

## Kartlegging av reinbeiter i Forollhogna villreinområde

Hans Tømmervik

Leif Kastdalen

Guril Bergersen

Trond Brobakk

Eldar Gaare

Dagrun Vikhamar

Einar Lieng



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

**NINA** Norsk institutt for naturforskning

# Kartlegging av reinbeiter i Forollhogna villreinområde

Hans Tømmervik

Leif Kastdalen

Guril Bergersen

Trond Brøbak

Eldar Gaare

Dagrun Vikhamar

Einar Lieng

## NINA publikasjoner

### NINA utgir følgende faste publikasjoner:

#### NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

#### NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utrednings-prosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

#### NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra instituttets prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

#### NINA Temahefte

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

#### NINA Fakta

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Tømmervik, H., Kastdalen, L., Bergersen, G., E. Gaare, Vikhamar, D. Brobakk, T., og Lieng, E. 2003. Kartlegging av reinbeiter i Forollhogna villreinområde. NINA Oppdragsmelding 819. 32pp.

Tromsø, 15 desember 2003

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1451-2

Rettighetshaver ©:

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Hans Tømmervik

NINA

Ansvarlig kvalitetssikrer:

Sidsel Grønvik

NINA

Design og layout:

Ingrid Brandslet, Kommunikasjonsseksjonen NINA

Fotografer omslag:

Per Jordhøy, Knut Kringstad og Børre Dervo, NINA

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

<http://www.nina.no>

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 18526000

Ansvarlig signatur:



Forskningsdirektør

Oppdragsgiver:

Forollhogna villreinområde

Direktoratet for naturforvaltning

Norsk Romsenter (SatNat)

## Referat

SatNat-prosjektet ble formelt etablert som et samarbeidsprosjekt mellom Direktoratet for naturforvaltning og Norsk Romsenter den 12. februar 2001. Prosjektet omhandler bruken av satellittdata i naturforvaltning, og er delt opp i 9 delprosjekter. Delprosjekt 5 omhandler Satellittdata i driftsplanarbeid for hjortevilt og småvilt, og planen for dette delprosjektet var at villreinområdene på Hardangervidda samt leveområdene for lirype i Forollhogna skulle kartlegges. Etter initiativ fra Forollhogna Villreinutvalg ble arbeidet i Forollhogna utvidet til å omfatte både lirype og villrein. Denne rapporten omhandler kartleggingen av beiteene for villrein i Forollhogna. I SatNat-prosjektet ble det tatt i bruk ny metodikk når det gjelder kartlegging av naturen ved hjelp av fjernmåling. Blant annet ble professor Dana Slaymaker fra Universitetet i Massachusetts (Amherst, USA) hentet til Norge for å gjøre detaljerte opptak med digitale videokamera i fly. Dermed var det mulig å innhente langt flere bakkesannheter (kunnskap om den faktiske situasjon på bakken) enn ved tradisjonell feltmetodikk. Våre resultater fra Forollhogna så langt viser at Duncan-bildene egner seg godt til visuell klassifikasjon av vegetasjonstyper i Forollhogna. Duncan-bildene egner seg også meget godt som grunnlag for utplukking av feltpunkter for klassifikasjon og beregninger av den tematiske nøyaktighet av satellittbilder. Antall feltpunkter med bakkesannheter kan dermed økes betydelig i forhold til det vanlig feltarbeid kan gi. Den totale nøyaktigheten for vegetasjonskartet (36 klasser) ble beregnet til 89% for hovedtypene av vegetasjon (rabber, heier, snøleier etc.).

En ny metode for kartlegging av tilgjengelige vinterbeiter ble også utprøvd. Her brukte vi et normalisert snøindeksbilde (NDSI) basert på en satellittscene fra 19. mai 2002 for å maskere ut områder med tynt eller intet snødekke sent på vinteren og i kalvingsperioden. Vi brukte denne "masken" for å trekke ut de områdene som er mest tilgjengelig gjennom vinteren. Denne metoden er lovende og vil være viktig i et framtidig vinterklima med mer snø og hyppigere frekvens av "vinterregn", som kan føre til dårligere tilgjengelighet av vinterbeitene.

Resultatene fra studien viser at lavbeitene er i en svært god tilstand og det er liten forskjell på aktuell lavdekning og potensiell lavdekning av viktige beitelav for reinen (kvitkrull, reinlav og gulskinn) innenfor villreinområdet. Arealet av slitte lavbeiter utgjorde bare 3 % (ca. 30 km<sup>2</sup>) av all lavmark innenfor villreinområdet. Tilstanden på lavbeitene er dermed meget god i Forollhogna. Vinterbeitekapasiteten for villreinområdet er anslått til å være i overkant av 2000 rein (vinterbestand). Sommerbeitekapasiteten er anslått til å være ca. 4400 rein (voksne dyr), men trekker man fra antall sauer som beiter i området så ligger sommerbeitekapasiteten på mellom 2000 -2500 rein (voksne dyr), og da kommer sommerens kalver i tillegg. Dette er noe høyere enn det aktuelle reintallet innenfor villreinområdet i dag (17-1800 dyr), og vi anbefaler at bestanden økes til cirka 2000 dyr.

## Abstract

The SatNat project was formally started as a co-operation project between The Norwegian Directorate for Nature Management and The Norwegian Space Centre at 12<sup>th</sup> February 2001. The SatNat project deals with use of earth observation data in nature management, and is divided in 9 sub-projects. Sub-project No. 5 deals with use of earth observation data in management of ungulates and small game. After initiative from the board of Forollhogna Reindeer Area, the project in this area was extended to include ptarmigan and wild reindeer. This study reports the methods used and the results from the mapping of the reindeer ranges only. In the SatNat project new and novel methods were developed and used in mapping of the reindeer ranges. Landsat 7 ETM and IRS 1C satellite imageries were used in the mapping. The spatial resolution of the IRS 1C data was enhanced to 5 meter by merging the panchromatic and the multi-spectral bands together. Airborne digital video and still image cameras (Duncan) were used in order to reduce the field work needed for interpretation and accuracy assessments of earth observation data (Landsat 7 ETM+ and IRS 1C data). Professor Dana Slaymaker from University of Massachusetts at Amherst conducted the acquirement campaign of these data. Results and the experience using this type of near surface remote sensing was very encouraging and visual interpretation and accuracy assessments were improved using this type of data. The overall accuracy of the vegetation map (36 classes) is estimated to 89 % for the main categories of vegetation (heaths, snowbeds etc.).

A "new" method for mapping of the accessible winter pastures was also developed and tested in this project. Our assumption is that the areas without or with thin snow cover late in the winter and in the calving period is the most accessible winter pastures during the whole winter period. We used a normalized snow index image based on a Landsat ETM+ image acquired on 19<sup>th</sup> of May 2002 in order to mask these areas. Vegetation types within the masked areas were classified, and these data were used to estimate the reindeer capacity.

The main results from this study show that the condition of the winter ranges is very good, and that the difference between the potential and the actual cover of the eatable lichens (*Cladonia* sp. and *Cetraria nivalis*) is very small. The area of worn winter ranges was estimated to be only 3 % (c. 30 km<sup>2</sup>). The winter capacity for wild reindeer in Forollhogna was estimated to be more than 2000 reindeer while the potential summer capacity was estimated to more than 4400 reindeer (adults), but taken the number of sheep grazing in the area the actual summer capacity for reindeer is reduced to 2000- 2500 reindeer. Based on this study, we recommend a slight increase of the number of reindeer from the actual population level of 17-1800 reindeer to circa 2000 reindeer.

## Forord

Norsk Romsenter (NRS) og Direktoratet for naturforvaltning (DN) etablerte i februar 2001 prosjektet SatNat, et 5-årig prosjekt for å utvikle produkter og produksjonsgang for bruk av satellittdata for ulike oppgaver innen naturforvaltning. Siden satellittdata fanger opp arealinformasjon for store områder kan en rekke ulike anvendelser tenkes og mange brukergrupper være aktuelle. Det var derfor ønskelig å etablere egne delprosjekt for en mer hensiktsmessig avgrensning av problemstillinger og aktører. Et eget delprosjekt (5) rettet mot anvendelser innen utmarksbaserte næringer ble satt i gang. Tanken her var at rettighetshavere og rettighetshaverorganisasjoner innen landbruk/utmarkssektoren skulle være aktive prosjekteiere i et samarbeid med offentlige instanser innen natur- og utmarksforvaltning. Man valgte ut Hardangervidda og Forollhogna som prøveområder. I Forollhogna var det først planlagt å kartlegge kvaliteten på leveområdene til lirypa, men etter initiativ fra Forollhogna Villreinutvalg ble arbeidet her utvidet til å omfatte både lirype og villrein. Forollhogna Villreinutvalg hadde et behov for en oppdatering av status når det gjaldt tilstanden av beitene for villrein, og har derfor finansiert deler av arbeidet. I tillegg har DN, NRS og NINA finansiert arbeidet. Da dette har vært et prøveprosjekt med utprøving av nye metoder og ny teknologi, så har arbeidet med analysene og rapporteringen tatt uforholdsmessig lang tid. Vi beklager dette, men nå har vi fått utviklet en metodikk som kan brukes andre steder i landet.

Tromsø, 14. april

Hans Tømmervik  
prosjektleder

# Innhold

Referat .....	3
Abstract .....	4
Forord .....	5
Innhold .....	6
1 Innledning .....	7
2 Områdebeskrivelse .....	8
3 Fjernmåling .....	9
Jordobservasjonssatellitter .....	9
Flybårne sensorer for innsamling av referansedata .....	9
4 Metoder og data .....	11
4.1 Bildeopptak .....	11
4.2 Bildebehandling .....	11
4.2.1 Geometrisk forbedring .....	12
4.2.2 Radiometrisk forbedring .....	12
4.2.3 Kartdata .....	12
4.3 Klassifikasjon av satellitt- og flybilder .....	12
4.3.1 Klassifikasjon - Automatiserte metoder .....	12
4.4 Bortmaskering av arealer som har lite eller ikke noe snø .....	13
4.5 Feltverifikasjon av vegetasjonskartet og flybildene .....	13
4.6 Nøyaktighetstest av vegetasjonskartet .....	13
4.7 Reinbeitekapasitet .....	13
5 Resultater .....	14
5.1 Feltarbeid .....	14
5.2 Feltnmålinger av lav og vier .....	14
5.3 Arealfordeling av lavbeitetyper og andre vegetasjonstyper .....	15
5.4 Vegetasjonstyper i Forollhogna relatert til reinbeiter .....	19
5.4.1 Rabbevegetasjon .....	19
5.4.2 Lesidevegetasjon .....	19
5.4.3 Myrvegetasjon .....	20
5.4.4 Snøleievegetasjon .....	21
5.5 Tilstanden til lavbeitet i de ulike deler av villreinområdet .....	21
5.6 Nøyaktighetstest av vegetasjonskartet .....	21
6 Reinbeitekapasitet .....	23
6.1 Produksjon i lavbeitene .....	23
6.2 Gaare-Skogland-metoden .....	23
6.3 Vinterbeitekapasitet .....	24
6.4 Sommerbeitekapasitet .....	25
6.5 Total beitekapasitet .....	25
7 Diskusjon .....	27
Lavbeitetilstanden i Forollhogna .....	27
Reinbeitekapasitet .....	27
8 Konklusjoner .....	28
Referanser .....	29
Vedelgg 1 .....	31
Vedelgg 2 .....	32

# 1 Innledning

SatNat-prosjektet ble formelt etablert som et samarbeidsprosjekt mellom Direktoratet for naturforvaltning og Norsk Romsenter den 12. februar 2001. Prosjektet omhandler bruken av satellittdata i naturforvaltning, og er delt opp i 9 delprosjekt. Delprosjekt 5 omhandler Satellittdata i driftsplanarbeid for hjortevilt og småvilt. I SatNat-prosjektet ble det tatt i bruk ny metodikk når det gjelder kartlegging av naturen ved hjelp av fjernmåling. Blant annet ble professor Dana Slaymaker fra Massachusetts (USA) hentet til Norge for å gjøre detaljerte opptak med digitale videokamera i fly. Dermed var det mulig å innhente langt flere bakkesannheter (kunnskap om den faktiske situasjon på bakken) enn ved tradisjonell feltmetodikk.

*Et formål med denne delen av SatNat-prosjektet var å undersøke egnetheten i å bruke høyoppløselige digitale flyfoto som tilleggsinformasjon til feltkontroller. Dette gjaldt både for å klassifisere vegetasjonstyper basert på satellittdata og for å kvantifisere tilstand og dekning av lavbærende vegetasjon.*

I delprosjekt 5 ble det 25. april 2001 arrangert et møte med ulike rettighetsorganisasjoner på nasjonalt plan (se vedlagte møtereferat) for å diskutere aktuelle problemstillinger og studieområder. Der ble det vedtatt å etablere en arbeidsgruppe for å jobbe fram en detaljert prosjektbeskrivelse for årene 2002-2005. I tillegg ble det vedtatt å satse på en start i to områder i 2001. Hardangervidda ble valgt som et område med fokus på villreinproblematikk, og Forollhogna som et annet med fokus på lirype. Etter initiativ fra Forollhogna Villreinutvalg, om også å foreta en beitekartlegging med tanke på villrein, ble arbeidet i Forollhogna utvidet til å omfatte både lirype og villrein. Denne rapporten omhandler arbeidet i forhold til beiteressurskartlegging av villrein i Forollhogna.

