

1946

NINA Rapport

Satellittkartlegging av vinterbeiteområder i Fæmund sijte, Sålekinna-Håmmålsfjellet og Korssjøen-Feragen-vest

Hans Tømmervik, Rasmus Erlandsson, Marit Klemetsen Arneberg, Eirik A. Finne, Jarle W. Bjerke



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.

Satellittkartlegging av vinterbeiteområder i Fæmund sijte, Sålekinna-Håmmålsfjellet og Korssjøen og Feragen-vest

Hans Tømmervik
Rasmus Erlandsson
Marit Klemetsen Arneberg
Eirik A. Finne
Jarle W. Bjerke

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.

Tromsø, September, 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4724-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Bård-Jørgen Bårdsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Cathrine Henaug (sign.)

OPPDRAUGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Statsforvalteren i Innlandet

Norges Forskningsråd (forskningsmetodikk)

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Jorunn Stubsjøen

FORSIDEBILDE

Lavbeiter ved Harsjøen 17.09.2020 © NINA

NØKKEWORD

- Norge, Røros, Os og Tolga
- Fæmund sijte
- Kartlegging av vinterbeiter for rein

KEY WORDS

- Norge, Røros, Os og Tolga
- Fæmund sijte
- Mapping of winter ranges for reindeer

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

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

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

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

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

www.nina.no

Sammendrag

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.

Fæmund sijte som er vinterbeitedistrikt for Gåebrien sijte og Saanti sijte ligger i Trøndelag og Hedmark reinbeiteområde, og fikk sine nåværende grenser gjennom kongelig resolusjon av 10. juli 1894. Distriktet dekker deler av Røros, Os og Engerdal kommune. Styringsgruppa for fremtidsrettet rein- og jordbruksdrift i områder med arealkonflikter i Hedmark- og Trøndelag har engasjert NINA til å beregne tilstanden av vinterbeitene i Fæmund sijte og området mellom Os-Sømådalen-Tolga. Dette er ei oppfølging av reinbeitetakseringa utført i 1968-69. Oppdraget går ut på å benytte en kombinasjon av målinger utført i felt- og satellittbasert kartlegging for å oppnå et helhetlig bilde av beiteressursene. Disse undersøkelsene viser at i perioden 1969-2020 er andelen lavmark i Fæmund sijte målt til å være ca. 55 %, og variasjonen har vært fra 57 % i 1969, 50 % i 1988 til 56 % i 2020. Beitene er i meget god stand og det er bare noen få steder, blant annet nordvest for Korssjøen og i deler av Grådalsområdet og området øst for innsjøen Feragen der det er noen områder som er noe hardt beitet og vindslitt, og dette er i hovedsak begrenset til vindblåste rabber. De østre delene av Fæmund reinbeitedistrikt som var slitt i 1969 har kommet seg betydelig selv om det hvert år kommer inn betydelig med rein fra nabolagene. I 1969 utgjorde slitte lavbeiter 48 % av alle feltruter i Fæmund-øst, mens slitte lavbeiter i 2020 for hele Fæmund sijte utgjorde 10,5 % (feltobservasjoner).

Gjennom det pågående prosjektet «VANWHITE» (finansiert av Norges Forskningsråd) har vi ved hjelp av maskinlæring utviklet en ny metode for direkte estimering av lavdekning og -volum basert på satellittbilder (30 m × 30 m piksler) og felldata fra Fæmund sijte og tilgrensende områder i vest. Metoden viste seg å være pålitelig og robust, og sammenhengen mellom feltbaserte og satellittberegnete volummålinger av lav er beregnet til å være sterk og statistisk sikker ($R^2 = 0,61$, $p < 0,01$). Ved hjelp av den ovennevnte metoden har vi målt mer enn en fordobling av lavbiomassen fra 1969 til 2019, og den årlige produksjonen har økt fra 7 560 tonn (tilsvarende 5 400 000 føreheter) i 1969 til 18 639 tonn (tilsvarende 13 313 355 føreheter) i 2019. Dette kommer av at både lavdekning og lavhøyde innenfor de lavbærende vegetasjonstypene stort sett har økt suksessivt gjennom hele perioden, men noe av økningen kan komme av forbedrete metoder i volumberegning av lav sammenlignet med linjetakseringa i 1969. Vi ser også en økning (fra 18,7 % til 22,1 %) i grasrike beitetyper i samme periode. I tillegg er det kartlagt betydelige arealer med lyngbeiter, som er særlig viktig som beite for reinen vinterstid. Den biologisk optimale reinbeitekapasiteten (*bæreevnen*, definert som en stabil populasjonsstørrelse over tid) blir dermed meget stor.

I praktisk reindrift må en ta hensyn til at kapasiteten for rein er begrenset i både vinterbeitedistriktet og de andre årtidsbeitene da forstyrrelser fra landbruk, skogbruk, vindkraftverk, infrastruktur, veier, hyttebygging og turisme reduserer reines arealbruk. En beregner dermed en praktisk optimal reinbeitekapasitet som for Fæmund sijte anslås til 16 000 rein (øvre reintall). Her har vi tatt i betraktning eventuelle negative klimaendringer i framtiden.

Sålekinna-Håmmålsfjell-området har store lavbeiteressurser (årlig avling på 20 040 tonn tilsvarende 14 314 511 føreheter) i 2019 som egner seg meget godt til vinterbeite for et praktisk optimalt reintall på 11 000 rein. Korssjøen-Feragen-vest har mindre lavbeiteressurser per areal-enhet, noe som leder til et praktisk optimalt reintall på 4 200 rein (2019), men større arealer med gras og lyng som egner seg best til bruk deler av vinteren (forvinter og vårvinter). Vi foreslår derfor at en utnyttelse av Sålekinna-Håmmålsfjell og Korssjøen-Feragen-vest sammen med Fæmund Sijte ved rotasjonsbeiting vil være med på å dempe effekten av forstyrrelser samt negative klimaendringer som dårlige beiteforhold (ising og dyp snø) for reindriften innenfor Fæmund sijte. En slik rotasjonsbeiting vil også hindre beitekonflikter med jordbruket.

Hans Tømmervik, NINA, Framsenteret, 9296 Tromsø, hans.tommervik@nina.no
Rasmus Erlandsson, NINA, Framsenteret, 9296 Tromsø, rasmus.erlandsson@nina.no
Marit Klemetsen Arneberg, NINA, Framsenteret, 9296 Tromsø, marit.arneberg@nina.no
Eirik Aasmo Finne, NINA, Framsenteret, 9296 Tromsø, eirik.finne@nina.no
Jarle W. Bjerke, NINA, Framsenteret, 9296 Tromsø, jarle.bjerke@nina.no

Abstract

Tømmervik, H., Erlandsson, R., Arneberg, M.K., Finne, E.A. & Bjerke, J.W. 2021. Satellite based mapping of winter grazing areas in Fæmund sijte, Sålekinna-Håmmålsfjellet and Korssjøen-Feragen-vest. NINA Report 1946. Norwegian Institute for Nature Research.

Fæmund sijte winter pasture area in Norway is considered to be a very abundant lichen area. The condition of the lichen dominated areas with the area of Fæmund sijte in 2020 is stable compared with the situation in 1968-69 when the pastures were monitored last time (Lyftingsmo 1974). The area of lichen ranges in Fæmund sijte is calculated to be around 55% in the period 1969-2020. It is only a few areas west of the lake Korssjøen, in Grådalen and east of the lake Feragen that is worn, and often only on small ridges. In other areas the grazing areas are in very good shape and the lichen heaths and forests are often very clean without the small layers of dwarf shrubs and dwarf birch that you may find above the lichen cover in un-grazed areas. In Fæmund sijte, in which parts of the pastures showed to be worn in 1969, conditions have now improved in both lichen cover and lichen height, in spite of some grazing in this area from neighbouring reindeer districts in Sweden and Norway. The area of worn lichen pastures in Fæmund sijte (mainly eastern part) was estimated to 48% in 1969 and 10,5% in 2020.

We have through the project VANWHITE funded by the Research Council of Norway developed a new method for reindeer winter range monitoring. This method is based on machine learning which measure both the lichen cover and volume pixelwise (30 m × 30 m). This enables a more robust and easier way to monitor the status and condition of lichen cover and volume of the winter grazing areas. We chose the Røros-area including the winter grazing area of Fæmund sijte to test this method since lichen resources have been reported to be rich here. The method showed to be reliable and stable for lichen volume ($R^2 = 0.61$; $p < 0.01$) compared with traditional methods. We have executed ordinary field and satellite-based methods to assess and supply the new method. Using this methodology, we measured more than a doubling of the biomass of lichens in 2020 compared to 1969, and the yearly production has increased from 7 560 tons in 1969 to 18 639 tons in 2019. Hence, the winter biological carrying capacity (defined as a stable population density of reindeer per area over time) is estimated to be very large. The large increase is a result of increased coverage and height of the lichen mats during the period. We can also observe an increase of gras-dominated areas from 18.7% to 22.1% in the same period. In addition, extensive areas of dwarf shrub heaths occur which also consist of valuable grazing plants during winter.

Disturbances from factors such as agriculture, forestry, wind turbines, cabin development, infrastructure, tourism and climatic change in the winter district (Fæmund sijte) and the summer

grazing districts (Saante sijte and Gåebrien sijte) have larger effects in 2020 than access to good winter pastures. Hence, the practical optimal reindeer capacity is calculated to be 16 000 reindeer for Fæmund sijte for 2019. The area of Sålekinna-Håmmålsfjell has large lichen resources and a yearly production of 20 040 tons in 2019. It is a very good pasture area with a practical optimal reindeer capacity of 11 000 reindeer. The area of Korssjøen-Feragen-West has a practical optimal reindeer capacity of 4 200 reindeer in 2019, but large areas have grass and dwarf shrub dominated vegetation well adapted for grazing in parts of the winter.

We recommend a rotation-based grazing of the areas Sålekinna-Håmmålsfjell and Korssjøen-Feragen-West together with Fæmund sijte. This will reduce the negative effects of disturbances and climate (heavy snowfalls and crust on snow) for the reindeer management in Fæmund sijte as well avoid conflicts with the agriculture in the area.

Hans Tømmervik, NINA, FRAM – High North Research Centre for Climate and the Environment, N-9296 Tromsø, hans.tommervik@nina.no
Rasmus Erlandsson, NINA, FRAM – High North Research Centre for Climate and the Environment, N-9296 Tromsø, rasmus.erlandsson@nina.no
Marit Klemetsen Arneberg, FRAM – High North Research Centre for Climate and the Environment, N-9296 Tromsø, marit.arneberg@nina.no
Eirik Aasmo Finne, FRAM – High North Research Centre for Climate and the Environment, N-9296 Tromsø, eirik.finne@nina.no
Jarle W. Bjerke, FRAM – High North Research Centre for Climate and the Environment, N-9296 Tromsø, jarle.bjerke@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning	9
2 Kort oversikt over reinens beitebehov	10
3 Naturforhold	14
3.1 Studiemråder, areal og topografiske forhold	14
3.2 Berggrunn, løsmasser, jord og lende	15
3.3 Klima	16
4 Metoder	18
4.1 Feltmetoder.....	18
4.2 Feltenes vegetasjonstype	19
4.3 Beregning av forrådet (biomasse) av beitelav.....	20
4.4 Reinens opptak av næring: føreheter, biomasse og beitekapasitet.....	21
4.4.1 Beregning av reinbeitekapasitet - praktisk optimalt reintall	22
4.5 Satellittkartlegging av lavbiomasse – tradisjonell metode.....	24
4.5.1 Pre-klassifikasjon	24
4.5.2 Standardisering av sluttproduktet	25
4.5.3 Kartframstilling – arealberegninger og statistikk.....	25
4.6 Satellittkartlegging av lavbiomasse – Ny metode.....	26
5 Resultater	28
5.1 Eldre undersøkelser i Fæmund slette sammenlignet med nåtid	28
5.2 Håmmålsfjell-Sålekinna	31
5.3 Feltnmålinger av lav og annen vegetasjon i 2020.....	31
5.4 Feltnbaserte målinger av lavbiomasse i de ulike områder	34
5.5 Satellittkartlegging av lavbeiteressurser.....	36
5.5.1 NDVI-målinger i felt med fokus på lavbeiter	36
5.5.2 Satellittkartlegging av lavdekning – tradisjonell metode.....	37
5.5.3 Satellittkartlegging av lavbiomasse vha. ny metode	42
6 Diskusjon	49
6.1 Vegetasjonsendringer 1968 - 2020 med basis i Fæmund slette østre del	49
6.2 Satellittkartlegging versus feltnmålinger av beitetyper med lav	50
6.2.1 Lavbiomassen på Rørosvidda – feltnmålinger 2020	51
6.2.2 Andelen lav i forhold til dvergbusker, lyng og grasaktige planter.....	52
6.2.3 Ny satellittbasert metode versus eldre metoder	53
6.3 Beregning av reinbeitekapasiteter og anbefalinger.....	54
7 Konklusjoner	58
8 Referanser og kilder	59

Forord

Styringsgruppa for fremtidsrettet rein- og jordbruksdrift i områder med arealkonflikter i Innlandet og Trøndelag opprettet av Statsforvalterne i begge fylker har engasjert NINA i prosjektet satellittkartlegging av vinterbeiteområder for rein i Fæmund sijte (Fæmund reinbeitedistrikt) og området Håmmålsfjellet-Sålekinna mellom Os-Sømådalen-Tolga (området i Tolga-Os er i tilleggsmandatet til prosjektet pr 19.02.2019). Prosjektet går ut på å forbedre kunnskapsstatusen for vinterbeiteområdene i Fæmund sijte og tiliggende områder gjennom ei kartlegging av områdene beitegrunnlag. Vi skal kartlegge dagens vinterbeiteressurser i Fæmund sijte og Håmmålsfjellet-Sålekinna ved hjelp av satellittdata, vegetasjonskartlegging og historisk kunnskap. Beiteressursene i Fæmund sijte ble sist kartlagt i 1968-69 (Lyftingsmo 1974), og NINA vil foreta ei oppdatering av beiteressursene. Dette vil lede til et forbedret grunnlag for en bærekraftig ressursutnyttelse. Vi har i tillegg beregnet vegetasjonsfordeling og biomasse i Korssjøen-Feragen-Vest som ligger vest for Fæmund sijte.

Grundige fjernmålingsanalyser ble muliggjort gjennom tett integrering med pågående forskningsaktiviteter i prosjektet «The vanishing white: management of stressors causing reduction of pale vegetation surfaces in the Arctic and the Qinghai-Tibetan Plateau» som er kjent under kortnavnet «VANWHITE» og som ledes av Bjerke. Dette prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd (prosjektnummer 287402).

Tromsø, 01.09.2021

Hans Tømmervik

Prosjektleder

1 Innledning

Målsettingen med prosjektet er å gi en oppdatering av vegetasjons- og beitestatus for vinterbeitene i Fæmund sijte (Fæmund reinbeitedistrikt). Feltdelen av prosjektet gjennomføres delvis etter samme metodikk som benyttet ved registreringene gjennomført i 1968-1969 (Lyftingsmo 1974). Ved å benytte samme metodikk muliggjør det å dokumentere endringer over tid. Husdyrbeitene (sau og storfe) ble gransket på 1950-tallet (Haugen 1952). I Sålekinna og Håmmålsfjellområdet ble husdyrbeitet gransket i 2005 og 2007 (Rekdal 2005, Stenbrenden mfl. 2019). Disse tidligere undersøkelsene viser at vegetasjonsdekket innen Fæmund og tilgrensende områder karakteriseres av lavholdig fjellbjørkeskog, lavfurskog, lavrike dvergbjørkheier, åpne lavheier og myrområder med lav.

2 Kort oversikt over reinens beitebehov

Reinens diett er summen av de plantene dyrene velger å spise gjennom året. Reinens egentlige vekst er knyttet til barmarkstiden. Rein som trekker fritt følger «den grønne bølge», 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 tidlige veksten maksimerer de næringsopptak per føde, ettersom den unge vegetasjonen har høyere konsentrasjon av næringsstoffer enn senere på sesongen (Frank mfl. 1998). En lang rekke karplantearter står på menyen på denne tiden av året. Ved å beite deler av siste års vekst av urter, grasaktige planter, blad og unge skudd av busker og trær, maksimeres ytterligere inntaket av viktige næringsstoffer (Dahle mfl. 1999). Reinens sommerbeite representerer dyrets viktigste kilde til vekst og reproduksjon (se f.eks. Bårdsen og Tveraa 2012). Det som beites i barmarkstiden er for den enkelte plante og lav vanligvis bare deler av den årlige tilveksten. Hvis reinflokkenes samlede beiteuttak er større enn den årlige tilveksten i plantedekket reflekteres dette raskt i redusert vekt og produksjon hos det enkelte dyr, og dermed også for den samlede flokken (Bårdsen mfl. 2008, 2010).

Om vinteren trenger reinen karbohydratrikt fôr (Storeheier mfl. 2002a). Reinsdyrene vokser ikke i perioden fra høstjevndøgn til vårjevndøgn, men kan ved tilgang på gode beiter legge seg opp fettreserver. De plantesamfunn som kan benyttes blir et spørsmål om tilgjengelighet, og valgmulighetene er få. Klimafaktorene er avgjørende, og i vinterområdene befinner reinen seg særlig i de snø- og regnfattige delene av leveområdene sine. I skogsregionen er det åpne bjørke- eller furuskoger med lavdominans i bunnen (Dahle mfl. 1999). I fjellet er det rabbene som blåses fri for snø og som er tilgjengelige hele vintersesongen, om de da ikke for en tid blokkeres av is eller skare (Riseth mfl. 2011).

Plantesamfunn på rabbene kalles greplynghei, og denne naturtypen er utbredt i hele Norden. Karplantene er tørketålende dvergbusker, lyng og grasaktige planter: greplyng, krekling, dvergbjørk (skierri), rabbesiv og sauesvingel. Lavdekket inntar her en fremtredende plass, og reinen beiter på alle de 5-10 dominerende lavartene (dekning >50 %). I tørre furu- og bjørkeskoger finnes de samme artene som bunnvegetasjon. Dvergbusker og de få grasaktige plantene dekker 10-20 % av bakken i den beitede vegetasjonen, og under 20 % av inntaket av mat/fôr kommer fra disse dersom lavtilgangen er god. Under vedvarende sterkt beite kan lavmattene forsvinne helt. Humus og grus blottlegges da og kan bli stående uten plantevekst i mange år. De gjenværende plantearter som moser, dvergbusker og om vinteren visne, tørre grasaktige karplanter, må i slike tilfeller dekke en større del av næringsinntaket. Alle disse plantegruppene er for rein stort sett mindre fordøyelige enn reinlav (Storeheier mfl. 2002a, 2002b). I tillegg står disse plantene oftest spredt slik at reinen må vandre mer for å få fylt sine daglige behov for energi.

Tidligere studier har vist at lav inneholder for lite proteiner til at reinen kan overleve utelukkende på en lavdiett (Gaare og Skogland 1980). Vintergrønne deler av gras (for eksempel smyle (*Avenella flexuosa*) og starr som duskull (*Eriophorum angustifolium*) er særlig næringsrike (Storeheier mfl. 2002b). Disse plantene er lett fordøyelige og er rike på både proteiner og mineraler. Dersom reinen får for lite proteiner i dietten, må den bryte ned eget muskelvev for å erstatte det daglige nitrogenetapet gjennom urin og ekskrementer. Rein som bare spiser lav vil derfor tape muskelmasse. Ulike gress- og lyngarter som er nitrogenholdige, er derfor en svært viktig del av vinterdietten til reinsdyr (Storeheier mfl. 2002b). Et kombinert inntak av lav og karplanter kan følgelig være en viktig tilpasning for å dekke reinens sammensatte behov for proteiner, mineraler og energi om vinteren (Storeheier mfl. 2002b). Med dagens kunnskap om fordøyelighet av "grønne planter" (Storeheier mfl. 2002a, 2002b) er det derfor viktig å overvåke også denne delen av vinterbeitene. For å sikre en reindrif med høy og sikker årlig avkastning er det fornuftig å forvalte beitene gjennom å tilpasse reintallet til beitegrunnet (se f.eks. Bårdsen mfl. 2014) slik at beitene gir maksimal, vedvarende årsproduksjon av lettfordøyelig lav, i tillegg til at reinen også har tilgang på andre vinterbeiteplanter.

Lavartene reinen utnytter fordeler seg etter snødekningen. Mest eksponert er vindrabber eller åpne partier i skogen. Her spiser reinen gulskinn/viskes-burhvie (*Flavocetraria nivalis*) og fjellreinlav/bovtsen-burhvie (*Cladonia arbuscula* spp. *mitis*). Rabbeskjegg/joevjeme-burhvie (*Alectoria ochroleuca*) er også vanlig, men den er lite foretrukket. Lenger ned finner vi lerabber med dominans av kvitkrull/tjoelmehke-burhvie (*Cladonia stellaris*) og vanlig saltlav/tjeehpes-burhvie (*Stereocaulon paschale*) som har større innhold av protein enn andre lavarter (Storeheier mfl. 2002a). I skog finnes mange av de samme artene, men de som er knyttet til de mest utsatte vindrabbene, dvs. rabbeskjegg og gulskinn, mangler eller forekommer sparsomt.

I de plantesamfunnene som utgjør det viktigste vinterbeitet dekker beitelavene gjerne ca. 70 % av bakken. På Rørosvidda finner vi rabber i fjellregionen og åpne bjørkeskoger; i øst og sør også i åpne furuskoger. Her utgjør lavdekket hovedtyngden av plantedekket. En mer eller mindre ren lavmatte med dominans av gulskinn og fjellreinlav på 5 cm har en tørrvekt av lav på ca. 1000 gram per kvadratmeter. Kvitkrull med samme tykkelse veier 1200 gram per kvadratmeter ifølge målinger foretatt på Dovre (Gaare og Skogland 1980). Samme verdier er målt i Finnmark (Lyftingsmo 1965) og i Finland (Kumpula mfl. 1998). Ved beiting av så tykke lavmatter sløser reinen mer enn den spiser (Lyftingsmo 1965). Et pilotforsøk i Grådalen ved Røros i 1976 (Gaare upubl.) indikerer at 90 % av den lavbiomassen som løsnes blir liggende igjen i snøen. I fjellet vil dette i stor grad blåse ned i forsenkninger og råtne, men i skog kan fragmentene feste seg slik at tapet ikke blir så stort, men dette forholdet er for lite studert.

