 80 % i perioden 1984-2003. Vår undersøkelse viser at lavbiomassen stort sett har vært stabil i hele perioden 1984 – 2020 (**Figur 3**). Da vår metode omfatter alle vegetasjonstyper (skog, fjell og myr) mens Strand et al. (2006) kun beregnet biomasse på rabber og eksponerte heier kan ikke resultatene direkte sammenlignes. Begge undersøkelsene indikerer at lavbiomassen har økt på Hardangervidda i perioden sammenlignet

med perioden 1951-1988 (Gaare & Hansson 1989, Gaare et al. 2005, Strand et al. 2006) da reintallet var betydelig høyere enn i 2020. Situasjonen på Hardangervidda er sammensatt, se også diskusjon i kapittel 3.

Utviklingen i Knutshø i perioden 1984-2020

Knutshøområdet har i likhet med Forollhogna lite uproduktivt areal (9%). Området har gode vinterbeiter og lavmattene er av de mektigste (vekt/m²) som finnes i norske villrein fjell. De utgjør vel 40 % av totalarealet og hadde på 1980-tallet liten eller ingen synlig slitasje (Jordhøy et al. 2012). Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt noe redusert hele perioden fra 1984 til 2020 (**Figur 2**). Det finnes ingen eldre reinbeiterapporter fra området.

Utviklingen i Lærdal-Årdal i perioden 1983-2020

Området var på 1980-tallet brukt av Sletterust tamreindrift, og sommerbeiting på vinterbeitene her slet mye på lavbeitene (Gaare & Hansson 1990b). Gaare & Hansson (1990b) skrev: «Sammenligner vi 1983 med 1989 har slitasjen økt sterkt på greplynghei i lågfjellet.» For rabbesivhei i mellomalpin region hadde lavbeitene imidlertid grodd til i samme periode. Samlet sett så ble lavbeiteressursene redusert i perioden 1983-1989. Denne utviklingen i samme periode (1984-1993) er knapt målbar i vår undersøkelse, men fra 2001 og til 2020 er det en reduksjon i lavbiomasse (**Figur 3**). Årdal-Tyin-området hadde gode lavbeiteressurser i 1989 (Gaare & Hansson 1990b).

Utviklingen i Nordfjella 1981-2020

I Nordfjella ble det foretatt en beitetaksering av beiteforholdene i 1981 og 1983. Denne takseringen ble utført fra fly, og 23 naturenheter ble identifisert fra 1713 punktavlesninger. Vinterbeitet på rabbene ble inndelt i greplynghei med lav og rabbesivhei med lav, og i hver av disse registrerte man slitt, middels slitt og ubeitet lavmatte. Andre vegetasjonstyper i barmarksbeitet ble også registrert (Gaare 1994). Gaare (1994) skriver: «Beitene er overalt slitte, ved takseringen først på 80-tallet var halvparten av lavmattene sterkt slitte, bare femteparten var uslitte (ikke slitt). Det er nå påkrevet med en nytaksering av beitene. Men dersom vi bygger på flybefaringen fra 1991 og 1993 ligger nå lavbeiter med minst slitasje i fjellene mot Hemsedal, mellom Bergensbanen fra Ustaoset-Haugastøl og Hallingskarvet, videre på fjellbrinken langs Lærdalen og fra nordvest for veien Aurlandsvengen-Lærdalsøyri.» Sammenligner vi med de første to satellittmålingene (1984 og 1993) i vår undersøkelse som også måler lavvolumet/biomassen i alle vegetasjonstyper som har lavinnhold (også skog og myr) så hadde Nordfjella 67 % grønt område (lavbiomasse >220 g/m²), til motsetning fra Gaare (1994) som kun registrerte lavmengden/lavslitasje i greplynghei- og rabbesivhei med lav. Alle andre vegetasjonstyper ble ikke registrert. I perioden 1993-2020 har andelen med gode beiter (grønn kategori) blitt redusert til 55 %, mens rød og gul kategori utgjør 45 % (**Figur 3**).