Følgende målsetting ble satt opp:

1. Utarbeide et reinbeitekart over Forollhogna villreinområde som viser både tilstand og biomasse (antall kg/da) i de lavbærende vegetasjonstyper.
2. Produsere en rapport som bl.a. inneholder data om fordelingen av de ulike beitetyper og beregninger av den nåværende biomasse i de lavbærende typer i området, samt beregninger av biomassen for grønnbeitetypene i form av forenheter (ffe) innenfor villreinområdet.

Rapporten skal også inneholde analyser over tilstanden på lavbeitet over hele villreinsområdet, og en utregning av aktuell reinbeitekapasitet i villreinområdet fordelt på både sommer og vinterbeitekapasitet. Kapasitetsestimater er tidligere gjort på basis av punkttaksering av lavdekning og slitasjegrاد, Gaare og Hansson (1975) og Gaare og Eriksson (1980). Vi vil sammenligne med de anslag på beitekapasiteten vi gjør her med disse rapportene.

*Deler av dette arbeidet som omfatter feltarbeid og analyser er slutført av student Guril Bergersen og ble levert som en hovedoppgave (Bergersen 2003) ved Høgskolen i Telemark våren 2003.*



## 2 Områdebeskrivelse

Forollhogna villreinområde ligger på fylkesgrensa mellom Hedmark og Sør-Trøndelag og dekker deler av kommunene Tynset, Tolga og Os på Hedmark-siden og Rennebu, Midtre Gauldal og Holtålen i Trøndelag (Figur 1). Størrelsen på området strekker seg over ca 1800 km<sup>2</sup> hvorav ca 1650 km<sup>2</sup> er snaufjell. Tregrensa ligger i sør på mellom 900 og 1000 moh mens i nordlige områder ligger den på bare 750-800 moh. Dette skyldes påvirkning fra kystklimaet i Trøndelag (Ødegård 1992).

Området består av lange slake vidder som er lette å gå i og som er godt tilgjengelige for folk til fots. Som et naturlig midtpunkt i området ligger den 1332 moh høye toppen Forollhogna. I fjellområdet er det et rikt dyreliv og lange tradisjoner for jakt og fiske. I dalene under tregrensa er det fremdeles seterdrift med hovedsakelig ku, som danner et vakkert kulturlandskap. Sauene slippes ut på beite i seterdalene og disse trekker ofte opp i fjellet utover sommeren.

Geologisk sett ligger villreinområdet på Guladekket som er en del av Trondheimsdekkekomplekset. Dette gir en berggrunn med dominans av kvartsglimmerskifre med kalkspat, aktionolitt, klinozoisitt og diopsid. Kvartsglimmerskifre med kalkspat er lett nedbrytbart og gir mye kalk i jorda noe som gir grunnlaget for den rike vegetasjonen i Forollhogna. Området er dekket av tynt og stedvis usammenhengende morenedekke, men i dalsidene og ned mot bebyggelsen blir morenedekket tykkere. I de største dalbunnene ligger det breelavsetninger (Ødegård 1992).

Klima varierer med preg av kystklima i nord og nordvest og innlandsklima i sør/sørøst. Både temperatur og nedbør varierer, med vintertemperaturer ned i under -30°C og sommertemperatur over 25°C i sørlige områder. De nordlige områdene har sjelden vintertemperatur under -20°C og sommertemperatur over 20°C. Nedbøren varierer også mye med laveste årsnedbør på Tynset og i Dalsbygda med henholdsvis 400 og 500 mm, mens Støren og Rennebu topper statistikken med mellom 800 og 900 mm nedbør i året. (Ødegård 1992). I sør er klimaet subkontinentalt, i nord suboseanisk. Det er spesielt om vinteren klimaet kan skape problemer for reinen. Snøens mengde, konsistens og fordeling vil ha en stor innvirkning på reinens tilgjengelige matforråd om vinteren.

Vegetasjonen i området er rik med høy produktivitet. Området ligger for det meste i vegetasjonssonene nordboreal og lavalpin sone. Det er ikke innslag av høyalpin sone i Forollhogna (Moen 1998). I den lavalpine sonen er vegetasjonen dominert av myr, vierkratt og lavrabber.

Forollhogna er kjent for å være landets mest produktive villreinområde. Her har villreinen god kondisjon og høy slaktevekt. I følge Driftsplanen for Forollhogna Villreinområde 2001-2005 har individene følgende gjennomsnittslaktevekt (1990-2000):

- Storbukk: 84.4 kg
- Simle : 38.7 kg
- Kalv : ca 24 kg (litt forskjell på kjønnene).

Området har tradisjoner for villreinjakt siden 1956 og stammen holdes stabil på 1700-1800 dyr. På grunn av lett terreng, forholdsvis lettjakta rein og god organisering er fellingsprosenten meget høy. Når samtidig den naturlige dødeligheten er lav i området, gir det muligheten til å drive villreinforvaltningen og fastsette kvoter ut fra et godt datagrunnlag (Villreinutvalget 2001). Beitene har to ganger tidligere vært taksert fra fly (Gaare og Hansson 1975, Gaare og Eriksson 1981). En kartlegging av beitene i området vil ytterligere øke sikkerheten i de avgjørelser forvaltningen foretar.

Den 21.12.2001 vedtok Stortinget å opprette nasjonalpark i villreinområdet. Nasjonalparken heter Forollhogna Nasjonalpark og er tilgrenset med 8 landskapsvernområder. Disse ligger hovedsakelig i seterdalene.

## 3 Fjernmåling

### Jordobservasjonssatellitter

De jordobservasjonssatellittene som er mest aktuelle for bruk i utmarksbaserte problemstillinger, vil først og fremst være satellitter som registrerer refleksjon innen den synlige delen av spekteret og den infrarøde/termiske delen.

Muligheten for visuelt å identifisere arealer og objekter øker med bedret romlig oppløsning. For automatiserte prosesser er det ikke nødvendigvis slik. Høyoppløselige satellittdata inneholder mye skyggeeffekter som gjør bildene vanskelig å tolke med automatiserte metoder (maskinbasert). I større piksler utviskes skygger. Landsat-data som har høy spektral oppløsning, kan dermed være godt egnet til å identifisere arealtyper ved automatisert behandling.

Når det gjelder valg av satellitter for kartlegging av naturressurser er det tre viktige faktorer foruten om pris: bredden på den stripen satellitten dekker i hvert opptak, oppløsning på bakken og satellittens spektrale oppløsning (Tabell 1).

**Tabell 1.** Noen data for aktuelle jordobservasjonssatellitter. Der to tall er benyttet i tabellen gjelder det først data for multispektral og det siste for pankromatisk sensor. Står det kun ett tall gjelder det for begge sensorer.

Satellitter i bane	År start på datafangst	Opptaksbredde (km)	Spektral oppløsning (antall bånd)	Bakkeoppløsning (m)	Tilgjengelige data i Norge de siste 3 år
Landsat5	1984	180	6	30	ca 30-40%, <sup>1)</sup>
Landsat7	1999	180	6	30/15	Hele landet <sup>2)</sup>
SPOT4	1996	60	4	20/10	Noen få scener
IRS 1C/1D <sup>3)</sup>	1996/1998	140/70	3	23/5,8	ca 40-50% <sup>4)</sup>
IKONOS	2000	11	4	4/1	ca 10 scener
Quickbird	2002	16,5	4	2,4/0,6	Mange
EROS	2001	12,5	1	1,8	3 scener
SPOT5	2002	60	4	10/2,5	8 scener

<sup>1)</sup> Mange eldre scener finnes tilgjengelig i arkiv.

<sup>2)</sup> Landsat 7 er i delvis i ustand sommer/høst 2003. Landsat 5 har begynt å kartlegge igjen.

<sup>3)</sup> IRS 1C har kun 6-bits billedata. Dette er noe dårligere enn de andre satellittene som har 8 eller 11 bits data.

<sup>4)</sup> IRS gjør få opptak over Nord-Norge.

### Flybårne sensorer for innsamling av referansedata

Visuell tolkning av et flybilde med høy romlig oppløsning kan også benyttes til å hente inn nødvendige referansedata til bruk i klassifikasjon av satellittdata. Når data innhentes i en hastighet av ca 200 km/t, kan svært store arealer bli dekt på en dag. Egnet kamerautstyr kan monteres på vanlige småfly som ellers er i bruk til andre formål. Dermed blir flykostnaden holdt på et rimelig nivå (Schultz et al. 1999).

En slik løsning ble prøvd ut sommeren 2001. Opptak ble da gjort fra fly over Hardangervidda, Forollhogna, samt deler av Sør-Trøndelag og i Østfold. Her ble det benyttet to typer digitale kamera og et videokamera montert på siden av et vanlig småfly. Det ene kameraet var et vanlig digitalt stillbildekamera med høy oppløsning (KODAK DC-760 med 6 mill. pikslers CCD-sensor). Ved å fly 1 km over bakken dekket kameraet en stripe på ca 800 meter med en bakkeoppløsning på 20 cm. Det andre kameraet var et industrikamera (Duncantech MS-3100 med 1,3 mill pikslers CCD-sensor) som samtidig tok bilder både i vanlig farger og infrarødt. Et

slikt 4-kanals bilde fanger opp omtrent den samme spektrale informasjonen som flere av dagens jordobservasjonssatellitter. Med registreringer også i den infrarøde delen av spekteret, er vegetasjonsmessige forhold lettere å tolke i disse bildene kontra vanlige fargebilder. Ulempen med dette industrikameraet var lavere oppløsning. Ved å opprettholde en bakkeoppløsning på 20 cm ble bildebredde redusert til ca 250 meter. Disse to kameraene ga svært detaljerte bilder og gode muligheter til identifikasjon av vegetasjon.

Ved å koble sammen kameraene med data fra GPS og et instrument som måler flyets helning i forhold til terrenget (INS), kan bildene geo-refereres relativt nøyaktig. Og dermed hentes fram i et GIS program. Det vil også med denne tilnærmingen til innhenting av bakkesannheter\* bli en fase med feltregistreringer for å utvikle en bestemmelsesnøkkel. Deretter blir det å bruke denne nøkkelen til å supplere feltregistreringen med langt flere datapunkter.

## 4 Metoder og data

### 4.1 Bildeopptak

I dette prosjektet har vi brukt følgende bildedata:

IRS-1C data (satellittbilde) fra Forollhogna oppskarpet fra multispektral oppløsning på 23 meter (pikselstørrelse) til en romlig oppløsning på 5 meter. Alle data foreligger i koordinatsystem WGS 84 UTM sone 32. Tabell 3 viser satellittdata brukt i undersøkelsen .

Landsat 7 ETM+ data fra Forollhogna har en romlig oppløsning på 30 meter (multispektralt) og 15 meter pankromatisk og er fra samme dag. Alle data foreligger i koordinatsystem WGS 84 UTM sone 32. I Tabell 3 viser satellittdata brukt i undersøkelsen.

Digitale flybilder tatt med et 4 bånd kamera fra Duncantech (heretter kalt Duncanbilder). Ved opptak av disse bildene ble det fløyet i striper nord-sydgående og øst-vestgående striper med ca 10 km mellom linjene. Bildene ble tatt med opp 60% overlapp mellom hvert bilde. Med 4 bånd kan bildene fra det digitale Duncan-kameraet vises enten som i en båndkombinasjon 123 (infrarød) som rødt, grønt og blå eller 234 (naturlige farger). Bildene ble tatt opp 29. august 2001, og de har en bakkeoppløsning på 15-40 cm avhengig av flyhøyde over bakken (Tabell 3).

**Tabell 3.** Fjernmålingsdata brukt i undersøkelsen.

Scene	Romlig oppløsning	Bånd	Dato
IRS-1C LISS	23 m	1-4	6. august 1999
IRS-1C PAN	5.8 m	PAN	6. august 1999
Landsat 7	15 m	PAN	6. august 1999
Landsat 7	30 m	1-7	6. august 1999
Landsat 7	30 m	1-7	19. mai 2002
Duncan-kamera	0.15 – 0.40 m	1-4	29. august 2001

### 4.2 Bildebehandling

For å trekke ut informasjonsinnholdet ved visuell analyse ble først ulike bildebehandlingsmetoder anvendt. Disse var:

*Radiometrisk forbedring (kontraststrekking) og Geometrisk forbedring (kombinasjon av IRS-1C PAN og IRS-1C-LISS og Landsat 7 ETM+ (multispektralt og pankromatisk).*

Deretter ble de prosesserte bildene sammenlignet med eksisterende kart/karttema og andre satellittbilder (som Landsat ETM). Mulighetene til å trekke ut informasjon om relevante tema som veier, oppdrettsanlegg, endringer av dyrka mark etc. ble vurdert.