Reinens daglige næringsbehov vinterstid som er beregnet til 2,0-2,5 kg fôr per dag per rein er brukt av flere som den laveste verdien for vinterbeite (Lyftingsmo 1965, Villmo 1979, 1982, Gaare og Skogland 1980; Åhman 2019). Vi har i dag indikasjoner på at det daglige behovet per rein er lavere (Storeheier mfl. 2002b), og 1,5-2,0 kg per dag bør være tilstrekkelig under forutsetning at det er en blanding av lav og andre beiteplanter med proteiner i vinterbeitet. Produksjonen av lav per arealenhet er alltid liten i forhold til grønne planter. Ved beite av lav fjerner reinen flere års tilvekst. Ved vedvarende beiting og høy reintetthet minsker dekning og tykkelse av lavmatta, og beregninger indikerer at det kan bli mindre enn 25 gram per kvadratmeter tilbake (Gaare og Skogland 1980, Kumpula mfl. 1998). Dette svarer til det Lyftingsmo (1965) kaller "utbeita" lavmatte. Ved beitegrad "sterkt beita" oppgir Lyftingsmo at det er bare igjen 30 gram per kvadratmeter (30 kg per dekar). Den årlige produksjonen per arealenhet er da svært liten, og estimert til 4-6 gram per kvadratmeter. Såpass nedbeitede lavbeiter bør derfor utnyttes i mindre grad (dvs. at reintettheten må settes vesentlig lavere) dersom beiten skal gro til igjen. Graden "ubeitet" svarer til mer enn ca. 900 gram per kvadratmeter av tørr lav, "middels" fra ca. 200-900 gram per kvadratmeter og "slitt" brukes når det er mindre enn ca. 200 gram per kvadratmeter (Hagen mfl. 2006).

Tidligere antok man at en velutviklet lavmatte, dvs. en matte med 5-6 cm tykkelse, var resultatet av 15-25 års uforstyrret vekst (Gaare mfl. 1999). Etter nedbeiting vil den bli kraftig redusert og kreve en tid for å ta seg opp så beitet igjen gir god årstilvekst. Erfaringene fra beiteovervåkingen i Finnmark viser at under forutsetning av at reintallet er mer moderat samtidig som det er nok regn om sommeren så vil laven gro til hurtigere enn tidligere antatt (Tømmervik mfl. 2012). Tømmervik mfl. (2012) fant sterke sammenhenger mellom reduksjon i reintetthet og økning i lavmengde (1998-2005: $R^2 = 0,54$, $p < 0,01$; 2006-2010: $R^2 = 0,76$, $p < 0,01$). Økningen i sommernedbør i perioden 1998-2005 forklarte 53 % av variasjonen i vekst av lavdekningen ($p < 0,01$; Tømmervik mfl. 2012).

Årstilveksten i et lavbeite er korrelert med den stående, levende lavbiomassen, men forholdet er langt fra lineært (Tømmervik mfl. 2012). På Finnmarksvidda var gjenveksten av lav på enkelte felter i perioden 1998-2005 svært stor. På et felt skjermet fra beiting ble det målt en massiv økning i lavdekningen – fra 1 % i 1998 til 61 % i 2005 (Tømmervik mfl. 2012). Dette viser at dersom lavbeitene får hvile fra tid til annen (vekselbruk) eller at tettheten av rein blir redusert så vil det resultere i en rask rehabilitering av lavbeitene. Også på åpne felter var gjenveksten rask, og det ble registrert en årlig økning på 200-360 % i enkelte ruter.

Veksel- eller rotasjonsbeiting har blitt framholdt som et viktig forvaltningstiltak for lavbeitene (Voren 1962, Andrejev 1971, 1977). På bakgrunn av praktiske og teoretiske undersøkelser anbefalte Andrejev (1977) treårig vekselbeiting på vinteren i russisk tamreindrift (rotering ved at et beiteår

etterfølges av to års hvile). Dette ville gi størst avkastning av beite på lang sikt. Prinsippet har med hell vært praktisert mange steder gjennom lang tid også i samisk reindrift (Andrejev 1971, Vorren 1962, Tømmervik mfl. 2012). Ved slik bruk kan reinen ta ut flere års lavproduksjon, og gode lavbeiter kan beites i mange år uten at svikt i årstilveksten reflekteres hos reinsdyrene gjennom f.eks. nedsatt kondisjon og reproduksjon (Gaare mfl. 1999). Et slikt vekselbeite reduserer også risikoen for at lyngplanter og andre mindre foretrukne beiteplanter skal overta area-lene som tradisjonelt (over mange århundre) har hatt dominans av reinlav (Tømmervik mfl. 2012). En annen måte er å holde reintallet på et nivå som både fører til optimal (gunstig) produksjon samtidig som at vinterbeitene holdes i hevd.

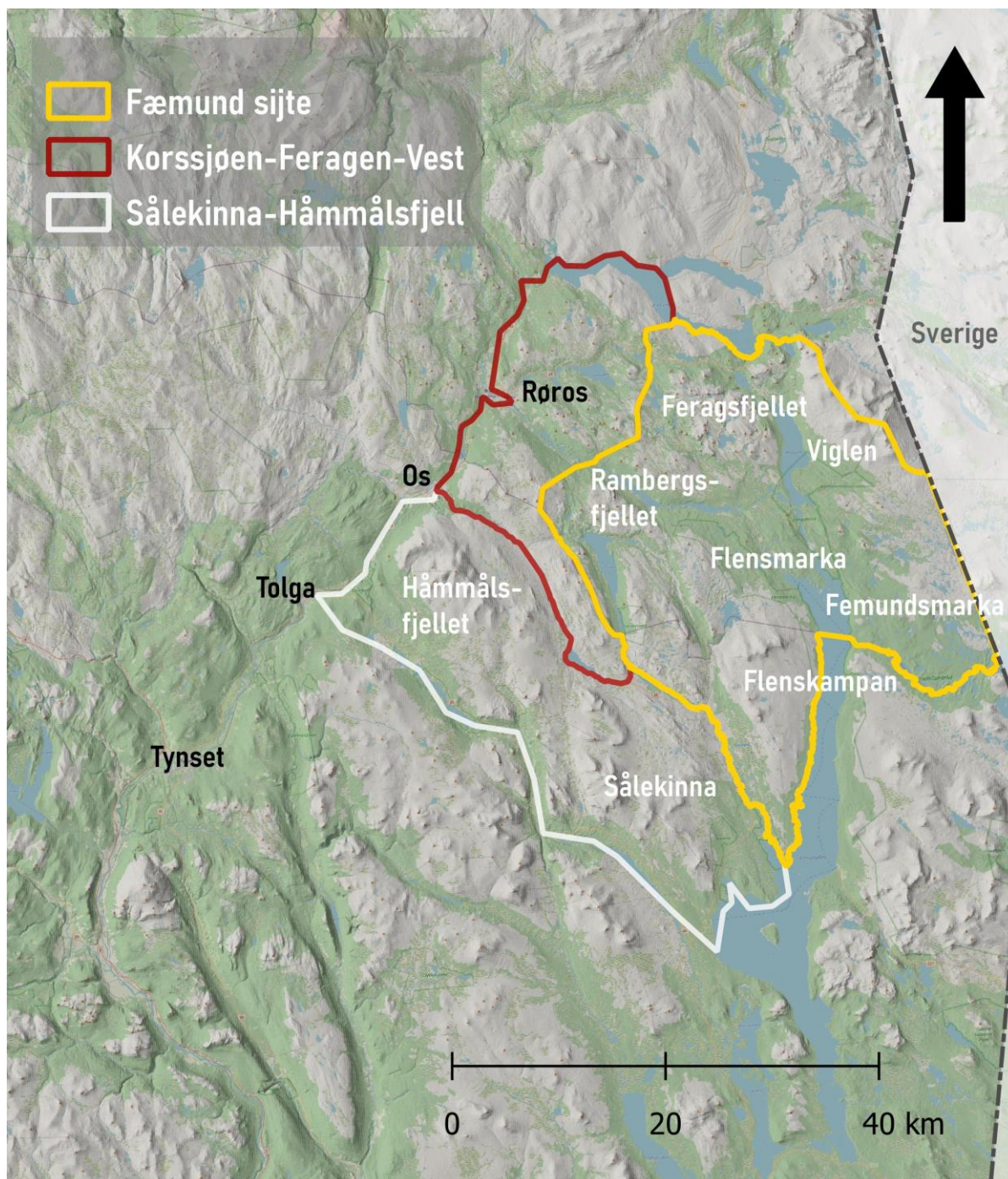
Reinens kondisjon er i seg selv en god indikator på forholdene i barmarkstiden. Vinterens lavbeiter må derimot overvåkes særskilt. Når svikt i disse reflekteres gjennom dårlig kondisjon hos reinen, er beiteressursene strukket langt utover hva som optimaliserer lønnsomhet over lang tid, noe som er vist i ulike rapporter og artikler (Bårdsen mfl. 2010, Tømmervik mfl. 2012).

3 Naturforhold

3.1 Studieområder, areal og topografiske forhold

Fæmund sijte ligger i Trøndelag og Hedmark reinbeiteområde og fikk sine nåværende grenser gjennom kongelig resolusjon av 10. juli 1894 (Landbruksdirektoratet 2020). Distriktet dekker deler av kommunene Røros, Os og Engerdal. Reinbeitedistriktet er vinterbeitedistrikt for Gåebrien sijte og Saanti sijte (Fjellheim 2005, 2012). I nord grenser distriktet mot Gåebrien sijte, i sør mot Svahken sijte, og i øst mot riksgrensen til Sverige. Ruvhten sijte er naboby på svensk side. I vest er distriktets grenser yttergrensen for dagens samiske reinbeiteområde. Denne grensen er ikke naturlig med tanke på terrengformasjon og reinens natur. Grensen samsvarer heller ikke med det arealet som reindriften har brukt fra gammelt av. Fæmund sijte består av 19 sijteandeler. Disse deltar i felles operasjoner som slakting, skilling og gjeting (Fæmund sijte 2018). Hvert av sommerbeitedistriktene Gåebrien sijte og Saanti sijte kan belaste Fæmund sijte med 4 500 rein (Landbruksdirektoratet 2020). Reintallet i distriktene Gåebrien sijte og Saanti sijte har variert en del fra og med 1950-tallet (Lappefogdens årsberetninger 1952-1968, Den Norsk-Svenske Reinbeitekomisjon 1967, Tømmervik & Riseth 2011). I 1968-1969, da Lyftingsmo (1974) utførte sin undersøkelse, hadde distriktene til sammen 7 500 rein som ble ført på vinterbeite. Etter midten av 1970-tallet har antallet rein på vinterbeite holdt seg rundt 9 000 rein (Landbruksdirektoratet 2020). I tillegg kan det være flere tusen svensk rein på beite i Fæmund sijte da det mangler sperregjerde langs med grensen nordøst i distriktet og mot deler av Gåebrien og Saanti sijter. Før sperregjerdet ble etablert på midten av 1970-tallet var antall rein stabilt rundt 7 500 rein.

Kartet i figur 3.1 viser studieområdene der Fæmund sijte er markert med blå grense. Kartleggingsområdet ligger fra 600 til 1596 m.o.h. Innenfor dette området er det foretatt omfattende feltregistreringer både i 1968-1969 og i 2020. Området Sålekinna-Håmmålsfjell (Os-Sømådalen-Tolga) er markert med grønn grense. I tillegg er området Korssjøen-Vest markert med rød grense, samt Feragen-Vest med gul grense, som er naturlige utvidelser mot Os, Røros og Glåmos, da distriktsgrensen ikke følger naturlige grenser. Reindriften tapte alle disse tre områdene etter distriktsinndelingen på 1880-tallet (Vedtatt Kongelig resolusjon av 10. juli 1894; se Fjellheim 2005, 2012). Det er derfor naturlig å beregne beitekapasiteten også innenfor disse områdene, da reinen vinterstid ofte kommer inn her. Arealet for Fæmund sijte er 1103 km², mens arealene for områdene rundt er beregnet til 690 km² for Sålekinna-Håmmålsfjell og 385 km² for Korssjøen-Feragen-Vest.



Figur 3.1. Kart over studieområdene der Fæmund sijte er markert med gul grense. Området Sålekinna-Håmmålsfjell (Os-Sømådalen-Tolga) er markert med hvit grense, området Korssjøen-Feragen-Vest er markert med rød grense.

3.2 Berggrunn, løsmasser, jord og lende

Området faller inn under det store feltet med senprekambriske feltspatførende sandsteiner (også kalt sparagmitter) som strekker seg fra Buskerud nordover til Rondane og østover til nordlige deler av Hedmark og videre innover i Sverige (Stenbrenden mfl. 2019). Denne berggrunnen ble under den kaledonske fjellkjedefoldinga skjøvet over det stedege grunnfjellet. Fjellgrunnen

domineres av sparagmitt og trøndelagskifer, og grensen mellom disse bergartene går om lag ved Djupsjøen-Røragen. Løsavsetninger dekker mesteparten av arealet, også oppe på snaufjellet (Holmsen 1935, Lyftingsmo 1974). Isen under siste istid har gått mot nordvest og ført sparagmittmateriale langt innover skiferområdet. Det ligger nå som store sand- og grusmorener hele veien fra Aursunden og sydover. Største areal av silt og jord som ble avsatt i og ved breddemte innsjøer finnes langs Feragsvassdraget, Grådalen og i Tufsingdalen. En del områder er kupert og med mye blokk- og frostmark (Rekdal 2005) samt grov ur (Holmsen 1935, Lyftingsmo 1974). Dette er typisk øst for Feragsvassdraget mot Femundsmarka (figur 3.2) og Steinfjellet (Haugen 1952, Lyftingsmo 1974) samt i Flenskampen, Sålekinna og Håmmålsfjellet (Haugen 1952, Rekdal 2005, Stenbrenden mfl. 2019). Det er en del sparagmitt og kvartsitt i Øversjødalen (Haugen 1952). Berggrunnskartet viser at sandstein, gneis og granitt dominerer mesteparten av området (Rekdal 2005, Stenbrenden mfl. 2019). De høyestliggende partiene av Håmmålsfjellet består av næringsfattig kvartsitt og kvartsskifer. Vegetasjonskartlegginga til Stenbrenden mfl. (2019) og Rekdal (2005) viser også at rikere vegetasjon med kalkkrevende arter forekommer svært sparsomt i området Sålekinna-Håmmålsfjellet.



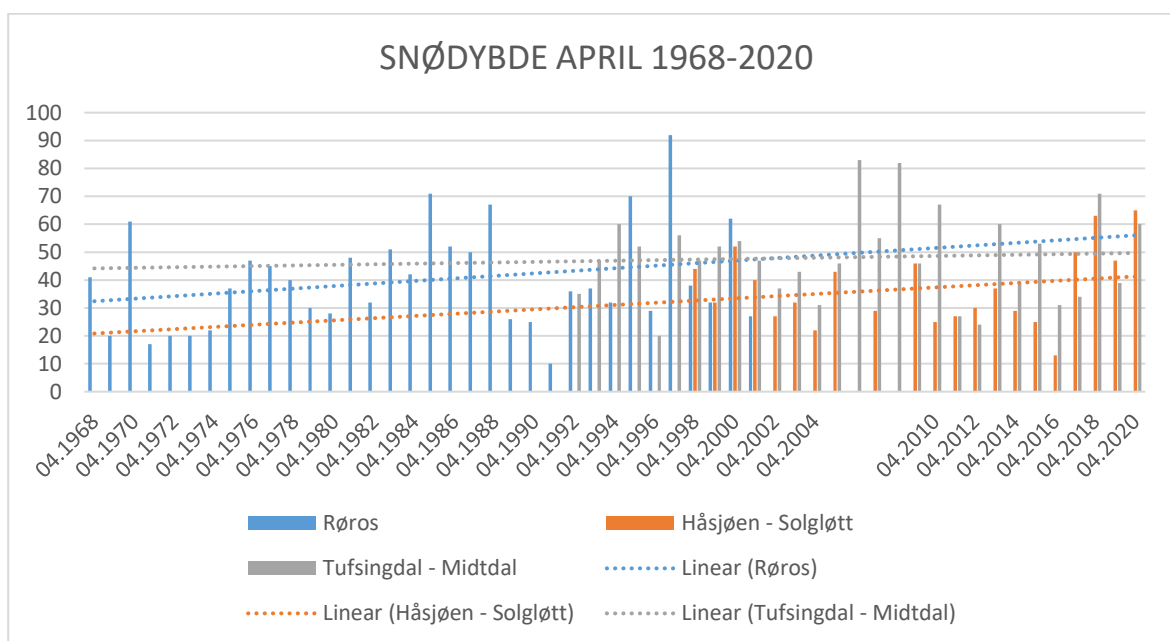
Figur 3.2. Områder med lavhei i mosaikk med store blokker/blokkmark på grensen mot Sverige. Bildet er tatt i Femundsmarka mot Vigelskaftet. (Foto: Rasmus Erlandsson).

3.3 Klima

Området har et typisk innlandsklima med en kald vinter og varm sommer. Temperaturmålinger fra Røros, Os og Tolga viser at området har et kontinentalt klima med lave vintertemperaturer og høye sommertemperaturer med minimumstemperaturer i januar og maksimumstemperaturer

i juli. Årsmiddeltemperaturen er 0,3°C i Røros, 0,2°C på Os og 0,1°C i Tolga. Nedbørsmålinger for Røros, Tolga og Tufsingdalen viser en lav årsnedbør på om lag 500-600 mm (Met.no). Nedbørsmengdene i fjellet er noe høyere enn i dalene. Nær halvparten av årsnedbøren kommer i de fire månedene fra juni til og med september, mens det fra desember til juni er lite nedbør (Aune 1993). Vinteren er slik sett nedbørfattig, og det er vanligvis lite snø i området. Dette er en viktig faktor som påvirker vegetasjonsfordelinga, samt beiteforholdene både i fjell og skog (Rekdal 2005).

Park mfl. (2016) beregnet at starten av vekstsesongen (lauvsprett) startet 5-6 dager tidligere i Røros-regionen i 2014 sammenlignet med 1982. I perioden 2017-2020 har større snøfall med ising på senvinteren gjort at våren har blitt forsinket (figur 3.3), men det foreligger per dags dato ingen fersk analyse av vårstarten på regionalt eller nasjonalt nivå. Figur 3.3 viser også at det er en tendens til dypere snø i perioden 1968-2020.



Figur 3.3. Snødybden for april 1968 – 2020. Her har vi trukket inn målingene på Røros, Håsjøen og Tufsingdal. Data hentet fra Meteorologisk institutt [Met.no].

4 Metoder

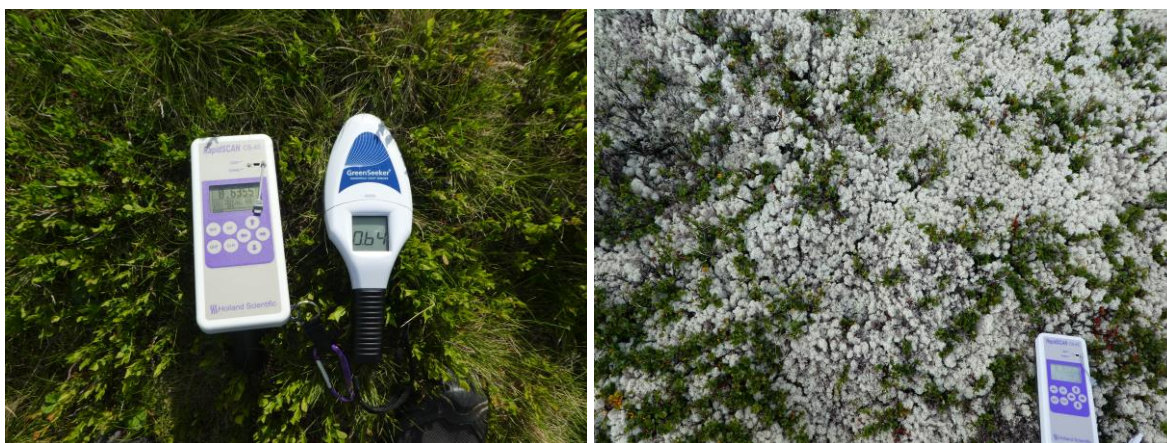
Dagens vinterbeiteressurser i Fæmund sijte og Sålekinna-Håmmålsfjell ble kartlagt i august og september 2020 ved hjelp av satellittdata, vegetasjonskartlegging og historisk kunnskap. Beiteressursene i Fæmund sijte ble sist kartlagt i 1968-1969 (Lyftingsmo 1974), og vi gjør i denne undersøkelsen en oppdatering for å avdekke om det kan påvises endringer i lavbeitet siden 1960-tallet. Her har bruk av eldre fly- og satellittbilder tilbake til 1972-73 inngått i analysene for å få en sammenligning med situasjonen da Lyftingsmo var ute og foretok sine registreringer. Feltarbeidet har fulgt samme metoder som brukt under kartlegging på Finnmarksvidda (Tømmervik mfl. 2012 og 2014), samt vilkårlig utlagte ruter for testing av nøyaktighet (Tømmervik mfl. 2003).

4.1 Feltmetoder

Lav som beiteressurs uttrykkes mest meningsfullt som vekt per arealenhet. Innsamling av tørrstoffprøver vil være destruktivt, og dessuten svært arbeidskrevende. Ved å anslå eller måle lavens dekningsgrad, og kombinere det med tykkelsen, dvs. høyden av lavmatten, er det mulig å beregne lavvolum og dermed også biomasse. Vekten av lavmatten kan beregnes, fordi forholdet mellom volum og vekt er kjent (Kumpula mfl. 2000, Tømmervik mfl. 2012). Utlekking og beskrivelse av ruter og felter ble gjort etter definerte metoder (Tømmervik mfl. 2012, 2014) med fokus på lavdominerte områder. Den aktuelle prosentvise dekningsgraden av lav og andre dominerende arter i alle feltrutene ble anslått visuelt, slik det tradisjonelt har blitt gjort tidligere med de feilkilder det fører med seg (Tømmervik mfl. 2012). En viktig del av dokumentasjonen skjedde ved at alle ruter ble fotografert i målestokk med et vanlig digitalt kamera (speilrefleks) med vibrasjonsreducerende zoom-linse. Fotograferingsavstanden var ca. 140 cm. Målingene av lavens tykkelse (høyde) ble utført i feltrutene med manuell avlesning fra en tommestokk til nærmeste millimeter. Feltarbeidet fulgte deler av samme metodikk som har vært i bruk under kartlegging på Finnmarksvidda (Tømmervik mfl. 2012 og 2014) og av Lyftingsmo (1974) i Fæmund sijte. Vi foretok takseringer langs linjene 14 (Feragen-Vigeljnueie), 15 (Nedre Muggsjøen-Skjebro) og linje 17 (Feragen-Vigeltjønna-Riksgrensen). Disse linjene ble taksert i 1969 (Lyftingsmo 1974) og dette området ligger nordøst i distriktet (heretter kalt Fæmund-øst). Lyftingsmo utførte arbeidet i resten av distriktet (Fæmund-vest) i 1968, men innenfor dette området foretok han ikke systematiske takseringer. I 2020 utførte vi våre registreringer i Harsjøen, Marenvollen, Grådalen, Korssjøen, Jonasvollen-Falkfangerhøgda, Synnervika, Langen og Hådalen, og dette gir svært god representativitet for beregning av beiteforholdene i vestre del av distriktet (Fæmund-vest). Utenfor reinbeitedistriktet utførte vi feltregistreringer i Elvhøgdfaret-Hummelfjell, Skrangelrabban i Håmmålsfjellet, Øversjødalen, Tynsethøgda, Sletthøa og Gruvetjønna. På hver feltrute (1 m x 1 m) brukte vi prosentdekning av vegetasjon og målte lavhøyden i mm. Målinger av nekromasse (død

lavmasse i nedre del av lavmatten) ble også utført. Totalt ble 157 feltruter inkludert i analysene; 67 ruter i Fæmund-vest, 30 ruter i Fæmund-øst og 60 ruter i Sålekinna-Håmmålsfjell. For å få til en sammenligning med Lyftingsmo (1974), har vi overført dekningsprosenten til Hult-Sernanders system, samt lavhøyder til kategoriene 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm og >5 cm. Hult-Sernanders system består av 5 dekningsgrader: 1: 0-6,25 %, 2: 6,25-12,5 %, 3: 12,5-25,0 %, 4: 25,0-50,0 % og 5: 50,0-100 %.