Utviklingen i Norefjell-Reinsjøfjell i perioden 1984-2020

Vår undersøkelse for Norefjell-Reinsjøfjell villreinområde viser en betydelig reduksjon i lavbiomassen fra 1993 til 2001 og utviklingen videre fra 2001 viser at lavbiomassen har vært stabil helt fram til 2020 (**Figur 3**). Gaare & Hansson (1987) med en rapport om beiteforholdene i Norefjell-Reinsjøfjell. Det var ca. 20 år etter at tamreinholdet, med til dels stor bestand (2000-4000 dyr), tok slutt (Mossing 2016). På bakgrunn av Gaare og Hansson sine vurderinger av lavdekket som vinterfôr, ble bæreevnen anslått til 350- 500 vinterdyr (Mossing 2016). Den reduksjonen i lavbiomasse som vi påviser i **Figur 3** kom i en periode der avskytningen (Mossing 2016) og trolig også reintallet var større enn det anbefalte fra Gaare og Hansson. Holand (2010, 2023) vurderte vinterbeitene i Norefjell-Reinsjøfjell villreinområde i 2009 og 2021/2022. Holand (2023) (Holand 2023) skriver blant annet: «Det ser ut som vinterbeitene rundt Vierfjell og Fetjafjell-Storevarde er i noe bedre kondisjon i 2021 sammenlignet med 2009, med bra regenerering både av gulskinn og anna lav på gulskinnrabbene. I områder som Flentpiken-området er gulskinnrabbene fortsatt slitt, men også her ser det ut som det har vært en viss bedring, mens i Fagerfjellet-Berghammeren har situasjonen endra seg lite. Gulskinnrabbene rundt Reinsjøfjellet er i brukbar kondisjon, men viser en klar nedgang i dekningsgraden sammenlignet med

2009.». Resultatet og observasjonene i (Holand 2023) samsvarer dermed bra med vårt resultat i samme periode (2001-2020).

Utviklingen i Oksenhavvøya i perioden 1984-2020

Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt betydelig redusert i perioden 1984-2020 (**Figur 3**). Det finnes ingen eldre beiterapporter fra området.

Utviklingen i Raudafjell i perioden 1984-2020

Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt betydelig redusert i perioden 1984-2020 (**Figur 3**) etter at reinen kom tilbake etter år 2000 (Styret 2019). Det finnes ingen eldre beiterapporter fra området, men en kandidatoppgave fra Høgskulen i Sogn og Fjordane viser at lavbeitene var i meget god tilstand i 1993 (Håland 1994).

Utviklingen i Reinheimen-Breheimen i perioden 1984-2020

Gaare (1986) rapporterer for situasjonen i 1986 at: «Det en foreløpig kan konkludere med er at lavbeitene for det meste er i svært god stand». I perioden 2001 til 2020 viser **Figur 3** at lavbiomassen er på et stabilt nivå (grønn kategori ca. 50 %). Bevanger et al. (2007) rapporterer en betydelig økning i reinstammen i dette villreinområdet fra 1993-2001. Etter 2001 til 2006 var det en mindre reduksjon. I perioden etter har reintallet vært noenlunde stabilt (Reinheimen-Breheimen nemd/utvalg 2021). Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt noe redusert i perioden 1984-2001 (**Figur 3**) samtidig med at reintallet økte i samme periode (Bevanger et al. 2007).

Utviklingen i Rondane i perioden 1984-2020

Gaare & Skogland (1980) utførte beiteundersøkelser i området på 1970-tallet, men undersøkelsene var mindre omfattende, og noen konklusjon for hele området kan ikke trekkes. Sørrområdet ble befart sommeren 2012 (Strand et al. 2015): «Materialet fra sørrområdet domineres av reinlav- og kvitkrulldominerte lavsamfunn. En helhetsvurdering av beitebelastningen i de takserte områdene indikerer at den er relativt høy i to av de østligste områdene og i det sørligste takseringsområdet, mens beitebelastningen er moderat til liten i de vestligste delene av området og i prøveflatene som ble lagt ut i Fampenområdet». De skriver videre: «Nordområdet: Både dekningsgrad, lavhøyde og graden av eksponert humus (potensielt lavbeite) varierer mye i de ulike takseringsfeltene. Målingene (av lav) viser også at lavmatta er tynnere i sentrale områder hvor reinen har hatt et jevnlig tilhold de seinere åra. Den tykkeste lavmatta finnes typisk nok i noe mer lavtliggende og skjerma områder.» Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt noe redusert i perioden 2001-2020 (**Figur 3**) samtidig med at reintallet økte i samme periode (Strand et al. 2015).