For å få en totalvurdering av satellittens potensiale til oppdatering av ulike karttema ble det til slutt implementert en kombinasjon av metodene i et GIS-system.

De prosesseringsmetoder som er brukt er standard bildebehandlings-teknikker, og de vil ikke bli gjennomgått i detalj. Vi henviser derfor til lærebøker som Gonzalez og Woods (1993) eller Richards (1994).

Produksjonen av satellittbildekart foregår ved først å rette opp bildet slik at det er i ønsket kartprojeksjon, deretter justere fargene og så smelte sammen et pankromatisk (svart-hvitt) bånd med data fra multispektrale bånd.

### 4.2.1 Geometrisk forbedring

For å få bildedataene i kartprojeksjonen UTM sone 32 og datum WGS84 ble benyttet en høydemodell og data Vbase (digital vegdatabase). Dette ble gjort på de pankromatiske og de mutlispektrale båndene hver for seg. Deretter ble de slått sammen for å få høyere oppløsning i bildet (5 meter pikselstørrelse). Arbeidet ble utført av Einar Lieng, tilknyttet SatNat-prosjektet.

### 4.2.2 Radiometrisk forbedring

For å øke kontrasten i bildet, og dermed lette den visuelle tolkningen, ble det forsøkt med histogramutjevning, Gausstilpassing og lineær strekking fra det aktuelle området til gråtoneområdet 0-255. Kontrastjusteringen medfører at vage forskjeller blir forsterket og lettere kan oppdages.

De fleste jordobservasjonssatellitter har to sensorer om bord, en sensor som avfotograferer bare i svart-hvit (pankromatisk) og en som leser lyset som reflekteres fra bakken i flere deler av lys-spekteret (multispektrale data). Vanligvis har den pankromatiske sensoren høyere romlig oppløsning enn den multispektrale. Ved å smelte disse to sammen opprettholdes fargeinformasjonen i de multispektrale bånd samtidig med at disse blir "skarpet opp". Slik får man et bilde med både farger og detaljer (Høgda et al. 1997).

### 4.2.3 Kartdata

I tillegg til satellittdataene er det benyttet data fra Statens Kartverks topografiske kartserie N50 og en digital terrengmodell som Lieng utviklet for området. Disse kartdataene (N50) er også blitt brukt til å forstå bratthet og helning. I tillegg er den digitale terrengmodellen blitt brukt i klassifikasjonen av fly- og satellittbildene.

## 4.3 Klassifikasjon av satellitt- og flybilder

### 4.3.1 Klassifikasjon - Automatiserte metoder

For klassifikasjon av satellittdata benyttes i dag to hovedprinsipper; visuell tolkning og automatisk klassifikasjon. Felles for begge er at det er behov for et stort antall punkter hvor tilstand på bakken er kjent. Slike referansedata eller bakkessannheter vil være nødvendig uansett om problemstillingen er inndeling i et antall arealklasser, beregning av biomasse eller skadeomfang. Det er i innhenting av slike data mye av feltarbeidet i forhold til bruk av satellittdata vil ligge. Dette kan være tidkrevende, men er det først gjort vil dataene kunne brukes i ulike sammenhenger og for andre områder enn der feltdataene ble innsamlet. Hvor langt unna områdene med referansedata en kan ekstrapolere et kartprodukt vil variere i hvert enkelt tilfelle. Tester må gjennomføres for å fastsette hvor allmenngyldige de beregnede transformasjoner mellom bakketilstand og satellittdata er (Tømmervik et al. 1998).

Satellittbildet ble klassifisert ved hjelp av en automatisk metode (ikke-styrt - klustrings algoritme) ved hjelp av ERDAS Imagine bildebehandlingssystem (ISODATA algoritmen). For klustring av satellittdataene, dvs inndeling i spektralt like klasser ble det valgt å sette antall klasser til 255. Dette gir hva en kaller et hyperklustret produkt, som det så gjelder å tilegne til ønskede informasjonsklasser. Hyperklustering er en metode som blir mer og mer vanlig i overvåkingsprogrammer med satellittbilder (Myers og Shelton 1998, Myers et. al. 1999). Hyperklustering plukker opp mer av variasjonen, men er langt mer tidkrevende å tilegne til informasjonsklasser (klasser med biologisk relevant informasjon) enn vanlig klustring på 30-60 klasser. For noen delutsnitt av IRS-1C og for Duncan-bildene ble det valgt en klustring til 30 kategorier. Landsat bildet ble klassifisert i 70 klasser og bare brukt under tolkningen og for kontroll i de områdene som var skyinfluerte på IRS-bildet.

Etter feltarbeidet ble bildebehandlings-systemet ERDAS ved NINA brukt til den videre tolkning av vegetasjonsklassene, ved at GPS punktene fra feltarbeidet ble sammenlignet med hvilken klasse feltene befant seg innenfor. Til slutt ble de ulike klassene sammenslått og fargelagt i mest mulig naturlige farger.

## 4.4 Bortmaskering av arealer som har lite eller ikke noe snø

En ny metode for kartlegging av tilgjengelige vinterbeiter ble utprøvd i prosjektet. Et snøkart ble avledet fra en Landsat ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) satellittscene fra 19. mai 2002. ETM+ scenen ble radiometrisk kalibrert til "at-satellite reflectance" (Markham and Barker, 1986). Snøkartet ble laget ved først å beregne en normalisert snøindeks for hvert piksel (Dozier, 1989):

$$\text{NDSI} = (\text{TM2}-\text{TM5})/(\text{TM2}+\text{TM5}).$$

NDSI er forkortelse for Normalized difference snow index. TM2 og TM5 er henholdsvis grønn og nærinfrarød kanal i Landsat TM (Thematic Mapper) sensoren. NDSI ble utviklet for Landsat TM, men Landsat ETM+ har omtrent identisk spektrale kanaler slik at NDSI er like god for denne sensoren også.

Snødekte og snøfrie områder ble deretter identifisert ved å terskle snøindeksbildet. Videre ble snøkartet brukt til å maskere ut områder med tynt eller intet snødekke på senvinteren og i kalvingsperioden. På en slik måte fungerte snøkartet som en maske for å trekke ut de områdene som er best tilgjengelige gjennom vinteren.

Denne metoden er lovende og vil være viktig i et framtidig vinterklima med mere snø og hyppigere frekvens av "vinterregn".

## 4.5 Feltverifikasjon av vegetasjonskartet og flybildene

Verifisering av vegetasjonsklassene på satellittbildet er basert på feltregistreringer i utvalgte målepunkter. Inndelingen i vegetasjonstyper følger håndboken "Vegetasjonstyper i Norge" (Fremstad 1997) og de koder som er gitt der (Fremstadkoder). Målepunktene ble fordelt innen villreinområdet delvis basert på en tidligere klassifisering av Landsat7-satellittdata sommeren 2000. I tillegg ble felt-registreringer foretatt på Duncan-bilder høsten 2001 etter følgende metode:

- A. **Feltkontroller uten flybilledata.** I felt ble fortrinnsvis store homogene flater oppsøkt, men også skifte/overganger i vegetasjonstyper ble registrert. For å finne det nøyaktige stedet man befant seg på i felt, ble det brukt geografisk posisjonsmåler (GPS; GARMIN-12XL). Registreringsfeltene var formet som et kors hvor senterruten var på 15x15 meter om med en ekstra rute i hver av himmelretningene (nord, syd, øst og vest). Rutene ble beskrevet med hensyn til vegetasjonstype, artsinnhold og utforming. I tillegg målte vi lavtykkelse, lavdekning, samt prosentdekning og høyde (m) på krattvegetasjon.
- B. **Feltkontroller med flybilledata.** På bildene som ble oppsøkt i felt ble det gjort målinger innen ruter på 1x1 meter. På hvert bilde ble fra 2-9 punkter registrert. I disse rutene ble vegetasjonstype registrert, samt lavdekning (%) og lavtykkelse (cm) målt. Både potensiell lavdekning (den lavdekningen som ville ha vært hvis ikke området hadde vært beitet av rein) og aktuell lavdekning notert.

## 4.6 Nøyaktighetstest av vegetasjonskartet

Vegetasjonskartet over Forollhogna som er vedlagt ble testet m.h.t. nøyaktighet både for grunnkartet i 255 klasser, og de sammenslåtte klassifikasjonene på henholdsvis 74 og 36 klasser. Felldata fra 224 GPS-registrerte punkter ble brukt i denne testen. Et "vindu" som besto av 3x3 piksler rundt GPS-punktet ble brukt i denne testen og var vegetasjonstypen registrert i felt representert innenfor dette vinduet ble det notert "treff".

## 4.7 Reinbeitekapasitet

Metoder når det gjelder beregning av reinbeitekapasitet er presentert i Kapittel 6.

## 5 Resultater

### 5.1 Feltarbeid

I alt ble 96 felter med 5 ruter i hvert felt registrert i år 2000. I år 2001 ble det registrert 91 feltruter på i alt 12 Duncan-bilder i felt. Vegetasjonen rundt feltene ble også beskrevet og delvis tegnet inn på bildene. I Tabell 4 presenterer vi gjennomsnittsdata mht. lavmålinger basert på 360 målinger fra ca. 80 felter (Tabell 4). I Tabell 5 presenterer vi gjennomsnittsdata mht. viermålinger basert på i alt 190 målinger fra 38 felter.

### 5.2 Feltmålinger av lav og vier

I Tabell 4 presenteres feltmålinger av lav fordelt på vegetasjonstyper. Disse målingene danner grunnlag for inndeling av kartenheter (lavtyper) i deknings- og tykkelsesklasser (lavhøyde). Resultatene viser at det er liten forskjell på aktuell lavdekning og potensiell lavdekning. I tillegg viser Tabell 4 at den gjennomsnittlige tykkelsen som varierte fra ca. 4 cm for R1b Greplyng-lav/moserabb til ca. 6.5 cm for R2a Kvitkrullrabb er meget tilfredsstillende innenfor villreinområdet. For greplyngrabbene (R1a) med lav så var laven en del beitet og vindslitt med en gjennomsnittlig tykkelse på 1,5 cm for den eksponerte typen og 2,5 for den mindre eksponerte typen. Disse målingene danner sammen med andre data grunnlaget for beregningene av reinbeitekapasiteten for villrein.

**Tabell 4.** Lavmålinger foretatt i Forollhogna 2000-2001. Tabellen viser gjennomsnittet av alle målinger. Standardavvik (SD) er presentert i rekken under gjennomsnittstallene

Vegetasjonstype Fremstadkoder	Potensiell lavdekning %	Aktuell lavdekning %	Tykkelse cm	Antall målinger
<b>R1a eksponert type</b>	30	17,5	1,5	5
SD	-	-	-	-
<b>R1a</b>	60	55	2,5	3
SD	-	-	-	-
<b>R1b</b>	71,5	49,6	3,9	65
SD	18,6	15,9	1,0	
<b>R2a</b>	78,2	70,0	6,5	225
SD	20,9	20,3	2,8	
<b>R2b</b>	75,0	65,0	4,5	3
SD	-	-	-	-
<b>S2a</b>	60	50	5,0	13
SD	18,5	15,5	2,5	
<b>S3a</b>	80	67,5	20	5
SD	-	-	-	-
<b>S3a Tuemark</b>	60	55	11,0	6
SD	-	-	-	-
<b>S3</b>	33,3	17,0	3,3	15
SD	4,7	14,4	1,9	
<b>S6a/S7a</b>	16,7	12,7	3,3	20
SD	10,4	8,7	0,6	

I Tabell 5 er presentert dekning og høyde for vier, dvergbjørk og bjørk. Disse målingene danner grunnlaget for inndelingen av vierklasser i vegetasjonskartet.

**Tabell 5.** Viermålinger foretatt i Forollhogna 2000-2001. Kolonnen Kratt er summen av vier, dvergbjørk og bjørk. Tabellen viser gjennomsnittet av alle målinger. Standardavvik (SD) er presentert i rekken under gjennomsnittstallene.