Vi georefererte feltrutene med GPS, samt utførte målinger av vegetasjonens NDVI (normalized difference vegetation index) i rutene vha. to ulike optiske NDVI-målere (Greenseeker og RapidScan; figur 4.1). NDVI er en måte å kvantifisere vegetasjonens grønnet (klorofylldekke) på ved å måle forskjellen mellom nærinfrarødt og rødt lys (Tucker 1979). Skalaen for NDVI spenner fra -1 til 1. Frisk grønn vegetasjon som driver fotosyntese reflekterer nærinfrarødt lys og absorberer rødt lys, og NDVI-målinger brukes ofte som et mål på tilstedeværelse av klorofyll og mengden av biomasse/plantedekke i et område. Lav har mindre tetthet av klorofyll enn karplanter, og en vil derfor finne statistisk forskjellige verdier for NDVI i lavdominerte områder sammenlignet mot f.eks. blåbær- og grasmark (figur 4.1).



Figur 4.1. NDVI-målinger av gras-blåbærmark og kvitkrullhei. For blåbærmark er typisk måleverdi ca. 0,60-0,70 mens det for kvitkrull-reinlavhei måles 0,08-0,20 avhengig av dekning og fuktighetsnivå siden algene blir mer synlige når laven er fuktig (Foto: Hans Tømmervik).

4.2 Feltenes vegetasjonstype

Klassifisering av de enkelte feltrutenes dominerende vegetasjonstype følger delvis Lyftingsmo (1974) og delvis Johansen mfl. (2014, 2018) og viser at følgende plantesamfunn er representert: Impediment (dvs. bart fjell og vatn), lavhei, lynghei med lav, blåbærhei, røsslynghei med lav (figur 4.2), tørrgrashei og eksponert hei, dvergbjørk-kreklinghei med lav, kreklingbjørkeskog med lav, furuskog med lav, tett barskog, krekling-bjørkeskog uten lav, blåbærbjørkeskog, middelsrik skog og kratt, grasrik kratt og eng, molte-rismyr med lav, molte-rismyr uten lav, starr-duskullmyr, og snøleie. I tillegg er det en del frostmark, bart fjell og ekstremsnøleie i området.



Figur 4.2. Bilde av røsslynghei med lav i mosaikk med bjørkekratt og dvergbjørk-kreklinghei. Muggsjøområdet- Femundsmarka (Foto: Rasmus Erlandsson).

Tilgjengelighet for vinterbeiting for rein reguleres av snødekning som også styrer vegetasjonstypen. De plantesamfunn der vi finner reinens lavbeiter er i fjellregionen, greplyngheier eller andre lavførende rabbesamfunn (typene R1-R4 i Fremstad 1997). I tillegg kan reinen finne lav i fjellbjørkeskog og lavfuruskog (typene A1a og A1b). Dette er plantesamfunn som er veldokumenterte fra mange steder i Skandinavia og Finland (bl.a. Gaare og Skogland 1980, Andrejev 1971, Oksanen og Virtanen 1995). Rabber i fjellet er gjennomgående lettere tilgjengelige enn beite i skog og på myr, ettersom vinden fjerner snøen og legger den i omkringliggende forsengkninger. Myrtuer ("bovdnajeaggi" på nordsamisk) kan være ett unntak da vinden ofte gjør at disse er snøfrie.

4.3 Beregning av forrådet (biomasse) av beitelav

Lavforrådet i beitet blir uttrykt som biomasse (g eller kg). Det er tidkrevende og samtidig ikke ønskelig utfra et bevaringsperspektiv å måle lavforrådet per kvadratmeter gjennom innhøsting, men likesom i skogbruket går vi veien om målinger som er enklere å utføre enn innsamling av vekster eller lav med påfølgende veiing. Først beregner vi lavvolumet V (dm^3/m^2) på basis av dekingen d (%) og lavtykkelsen t (mm):

$$V = d \times t \times 0,01.$$

Fra undersøkelser på Dovrefjell i tilsvarende beitede greplyngheier er det beregnet en regresjon mellom lavvolumet V (dm^3/m^2) og lavbiomassen y ($\text{g tørrvekt}/\text{m}^2$):

$$y = (22) \times V.$$

På tross av at det er usikkerhet rundt den estimerte sammenhengen mellom lavvolum og -biomasse (begge målt per kvadratmeter) så er den prediktive kraften til denne regresjonen høy ($R^2 = 0,92$) (Gaare mfl. 1999, Tømmervik mfl. 2012).

4.4 Reinens opptak av næring: fôrenheter, biomasse og beitekapasitet

Reinens opptak av næring uttrykker en gjerne i fôrenheter (f.e.) eller i biomasse (g eller kg). 1 fôrenhet tilsvarer næringsinnholdet for 1 kg bygg som overført til beiteforholdene i utmarka gir 1 kg tørrstoff gjennomsnittlig 0,7 fôrenheter ifølge Den norsk-svenske reinbeitekommissjon av 1964 (1967). Lavinntaket er anslått ved ulike metoder, og for opprettholdelse av livskvalitet for reinen er behovet anslått til ca. 1,3-2,0 kg tørrvekt per dag for en voksen rein vinterstid om vinteren (Lyftingsmo 1974, Nilsson mfl. 2000, Åhman 2019). Dersom lavressursene er betydelige, slik som i Fæmund, kan behovet være så lavt som 1,3 kg, altså 1 fôrenhet. Lyftingsmo (1974) vurderte det døgnlige behovet til å være 1,4 fôrenheter (= 2,0 kg lav) i sin rapport for Fæmund sijte. Dette er i harmoni med at reinen også trenger proteiner og andre næringsstoffer (Åhman 2019).

En diettundersøkelse foretatt i Finnmark (Halley & Gaare 2012) viste et klart skille i dietten mellom sommer og vinter. Vev av simlene om vinteren ble dannet av ca. 50 % lav og ca. 50 % av treaktige planter (som vier, dvergbjørk, bjørk, blåbær, fjellkrekling, tyttebær og andre lyngarter). Andre matkilder ga ubetydelige bidrag. Vevsdannelse hos bukker om vinteren var vanskeligere å tolke, men vevsdannelsen utvikles trolig gjennom inntak av en mindre andel treaktige planter og trolig en større andel lav og gras enn hos simler. Metodikkens vurdering av andelen gress hos bukker er upresis. Da andelen bukker i Røros-området er lavt (2 % i Gåebrien og 7 % i Saante), kan man slutte at fordelingen mellom vevsoppbygging av lav og treaktige planter er noenlunde det samme som i Finnmark, men siden det er større lavmengder i Røros enn i Finnmark er det trolig at bidraget fra lav er noe større om vinteren. Vev som dannes om sommeren har lav som en betydelig mindre viktig kilde og utgjorde omkring 10 % (Halley og Gaare 2012), dog vil nok bidraget i Røros-regionen være noe større da det i Røros-regionen er mer lav i sommerbeiteområdene enn i Finnmark (Lyftingsmo 1965, 1974). Studier utført i Alaska viser at andelen av lav i sensommer- og høstdietten er viktig, ettersom reinen i denne perioden forbereder overgang til en lavdominert kost (Joly & Cameron 2018, Macander mfl. 2018, 2020). Dette gjelder

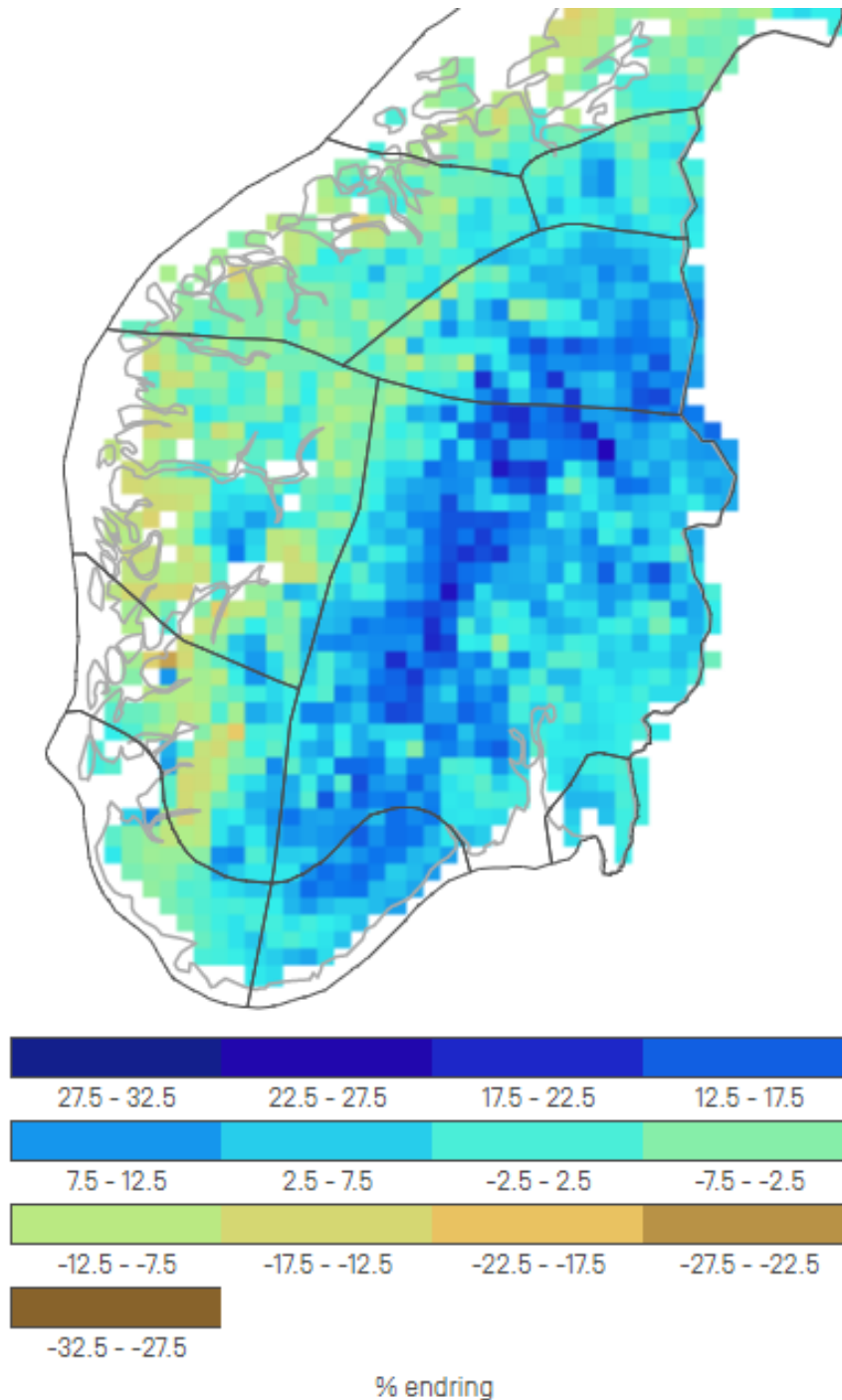
nok også for eurasisk rein. I høstområder med lite lav spiser reinen smyle og andre grasarter som har stort innhold av karbohydrater i september og oktober (Warenberg 1982).

4.4.1 Beregning av reinbeitekapasitet - praktisk optimalt reintall

Den norsk-svenske reinbeitekommissjon (1967) utviklet to begreper for reinbeitekapasitet; *biologisk* og *praktisk optimalt reinantall*/kapasitet. Et *biologisk optimalt reinantall* er det dyreantall som det varig kan finnes beite for innen et område, når man ser bort fra de ulike slag av begrensede faktorer og fra økonomiske og praktiske reindriftshensyn. I praktisk reindrift eksisterer det en rekke begrensende faktorer og naturgeografiske forhold som klima, topografi og andelen impediment (berg og vatn), reinens reaksjon på forstyrrelser, fragmentering og interessekonflikter i form av infrastruktur, landbruk (åker og eng + beitedyr), skogbruk, hyttebyer, veier, kraftlinjer og i nyere tid også vindparker som samlet sett gjør at det *biologisk optimale reinantall* må reduseres tilsvarende. Det reinantall som framkommer etter at slike forhold er beregnet og tatt hensyn til, benevnes heretter som *praktisk optimalt reinantall* (Den norsk-svenske reinbeitekommissjon, 1967). Vi henviser ellers til reinbeitekommissjonens rapport med hensyn til ytterligere detaljer.

Vi har beregnet den biologiske reinbeitekapasiteten for områdene etter samme metodikk som Lyftingsmo (1974) og Villmo (1979, 1982). For å komme fram til et biologisk optimalt og et praktisk optimalt reintall så har vi brukt tabell 12 i Den norsk-svenske reinbeitekommissjons rapport av 1964 (1967) som baserer seg på gjennomsnittet av de kontinentale reinbeitedistriktene og samebyene i Norge og Sverige. Vi har her tatt utgangspunkt i et reintall på 18,2 rein per km² for de beitetidene som gjelder i Fæmund sijte, samt at vi har fulgt Lyftingsmos anslag på en årlig avling, dvs. økt biomassedannelse, på 12,5 % (Lyftingsmo 1974). Undersøkelser i Sør-Norge gjort av Tømmervik (2005) har konkludert med at 40 % av beiten i fjellområdene kan være utilgjengelige i april-mai pga. dyp snø. Også dårlige vintre med mye snø og is kan ytterligere forverre reinens tilgang til beiteressursene. Likevel ser det ut til at reinen i Fæmund sijte har håndtert disse vintrene godt, selv om produktiviteten i form av kjøttproduksjon nok kan gå ned en del etter vanskelige vintre. For å ta hensyn til økt vinternebbør (økt snødybde) de siste årene (figur 3.3) samt framskriving av vinterklimaet fram mot 2031-2060 (figur 4.3), så må en forvente at områder med gode beiteforhold og tilgjengelighet vil reduseres. For Rørosområdet ligger økningen av vinternebbør på opptil 22,5 %, og en kan forvente at hyppigheten av ising og vintre med økt snødybde også vil øke. Vi har dermed redusert reintallet fra 18,2 til et praktisk optimalt reintall på 16 rein per km². Til sammenlikning brukte Lyftingsmo (1974) et biologisk optimalt reintall på 24 rein per km² og et praktisk optimalt reintall på 10-11 rein per km². For Sålekinna-Håmmålsfjell har vi brukt et praktisk optimalt reintall på 15,4 rein, mens for Korssjøen-Feragen vest har vi brukt et praktisk optimalt reintall på 8 rein per km² da andelen av lav her er redusert på

grunn av husdyrbeiting, reinbeite samt gruvedrift (forurensning) og andre årsaker (Daugstad mfl. 1999).



Figur 4.3. Endring i nedbørsum (%) om vinteren fra perioden 1971-2000 til 2031-2060. Detaljer om endringene som vises i kartet, står i rapporten "Klima i Norge 2100", side 103 og 158 (tabeller). For Rørosområdet ligger økningen på 2,5 % – 22,5 % (Hanssen-Bauer mfl. 2015).

4.5 Satellittkartlegging av lavbiomasse – tradisjonell metode

I tabell 4.5 presenterer vi data for de satellittbilder vi har brukt i prosjektet. Framstillingen av lavbeitekart basert på satellittdata er i dette arbeidet gjort etter samme metodikk som på Finnmarksvidda. Tømmervik & Lauknes (1987) etablerte metoden, og Johansen mfl. (2019) utviklet den videre. Det henvises til sistnevnte rapport med hensyn til detaljering av metoden, som kun er oppsummert kort her. Framstillingen av vegetasjonskart basert på satellittdata kan deles inn i 4 ulike operasjoner: 1) pre-klassifikasjon, 2) post-klassifikasjon og 3) standardisering av sluttproduktet samt 4) kartframstilling-arealstatistikk.

Tabell 4.5 Satellittdata brukt i undersøkelsen. Alle data er tatt ned av NASA og distribuert av USGS.gov og Google.

Satellitt	Track/Frame	Dato og år	Kilde
Landsat 1	213/017	20.06.1973	www.usgs.gov
Landsat 5	198/016	08.08.1988	www.usgs.gov
Landsat 5	198/016	08.07.1994	www.usgs.gov
Landsat 7	198/016	23.08.2002	www.usgs.gov
Landsat 8	198/016	18.08.2015	www.usgs.gov
Landsat 8	198/016	13.07.2019	www.usgs.gov , Google
Landsat 8	198/016	21.07.2019	www.usgs.gov , Google
Landsat 8	198/016	29.07.2019	www.usgs.gov , Google
Landsat 8	198/016	01.09.2020	www.usgs.gov

4.5.1 Pre-klassifikasjon

I første fase (pre-klassifikasjon) er arbeidet konsentrert om det spektrale innholdet i utvalgte satellittscener basert på Landsat-programmet. Alle Landsat sine kanaler/bånd settes sammen til et multikanalsbilde. Det gjennomføres en automatisk klassifikasjon av et bilde. Deretter analyseres utskilte klasser med hensyn på spektral likhet, spektral separabilitet og spektralt mønster. Klasser som er nærstående med hensyn på spektral likhet, slås sammen i nye klasser. Klasser som fortsatt har stor spektral variasjon vurderes med hensyn på videre oppsplitting. Spektral likhet/ulikhet beregnes ved bruk av Euklids distanse, og resultatet uttrykkes på dendrogramform. Det spektrale mønsteret for utskilte klasser, samt tilgjengelige bakke-data er viktige bidrag for å gi en første ordens tolkning av utskilte klasser. Ved utarbeiding av kart som dekker store areal, er det nødvendig å standardisere klasserekkefølgen før to eller flere scener slås sammen til en "sømløs" mosaikk.

4.5.2 Standardisering av sluttproduktet

Her etableres de endelige klassene. En tilordner alle klassene til en standardisert klasseinndeling eller kartnøkkel. Det gis en beskrivelse av vegetasjonsinnholdet i den enkelte klasse, biomasse av lav og viktige beiteplanter (her vinterbeite) samt variasjonen innen hver klasse. Plan-tegeografiske mønstre, innhold av viktige indikatorarter, samt grad av inngrep er momenter som ofte blir innarbeidet i beskrivelsene.

4.5.3 Kartframstilling – arealberegninger og statistikk

Sluttfasen i bearbeidingsprosessen er i dette arbeidet gitt betegnelsen kartframstilling. Arbeidsoperasjonene som inngår her, omfatter utarbeiding av tegnforklaring i kartet, fargesetting av vegetasjonsklasser som inngår i materialet og bestemmelse av målestokk for det endelige kartproduktet. Et viktig ledd i kartframstillingen er å relatere sluttproduktet til et gyldig system innen vegetasjonskartlegging.

Kartleggingssystemet som er brukt ved bestemmelse av kartenheter følger en modifisert utgave av Fremstad (1997) og Lyftingsmo (1974). Videre er det gjort sammenligninger mot Fremstad (1997). Karakteristisk for disse kartleggingssystemene er at de bygger på en plantesosiologisk tilnærming ved definisjon av enheter. I denne tilnærmingen spiller karakterarter og skillearter en sentral rolle ved bestemmelse av ulike vegetasjonstyper. Satellittdata brukt ved vegetasjonskartlegging bygger på at ulike vegetasjonstyper har ulik refleksjon i forskjellige deler av det elektromagnetiske spekteret. Basert på refleksjonsforskjeller er det mulig å skille vegetasjonsenheter fra hverandre. Ved videre analyse av spektralverdiene er det mulig å utlede økologiske forhold ved vegetasjonsdekket. Med bakgrunn i de to nevnte tilnæringsmåtene, kan en ikke forvente et fullstendig samsvar mellom tradisjonelle vegetasjonskart og vegetasjonskart basert på satellittdata. Disse forskjellene må også komme til uttrykk ved definisjon av kartenheter. Dette er begrunnelsen for de modifiseringer av kartleggingssystemet som er gjort i dette arbeidet.

Inndeling av skog følger i dette arbeidet en tradisjonell inndeling. På øverste nivå skilles barskog/blandingsskog fra lauvskog. Lauvskoger deles videre inn langs en frodighetsakse. Myrområder inndeles i tradisjonell kartlegging langs en fattig-rik gradient. I dette kartproduktet er inndelingen gjort etter fysiognomi (ytre oppbygning av planter). Myr er ut fra dette inndelt i tre hovedtyper; rismyr som er blandet med myr, gras- og starrmyrer og blautmyr/våtmark. I tradisjonell fjellbotanikk inndeles fjellvegetasjonen langs to hovedgradienter i rik-fattig utforminger og i rabb- og snøleiesamfunn. Ved bruk av satellittdata kommer rik-fattig gradienten klart til uttrykk i den nær-infrarøde delen av spekteret. Videre skilles ulike typer fjellvegetasjon ut etter grader av åpenhet i vegetasjonsdekket. Et tredje forhold som klart kommer til uttrykk i satellittbilder, er

innholdet av lav i ulike vegetasjonstyper. Det siste momentet er viktig ved kartlegging av vegetasjonsdekket i Fæmund sijte.