Utviklingen i Setesdal-Austhei i perioden 1984-2020

Strand et al. (2011) skriver om Setesdal Austhei (SA): «I SA finner vi et betydelig større innslag av vegetasjonsholdig hei med potensiell vinterbeite (les lavbeite). Lenger sør i SA dominerer skogkledde arealer i langt større grad, og fjellvegetasjonen framtrer her som mindre øyer i landskapet slik at det samla fjellarealet avtar mot sør. Lengst sør er lauv- og barskog samt myrområder de mest framtrepende vegetasjons-elementene.» Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt noe redusert i perioden 1993-2001 (**Figur 2**) samtidig med at reintallet holdt seg høyt i samme periode (Strand et al. 2011). I perioden etter 2001 har reintallet blitt redusert (Punsvik et al. 2016) noe som gjør at tilstanden til lavbeitet er stabilt og noe stigende (**Figur 3**).

Utviklingen i Setesdal-Ryfylke i perioden 1984-2020

Strand et al. (2011) skriver om Setesdal Ryfylke (SR): «SR preges av et kupert landskap med mye nakent grunnfjell og de produktive arealene er oftest begrenset til dalfører og botner (57 %). Andelen "impediment", dvs. areal uten beitebart plantemateriale, er på hele 43 %. Lavbeitene utgjør en liten del av det totale beitearealet, og den laveste andelen sammenlignet med andre større villreinområder i landet (Jordhøy et al. 1996). Hovedtyngden av tilgjengelige lavbeiter er konsentrert til de nordøstlige deler av området, fra Roskreppfjorden og

nordover, mellom Setesdalen (Bykle) og vannskillet mot vest. Beitene i Setesdal Vesthei har vært gjenstand for flere undersøkelser, blant annet har Gaare (1985) taksert vinterbeitene og den generelle fordelingen av sesongbeiter her etter samme metodikk som i de øvrige villreinområdene. I seinere år har Kastdalen (2011) utarbeida et beitekart for Langfjellaregionen. Fra kartet i figur 2 ser vi hvordan fattig hei og uproduktive områder preger mesteparten av SR.» Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt noe redusert i perioden 1993-2001 (**Figur 3**) samtidig med at reintallet trolig holdt seg høyt i samme periode (Strand et al. 2011). I perioden etter 2001 har reintallet blitt redusert (Punsvik et al. 2016) noe som kan være med å forklare at lavbiomassen er stabil og noe stigende (**Figur 3**).

Utviklingen i Skaulen-Etnefjell i perioden 1984-2020

Kartfortellingen for området skriver: «Vinterbeiter er, som nevnt, en begrenset ressurs i Skaulen-Etnefjell. Fattig grunnfjell og store nedbørsmengder gir lite lavdekke ... I Skaulen-området er hele delområdet definert som vinterbeite. Det oppfattes at alt areal er brukt eller potensielt kan brukes vinterstid. Det var ingen konkret kunnskap om bruksfrekvens av de ulike delene.» Vår undersøkelse viser at lavmengden økte noe fra 1984 til 2001, men senere har lavmengden blitt betydelig redusert (**Figur 3**).

Utviklingen i Snøhetta i perioden 1984-2020

Jordhøy et al. (2012) skrev: «Store deler av totalarealet består av ur, rasmark og blokkhav preger og andelene av slike areal med høyalpint preg er på i alt nær 45%. Potensielt beiteareal utgjør altså bare vel halvparten av totalarealet. Det finnes imidlertid små lavdekte lommer inn imellom i høyere liggende, steinørkenpregede områder som brukes av reinen. Vinterbeitene finnes i de østlige og sørøstlige delene, og utgjør samlet ca 17% av totalarealet. 65-70% av disse ble vurdert som slitt til middels slitt i 1986 (Gaare 1993). Sporene etter den ukontrollerte bestandsutviklingen og overbeitingen på 1950- og 1960-tallet vises fortsatt, men har etter hvert blitt gradvis mindre synlige ettersom laven nå er i ferd med å vokse til igjen.» Vår undersøkelse viser en mindre reduksjon (68 % til 59 %) i lavbiomassen (grønn kategori) fra 1984 til 2020 (**Figur 3**). Reduksjonen var størst i perioden 1993-2001 som følge av høyere reintall/reintetthet i denne perioden (Strand et al. 2015).