Vegetasjonstype	Kratt		Vier		Dvergbjørk		Bjørk		Einer		Antall
	%	h	%	h	%	h	%	H	%	h	
<b>K1d+L1</b>	36,1	0,4	19,3	0,4	16,8	0,3	-	-	12,5	0,4	<b>20</b>
<b>SD</b>	10,5	0,2	15,6	0,1	14,3	0,0	-	-	3,5	0,0	
<b>R1b</b>	15,0	0,2	-	-	15,0	0,2	-	-	-	-	<b>10</b>
<b>SD</b>	7,1	0,2	-	-	7,1	0,2	-	-	-	-	
<b>R2a</b>	40,1	0,4	18,8	0,5	21,3	0,4	-	-	6,5	0,6	<b>35</b>
<b>SD</b>	11,6	0,2	16,9	0,1	6,3	0,1	-	-	2,1	0,3	
<b>R2b</b>	15,0	0,4	5,0	0,4	10,0	0,4	-	-	5,0	0,5	<b>15</b>
<b>SD</b>	5,0	0,2	0,0	0,1	8,7	0,1	-	-			
<b>S2a</b>	60,6	0,2	11,3	0,2	44,8	0,2	4,5	0,5	22,5	1,0	<b>20</b>
<b>SD</b>	19,1	0,2	8,1	0,3	21,6	0,2	0,7	0,7	10,6	0,1	
<b>S3a</b>	79,0	0,4	15,0	0,5	60,0	0,4	4,0	0,7	22,5	1,0	<b>15</b>
<b>SD</b>	32,1	0,2	7,1	0,1	-	-	-	-	10,6	0,1	
<b>S6a</b>	69,6	0,5	38,3	0,6	26,3	0,4	5,0	1,1	20,0	0,8	<b>15</b>
<b>SD</b>	19,6	0,3	12,6	0,2	2,3	0,1			0,0	0,1	
<b>S7a</b>	78,0	1,0	47,0	1,0	21,0	0,4	10,0	2,5	1,0	1,0	<b>50</b>
<b>SD</b>	23,5	0,5	10,5	9,9	19,2	9,3	1,9	35,2	8,7	0,4	

### 5.3 Arealfordeling av lavbeitetyper og andre vegetasjonstyper

Kartene i vedlegg 1 og 2 viser vegetasjonskartet for villreinområdet. Dette kartet består 21 klasser og vi har valgt å bruke dette antallet klasser for å gjøre det enklere "å lese kartet". Vi har i foreliggende analyser imidlertid valgt å bruke henholdsvis 74 og 36 klasser. Tabell 6 viser arealfordelingen for hele området, mens tabell 7 viser arealfordelingen av de vegetasjonstyper som inneholder lav. Lavbeitetypene utgjorde 912 km<sup>2</sup>. Arealer med tynt snødekke er tatt med i kolonnen lengst til høyre. Tabell 7 viser også at lavbeitetypene kan deles inn i 28 underklasser m.h.t. dekning og tykkelse av lav.



**Tabell 6.** Arealandel og arealfordeling av de 74 vegetasjonskategorier som dataene fra IRS-1C satellitten ble klassifisert til.

Fremstad kode	Vegetasjonstype	Areal totalt		Areal med lite snødekke	
		Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
A1b	Bjørkeskog, krekling-lav	14,5	0,8	3,4	0,2
A4c	Blåbær-kekrlingskog, bjørk, glissen furu	5,9	0,3		
A4c	Blåbær-kekrlingskog, bjørk, glissen furu	0,2	0,0		
A4c	Blåbær-kekrlingskog, bjørk, glissen furu	7,5	0,4		
A4c	Blåbær-kekrlingskog, bjørk, glissen furu	4,1	0,2		
A4c	Blåbær-kekrlingskog, bjørk, glissen furu	4,6	0,3		
A4b	Blåbærskog, bjørk, glissen furu	1,2	0,1		
A4b	Blåbærbjørkeskog	17,1	0,9		
A4b	Blåbærskog, bjørk, glissen furu	9,2	0,5		
A4b	Tett bjørkeskog	3,1	0,2		
A4c	Blåbærskog, bjørk, glissen furu	7,7	0,4		
A4c	Blåbær-kekrlingbjørkeskog	25,2	1,4		
B2	Furu-bjørkeskog, (engtype-NIJOS)	4,3	0,2		
C2a	Engskog	2,2	0,1		
C2c	Lågurtbjørkeskog	13,7	0,8		
G3	G3-Sølvbunke eng	20,6	1,1		
G3	G3 Engsamfunn, åker ute av drift (sølvbunke)	1,4	0,1		
G5	G5- Finnskjegg-sauesvingeleng	10,6	0,6		
J2b	J2b Ombrotrof tuemyr	13,3	0,7		
J2b	J2b-Tuemark m/lav 10-25	34,9	1,9	11,2	0,6
K1d	K1d-Krattbevakst fattigmyr	48,1	2,7		
K2a	K2a-Fattig tuemyr	25,4	1,4		
K2a	K2a Tuvemyr m/lav	91,1	5,0	36,8	2,0
K3b	K3b Fattig fastmattemyr	42,9	2,4		
K4	K4 Fattig bløtmyr	1,6	0,1		
K4	Bløtmyr, strandsoner	13,6	0,7		
K4	Bløtmyr, strandsoner	0,3	0,0		
L1b	L1b-Krattbevakst intermediærmyr	22,2	1,2		
L2	L2-Intermediær fastmattemyr m/kratt	5,0	0,3		
L2	L2-Intermediær fastmattemyr	112,6	6,2		
L3	Intermediær bløtmyr	22,0	1,2		
M1b	M1b-Krattbevakst rikmyr	11,5	0,6		
M2	Middelsrik fastmattemyr m/kratt	5,2	0,3		
M2	Middelsrik fastmattemyr	58,5	3,2		
M3b	M3b-Ekstremrik fastmattemyr m/kratt	9,6	0,5		
M3b	M3b-Ekstremrik fastmattemyr	36,4	2,0		
O3d/K2	Stolpestarrmyr/tuemyr	1,4	0,1		
R1a	R1a-Greplynghei	7,4	0,4	0,9	0,1
R1a	R1a-Greplynghei-slitt	8,7	0,5	3,3	0,2
R1b	R1b-Greplyng-lav/moserabb	22,4	1,2	10,8	0,6
R1b	R1b Greplyng-lav/moserabb; gullskinn/rabbeskjegg	27,3	1,5	6,2	0,3
R1b	R1b-Greplyng-lav/moserabb	84,5	4,7	24,2	1,3
R2a	R2a-tuemark m/lav	8,6	0,5	3,5	0,2
R2a	R2a Dvergbjørk-kekrlingrabb; kvitkrulltype,	16,2	0,9	7,5	0,4
R2a	R2a Dvergbjørk-kekrlingrabb; kvitkrulltype	21,5	1,2	5,7	0,3

Fremstad kode	Vegetasjonstype	Areal totalt		Areal med lite snødekke	
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype;	11,5	0,6	2,9	0,2
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	5,3	0,3	1,6	0,1
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	61,8	3,4	20,8	1,1
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype-tuete	16,0	0,9	2,5	0,1
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype-tuete	15,4	0,8	5,1	0,3
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	37,1	2,0	13,2	0,7
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	118,6	6,5	25,9	1,4
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	95,4	5,3	13,9	0,8
R2a	R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	38,7	2,1	6,4	0,4
R2b	R2b-Dvergbjørk/kreklingrabb	10,5	0,6	3,4	0,2
R2b	R2b -Dvergbjørk/kreklingrabb, reinlav	38,3	2,1	12,4	0,7
R2b	R2b -Dvergbjørk/kreklingrabb, reinlav	9,7	0,5	3,6	0,2
R2b	R2b-Dvergbjørk/kreklingrabb	6,8	0,4	0,8	0,0
R3c	R3c-Reinrose-grasrabb	50,2	2,8	18,4	1,0
S2a	S2a-Einer-dvergbjørkhei m/lav	34,5	1,9	16	0,9
S3a	S3a-Blåbær-kreklinghei m/lav	52,1	2,9	17,4	1,0
S3a	S3a-Tuemark	23,3	1,3	11,5	0,6
S6a	S6a Fattig vierkratt/eng	61,3	3,4		
S7a	S7a Rikt vierkratt/høgstaudeeng	89,2	4,9		
T4	T4-Fattig snøleie/"snøleiemyr"	33,0	1,8		
T3/T6b	T6b-Polarvier snøleie/engsnøleier	44,3	2,4		
Va	Vatn	20,5	1,1		
Va	Elver, grunt vann	15,2	0,8		
Strandsone, (myrpytter, vatn)	Strandsone, (myrpytter, vatn)	8,9	0,5		
Åker i drift	Åker i drift	0,0	0,0		
	Slagskygger, skyskygger	1,1	0,1		
Impediment	Impediment, bart berg, grus, sand	9,4	0,5		
Snø,(R2a)	Skyer (lavhei tett dekning, damkrone)	0,4	0,0		
	<b>Totalt areal</b>	<b>1813,66</b>	<b>100</b>	<b>289,3</b>	<b>15,9</b>

**Tabell 7.** Arealfordeling av vinterbeitetyper. Klasser med slitasje er uthevet.

Vinterbeitetyper	Fremstad-typer	NIJOS	Lavdekning	Lavtykkelse	km <sup>2</sup>	% fordeling av lavmark	Slitt lavbeite
A1b Bjørkeskog, krekling-lav	A1b		75-100	50-60	14,5	1,6	
J2b-Tuemark m/lav 10-25	J2b	9a	10-25	50-60	34,9	3,8	
K2a Tuemyr m/lav	K2a	9a, 9c	10-25	90-100	91,1	10,0	
<b>R1a-Greplynghei (eksponert og slitt av beite)</b>	<b>R1a</b>	<b>1a</b>	<b>10-25</b>	<b>10-20</b>	<b>7,4</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8%</b>
R1a-Greplynghei	R1a	1a	50-60	20-30	8,7	1,0	
<b>R1b-Greplyng-lav/moserabb (slitt av beite)</b>	<b>R1b</b>	<b>1a</b>	<b>25-50</b>	<b>10-20</b>	<b>22,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5%</b>
R1b Greplyng-lav/moserabb; gullskinn/rabbeskjegg	R1b		25-50	30-40	27,3	3,0	
R1b-Greplyng-lav/moserabb	R1b	2cx,tuemark m/lav	>50	50-60	84,5	9,3	
R2a-Tuemark m/lav	R2a	9c	10-25	50-60	8,6	0,9	
<b>R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrull-reinlavtype (noe slitt av beite)</b>	<b>R2a</b>		<b>25-50</b>	<b>20-30</b>	<b>16,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8%</b>
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	R2a		25-50	30-40	21,5	2,4	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype;	R2a	9a	25-50	50-60	11,5	1,3	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	R2a		25-50	70-80	5,3	0,6	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	R2a	2cx,9a	>50	>50	61,8	6,8	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype-tuete	R2a		50-60	50-60	16,0	1,8	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype-tuete	R2a		50-60	90-100	15,4	1,7	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	R2a	9a+lav	60-75	20-30	37,1	4,1	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	R2a	2cx,9a	60-100	50-60	118,6	13,0	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	R2a	2cx	75-100	70-80	95,4	10,5	
R2a Dvergbjørk-kreklingrabb; kvitkrulltype	R2a		75-100	90-120	38,7	4,2	
R2b-Dvergbjørk/kreklingrabb	R2b		25-50	30-40	10,5	1,2	
R2b -Dvergbjørk/kreklingrabb, reinlav	R2b	2c	25-50	50-60	38,3	4,2	
R2b -Dvergbjørk/kreklingrabb, reinlav	R2b		60-75	100-120	9,7	1,1	
R2b-Dvergbjørk/kreklingrabb	R2b		75-100	70-80	6,8	0,7	
R3c-Reinrose-grasrabb	R3c	2d,9c,9a			50,2		
S2a-Einer-dvergbjørkhei m/lav	S2a		>50	>50	34,5	3,8	
S3a-Blåbær-kreklinghei m/lav	S3a		60-75	20	52,1	5,7	
S3a-Tuemark	S3a		50-60	100-120	23,3	2,6	
<b>Totalt</b>					<b>912,0</b>	<b>100,0</b>	<b>5,1%</b>

## 5.4 Vegetasjonstyper i Forollhogna relatert til reinbeiter

Alle vegetasjonstypene som ble funnet under registrering i Forollhogna står i Tabell 6. Her er en kort beskrivelse av de vanligste og viktigste vegetasjonstypene for rein i fjellet som ble registrert.

### 5.4.1 Rabbevegetasjon

Vegetasjon i fjellet på mark som mangler eller bare har et tynt eller ustabilt snødekke om vinteren. Plantene må kunne tåle mye vind, store temperaturforskjeller og lav jordfuktighet. Rabbene har lite artsmangfold og domineres av få arter. I Forollhogna er det 3 undertyper som går igjen:

#### **R1 Greplyng-lav/moserabb med R1b Lav-utforming:**

Denne undertypen finnes på de mest eksponerte rabbene med mindre enn 0,5m snødekke og domineres av gulskinn, rabbeskjegg og dvergbjørk. Dvergbjørka er lav og vokser mer langs bakken enn oppover. I Forollhogna er dekingen 15% og har en høyde på 0,2 m. (Tabell 5). Lavdekingen er 49,6% og har en tykkelse på 3,9cm (Tabell 4).

**R2 Dvergbjørk-kreklingrabb** finnes på litt mindre eksponert rabb. Typen må ha stabilt men tynt snødekke. Denne vegetasjonstypen er den viktigste for vinterbeite hos rein.

**R2a Kvitkrull-utforming** er den vanligste rabbevegetasjons-utformingen i Forollhogna. Den har et bunnsjikt som domineres av kvitkrull. Etter Tabell 4 er den aktuelle lavdekingen på mer enn 70% og en tykkelse på 6,5cm. Andre vekster i bunnsjikt og feltsjikt er et fåtall pga det tette lavdekket som gir dårlig vekstforhold for andre arter, men det er bla. innslag av tyttebær, rypebær og stivstarr foruten dvergbjørk, vier og noe einer. Krattvegetasjonen utgjør 40 % og har en gjennomsnittshøyde på 0,4m (Tabell 5).