4.6 Satellittkartlegging av lavbiomasse – Ny metode

Ettersom det hittil ikke finnes en etablert anerkjent metode som pålitelig kan estimere lavdekning basert på solstråling (slik som den registreres med satellittbaserte sensorer), har vi også valgt å bruke en ny metode basert på mønstergjenkjenning ved hjelp av kunstig intelligens («Artificial Intelligence» som er forkortet til «AI» på engelsk), også kjent som nevralt nettverk («neural networks» på engelsk). Metoden går ut på at et dataprogram som tar utgangspunkt i et sett med måledata samlet fra feltundersøkelser, ubetinget prøver å skille mønstre som karakteriserer områder med ulike forekomster av lav. Den samme typen teknologi har blitt brukt av Kennedy mfl. (2020) i Nord-Amerika for fjernmålingsbasert estimering av lavdekke. I deres analyse var høydeforskjell den forklarende variabelen som hadde mest innvirkning på forekomsten av lav. Siden landskap og artsforekomster i regionene er forskjellige, valgte vi å trene to egne modeller basert på nordiske data, en modell for dekning og en for volum.

Vi utgikk fra bakke­data fra ulike lavorienterte overvåkningsprosjekter i Norge, Sverige og fra Kolahalvøya. For disse punktene tok vi ut pikselverdier fra Landsat-programmet (30 m oppløsning) og høydedata (10 m oppløsning, Kartverket). Et problem med satellittbilder er at de vanligvis til en viss grad er dekket av skyer. Som grunnlag for analysen har vi filtrert ut skyer fra alle tilgjengelige bilder mellom 1. juli og 31. august 2019 for deretter å bruke medianverdien fra de forskjellige satellittbildene for å oppnå et skyfritt lappeteppes med pikselverdier. Selv om det bare er brukt bilder fra 2019 i analysen har det sannsynligvis ikke skjedd noen betydelige endringer i lavforekomst det siste året som kan påvirke resultatet. Satellittproduktet er sammensatt ved hjelp av Google Earth Engine (Gorelick mfl. 2017).

Ai modellen er utviklet og trent ved hjelp av programvare fra Peltarion AB (2021, Stockholm). Modellene har hatt to satellitt-inngangsverdier, delvis kvadrater à 30 m × 30 m (= 1 Landsat-piksel, tilsvarende 9 høydemodellpikslar) og delvis kvadrater à 90 m × 90 m (= 9 Landsat-pikslar, tilsvarende 81 høydemodellpikslar). Disse kvadratene ble plukket ut med hjelp av programmeringsspråket R (versjon 3.6.3, R Core Team 2020) ved bruk av hovedsakelig pakkene raster (Hijmans 2019) og sf (Pebesma 2018).

Vi startet med 7 satellittbånd (de som er felles for Landsat 5, 7 og 8), og inkluderte i tillegg 3 indekser (Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), Normalised Difference Lichen Index (NDLI) og Normalised Difference Moisture Index (NDMI)). (Tucker 1979, Gao 1996). Da en AI-

modell skiller seg fundamentalt fra tradisjonelle metoder spiller det ikke noen rolle om forklaringsvariabler har høy samvariasjon (De Vaux & Ungar, 1994). Vi brukte dermed samme framgangsmåte for de to modellene, og skiftet kun ut responsvariabel. Modellene har hatt et treningssett på 6584 målepunkter og et evalueringssett på 1766 (tilfeldig inndeling), og har blitt satt til å øve på å finne mønstre for dekning (prosent av areal) og respektive volum (liter per kvadratmeter). For volum viste modellen seg å være i stand til å forklare 61 % av variasjonen ($R^2 = 0,61$, $p < 0,001$) der RMSE - kvadratfeilen er beregnet til 11,78. Detaljene for modellutviklingen er under bearbeidelse og vil bli presentert i en vitenskapelig publikasjon innen kort tid (Erlandsson mfl., upublisert).

I denne utredninga presenterer vi både lavdekning og lavvolum. For å evaluere modellen er den testet ved hjelp av felldata som den ikke har hatt tilgang til og som ikke overlappet med trenings- og evalueringspunktene, et såkalt evalueringssett. Da en AI-modell tar all inngangsdata i betraktning er det ikke mulig å få eksakt informasjon om hvor mye de ulike forklaringsparameterne har bidratt til å forklare resultatet, men preliminnære resultater fra permuteringsanalysen (der én og én forklaringsvariabel byttes ut) viser at høyden over havet og infrarøde spektrum har høyest forklaringsverdi (Erlandsson m.fl., upublisert). For å videre kvalitetssikre resultatet fra AI-modellen foretok vi i tillegg en visuell klassifisering av 150 vilkårlige punkter fra flyfoto. Lavdekket ble klassifisert fra 0-100 % i 10 intervaller. En lineær regresjon mellom verdier fra AI-modellen og de manuelt klassifiserte verdiene oppviste for lavdekning $R^2 = 0,55$ ($df = 1$, $p < 0,01$) og for lavvolum $R^2 = 0,58$ ($df = 1$, $p < 0,01$), som viser at metoden ser ut å fungere godt sammenlignet med en visuell klassifisering.

For dekningskartet som er vist senere i rapporten (figur 5.7), har vi brukt et rutenett med målepunkter som ligger i en avstand på 240 m fra hverandre. Verdien fra modellen er deretter blitt intrapolert mellom disse punktene for å få et helhetlig bilde.

5 Resultater

5.1 Eldre undersøkelser i Fæmund sijte sammenlignet med nåtid

Fæmund sijte er et uvanlig rikt lavbeiteområde, og situasjonen per 2020 er meget tilfredsstillende og stabil sammenlignet med situasjonen i 1968-1969, da beitene senest ble taksert av Erling Lyftingsmo mfl. (Lyftingsmo 1974).

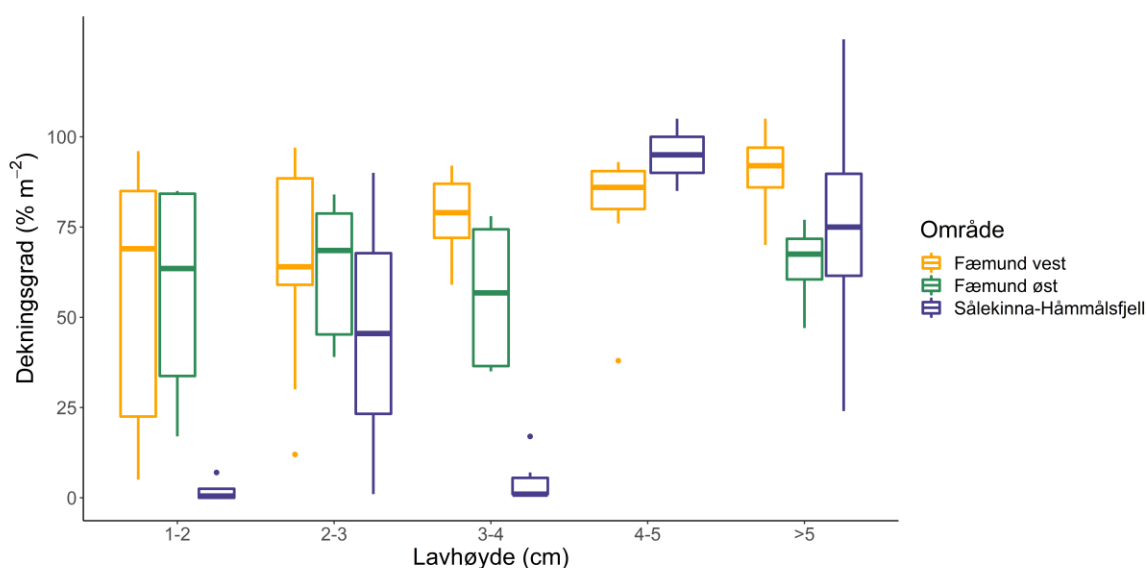
I tabell 5.1 presenteres resultater fra feltarbeidet, hvor vi sammenligner våre målinger i 2020 med tabell 22 i rapporten til Lyftingsmo (1974). Vi deler området i en østre og en vestre del. Lavdekningen er blitt bedre i Fæmund-øst (Feragen-Riksgrensen-Fæmundsmarka) da andelen ruter med de laveste dekningsklassene (1-3) har blitt redusert, mens andelen ruter med de høyeste dekningsklassene (4 og 5) har økt. Den prosentvise fordelingen i de sistnevnte klassene har økt fra ca. 70 % i 1969 til 96,6 % i 2020. For Fæmund-vest finnes det ingen slike data fra 1968-69, men vi har tatt med tallene for 2020, og til sammenlikning har 92,6 % av rutene her dekningsklasse 4 eller 5 (tabell 5.1 og figur 5.1). Dette er en klar forbedring, og viser en jevnere fordeling i lavdekke mellom øst og vest sammenliknet med situasjonen i 1968-1969 (Lyftingsmo 1974). Laven var ifølge Lyftingsmo (1974) på den tiden jevnt nedbeitet og strøkvist sterkt beitet.

Når det gjelder lavhøyden i Fæmund-øst, så ser vi betydelig endring fra 1969 til 2020. I 2020 er gjennomsnittet på 2,9 ($\pm 0,2$) cm. En tilsvarende gjennomsnittsverdi finnes ikke fra 1969, men ved sammenlikning av høydeintervall vises størst økning i kategorien 2-3 cm. Denne økte fra 23 % i 1969 til 46,7 % i 2020. Kategorien >5 cm viser også ei økning, til tross for en reduksjon i de tre høyeste kategoriene totalt i 2020 (tabell 5.1). I Fæmund-vest er lavhøyden generelt betydelig høyere med et gjennomsnitt på 5,3 ($\pm 0,4$) cm, der 43,3 % av lavdekket er i kategorien >5cm, og med en ellers relativt jevn fordeling i de øvrige kategoriene. Variasjonen i dekning og høydekategoriene fra 1969 og 2020 kan delvis skyldes ulikt utvalg av ruter på grunn av unøyaktighet ved beskrivelse av transekter, men målingene gir likevel en klar indikasjon på situasjonen den gang og i dag og dermed også endringene over denne tidsperioden.

Lav som har fått dekningen D1 og D2 samt lavhøyde H1 og H2 ble funnet på høyder, rander og rabber i 1968/1969 (Lyftingsmo 1974). Det er på slike landskapsformer at reinen lettest får tilgang til beiter da snøen er tynnast her. Gitt at lavdekningen (D1 og D2) gir et best mulig svar på slitasje/beitetrykk, så var 13,7 % av arealet slitt i 1969 (tabell 5.1). Situasjonen i 2020 er den samme for en del rabber og andre vindeksponerte områder i Fæmund-vest hvor 7,5 % av arealet har lavdekning på D1 og D2, mens i Fæmund-øst har tilsvarende linjer 0 % i begge kategoriene D1 og D2, det vil si at alle ruter har en lavdekning over 12,5 %.

Situasjonen i 2020 er så bra at det like ved rabber og eksponerte områder er godt med lav, og da i små forsenkninger (ofte på samme rabbområde) og i lesider.

I vintre med dyp snø vil rabbene få det største beitetrykket, og sist vinter (2019-2020) var forholdene så krevende for reinen, i form av mye snø og is, at den fant beite kun på de eksponerte rabbene. Bli beiteforholdene for ille søker reinen seg ned i skogen for å beite på lav som vokser på stammer, greiner og kvister av trær. Under normale beitevintre er beiteforholdene i Fæmund svært gunstige (Lyftingsmo 1974). Lavfragmenter kan dermed spres lett med vind inn på rabben slik at gjenveksten blir større. Det er imidlertid en del eksponerte områder og rabber som naturlig har mindre lav på grunn av vindslitasje (Lyftingsmo 1974), samt områder med frostmark og ur som oftest ligger høyt oppe i fjellet slik som i Flenskampen, og Steinfjellet (Lyftingsmo 1974) og Sålekinna og Håmmålsfjellet (Rekdal 2005 & Stenbrenden mfl. 2019). Både det vestre og østre området i Fæmund har betydelige områder med tørrgrasheier, blåbærrisheier og bjørkeskog med mye smyle som er et ypperlig høstvinterbeite. Smyle har størst næringsinnhold i oktober (Warenberg 1982).



Figur 5.1. Fordelingen av dekningsgrad av lav (% m²) per intervall for lavhøyde (cm) for de tre områdene undersøkt i 2020; Fæmund-vest (orange), Fæmund-øst (grønn) og Sålekinna-Håmmålsfjell (blå). Horisontal strek viser median, og boksene og linjene som strekker seg ut fra boksene viser variasjonen i målingene per lokasjon.

Tabell 5.1. Lavhøyde og dekningsgrad av lav i Fæmund slette i perioden 1969-2020. For hvert område vises en prosentvis fordeling av ruter med gitt lavhøyde (i intervaller, cm) og dekningsgrad (etter Hult-Sernanders skala; D1=<6,25 %, D2=6,25-12,5 %, D3=12,5-25 %, D4=25-50 %, D5=50-100 %). Data fra 1969 er hentet fra tabell 22 (linjene 14, 15 og 17) i Lyftingsmo (1974). I tillegg er gjennomsnittlig dekningsgrad (%), lavhøyde (cm) og estimert biomasse (g m^{-2}) \pm SE oppgitt for de tre områdene som ble undersøkt i 2020.

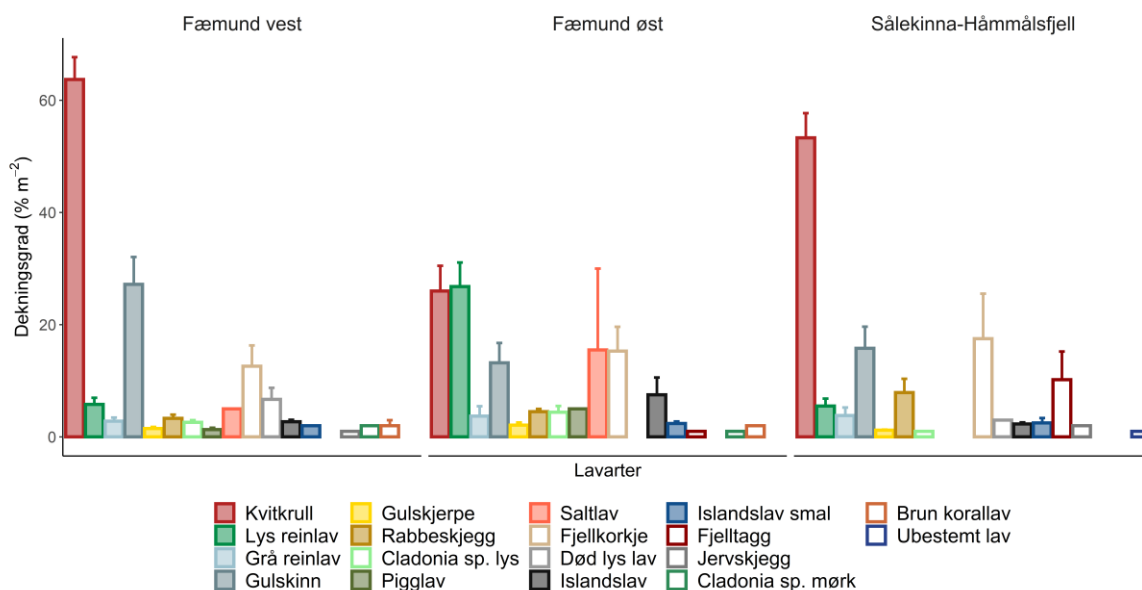
Område	Gjen- nomsnitt- lig dek- nings- grad lav totalt (%) \pm SE	Gjen- nomsnitt- lig dek- nings- grad beit- bare lav (%) \pm SE	Gjen- nomsnitt- lig lav- høyde (cm) \pm SE	Gjen- nomsnitt- lig bio- masse (g m^{-2}) \pm SE	Prosentvis fordeling av ruter etter høy- deintervall (cm)					Prosentvis fordeling av ruter med dek- ningsgrad etter Hult-Sernanders skala (1, 2, 3, 4, 5)				
					H1-2	H2-3	H3-4	H4-5	H>5	D1	D2	D3	D4	D5
<i>Fæmund øst 1969</i>	-	-	-	-	26,0	23,0	35,0	12,3	3,7	2,0	11,7	16,3	13,7	56,3
<i>Fæmund øst 2020</i>	60,2 ($\pm 3,7$)	58,5 ($\pm 3,6$)	2,9 ($\pm 0,2$)	354,4 ($\pm 31,9$)	20,0	46,7	20,0	0	13,3	0	0	3,3	33,3	63,3
<i>Fæmund vest 2020</i>	76,9 ($\pm 3,1$)	75,6 ($\pm 3,2$)	5,3 ($\pm 0,4$)	926,1 ($\pm 74,3$)	10,4	16,4	13,4	16,4	43,3	4,5	3,0	0	4,5	88,1
<i>Sålekinna-Håm- målsfjell 2020</i>	57,7 ($\pm 4,9$)	52,9 ($\pm 4,7$)	9,8 ($\pm 0,7$)	1224,1 ($\pm 118,2$)	6,7	3,3	10	3,3	76,7	20,0	3,3	3,3	8,3	65,0

5.2 Håmmålsfjell-Sålekinna

I tillegg til Fæmund-øst og Fæmund-vest har vi også utført registreringer av vinterbeiter for rein i Øversjødalen, Sletthøa, Tynsethøgda, Gruvetjønnan og Håmmålsfjellet. Lavbeitene er svært gode i hele dette området (tabell 5.1 og figur 5.1): 76,7 % av rutene har >5 cm lavhøyde, samtidig som gjennomsnittlig lavhøyde ligger på 9,8 ($\pm 0,7$) cm, dvs. betydelig høyere enn for de to andre områdene. Gjennomsnittlig dekningsgrad er 57,7 ($\pm 4,9$) %, der 65 % av feltrutene har en dekningsgrad på >50%. I tillegg kommer det krekling-risheier som har mindre lavdekning, men som utgjør betydelige områder, samt en god del lav i furu- og bjørkeskogsområder (Rekdal 2005). Våre undersøkelser underbygger dermed Rekdal sine målinger fra 2005, og viser at Håmmålsfjell-området, Øversjødalen, Sålekinna og området ved Gruvetjønnan (øst for Sålekinna) har meget gode vinterbeiter. Se for øvrig delkapitlet om lavbiomasse nedenfor.

5.3 Feltnålinger av lav og annen vegetasjon i 2020

I tillegg til målinger av dekningsgrad og lavhøyde totalt, ble det også foretatt målinger av dekningsgrad for de ulike lavartene som var til stede, samt dekningsgrad av øvrig vegetasjon; dvergbusker, urter og karsporeplanter, grasaktige planter og moser (figur 5.2 og 5.3). Alle de tre områdene har som nevnt rike lavforekomster, der lavararter i stor grad dominerer vegetasjonsdekket. Forekomsten av beitelav er høyest i Fæmund-vest med en dekningsgrad på 75,6 ($\pm 3,2$) %, lavere i Fæmund-øst med 58,5 ($\pm 3,6$) %, og lavest i Sålekinna-Håmmålsfjell med 52,9 ($\pm 4,7$) % (figur 5.3 og tabell 5.3). Kvitkrull dominerer i Fæmund-vest og i Sålekinna-Håmmålsfjell. I Fæmund-øst er det imidlertid en jevnere fordeling av lavararter, med blant annet større forekomster av lys reinlav enn i de to andre områdene (figur 5.2 og tabell 5.2).

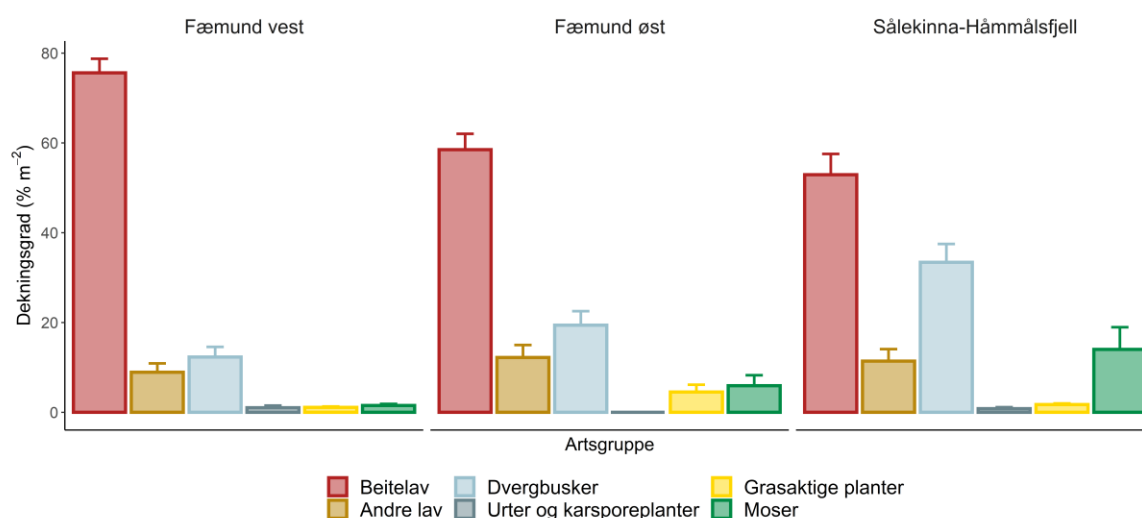


Figur 5.2. Dekningsgrad av lavararter i de tre områdene som ble undersøkt i 2020. Fylte kolonner representerer arter som beites, mens hvite kolonner, dvs. kolonner uten fyll, representerer arter som ikke beites. Feilsøyler viser ± 1 standardfeil.

Tabell 5.2. Gjennomsnittlig dekningsgrad i prosent ± 1 standardfeil av lavararter og antall analyseruter de forekommer i de tre områdene som ble undersøkt i 2020. Lys og mørk «Cladonia sp.» gjelder små individer som i felt ikke lot seg bestemme med sikkerhet til art.

