

## Kartlegging av snøbare rabber og vinterbeite i Brattefjell- Vindeggen

---

Arne W. Hjeltnes  
Dag K. Bjerketvedt  
Arvid Odland  
Dieu Tien Bui  
Jan Heggnes



# HSN

Arne W. Hjeltnes, Dag K. Bjerketvedt, Arvid  
Odland, Dieu Tien Bui og Jan Heggenes

## **Kartlegging av snøbare rabber og vinterbeite i Brattefjell-Vindeggen**

© 2017 Forfatterne

Høgskolen i Sørøst-Norge  
Bø, 2017

Skriftserien fra Høgskolen i Sørøst-Norge nr. 17

ISSN: 2464-3505 (Online)

ISBN: 978-82-7206-460-9 (Online)



Utgivelsen publiseres som Creative Commons\* og kan kopieres fritt og videreformidles til andre uten avgift. Navn på utgiver og forfatter(e) må angis korrekt.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.no>

## Sammendrag

Her gis en underveis-rapport om arbeidet med å utvikle en metode for å estimere tilgjengelige vinterbeiteressurser for villrein, i hovedsak basert på fjernanalyse (satellittbilder og ortofoto), supplert med feltregistreringer direkte på nettbrett. Metoden er forvaltningsrettet, og skal gi nødvendige data og kunnskapsgrunnlag for strategisk viktige beslutninger, men uten for store krav til tidskrevende og kostbart faglig felt- og analysearbeid. Skriftet oppsummerer erfaringer og resultater av feltarbeid, jakten på det «gode» satellittbildet, metoder for avgrensning av eksponerte snøbare rabber og klassifikasjon av vegetasjonen på disse rabbene. Det er foreløpig begrenset med egnede satellittbilder med høy oppløsning (10 x 10 m piksler), fordi denne satellitten er ny (Sentinel-2A; 2016). Denne situasjonen vil raskt bedre seg. På satellittbilder avgrenses først snøbare områder som er tilgjengelig vinterbeite i en 'normal' vinter. Satellittbilder gir denne informasjonen med stor presisjon. Klassifikasjon av arealtyper (vegetasjon, impediment) innenfor disse snøbare områdene gjøres først i felt, direkte på nettbrett, og på utvalgte rabber innenfor vinterbeiteområdet. Vi benytter ortofoto fra sommersesongen som kartgrunnlag til feltarbeidet. Feltarbeidet inkluderer også måling måling av lavmatte tykkelse på vinterbeitene. Disse referanse data fra felt bidrar senere til en heldekkende klassifikasjon av homogene areal på satellittbilder ('segmentering'). Vi nytter foreløpig 9 arealtyper med hovedtypene grasdominert, lavdominert, lyngdominert, dvergbjørk og impediment (> 75%). Hovedtypene deles videre i hhv. 0-20% og 21-75% impediment. Med økende krav til antall arealtyper, vil arbeidsinnsats og krav til data måtte øke betydelig. I Brattefjell-Vindeggen har vi foreløpig analysert et areal (> 21 000 da) i nord hvor satellittbilder var velegnet. Lavhøyden er gjennomgående liten, mindre enn 2 cm, og antyder slitte lavmatter. Ca. 4 % av det kartlagte området var snøbart og lett tilgjengelig lav vinterbeiter for villreinen. Dersom dette er representativt for resten av området, kan det på ettervinteren være i overkant av 14 km<sup>2</sup> med snøbare vinterbeiteområder i B-V. Dette estimatet er sannsynligvis i overkant, ettersom det kartlagte området er et typisk vinterbeiteområde.

## Innholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Kartproduktene</b> .....	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Erfaringer med satellittbilder</b> .....	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Erfaringer med feltregistreringene</b> .....	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>Treningsflater på satellittbildet</b> .....	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>Nærmere om metode for å avgrense snøbare eksponerte rabber</b> .....	<b>10</b>
<b>7.</b>	<b>Kontroll av kartet med eksponerte rabber</b> .....	<b>12</b>
7.1.	Resultater av den manuelle kontrollen .....	12
7.2.	Eksempler på avgrensing av eksponert rabb.....	13
7.3.	Arealet kan være upresist lokalisert eller beskrevet under feltregistreringen.....	17
<b>8.</b>	<b>Klassifikasjon av arealtyper og vegetasjon innenfor eksponerte rabber</b> .....	<b>18</b>
8.1.	Nærmere om arbeidsprosessen med klassifikasjon av arealtyper .....	19
<b>9.</b>	<b>Eksempel på klassifikasjon av treningsflater</b> .....	<b>20</b>
9.1.	Eksempel på grenseoppgang mellom lavdominert og lyngdominert areal .....	20
9.3.	Eksempel på kontroll mot andre treningsflater.....	22
<b>10.</b>	<b>Areal snøbare rabber og klassifikasjon av arealtype innenfor deler av vinterbeiteområdet i Brattefjell-Vindeggen</b> .....	<b>24</b>
<b>11.</b>	<b>En enkel sammenligning av reinpopulasjonen og vinterbeiteareal mellom Hardangervidda og Brattefjell-Vindeggen</b> .....	<b>28</b>
<b>12.</b>	<b>Konklusjoner</b> .....	<b>29</b>
<b>13.</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>32</b>

# 1. Innledning

Vi utvikler en rasjonell metode for å kartlegge snøbare areal på senvinteren innenfor vinterbeiteområder til villrein, her med Brattefjell-Vindeggen som eksempel område. Satellittbilder gir god oversikt over snøforholdene på senvinteren og vegetasjonen som er tilgjengelig som vinterbeite. Vi benytter satellittbilder fra Sentinel-2<sup>1</sup> på grunn av pris, tilgjengelighet, detaljeringsgrad og andre gode egenskaper til bildene. To satellitter bærer Sentinel-2 sensoren og vil gi opptak nesten hver dag. Dette utgjør en del av det europeiske romprogrammet til ESA kalt Copernicus, hvor Norge er medlem. Satellittbildene er derfor gratis og lett tilgjengelig til vårt bruk. Ulempen er at satellitten er ny, så vi har bare tilgang til bilder fra de siste 1-2 år. Flere bilder vil derfor bli tilgjengelige i årene som kommer.

Kartlegging av vinterbeiteområdene består av to kart som bidrar til et felles produkt:

1. Avgrensing av snøbare areal ved en automatisk metode som skiller svært godt mellom snø/is og snøbare areal. Etterpå må det brukes noe tid på kontroll slik at det kun er rabbevegetasjon som kartlegges. Vi benytter Sentinel-2 fotografert i mars-april til denne jobben. Sentinel-1 er dessverre ikke et alternativ siden den ikke måler forskjell på tørr snø og bar mark.
2. Deretter blir de snøbare rabbene, som er avgrenset med metode 1, klassifisert<sup>2</sup> ved hjelp av satellittbilder tatt i vekstsesongen (juni-september) når vegetasjon og impediment lettest lar seg skille i ulike arealklasser på satellittbildet. Vi må benytte en optisk satellitt (Sentinel-2) til denne jobben. Det kritiske punktet i denne metoden er tilstrekkelig mange «gode» treningsflater<sup>2</sup>, dvs. kontroll-flater i felt. Vi trenger 500-1000 treningsflater for å klassifisere og teste klassifikasjonen av 9 arealtyper. Dette er utfordrende med tanke på innsats og effektivitet i felt. Resultatene her er basert på det materialet som er samlet inn i felt i løpet av en feltdag på ettervinteren 2017.

---

<sup>1</sup> Sentinel-2 er en optisk multispektral sensor som måler reflektert sollys i 13 kanaler samtidig. Det gir oss gratis bilder, nesten hver dag (når Sentinel 2a og 2b er operativ). Geometrisk (10m) og radiometrisk oppløsning (13 sensorer) er godt egnet til vårt formål.

<sup>2</sup> Klassifikasjonen av de snøbare rabbene går ut på å teste ut flere statistiske «Maskinlærings algoritmer» for å finne den som best skiller mellom de 9 arealklassene, se senere avsnitt.

<sup>3</sup> Treningsflate er utvalgte objekt i satellittbildet som både danner grunnlag for klassifikasjon av satellittbildet til ulike arealtyper og kontroll av denne klassifikasjonen. Treningsflatene blir beskrevet på grunnlag av feltregistreringer i nærheten av treningsflatene.

Satellittbildene som vi har hatt tilgang til, har til nå dessverre ikke tilfredsstillt våre krav til skyfrie opptak og aktuelt fototidspunkt, både med tanke på snøforhold på senvinteren og vegetasjonens utvikling sommerstid. Dette vil selvsagt bli bedre etter hvert som vi får tilgang på flere satellittbilder.

Derfor har vi inntil videre valgt å lage kart over eksponerte snøbare rabber for de deler av vinterbeiteområdet i Brattefjell-Vindeggen som vi har tilfredsstillende satellittbilder for, dvs. skyfrie bilder til omtrent rett tid i vekstsesongen (juni-september) og om vinteren med 'normalt' snødekke (mars-april). De bildene som er tilgjengelige per dato, og som tilfredsstill disse kravene, dekker heldigvis også viktige deler av vinterbeiteområdet.

For å avgrense snøbare rabber mot snødekte areal (Fig. 1) har vi brukt et par ukeverk på manuell kontroll og fototolking av satellittbildet og ortofoto (flybilder). Manuell prosess ble valgt siden vi ikke fant egnede satellittbilder i mars-april. Vi måtte altså benytte et satellittbilde hvor ikke bare rabbene var smeltet fram, men også bar mark langt ned i sør og vestvendte lesider og delvis noe snøbar bjørkeskog.



*Figur 1. Snøbare rabber og sørvest vendte kanter ved Bossnut, Brattefjell-Vindeggen.*

Klassifikasjon av vegetasjon/arealtype innenfor de snøbare rabbene ble gjennomført i Brattefjell-Vindeggen området på et bilde som ble tatt litt for tidlig i sesongen – 26. mai 2017.

Vegetasjonsutviklingen hadde da ikke kommet særlig langt. Det var derfor vanskelig å skille mellom de ulike vegetasjonstypene. Dvergbjørka var f.eks. uten blad og fikk derfor alt for lite påvirkning på klassifikasjonen av vegetasjonen. Dvergbjørk rike areal ble derfor lett forvekslet med lite frodig lyngrike hei i satellittbildet.

Impedimentsklasse *a* og *b* (mindre enn 75% dekning) kan være vanskelig å holde fra hverandre ved bildetolking både av ortofoto (som er uten infrarød kanal) og satellittbilde. Vi foreslår derfor at disse to klassene slås sammen i det endelige kartet.

I Brattefjell-Vindeggen var det nok lav i heia til at vegetasjonstypen lav lot seg skille ut som egen arealklasse. Vi har forsøkt (som en test) å skille ut sterkt slitte lavmatter (ca. 1 cm lavhøyde) med minimum 50-60% dekning av lav fra 'mindre' slitte lavmatter (2-4 cm lavhøyde). Dette er svært vanskelig å tolke på satellittbilde og ortofoto uten IR-kanal. Og feltregistreringen har foreløpig alt for få areal med disse lavmengdene til å beskrive den spektrale variasjonen. Derfor blir det vanskelig å skille ut de marginale svært slitte «lavrike» arealene.