**R2b Reinlav-utforming** er veldig lik R2a, men her er det grå og lys reinlav som dominerer isteden for kvitkrull (Fremstad 1997). I Forollhogna er gjennomsnittlig lavdeking på 65% for denne typen (med undertyper) og tykkelse på 4,5cm (Tabell 4). Det viste seg på vegetasjons registreringene at krattvegetasjonen (vier og dvergbjørk), hadde en lavere deking enn i R2a med 15%. Høyden var den samme med 0,4m (Tabell 5).

### 5.4.2 Lesidevegetasjon

Gruppen omfatter fjellvegetasjon som er bundet til steder med stabilt og forholdsvis tykt snødekke, men som smelter ut rimelig tidlig om våren/forsommeren. Snøsmelting sikrer god markfuktighet i store deler av vekstperioden. Lesidevegetasjon har generelt den største produksjonen.

**S2a Einer-dvergbjørkhei (fattig utforming)** er svært artsfattig og lite variert. Arter som dvergbjørk, einer, krekling, etasjemose og islandslav er typisk. Det ble ikke foretatt noen lavmålinger i vegetasjonstypen, men krattvegetasjonen utgjorde vel 60 % og hadde en høyde på 0,2m. Einer hadde en høyde på 1 m og en deking på 22,5% (Tabell 5). Dette er helt like tall med hensyn til utbredelsen av einer i neste vegetasjonstype (S3a). S2a og S3a er ganske like vegetasjonstyper.

**S3 Blåbær-blålynghei og kreklinghei med S3a** har tørr utforming og er en ganske vanlig vegetasjonstype i Forollhogna. Det er en artsfattig, lågvokst og lyngdominert vegetasjon. Moser og lav kan dominere bunnsjiktet. Laven ble målt til en deking på vel 20 % og en tykkelse på 3,3cm i Forollhogna (Tabell 4). Andre arter er: dvergbjørk, vier, blåbær, krekling, smyle, einer og sauesvingel. Krattvegetasjonen utgjør ca. 80% (deking) og har en høyde på 0,4m (Tabell 5).

**S3a Blåbær-kreklinghei (Tørr utforming).** Denne typen domineres ofte av blåbær, einer, krekling, dvergbjørk. Lavdekingen kan være stor (opp til 80%) mens tykkelsen varierer i våre målinger fra 1,5 cm -12 cm (Tabell 4).

**S6a Fattig høystaude-eng og –kratt (fattig utforming)** er en vegetasjonstype med dvergbjørk og vierkratt, og da spesielt lappvier som mengdeart. Krattvegetasjonen hadde en dekning på 69,6% og en gjennomsnittshøyde på 0,5m (Tabell 5). Vegetasjonstypen kan også inneholde åpne enger med lite næringskrevende urter og gras. Arter som smyle, fjellfiol og blåbær finnes. Men også einer dukker opp i denne fattige utformingen i motsetning til den neste vegetasjonstypen. I Forollhogna har denne utformingen en dekning på 20% og høyde på 0,8m (Tabell 5).

**S7a Rik høystaude-eng og –kratt (skogstorknebb-ballblom-utforming)** er en rikere utgave. Den er ganske lik S6a, men inneholder flere urter og gressarter som skogstorknebb, mjørdurt, ballblom og fjellkvann. Vier som sølvvier, ullvier, lappvier og grønnvier er typisk, og hadde en dekning på 47% og høyde på 1m. Det var også dvergbjørk i busksjiktet som utgjorde 21% og hadde en høyde på 0,4m (Tabell 5). S6a og S7a inneholder også litt lav. I Forollhogna ble denne målt til ca. 13 % med en tykkelse på 3,3cm (Tabell 4). (Fremstad 1997)

### 5.4.3 Myrvegetasjon

Gruppen omfatter fuktighetskrevende vegetasjon som danner torv. Myr deles inn i to hovedinndelinger: ombrotrof (myr som bare får tilført næring fra nedbøren) og minerotrof myr (som i tillegg til næring fra nedbøren også får mineraler fra sigevann).

**Ombrotrof tuemyr med Dvergbjørk-rusttorvmose-utforming J2b** var den eneste ombrotrofe myrformning som ble funnet i Forollhogna området, og da bare på noe få steder (Tabell 2 vedlegg). Resten av kontrollpunktene innenfor gruppen myr var minerotrof under gruppen Fattigmyrvegetasjon (K) og Intermediær myrvegetasjon (L). Fattigmyr er artsfattig, men har mineralvannindikatorer som ikke finnes i ombrotrof myr. Og dette gjør den litt mer artsrik enn gruppe J. Den domineres av grasaktige planter (starr etc.), vedaktige planter og torvmose-arter og har oftest pH 4-5 i myrvannet (Fremstad 1997). J2b Tuemark hadde lav som varierer fra 10-25% og lavtykkelsen er på 5-6 cm (Tabell 7).

**Skog-/krattbevakst fattigmyr (vier-utforming (K1d))** finnes oftest i kanter av store myrer, men kan også danne store sammenhengende arealer på flat eller svakt hellende mark. Feltsjikt domineres av graminider og/eller lyng. Bunnsjiktet er dominert av torvmosearter som bleiktorvmose og grantorvmose. Sølvvier, lappvier og dvergbjørk dominerer i busksjiktet. I Forollhogna har krattvegetasjonen en høyde på 0,4m og en dekning på 36,1% (Tabell 5).

**K2a Fattig tuemyr (Røsslyng-dvergbjørk-utforming)** er ikke klart skilt fra J2, en har forekomst av noen arter som indikerer minerotrofe forhold, som for eksempel slåttestarr og duskull. K2 er en gruppe med matte-løsbunnvegetasjon rundt lyngdominerte tuer. Den finnes ofte i myrkanter. Typiske mengdearter er røsslyng, rusttorvmose og dvergbjørk. En undertype av denne myrtypen (K2a Tuemyr) kom ut som egen klasse i satellittbildeklassifikasjonen og har en lavdekning som varierer fra 10-25% dekning. Tykkelsen er meget stor; 9-10 cm.

**K3b Fattig fastmattemyr (rundstarr-utforming)** finnes på store flater av bakkemyr eller flatmyr. Busksjikt varierer fra velutviklet til manglende. Ellers er feltsjiktet dominert av starrarter som slåttestarr, flaskestarr og rundstarr sammen med arter som duskull, torvull og blåtopp. Bunnsjiktet domineres av torvmose-arter som kjøtt-torvmose, vortetorvmose og rødtorvmose.

**Intermediær myrvegetasjon (mellomrik)** har de fleste arter som dukker opp i fattigmyr. Men har også innslag av arter som er typiske for rikmyr. pH i myrvannet ligger rundt 5-6.

**L1b Skog-/krattbevakst intermediær myr** finnes ofte på myr som oversvømmes i perioder. Busksjikt domineres av sølvvier og lappvier. I Forollhogna er dekningen på ca. 19 % og høyden på 0,4m (Tabell 5). Feltsjiktet er artsrikt med graminider som man finner i fattigmyr, men har innslag av stor myrfiol, myrsnelle og dvergjamne. Dette er arter som er mer basekrevende og som ikke opptre i fattigmyr. Bunnsjikt domineres av torvmoser, men har innslag av basekrevende arter som fagermose-arter og gullmose.

**L2 Intermediær fastmattemyr** er vanlig på bakkemyr. Typen domineres av graminider i feltsjikt og torvmoser i bunnsjikt, men typen kan ha forekomster av litt mer næringskrevende

bladmoser som for eksempel rødmakkmose. Mengdearter er pors, blåtopp, rome og småbjønnskjegg. (Fremstad 1997)

#### 5.4.4 Snøleivevegetasjon

Snøleivevegetasjon er vegetasjon i fjellet på steder med langvarig og stabilt snødekke som forsinker vekstperioden. Reinen utnytter dette og beiter friske skudd og planter etter hvert som snøleiene smelter fram. I Forollhogna finner man både museøresnøleier (T4), polarviersnøleier (T6), grassnøleier (T1), engsnøleier (T2/T3) og fattige mosesnøleier (T5). Bortsett fra mosesnøleiene er alle typene viktig proteinnæring for reinen

### 5.5 Tilstanden til lavbeitet i de ulike deler av villreinområdet

Resultatene fra beiteundersøkelsen viste at det var liten forskjell på aktuell lavdekning og potensiell lavdekning. I tillegg var den gjennomsnittlige tykkelsen for de dominante lavbeitetypene meget tilfredsstillende i hele villreinområdet. Arealet av slitt lavmark (lavtykkelse under 20 mm og redusert dekning) utgjorde bare 3.3 % (ca. 30 km<sup>2</sup>) av all lavmark innenfor villreinområdet, mens arealet av noe slitt lavmark (lavtykkelse 20-30 mm og lavdekning 25-50%) utgjorde 16 km<sup>2</sup> (1,8% av all lavmark). I noen områder kan det forekomme tråkkskader av sau, men disse områdene er svært små.

### 5.6 Nøyaktighetstest av vegetasjonskartet

Vegetasjonskartet over Forollhogna som er vedlagt (Vedlegg 1 og 2) ble testet m.h.t. nøyaktighet både for grunnkartet i 255 klasser, og de sammenslåtte klassifikasjonene på henholdsvis 74 og 36 klasser. Tabell 9 viser feilprosentene for vegetasjonstyper innenfor de ulike vegetasjonskategorier i Forollhogna relatert til grunnkartet i 255 klasser og to sammenslåtte klassifikasjoner (kartprodukter) på henholdsvis 74 klasser og 36 klasser. Den totale feilprosenten for vegetasjonskartet i 36 klasser var på 11,4% for type 1 feil, 19,5% for type 2 feil og 31,4% for type 3 feil. For de sammenslåtte hovedkategorier vegetasjon (f.eks: skog, myr, etc.) så var feilprosentene på 10,7% for type 1 feil, 17,4% for type 2 feil og 20,1% for type 3 feil. Lavrik vegetasjon ble klassifisert med små feilprosent for alle klassifikasjoner (255, 74 og 36 klasser), mens myrvegetasjon og snøleier viste de høyeste feilprosentene.

**Tabell 9.** Tabellen viser feilprosentene for vegetasjonstyper innenfor de ulike vegetasjonskategorier i Forollhogna relatert til grunnkartet i 255 klasser og to sammenslåtte klassifikasjoner (kartprodukter) på henholdsvis 74 klasser og 36 klasser. I tillegg er det tatt med feilprosent for de sammenslåtte vegetasjonskategorier (f.eks. alle skogtyper sammenslått) basert på 36 klassers kartet.

Vegetasjonstyper	255 klasser			74 klasser			36 klasser			Sammenslåtte klasser		
	Type 1 feil i %	Type 2 feil i %	Type 3 feil i %	Type 1 feil i %	Type 2 feil i %	Type 3 feil i %	Type 1 feil i %	Type 2 feil i %	Type 3 feil i %	Type 1 feil i %	Type 2 feil i %	Type 3 feil i %
Skog	0,0	22,2	22,2	0,0	22,2	22,2	0,0	20,0	40,0	0,0	0,0	0,0
Sølvbunkeeng	25,0	50,0	50,0	25,0	25,0	50,0	25,0	25,0	50,0	0,0	0,0	0,0
Fattigmyr	18,2	40,9	77,3	18,2	40,9	63,6	18,2	40,9	63,6	18,2	31,8	31,8
Rikmyr	28,6	33,3	61,9	23,8	33,3	57,1	23,8	33,3	57,1	23,8	33,3	33,3
Rabbevegetasjon	11,4	17,1	60,0	5,7	8,6	68,6	5,7	8,6	68,6	2,9	5,9	5,9
Lavrabber	4,2	4,2	16,9	0,0	4,3	21,4	0,0	4,3	11,4	0,0	4,3	4,3
Dvergbjørk-kreklinghei m/lav	22,2	38,9	77,8	22,2	38,9	83,3	16,7	38,9	61,1	11,1	22,2	38,9
Engvegetasjon i fjellet	20,0	28,0	52,0	20,0	24,0	48,0	20,0	24,0	52,0	20,0	24,0	36,0
Snøleievegetasjon	58,3	58,3	83,3	15,4	38,5	38,5	23,1	38,5	38,5	15,4	38,5	38,5
<b>Total feilprosent</b>	<b>17,0</b>	<b>24,6</b>	<b>49,1</b>	<b>11,4</b>	<b>19,5</b>	<b>48,2</b>	<b>11,4</b>	<b>19,5</b>	<b>31,4</b>	<b>10,7</b>	<b>17,4</b>	<b>20,1</b>
<b>Total nøyaktighet</b>	<b>83,0</b>	<b>75,4</b>	<b>50,9</b>	<b>88,6</b>	<b>80,5</b>	<b>51,8</b>	<b>88,6</b>	<b>80,5</b>	<b>68,6</b>	<b>89,3</b>	<b>82,6</b>	<b>79,9</b>
Antall kontrollpunkter	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224

*Type 1 feil:* Feil i hovedtype vegetasjon. Rabbevegetasjon, myrvegetasjon, snøleier etc.