Lavarter	Fæmund-vest		Fæmund-øst		Sålekinna-Håmmålsfjell	
	Dekning (%)	Ant	Dekning (%)	Ant	Dekning (%)	Ant
Kvitkrull	63,7 ($\pm 4,0$)	57	26,0 ($\pm 4,5$)	22	53,3 ($\pm 4,4$)	43
Lys reinlav	5,8 ($\pm 1,2$)	57	26,8 ($\pm 4,3$)	30	5,5 ($\pm 1,3$)	34
Grå reinlav	2,8 ($\pm 0,7$)	31	3,7 ($\pm 1,8$)	6	3,8 ($\pm 1,5$)	23
Gulskinn	27,2 ($\pm 4,9$)	35	13,2 ($\pm 3,6$)	19	15,8 ($\pm 3,9$)	34
Gulskjerpe	1,5 ($\pm 0,3$)	14	2,1 ($\pm 0,5$)	8	1,2 ($\pm 0,1$)	15
Rabbeskjegg	3,3 ($\pm 0,7$)	14	4,5 ($\pm 0,5$)	2	7,9 ($\pm 2,5$)	23
Cladonia sp. lys	2,6 ($\pm 0,4$)	14	4,4 ($\pm 1,1$)	14	1,0	1
Pigglav	1,3 ($\pm 0,3$)	3	5,0	1	0	0
Saltlav	5,0	1	15,5 ($\pm 14,5$)	2	0	0
Fjellkorkje	12,6 ($\pm 3,7$)	13	15,3 ($\pm 4,3$)	6	17,5 (8,0)	3
Død lys lav	6,7 ($\pm 2,1$)	6	0	0	3,0	1
Islandslav	2,7 ($\pm 0,4$)	12	7,5 ($\pm 3,1$)	5	2,3 ($\pm 0,3$)	18
Smal Islandslav	2,0	1	2,4 ($\pm 0,4$)	7	2,5 ($\pm 0,9$)	4
Fjelltagg	0	0	1,0	1	10,2 ($\pm 5,0$)	8
Jervskjegg	1,0 ($\pm 0,0$)	3	0	0	2,0	1
Cladonia sp. mørk	2,0	1	1,0	1	0	0
Brun korallav	2,0 ($\pm 1,0$)	2	2,0	1	0	0
Ubestemt lav	0	0	0	0	1,0	1

Øvrig vegetasjon har betydelig mindre dekningsgrad i alle tre områdene. Dvergbusker er mest framtrepende i Sålekinna-Håmmålsfjell-området der de dekker 33,4 ($\pm 4,1$) %, mot hhv 12,3 ($\pm 2,3$) % og 19,4 ($\pm 3,1$) % i Fæmund-vest og Fæmund-øst (tabell 5.3). Grasaktige planter (graminider), urter og karsporeplanter opptrer i ubetydelige mengder, mens grasaktige planter er noe mer til stede i Fæmund-øst enn i de to øvrige områdene (figur 5.3), på grunn av hardere beiting her i tidligere tider i form av svensk rein (Lyftingsmo 1974) – før grensegjerdet mot Sverige ble etablert. I tillegg er andelen kvitkrull mindre i Fæmund-øst sammenlignet med Sålekinna og Fæmund-vest (figur 5.2), noe som også indikerer at beitetrykket her har vært større.



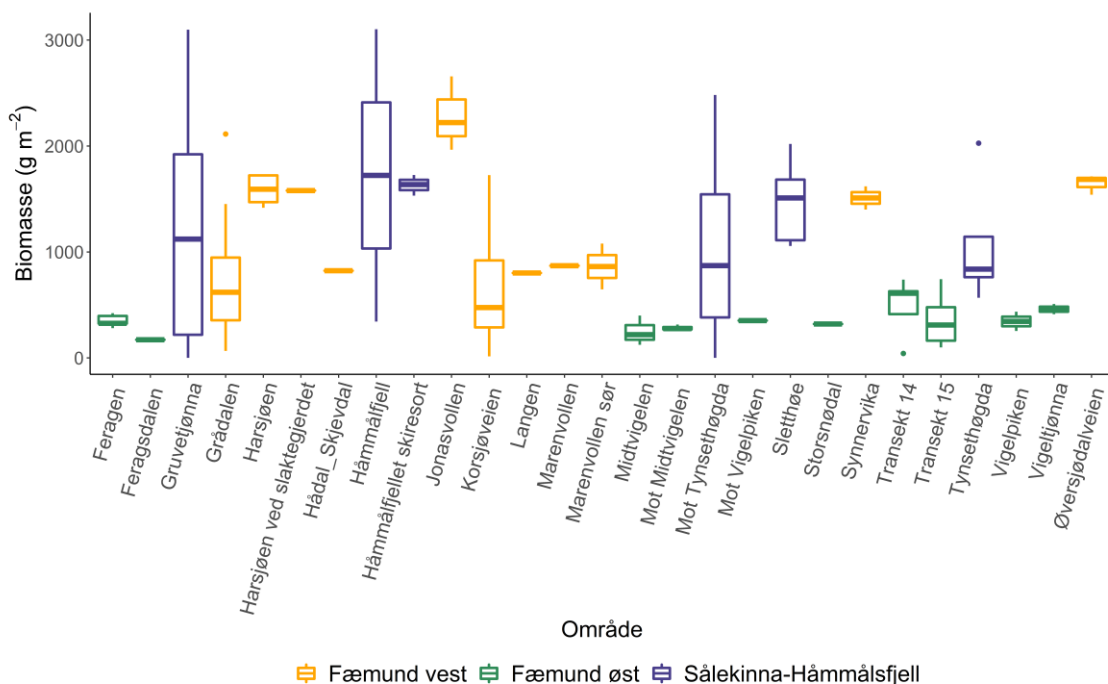
Figur 5.3. Dekningsgrad av beitelav sammenliknet med øvrig vegetasjon i de tre områdene som ble undersøkt i 2020. Feilsøyler viser gjennomsnitt ± 1 standardfeil.

Tabell 5.3. Gjennomsnittlig dekningsgrad av lav og øvrig vegetasjon i prosent ± 1 standardfeil og antall analyseruter de forekommer i de tre områdene som ble undersøkt i 2020.

Vegetasjon	Fæmund-vest		Fæmund-øst		Sålekinna-Håmmålsfjell	
	Dekning (%)	Ant	Dekning (%)	Ant	Dekning (%)	Ant
Beitelav	75,6 ($\pm 3,2$)	67	58,5 ($\pm 3,6$)	30	52,9 ($\pm 4,7$)	60
Andre lav	8,9 ($\pm 2,0$)	29	12,2 ($\pm 2,8$)	12	11,4 ($\pm 2,7$)	29
Dvergbusker	12,3 ($\pm 2,3$)	65	19,4 ($\pm 3,1$)	30	33,4 ($\pm 4,1$)	56
Urter og karsporeplanter	1,0 ($\pm 0,5$)	65	0	0	0,8 ($\pm 0,3$)	56
Grasaktige planter	1,1 ($\pm 0,2$)	65	4,5 ($\pm 1,7$)	24	1,7 ($\pm 0,3$)	39
Moser	1,5 ($\pm 0,4$)	65	5,9 ($\pm 2,4$)	22	14,0 ($\pm 5,0$)	34

5.4 Feltbaserte målinger av lavbiomasse i de ulike områder

Brutto lavbiomasse (g/m^2) varierer i gjennomsnitt fra 354,4 ($\pm 31,9$) g/m^2 i Fæmund-øst til 926,1 ($\pm 74,3$) g/m^2 i Fæmund-vest, jmfør tabell 5.4 hvor maksimum, minimum, median og gjennomsnitt av lavbiomasse i prosent ± 1 standardfeil fordelt på de ulike områder og i reinbeitedistriktet totalt presenteres. Maksimale lavbiomasser innenfor distriktet ble målt i Fæmund-vest; 2657 g/m^2 ved Jonasvollen og 2113 g/m^2 ved Grådalen, mens alle de øvrige verdiene var under 2000 g/m^2 . Målingene i reinbeitedistriktet gir et gjennomsnitt på 272 og 712 føreheter (f.e.) per dekar for henholdsvis Fæmund-øst og Fæmund-vest. Sammenlignet med situasjonen i 1968-1969 så er den bedre i dag, da Lyftingsmo (1974) kalkulerte med 100 føreheter per dekar øst for sjøene (Feragen-Femunden) og 140 føreheter per dekar vest for sjøene (Lyftingsmo 1974). Dette hang sammen med at før grensegjerdet ble oppført på midten av 1970-tallet så blandet betydelige flokker med svensk rein seg med rein fra norsk side om sommeren, spesielt i Fæmund-øst. Denne reinen ble ofte gående i området før den ble skilt ut og ført på vinterbeite på svensk side. I Sålekinna-Håmmålsfjell er lavbiomassen tydelig høyere enn innenfor distriktet, i gjennomsnitt 1224,1 ($\pm 118,1$) g/m^2 (tabell 5.4). Maksimale verdier for lavbiomasser i dette området ble målt ved Gruvetjønnan (3098 g/m^2) og Håmmålsfjell (3102 g/m^2). I figur 5.4 presenteres lavbiomasse (g/m^2) beregnet ved lokasjonene som ble undersøkt i de tre områdene. Lave verdier på under 100 g/m^2 skyldes en del målinger på eksponerte områder og rabber, eller i myr.



Figur 5.4. Gjennomsnittlig lavbiomasse (g m^{-2}) beregnet ved lokasjonene som ble undersøkt i de tre områdene i 2020; Fæmund-vest (orange), Fæmund-øst (grønn) og Sålekinna-Håmmålsfjell (blå). Horisontal strek viser median, og boksene og linjene som strekker seg ut fra boksene viser variasjonen i målingene per lokasjon.

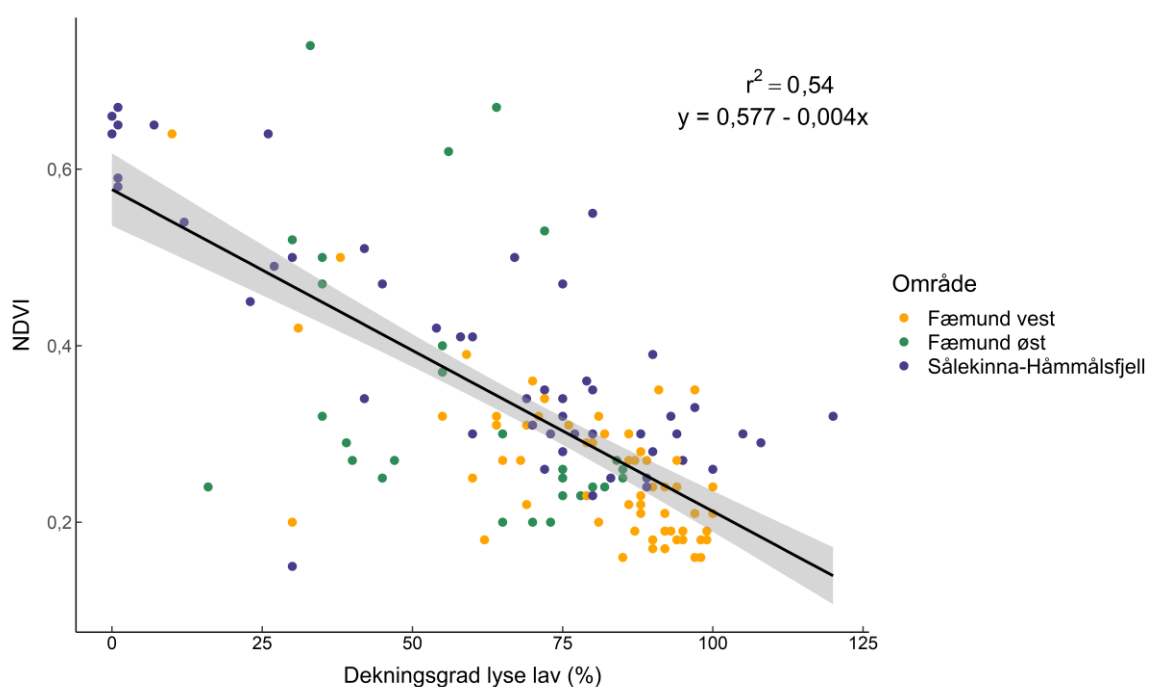
Tabell 5.4. Maksimum, minimum, median og gjennomsnitt av lavbiomasse i prosent ± 1 standardfeil (SE) basert på feltmålinger i 2020 for de ulike områdene og reinbeitedistriktet totalt.

Område	Maksimum biomasse (g m^{-2})	Minimum biomasse (g m^{-2})	Median (g m^{-2})	Gjennomsnittlig biomasse (g m^{-2}) \pm SE
Fæmund-øst	743	42	326	354,4 ($\pm 31,9$)
Fæmund-vest	2657	14	824	926,1 ($\pm 74,3$)
Fæmund sijte (øst + vest)	2657	14	574	745,5 ($\pm 58,5$)
Sålekinna-Håmmålsfjell	3102	2	1232	1224,1 ($\pm 118,2$)

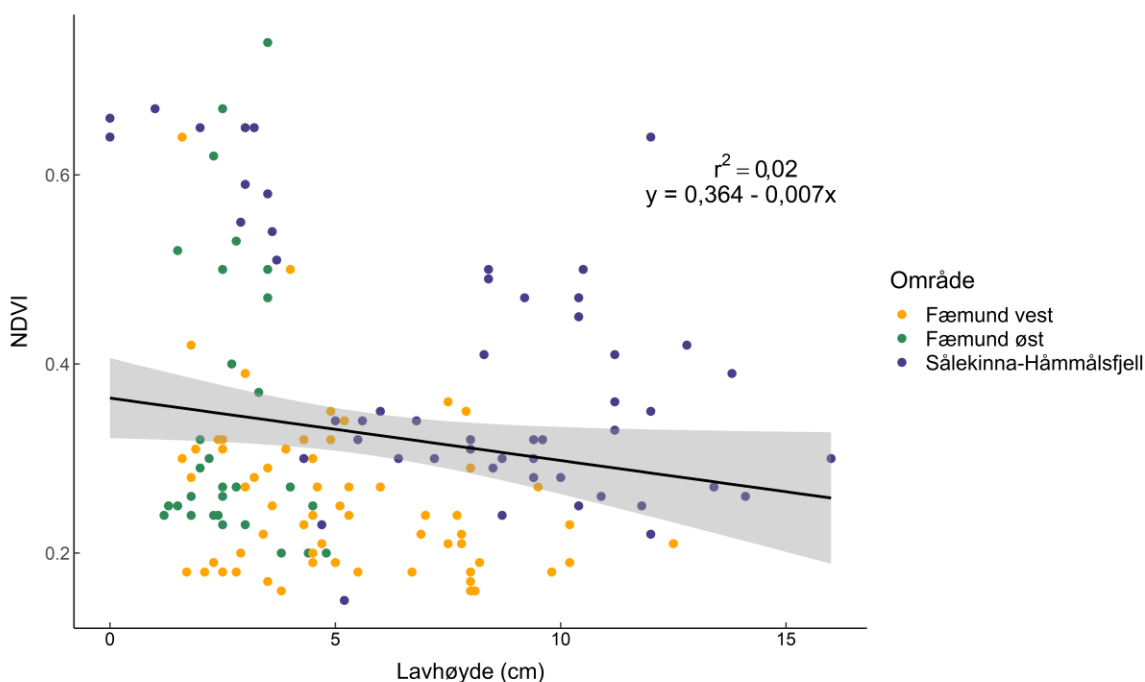
5.5 Satellittkartlegging av lavbeiteressurser

5.5.1 NDVI-målinger i felt med fokus på lavbeiter

De feltbaserte målingene viser at områder med større dekningsgrad av lyse lav har lavere NDVI, med en signifikant negativ korrelasjon ($-0,73$, $p < 0,001$) mot dekning av lyse lav. Figur 5.5 viser den lineære relasjonen mellom dekningsgraden og NDVI. Det er ingen signifikant forskjell mellom de tre områdene. Samtidig er korrelasjonen mot gjennomsnittlig lavhøyde svakt negativ ($-0,17$, $p = 0,04$), og det er minimal reduksjon i NDVI per økte cm (figur 5.6). Feltmålingene blir sammenlignet mot ferske satellittdata i kapittel 5.5.2 og 5.5.3 for å lette tolkingene av disse.



Figur 5.5. Forholdet mellom NDVI og dekningsgrad av lyse lav (%). Grått felt viser 95% konfidensintervall.



Figur 5.6. Forholdet mellom NDVI og lavhøyde (cm). Grått felt viser 95% konfidensintervall.

5.5.2 Satellittkartlegging av lavdekning – tradisjonell metode

5.5.2.1 Klassifikasjon av satellittbilder fra 1973 og 2020 for Fæmund-øst sammenlignet med feltundersøkelsen i 1969

Det første satellittbildet av området er fra sommeren 1973. Dette var før gjerdet langs grensen mot Sverige ble etablert og gir dermed et grunnlag for å sammenligne med feltundersøkelsen som ble foretatt i Fæmund-øst i 1968-1969 (Lyftingsmo 1974). I tabell 5.5 presenterer vi fordelingen av vegetasjons- og beitetyper for årene 1969, 1973 og 2020. Andelen lavmark (beitetyper med lav) var 56 % i 1969 ifølge Lyftingsmo (1974), og har økt noe videre gjennom perioden fra 1973 til 2020 fra 59 til 63 %. Andelen av beitetyper med gras har også vist en økende tendens fra 12,9 til 14,2 % (tabell 5.5). Områder med tørrgrasheier og eksponerte heier som inkluderer slitt lavvegetasjon gikk ned fra 5,8 % i 1969 og 5,7 % i 1973 til 3,3 % i 2020. Utover slitasjen i tørrgrasheiene omfatter noe av slitasjen lavdominert vegetasjon, slik som røsslyngheier m/lav og dvergbjørk-kreklinghei m/lav, men vekst av tørrgrasarter som smyle, sauesvingel og stivstarr kompensere noe for reduksjonen av lav med tanke på beiteverdi. Basert på feltobservasjoner i 1969 utgjorde slitte lavbeiter 48 % av alle feltruter i Fæmund øst, mens de i 2020 utgjorde 18 % (tabell 5.5).

Tabell 5.5. Fordelingen av de ulike vegetasjons- og beitetyper i Fæmund-øst for årene 1969, 1973 og 2020. Andel lavmark i % i 1969 var 56 % ifølge Lyftingsmo (1974).

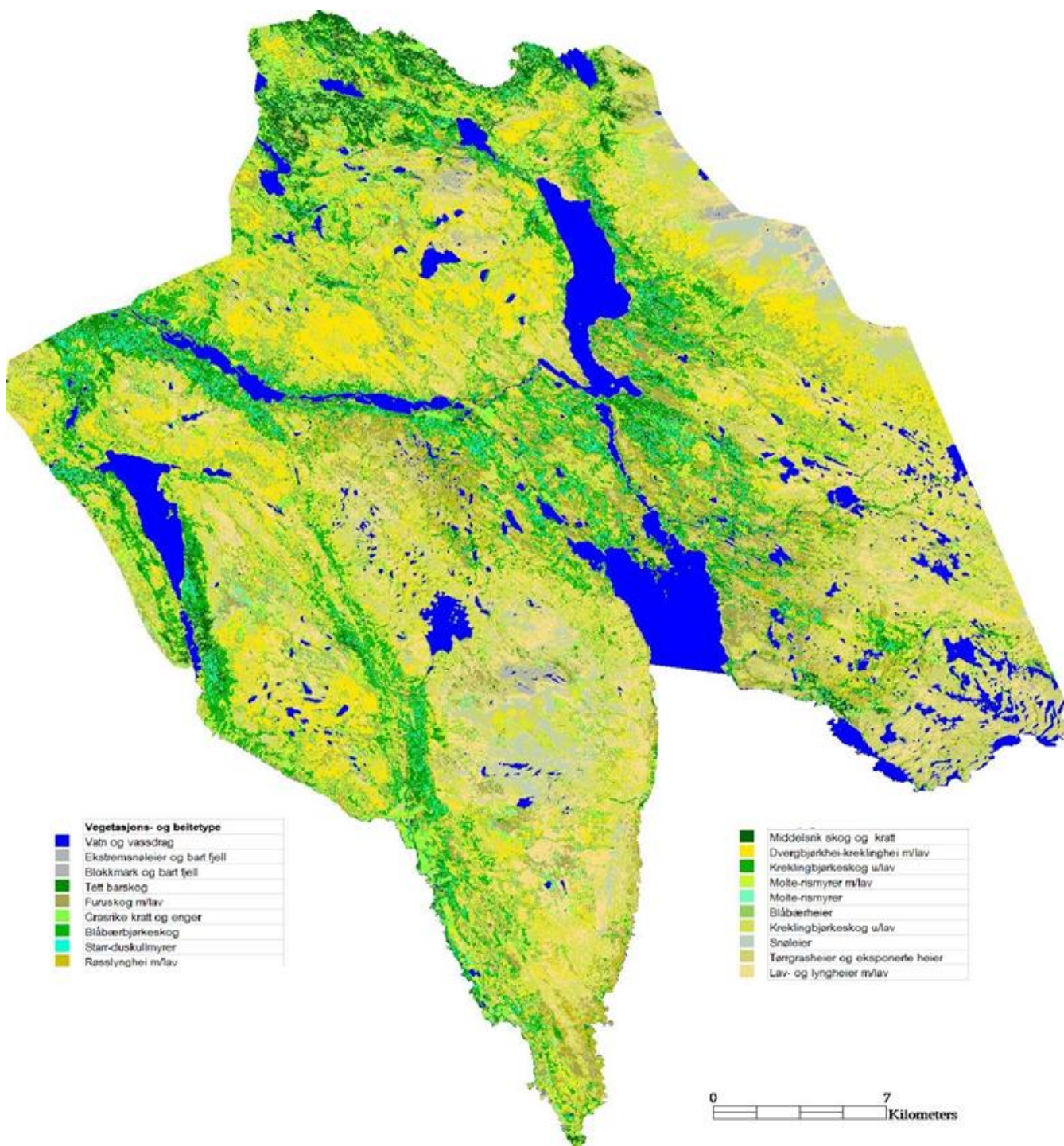
Vegetasjons- og beitetype	Fæmund-øst 1969 Feltbasert undersøkelse	Fæmund-øst 1973 Landsat 1- klassifisering	Fæmund-øst 2020 Landsat 8- klassifisering
Impediment (bart fjell og vatn)	7,8	8,6	7,4
Lav- og lyngheier m/lav	2,6	6,1	9,0
Blåbærheier	4,5	8,2	4,6
Røsslyngheier m/lav	3,9	3,8	3,9
Tørrgrasheier og eksponert hei	5,8	5,7	3,3
Dvergbjørk-kreklinghei m/lav	20,0	17,7	14,0
Kreklingbjørkeskog m/lav	16,4	13,4	15,8
Furuskog m/lav	16,4	16,2	15,5
Tett barskog		0,9	1,0
Kreklingbjørkeskog u/lav	0,8	1,6	1,5
Blåbærbjørkeskog	3,5	2,2	4,0
Middelsrik skog og kratt	0,8	3,6	4,3
Grasrike kratt og enger	5,6	2,7	3,2
Molte-rismyrer m/lav	5,4	1,7	4,7
Molte-rismyrer	2,7	2,7	3,0
Starr-duskullmyrer	3,0	2,9	2,6
Snøleier	0,8	2,0	2,1
Beitetyper med lav (%)	56,0	58,9	63,0
Beitetyper med gras (%)	12,9	9,9	14,2
Eksponte heier og rabber	5,8	5,7	3,3
Slitte lavbeiter (feltobs) %	48,0		18,0

5.5.2.2 Klassifisering av satellittbilder fra 1973, 1994, 2015 og 2020 for Fæmund sijte og Sålekinna-Håmmålsfjell sammenlignet med feltundersøkelsen i 1969

I figur 5.6 viser vi vegetasjonskartet for Fæmund sijte fra 2020, og i tabell 5.6 presenterer vi fordelingen av vegetasjons- og beitetyper i Fæmund sijte (Fæmund reinbeitedistrikt) for årene 1969, 1973, 1988, 1994, 2002, 2015 og 2020. Også her viser det seg at beitetyper med forekomst av lav har vært stabile gjennom hele perioden og varierer fra 49,9 - 56,4 % med 54,5 i gjennomsnitt for distriktet generelt. Vi ser også en økning i grasrike beitetyper (12,9 til 14,7 %) i samme periode (tabell 5.6). Det er bare noen få steder, blant annet nordvest av Korssjøen og i deler av Grådalsområdet hvor det er noe beiteslitasje, og denne slitasjen er oftest på små eksponerte og vindslitte rabber. Områder med tørrgrasheier og eksponerte heier varierte betydelig, fra 5,8 % i 1969, via 10,1 % i 1973, 11,3 i 1988, 5,7 i 1994, 4,4 i 2015 til 7,4 % i 2020. En andel av sistnevnte områder omfatter slitt lavvegetasjon, men fra et beiteressursstøsted har økt mengde grasarter som smyle, rabbesiv, sauesvingel og stivstarr kompensert noe for reduksjonen av lav. I 1969 utgjorde slitte lavbeiter 48 % av alle feltruter i Fæmund (øst), mens det i 2020 for hele Fæmund sijte utgjorde 10,5% (feltobservasjoner). Områder med veldig gode lavområder finnes i Hådalen, Falkfangerhøgda-Korneset og øst for Korssjøen-Grådalsområdet.