Utviklingen i Sunnfjord i perioden 1984-2020

Slåtsveen (2019) kartla beitene i området somrene 2018-2019 og påviste at laven var betydelig slitt i hele området, spesielt var beitene slitt i det østlige området. Slåtsveen (2019) viser også at gjennomsnittlig lavbiomasse på 117 g/m², som ifølge kriteriene for miljøkvalitetsnormen faller under kategorien rødt (0-132 g/m²). Vår undersøkelse viser at lavbiomassen ble betydelig redusert i perioden 1984-1993 og grønn kategori har senere ligget på et lavt nivå samt at rød kategori har økt over 50 % (**Figur 3**).

Utviklingen i Svartebotnen i perioden 1984-2020

Kartfortellingen fra villreinen forteller: «Vinterbeite er typisk på de høyestliggende fjellpartiene, men da med unntak av de brede skarpe fjellryggene som omkranser Svartebotnen i øst. Tidlig på vinteren og framover til inngangen av mars, er det arealene vest for vegen som brukes av hele bestanden.» Vår undersøkelse viser en betydelig reduksjon i lavbiomassen i grønn kategori fra 1993 til 2001 (**Figur 3**), mens bestanden har vært stabil på ca. 60 dyr i perioden etter 2000 (Punsvik et al. 2016).

Utviklingen i Sølnekletten i perioden 1984-2020

Jordhøy et al. (2008) skriver «Sølnekletten har eit særst rikt lavdekke og arealmessig ligger vinterbeitelutene på hele 51 % (Gaare 1987).» Dette var basert på feltarbeid gjort før 1987. Vår undersøkelse viser en liten reduksjon i lavbiomassen i grønn kategori fra 2001 til 2020, men ellers at beitene er i god tilstand gjennom hele perioden (**Figur 3**).

Utviklingen i Tolga-Østfjell i perioden 1984-2020

Det er gjennomført vegetasjonkartlegging av det meste av arealet av NIBIO i perioden 2005-2014 (Rekdal & Angelhoff 2017). Her går det fram at den dominerende vegetasjonstypen i fjellet er ris- og lavhei, altså en fattig vegetasjonstype, typisk i fjellområder med skrin og grunn jord. Rekdal & Angelhoff (2017) skriver:

«Over skoggrensa dominerer *rishei* på vide flater og i lesider. Samla har typen 40% av fjellarealet, og er også den mest utbreidde vegetasjonstypen i kartområdet totalt med 30%. 52% av risheiarealet har over 50% lavdekning. *Lavhei* utgjør 33% og finst på rabbar og andre eksponerte stader med lite snødekke vinterstid. Vegetasjonstypen består av lave hardføre arter som tåler frost, tørke og vind meget godt. Det kommer også inn rishei i en mosaikk med lavheia, dette er en lyngdominert vegetasjonstype.» De rapporterer og om god dekning av lavrike vegetasjonstyper under skoggrensa: «Under skoggrensa er lav- og lyngrik bjørkeskog dominerande vegetasjonstype med 32 % av arealet. Lav- og lyngrik furuskog har 7 %, slik at denne marktypen samla utgjør 39% av arealet.» Vår analyse viser en liten reduksjon i lavbiomassen fra 1993 og utover, men ellers at området har god tilstand med ca. 75 % i grønn kategori i 2020 (**Figur 3**).

Utviklingen i Vest-Jotunheimen i perioden 1983 -2020

Utviklingen i slitasje på lavbeitene økte fra 26 % slitt til 84 % slitt i perioden 1983 til 1989 (Gaare & Hansson 1990b). Vår undersøkelse viser en liten reduksjon i lavbiomassen fra 1984 til 1993 med en videre nedgang til 50 % i grønn kategori i 2020 (**Figur 3**).

Utviklingen i Våmur-Roan i perioden 1984-2020

Mossing & Punsvik (2021) skriver: «Reinen har gjennom de 35 år villreinområdet har eksistert (1984) brukt store deler av Våmur-Roan som vinterbeite, men de høyereliggende områdene i Roan peker seg ut som typiske vinterbeiteområder med lavmatter og avblåste rygger. Generelt er det også mer lav i skogen i nordområdet, og på furumoene ned mot Nisser, hvor det regelmessig har blitt observert flokker av dyr vinterstid.» Vår undersøkelse viser at lavbiomassen har blitt redusert i perioden 1993-2001, og har siden holdt seg relativt lav med ca. 25 % i grønn kategori og 50 % i rød kategori (**Figur 3**).

5 Referanser

- Bevanger, K.M., Hanssen, F.O. & Jordhøy, P. 2007. Villreinen i Ottadalsområdet. NINA Rapport 227. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2437468>
- Bevanger, K.M., Linnell, J.D., Odden, J. & Strand, O. 2013. Rovvilt og villrein. En kunnskapsstatus med utgangspunkt i Blefjellområdet. NINA Rapport 978. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2383510>
- Bryn, A. 2008. Recent forest limit changes in south-east Norway: Effects of climate change or regrowth after abandoned utilisation? Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography 62(4): 251-270. <https://doi.org/10.1080/00291950802517551>
- Bryn, A. & Potthoff, K. 2018. Elevational treeline and forest line dynamics in Norwegian mountain areas - a review. Landscape Ecology 33(8): 1225-1245. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0670-8>
- Erlandsson, R., Bjerke, J.W., Finne, E.A., Myneni, R.B., Piao, S.L., Wang, X.H., Virtanen, T., Räsänen, A., Kumpula, T., Kolari, T.H.M., Tahvanainen, T. & Tømmervik, H. 2022. An artificial intelligence approach to remotely assess pale lichen biomass. Remote Sensing of Environment 280. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113201>
- Gaare, E. & Skogland, T. 1980. Lichen-reindeer interaction studied in a simple case model. I: Reimers, E., Skjenneberg, S., Gaare, E. & Reindeer/caribou, s. (red.) Proceedings of the Second International Reindeer/Caribou Symposium, 17.-21. September 1979, Røros, Norway / edited by Eigil Reimers, Eldar Gaare, Sven Skjenneberg : A. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim. S. 47-56
- Gaare, E. & Eriksson, O. 1981. Lavforråd i Forelhogna. Rapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Viltforskningen
- Gaare, E. 1984. Blefjell villreinområde. Taksering av beitene. Stensilert rapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Viltforskningen
- Gaare, E. 1985. Setesdal-V. villreinområde. Taksering av beitene og beregning av bæreevnen. . Rapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Viltforskningen
- Gaare, E. 1986. Potensielle lavbeiter for rein i Nord-Ottadals villreinområde. En foreløpig rapport til årsmøtet i Villreinut-valget, Dombås 12. april 1986. Stensilert rapport. Direktoratet for naturforvaltning. Viltforskningen.
- Gaare, E. & Hansson, G. 1987. Reinbeiter i SØInkletten villreinområde. Rapport. Direktoratet for naturforvaltning. Viltforskningen
- Gaare, E. & Hansson, G. 1989. Taksering av reinbeiter på Hardangervidda. NINA Notat. Norsk institutt for naturforskning
- Gaare, E. & Hansson, G. 1990a. Villreinbeiter i Brattefjell - Vindeggen, Telemark. NINA oppdragsmelding 27. Norsk institutt for naturforskning. <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/oppdragsmelding/027.pdf>
- Gaare, E. & Hansson, G. 1990b. Villreinbeiter i Indre Sogn : Lærdal-Årdal, Vestjotunheimen og Årdal-Tyin. NINA oppdragsmelding 22. Norsk institutt for naturforskning. <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/oppdragsmelding/022.pdf>