*Type 2 feil:* Feil i vegetasjonstype. Eks R1 Greplyng-lav/moserabb.

*Type 3 feil:* Feil i vegetasjonstype ned til assosiasjonsnivå. Eksempel: R1a Greplyng-fjellpryutforming.

## 6 Reinbeitekapasitet

### 6.1 Produksjon i lavbeitene

Produksjonen av beitelav er rapportert i tidligere undersøkelser og rapporter (Andrejev 1954, 1971, Baraschkova 1961, Kärenlampi 1972, Dahle et al. 1999, Gaare et al. 1999). Beitelav vokser i løpet av en 20-25-års periode opp til ca 5 cm tykkelse. På en rute med full dekning (100% beitelav) kan det da være 50 dm<sup>3</sup>. Etterhvert som laven når denne tykkelse vil det dannes død lav ved bakken (nekromasse). Selv om totaltykkelsen ikke endres vil en mindre del etter hvert være levende lav (biomasse).

Reinens opptak av lav og andre vekster uttrykkes gjerne i førenheter eller i vekt, g eller kg. Lavinntaket er anslått ved ulike metoder og er ca. 2-2,5 kg tørrvekt per dag for en voksen rein. Lavforrådet i beitet er gjerne også uttrykt i vekt. Nå er det ikke lett å måle lavforrådet per m<sup>2</sup>, men liksom i skogbruket går vi veien om målinger som er enklere å utføre enn innsamling av planter med påfølgende veiing. Først beregner vi lavvolumet  $x$  (dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) på basis av dekningen av lav -  $d$  (%) og lavtykkelsen (lavhøyden),  $t$  (mm):

$$x = d * t * 0,01.$$

Fra undersøkelser på Dovrefjell (Norge) er ved regresjon beregnet følgende sammenheng mellom lavvolumet,  $x$  (dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) og lavmassen  $y$  (g tørrvekt/m<sup>2</sup>):

$$y = (22 \pm 1,5) * x,$$

med et 95% konfidensintervall og en forklaringsgrad på  $R^2 = 0,92$ .

Vi bruker bare gjennomsnittsverdien 22 og i våre beregninger. 50 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> svarer da til 1-1,2 kg tørr lav per m<sup>2</sup>. Når lav etablerer seg på sterkt beitede områder er den årlige tilvekst i forhold til stående masse ca 20% årlig. Etterhvert som laven vokser til avtar tilveksten. I en moden lavmatte på om lag 5 cm balanserer veksten i toppen den råtning som skjer ved basis. I dette stadium får vi derfor ingen økning av nyttbart beite. Den største, årlige tilvekst får vi ved om lag halvvekst lav, 25 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (500-600 g/m<sup>2</sup>), Andrejev (1954), Kärenlampi (1971), Gaare (1999). Tilveksten er da ca 10% eller ca 2,5 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (50-60 g/m<sup>2</sup>).

### 6.2 Gaare-Skogland-metoden

Metoden vi anvender for å anslå balansen mellom lavbeitets tilvekst og reinens forbruk i høst og vintersesongen er publisert i Gaare og Skogland (1980). Den baserer seg på at reinen i disse årstider først beiter lav om denne finnes. Hvis ikke reinen finner lav så erstatter den opptaket av lav med gras, starr og knopper av lyng og busker. Er lavtilgangen liten på grunn av tidligere beiteslitasje blir store deler av de lavførende plantesamfunn på rygger og rabber uten plantevekst, og i denne situasjonen kan selv en liten reinbestand holde lavbeitet nede. Modellen tar derfor bare utgangspunkt i lavressursenes årlige tilvekst,  $G(V)$  og hver enkelt reins årlige forbruk  $c(V)$ . I forbruket inngår både næringsopptak, spill og tråkkslitasje. Antall dyr i et vinterområde som balanserer forbruk av lav,  $H(V)$ , med denne tilveksten blir da:

$$H(V) = G(V) : c(V)$$

Den årlige lavtilvekst er avhengig av biomassen per arealenhet,  $V$ . På nedslitte beiter er prosenttilveksten over 20%, på fullvokste beiter er den avtatt til omtrent 0%. Det skyldes at fullvokst lav råtner ved basis like fort som den vokser til i toppen.

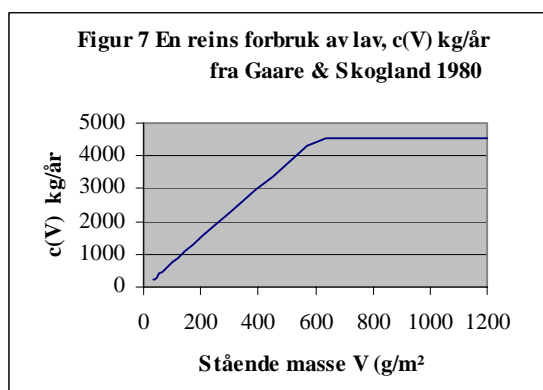
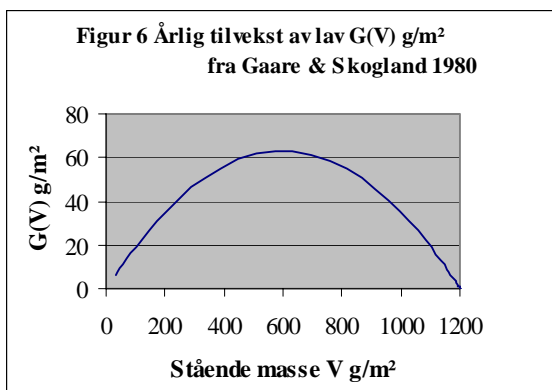
En fullvokst lavmatte på 100% dekning er ca 5-6 cm tykk (lavhøyde) og veier (tørrvekt) 1000 - 1200 g/m<sup>2</sup>. Størst avkastning per år og flate finner vi ved lavmengder rundt halvparten av det



som er mulig,  $G(V_{600}) = 600 \text{ g/m}^2$  (600 000 kg/km<sup>2</sup> ren lavmatte). Allerede ved vel  $300 \text{ g/m}^2$  (300 000 kg/km<sup>2</sup>) er den årlige tilvekst  $G(V_{300}) = 50 \text{ g/m}^2$  (50 000 kg/km<sup>2</sup>) (Figur 6). Den største årlige tilvekst av lav per arealenhet har en ved et **maksimal vekstnivå** på ca  $600 \text{ g/m}^2$ .

De pilotundersøkelser som er gjort (Gaare og Skogland 1980), viser at reinens årlige avsliting av lavdekket ved beiting, spill og tråkk,  $c(V)$ , er avhengig av den mengden som finnes. Omrent ved  $V = 600 \text{ g/m}^2$  er summen av forbruk (= inntak + spill + tråkk)  $c(V_{600}) = 4550 \text{ kg}$  per dyr og år. Ved en så rikelig tilgang på lav er spillet mer enn 10 ganger inntaket. Ved lavressurene mindre enn  $V = 600 \text{ g/m}^2$ , skalerer vi i modellen forbruket lineært mot null. Men vi vet lite om hvor rett denne skaleringen er. Når lavmattene er utbeita, har vi målt at det er ca  $30 \text{ g/m}^2$  lav igjen, både i villreinområder og i Finnmarks vinterområder. Det er en vanlig erfaring at det skal få rein til for å holde en nedslitt lavmatte nede. Reinens evne til å finne lav er stor og det får den følge at forbruket antakelig ligger godt over en slik lineær skalering av  $c(V)$ , fra  $c(V_{600}) = 4550 \text{ kg}$  per dyr og år til  $c(V_{30}) = 0 \text{ kg}$  per dyr (Figur 7).

En modellberegning av lavens vekst og nedsliting (beiting, tramp og annen slitasje) må suppleres med data om virkningen på dyret, som f.eks. kondisjon og reproduksjonsrate. Erfaringer viser at reinen blir stor i områder med rikelige beiter og mindre i områder med skrinne og slitte beiter. Vi gjorde en antakelse med hensyn til sammenhengen mellom reinens kondisjon og reproduksjonsrate i forhold til næringstilgang i form av lav. Det medførte at største avkastning per arealenhet av en reinstamme fikk vi når vi hadde en tetthet på  $14 \text{ rein/km}^2$ . Det svarer til at hver rein omsatte den årlige avkastningen til en ca 70 daa stor lavmatte (Gaare et al. 1999). I åpen bar-bjørkeskog med lav og tundra område med lav gir Andrejev (1954) henholdsvis et behov på 4,9-9,7 ha/dyr. Det svarer til mellom 20,6 og 10,3 dyr per km<sup>2</sup> lavmatte.



### 6.3 Vinterbeitekapasitet

Det totale lavmattearealet ble kalkulert til å være ca. 960 kvadratkilometer i Forollhogna. Gaare har beregnet at en ren lavmatte på  $1 \text{ km}^2$  (100% av arealet) kan tåle 14 rein hvis laven er mer enn 2-2.5 cm tykk (Gaare og Skogland 1980, Gaare et al. 1999, Gaare og Tømmervik 2000a). Tar vi dette tallet og beregner beitekapasiteten i Forollhogna (Tabell 10) kommer man fram til et tall på noe i underkant av 7500 rein på vinterbeite. Men ved å maskere bort de lavbeiteområder som er minst tilgjengelige om vinteren (Figur 8), så reduserer man lavbeitearealene fra vel  $900 \text{ km}^2$  til ca.  $290 \text{ km}^2$ . Ved utregning av vinterbeitekapasiteten for de vegetasjonstyper som faller inn i de arealer med minst snø på etterjuls vinteren så kommer vi fram til et reintall på ca. 2040 rein Dette vil gi en tetthet på vel 7 rein pr. kvadratkilometer på den best tilgjengelige lavmarka i Forollhogna. Det er trolig beitekapasitet for flere enn 2000 dyr på vinterbeite, men vi har her tatt hensyn til at det i framtiden trolig vil bli en større frekvens av vinterregn (grunnet klimaendringer) og dermed kan det oppstå vanskelige snø- og isforhold.

En taksering av beitene fra fly har vært gjort to ganger, Gaare og Hansson 1975) og (Gaare og Eriksson 1981). Den første konkluderte med at det var lite grunn til å tro at vinterstammen på 1300 dyr 1974/1975 var for stor i forhold til lavbeitene. Etter takseringen foretatt sommeren

1980 ble det beregnet en vinterkapasitet på 4165 dyr basert på Gaare/Skogland-metoden. Forskjellen til den vi her rapporterer beror på at lavmattene ble anslått til 336 km<sup>2</sup>.

## 6.4 Sommerbeitekapasitet

Sommerbeitekapasiteten (Tabell 11) ble beregnet ved hjelp av **Villmo-metoden** (Villmo 1979) og reinbeitekapasiteten er beregnet til å være ca. 4400 rein (voksne individer inkludert årets kalver) noe som gir en tetthet på ca. 2.4 rein (totalarealet). Det er her ikke foretatt noe fratregg for sau i området, slik at en må redusere antall rein for at det totale beitetrykket fra både rein og sau ikke overstiger den totale reinbeitekapasiteten.

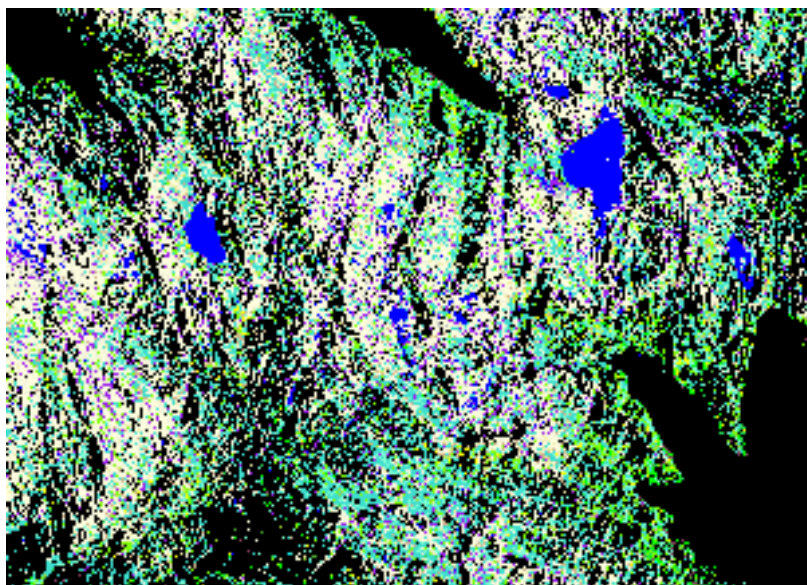
**Tabell 11.** Sommerbeitekapasitet i Forollhogna

Reinbeitedager	799493
Reinbeitekapasitet (antall voksne rein)	4417

Det er trolig ca. 8-10 000 sau innenfor eller i nærområdene til Forollhogna villreinområde. Vi forutsetter at 1 rein er lik 4 sauer m.h.t. beiteutnyttelse og beiteoptak i barmarkssesongen (Villmo 1979). Dette vil gi et fratregg på ca 2000-2500 rein, slik at den aktuelle sommerbeitekapasiteten (2-2500 rein) vil ligge noe over det aktuelle reintallet man har i dag (17-1800 rein).

## 6.5 Total beitekapasitet

I tidligere Sovjetunionen ble det i perioden 1930 til 1988 ofret stor oppmerksomhet på forvaltningen av beiter og reinresurser i nordlig taiga, skogstundra og tundra-regionene. Forsøk og forskning har også gitt bidrag til problemene knyttet til bæreevne i de ulike sesonger. Et sammendrag av de viktigste resultater er gitt av Andrejev (1977) Han angir på bakgrunn av overvåking av tamreinbestander i Ob-dalføret at i godt drevne tamreinområder er 70,1 ha per dyr tilstrekkelig for underhold av ett dyr på helårsbasis. I svake områder er det behov for vesentlig mer: 121,6 ha/dyr. Forholdene i Forollhogna villreinområde kan vi si svarer til et godt drevet tamreinområde, og ved å regne ut reinbeitekapasiteten etter Andrejevs metode får en et annet resultat enn ved metoden som er benyttet i Tabell 6. Totalkapasiteten for områdets 1814 km<sup>2</sup> (Tabell 6) blir da, dersom en trekker fra 2,9% vatn og impediment ca. 2500 dyr. Tallet må tolkes som vinterstammen i januar. Uansett hvilken metode vi benytter kan vi konkludere med at det er romslig plass til den villreinstammen en har i Forollhogna.



**Figur 8.** Bildet (vegetasjonskart i 74 klasser) viser de områder som har tynt snødekke og er tint fram i mai 2002. Som man ser så er det mange områder i svart som ikke er framtint, og som heller ikke er tilgjengelig mesteparten av vinteren.

Tabell 10. Reinbeitekapasiteter for de ulike lavbeiteklasser i Forollhogna villreinområde.

Vinterbeite typer	Fremstad type	NIJOS type	Lavdekning %	Lavtykkelse mm	Total		Tilgjengelig		Volume dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Lavbiomasse g/m <sup>2</sup>	Lav kg/tørrstoff/ha	Reinbeitekapasitet antall dyr (vinter)
					lavmark km <sup>2</sup>	lavmark km <sup>2</sup>	lavmark km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>				
A1b Bjørkeskog, krekling-lav	A1b		75,0	50	14,5	3,4	38	825	4950	36		
J2b-Tuemark m/lav 10-25	J2b	9a	15,0	50	34,9	11,2	8	165	990	23		
K2a Tuemyr m/lav	K2a	9a, 9c	20,0	90	91,1	36,8	18	396	2376	103		
R1a-Greplinghei	R1a	1a	17,5	15	7,4	0,9	3	58	347	2		
R1a-Greplinghei-sliitt	R1a	1a	50,0	25	8,7	3,3	13	275	1650	17		
R1b-Grepling-lav/moserabb	R1b		37,5	15	22,4	10,8	6	124	743	40		
R1b-Grepling-lav/moserabb; gullskinn/rabbeskjegg	R1b		37,5	35	27,3	6,2	13	289	1733	44		
R1b-Grepling-lav/moserabb	R1b	2cx,tuemark	50,0	55	84,5	24,2	28	605	3630	203		
R2a-Tuemark m/lav	R2a	9c	17,5	55	8,6	3,5	10	212	1271	9		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype,	R2a		37,5	25	16,2	7,5	9	206	1238	39		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype	R2a		37,5	35	21,5	5,7	13	289	1733	30		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype;	R2a	9a	37,5	55	11,5	2,9	21	454	2723	15		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype	R2a		37,5	75	5,3	1,6	28	619	3713	9		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype	R2a	2cx,9a	60,0	50	61,8	20,8	25	550	3300	175		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype-tuete	R2a		55,0	55	16	2,5	30	666	3993	19		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype-tuete	R2a		55,0	95	15,4	5,1	50	1089	6534	39		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype	R2a	9a+lav	67,5	25	37,1	13,2	17	371	2228	124		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype	R2a	2cx,9a	80,0	55	118,6	25,9	44	968	5808	290		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype	R2a	2cx	87,5	75	95,4	13,9	66	1444	8663	171		
R2a-Dvergbjørk-keklingrabb; kvitkrulltype	R2a		87,5	105	38,7	6,4	92	2021	12128	78		
R2b-Dvergbjørk/keklingrabb	R2b		37,5	35	10,5	3,4	13	289	1733	18		
R2b-Dvergbjørk/keklingrabb, reinlav	R2b	2c	37,5	55	38,3	12,4	21	454	2723	65		
R2b-Dvergbjørk/keklingrabb, reinlav	R2b		67,5	110	9,7	3,6	74	1634	9801	34		
R2b-Dvergbjørk/keklingrabb	R2b		85,0	75	6,8	0,8	64	1403	8415	10		
R3c-Reinrose-grasrabb	R3c		25,0	25	50,2	18,4	25	550	3300	64		
S2a-Einer-dvergbjørkhei m/lav	S2a		50,0	50	34,5	16,0	25	550	3300	112		
S3a-Blåbær-keklinghei m/lav	S3a		70,0	20	52,1	17,4	14	308	1848	170		
S3a-Tuemark	S3a		55,0	110	23,3	11,5	61	1331	7986	97		
<b>Totalt</b>					962	289					<b>2035</b>	

## 7 Diskusjon

### Lavbeitetilstanden i Forollhogna

Resultatene fra beiteundersøkelsen viste at det var liten forskjell på aktuell lavdekning og potensiell lavdekning. I tillegg var den gjennomsnittlige tykkelse for de dominante lavbeitetyperne meget tilfredsstillende i hele villreinområdet. Arealet av slitt lavmark utgjorde bare ca. 3 % (ca. 30 km<sup>2</sup>) av all lavmark innenfor villreinområdet. Ved Gaare & Eriksson (1981) taksering var andelen slitt lavmatte 1,5%. En del av lavmarka var nå å betrakte som noe slitt, men dette var også små arealer og utgjorde i underkant av 2% av lavdekket areal.

Disse resultatene er unike når det gjelder både villrein- og tamreinsområder i Norden. For eksempel er lavdekningen og lavtykkelsen sterkt redusert i store deler av Finnmark, og bare i de sydligste delene av Anarjohka nasjonalpark finner vi lavbiomasse som kan måle seg med de mengder som vi har registrert i Forollhogna (Gaare og Tømmervik 2000a). I søndre deler av Pasvik reinbeitedistrikt var ofte lavtykkelsen oppe i 10-12 cm og den aktuelle lavdekningen var lik den potensielle lavdekningen, som lå på 60-80% (Gaare og Tømmervik 2000b). I Finland er en stor del av lavbiomassen beitet og "trampet bort" og det er svært få lavbeiteområder som er intakt (Kumpula 2001).

### Reinbeitekapasitet

Med dagens kunnskaper kan en ikke noe sted beregne hvilket reintall som er i balanse med den årlige tilvekst i de beiter som faktisk finnes. Minst vet vi om hva reinen i gjennomsnitt sliter av lavmattene under beite og tråkk under ulike grader av lavdekning og lavtykkelse.

I en modellberegning som ble utført av Gaare & Skogland (1980) antok man at det årlige forbruk av lav 4500 kg/dyr. I Russland legges det til grunn et høyere forbruk, 5700 kg/rein, (Vlasova pers. oppl). De undersøkelser som ligger bak dette tallet kjenner vi ikke.

Lavbeiter i skog kan kanskje tåle enda høyere tetthet, da lavmatten ofte foreligger i en mosaikkpreget blanding med annet beite (f.eks. gras og lyng). Støtte for dette finner man i kommisjonsrapporten fra 1967: "Barskoglandets lavrike furuskoger og den subalpine bjørkeskogs lavrike typer utgjør det beste vinterbeite og tåler således det høyeste belegg" (Norsk-Svensk Reinbeitekommissjon av 1964). Slitasjen på laven blir dermed mindre i skogen enn i fjellet hvor store sammenhengende lavmatter ofte gir et mer ensidig lavoptak.

Metoden som ble brukt av den Svensk-Norske Reinbeitekommissjon var en sammenligning av de ulike sesongers beiter fra ulike samebyer både i Sverige og Norge. Størrelsen på sesongbeitene og balansen mellom beitetilbudet vår, sommer, høst og vinter ble i denne sammenligning brukt til å skalere reintallene etter noen valgte mønsterområder. I disse mønsterområder hadde forholdet mellom dyretall og beiteressurser erfaringsmessig vist seg å være godt. Det må bety at i mønsterområdene var lavbeitene i god skikk. Det igjen må bety at de jevnt over var omtrentlig i full produksjon. Tilstanden i lavbeitene i Forollhogna villreinområde er meget god, og gapet mellom den potensielle beitekapasiteten og det aktuelle reintallet er så stort at det vil være rom for flere dyr på vinterbeite.

Usikkerheten i anslagene (som også innbefatter usikkerheten i felt- og satellittdata) og den vurderingen som vi her har gjort understreker behovet for en oppfølging med overvåking av driftsresultatene både når det gjelder dyras produksjon og beitenes tilstand. Overvåking av lavbeiter og produksjonstall for dyr (kondisjon og reproduksjon) er trolig den eneste sikre metoden til over tid å kunne justere seg inn mot en bæreevne for rein, som gjelder både for vinter og barmarksbeiter. Gaare-Skogland-metoden som vi bruker i denne rapporten (vinterbeiter) ble utarbeidet for overvåking av villreinområder i fjellregionen. Sommerbeitekapasiteten er fastsatt ved hjelp av Villmo-metoden (Villmo 1979), som er en noe usikker metode når det gjelder de ulike vegetasjonstypers utnyttbarhet og produksjonsforhold, men den er videreutvikling av metoden som ble benyttet av den Norsk-Svenske reinbeitekommissjon (Norsk-Svensk Reinbeitekommissjon av 1964).

## 8 Konklusjoner

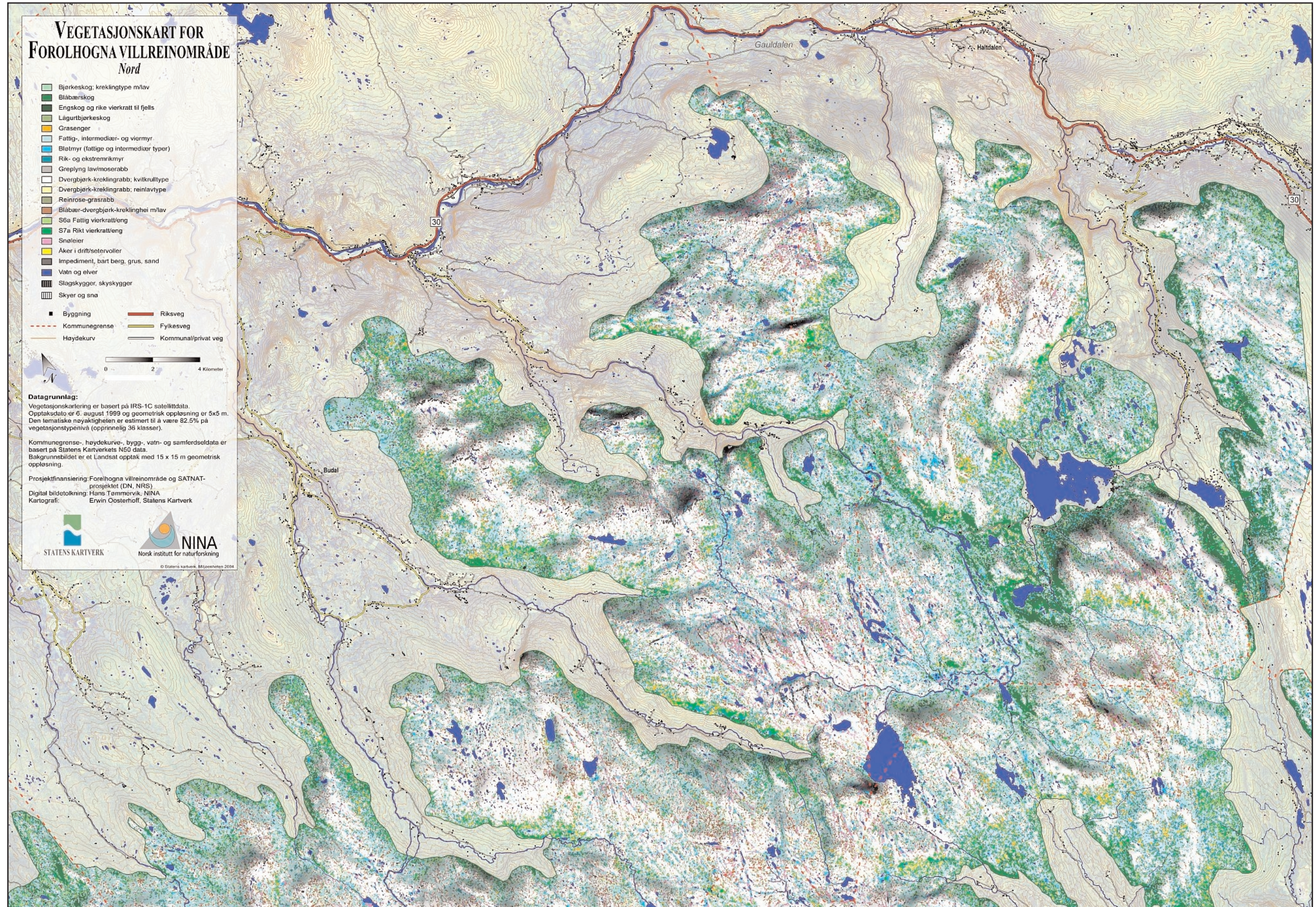
1. Resultatene fra beiteundersøkelsen viste at det var liten forskjell på aktuell lavdekning og potensiell lavdekning. Arealet av slitt lavmark utgjorde 3 % (ca. 30 km<sup>2</sup>) av all lavmark innenfor villreinområdet. Tilstanden til lavbeitene er dermed meget god i Forollhogna.
2. Lavbeitekapasiteten uten å ta hensyn til tilgjengelighet og vanskelige snø- og isforhold er beregnet til å være ca. 7500 rein (vinterbestand) innenfor området.
3. Vinterbeitekapasiteten er beregnet til å være ca. 2000 rein i vinterflokk. Da har vi tatt hensyn til at vanskelige snø- og isforhold kan oppstå år om annet.
4. Sommerbeitekapasiteten er beregnet til å være ca. 4400 rein (voksne dyr), men trekker man fra antall sauer som beiter i området så ligger reinbeitekapasiteten på mellom 2000 - 2500 rein. Dette er noe høyere enn det aktuelle reintallet innenfor villreinområdet i dag (1800 rein).
5. Reinbeitekapasiteten i Forollhogna kan økes fra dagens flokk på 1800 rein til ca. 2000 rein uten at det vil gå ut over bæreevnen til lavbeitene.
6. Duncan-bildene egnet seg meget godt som grunnlag for utplukking av feltpunkter for klassifisering og nøyaktighetsberegninger av satellittbilder. Antall kontrollpunkter med bakkesannheter kan dermed økes og feltarbeidsutgifter reduseres.
7. Bruk av "snømaske" som er ekstrahert fra satellittbilder tatt på seinvinteren eller på vårparten er et godt verktøy for å kartlegge tilgjengelige vinterbeiter.