Tabell 5.6. Fordelingen av de ulike vegetasjons- og beitetyper i Fæmund sijte for årene 1969 (østre del), 1973, 1988, 1994, 2002, 2015 og 2020. i.o = ikke observert.

Vegetasjons- og beitetype	1969 (østre del)	1973	1988	1994	2002	2015	2020
Impediment -bart fjell og vatn	7,8	7,7	10,0	9,9	8,3	8,3	9,4
Lav- og lyngheier m/lav	2,6	9,1	4,0	6,3	10,2	9,6	10,6
Blåbærheier	4,5	8,6	6,8	7,5	4,7	7,0	5,4
Røsslyngheier m/lav	3,9	3,8	6,1	8,8	5,5	5,8	3,9
Tørrgrasheier/eksponerte heier	5,8	10,1	11,3	5,7	6,1	5,3	7,4
Dvergbjørk-kreklinghei m/lav	20,0	15,1	15,7	14,9	14,1	11,9	13,3
Kreklingbjørkeskog m/lav	16,4	13,8	7,1	10,8	10,2	12,9	12,9
Furuskog m/lav	16,4	10,0	10,7	10,8	10,4	10,7	10,1
Tett barskog	i.o.	3,7	1,3	1,4	0,5	1,2	1,1
Kreklingbjørkeskog u/lav	0,8	1,1	2,7	2,9	2,7	2,6	2,7
Blåbærbjørkeskog	3,5	2,6	6,0	6,6	8,4	6,9	6,8
Middelsrik skog og kratt	0,8	3,2	2,5	2,7	5,0	2,3	2,6
Grasrike kratt og enger	5,6	3,4	2,1	1,7	3,1	3,2	2,6
Molte-rismyrer m/lav	5,4	3,4	6,3	4,1	4,4	5,5	4,7
Molte-rismyrer	2,7	1,7	2,0	2,2	1,2	1,1	1,4
Starr-duskullmyrer	3,0	2,0	2,3	1,7	3,0	3,2	2,7
Snøleier og blokkmark	0,8	0,7	3,0	2,0	2,2	2,4	2,4
Beitetyper med lav (%)	56,0	55,2	49,9	55,7	54,9	56,4	55,5
Beitetyper med gras (%)	18,7	21,3	24,3	18,4	26,0	20,9	22,1
Eksponerte heier og rabber	5,8	10,1	11,3	5,7	6,1	5,3	7,4
Slitte lavbeiter (feltobs) %	48,0		13,7	13,7			10,5



Figur 5.6. Vegetasjonskart over Fæmund sjøe basert på et Landsat-8 opptak fra 1. september 2020.

I tabell 5.7 presenterer vi fordelingen av de ulike vegetasjons- og beitetyper i Sålekinna-Håmmålsfjell samt området Korssjøen-Feragen-vest for 2020. I området Sålekinna-Håmmålsfjell er det 47,3 % vegetasjonstyper med lav, mens området Korssjøen-Feragen-vest har mindre andel av lavbærende vegetasjonstyper (34,9 %). Beitetyper med kratt, gras og starr utgjorde henholdsvis 24,5 % i Sålekinna-Håmmålsfjell samt 23,2 % i Korssjøen-Feragen-vest.

Tabell 5.7. Fordelingen av de ulike vegetasjons- og beitetyper i Sålekinna-Håmmålsfjell samt området Korssjøen-Feragen-vest i 2020.

Vegetasjons- og beitetype	Sålekinna – Håmmålsfjell 2020 Landsat 8- klassifisering	Korssjøen-Feragen- vest 2020 Landsat 8- klassifisering
Impediment -bart fjell og vatn	4,6	8,9
Lav- og lyngheier m/lav	8,9	1,6
Blåbærheier	3,5	7,5
Røsslyngheier m/lav	2,2	0,9
Tørrgrasheier og eksponerte heier	4,5	4,8
Dvergbjørk-kreklinghei m/lav	11,6	8,2
Kreklingbjørkeskog m/lav	2,1	10,7
Furuskog- og barskog m/lav	13,2	4,4
Tett barskog	5,1	9,4
Kreklingbjørkeskog u/lav	4,8	7,7
Blåbærbjørkeskog	7,1	7,7
Middelsrik skog og kratt	5,7	5,8
Grasrike kratt og enger	8,9	6,7
Molte-rismyrer m/lav	9,3	9,1
Molte-rismyrer	3,9	3,2
Starr-duskullmyrer	2,8	3,0
Snøleier	1,8	0,3
Beitetyper med lav (%)	47,3	34,9
Beitetyper med gras (%)	24,5	23,2

5.5.3 Satellittkartlegging av lavbiomasse vha. ny metode

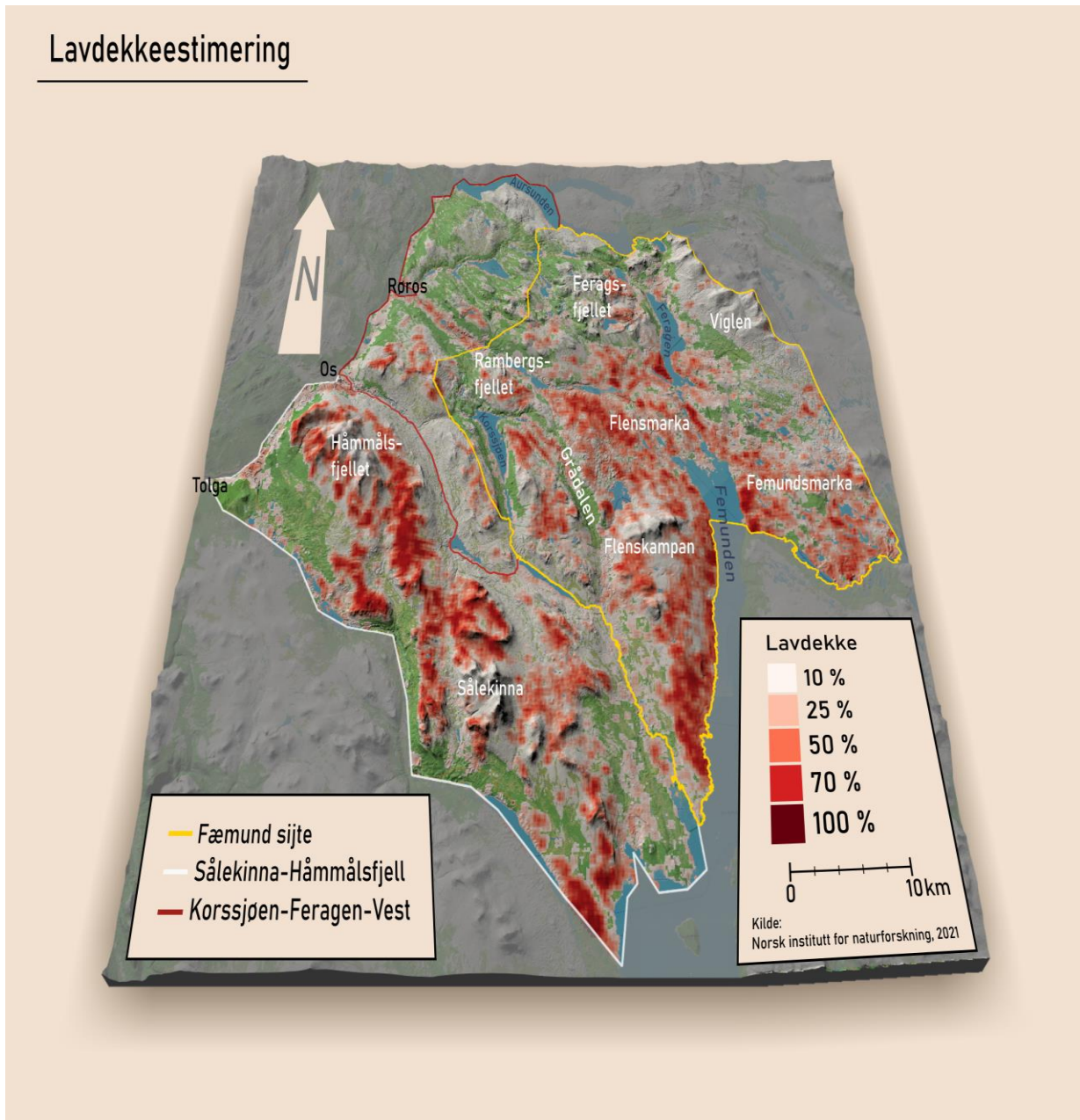
5.5.3.1 Lavdekning i de ulike områdene

Resultatet av den estimerte lavdekningen er presentert i figur 5.7 og er delt inn i intervaller klasser på 10 %. Resultatene gjenspeiler i stor grad den forventede fordelingen av lavdekningen, og er i stand til å skille lavdekte områder fra steinete partier eller berg i dagen (f.eks. de høyeste partiene av Håmmålsfjellet). Selv om modellen er i stand til å skille hovedtrekkene, er det sannsynligvis ikke hensiktsmessig å se på tallene for dekningsgrad som eksakte verdier, ettersom modellen har øvd seg på å gjøre en vurdering per 30 m piksler basert på feltruter på 1-5 m². I tillegg danner målepunktene som ligger til grunn for kartet et rutenett med en avstand på 240 m på grunn av beregningstekniske begrensninger. Dette understreker at kartet gjenspeiler større trekk og ikke småskalaforskjeller, som en ville ha fått fram med flybildeopptak eller med satellittbilder med meget høy romlig oppløsning (30 cm).

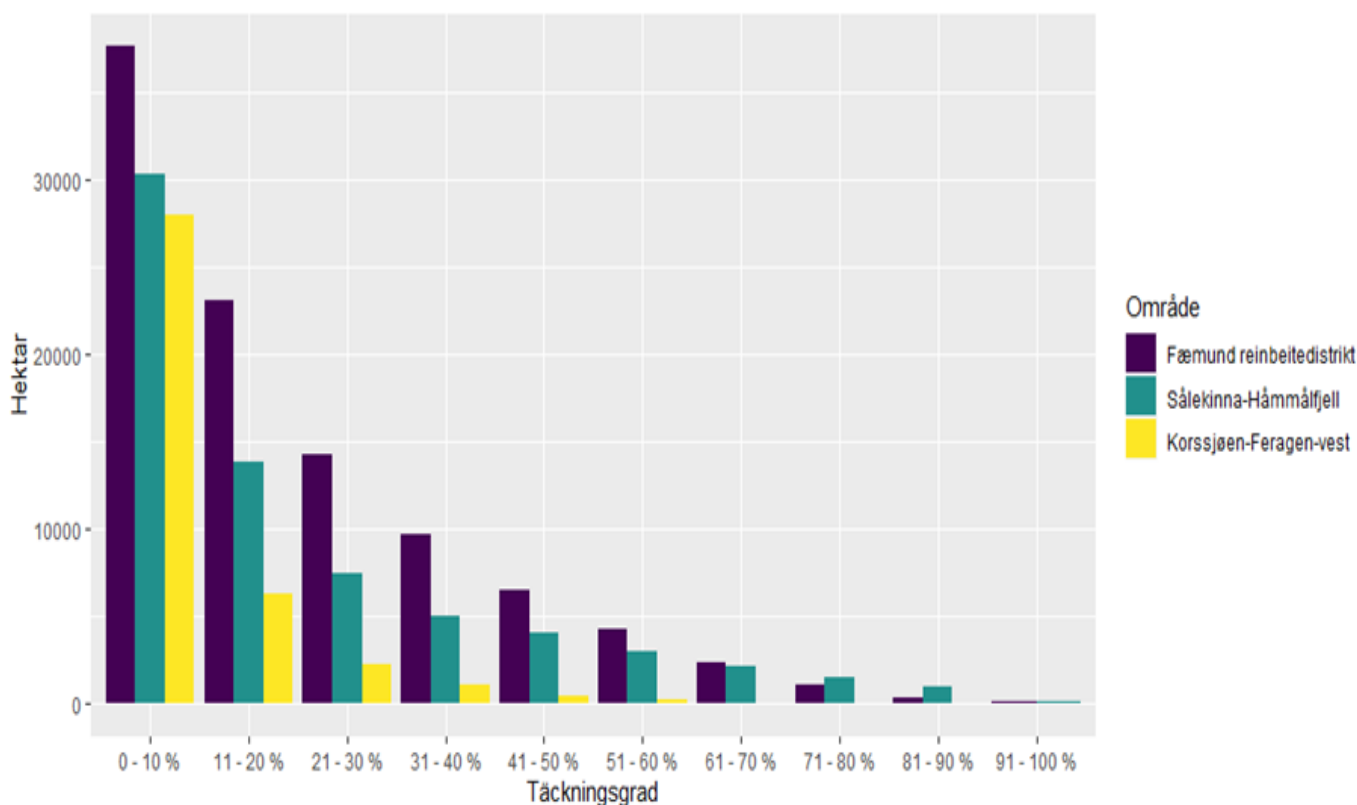
Resultatet av den estimerte lavdekningen er videre presentert i figur 5.8 og tabell 5.8 der begge viser beregnet arealdistribusjon av de ulike dekningsgradene for hver av de kartlagte områdene (Fæmund sijte, Sålekinna-Håmmålsfjell og Korssjøen-Feragen-vest) i 2019.

Arealene med lavmark med dekke over 20 % (ca. 342 km²) i Fæmund sijte ser ut til å være godt i samsvar med beregningen av lavmarksområder i Lyftingsmo (1974), som kalkulerte at lavmark med dekning over 20 % dekket 333 km². Videre viser fordelingen av dekningsgrad >20 % omtrent like stor andel i Fæmund sijte og Sålekinna-Håmmålsfjell med hhv 34,4 % og 33,0 %, mens Korssjøen Feragen-vest har betydelig lavere andel (13,3 %) av dekningsgraden > 20 %.

Lavdekkeestimering



Figur 5.7. Dekningsgrad av lyse lav (%) i området som ble kartlagt i 2019, estimert ut fra den nye AI-modellen. Fæmund sijte er markert innenfor den mørkeblå linjen. Øvrige målinger gjelder for områdene Sålekinna-Håmmålsfjell, samt Korssjøen-Feragen-Vest nordvest for reinbeitedistriktet. Lavvolumet følger grovt sett samme fordeling i landskapet som lavdekningen (tabell 5.9 og figur 5.9).



Figur 5.8. Areal distribusjon (antall hektar) av de ulike dekningsgradene (%) per område; Fæmund sijte (svart), Sålekinna-Håmmålsfjell (gul), samt området Korssjøen-Feragen-Vest (nordvest for reinbeitedistriktet, blågrønn).

Tabell 5.8. Areal distribusjon (antall dekar) og andel av totalt areal (%) av de ulike dekningsgradene (%) per område, beregnet på grunnlag av pikselverdiene i figur 5.7.

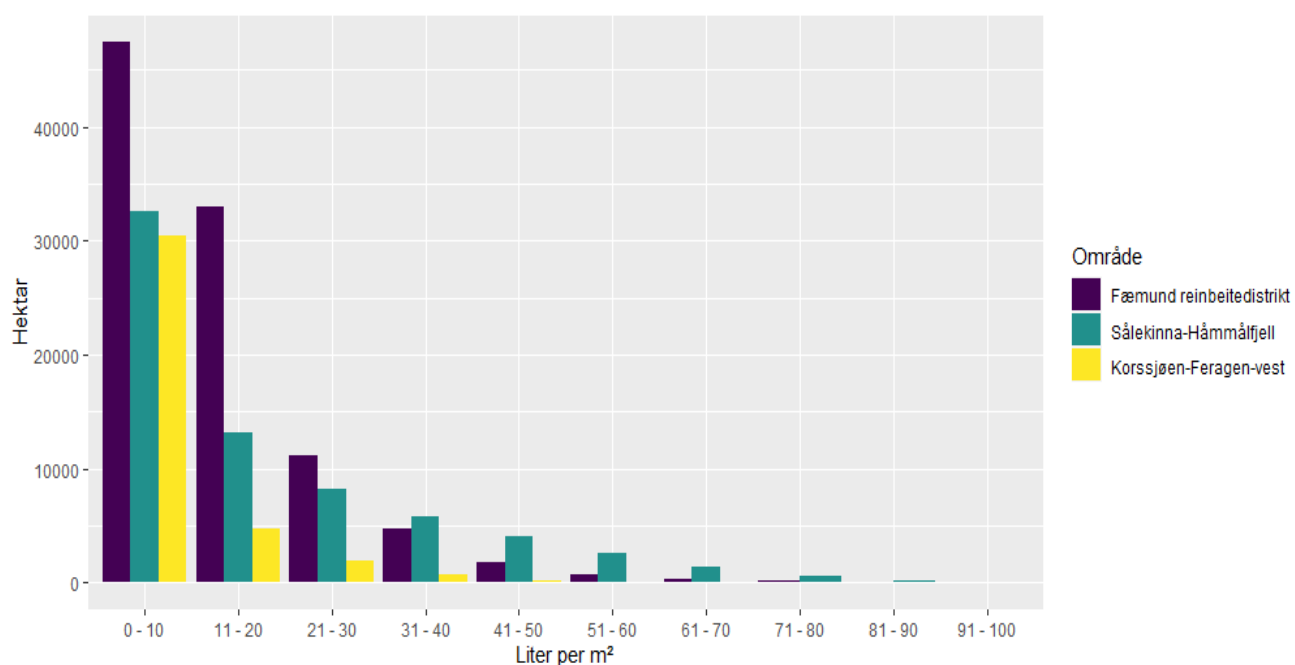
Sålekinna-Håmmålsfjell			Fæmund sijte			Korssjøen-Feragen-vest		
Lavdekning %	Dekar	Andel av totalt areal (%)	Lavdekning %	Dekar	Andel av totalt areal (%)	Lavdekning %	Dekar	Andel av totalt areal (%)
0-20	462 230	67,0	0-20	652 920	65,6	0-20	334 490	86,7
20-40	125 770	18,2	20-40	234 060	23,5	20-40	38 040	9,9
40-60	66 410	9,6	40-60	88 540	8,9	40-60	10 410	2,7
60-80	33 610	4,9	60-80	18 700	1,9	60-80	2260	0,6
80-100	2 080	0,3	80-100	1 110	0,1	80-100	430	0,1
Totalt areal:	690 010		Totalt areal:	995 530		Totalt areal:	385 630	

5.5.3.2 Lavvolumet i de ulike områdene

Lavvolumet (tabell 5.9 og figur 5.9) følger grovt sett samme fordeling i landskapet som lavdekningen (figur 5.8 og tabell 5.8), men varierer litt mer i de høyere kategoriene, der Sålekinna-Håmmålsfjell har større andel områder med høyere lavvolum enn Fæmund sijte. For eksempel ser vi av tabell 5.9 at i Sålekinna-Håmmålsfjell har 33 % av området et lavvolum på over 20 liter, mot 19 % i Fæmund sijte. Korssjøen-Feragen-vest har minst lavvolum, men dette kommer av at det er mindre andel lavbærende vegetasjonstyper i dette området.

Tabell 5.9. Arealdistribusjon av de ulike volumkategorier i liter (dm^3/m^2) beregnet på grunnlag av pikselverdiene i figur 5.7.

Sålekinna-Håmmålsfjell			Fæmund sijte			Korssjøen-Feragen-vest		
Lav-volum (liter m^{-2})	Dekar	Andel av totalt areal (%)	Lav-volum (liter m^{-2})	Dekar	Andel av totalt areal (%)	Lav-volum (liter m^{-2})	Dekar	Andel av totalt areal (%)
0-20	460 370	67,0	0-20	806 760	81,1	0-20	357 320	92,7
20-40	141 730	20,5	20-40	158 570	15,9	20-40	25 440	6,6
40-60	6 584	9,5	40-60	24 430	2,5	40-60	2 700	0,7
60-80	2 041	3,0	60-80	5 020	0,5	60-80	60	0,02
80-100	1 720	0,2	80-100	540	0,1	80-100	0	0
Totalt areal:	690 007		Totalt areal:	995 532		Totalt areal:	385 552	



Figur 5.9 Lavvolumet i liter (dm^3/m^2) (2019-2019) for Fæmund sijte (lilla), Håmmålsfjell-Sålekinna (gul), samt området Korssjøen-Feragen-Vest (nordvest for reinbeitedistriktet, blågrønn).