- Gaare, E. 1993. Kartlegging av beiter for villrein. Foredrag på seminar for reindriften 19-21nov. 1993. Notat. Tromsø. s 10.
- Gaare, E. 1994. Nordfjella villreinområde, hva krever reinen av det? NINA oppdragsmelding 297. Norsk institutt for naturforskning. <https://www.nina.no/archive/nina/pppbasepdf/oppdragsmelding/297.pdf>
- Gaare, E., Tømmervik, H. & Hoem, S.A. 2005. Reinens beiter på Hardangervidda. Utviklingen fra 1988 til 2004. NINA Rapport 53. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2447549>
- Hjeltnes, A.W., Bjerketvedt, D.K., Odland, A., Bui, D. & Heggenes, J. 2017. Kartlegging av snøbare rabber og vinterbeite i Brattefjell-Vindeggen. Skriftserien fra Høgskolen i Sørøst-Norge. https://openarchive.usn.no/usn-xmli/bitstream/handle/11250/2477009/2017_17_Heggenes_Kartlegging.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hofgaard, A., Tømmervik, H., Rees, G. & Hanssen, F. 2013. Latitudinal forest advance in northernmost Norway since the early 20th century. Journal of Biogeography 40(5): 938-949. <https://doi.org/10.1111/jbi.12053>
- Holand, Ø. 2010. Vurdering av vinterbeitene i Norefjell-Reinsjøfjell villreinområde. Upublisert- rapport til villreinutvalget. <https://villrein.no/wp-content/uploads/2022/11/BeiteregNorefjellReinsjofjell2010.pdf>
- Holand, Ø. 2023. Vurdering av vinterbeitene i Norefjell-Reinsjøfjell villreinområde 2021-2022. Upublisert - rapport til villreinutvalget
- Håland, J. 1994. Raudafjell villreinområde : eit villreinområde utan villrein. Kandidatoppgåve. Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal
- Johansen, B.E. 2009. Vegetasjonskart for Norge basert på landsat TM/ETM+data ISBN: 9788274922136. Norut IT
- Jordhøy, P., Strand, O., Skogland, T., Gaare, E. & Holmstrøm, F. 1996. Oppsummeringsrapport, overvåkingsprogram for hjortevilt - villreindelen 1991-95. NINA fagrapport 022 (trykt utg.) ISSN/ISBN: 0805-469X /82-426-0758-3. Norsk institutt for naturforskning. <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/fagrapport/022.pdf>
- Jordhøy, P., Sørensen, R., Danielsen, J., Vagstein, G., Hjemseteren, T., Liebe, M., Elgevasslien, I., Bondal, H., Toldnes, T., Bjomyr, F. & Strand, O. 2008. Villreinen i Rondane - Sølnekletten. Kunnskapsstatus og leveområde. NINA Rapport 339. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2459984>
- Jordhøy, P. & Strand, O. 2009. Villreinen i Fjellheimen. Status og sårbare habitat. NINA Rapport 411. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2395474>
- Jordhøy, P., Strand, O., Sørensen, R., Andersen, R. & Panzacchi, M. 2012. Villreinen i Snøhetta- og Knutshømrådet. Status og leveområde. NINA Rapport 800. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2473196>
- Kastdalen, L. 2011. Lavkart Setesdal/Ryfylkeheiene og Setesdal Austhei : metodeutvikling og validering av kart. Utredning for DN (trykt utg.) ISSN/ISBN: 0804-1504 /9788270729210. Direktoratet for naturforvaltning
- 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. 2017. Miljøkvalitetsnorm for villrein. Forslag fra en ekspertgruppe. NINA Rapport 1400. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2471598>

- Mossing, A. 2016. Villreinen i Norefjell-Reinsjøfjell. Kunnskapsstatus og arealbruk. NVS Rapport. Norsk Villreinsenter
- Mossing, A. & Punsvik, T. 2021. Våmur-Roan villreinområde. Kunnskapsstatus og kartlegging av arealbruk. NVS Rapport 30/2020. Norsk Villreinsenter
- Niebuhr, B.B., Van Moorter, B., Stien, A., Tveraa, T., Strand, O., Langeland, K., Sandström, P., Alam, M., Skarin, A. & Panzacchi, M. 2023. Estimating the cumulative impact and zone of influence of anthropogenic features on biodiversity. *Methods in Ecology and Evolution* 14(9): 2362-2375. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.14133>
- Nordmark, O. 1983. Reinen og Fjellheimen villreinområde. Semesteroppgave. Universitetet i Bergen
- Normand, S., Høye, T.T., Forbes, B.C., Bowden, J.J., Davies, A.L., Odgaard, B.V., Riede, F., Svenning, J.C., Treier, U.A., Willerslev, R. & Wischnowski, J. 2017. Legacies of Historical Human Activities in Arctic Woody Plant Dynamics. I: Gadgil, A. & Tomich, T. P. (red.) *Annual Review of Environment and Resources*, Vol 42. S. 541-567. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085454>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Loe, L.E. & Reimers, E. 2015. Searching for the fundamental niche using individual-based habitat selection modelling across populations. *Ecography* 38(7): 659-669. <https://doi.org/10.1111/ecog.01075>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Saerens, M., Ki, I.K., St Clair, C.C., Herfindal, I. & Boitani, L. 2016. Predicting the continuum between corridors and barriers to animal movements using Step Selection Functions and Randomized Shortest Paths. *Journal of Animal Ecology* 85(1): 32-42. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12386>
- Punsvik, T., Frøstrup, J.C. & Benberg, B. 2016. Villreinen : fjellviddas nomade : biologi, historie, forvaltning. Friluftsførlaget, Arendal.
- Rekdal, Y. & Angeloff, M. 2015. Vegetasjon og beite i Oppdal østfjell. Rapport frå vegetasjonskartlegging i Oppdal kommune. Skog og landskap rapport 10/2015. Norsk institutt for skog og landskap. <http://hdl.handle.net/11250/2598074>
- Rekdal, Y. & Angelhoff, M. 2017. Vegetasjon og beite i Tolga østfjell. Rapport frå vegetasjonskartlegging i Tolga kommune. NIBIO Rapport 3(83). Norsk Institutt for bioøkonomi (NIBIO). <http://hdl.handle.net/11250/2446419>
- 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. <https://hdl.handle.net/11250/2991315>
- Rolandsen, C.M., Tveraa, T., Gundersen, V., Røed, K.H., Tømmervik, H., Våge, J., Strand, O., Hansen, B.B. & Hansen, B.B. 2023. Klassifisering av 14 ikke-nasjonale villreinområder etter kvalitetsnorm for villrein. Første klassifisering – 2023. NINA Rapport 2372. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3106763>
- Slåtsveen, T.-L. 2019. Assessing winter pasture quality in Sunnfjord wild reindeer area. Master. Universitetet i Tromsø, Tromsø. <https://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/17513/thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Strand, O., Bevanger, K.M. & Falldorf, T. 2006. Reinens bruk av Hardangervidda. Sluttrapport fra Rv7-prosjektet. NINA Rapport 131 ISSN/ISBN: 1504-3312/82-426-1680-9. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2433957>
- Strand, O., Panzacchi, M., Jordhøy, P., Moorter, B.V., Andersen, R. & Bay, L.A. 2011. Villreinens bruk av Setesdalsheiene. Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2006– 2010. NINA Rapport 694. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2426045>
- Strand, O., Gundersen, V., Jordhøy, P., Andersen, R., Nerhoel, I., Panzacchi, M. & Van Moorter, B.F.A. 2015. Villrein og ferdse i Rondane. Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2009–2014. NINA Rapport 1013. Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2388724>
- Styret, R.v. 2019. Driftsplan Raudafjell villreinområde 2020-2024. Raudafjell Villreinområde. s 14. <https://villrein.no/wp-content/uploads/2022/10/DriftsplanRaudafjellVillreinomrade.pdf>.
- Tømmervik, H., Kastdalen, L., Bergersen, G., Brobakk, T., Gaare, E., Vikhamar, D. & Lieng, E. 2003. Kartlegging av reinbeiter i Forollhogna villreinområde. NINA oppdragsmelding 819 (trykt utg.) ISSN/ISBN: 0802-4103/82-426-1451-2. NINA Norsk institutt for naturforskning. <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/oppdragsmelding/819.pdf>
- Tømmervik, H., Johansen, B., Riseth, J., Karlsen, S.R., Solberg, B. & Hogda, K.A. 2009. Above ground biomass changes in the mountain birch forests and mountain heaths of Finnmarksvidda, northern Norway, in the period 1957-2006. *Forest Ecology and Management* 257(1): 244-257. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.038>
- Tømmervik, H., Bjerke, J.W., Park, T., Hanssen, F. & Myneni, R.B. 2019. Legacies of Historical Exploitation of Natural Resources Are More Important Than Summer Warming for Recent Biomass Increases in a Boreal-Arctic Transition Region. *Ecosystems* 22(7): 1512-1529. <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00352-2>
- Tømmervik, H., Erlandsson, R., Arneberg, M.K., Finne, E.A. & Bjerke, J.W. 2021. Satellittkartlegging av vinterbeiteområder i Fæmund sijte, Sålekinna-Håmmålsfjellet og Korssjøen og Feragen-vest. NINA Rapport 1946. Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/2833629>

www.nina.no

Norsk institutt for naturforskning, NINA,

er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

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

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

2426

NINA Rapport

ISSN: 1504-3312
ISBN: 978-82-426-5235-5

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor
Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim
Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
E-post: firmapost@nina.no
Organisasjonsnummer 9500 37 687
<https://www.nina.no>