## Referanser

- Andrejev, V.N 1954. Growth of fodder lichens and methods of regulating it. - Trudy Bot. Institut. Akad. Nauk CCCR ser. III (Geobotanica) 9:11-74.
- Andrejev, V.N. 1971. Methods of defining overground phytomass on vast territories of the Subarctic. - Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 8: 3-11, 1971.
- Andrejev, V.N.1977. Reindeer pastures in the subarctic territories of the U.S.S.R. - in Krause, W. (ed.) Handbook of vegetation science. XIII Application of vegetation science to grassland husbandry: 275-313. The Hague.
- Baraschkova, E.A. 1961. Some specific growth characteristics of the forage lichen *Cladonia rangiferina* (L.) in Murmansk oblast. - Bot. Zhurn. 46:410-414.
- Bergersen, G. 2003. Sammenligning av digital flybildeteknikk (Duncan-camera) med satellittbilder for kartlegging av vinterbeiter for rein i Forollhogna. H204 - Hovedoppgave 2003. Natur og miljø. Høgskolen i Telemark, Avdeling Bø.
- Dahle, H.K., Danell, Ö. Gaare, E., Nieminen, M. (red.) 1999. Reindrift i Nordvest-Europa i 1998 - biologiske muligheter og begrensninger – TemaNord Nordisk Ministerråd 510:115 s.
- Dozier, J. 1989. Spectral signature of alpine snow cover from the Landsat Thematic Mapper. Remote Sensing of Environment, 28:9-22
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper for Norge. NINA temahefte 12: 1-279.
- Dahlberg, U. 2001. Quantification and classification of Scandinavian mountain vegetation based on field data and optical satellite images. Rapport 2001-12. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Sveriges Lantbruksuniversitet. Umeå. ISSN 1401-0070.
- Gaare, E. 1968. A preliminary report on winter nutrition of wild reindeer in the Southern Scandes, Norway. Symp. Zool. Soc. London, 21:109-115.
- Gaare, E. & Eriksson, O. 1981. Lavferråd i vinterbeitet, Forelhogna villreinområde. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Viltforskningen. Trondheim. Stensilert rapport: 1-24.
- Gaare, E. & Hansson, G. 1975. Noen beite- og beitevaneundersøkelser i Forelhogna villreinområde.- Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Viltforskningen. Trondheim. Stensilert rapport 1-12 s
- Gaare, E. og Skogland, T. 1980. Lichen - reindeer interaction studied in a simple case model. - In Reimers, E., Gaare, E., Skjenneberg, S. (eds). Proc. 2nd Int Reindeer/Caribou Symp., Røros, Norway 1979, 47-56. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim.
- Gaare, E., Staaland, H., Danell, Ö. 1999. Bæreevne. I: Hans Kolbein Dahle, Öje Danell, Eldar Gaare, Mauri Nieminen (red.) Reindrift i Nordvest-Europa i 1998 - biologiske muligheter og begrensninger – TemaNord Nordisk Ministerråd 510, Kap. 6: 67-72.
- Gaare, E. & Tømmervik H. 2000a. Overvåking av lavbeiter i Finnmark. (Monitoring of lichen grazing areas in Finnmark.) - NINA Oppdragsmelding 638: 1-31.
- Gaare, E. & Tømmervik, H. 2000b. Overvåking av lavbeiter i Øst- Finnmark. (Monitoring of lichen grazing in East Finnmark.) - NINA Oppdragsmelding 669: 1-28.
- Gonzalez R. C. and Woods R. E. 1993. Digital Image Processing, Addison Wesley.

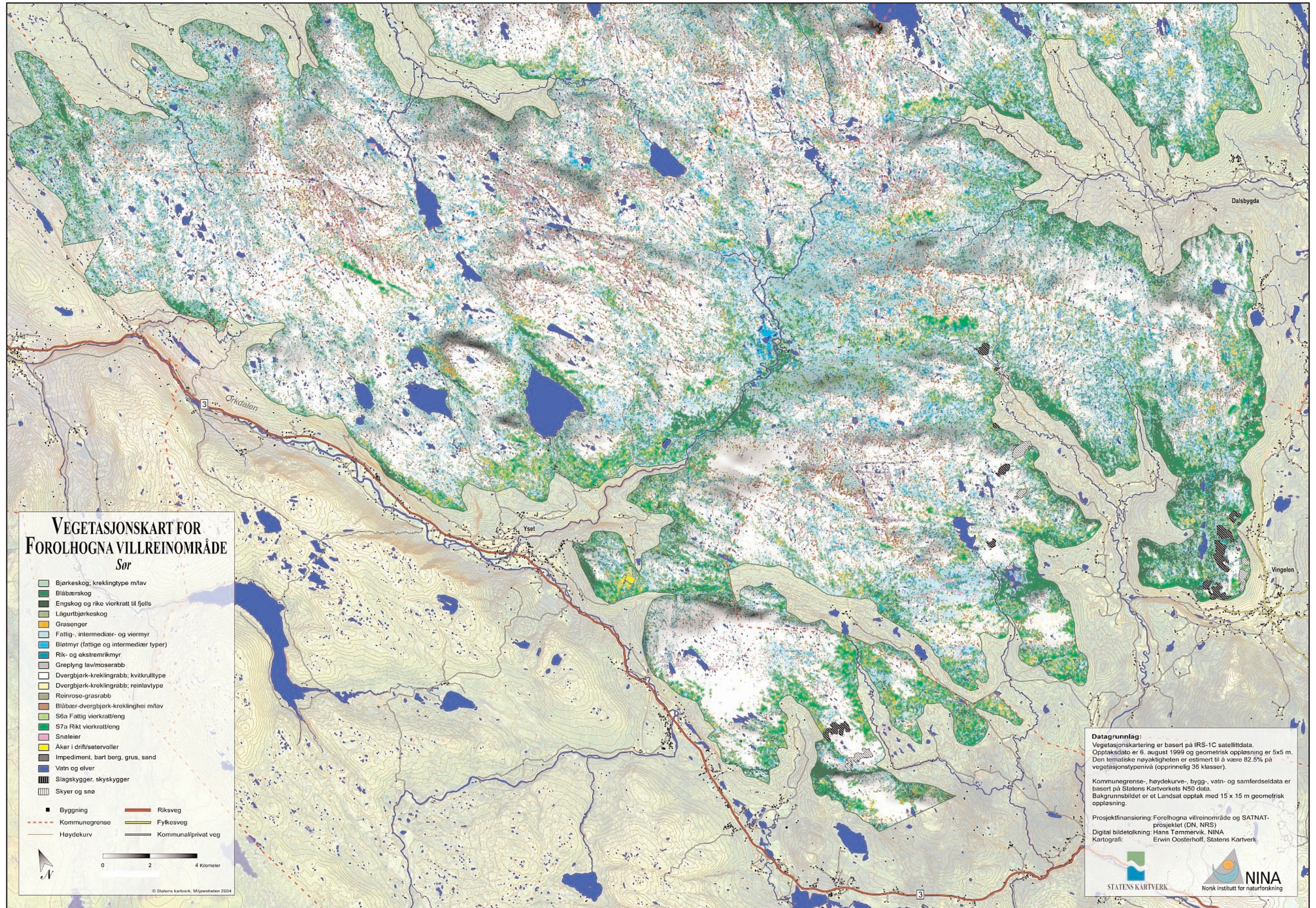
- Høgda, K.A., Karlsen, S.R., Tømmervik, H., Krogstad, P.K., Johansen, B., og Brox, E. 1997. Bruk av høyoppløselige satellittdata generelt og IRS-1C spesielt i kystsoneforvaltningen. - Med en vurdering av kost- og nytteverdi. NORUT IT (Tromsø). Rapport IT497/1-97:1-77.
- Kumpula, J. 2001. Winter grazing of reindeer in woodland lichen pasture. Effect of lichen availability on the condition of reindeer. *Small Ruminant Research*, 39: 121-130.
- Kärenlampi, L. 1971. Studies on relative growth rate of some fruticose lichens. -Rep. Kevo Subarctic Res. Station, 7:33-39.
- Markham, B.L. and Barker, J.L. 1986. Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures. *EOSAT Landsat Technical Notes*, 1:3-8.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens Kartverk.
- Myers, W., G.P. Patil, and C. Taillie. 1999. Cluster coordinated composites of diverse datasets on several spatial scales for designing extensive environmental sample surveys: prospectus on promising protocols. Chapter 5, pages 119-133 in Subir Ghosh (ed). *Multivariate Analysis, Design of Experiments, and Survey Sampling*. Marcel Dekker Incorporation. New York.
- Myers, W. and R. Shelton. 1998. *Survey methods for ecosystem management*. Wiley-Interscience, New York. 403p.
- Norsk-Svensk reinbeitekommisjon 1964. Innstilling avgitt den norsk-svenske reinbeitekommisjon av 1964. Utenriksdepartementet. Oslo 1967: 1-259.
- Richards J. A. 1994. *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer Verlag.
- Statens Kartverk. 1992. Blad 1620 II. Dalsbygda.
- Schultz, H., Slaymaker, D., Holmes, C., Stolle, F., Hanson, A., Riseman, E., Delaney, M., and Powell, M. 1999. Cost-effective determination of biomass from aerial images. *Integrated spatial databases: Digital images and GIS Lecture notes in computer science*, 1737: 67-76.
- Strahler, A.H., Woodcock, C.E., and Smith, P. 1986. "On the nature of models in remote sensing". *Remote Sensing of Environment*, 20: 121-139.
- Tømmervik, H., Johansen, B., & Lauknes, I. 1997. Use of airborne CASI spatial mode data for mapping of Sub-Arctic mountain heaths in Pasvik, Northern Norway. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 23: 230-242.
- Tømmervik, H., Johansen, M.E., Pedersen, J.P., og Guneriusen, T. 1998. Integration of remote sensed and in-situ data in an analysis of the air pollution effects on terrestrial ecosystems in border areas between Norway and Russia (Russia). *Environmental Monitoring and Assessment*, 49: 51-85.
- Villmo 1979. Hva tåler områdene av beiting? *Reindriftnytt* (1): 3-10.
- Villreinutvalget. 2001. Driftsplan for Forelhogna Villreinområde 2001-2005.
- Zhang, Q. og Wang, J. 2003. A rule-based urban land use inferring method for fine-resolution multispectral imagery. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29: 1-13.
- Ødegård, F.E. 1992. Forvaltningsplan for Forelhogna Villreinområde. Hovedoppgave NLH.

# Vedlegg 1





## Vedlegg 2



# NINA Oppdragsmelding 819

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1451-2

**NINA** Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor • Tungasletta 2 • 7485 Trondheim

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

<http://www.nina.no>