5.5.3.3 Lavbiomasse i de ulike områdene

Lavbiomassen og antall føreheter (tabell 5.10) følger samme fordeling i landskapet som lavdekningen og lavvolumet (tabell 5.8-5.9). Lavbeitene er i meget bra tilstand i Fæmund sijte, og lavbiomassen er beregnet til alene å være på 292 402 tonn, som dermed utgjør 204 682 023 føreheter i 2019. Lavbiomassen i Sålekinna-Håmmålsfjellet er beregnet til 268 050 tonn, tilsvarende 187 635 008 føreheter. Korssjøen-Feragen-vest har minst lavbiomasse med 58 812 tonn, tilsvarende 41 168 512 føreheter. Lyftingsmo (1974) kalkulerte med produksjon av lav innenfor lavbeitemark som hadde lavdekning 4-5 på Hult-Sernanders skala, dvs. 25-100 % lavdekning

og lavhøyde på 3 cm. Vår metode beregner lavhøyde og lavdekning automatisk for hver piksel, og i tabell 5.10 presenterer vi lavbiomassen som er innenfor en lavdekning på 25-100 %, altså samme kategorier (4-5) som Lyftingsmo brukte. Ved utelukkende å bruke lavbeitemark med lavdekning over 25 %, så beregnet vi antall føreheter i Sålekinna-Håmmålsfjell, Fæmund sijte og Korssjøen-Feragen-vest til å være hhv 114 516 090, 106 506 839 og 9 333 171. Beregner vi en avling per år, eller utnyttingsgrad på 12,5 % så får vi en årlig avling på 13 313 355 føreheter i Fæmund sijte, 14 314 511 føreheter i Sålekinna-Håmmålsfjell og 1 166 646 føreheter i Korssjøen-Feragen-vest. Beregner man videre at en rein trenger 1,5 føreheter av lav hver dag i 165 døgn om vinteren, så blir dette 250 føreheter per rein per vinter. Vi kan dermed for hvert område beregne en teoretisk biologisk optimal reinbeitekapasitet, iht. definisjonen gitt av Norsk-Svensk Reinbeitekommisjon (tabell 5.10). Dersom man antar at reinen går jevnt spredd utover hele lavbeitearealet, og det er gode beiteforhold overalt i Fæmund sijte, så skulle det være plass til over 53 253 rein i 2019. For å undersøke hvordan den totale lavbiomassen var på midten av 1970-tallet analyserte vi data (arealtall for beitetyper) fra vegetasjonskartet for 1973 (Tabell 5.6), som resulterte i noe høyere verdier for lavbiomasse i 1973 enn i 1968/69 (tabell 5.10). Avlingen i 1973 ble videre beregnet til 8 741 250 føreheter, som er betydelig høyere enn det tallet Lyftingsmo beregnet på basis av linjetaksering av en tredjedel av distriktet (Fæmund-øst) i 1969 samt ved bruk av skjønn i vestre del av Fæmund altså Fæmund-vest. Grøntfôrkomponenten for året 2019 (gras- og treaktige planter) i gras- og blåbærdominerte beitetyper i Fæmund sijte utgjør alene 311 799 føreheter, som er nok fôr for 1 247 rein i 165 døgn (Tabell 5.10). I tillegg utgjør dvergbusker (lyng og dvergbjørk) en viktig komponent i dietten til reinsdyr, og det er relativt store arealer av disse både i Fæmund sijte og de to andre områdene (Tabell 5.5 - 5.7).

På bakgrunn av at lavbeitene spesielt i Fæmund-øst har kommet seg samtidig med at lavdekningen har holdt seg svært stabilt i distriktet i perioden 1968/69-2019 og at dårlige snøvintre som vinteren 2019/2019 ikke har redusert reintallet for de to distriktene som beiter i Fæmund nevneverdig foreslår vi at reinbeitekapasiteten i Fæmund sijte justeres opp til 16 000 rein som et praktisk optimalt reintall i 2019. Det gir 16 rein per kvadratkilometer (netto 996 km²) som er noe mer enn det høyeste reintallet i tabell 12 i Reinbeitekommisjonens rapport som baserer seg på gjennomsnittet av de kontinentale reinbeitedistriktene og samebyene i Norge og Sverige.

Sålekinna-Håmmålsfjell har et større antall føreheter (502) per dekar lavbærende vegetasjonstyper (dvs. større enn 25% lavdekning) enn Fæmund sijte (311 føreheter). Regner vi på samme måte den teoretiske og biologiske optimale vinterbeitekapasiteten innenfor Sålekinna-Håmmålsfjell som i Fæmund sijte så får man 57 258 rein (tabell 5.10). I realiteten søker reinen områder som er mer attraktive slik at de går mer «klumpet» fordelt og estimatet foran blir dermed et overslag, ettersom det ikke tar høyde for at reinen ikke er jevnt fordelt i landskapet (Lyftingsmo 1974).

Tabell 5.10. Lavvolum (liter), lavbiomasse (kg) og fôrenheter i Sålekinna-Håmmålsfjell, Fæmund sijte og Korssjøen-Feragen-vest i 2019. For praktisk optimalt reintall følger vi her Norsk-Svensk reinbeitekommissjon tabell 12 med anbefalte reintall per km² for Fæmund sijte og Sålekinna-Håmmålsfjell på 15,4 rein per km², mens vi for Korssjøen-Feragen bruker 8 rein per km².

	Sålekinna-Håmmålsfjell			Fæmund sijte			Korssjøen-Feragen-vest		
	Lavvolum (l)	Biomasse (kg)	Fôrenheter	Lavvolum (l)	Biomasse (kg)	Fôrenheter	Lavvolum (l)	Biomasse (kg)	Fôrenheter
Total lav-biomasse 2019 (0-100 % lavdekning)	12 184 091 452	268 050 012	187 635 008	13 291 040 469	292 402 890	204 682 023	2 673 280 010	58 812 160	41 168 512
Lavbiomasse 2019 (50-100 % lavdekning)	3 701 689 991	81 437 180	57 006 026	2 527 545 562	55 606 002	38 924 202	100 448 055	2 209 857	1 546 900
Lavbiomasse 2019 (25-100 % lavdekning)	7 436 109 751	163 594 415	114 516 090	6 916 028 489	152 152 627	106 506 839	13 333 102	13 333 102	9 333 171
Årlig avling 12,5 % (2019) (lavdekning 25-100 %)		20 449 302	14 314 511		19 019 078	13 313 355		1 666 638	1 166 646
Biologisk optimalt reintall (2019)			57 258			53 253			4 667
Antall fôrenheter per dekar (25-100 % lavdekning)			502			311			182
Antall fôrenheter per dekar totalareal for de ulike områder			271			206			106
Antall fôrenheter grøntfôr (gras-lyng) totalareal			302 982			311 799			182 595
Praktisk optimalt reintall – lavbeite			10 764			15 530			3 088
Praktisk optimalt reintall – gras-lyngbeite			1212			1247			1014

Bruker vi den samme beregningen for Sålekinna-Håmmålsfjell som for Fæmund sijte med 16 rein per km², så får vi en reinbeitekapasitet på 11 000 rein (165 døgn) i 2019. I Korssjøen-Feragen-vest beregnet vi til 182 føreheter per dekar lavmark, og her ble den teoretiske kapasiteten beregnet til 4 667 rein (tabell 5.10), samt det praktiske optimale reintallet på 3088 rein (120 døgn). Vi legger her til grunn at lavmengden ligger på det halve per kvadratkilometer (tabell 5.10) av det vi finner i Fæmund. Legger vi til at området kan utnyttes deler av vinteren med vekt på tidlig vinter/sen vinter og trekker inn gras- og lyngtilskuddet så kan man legge til 1014 rein og totalt blir det praktiske optimale reintallet for Korssjøen-Feragen-vest 4202, som vi runder av til 4200 rein (ca. 11 rein/km²) i 2019. I praksis må en ta hensyn til at kapasiteten er begrenset i de andre årtidsbeitene med hensyn til produksjonen i betiene samt forstyrrelser (infrastruktur, veier, økt turisme m.v.) innenfor Fæmund sijte. Lyftingsmo (1974) kalkulerte barmarkskapasiteten i Gåebrien sijte alene til 8000 rein i 1974. Det øvre reintallet for Gåebrien sijte og Saante sijte av staten er satt til 9700 rein (Reindrifststyret 17/16 og 115/11, Landbruksdirektoratet 2020). I tabell 5.11 har vi oppsummert reinbeitekapasitetene (vinter) for de ulike områdene.

Tabell 5.11. Oversikt over føreheter og reinbeitekapasiteter i Fæmund sijte, Sålekinna og Korssjøen-Feragen-vest i 1969, 1973 og 2019.

Område	Antall føreheter i året (avling)	Biologisk optimalt antall rein	Praktisk optimalt antall rein	Antall døgn	Areal i km ²	Rein per km ²
Fæmund sijte 1969 lav føreheter	5 400 000	21 600	11 000	165	996	11
Fæmund sijte 1973 lav føreheter	8 741 250	34965	11 000	165	996	11
Fæmund sijte 2019 lav føreheter	13 313 355	53 253	15 530 (16 000)	165	996	16
Sålekinna-Håmmålsfjell 2019 lav føreheter	14 314 511	57 258	10 764 (11 000)	165	690	16
Korssjøen-Feragen-vest 2019 lav føreheter	1 166 646	4 667	3088	120	386	8
Korssjøen-Feragen-vest 2019 gras/lyng føreheter	182 595		1014	120	386	2
Korssjøen-Feragen-vest 2019 totalt	1 349 241		4200	120	386	11

6 Diskusjon

6.1 Vegetasjonsendringer 1968 - 2020 med basis i Fæmund sijte østre del

Det første satellittbildet av området er fra sommeren 1973. Dette var før grensegjerdet langs svenskegrensen ble etablert, og det gir et grunnlag for å sammenligne med feltundersøkelsen som ble foretatt i 1968-1969 (Lyftingsmo 1974). Før gjerdet ble satt opp var det i Vigelfjellene og i Femundsmarka (Fæmund-øst) små eller større invasjonjer av svensk rein på sommeren, som om høsten blandet seg med norsk rein. Etter at dyrene ble atskilt på høstvinteren ble så all svensk rein ført tilbake på vinterbeiter i Sverige. Falkenberg (1979) rapporterte at flere tusen rein invaderte området i årene 1909-1912. Lignende opplysninger framgår også av lappfogdens årsberetninger fra 1950- og 1960-tallet, og i 1968 da Lyftingsmo undersøkte beiteområdet ble det skilt ut mer enn 2903 svenskrein (Lappfogdens årsberetning 1968). Da større strekninger av grensen per dags dato ikke har sperregjerde kommer det fortsatt svensk rein inn i Fæmund sijte hvert år. Den Norsk-Svenske Reinbeitekommissjonen av 1997 uttaler om dette (s.72, kursiv tillegg): «*Det er årlig sammenblandinger internt mellom distriktene på norsk side av grensen og mellom disse og de tilstøtende samebyer. Enkelte år er sammenblandingene omfattende. I tillegg til dårlig ytre arrondering skaper ulike arealinngrep og ferdsele nye "grenser" innad i distriktene. Dette skaper nye problem for utnyttelse av beitenene*». I januar 2021 ble det skilt ut mer enn 850 svenske rein (Inge Danielsen pers. medd. 2021) etter at de hadde beitet i Fæmund sijte siden begynnelsen av desember 2020.

På tross av den årlige beitingen som foregår av svensk rein, så er det tydelig at beitenene har blitt godt husholdert i hele Fæmund sijte i perioden 1968-2020. Dette dokumenteres klart gjennom den satellittbaserte beregningen som viser at arealet av lavholdige vegetasjonstyper (beitetyper) har holdt seg stabilt rundt 55 % gjennom hele perioden (tabell 5.6). Feltnålinger av lavhøyden som ble foretatt i 1969 i Fæmund-øst sammenlignet med målinger foretatt sist i september 2020 etter de samme takseringslinjene viser at lavhøyden har økt. En positiv utvikling fremgår også av analyser av satellittbilder i perioden 1973-2020 (tabell 5.5). I 1969 utgjorde slitte lavbeiter 48 % av alle feltruter i Fæmund (øst), mens det i 2020 for hele Fæmund sijte utgjorde 10,5% (feltobservasjoner). Den tidligere og nåværende andelen slitte lavbeiter, i tillegg til andelen eksponerte lavområder (5,3 %) i Fæmund sijte i 2020 er mindre enn for andre beiteområder. Til sammenlikning utgjorde slitte og eksponerte lavområder i Elgå 41 % i 1969 (Lyftingsmo 1974) og 13,7 % i 1991 (Tømmervik & Johansen 1992). I villreinområdene var situasjonen betydelig dårligere på Hardangervidda i 2004 med 34 % slitte lavbeiter, mens det var noe bedre i Forrollhogna med 5,1 % slitte beiter i tillegg til 13,3 % eksponerte områder i 2004 (Tømmervik 2005). I Kautokeino i 1961 utgjorde slitte lavbeiter (over 25 % dekning) 9,3 % av feltrutene (Lyftingsmo 1965), mens det i 2018 utgjorde 41,5 % (Johansen mfl. 2019). Områder med veldig gode og lite beita

lavområder finnes i Hådalen-Femundsåsen (figur 6.1), Falkfangerhøgda-Korneset og øst for Korssjøen og i Grådalsområdet (figur 6.2).



Figur 6.1. Gode lavbeiter i Hådalen-Femundsåsen (Foto: Tømmervik 2020).

6.2 Satellittkarlegging versus feltmålinger av beitetyper med lav

De satellittbaserte målingene av arealene med lavmark med mer enn 20 % (ca. 342 km²) i Fæmund sijte ser ut til å være godt i samsvar med beregningen av lavmarksområder i Lyftingsmo (1974), som kalkulerte med 333 km² med lavmark over 20 %. Totalarealet for Fæmund sijte er 1103 km² der 996 km² er arealet fratrukket impediment som vatn, elver og innsjøer. Områder med lavdekning over 25 % tilsvarer dermed ca. 30 % av distriktets totalareal. Til sammenlikning kan vi se på de feltbaserte målingene som ble gjennomført i 2020, der andelen ruter med dekningsklasser D4 og D5 (over 25 % dekning) innenfor reinbeitedistriktet utgjør i snitt 94,6 % (tabell 5.1), mens Lyftingsmo målte i gjennomsnitt ca. 70 % i 1969 (Fæmund-øst). Dette er en betydelig høyere andel lavrik mark, noe som kan forklares av utvalget av feltruter i særlig lavrike områder under feltkartleggingen i 2020, mens Lyftingsmo brukte takseringslinjer. Dersom vi hadde hatt mer kapasitet i felt til å utvide utvalget og antallet av slike feltruter til å inkludere mindre lavdominerte områder, så ville sannsynligvis også disse målingene ha nærmet seg både feltmålingene

til Lyftingsmo (1974) og de satellittbaserte målingene for hele reinbeitedistriktet. På den andre siden målte den tradisjonelle satellittmetoden andelen lavmark i Fæmund sijte til å være rundt 50-56 % i hele perioden 1973-2020 (tabell 5.6). Også her ligger estimatene fra den nye satellittkartleggingsmetoden litt lavere, men følger samtidig samme trend som den tradisjonelle metoden, med henholdsvis 34,4 %, 33,0 % og 13,3 % areal med lavdekning over 20 % for henholdsvis Fæmund sijte, Sålekinna-Håmmålsfjell og Korssjøen-Feragen-vest (se tabell 5.8).

Rekdal (2005) rapporterer områder med stor lavdekning i sin rapport fra Håmmålsfjellet (s.54, kursiv tillagt): «*Lav er viktigaste næringa for rein vinterstid. Dei store areala med bugnande lavmatter ein finn kring Håmmålssfjellet vil vera eit framifrå vinterbeite for rein. I alt 77 000 dekar har over 50 % lavdekning. 71 000 dekar av dette er over skoggrensa. Det vil seie at over halvdel av arealet over skoggrensa har meir enn 50 % lavdekke.*»

6.2.1 Lavbiomassen på Rørosvidda – feltmålinger 2020

Brutto lavbiomasse (g/m^2) varierer i gjennomsnitt fra 354,4 ($\pm 31,9$) g/m^2 i Fæmund-øst til 926,1 ($\pm 74,3$) g/m^2 i Fæmund-vest. Dette utgjør henholdsvis 248 og 648 fôrenheter per dekar. I Sør-Norge er det på fullvoksen, tett lavmatte (5 cm høy) funnet opp til 846 fôrenheter per dekar (1100 gram tørr lav per m^2). Funnene er fra høsteruter registrert av Lyftingsmo og Villmo i regi av Den Norsk-Svenske reinbeitekommissjonen (1967). Maksimale lavbiomasser basert på våre feltmålinger i 2020 innenfor distriktet ble målt i Fæmund-vest; 2657 g/m^2 ved Jonasvollen og 2113 g/m^2 i Grådalen (figur 6.2), ellers lå verdiene på under 2000 g/m^2 . I Sålekinna-Håmmålsfjell er lavbiomassen tydelig høyere enn innenfor Fæmund sijte, i gjennomsnitt 1224,1 ($\pm 118,1$) g/m^2 (tabell 5.4). Maksimale verdier for lavbiomasser i dette området ble målt ved Gruvetjønnan (3098 g/m^2) og Håmmålsfjell (3102 g/m^2). Feltnålingene for lavbiomasse indikerer gode til meget gode beitevilkår i samtlige områder.



Figur 6.2. Feltmålinger i Grådalen innenfor Fæmund sijte. Her viste målingene opp til 2113 g/m² lav-biomasse. (Foto: Tømmervik 2020).

6.2.2 Andelen lav i forhold til dvergbusker, lyng og grasaktige planter

Fordelingen av andre beiteplanter som blir utnyttet om vinteren, som dvergbjørk, blåbær, smyle og andre grasarter viser at dvergbusker (lyng og dvergbjørk) er mest framtrædende i Sålekinna-Håmmålsfjell-området der de dekker 33 %, mot henholdsvis 12 % og 19 % i Fæmund-vest og Fæmund-øst (tabell 5.3). Grasaktige planter er noe mer til stede i Fæmund-øst enn de to øvrige områdene på grunn av hard beiting her i tidligere tider som følge av inntrengning av rein fra nabodistrikter (Lyftingsmo 1974) før grensegjerdet mot Sverige ble etablert. En generell oppfatning er at reinen foretrekker lav som matkilde om vinteren. Det er dog ikke slik at reinen unngår andre førkilder. Der det er tilgang til karplanter om vinteren, så beiter reinen også på disse. Dermed kan det være at størst tilstedeværelse av dvergbjørk og andre treaktige planter som lyngarter i Sålekinna-Håmmålsfjell kan komme av at det her har vært lite eller ingen beiting av rein i snart 130 år, i motsetning til Fæmund sijte som har hatt kontinuerlig beiting. I områder med svært stor tilgang til lav kan reinen beite bort en større del av andelen av lyngvekster og dvergbjørk,

noe som kan lede til ytterligere økt dekning av lav og andre beiteplanter (gras) i lavdominerte områder (Skuncke 1958,1969, Lyftingsmo 1974, Andrejev 1977) slik som vi ser i Rørosområdet. Dette støttes av Halley og Gaare (2012) som konkluderte at muskelvev (kjøtt) hos simler på Finnmarksvidda vinterstid ble dannet av 50 % lav og 50 % treaktige planter (dvergbjørk og lyng). En alternativ forklaring er at tråkk og beiting fra andre beitedyr som sau og ku kan ha forårsaket økt dekning av lyng og dvergbjørk i Sålekinna-Håmmålsfjell-området, da det har vært utmarksbeite her i flere hundre år, men effekten av dette er usikker. Økt dekning av reine lavheier (der lyng og dvergbjørk er beitet bort eller redusert av beiting) fører til høyere albedo (økt refleksjonsevne) i gode velholdte lavbeiteområder som vi har i Grådalen i Fæmund sijte, og noen av de høyeste målinger av albedo i Norden er gjort her (upublisert data). Dette betyr at solstrålingen blir reflektert tilbake til atmosfæren i ei slik lavhei, der det bidrar til avkjøling sammenlignet med lynghei eller dvergbjørkheier som absorberer (tar opp) solstrålene som fører til oppvarming. Albedomålingene som er gjort i området inngår i et doktorgradsarbeid og vil bli rapportert senere i andre rapporter.

6.2.3 Ny satellittbasert metode versus eldre metoder

Da vi startet prosjektet var planen å bruke en metode kalt Lichen Volume Estimator som vi utviklet basert på felldata fra Hardangervidda (Falldorf mfl. 2014). Da denne metoden viste seg å være ustabil samtidig med at den ikke klarte å registrere volum på over 60 liter med lav per m² (1320 gram per m²), så har vi gjennom dette prosjektet sammen med et prosjekt finansiert av Norges forskningsråd (VANWHITE) utviklet en ny metode basert på kunstig intelligens (maskinlæring). Fordelen med denne metoden som vi nå presenterer de første resultatene fra er at den kartlegger arealer med over 100 liter lav per m² (2200 gram per m²). Vi har også testet den nye metoden på Finnmarksvidda med positive resultater. Der den gamle og tradisjonelle satellittmetoden (Tømmervik m.fl. 2003) først laget et vegetasjonskart for så å prøve å beregne lavbiomassen indirekte med gjennomsnittsdekning og lavhøyde, så er den nye metoden langt bedre da den gir mengden av lav direkte i volum (dm³/liter) og dermed også masse (kg) per arealenhet ved hjelp av en enkel formel. En lineær regresjon av verdier fra AI-modellen og de manuelt klassifiserte verdiene oppviste en god sammenheng for lavvolum ($R^2 = 0,61$, $p < 0,01$), hvilket viser at metoden fungerer godt, og er i stand til å kartlegge volum og dermed mengden av lav med god sikkerhet på Rørosvidda. Sammenlignet med metoden til Kennedy mfl. (2020) som kartla områder i Canada viser vår metode i tillegg at den er like god som deres for kartlegging av lavdekning ($R^2 = 0,59$, $p < 0,01$).

6.3 Beregning av reinbeitekapasiteter og anbefalinger

Lyftingsmo (1974) beregnet lavbiomassen til å være 100 fôrenheter per dekar lavmark for Fæmund-øst (øst for Feragen og Femunden) og 140 fôrenheter per dekar for Fæmund-vest (vest for sjøene). Linjetakseringen til Lyftingsmo (1974) for områdene øst for Feragen viste en andel på 83 % lavbeite, hvorav 59 % hadde full dekning (>50 %). Når vi ved hjelp av satellittbildet fra 1973 måler større mengde med lav i 1973 sammenlignet med 1969 (Tabell 5.11) så er det et utslag at satellittmetoden er bedre enn linjetaksering. Da vi ikke har feltdata fra 1973 brukte vi samme lavhøyde (3 cm) som Lyftingsmo (1974). Det er også trolig at Lyftingsmo (1974) var forsiktig i sitt overslag av lavmengden i området i overgangen 1960-1970-tallet da målingene av både lavdekning og lavhøyde ble utført.

Ut fra Lyftingsmos vurderinger i 1968 og 1974 var Fæmund distrikt for lite beitet spesielt i vestre deler, noe som i neste omgang reduserte den årlige tilveksten i lavbeitene. «Dette må i sin tur ha konsekvenser for utnyttningen av beitene i Riast/Hylling og Essand» skrev Lyftingsmo (1974). Konsekvensene av Aursund-dommen fra 1997 (Norsk rettstidende 1997) var at det dermed ble vinterbeitet i de områdene i Riast-Hylling og Essand der beitegranskingene ble forutsatt benyttet til høst- og førjulsbeiter. Videre ble det anbefalt å flytte tidligere inn i Fæmund sijte (Lyftingsmo 1974, Reinbeitekommissjonen av 1997 utgitt i 2001).