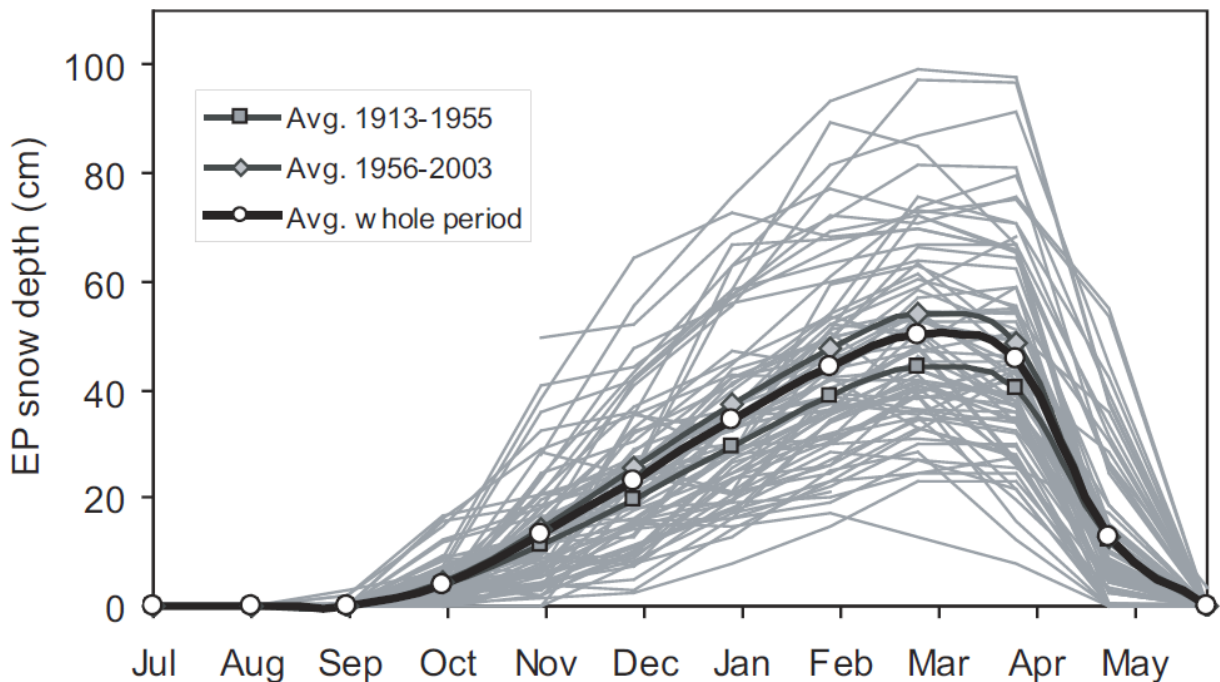
Vi har foreslått noen forbedringer særlig av feltarbeidet, slik at etter-arbeidet inne med de to karttypene (avgrensing og klassifikasjon av eksponerte snøbare rabber) får større nytte av feltregistreringene foretatt på lese Brett. Produktene som er laget dokumenterer metodikk og de faglige og tekniske utfordringene vi må ta stilling til i det videre arbeidet.

Vi har som målsetning å lage fullstendige kartprodukter når vi får egnede Sentinel-2 bilder med skyfrie forhold i mars-april og i juli-august som dekker vinterbeiteområdene.

## 2. Kartproduktene

Vi ønsker å kartlegge tilgjengelig vinterbeite for villrein på snøbare rabber på sen vinteren innenfor vinterbeiteområdene i Brattefjell-Vindeggen. Målsetningen er å lage et kart som viser potensielle snøbare areal knyttet til de mest eksponerte rabber som normalt er snøbare i mars-april. Vi kaller dette «den klimatiske normalen» (Figur 2) (Kohler *et al.* 2006; Lawrence & Slater 2010). Satellittbilder tatt på det riktige tidspunkt (normalt omkring månedsskiftet mars/april) og med skyfrie forhold, gjengir denne situasjonen.





Figur 2. Snødekket i arktisk-alpine områder er normalt størst i månedsskiftet mars-april (tykk svart strek), men det er mye variasjon fra år til år (tynne grå streker). (Fra Abisko i Nord-Sverige, etter (Kohler et al. 2006)).

Flybildene/ortofotoene fungerer som en kontroll og fasit. Sommeropptak av ortofoto gjengir en ganske nøyaktig fordelingen av de ulike vegetasjonstyper i terrenget betinget av økologiske forhold som snødekke/frost, topografi, jorddybde, jordtype, fuktighet, osv. - over en lang tidsperiode. Målet er minst mulig redigering av den automatiske klassifikasjonen av snøbare rabber på satellittbildet. For å minimalisere dette svært tidkrevende arbeidet, forutsettes det at satellittbildet er tatt på et «riktig» tidspunkt på ettervinteren, dvs. er representativt for hvor mye avsmeltede områder som normalt er tilgjengelige på denne årstiden. Særlig de soleksponerte sør og vesthellinger kan ha varierende framsmelting mellom år. Normalt skjer avsmeltingen først i nedre del av lavalpin sone.

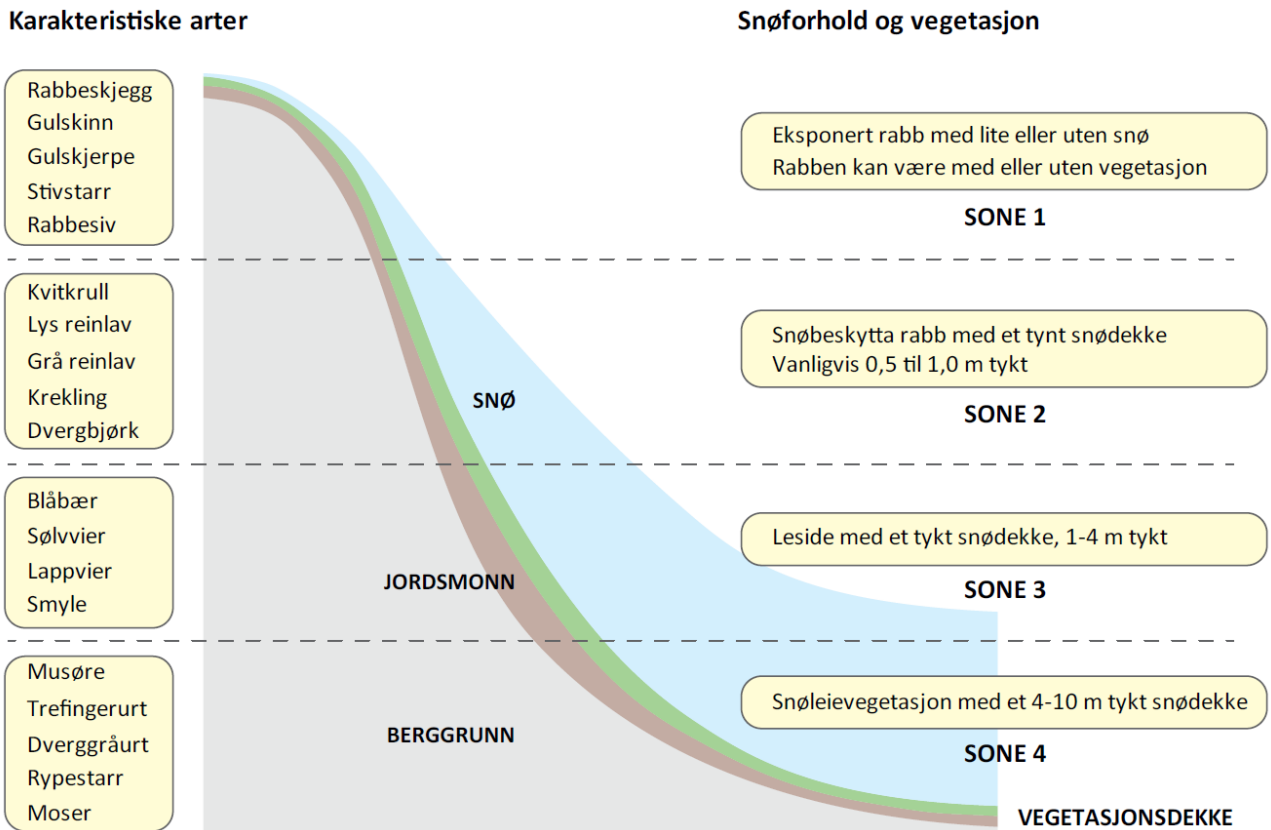
Kartet som viser snøbare areal innenfor vinterbeiteområdene blir deretter benyttet for å klassifisere de samme arealene til arealstyper. Til dette formålet benyttes et satellittbilde tatt i vekstsesongen

(juli-august). Vi har definert 9 grove klasser som er vist på side 10 og omtalt i feltinstruksen (*Feltregistrering\_med lese Brett.pdf*).

Vi har laget flere ulike kart og datatabeller for deler av vinterbeiteområdene i Brattefjell-Vindeggen. Disse gir grunnlag for å diskutere bruk av ulike typer informasjon og kart i forvaltningen av villreinen. Det er en målsetting at kart og beskrivelse av vegetasjonen optimaliseres med hensyn til behov hos forvaltningen, men sett i forhold til arbeidsinnsats og kostnader med å lage kart og beskrive vegetasjonen. Hovedspørsmålet her er: Hva er reelt tilgjengelig vinterbeite? (Fylkesmannen-i-Agder 2017).

Kartet med arealstatistikk har en grov inndeling av vegetasjonen. Vi kan også dele vinterbeiteområdene opp i delområder hvor hvert delområde får et kart med arealstatistikk og en beskrivelse av vegetasjonen, jfr. vedlagte kart

De mer detaljerte vegetasjonsundersøkelsene i felt som er et nødvendig tillegg til, og kontroll av, kartleggingsarbeidet, gir en god oversikt over det 'gjennomsnittlige' innholdet av plantearter i heia gjennom å kartlegge utvalgte områder i felt. Det er derimot ikke nødvendig å kjenne fordelingen på hver enkelt rabb, eller eventuelt andre avsmeltede områder. Vi har observert i felt at variasjonen normalt er relativt liten fra rabb til rabb innenfor et beiteområde. Kartlegging av et representativt utvalg er derfor tilstrekkelig. Det er viktig at kartlegging og beskrivelse i felt forholder seg til de ulike vertikale vegetasjonssonene, dvs. vegetasjonen nedover sidene på rabben. Vegetasjonen danner normalt ulike soner nedover som følge av ulike snøtykkelser (Figur 3). En god beskrivelse for de ulike vegetasjonssonene medfører mindre behov for et detaljert kart når det gjelder dekning eller biomasse for lav og dekning av andre beiteplanter. Det samme gjelder en geografisk inndeling av store beiteområder i mindre delområder.



Figur 3. Sammenhengen mellom snødekke om vinteren og ulike typer av lav. Skjematisk framstilling av variasjon i vegetasjonsdekke og snødekke fra en eksponert rabb og nedover en leside der snøen akkumuleres. Om vinteren er det vesentlig sone 1 som er tilgjengelig, men sone 2 blirtidlig framsmelta (gjærne i april) på grunn av rask snøsmelting om våren. Sommerbeitene ligger i sone 3 og 4, men de blir normalt ikke framsmelta før i juni-juli.

Vi prøver å optimalisere de kartene vi lager mot forvaltningens behov. Hvilke arealklasser er mest nyttig for forvaltningen? Trenger vi å skille mellom impedimentsklasse *a* og *b*? Det medfører betydelig merarbeid siden dette forutsetter infrarød kanal på ortofotoet. Oppdeling av vinterbeiteområdet i mindre delområder kan være aktuelt, men er også krevende. I hvilken grad kan de detaljerte beskrivelsene av vegetasjonen erstatte detaljert informasjon om dekningsgrad og biomasse i kartet, hvis vinterbeiteområdet deles opp i mindre delområder? En mer detaljert oppdeling i, og beskrivelse av, delområder kan eventuelt avgrensnes etter høyde over havet, dvs. vertikalt etter vegetasjonssoner, og/eller horisontalt, dvs. geografisk. For eksempel vil lavdominerte områder, dvs. arealklasse *2a Lav*

med 0-20 % impediment, få ulik dekning/biomasse av lav alt etter hvilke type inndeling av delområder det refereres til (vertikalt eller horisontalt).

### 3. Erfaringer med satellittbilder

Sentinel-2A viser seg å gi et godt bilde av snøforholdene på bakken med den klassifikasjonsmetoden som er brukt (Paul *et al.* 2016). Utfordringen er at snøforholdene på bakken ofte kan være svært dynamiske og endre seg nesten fra dag til dag. Et satellittbilde kan derfor i noen tilfeller gjelde kun for den dagen bildet ble tatt! Det er både snødekket på bakken og skyene på himmelen som skaper problemer for oss. «Tidsvinduet» for mulige gode opptak viser seg å være svært kort.

Svært mange Sentinel-2 satellittbilder har blitt vurdert så langt i dette prosjektet med tanke på skyer og snøforhold. Vi har aldri tidligere hatt tilgang til så mange satellittbilder i et prosjekt! Men det har likevel vært vanskelig å finne relevante skyfrie satellittbilder på sen vinteren og sommeren 2016 og 2017. Sentinel-2a hadde tekniske problemer i mars/april 2016 og Sentinel-2b var ikke operativ før juli 2017. Altså falt den delvis ut i det samme tidsrommet hvor vi var mest interessert i vinterdata. Dette vil selvsagt bli bedre etter hvert som vi får bilder fra flere år.

Vi har konsentrert oss om Sentinel2 satellittbilder tatt hhv. 27. mars 2017, 11. mai 2016 og 26. mai 2017. Det andre bildet er brukt til å avgrense snøbare eksponerte rabber. Det første bildet ble senere brukt til å justere avgrensingen som ble basert på det andre bildet. Det tredje bildet er brukt til klassifikasjon av arealtyper innenfor snøbare eksponerte rabber. Ingen bilder er optimale med tanke på vårt behov.

*Eksempel: Mye mildvær i høyfjellet ga unormalt lite snø i øvre lavalpin sone i mars 2017. På lavere nivå viser satellittbildet bra samsvar med vegetasjonens fordeling på ortofotoet. I 2016 kom det mye snø etter påske som også gjorde snøforholdene ugunstige for vårt formål. Bildet tatt i mai 2016 viste imidlertid bedre samsvar med ortofotoet i øvre lavalpin sone. Lavere i terrenget smeltet vårsola fram sør og vesthellene slik at dette arealet ble feilaktig klassifisert som eksponert rabb.*

## 4. Erfaringer med feltregistreringene

Til feltarbeidet benytter vi ortofoto og topografisk kartgrunnlag på nettbrett sammen med et registreringsskjema for vegetasjonsundersøkelsene. GPS-posisjonen viser hele tiden nøyaktig hvor observatøren er (+- 3 m).

Om vinteren oppsøker og kartlegger vi snøbare områder, dvs. eksponerte rabber uten snø. Ved bruk av snøscooter kan vi effektivt kartlegge store areal.

Vi har i dette prosjektet gjort dårlige erfaringer med at personene selv skal bestemme observasjonspunktene i felt ved å subjektivt bestemme hva som var enhetlige og representative områder *in situ*. Plassering og fordeling på rabben ble ikke utført tilfredsstillende fra en kartlegger sitt synspunkt, fordi de ikke alltid fanget opp variasjonen som kart og satellittbilder viste. Feltregistreringene representerer heller ikke hele kartleggingsområdet, men er konsentrert i noen utvalgte områder. Etter erfaringer fra 2016 og 2017, har vi endret feltprosedyren slik at alle observasjonspunktene heretter legges inn på nettbrettets ortofoto inne på kontoret før feltarbeidet. Dette må planlegges i samarbeid med fører av snøskuter som har god innsikt i snøforhold og kan påvise traseer for sikker framkommelighet i kartleggingsområdet. Da kan vi benytte informasjon fra satellittbildet og ortofoto, til å angi hvilke område som skal oppsøkes og beskrives. En radius legges inn, som knyttes til hvert punkt, for å angi hvor stort areal som skal vurderes i felt. Personen i felt må selv tolke mønsteret i ortofotoet slik at avvikende areal innenfor sirkelen ikke blir vurdert.

Feltregistreringen må beskrive alle utforminger av vegetasjonen på den oppsøkte rabben, også like utenfor rabben ned i lesidevegetasjonen. Dette innebærer at de 9 arealklassene må bli representert i feltobservasjonene, der de forekommer på den oppsøkte rabben. I tillegg må man være oppmerksom på variasjonen innenfor en klasse som gir ulik farge og struktur i ortofoto og satellittbilde. Alle deler av kartleggingsarealet må oppsøkes i felt slik at feltregistreringene gir et representativt inntrykk av hele kartleggingsområdet.

Basert på erfaringene så langt, vil vi i tillegg oppsøke noen av de mindre eksponerte rabbene som gjerne har tykkere snødekke, mer av andre lavarter og gjerne frodigere vegetasjon. Disse arealene kan være vanskelig å skille fra eksponert rabb på ortofoto og satellittbilde ved fototolkning inne på

kontoret. Dette hjelper oss til å bestemme terskelverdien på snøklassifikasjonen (snø – lite snø – ikke snø) på satellittbildet tatt i mars–april. De mindre eksponerte rabbene (se sone 2 i figur 3) er normalt ikke direkte tilgjengelige for villrein på dette tidspunktet. Men de gir en nødvendig kontroll for en mer presis klassifikasjon.

Feltregistreringene på lesebrett har så langt dokumentert arealkategoriene på denne måten:

1. eksponert rabb - svært godt representert i feltregistreringene
2. mindre eksponert rabb - noen feltregistreringer
3. leside med mye dvergbjørk, krekling, smyle, einer, mm - få feltregistreringer
4. skille mellom de ulike impedimentklasser - få feltregistreringer

Den geometriske oppløsningen på satellittbildet er  $10 \times 10 \text{ m}^2$ . Med bakgrunn i det som er nevnt over, bør feltregistreringen beskrive mange større areal over  $100 \text{ m}^2$ , gjerne  $500 \text{ m}^2$ . Mange store areal som er godt beskrevet, er svært verdifulle under arbeidet med å karakterisere de store treningsflatene, spesielt når andre personer utfører feltarbeidet enn den personen som foretar klassifikasjonen av satellittbildet på kontoret. Til nå er slike store areal nesten ikke vurdert i felt.

Det forutsettes god opplæring i felt og forståelse for hvordan registreringen benyttes til å klassifisere treningsflater som igjen gir grunnlag for et heldekkende kart. Generalisering/ forenkling av en kompleks natur til en inndeling i få grove arealklasser er krevende. Forskjellen mellom kartlegging og ruteanalyser må tydeliggjøres.

Klassifikasjon av vegetasjonen innenfor rabben skjer på sommeropptak av satellittbildet (juli-august). Ortofotoet som benyttes til å kontrollere denne klassifikasjonen, og som er bindeleddet til feltregistreringene, er også fotografert om sommeren. Dette skaper noen dilemma mht. vinterbeiteregistreringen vi gjør i felt. Da er det en utfordring at dekningsgraden på f.eks. dvergbjørk er beskrevet om vinteren med greiner uten blad. En mulig løsning er å prøve å anslå dekning av dvergbjørk både uten, men også medregnet blader, under feltarbeidet. Det er mye vanskeligere å skulle gjette seg til dette inne på kontoret. På den annen side er det om vinteren knoppene på dvergbjørka som er av interesse for reinen. Derfor er det relevant å anslå

dekningsgraden om vinteren uten blader. Men det finnes ikke ortofoto vi kan bruke for vinterforhold!

## 5. Treningsflater <sup>3</sup> på satellittbildet

Det er mulig å ekstrapolere kunnskapen fra feltregistreringene til nærområdene til feltregistreringen, slik at det kan legges inn flere treningsflater enn det antall punkter som faktisk er kontrollert under feltregistreringen. Automatisk inndeling av satellittbildet i homogene areal (segmentering <sup>4</sup>) framhever også mønster i bildet som gjenspeiler fordeling av vegetasjon og impediment. Disse mønstrene i bildene skal altså feltarbeidet hjelpe til å beskrive. Da vil en enkelt observasjon i felt kunne resultere i mange «gode» treningsflater på satellittbildet. Denne fototolkning benytter informasjon i ortofoto, satellittbilde og topografisk kart.

Vi trenger minimum 50 treningsflater (helst over 100) for hver arealklasse til både klassifisering og kontroll av klassifiseringen (Lunetta & Lyon 2004). Treningsflatene har svært ulik størrelse bestemt av segmenteringen av satellittbildet - fra 100 m<sup>2</sup> til flere da. Kartet vårt er delt inn i 9 arealklasser. Vi trenger altså 500 – 1000 treningsflater i hvert kartleggingsområde.

## 6. Nærmere om metode for å avgrense snøbare eksponerte rabber

For å få et heldekkende kart, er det nødvendig å finne flere skyfri Sentinel-2 satellittbilder tatt i mars – april. På den tiden er snødekket mest representativt, dvs. da samsvarer snøbare areal på satellittbildet best med vegetasjonstypene på ortofotoet for snøbare eksponerte rabber. Vi har kalt dette for «*Den klimatiske normalen*».

Gjennom arbeidet vi har gjort, viser det seg at rabbene kan identifiseres automatisk på satellittbildet ved å bruke en utvalgsregel (terskling) basert på en rasteranalyse hvor vi dividerer to bildebånd (nr 4

---

<sup>3</sup> Treningsflater er utvalgte spektralt homogene objekt på et bilde (satellittbilde). Objektene i satellittbildet blir laget ved hjelp av metoden segmentering. Alle objektene i bildet blir klassifisert basert på treningsflatene.

<sup>4</sup> Segmentering. En automatisk metode deler satellittbildet inn i spektralt homogene objekt. Hvor stor spektral variasjon som tillates innenfor et objekt bestemmes av operatøren.

og 11) i satellittbildet med hverandre: Bånd4/ Bånd11 (Frank Paul, 2016). Da blir de snøbare arealene avgrenset fra snø og is på en svært presis måte i alle eksposisjoner. Slagskygge vil imidlertid kunne bidra til feil. Utfordringen er å finne et satellittbildet hvor fordelingen mellom snø og ikke snødekt areal faktisk viser den situasjonen vi ønsker å beskrive. Dette har vist seg å være vanskelig, dels fordi tilgangen til egnede satellitt bilder (over) ennå er begrenset. Aktuelle satellitter har vært i operativ tjeneste bare et par år. Derfor vil denne situasjonen raskt bedre seg i de kommende år. Videre er det slik at satellittbildet selvsagt viser snøforholdene i fotoøyeblikket den aktuelle dagen. De fleste dagene har ikke ideelle forhold for å ta slike bilder. Snøbyger kan dekke rabbene, vårsol og regn smelter sør- og vesthellingene og skyer dekker deler av terrenget. «Tidsvinduet» for å fange det «gode» satellittbildet blir derfor svært kort. Ortofotoet fra barmark sesongen viser derimot direkte hvordan vegetasjonen fordeler seg i terrenget. Dette vegetasjonsbildet er en følge av tilpasning til de lokalklimatiske forhold over lang tid, og gjenspeiler derfor den lokalklimatiske normalen. Ortofotoet er lite egnet til automatisk analyse siden vi ikke kan avlede direkte snødekkets tykkelse, altså tilgjengelig vinterbeite. Ortofotoet er tatt i vekstsesongen. Det er for eksempel vanskelig å tolke ortofotoet visuelt mht. lyse flater som både kan være eksponert rabb, men også en moderat rabb. En lys flate kan nemlig også være en moderat rabb med godt snødekke en stor del av vinteren. Lavmatta er gjerne tykk på disse områdene og bildet er svært lyst. Denne rabben skal således ikke kartlegges som eksponert rabb. Slik supplerer satellitt bilder og ortofoto hverandre. Vi velger derfor å prøve den direkte metoden ved å kartlegge snøens fordeling i landskapet på et bestemt tidspunkt målt på et optisk bilde.

Status for Brattefjell-Vindeggen er derfor så langt at det viser seg å være vanskelig å finne et satellittbilde som gjengir eksponerte snøbare rabber «perfekt» i alle høydelag og alle geografiske delområder, slik som ortofotoene langt på vei viser.

Det vil være ulike snøforhold oppe i høyfjellet (øvre del av lavalpin sone og mellomalpin sone) og på lavere nivå ned mot subalpin sone. I store beiteområder vil det sannsynligvis også være en øst – vest gradient når det gjelder snøtykkelse og grad av framsmelting i sør- og vesthellinger. Vi benytter derfor, i tillegg til satellitt bilder og ortofoto, også GIS-analyser mot terrengmodell kombinert med observasjoner på flere satellittbilder, for å bestemme hvilke rabber som skal indentifiseres på hvilke satellittbilde. Til slutt blir alle kartproduktene fra de ulike delområdene slått sammen til et kart som



viser snøbare eksponerte rabber for hele vinterbeiteområdet. Dette minimaliserer arbeidet med den etterfølgende manuelle og tidkrevende kontrollen.

For øyeblikket har vi i Brattefjell-Vindeggen avgrenset eksponerte snøbare rabber innenfor et mindre areal (ikke hele vinterbeiteområdet). Analysen for resten av området kunne ikke utføres med utstrakt bruk av automatiske metoder pga. mangel på gode satellitt bilder. Vi mangler også 2 dagsverk for å innhente feltregistreringer for ikke undersøkte områder.

## **7. Kontroll av kartet med eksponerte rabber**

Manuell kontroll og oppretting av klassifikasjonen av snøbare rabber ble et svært omfattende prosjekt våren 2017 siden vi var henvist til å benytte et lite tilfredsstillende satellittbilde tatt 11. mai 2016. For øvrige satellittbilder var det for stor forskjell på snøens fordeling på satellittbilde, og respektive vegetasjonstyper slik de gjengis på ortofotoet. Det knytter seg også usikkerhet særlig til skillet mellom eksponerte og moderate rabber. Vi trenger derfor flere satellittbilder og noen observasjoner i felt for å kunne tolke eksponerte rabber på satellittbildet med stor sikkerhet.

Den manuelle kontrollen av de snøbare arealene foregår mot 3 viktige datakilder:

1. Ortofoto - som viser fordelingen av vegetasjonen om sommeren.
2. Satellittbilde i farger - som framhever snøbare områder og snø/is i mars-april.
3. Topografisk kart - som viser helling og hellingsretning ved hjelp av høydekoter. Vi ønsker primært 5 m høydekoter for å kunne studere detaljer i topografien. I fjellet har vi mange steder kun 20 m ekvidistanse. Ny nasjonal høydemodell er under arbeid <sup>5</sup> og vil gi oss mye bedre høydedata i fjellet.

### **7.1. Resultater av den manuelle kontrollen**

Øvre del av lavalpin sone passer godt til vegetasjonsfordelingen for eksponert rabb slik det vises både på satellittbildet 11. mai 2016 og ortofotoet. På lavere høydenivåer smelter sør- og vesthellingene mer fram på satellittbildet. I subalpin sone gjelder dette også noe av bjørkeskogen. I nord og

---





<sup>5</sup> Ny nasjonal høydemodell er et stort prosjekt som pågår og vil være ferdig i 2022. Referanse: <http://www.kartverket.no/Prosjekter/Nasjonal-detaljert-hoydemodell/>

østhellinger er moderate (dvs. mindre utpregede - med midlere eller mindre høyde og avrunding) rabber dekt av snø på satellittbildet. I nedre deler av lavalpin sone er derimot de fleste moderate rabber også snøbare (se eksempler under). Satellittbildet fotografert 11. mai 2016 har derfor krevd omfattende manuell redigering vha. ortofoto. Ortofoto er vanskelig å tolke med tanke på snøtykkelse og dermed tilgjengelig vinterbeite. Dette kan gjør det produserte kart noe usikkert.

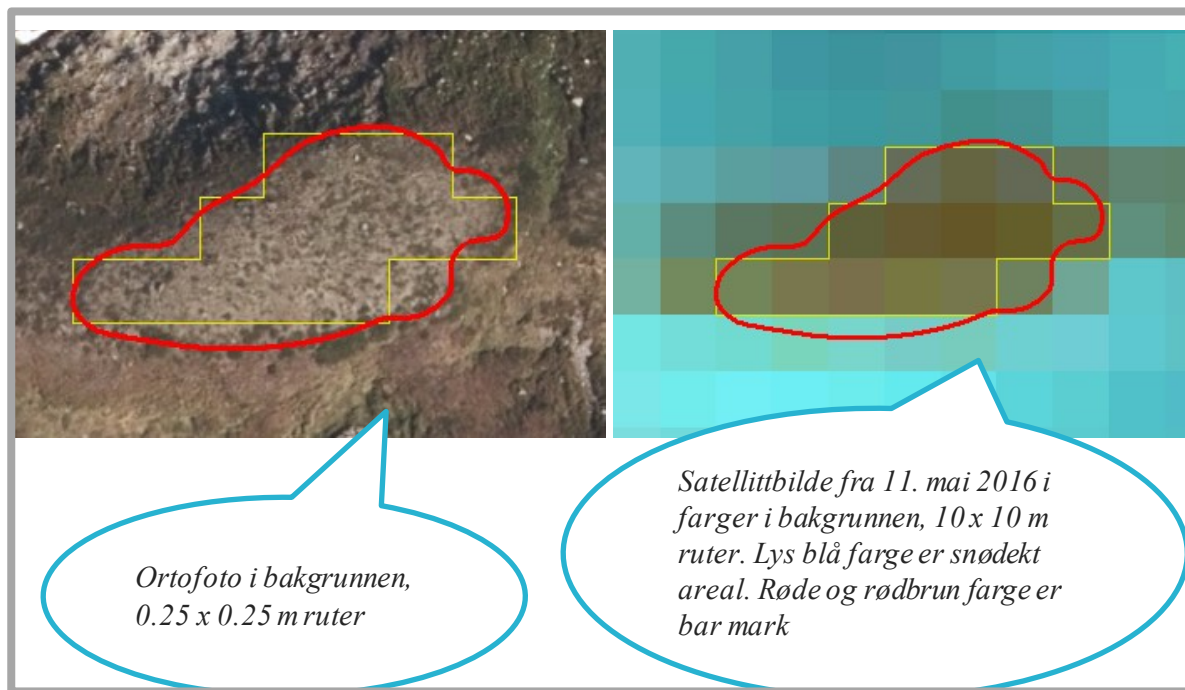
## 7.2. Eksempler på avgrensing av eksponert rabb

Illustrasjonene i dette kapittelet viser utfordringene med å avgrense den eksponerte snøbare rabben som vi kaller *Den klimatiske normalen* (Figur 2). Dette arbeidet dokumenterer også at satellittbildet ikke er tatt på rett tid av året for å beskrive utbredelsen av eksponerte rabber. Til slutt vises det to eksempler på uklarheter knyttet til feltregistreringen i 2017.

Tegnforklaring til utklippbildene på de neste sidene

-  Avgrensing av rabben ved hjelp av en automatisk klassifikasjon av satellittbilde med forholdstallet mellom to bildebånd (nr 4 og 11) i satellittbildet: Bånd4/Bånd11
-  Manuell avgrensing
-  Markering av polygon som redigeres bort manuelt
-  Feltregistrering

Figur 4 viser et eksempel på nær perfekt avgrenset eksponert rabb. Den automatiske klassifikasjonen på satellittbildet samsvarer svært godt til den manuelle tolkingen av ortofotoet.



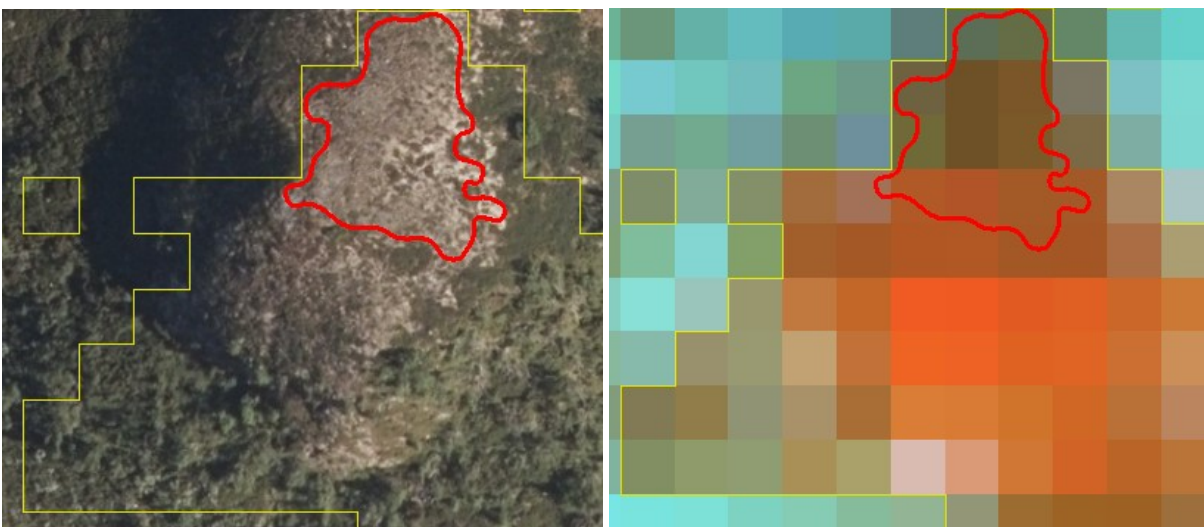
Figur 4 Eksponert rabb 1290 moh plassert på ei hylle i ei bakli, og derfor uten snøfri sone i sørhelling

Fig. 5 viser en nærmest perfekt avgrenset eksponert rabb. Illustrasjonen dokumenterer også den vanskelige avgrensingen mot mer moderat eksponerte rabber. Denne avgrensingen vil følgelig også være følsom grad av avsmelting, og viser hvor viktig det er å bruke satellittbilder som er representative for normalt avsmeltingsforløp.



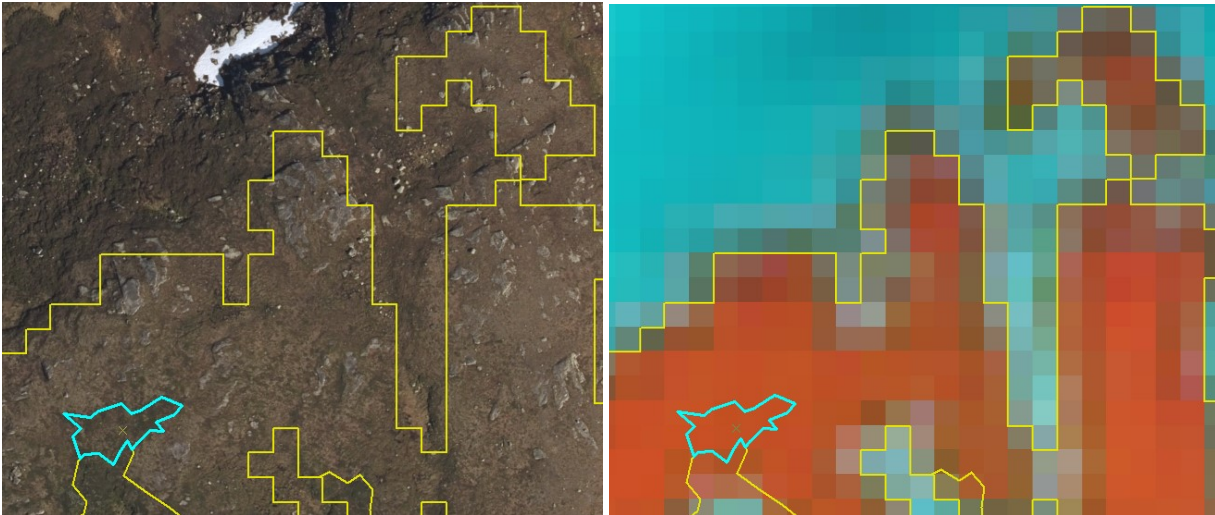
Figur 5. Eksempel på vanskelig avgrensning. Eksponert rabb 1320 moh plassert på en forhøyning. Feltregistreringen (nederste hvit stjerne) beskriver en rabb i en flat sørhelling med 20% rabbesiv, 10 % stivstarr og 50% lav 2 cm høy – og som er delvis snødekt 11. mai 2016. Vi forventer derfor større snødybde tidligere på vinteren. Rødbrun farge på satellittbildet til høyre angir snøbare og delvis snøbar areal.

I Figur 6 er derimot rabben korrekt avgrenset mot nord, men svært feil mot sør.



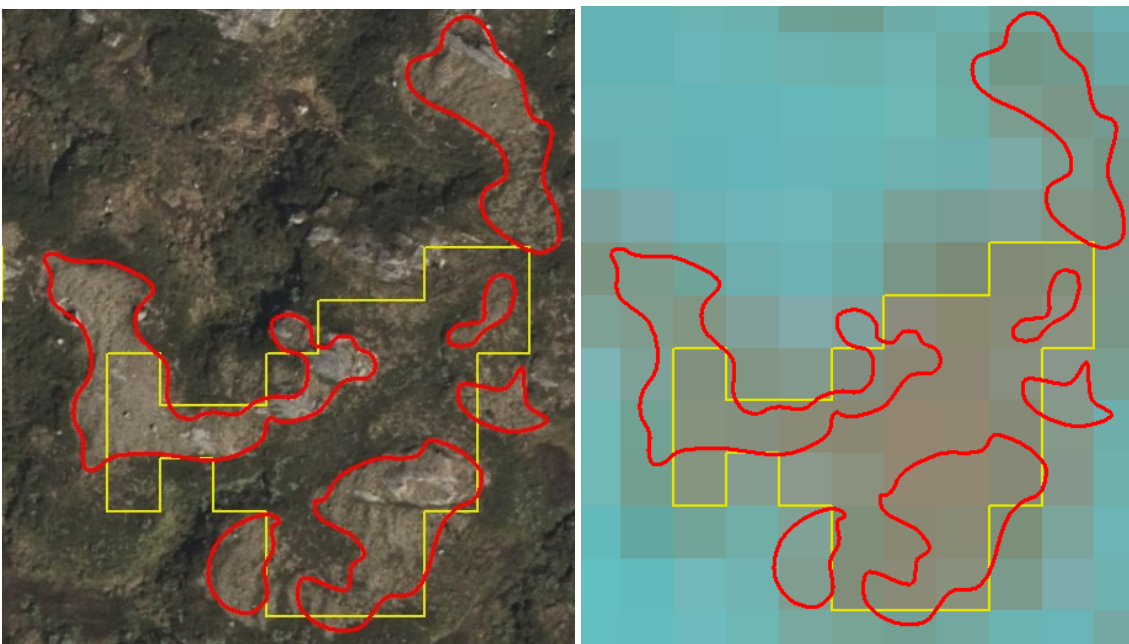
Figur 6. Eksponert rabb, lesidevegetasjon og bjørkeskog 1090 -1125 moh. Satellittbildet tatt 11. mai 2016 er ubrukelig for å gå opp grensen mellom eksponert snøbar rabb og snødekt lesidevegetasjon. Små brune dotter i ortofotoet til venstre er dvergbjørk og krekling. Grønn ullen struktur er bjørkeskog. Bratt li på ca 30 m høyde rett sør for rabben gir tidlig snøsmelting i 2017, omtrent samtidig med den eksponerte rabben. Se rød farge på satellittbildet til høyre som viser snøbare områder.

Det klassifiserte satellittbildet gjengir snøforholdene godt i forhold til eksponert rabb gjengitt på ortofotoet og satellittbildet (Figur 7). Det er redigert bort et myrområde med noe dvergbjørk i kanten, vist ved lyseblå kontur.



*Figur 7. Eksponert rabb med en del myr i 1300 moh.*

I områder med tette slørskyer kan mindre areal kartlegges manuelt. Tynne slørskyer blir imidlertid automatisk korrekt avgrenset, som vist i Figur 8.



*Figur 8. Blast satellittbilde med slørskyer er vist il høyre. Klassifikasjonen avviker noe fra skyfrie areal.*

### 7.3. Arealet kan være upresist lokalisert eller beskrevet under feltregistreringen

Fig. 9 viser et lite langstrakt areal dominert av røsslyng (fiolett/brun farge). Merknadsrubrikken i feltregistreringen hjelper til å identifisere arealet selv om stjerna er plassert litt feil. Kommentar fra feltregistreringen: «lite langstrakt areal» bidrar til å identifisere arealet.



*Figur 9. Den hvite stjerna (feltregistreringen) ligger nedenfor (SV) for det fiolettbrune arealet som synes å være det arealet som registreringen beskriver.*

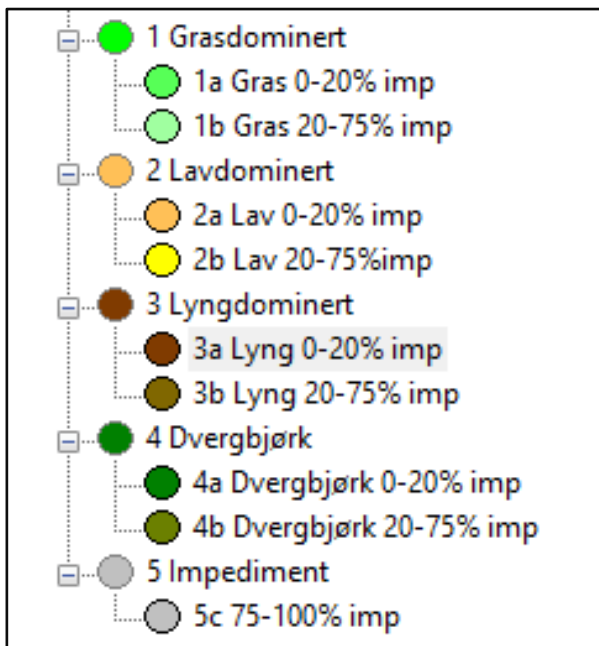
Figur 10 viser et lite område registrert i felt som dominert av krekling (30%) og dvergbjørk (10%).



*Figur 10. På flybildet og fotografi tatt med lesebrettet ser dette arealet ut til å inneholde mer dvergbjørk på ortofotoet (sommerbilde) enn det som er registrert om vinteren, jfr. hvit stjerne.*

## 8. Klassifikasjon av arealtyper og vegetasjon innenfor eksponerte rabber

Kartet med de snøbare eksponerte rabbene blir benyttet til å avgrense områder på satellittbildet tatt i vekstsesongen (juni-september). Disse arealene blir så klassifisert til arealtype. Vi kan benytte et eller flere satellittbilder tatt i vekstsesongen. Vi har valgt å klassifisere hele kartleggingsområdet til 9 ulike arealtyper (Fig. 10). I praksis har vi så langt ikke funnet alle arealtypene i Brattefjell-Vindeggen. Grasheier (arealklasse 1) er foreløpig ikke registrert. Kartleggingsarealet er lyngdominerte og lavdominerte areal med ulike innslag av impediment (< 20%, 20-75% og >75% impediment) (Figur 11).



Figur 11. Klassifikasjon av vegetasjon/arealtyper for snøbare rabber.

Arealklassifiseringen kan lett gjøres enklere, noe som selvsagt også forenkler det manuelle tolkningsarbeidet. Vi kan benytte 3 - 4 arealklasser. Det er forvaltningens bruk av kartet som bestemmer hva som er mest hensiktsmessig. Det kan være aktuelt å slå sammen undergruppene klasse 2 Lavdominert og klasse 3 Lyngdominert, iallfall stedvis.

Treningsflater må fototolkes basert på feltarbeidet – se punkt 2 under. Ortofotoet er viktig redskap til denne jobben sammen med satellittbildet. Siden feltarbeidet i 2017 var til relativt liten hjelp til å skille mellom de ulike impedimentsklassene (mengden sand/stein/fjell) i vegetasjonene, må dette fototolkes. Impediment skilles svært godt fra vegetasjon ved hjelp av IR kanalen, f.eks. på satellittbilder. Vanlige ortofoto fargebilder *uten* IR kanal gjør denne fototolkningen noe usikker. IR-kanalen inngår dessverre ikke i det ferdige nasjonale ortofotoet bestilt av NIBIO og Kartverket. Kanskje vi må vurdere å produsere 4 kanal ortofoto for kartleggingsområdene hvis de to første impedimentsklassene er viktig å skille fra hverandre.

## 8.1. Nærmere om arbeidsprosessen med klassifikasjon av arealtyper

I korthet kan arbeidet med klassifikasjon av arealtyper sammenfattes slik:

### 1. Segmentere satellittbildet

De eksponerte rabbene (kartlagt og avgrenset som beskrevet over) blir delt inn i homogene delområder basert på 10 m ruter i satellittbildet. Det minste segmentet kan være en eneste rute på 10 x 10 m<sup>2</sup> rute. Dette skjer når kontrasten i denne delen av bildet er stor (stor variasjon i arealtype over korte avstander). Det største segmentet kan representere hele rabben. Dette skjer når kontrasten i bildet er svært liten. Den samme arealtypen dominerer på hele arealet.

Basert på feltregistreringen velger vi parameter<sup>6</sup> for segmenteringen slik at inndelingen av rabbene i segment skiller best mulig mellom de prioriterte arealtypene. Disse faglige valgene er viktig for å oppnå et godt resultat.

### 2. Klassifisere treningsflater

Treningsflatene er utvalgte segment som blir klassifisert til de 9 ulike arealklassene ved hjelp av fototolking. En treningsflate (segment) ligner på et areal som ble beskrevet i nærheten under feltregistreringen. Gode treningsflater, dvs. å finne frem til de segmentene som skiller godt mellom arealklassene, er det aller viktigste leddet i kjeden av prosesser, som er beskrevet i dette kapittelet. Resultatet kan da bli et godt kartprodukt, når treningsflatene benyttes til å klassifisere hel satellittbildet (alle segmentene). Overgangssonene mellom arealklassene er naturligvis svært utfordrende å forholde seg til. Nettopp fordi de er overgangssoner som ikke

---

<sup>6</sup> Parameterene Scale og Compactnes, styrer heterogenitetemålene til segmentene til satellittbildet. Vi ønsker størst mulig segmenter som samtidig er mest mulig homogene med tanket på spektrale verdier i de ulike bildekanalene. Dette er motstridene ønsker.



har en klart definert grense og derfor mangler en klar tilhørighet til en bestemt arealklasse.

### 3. Enkel objektbasert analyse - foreløpig kart

Treningsflatene blir brukt til å klassifisere alle rabbene innenfor kartleggingsområdet til de 9 arealklassene. Dette gir et foreløpig kart for hele kartleggingsområdet. Vi benytter en enkel nærmeste nabo analyse (NN<sup>7</sup>) både til arbeidet med treningsflatene og til det foreløpige kartet. Denne metoden gir en svært verdifull støtte til kontroll av alle treningsflatene når vi legger inn nye treningsflater.

### 4. Endelig klassifikasjon/kart

Til den endelige klassifikasjonen av kartleggingsområdet henter vi inn ytterligere informasjon avledet fra satellittbildet og ulike kartdata. Den informasjonen som bidrar best til å skille mellom arealklassene vil inngå i den endelige bildeanalysen. Den vil foregå i et statistikkverktøy hvor den beste metoden velges blant mange «Maskinlærings» algoritmer. Disse analysene er i hovedsak basert på alle segmentene i satellittbildet og alle treningsflater som er produsert i punkt 1 og 2. Den statistiske evalueringen bruker en 'confusion matrix', klassifikasjons nøyaktighet, feltkartlegger nøyaktighet, kart produsent nøyaktighet, og Kappa statistikk. Basert på denne evalueringen og en beregnet Kappa-indeks, velges beste «maskinlærings» modell (Nearest Neighbor, Support Vector Machines, CART, eller Random Forests). (En nærmere beskrivelse av dette kan gis (Dieu Bui), men er for teknisk til å ta med her.)

## 9. Eksempel på klassifikasjon av treningsflater

De to utklippbildene under viser eksempler på klassifikasjon av treningsflater.

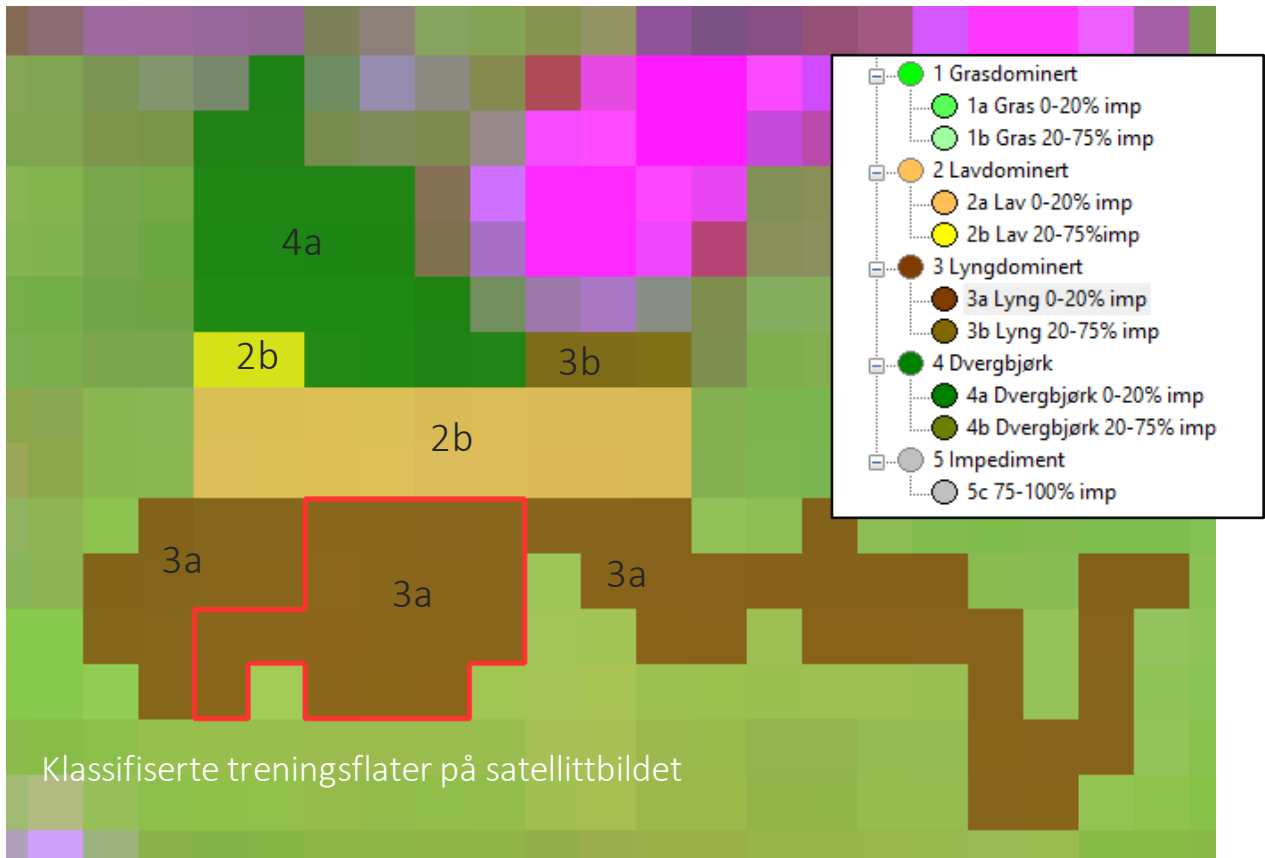
### 9.1. Eksempel på grenseoppgang mellom lavdominert og lyngdominert areal

Lyse fargenyanser på ortofotoet representerer areal med 50% lav og 60% lyng, se satellittbildet under og ortofotoet under på neste side (Figur 12a og 12b). Når det i tillegg blir mange flekker med mørkere brun-grønn farge (dvergbjørk og krekling) på ortofotoet, klassifiseres hele treningsflaten som

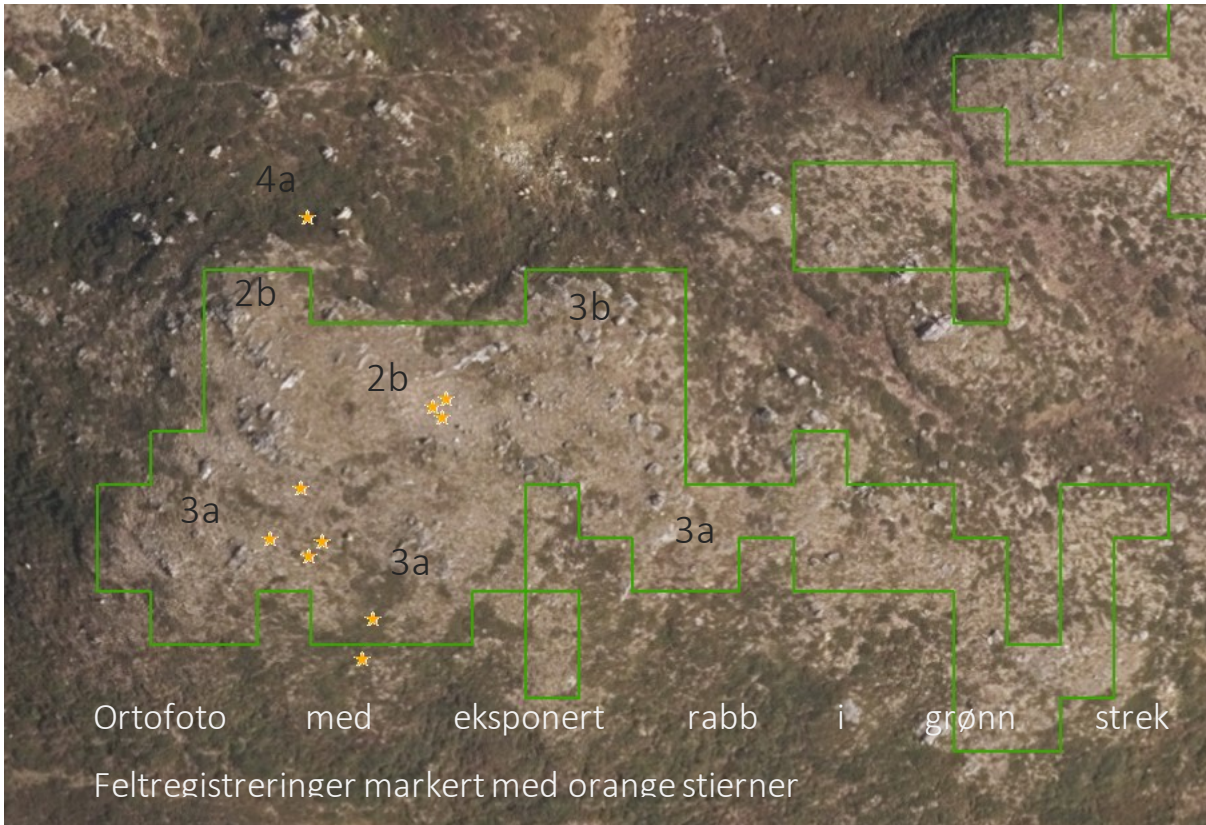
---

<sup>7</sup> Nærmeste nabo analyse gir et enkelt og raskt mål på likheten mellom alle segmentene ved hjelp av et sett av spektrale egenskaper avledet fra satellittbildet. Membership parameteren angir avstand mellom to objekt/segment i det mangedimensjonale rommet. Avstanden mellom to segment blir beskrevet av de spektrale egenskapene vi velger ut til å karakterisere en treningsflate/segment. (1 = helt lik, 0=helt forskjellig). Vi forholder oss til det segmentet i hver arealklasse som ligner mest på det aktuelle segmentet/treningsflaten.

lyngdominert. Uten mange mørke parti på ortofotoet klassifiseres arealet som lavdominert. Dette er en vanskelig grenseoppgang både i felt, bildetolkning på ortofotoet og endelig klassifikasjon av treningsflaten på satellittbildet.



Figur 12a. Satellittbilde som viser eksempel på treningsflater og avgrensning knyttet til overgangssoner.



Figur 12b. Ortofoto som viser eksempel på treningsflater og avgrensning knyttet til overgangssoner. Her er det innslag av dvergbjørk og krekling som står i fokus.

### 9. 3. Eksempel på kontroll mot andre treningsflater

Hver eneste treningsflate går gjennom en manuell kontroll mot alle andre treningsflater. Dette er både en visuell og statistisk kontroll.

Et segment (treningsflate) er vist i rødt omriss på satellittbildet på Figur 12a, og klassifisert som arealtype 3a. I en nærmeste nabo klassifisering av satellittbildet med 9 arealtypeklasser hentet fra satellittbildet, er det stor likhet med objekt fra flere andre arealklasser, se Tab. 1. Membership = 1 representerer identisk verdi på alle egenskapene som er brukt til å karakterisere treningsflatene. Membership = 0 representerer ingen likhet i egenskapene.

Tabell 1. Klassifikasjon av kart i Fig. 11a, b.

Sample Selection Information	
Class	Membership
3a Lyng 0-20% imp	1.000
2a Lav 0-20% imp	0.952
2b Lav 20-75%imp	0.951
4a Dvergbjørk 0-20% imp	0.935
3b Lyng 20-75% imp	0.745
5c 75-100% imp	0.543

Alle treningsflatene gjennomgår en slik kontroll som må veies mot feltregistreringene, ortofotoet og ev. kartinformasjon om eksposisjon og helling. Hvis kontrollen blir godkjent, lagres treningsflaten. Hvis ikke, må de andre aktuelle treningsflatene oppsøkes for å prøve å finne et mulig avvik eller feil i klassifikasjonen av treningsflatene. Oftest viser det seg at det er menneskelig feil, dvs. kartarbeider som har valgt feil arealklasse til en treningsflate. Andre ganger er det stor likhet i den virkelige verden som faktisk også blir reflektert i høy spektral likhet mellom to treningsflater. Arealene lar seg da faktisk vanskelig skille etter gjeldende klasseinndeling. Dette er en vanlig situasjon når man kartlegger store områder. Mange areal ligger altså frustrerende nær den overgangssonen man prøver å definere både spektralt i bildet og i den virkelige verden.

I eksempelet Tabell 1 over: Den spektrale likheten til 3a mot arealklasse 2a og 2b vurderes som moderat, tatt i betrakning av at satellittbildet er tatt 26. mai 2017. Bildet skiller derfor i utgangspunktet ikke godt mellom arealtypene. Fotosyntesen har ikke kommet ordentlig i gang (ny vekst av biomasse). Det er altså faglig sett liten feil å kalle arealet 2a Lavdominert med 0-20% impediment eller 2b Lavdominert med 20-75% impediment.

## **10. Areal snøbare rabber og klassifikasjon av arealtype innenfor deler av vinterbeiteområdet i Brattefjell-Vindeggen**

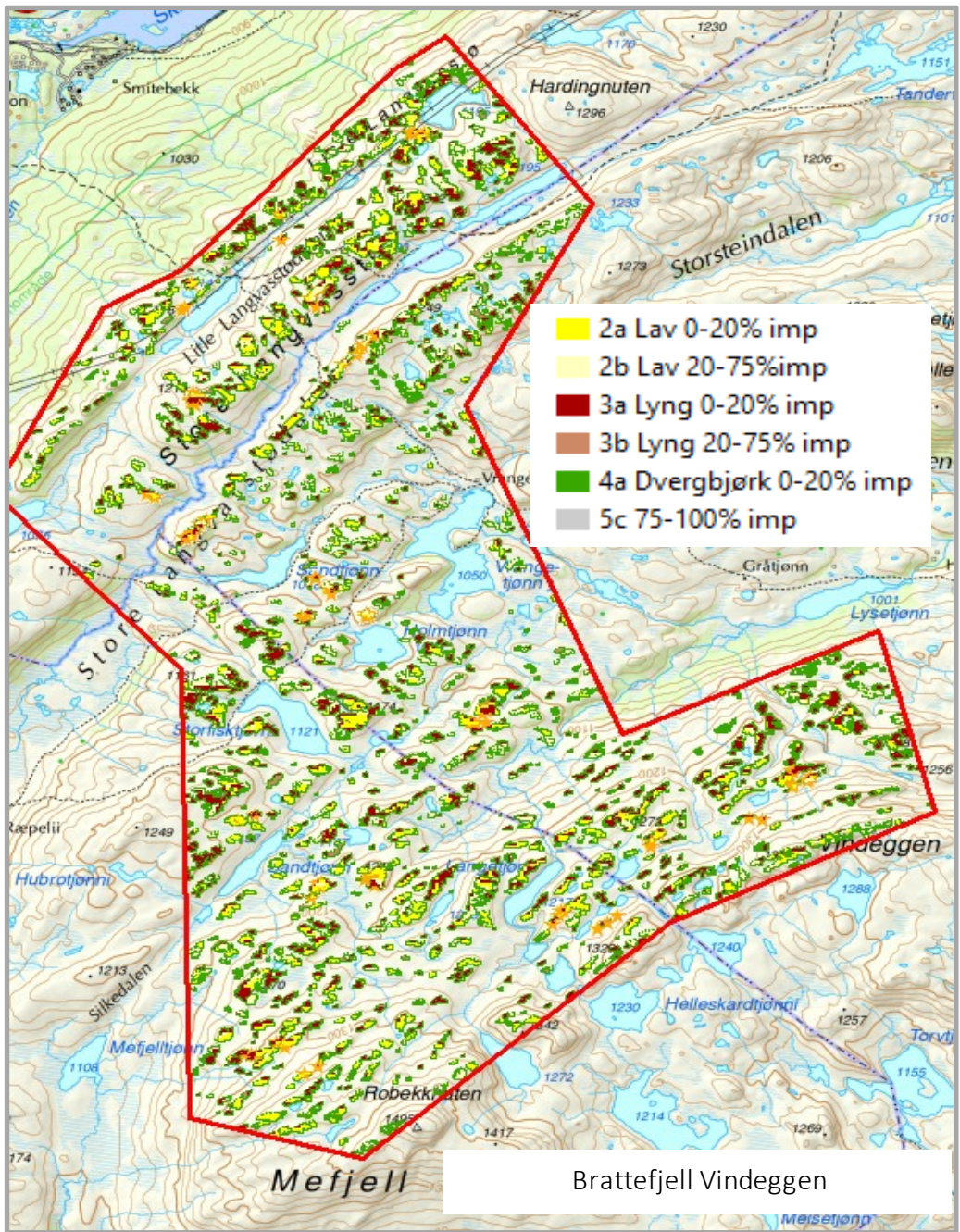
Vi har laget foreløpige temakart for vinterbeiteområdene i Brattefjell-Vindeggen, men bare for den delen av vinterbeiteområdet hvor vi har hatt relevante satelittbilder tilgjengelig, og hvor de eksponerte rabbene er manuelt redigert og kontrollert i nærheten av feltregistreringene. Det beste satelittbildet som var tilgjengelig, ble tatt litt for tidlig i vekstsesongen, nemlig 26. mai 2017. All vegetasjon har liten fotosynteseaktivitet på denne tiden. Det var da vanskelig å skille mellom de ulike vegetasjonstypene. Dvergbjørka var f.eks. uten blad og fikk derfor alt for stort areal på bekostning av lite frodig lyngrik hei. Arealtypekartet er basert på den samme metoden som ble benyttet til å karakterisere treningsflatene, dvs. nærmeste nabo NN1 klassifikasjon (se over). I den endelige klassifikasjonen vil det være innarbeidet en del tilleggsinformasjon og brukt en bedre statistisk metode (se over). Dette vil imidlertid neppe medføre vesentlige endringer annet enn på detalj nivå.

På kartet for Brattefjell Vindeggen (Figur 13) er 6 av de 9 definerte arealklassene tilstede (se tegnforklaringen på kartet).

Klassifikasjonen skal gjentas når det blir tilgjengelig et bedre satelittbilde som er tatt i vekstsesongen (juni – september). Dessverre var ingen av bildene i juli 2017 skyfrie for dette vinterbeiteområdet. Til sammen har vi kartlagt noe over 21 000 da i den nord-nordvestlige delen av Brattefjell-Vindeggen, i et område som regnes som viktig vinterbeite for villreinen.

Av dette totalarealet utgjør lavrabber med lite impediment (<20%, klasse 2a) 524 da og lavrabber med mye impediment (20-70%, klasse 2b) 334 da. Det antyder at tilsammen ca. 858 da, eller ca. 4 % av det kartlagte området, er snøbare og lett tilgjengelige lav vinterbeiter for villreinen i Brattefjell-Vindeggen. Dersom dette er representativt for resten av området, kan det på ettermøtet være i overkant av 14 km<sup>2</sup> med snøbare vinterbeiteområder i B-V. Dette estimatet er sannsynligvis i overkant, ettersom det kartlagte området er et typisk vinterbeiteområde, dvs. har mange bare rabber. Lavhøyden er gjennomgående liten, mindre enn 2 cm og antyder slitte lavmatter, (Figur 14). En del tykkere lavmatter (bestående av hovedsakelig kvitkrull og reinlav) (4-6 cm, maksimum 8 cm) er hovedsakelig målt lavere på rabben som tidvis normalt er snødekt. Rabbene har omtrent like mye lyngvegetasjon (875 da, ca. 4 % av totalarealet) og har også litt dvergbjørk (262 da, 1,2 %).

Spesielt når det gjelder lavmatter, er det viktig å være klar over at nøyaktig måling av lavhøyder selv i felt er vanskelig (Figur 14). Måling av høyden på de lavartene som vokser på eksponert rabb er særlig beheftet med betydelig usikkerhet. Dette skyldes at vi lett trykker meterstokken også ned i humusen som ofte ligger under laven. Dette er umulig å kontrollere uten å rive opp selve lavmatten, noe vi selvsagt ikke ønsker å gjøre. Derfor vil de målte lavhøydene ha en tendens til å bli før høye (overestimert). Dette vil ha størst betydning for de tynnere lavmattene oppe på rabben, dvs. nettopp de som er lettest tilgjengelige for villreinen. Hvis lavhøyden for eksempel måles til 3 cm for gulskinn, så er det for denne arten ganske nær den tykkelsen som gir raskest vekst (nær midten på den sigmoide vekstkurven). Hvis vi derimot har målt 1-2 cm for mye, og den reelle høyden var 1-2 cm, så er dette nedslitte og seint voksende lavmatter. Der laven er høyere, slik som ned i lesidene på rabben, dominerer andre arter (og høyere) som ofte er mindre tilgjengelige for beiting.



Figur 13. Areal med snøbare og lett tilgjengelige rabber i Brattefjell-Vindeggen. Kartet viser også areal av de ulike vegetasjonsklassene.



Figur 14. Høyder på lav registrert i felt i Brattefjell-Vindeggen. Gjennomsnittsmåling av lavhøyde innenfor homogene områder, ca. 50-100m<sup>2</sup>, nær observasjonspunkt. Grønne trekkanter angir lavhøyder, røde sirkler angir punkt uten registreringer.



## 11. En enkel sammenligning av reinpopulasjonen og vinterbeiteareal mellom Hardangervidda og Brattfjell-Vindeggen

Noen enkle nøkkeltall for villreinområdene i Brattfjell-Vindeggen og på Hardangervidda, viser mer slitte, men også relativt sett større vinterbeiteområder i B-V (Tabell 2).

Tabell 2. En enkel sammenligning av reinpopulasjonen og vinterbeiteareal i beiteområder på Hardangervidda og i Brattfjell-Vindeggen.

	<i>Brattfjell-Vindeggen</i>	<i>Hardangervidda</i>
<i>Vinterpopulasjonen, antall dyr</i>	500-550	10.000-12.000
<i>Totalt areal</i>	357 km <sup>2</sup>	8130 km <sup>2</sup>
<i>Dyr per totalareal</i>	1,4/km <sup>2</sup>	1,2/km <sup>2</sup>
<i>Snøbare areal om vinteren</i>	14 km <sup>2</sup>	830 km <sup>2</sup>
<i>Antall dyr pr. vinterareal</i>	35 dyr/km <sup>2</sup>	12 dyr/km <sup>2</sup>
<i>Tykkelse beita lavmatter (cm)</i>	<=2(3)	1-6
<i>Lavvolum (cm<sup>3</sup> per m<sup>2</sup>)</i>		150-500
<i>Lavbiomasse (g per m<sup>2</sup>)</i>		< 100

Det er gjort flere relativt detaljerte undersøkelser av lavhøyde, lavdekning, lavvolum og lavbiomasse i ulike deler av Hardangervidda (Falldorf *et al.* 2014; Odland *et al.* 2014). Hovedtrekkene i vegetasjonen på Hardangervidda er tidligere kartlagt av Hesjedal (1975). I tillegg omhandler flere masteroppgaver (ferdige eller under arbeid) beitegrunnet i flere områder. Lavhøyden varierer stort sett mellom 1 og 6 cm på toppen av rabbene, lavvolumet (lavdekning\*lavhøyde) varierer mellom 150 og 500, og lavbiomassen ligger for det meste under 100 g/m<sup>2</sup> i beiteområder.

I Brattfjell-Vindeggen er det enda ikke utført så grundige undersøkelser, f.eks. av lavvolum og biomasse. Tetthet av villrein i forhold til foreløpig beregnet vinterbeiteareal (denne rapporten) er betydelig større i B-V enn på Hardangervidda (Tabell 2). På rabbene er lavhøyden gjennomgående normalt mindre eller lik 2 cm (Figur 14) og antyder slitte vinterbeiter. Det synes derfor ikke å være vinterbeitegrunnlag til å øke villreinstammen i B-V.

Ut fra undersøkelsene av mulig vinterbeiteareal og vinterstammen i Brattfjell-Vindeggen og en sammenligning med situasjonen på Hardangervidda, er antall dyr i forhold til totalt areal per område, noenlunde lik i de to områdene. Vinterstammen i Brattfjell-Vindeggen har et foreløpig beregnet (i denne rapporten) betydelig mindre vinterbeiteareal (snøbare områder) per dyr enn på Hardangervidda. Det her foreløpig beregnede vinterbeitearealet i B-V er sannsynligvis også for høyt, ettersom det er basert på satellittbilder fra et kjent vinterbeiteområde. Når bedre satellittbilder blir tilgjengelige også for resten av B-V, vil vi kunne gi et bedre estimat. Lavbeitet ser uansett ut til å være mer slitt i B-V enn på (deler av) Hardangervidda.

Vi vil til slutt peke på at det ikke er gjort systematiske undersøkelser av menneskelige påvirkninger i B-V, f.eks. i form av ferdsel eller teknisk infrastruktur (veier, kraftledninger, hytter). Det er vel kjent at dette kan ha stor betydning for (og redusere) villreinens arealbruk, men vi har ikke kunnskapsgrunnlag for å vurdere ev. betydning av dette her. En interessant videreføring av prosjektet vil være å lage egne kart over denne type aktivitet og inngrep, og sammenholde det bl.a. med vinterbeitene.

## 12. Konklusjoner

Avgrensning og klassifisering av eksponerte rabber foregår i flere etapper.

### *Feltregistreringen*

Resultatene fra feltregistreringen dokumenteres på lese Brett. Snøskuterfører vil være med å planlegge ruta for feltundersøkelsen. Punkt som skal oppsøkes i terrenget blir lagt ut langs snøskutertraseen og overført til nettbrettet før feltarbeidet. Punktene blir plassert på utvalgte rabber som representerer ulike høydelag og innenfor alle deler av kartleggingsområdet. Vi baserer oss på et

fåfall feltregistreringer på utvalgte rabber. Alle utforminger av rabbene og noe lesidevegetasjon blir representert i det innsamlede materialet. En radius oppgitt for hvert punkt angir det arealet som skal beskrives i felt. Areal innenfor sirkelen med avvikende mønster på ortofotoet skal ikke inngå i registreringen. Dette sikrer kvalifisert generalisering av vegetasjon og impediment innenfor store areal (100 - 500 m<sup>2</sup>). Satellittbildet har en minste oppløsning på 100 m<sup>2</sup>. Inne på kontoret er vi da bedre i stand til å fototolke mønsteret i ortofotoet på hele den utvalgte rabben på en sikker måte.

Dette har den fordel at vi har med oss alt materialet ut i felt og kan gjøre registreringene direkte i databasen på lesebrettet. Lesebrettet kommuniserer med kartdatabasen på kontoret via en skytjeneste. Alle som er pålogget ser derfor den samme informasjonen. På lesebrettet kan vi studere ortofoto, topografisk kart og registreringskjemaet. Ved hjelp av GPS kan vi orientere oss til de punktene som skal observeres i felt.

En feltinnsats på ca. tre dager med 2 personer på snøskuter ser ut til å være tilstrekkelig for et område av denne størrelse, forutsatt at transportforholdene er gunstige. Dette krever god forhåndskontroll over geografisk plassering av registreringspunktene. På denne måten blir feltarbeidet særdeles målrettet og effektivt. Dette sikrer at feltregistreringen får størst mulig verdi for den personen som skal bearbeide kartene videre inne på kontoret.

#### *Avgrensning av eksponerte rabber*

Vi foretar en automatisk klassifikasjon på flere Sentinel 2 satellittbilder som er tatt i mars – april, gjerne over flere år. På denne tiden har områdene normal maksimalt snødekke (Kohler *et al.* 2006; Odland & Munkejord 2008; Lawrence & Slater 2010). Dette gir et kart som viser fordelingen av snø og bar mark på fototidspunktet for bildet.

#### *Manuell kontroll av avgrensingen av eksponerte rabber*

Alle rabbene må kontrolleres manuelt mot ortofoto og høydemodell for å justere mot slagskygger og utsmelting i sør- og vestvendte lisider. Dette representerer en betydelig arbeidsinnsats.

For å redusere det manuelle arbeidet kan et vinterbeiteområde deles vertikalt og horisontalt opp etter hvordan de ulike satellittbildene gjengir snøens fordeling i terrenget på best måte. Høydemodell

vil inngå i den vertikale oppsplittingen. GIS-analyser bidrar med mer informasjon som grunnlag for oppsplittingen, og til slutt også til sammensyningen til et sluttprodukt. Sluttproduktet gir et eneste kart som viser snøbare eksponerte rabber med en «klimatisk normal» avgrensing mot lesidevegetasjon og rabber med moderat snødekke. Kartet representerer vinterbeite for villreinen på en kritisk del av ettervinteren.

#### *Klassifisere vegetasjonen innenfor eksponerte rabber*

Arealene klassifiseres til 9 forskjellige areal/vegetasjonstyper. Opplegget følger omtrent metodikken som er utviklet de senere år (Kastdalen & Hjeltnes 2012). Men feltarbeidet er endret til bruk av lese Brett, og innsamling av data foregår vinterstid. Bruk av snøskuter gjør det mulig å utføre feltarbeid som dekker store arealer. Etterarbeidet på kontoret er imidlertid nær det samme.

Undersøkelsene her viser relativt slitte lavbeiter i Brattefjell-Vindeggen med lavhøyder på normalt mindre eller lik 2 cm på rabbene. Det synes derfor ikke å være vinterbeitegrunnlag i form av lav til å øke nåværende bestand.

## 13. Referanser

- 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.
- Fylkesmannen-i-Agder (2017) Beitebruks – og vegetasjonskart for naturforvaltning i Setesdal Ryfylke. Presentasjon på møte 18. April 2017. (ed. T. Punsvik). Fylkesmannen i Agder, Kristiansand.
- Hesjedal, O. (1975) Vegetation mapping at Hardangervidda. *Fennoscandian Tundra Ecosystems. Part 1: Plants and microorganisms. Ecological studies 16*. (ed. F.E. Wielgolasky). Springer, Berlin.
- Kastdalen, L. & Hjeltnes, A.W. (2012) Vegetasjonskartlegging med satellittdata. Optimalisering av analysemetodikk. *HiT Skrift*. Telemark University College, Bø in Telemark.
- Kohler, J., Brandt, O., Johansson, M. & Callaghan, T. (2006) A long - term Arctic snow depth record from Abisko, northern Sweden, 1913–2004. *Polar Research*, **25**, 91-113.
- Lawrence, D.M. & Slater, A.G. (2010) The contribution of snow condition trends to future ground climate. *Climate dynamics*, **34**, 969-981.
- Lunetta, R.S. & Lyon, J.G. (2004) *Remote sensing and GIS accuracy assessment*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Odland, A. & Munkejord, H.K. (2008) Plants as indicators of snow layer duration in southern Norwegian mountains. *Ecological Indicators*, **8**, 57-68.
- Odland, A., Sandvik, S.M., Bjerketvedt, D.K. & Myrvold, L.M. (2014) Estimation of lichen biomass with emphasis on reindeer winter pastures at Hardangervidda, S Norway. *Rangifer*, **34**, 95-110.
- Paul, F., Winsvold, S., Käab, A., Nagler, T. & Schwaizer, G. (2016) Glacier Remote Sensing Using Sentinel-2. Part II: Mapping Glacier Extents and Surface Facies, and Comparison to Landsat 8. *Remote Sensing*, **8**, 575.

Skriftserien Nr 17  
2017

**Kartlegging av snøbare rabber og  
vinterbeite i Brattefjell-Vindeggen**

Arne W. Hjeltnes  
Dag K. Bjerketvedt  
Arvid Odland  
Dieu Tien Bui  
Jan Heggenes

ISBN 978-82-7206-460-9  
ISSN 1893-3068

usn.no