Situasjonen i 2019-2020 er betydelig bedre enn i 1968-1969. Fæmund sijte har nå 311 fôrenheter per dekar lavmark med dekning over 25 %, mens Sålekinna-Håmmålsfjell har 502 fôrenheter. I Korssjøen-Feragen-vest beregnet vi 182 fôrenheter per dekar lavmark. Hvis vi beregner den teoretiske vinterbeitekapasiteten for rein innenfor de ulike områder så er det nok lavbeitefôr i Fæmund sijte for 53 253 rein mot Lyftingsmos beregning fra 1974 på 21 600 rein. I tillegg har arealene som har mindre lavdekning enn 25 % betydelige reserver av fôr (lav) noe som Lyftingsmo (1974) også konkluderte med. Det praktisk optimale reingtallet er beregnet til 15 530 rein, altså ca. 16 rein per km², justert ned fra 18,2 rein per km² som en følge av forventet klimaendringsdrevet reduksjon i kapasitet.

Bakgrunnen for denne forbedringen er at utnyttelsen og husholdningen av vinterbeitedistriktet har vært meget god. Lyftingsmo foretok heller ingen systematisk kartlegging av området vest for innsjøene Feragen og Femunden. Han var derfor forsiktig med sine beregninger da han kun beregnet lavbiomassen i lavdekte områder over 25 % (kategoriene 4 og 5 på Hult-Sernanders skala) og lavhøyde på 3 cm. Lyftingsmo (1974) foreslo også å øke reinbeitingen for å øke årlig tilvekst da mye av lavmarka i vestre deler hadde for stor lavdekning og for høy lavmatte for å kunne maksimere årlig tilvekst av lav. Dette var basert på vurderinga at laven har høyest tilvekst når lavmatten er mellom 2 og 5 cm høy (Lyftingsmo 1974), noe resultatene i Gaare & Skogland

(1980) og Gaare mfl. (1999) støtter opp om. Disse betraktningene indikerer at det er et meget tilfredsstillende lavdekke i begge områdene per i dag, sett fra et beiteperspektiv. Når laven når en høyde på mer enn 5 cm er årstilveksten i toppen av laven mindre enn nedbrytingen i nedre deler av laven (Gaare & Skogland 1980, Gaare mfl. 1999). Dette støttes av den svenske forskningslederen Folke Skuncke som målte den gjennomsnittlige lavhøyden i vestre deler av Härjedalen (blant annet Rogen-området) i 1965 til å være 10-12 cm, mens den i 1905 ble målt til 16 cm (Skuncke 1969).

Når det gjelder Sålekinna-Håmmålsfjell (figur 6.3 og 6.4) så er lavressursene og reinbeitekapasiteten også her meget stor, og uttalelsen i rapporten til Rekdal (2005), «*Dei store areala med bugnande lavmatter ein finn kring Håmmålsfjellet vil vera eit framifrå vinterbeite for rein*» står seg godt. Sålekinna-Håmmålsfjellet har etter våre beregninger nok lavbeitefôr for 57 258 rein, mens det praktisk optimale reintallet er beregnet til 11 000 rein, som gir et estimat på 16 rein per km². Forskjellen mellom Fæmund sijte og Sålekinna-Håmmålsfjell er dermed ikke så stor som en skulle forventet i og med at Sålekinna-Håmmålsfjell ikke har blitt systematisk beitet av rein de siste 130 årene. Samtidig er den teoretiske kapasiteten for Korssjøen-Feragen-vest beregnet til 4 667 dyr, og det praktisk optimale reintallet er beregnet til 2000 dyr.



Figur 6.3. Lavbeiter mot Sletthøa. Merk at lyng og dvergbjørk (ris) ligger som et ekstra dekke oppå laven. Dvergbjørka vokser også i renner mellom lavmattene og i enkelte tilfeller blir den så høy at de overskygger laven, noe som på sikt gjør at den kan utkonkurrere laven. (Foto: Tømmervik 2020).

Korssjøen-Feragen-vest har færrest føreheter per dekar lavmark (182 f.e.), men dette kommer av at det er lavere andel lavbærende vegetasjonstyper (35 %) i dette området samtidig som at området har hatt mye beiting fra husdyr, «måssåtak», beiting av rein samt negativ påvirkning av gruvedrift gjennom flere hundre år (Lyftingsmo 1974, Daugstad mfl., 1999). Også svovelrøyk (SO₂ og kobber) fra smeltehytta på Røros påvirket lavbeitene negativt fram til etter siste verdenskrig (Daugstad & Grytli 1999, Daugstad mfl., 1999, Fjellheim 2012).

Ved å innføre rotasjonsbeite i områdene Sålekinna-Håmmålsfjell og Korssjøen-Feragen-vest sammen med Fæmund sijte vil en redusere det totale beitetrykket særlig i østre deler av Fæmund sijte, som nesten hvert år får besøk av rein fra nabodistrikter både fra norsk og svensk side. Våre beregninger av antall rein for Fæmund sijte tar også høyde for flere tusen rein fra nabodistrikter/samebyer som kan komme til å beite totalt i Fæmund distrikt hvis det ikke bygges et sperregjerde mellom Sverige og Norge fra Hyddsjøen til Sylsjøen. Vi anbefaler dermed at det bygges et slikt gjerde.

Økende grad av forstyrrelser fra ferdsel, turisme og infrastruktur (veier m.m.), samt utbygging av hytteområder og vindpark (Stokkfjellet) innenfor Saanti sijte og Gåebrien sijte fører samlet sett til en økende negativ påvirkning på produksjonen i reinflokkene både per dags dato og er sannsynligvis noe som også kommer til å være tilfellet i framtiden. Effektene vil kunne bli mindre negative ved benyttelse av rotasjonsbeiting i og mellom områdene. I tillegg vil en ved å utnytte Sålekinna-Håmmålsfjell og Korssjøen-Feragen-vest sammen med Fæmund sijte sine områder kunne håndtere framtidige klimaendringer (figur 4.3) på en bedre måte ved å veksle beitebruken etter beiteforholdene og tilgjengeligheten i de nevnte områdene.



*Figur 6.4. Tykke lavmatter av kvitkrull, lys reinlav, gulskinn og rabbeskjegg på toppen av Sletthøa (1198 moh.). En del av de mørke feltene består av lavarten fjelltagg (*Bryocaulon divergens*), mens grønne felter i hovedsak består av dvergbjørk oppå eller mellom laven. (Foto: Tømmervik 2020).*

7 Konklusjoner

Vi har gjennom VANWHITE-prosjektet finansiert av Norges Forskningsråd fått utviklet en ny, sikker og robust metode som måler lavdekning og lavvolum direkte, og som gjør det lettere å foreta oppdatering av lavbeitetilstanden. Vi har også gjennomført feltmålinger og tradisjonell satellittkartlegging av Fæmund sijte for å supplere den nye metoden.

Fæmund sijte er et uvanlig rikt lavbeiteområde, og situasjonen per 2020 er meget tilfredsstillende sammenlignet med situasjonen i 1968-1969 da beitene sist ble taksert (Lyftingsmo 1974). Vår satellittbaserte tidsserie viser at lavmark har dekket rundt 55 % av arealet i Fæmund sijte for hele perioden fra 1973 til 2020. I 1969 utgjorde slitte lavbeiter 48 % av alle feltruter i Fæmund (øst), mens det i 2020 for hele Fæmund sijte utgjorde 10,5 %. Vi har dermed registrert mer enn en fordobling av lavbiomassen fra 1969 til 2020, og dette er en direkte effekt av at lavdekningen og lavhøyden har økt i denne perioden. Den årlige avlingen har økt fra 5 400 000 fôrenheter i 1969 til 13 313 355 fôrenheter i 2019, og den biologiske optimale reinbeitekapasiteten blir dermed meget stor. Vi ser også en økning (fra 11,2 til 14,7 %) i grasrike beitetyper for distriktet i samme periode. I tillegg er det kartlagt store arealer med lyngbeiter som også vil gi bidrag til vintermenyen for reinen. Forstyrrelser og klimaendringer i vinterbeitedistriktet og sommerbeitedistriktene er i 2020 en større begrensende faktor enn tilgangen på gode vinterbeiter. Det er bare noen få steder, blant annet nord-vest av Korssjøen og i deler i Grådalsområdet, der det er noe beiteslitasje, og denne slitasjen er oftest begrenset til eksponerte rabber. I praksis må en ta hensyn til at kapasiteten er begrenset i de andre årtidsbeitene (barmark) pga. hensyn til landbrukets behov for utmarksbeite (Lyftingsmo 1974) og som følge av forstyrrelser (infrastruktur, veier, økt turisme mv.) innenfor Fæmund sijte. De begrensende faktorene innebærer at samlet øvre reintall for Gåebrien sijte og Saante sijte ble satt til 9 700 rein (Reindrifststyret 17/16 og 115/11, Landbruksdirektoratet 2020), mens det for Fæmund sijte er satt til 9000 (Reindrifststyret 116/11, Landbruksdirektoratet 2020). Vår beregning av den praktisk optimale reinbeitekapasiteten (øvre reintall) er kalkulert til 16 000 rein for Fæmund sijte.

Sålekinna-Håmmålsfjell-området har store lavbeiteressurser (årlig avling på 14 314 511 fôrenheter i 2019) som egner seg meget godt til vinterbeite med et praktisk optimalt reintall på 11 000 rein. Området Korssjøen-Feragen-vest har langt færre fôrenheter, noe som leder til et praktisk optimalt reintall på 4 200. Området har en større andel arealer dominert av gras og lyng, og disse egner seg trolig best som reinbeite på forvinteren og vårvinteren. Vi foreslår derfor at en utnyttelse av Sålekinna-Håmmålsfjell og Korssjøen-Feragen-vest ved rotasjonsbeiting vil bidra til å dempe effekten av forstyrrelser og negative klimaendringer for reindriften innenfor Fæmund sijte.

8 Referanser og kilder

- Andrejev, V.N. 1968. Rational utilisation and improvement of reindeer pastures. *Problemy Severa* 13: 76-87. [Oversatt til engelsk i 1970].
- Andrejev, V.N. 1971. Methods of defining overground phytomass on vast territories of the Subarctic. – Report Kevo Subarctic Research Station, 8, 3-11.
- Andrejev, V.N. 1977. Reindeer pastures in the subarctic territories of the USSR. I: Krause, W. (red.): Application of Vegetation Science to Grassland Husbandry, s. 277-313. Springer Science+Business Media, Dordrecht.
- Aune, B. 1993. Temperaturnormaler, normalperiode 1961-1990. DNMI rapport 02/93.Oslo.
- Bårdsen, B.-J., Fauchald, P., Tveraa, T. & Langeland, K, Yoccoz, N. G & Ims, R. A. 2008. Experimental evi-dence for a risk sensitive reproductive allocation in a long-lived mammal. *Ecology* 89: 829-837.
- Bårdsen, B.-J., Tveraa, T., Fauchald, P. & Langeland, K. 2010. Observational evidence of a risk sensitive reproductive allocation in a long-lived mammal. *Oecologia* 162: 627-639.
- Bårdsen, B.-J. & Tveraa, T. 2012. Density-dependence vs. density-independence – linking reproductive allo-cation to population abundance and vegetation greenness. *Journal of Animal Ecology* 81: 364-376.
- Bårdsen, B.-J., Berglann, H., Stien, A. & Tveraa, T. 2014. Effekten av høsting på produksjon og lønnsomhet i reindriften. NINA rapport 999.
- Dahle, H.K., Danell, Ö. Gaare, E. & Nieminen, M. (red.) 1999. Reindriften i Nordvest-Europa i 1998 - biologiske muligheter og begrensninger – TemaNord Nordisk Ministerråd 510. 115 s.
- Daugstad, K. & Grytli, E. 1999. How to study and manage a multihistoric landscape. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 53: 85-92.
- Daugstad, K. mfl. 1999. Bergverkbens omland. Om ressursbruk, vern, kultur og natur i Røros-området. NIKU Temahefte 29.
- De Veaux, R.D., Ungar, L.H., 1994. Multicollinearity: A tale of two nonparametric regressions, in: *Selecting Models from Data*. Springer, pp. 393–402.
- Den Norsk-Svenske Reinbeitekommissjon av 1964. 1967. Innstilling avgitt til Utenriksdepartementet, 27. februar 1967. 259 sider + 2 kart.
- Den Norsk-Svenske Reinbeitekommissjon av 1997. 2001. Innstilling avgitt til Regjeringene i Norge og Sverige, mai 2001. 173 s+ 4 vedlegg: 269, 3 ,5 og 4.
- Fæmund sijte 2018. Distriktsplan Fæmund sijte 2018-2022. 17s. Fæmund sijte, Røros.
- Falldorf, T., Strand, O., Panzacchi, M. & Tømmervik, H. 2014. Estimating lichen volume and reindeer winter pasture quality from Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140: 573-579.
- Falkenberg, J. 1979. Om øremerking av rein hos Røros-samene. Særtrykk fra By og Bygd, 26. Norsk Folkemuseum, Oslo.
- Fjellheim, S. 2012. Gåebrien sijte. Eget forlag. Røros.
- Fjellheim, S. 2005. From hunting-based to nomadic reindeer herding in Røros and surrounding areas *Rangifer* 25: 21-30.
- Frank, D. A., McNaughton, S. J., & Tracy, B. F. (1998). The ecology of the earth's grazing ecosystems. *BioScience*, 48(7), 513-521.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte 12. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.

- Gaare, E. & Skogland, T. 1980. Lichen-reindeer interaction studied in a simple case model. - I: Reimers, E., Gaare, E., Skjenneberg, S. (red.): Proc. 2nd International Reindeer/Caribou Symposium, Røros, Norway 1979, s. 47-56. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim.
- Gaare, E., Ihse, M. & Kumpula, J. 1999. Beiteslitasje, tråkk og forurensninger. I: Dahle, H.K., Danell, Ö., Gaare, E., Nieminen, M. (Red.): Reindrift i Nordvest-Europa i 1998 – biologiske muligheter og begrensninger, s. 57-65. Tema Nord 1999: 510, Nordisk Råd, København.
- Gao, B.-C. 1996. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment* 58: 257-266.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*.
- Haugen, O.I. 1952. Norske Fjellbeite Bind VI. Oversyn over undersøkte fjellbeite i Hedmark. Det Kongelige Selskap for Norges Vel, Oslo.
- Hanssen-Bauer, I. mfl. 2015. Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. M-406 2015. NCCS report no. 2/2015.
- Hijmans, R.J. 2019. Raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.0-7.
- Holmsen, G. 1935. Nordre Fæmund. Beskrivelse av det geologiske rektangelkart. NGU.
- Johansen, B., Tømmervik, H., Bjerke, J.W. & Karlsen, S.R. 2014. Finnmarksvidda – kartlegging og overvåking av reinbeiter - status 2013. Norut Rapport 7/2014. Northern Research Institute (NORUT), Tromsø.
- Johansen, B., Tømmervik, H., Bjerke, J.W. & Davids, C. 2019. Finnmarksvidda – kartlegging og overvåking av reinbeiter - status 2018. Norut Rapport 1/2019. Northern Research Institute (NORUT), Tromsø.
- Joly, K. & Cameron, M.D. 2018. Early fall and late winter diets of migratory caribou in northwest Alaska. *Rangifer* 38: 27-38.
- Kennedy, B., Pouliot, D., Manseau, M., Fraser, R., Duffe, J., Pasher, J., Chen, W. & Olthof, I. 2020. Assessment of Landsat-based terricolous macrolichen cover retrieval and change analysis over caribou ranges in northern Canada and Alaska, *Remote Sensing of Environment* 240: 111694.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Nieminen, M. 1998. Reproduction and productivity of semidomesticated reindeer in northern Finland. *Canadian Journal of Zoology* 76: 269-277.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Nieminen M, 2000. Condition potential recovery rate and productivity in the Finnish reindeer management area. *Arctic* 53: 152-160.
- Landbruksdirektoratet 2019. Ressursregnskap for reindriftsnæringen. For reindriftsåret 1. april 2018-31. mars 2019. Landbruksdirektoratet, Alta.
- Landbruksdirektoratet 2020. Ressursregnskap for reindriftsnæringen. For reindriftsåret 1. april 2019-31. mars 2020. Landbruksdirektoratet, Alta.
- Lappfogdens årsberetning 1956-1968. Beretning om reindriften i Sør-Trøndelag lappfogddistrikt for årene 1956-1968. Arkivert på Riksarkivet, Oslo.
- Lyftingsmo, E. 1965. Oversyn over fjellbeite i Finnmark. Norske Fjellbeite, bind 15. Det Kongelige Selskap for Norges Vel, Oslo.
- Lyftingsmo, E. 1974. Norske fjellbeite - tillegg til bind I, VI, XI og XII. Oversyn over granska reinbeite i Oppland, Hedmark, Sør- og Nord-Trøndelag. Det Kongelige Selskap for Norges Vel, Oslo.
- Macander, M.J., Frost, G.V. & Palm, E. 2018. Lichen cover mapping for the range of the Fortymile Caribou herd, Alaska and Yukon Territory. Report Prepared for Bureau of Land Management, Fairbanks, Alaska and Department of Environment, Government of Yukon, Whitehorse, Yukon, Canada. ABR, Inc. Environmental Research & Services, Fairbanks, Alaska & University of Montana, Missoula, Montana, U.S.A.
- Macander, M.J. Palm, E. et al. 2020. *Environmental Research Letters*. 15: 055001.

- Nilsson, A., Danell, Ö., Murphy, M., Olsson, K., & Åhman, B. 2000. Health, body condition and blood metabolites in reindeer after sub-maintenance feed intake and subsequent feeding. *Rangifer* 20: 187-200.
- Norsk Rettstidende t. 1997 s. 1608. Høyesteretts dom i Aursundsaken.
- Oksanen, L. & Virtanen, R. 1995. Topographic, altitudinal and regional patterns in continental and suboceanic heath vegetation of northern Fennoscandia. *Acta Botanica Fennica* 153:1-80.
- Park, T., Ganguly, S., Tømmervik, H., Euskirchen, E.S., Høgda, K.A., Karlsen, S.R., Brovkin, V., Nemani, R.R. & Myneni, R. B. 2016. Changes in growing season duration and productivity of northern vegetation inferred from long-term remote sensing data. *Environmental Research Letters*, 11: 084001.
- Pebesma E (2018). "Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data." *The R Journal*, 10(1), 439–446. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>.
- Rekdal, Y. 2005. Vegetasjon og beite kring Håmmålssfjellet. NIJOS-rapport 7/2005. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, Ås.
- Rickbeil, G.J.M., Hermosilla, T., Coops, N.C., White, J.C. & Wulder, M.A. 2017. Estimating changes in lichen mat volume through time and related effects on barren ground caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*) movement. *PLoS ONE* 12: e0172669.
- Riseth, J.Å., Tømmervik, H., Helander-Renvall, E., Labba, N., Johanson, C., Malnes, E., Bjerke, J.W., Jonasson, C., Pohjola, V., Sarri, L.E., Schanche, A. & Callaghan, T.V. 2011. Sámi TEK as a guide to science: Snow, ice and reindeer pasture facing climate change. *Polar Record* 47: 202-217.
- Skuncke, F. 1969. Reindeer Ecology and Management in Sweden. *Biological papers of the University of Alaska*, 8: 1-82.
- Stenbrenden, M., Angeloff, M. & Rekdal, Y. 2019. Vegetasjon og beite i Sålekinna Beitelag. NIBIO Rapport 5,45. Norsk institutt for bioøkonomi, Ås.
- Storeheier, P.V., Mathiesen, S.D., Tyler, N.J.C. & Olsen, M.A. 2002a. Nutritive values of terricolous lichens for reindeer in winter. *Lichenologist* 34: 247-257.
- Storeheier, P.V., Mathiesen, S.D., Tyler, N.J.C., Schjelderup, I. & Olsen, M.A. 2002b. Utilization of nitrogen and mineral-rich vascular forage plants by reindeer in winter. *Journal of Agricultural Science* 139: 151-160.
- Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ.* 8 127–50.
- Tømmervik, H., & Lauknes, I. 1987. Mapping of reindeer ranges in the Kautokeino area, northern Norway, by use of Landsat 5/TM data. *Rangifer* 2: 2-14.
- Tømmervik, H. & Johansen, B. 1992. Miljøundersøkelser i Elgå reinbeitedistrikt – vegetasjonskart med beitevurderinger. Forskningsstiftelsen ved Universitetet i Tromsø- FORUT IT 2014/1-92., Tromsø.
- Tømmervik, H., Høgda, K.A., & Solheim, I. 2003. Monitoring vegetation changes in Pasvik (Norway) and Pechenga in Kola Peninsula (Russia) using multi-temporal Landsat MSS/TM data. *Remote Sensing of Environment*, 85, 370-388.
- Tømmervik, H. 2005. Estimation of carrying capacity for wild reindeer in Norway by means of the Normalised Difference Snow Index (NDSI). *Proceedings of SPIE* 5976: 597612.
- Tømmervik H. & Riseth J. Å. 2011. Historiske tamreintall i Norge fra 1800-tallet fram til i dag. NINA Rapport 672.
- Tømmervik, H., Bjerke, J.W., Gaare, E., Johansen, B. & Thannheiser, D. 2012. Rapid recovery of recently overexploited winter grazing pastures for reindeer in northern. *Fungal Ecology* 5: 3-15.
- Tømmervik, H., Bjerke, J.W., Laustsen, K., Johansen, B. & Karlsen, S.R. 2014. Overvåking av vinterbeiter i Indre Finnmark 2013. Resultater fra feltrutene. NINA Rapport 1066.
- Villmo, L. 1979. Hva tåler områdene av beiting? *Reindriftnytt* 1: 3-10.

Villmo, L. 1982. Middeltall for bruttoavkastning (reinbeiter). 10s. Upublisert notat, Tromsø.

Vorren, Ø. 1962. Finnmarkssamenes nomadisme. I og II, Oslo: Universitetsforlaget.

Warenberg, K. 1982. Reindeer forage plants in the early grazing season. Growth and nutritional content in relation to climatic conditions. Acta Phytogeographica Suecica 70. Svenska växtgeografiska sällskapet, Uppsala.

Åhman B., Finstad, G.L. & Josefsen, T.D. 2019. Feeding and associated health problems. I: Tryland, M & Kutz, S. J. (red.): Reindeer and caribou: health and disease, s. 135-156. CRC Press, Boca Raton.

Progamvarepakker

ENVI 5.6 2020

<https://CRAN.R-project.org/package=raster>

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 sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-4724-5

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger