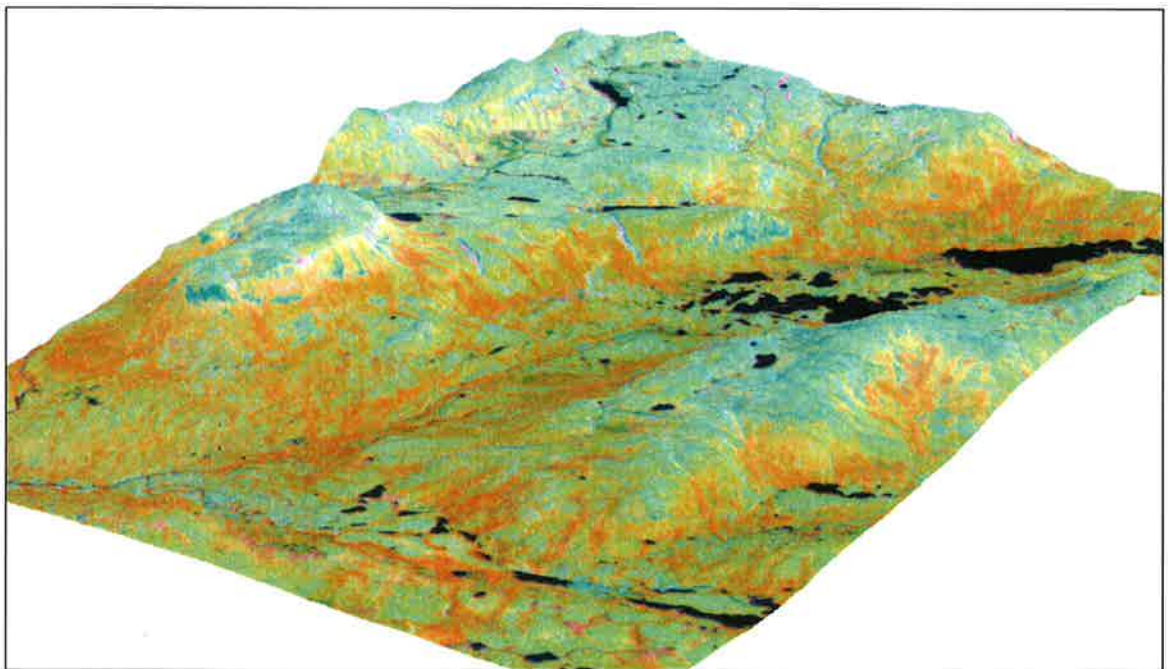


**Bruk av Sentinel-2 satellittdata innen forvaltning av  
Øvre Dividalen nasjonalpark og Dividalen  
landskapsvernområde**

**Studieområde - Havgavuopmi**



**Bernt Johansen, Stein Rune Karlsen og Tore Riise**

**Norut Tromsø 2019**

**Tittel****Bruk av Sentinel-2 satellittdata innen forvaltning av Øvre Dividalen nasjonalpark og Dividalen landskapsvernområde. Studieområde Havgavuopmi****Forfatter(e)**

Bernt Johansen, Stein Rune Karlsen og Tore Riise

<b>Oppdragsgiver</b> Nasjonalparkstyret – Øvre Dividalen Nasjonalpark		<b>Oppdragsgivers Ref</b> Bjørn Morten Baardvik	
ISBN 978-82-7492-427-7 ISSN 2535-3004	<b>Publikasjonsnr</b> 7/2019	<b>Publikasjonstype</b> Rapport	<b>Tilgjengelighet</b> Åpen
<b>Dato</b> 15.mars. 2019	<b>Versjonsnr</b> 1.0	<b>Antall sider</b> 49	
<b>Emneord</b> Vegetasjonskartlegging, fjernmåling, Sentinel-2A			
<b>Noter</b>			
<b>Distribusjon</b> Norsk Romsenter, Nasjonalparkstyret – Øvre Dividalen Nasjonalpark			
<b>Rapportsensor</b>		<b>Faglig ansvarlig</b> Kjell Arild Høgda	

**Resymé**

Målet med prosjektet er å evaluere og ta i bruk Sentinel-2 data innen forvaltning av Øvre Dividalen nasjonalpark. Sentinel-2 data skal brukes for detaljert vegetasjonskartlegging av utvalgt område i nasjonalparken med fokus på kartlegging av vegetasjonstyper som er sårbare for terrengslitasje. Målet er også å evaluere i hvilken grad Sentinel-2 data direkte kan detektere terrengslitasje validert fra UAV data og felldata.

I prosjektet er det laget et nytt vegetasjonskart for Havgavuopmi området med en inndeling i 20 klasser. Ved etableringen av produktet er det brukt en rekke tilleggsdata. Spesielt har en vår- og en tidlig sommerscene gitt nyttig tilleggsinformasjon ved identifisering av rabb- og snøleiesamfunn i området. De samme scenene er og brukt til korreksjon av myr i området.

## INNHold:

Innhold: .....	3
1.0 Innledning .....	5
1.1 Bakgrunn .....	5
1.2 Sammenfattet prosjektbeskrivelse.....	5
1.3 Mål for prosjektet .....	6
1.4 Sentinel-2 til utarbeiding av vegetasjons- og naturtypekart .....	6
2.0 Øvre Dividalen nasjonalpark og delområdet Havgavuopmi .....	7
2.1 Øvre Dividalen nasjonalpark og landskapsvernområde .....	7
2.2 Tilgjengelige Sentinel-2 scener for hele området – 2017 .....	9
2.3 Studieområdet Havgavuomi.....	11
2.4 Sentinel 2 - tidsserie for Havgavuopmi .....	12
3.0 Klassifikasjon og bearbeiding av sentinel-2 data .....	20
3.1 Om klassifikasjon av satellitt data.....	20
3.2 Kartframstilling - arealberegninger – statistikk .....	22
4.0 Kart og bildeprodukter.....	23
4.1 Preklassifikasjon - Bearbeiding av master-scene fra 25. juli 2017 .....	23
4.2 Post-klassifikasjon – integrering av tilleggsdata .....	28
4.3 Vegetasjonskart for Havgavuopmi inndelt i 20 vegetasjonstyper .....	33
4.4 Beskrivelse av utskilte vegetasjonstyper .....	34
4.5 Arealstatistikk – forekomst av ulike vegetasjonstyper i området .....	39
5.0 Bruk av UAV-data til deteksjon av kjørespor i området .....	42
5.1 Innhenting av data .....	42
5.2 Deteksjon av kjørespor ved bruk av UAV data .....	42
6.0 Oppsummeringer – konklusjon .....	46
7.0 Litteratur .....	48



## 1.0 INNLEDNING

### 1.1 BAKGRUNN

Øvre Dividal Nasjonalpark og Dividalen landskapsvernområde i Indre Troms har gjennom det siste tiåret opplevd økende turisme og derav økt ferdsel. I tillegg er både norsk og svensk reindrift brukere av området. Denne næringsutøvelsen avsetter spor i terrenget gjennom driving av flokker gjennom området. I dag bruker reindriftsutøverne i utstrakt grad ATVer (4-hjulinger) i sin næringsutøvelse på sommeren og snøscootere på vinteren. Dette har ført til økt terrengslitasje i deler av nasjonalparken og i omkringliggende områder. Spesielt i de indre delene av nasjonalparken (Havgavoumbi området) er det næringsfattig berggrunn med vegetasjonstyper som er spesielt sårbare for terrengslitasje. Det er derfor et behov for å kartlegge omfanget av terrengslitasjen og å kartlegge hvilke vegetasjonstyper som er mest sårbare for slitasje. Denne type informasjon er viktig med hensyn på forvaltningen av nasjonalparken. Denne kartleggingen er arbeidskrevende å gjøre manuelt, og en ønsker derfor å se på hvordan bruk av data fra droner (UAV) i kombinasjon med nye satellitt data (Sentinel-2A/B) kan brukes til å belyse disse forholdene.

### 1.2 SAMMENFATTET PROSJEKTBEKRIVELSE

Prosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom Øvre Dividalen nasjonalparkstyre og Norut, hvor nasjonalparkforvalteren bidrar med lokalkunnskap om naturen gjennom felldata og punktmålinger. Norut skal bidra med innhenting og analyse av fjernmålingsdata som i dette prosjektet omfatter UAV-data og satellittdata fra henholdsvis Sentinel 2 A/B, understøttet av data fra den amerikanske satellitten WorldView-3 (WV-3).

Prosjektet består av 3 arbeidspakker:

#### *1. Innhenting og klargjøring av valideringsdata fra feltarbeid og fra UAV.*

Nasjonalparkforvalter bidrar med lokalkunnskap og felldata. Data fra UAV er detaljerte oversiktsbilder fra utvalgte områder med kjent terrengslitasje. Det vil brukes blant annet en multispektral sensor som inkluderer band i det nær-ndrarøde delen av spekteret (NIR). Disse data gir informasjon om hvordan terrengslitasje påvirker NDVI og andre vegetasjonsparametere, og vil brukes til validering av Sentinel-2 analysene.

#### *2. Prosessering, analyse og validering av tidsserie av S-2 data til kartlegging av vegetasjonstyper og terrengslitasje.*

Denne aktiviteten omfatter kun en utvalgt del av nasjonalparken, delområdet Havgavuopmi. Havgavuopmi er valgt på grunn av tilgang til både UAV og WV-3 data for dette området. I tillegg er det innhentet felldata for området. Ved prosessering av tidsserien vil det bli valgt ut en S-2-scene fra høysommerperioden. Tilleggsdata (S2-data) fra vår- og forsommerperioden vil bli brukt for uttrekk av spesifikk informasjon om rabb-/snøleie og tørr-/våt-gradienten. Prosesseringen vil videre skje ved bruk av tradisjonelle tilleggsdata (topografiske kart, DEM og felldata).

#### *3. Evaluering og rapportering.*

Evaluering av bruk av Sentinel-2 data for nasjonalparkforvaltning vil i særlig grad ha fokus på i hvilken grad Sentinel-2 data kan brukes for å detektere eksisterende terrengslitasje. I denne arbeidspakken inngår og rapportering av resultat og formidling av prosjektet til andre nasjonalparkstyrer.

### 1.3 MÅL FOR PROSJEKTET

Målet med prosjektet er å evaluere og ta i bruk Sentinel-2 data innen forvaltning av Øvre Dividalen nasjonalpark. Sentinel-2 data skal brukes for detaljert vegetasjonskartlegging av utvalgt område i nasjonalparken med fokus på kartlegging av vegetasjonstyper som er sårbare for terrengslitasje. Målet er også å evaluere i hvilken grad Sentinel-2 data direkte kan detektere terrengslitasje validert fra UAV data og felldata.

### 1.4 SENTINEL-2 TIL UTARBEIDING AV VEGETSJONS- OG NATURTYPEKART

Copernicus, tidligere kalt Global Monitoring for Environment and Security (GMES), er Europas store satellittbaserte program for miljøovervåking og samfunnssikkerhet. Copernicus er en enorm satsing på å øke forståelsen av naturen, klimaforandringer og direkte forandringer i miljøet som resultat av ytre påvirkning. Programmet har lenge vært under utvikling, i samvirke med blant annet European Space Agency (ESA), EU-kommisjonen, medlemslandene og det europeiske miljøbyrået EEA. Copernicus har behov for store mengder data fra jordobservasjonssatellitter, og for å få tilgang til disse bygger ESA og EU seks nye typer satellitter - Sentinel-satellittene. Fire slike satellitter er allerede operative. Dette gjelder blant annet de optiske satellittene Sentinel 2A og 2B.

Sentinel-2A satellitten ble skutt opp den 23. juni 2015. Etter en testfase på to måneder har denne satellitten levert data av utmerket kvalitet. Kvaliteten og tilgangen til data ble ytterligere forbedret den 7. mars 2017 med oppskytingen av Sentinel-2B. Sammenlignet med data fra Landsat-satellittene utgjør S-2 data en rekke forbedringer med hensyn på kartlegging og overvåking av landområder. Forbedringene er spesielt knyttet til: 1) Forbedret romlig oppløsning (10 m) i de synlige og nær-infrarøde kanaler. 2) Forbedret romlig oppløsning (20 m) i det midlere infrarøde området. 3) Tre nye kanaler i «red-egde» området og 4) Sterkt forbedret temporal oppløsning. For det siste punktet er det angitt at S-2A vil ha en repetisjonstid på 5-6 dager i våre nordlige områder. Repetisjonstiden ble i mars 2017 ytterligere forbedret til 3-4 dager med oppskytingen av Sentinel-2B. I tillegg er «spor-bredden» av S2-scenen utvidet til 290 km, samtidig som datasettet i seg selv er 12 bit mot 8 bit i Landsat data. Dette åpner for større dynamikk i datasettet og større detaljeringsgrad ved bearbeiding av materialet.

Et hovedfokus i dette prosjektet er å demonstrere nye muligheter for deteksjon og kartlegging av ulike vegetasjons- og naturtyper som åpnes gjennom bruk av data fra Sentinel-2. For området Havgavuopmi vil det bli utarbeidet et vegetasjonskart som gjengir området så godt som mulig. Det tas her utgangspunkt i en sommerscene på det tidspunktet der flertallet av vegetasjonstypene i området er i sin maksimale utvikling. I prosesseringsarbeidet vil det videre bli arbeidet med tidsserier av data for derigjennom å demonstrere på hvilken måte data fra ulike tidspunkt i vekstsesongen kan gi nye bidrag til tolkning og verifisering av ulike naturtyper. Studier av tidsserier av data fra vekstsesongen er en ny mulighet som er åpnet gjennom Sentinel-2 satellittene.

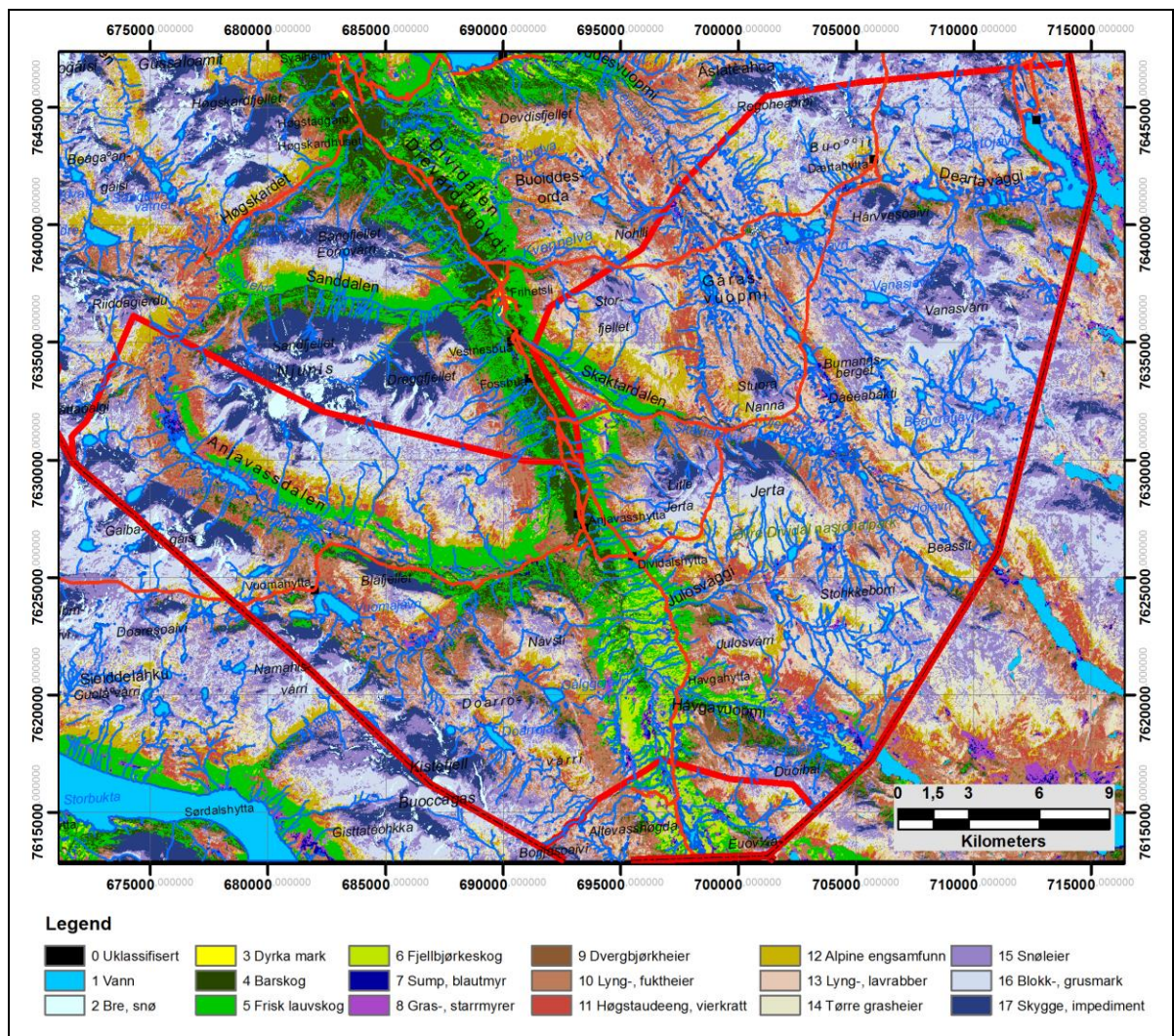
Et siste moment som vil bli tatt opp i dette prosjektet er evaluering av Sentinel-2 data for nasjonalparkforvaltning, med særlig vekt på i hvilken grad disse dataene kan brukes til å detektere eksisterende terrengslitasje. Denne delen av prosjektet er knyttet opp mot bruk av UAV-data og felldata for området. I tillegg vil det her bli brukt data fra den amerikanske satellitten WorldView-3. Denne satellitten har en oppløsning i den pankromatiske kanalen på 0,5 meter og 2 meter i de multispektrale kanalene.



## 2.0 ØVRE DIVIDALEN NASJONALPARK OG DELOMRÅDET HAVGAVUOPMI

### 2.1 ØVRE DIVIDALEN NASJONALPARK OG LANDSKAPSVERNOMRÅDE

Øvre Dividalen nasjonalpark og Øvre Dividalen landskapsvernopråde er lokalisert til Målselv kommune. Parken ble opprettet i 1971 med et opprinnelig areal på 750 kvadratkilometer. I 2006 ble parken utvidet med 30 km<sup>2</sup>, samtidig som det ble opprettet et landskapsvernopråde med grenser til parken. Kjerneområdet i nasjonalparken ligger i dalføret langs Divielva. Området vestenfor ligger rundt Anjavatnet og Anjavassdalen. Øst for Dividalen ligger et høyereliggende myr- og viddeområde rundt og øst for parkens høyeste fjell: Jerta (1428 moh.). Vekslingen mellom skogkledde daler, bratte fjell, trange elvekløfter og åpne vidder er typiske landskapsformer i Indre Troms.



**Fig. 1** Vegetasjonskart – Øvre Dividalen nasjonalpark. Kartet er inndelt i 17 klasser som gir et overordnet bilde av vegetasjon og naturtyper i området. Målestokk 1:250 000.

**Geologi.** Berggrunnen i nasjonalparken kan grovt deles i to hovedtyper. De østligste delene er tilknyttet grunnfjellsområdet i nordlige Skandinavia og består av sure bergarter som

granitt og granodioritt, mens de vestligste tilhører den såkalte Dividalsgruppen og utgjør langt rikere berggrunn. Den rike berggrunnen legger grunnlag for stor variasjon i flora og vegetasjon med forekomst av en rekke kalkkrevende arter.

**Fauna.** Faunaen i parken viser stor variasjon og alle de «fire store rovdyrene» (bjørn, ulv, jerv og gaupe) har tilhold i parken. Det nevnes at nasjonalparken er særlig kjent for å ha landets tetteste bestand av jerv.

**Vegetasjon.** Av vegetasjonskartet presentert i figur 1, er det tydelig å se at barskogen i området er lokalisert til hoveddalføret Dividalen. Furu er her dominerende treslag med lyngdominans i feltskiktet. Den friske lauvskogen i området kan deles i to hovedtyper der lågurtskog inngår på tørrere substrat og høgstauder, gras og urter på friskere lokaliteter. I høgstaudeskogen inngår bjørk og gråor som karakteristiske treslag. I sørvendte lier blir denne skogen tørrere i utforming og får et lågurt-preg. I de innerste, sørlige delene av Dividalen går skogen over i fjellbjørkeskog av varierende utforming. Det er grunnlag for å dele denne skogstyper i tre utforminger der blåbær-skrubbær typer av bjørkeskog dominerer i søkk og på friskere substrat. Stedvis finnes og partier av sumpskog. En annen hovedtyper er en åpen bjørkeskog med dominans av krebling, tyttebær og blokkebær. I denne typen kan einer inngå i buskskiktet. Den siste hovedtyper er en svært åpen utforming av bjørkeskog som utvikles på rygger og flater øverst i Dividalen og i Havgavuopmi. Trærne her er 2-4 meter høye og ofte flerstammet. Denne skogstypen er lavholdig. Skogen har ofte et buskskikt av dvergbjørk, mens feltskiktet er lyng- og lavdominert. Et karakteristisk trekk ved denne skogen er forekomst av typiske fjellplanter som rabbesiv, greplyng og blålyng i undervegetasjonen. I plantesosiologisk sammenheng er denne skogstyper nærstående med lavfuruskoget. I studieområdet er lavdekket redusert på grunn av reinbeitingen i området.

Myrene i området opptrer dels som sump-/blautmyrer, dels som gras og starrmyrer. Store myrområder finnes øverst i hoveddalføret, i Anjavassdalen og i Havgavuopmi. I lågfjellsområdet øst for hoveddalføret finnes en del myrområdet. Dette er grunne fjellmyrer, ofte med et snøleiepreg.

Over skoggrensa utgjør lyng- og risheier det største arealet og er karakteristisk for liene i eksempelvis Havgavuopmi. Grensa mellom låg- og mellomalpin sone går ved om lag 800 meter i de indre deler av nasjonalparker. Over denne grensa utgjør snøleier, eksponerte rabbesamfunn og tørre grasheier viktige arealtyper.

**Arealbruk.** Området har over lang tid vært et viktig bruksområde for reindriften og ulike samiske kulturminner er sterkt representert innafor parken. I dag er området brukt av både norske og svenske reindrifutøvere. Rein fra de svenske samebyene Laineovuoma og Saarivuoma har sommerbeite i nasjonalparken, mens norske utøvere bruker parken som vinterbeiter. Dividalen er videre et yndet mål i turistsammenheng og vandreleden Nordkalottruta passerer gjennom nasjonalparken. Turistforeningen har hyttene Vuomahytta, Dividalshytta og Dærtahytta i området. I 2017 ble det utarbeidet et «første ordens» vegetasjonskart for området. Kartet er inndelt i 17 klasser med beskrivelse av hver av enhetene i kartet. Dette kartet er vist i figur 1.



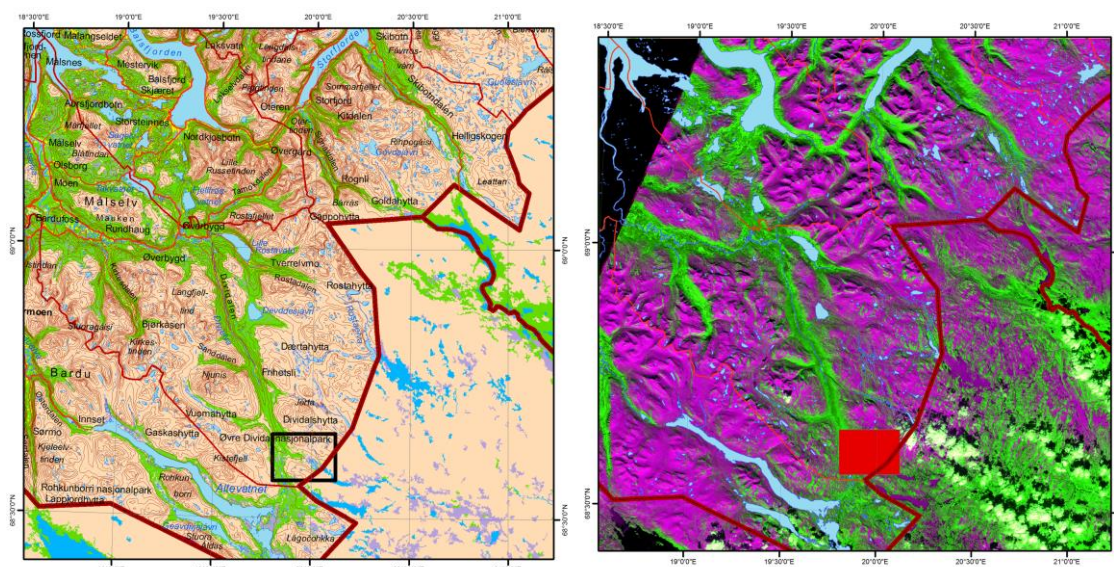
## 2.2 TILGJENGELIGE SENTINEL-2 SCENER FOR HELE OMRÅDET – 2017

Som nevnt i avsnitt 2.1 ble det i 2017 laget et «første ordens» vegetasjonskart for Øvre Dividalen nasjonalpark basert på Sentinel-2A data nedlest den 18. august 2015. Dette kartet ble bearbeidet etter klassisk metodikk der en gjør klassifisering og tolkning av en enkeltscene. Det pre-klassifiserte produktet integreres videre mot ulike typer tilleggsdata som gir grunnlag for splitting eller sammensmelting av klasser. I siste fase gjennomgår produktet en standardisering, med tilordning av kartnøkkel. Dette kartet er inndelt i 17 klasser. Kartet er i dette arbeidet brukt som en viktig informasjonskilde til videre bearbeiding av delområdet Havgavuopmi.

Til forskjell fra tidligere bearbeiding av området, er det i dette arbeidet gjort en ny klassifisering av området basert på en tidsserie av Sentinel-2 scener. Denne forsøket er basert på kunnskap om at vegetasjonstyper endrer seg gjennom vekstsesongen og gjennom året. Tradisjonell kartlegging av vegetasjonstyper er basert på en statisk kartlegging av vegetasjonsdekket, primært på et tidspunkt der utviklingen av vegetasjonsdekket er optimal. For fjellområder i Nord-Norge anses dette for å være fra sist i juli til slutten av august.

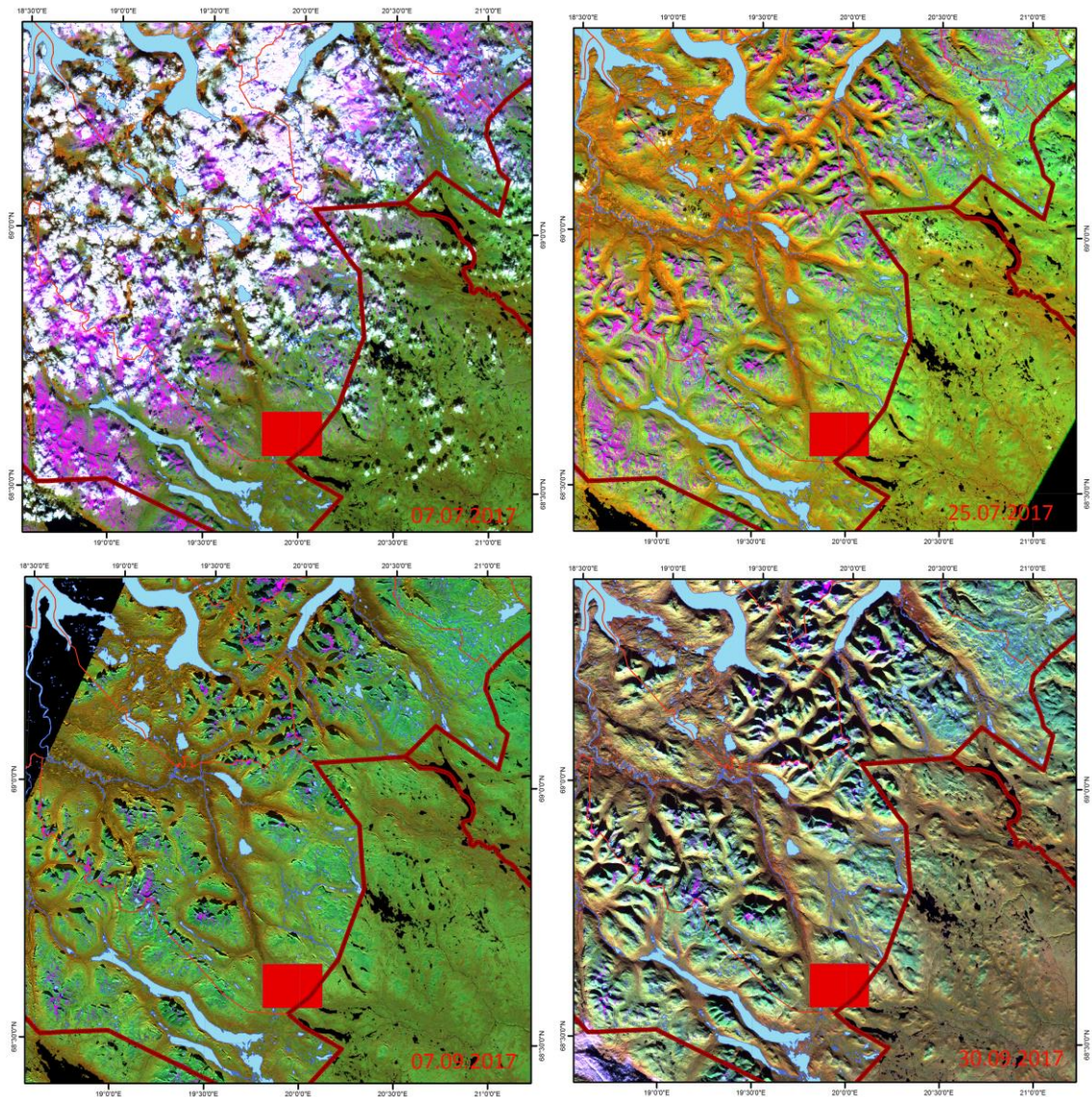
Hva gjelder tilgjengelige S2 data over Havgavuopmi, er disse å finne innafor TILE 34wdb. Denne «tilen» dekker områdene fra Balsfjord i nord til Leinavannet i sør. I øst-vest retning er utstrekningen fra Kvænangen til Bardudalen/Setermoen. Tidsserien av S2 scener som er brukt i dette arbeidet er fra følgende datoer: 9. juni 2017, 7. juli 2017, 25. juli 2017, 7. september 2017 og 30. september 2017. Den geografiske utstrekningen av TILE 34wdb er vist i kartutsnittet, figur 2a. Figuren viser videre lokaliseringen av studieområdet Havgavuopmi. Området er angitt med firkant i figuren.

S2-scenene som inngår i dette arbeidet er vist i figur 2b og i figur 3 a-d.



**Fig. 2a,b** Figuren til venstre (2a) viser den geografiske utstrekningen av S2-utsnittet som er brukt i dette arbeidet (Tile – 34wdb). Figuren til høyre (2b) angir S2-utsnittet fra 9. juni 2017.





**Figur 3 (a-d). Satellittscene (S2A) for Indre Troms, tile 34wdb, 09.06. 2017. Scenen er kartkorrigert til UTM-projeksjon, sone 34, wgs84. Området Havgavuopmi er angitt med rød firkant i bildet.**

S2-scenene som inngår i dette arbeidet er vist i figur 2b og i figur 3 a-d. Havgavuopmi er her angitt med en rød firkant. De valgte S2-scenene er av ulik kvalitet over området i sin helhet, men har det til felles at de er tilnærmet skyfrie over delområdet Havgavuopmi. Dette åpner for bruk av satellittdata på en ny måte gjennom en tidsstudie fra hele vekstsesongen.

S2A-scene fra 9. juni 2017 er tilnærmet skyfri over store deler av Indre Troms. Enkelt skybanker kommer inn i utsnittet fra sørøst. Dette omfatter i hovedsak områder på svensk side av grensa, men berører de sørøstlige deler av Øvre Dividalen nasjonalpark. Innafor vårt studieområde Havgavuopmi er scenen tilnærmet skyfri.

S2B-scenen fra 7. juli 2017 scenen er karakterisert ved et betydelig skydekke i midtre og nordlige deler av utsnittet. I sør er skydekket mer oppsplittet og utsnittet over Havgavuopmi er av tilfredsstillende kvalitet. Sammenlignet med scenen fra 9. juni 2017, er vegetasjonsutviklingen her kommet betydelig lengere, mens snødekket over de indre delene av fylket er betydelig redusert.

Når det gjelder S2A-scenen fra 25. juli 2017 er denne av utmerket kvalitet. Scenen er skyfri over hele Indre Troms. Scenen er videre fra et tidspunkt på året der variasjonen i vegetasjonsdekket er på sitt optimale. Scenen er ut fra dette brukt som hovedkilde for informasjon ved innhenting av vegetasjonsdata for Øvre Dividalen nasjonalpark og delområdet Havgavuopmi.

Også S2A-scenen fra 7. september er av svært god kvalitet med hensyn på skydekke. Scenen er imidlertid fra et tidspunkt seint i vekstsesongen med nedvisning (gulning) og redusert klorofyllinnhold i vegetasjonsdekket. Videre er solvinkelen forholdsvis lav på dette tidspunktet noe som gir lange skyggesoner, spesielt i nord-helninger. Et positivt trekk ved denne scenen er at områdene i høgfjellet er fullstendig utsmeltet og viser stor variasjon i refleksjonsforhold.

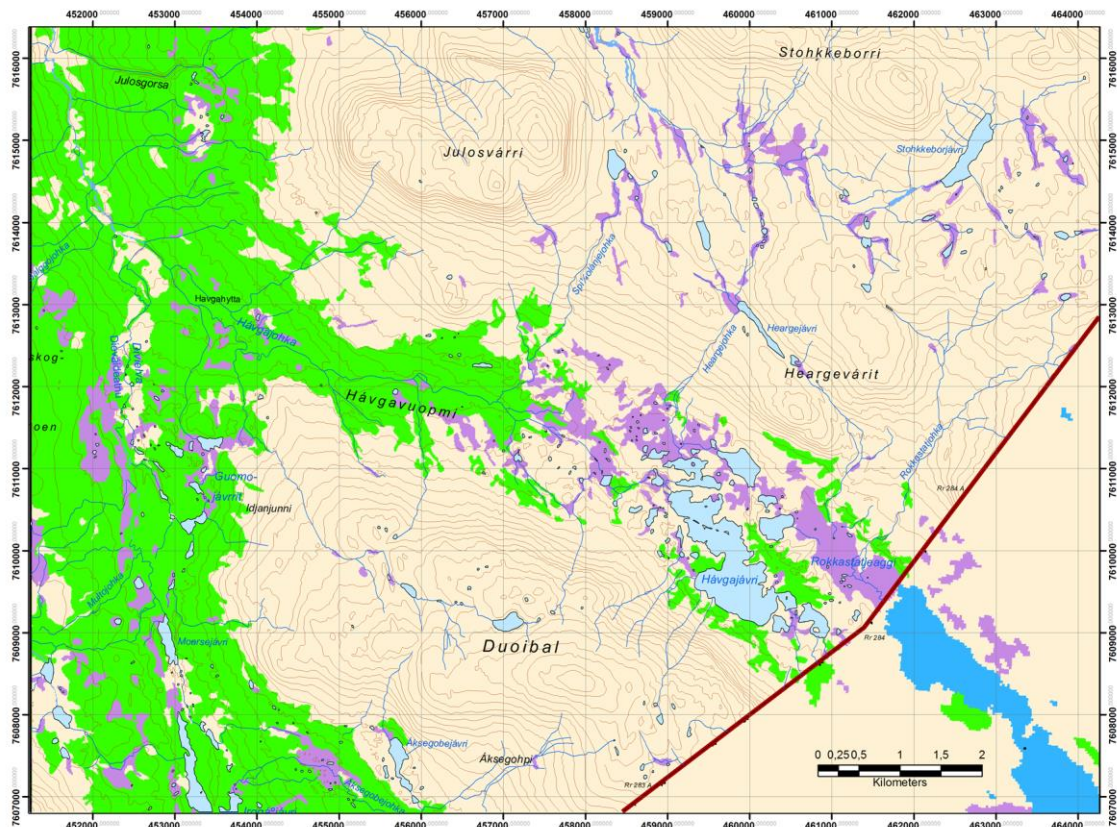
I S2A-scenen fra 30. september er solvinkelen ytterligere redusert og skyggesonene i nord-skråninger er enda mer framtrepende. Variasjonen i vegetasjonsdekket er betydelig redusert. Denne scenen er ikke vært gjenstand for klassifisering i dette prosjektet.

### **2.3 STUDIEOMRÅDET HAVGAVUOMI**

Topografisk kart for området er vist i figur 4. Området Havgavuopmi utgjør en sidedal til selve Dividalen og strekker seg fra hoveddalføret mot sørøst fram til grensa mot Sverige. Dalføret er avgrenset av Julosvarri (902 moh) og Heargevarri (827 moh) i nord og nordøst og fjellpartiet Duoibal (976 moh) i sør. Nedre del av dalføret er skogkledd, mens de øvre delene er karakterisert av flere store vann og myrområder.

Klimaet i området er betegnes kontinentalt med med kalde vintre og forholdsvis varme somre. Nedbørsmengdene gjennom året er gjennomgående lave med de største nedbørsmengdene på sommeren. Nedbøren på vinteren er lav noe som gir lave til moderate snømengder på vinteren. Området brukes som vinterbeite for reinsdyr noe som er gunstig under snøfattige forhold. I geologisk sammenheng tilhører området det nord-skandinaviske grunnfjellsområdet. Berggrunnsgeologien er består av granitt og granodiritt. Dette er sure bergarter som gjør at området i hovedsak består av fattig lyng og lavholeding vegetasjonstyper. I nordøst er geologien noe rikere med forekomst av mer skifrige bergarter. Dette bidrar til at det her utvikles mer frodige vegetasjonstyper.





**Fig. 4. Havgavuopmi – utsnitt fra topografisk kart N50, kartblad Julosvarri (1632 III) (Datakilde: Statens Kartverk)**

## 2.4 SENTINEL 2 - TIDSSERIE FOR HAVGAVUOPMI

### 2.4.1 Tidsserie – sentinel 2 data

Det er i dette prosjektet «lastet ned» 5 scener for Havgavuopmi-området. Disse scene-utsnittene er vist i figur 5, a-e. Det gis her en kort omtale av aktuelle scener.

**Scene 0906.-2017:** Scenen fra dette tidspunktet angir et sammenhengende snødekke i høgfjellet. Dette gjelder spesielt fjellområdene Julosvarri (962 moh) og Hargevarri (908 moh) på østsiden av dalføret. For fjellområdet Duoibal i sørvest, er snødekket mer oppsplittet. I dette fjellpartiet og i mer lavereliggende områder (låg-alpin sone), er det mulig å trekke opp et klart skille mellom rabb- og snøleiesamfunn. Av scene går det videre fram at for skog, myr og heisamfunn i lågalpin sone er utsmeltet, men «grønningen» i vegetasjonen er i liten grad kommet i gang. På tidspunktet for opptak er fortsatt flere vann i området islagt.

I dette arbeidet er utsnittet fra 9. juni i hovedsak brukt til å skille rabb- og snøleiesamfunn i lågalpin sone. Videre gir dette scene-utsnittet indikasjoner om grensa mellom låg- og mellomalpin sone der mellomalpin sone er karakterisert ved store snømengder på vinteren og sein utsmelting på våren/forsommeren.

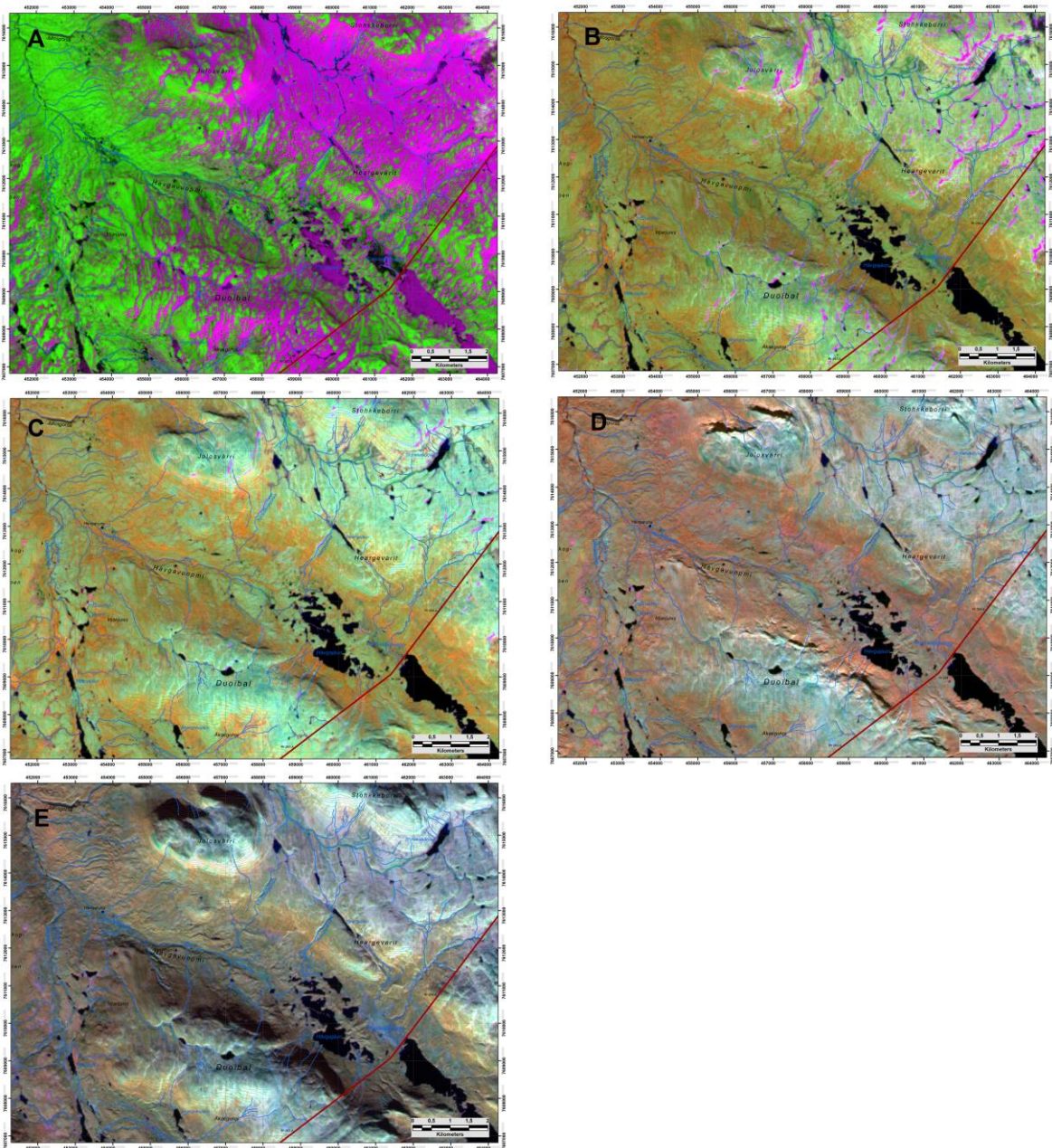
**Scene 0707-2017:** S2-scene er karakterisert ved et betydelig skydekke i nord, mens vårt studieområde er skyfri også for denne datoen. Av scenen går det fram at snødekket i fjellet nå er mer eller mindre utsmeltet. Kun de mest ekstreme snøleiene i fjellområdene Julosvarre, Stohkkeborri og Hargevarri har partier med sammenhengende snødekke. Også enkelte mindre areal av seine snøleier er synlige i fjellet Duoibal. I skogsområdene og i lågalpin sone er alt av areal utsmeltet, samtidig som gras- og urtesamfunn er i god utvikling. I disse arealtypene er det mulig å dra opp et skille mellom ulike vegetasjonstyper basert på variasjon i spektral refleksjon. Hva gjelder myr og utsmelta snøleier, er disse fortsatt svært våte på tidspunktet for opptak. Denne informasjonen er viktig med hensyn på deteksjon og kartografisk avgrensning av disse naturtypene.

**Scene 2507-2017:** Denne scenen er av særdeles god kvalitet samtidig som opptaket er i samsvar med optimal utvikling av vegetasjonsdekket. I dette arbeidet er informasjonen i scenen brukt som den mest sentrale informasjonskilde ved utarbeiding av vegetasjonskart for området. Scenen er valgt som «master-scene» i bearbeidingen og klassifisert basert på ikke-styrt klassifikasjon. Informasjon fra de øvrige scener er brukt som tilleggsinformasjon ved tolkning og kartframstilling.

**Scene 0709-2017:** Også dette scene-utsnittet er av utmerket kvalitet med hensyn på skydekke. Det må imidlertid påpekes at solvinkelen på dette tidspunktet på året er forholdsvis lav noe som skaper skyggeeffekter som kompliserer tolkningsarbeidet. Det skapes her «kunstige skiller mellom nord- og sør-helninger. Sør-helningene er sterkt belyst og gir høge refleksjonsverdier for en rekke vegetasjonstyper. Nord-helningene er derimot mindre belyst og gir lavere verdier med hensyn på refleksjon. I den valgte scenen er solvinkelen angitt til 26,98 grader. Ved midtsommer er solvinkelen i området angitt til 45,4 grader.

**Scene 3009-2017:** Scene-utsnittet fra denne datoen er av utmerket kvalitet med hensyn på skydekke. Solvinkelen her er angitt til 18.1 grader noe som skaper store skyggeareal. Vegetasjonen i låglandet er på dette tidspunktet sterkt nedvisnet, mens det fortsatt er en del variasjon i fjellet. Scene-utsnittet her ikke vært gjenstand for klassifikasjon, men visuell informasjon i scenen er til en viss grad brukt i tolkningssammenheng.





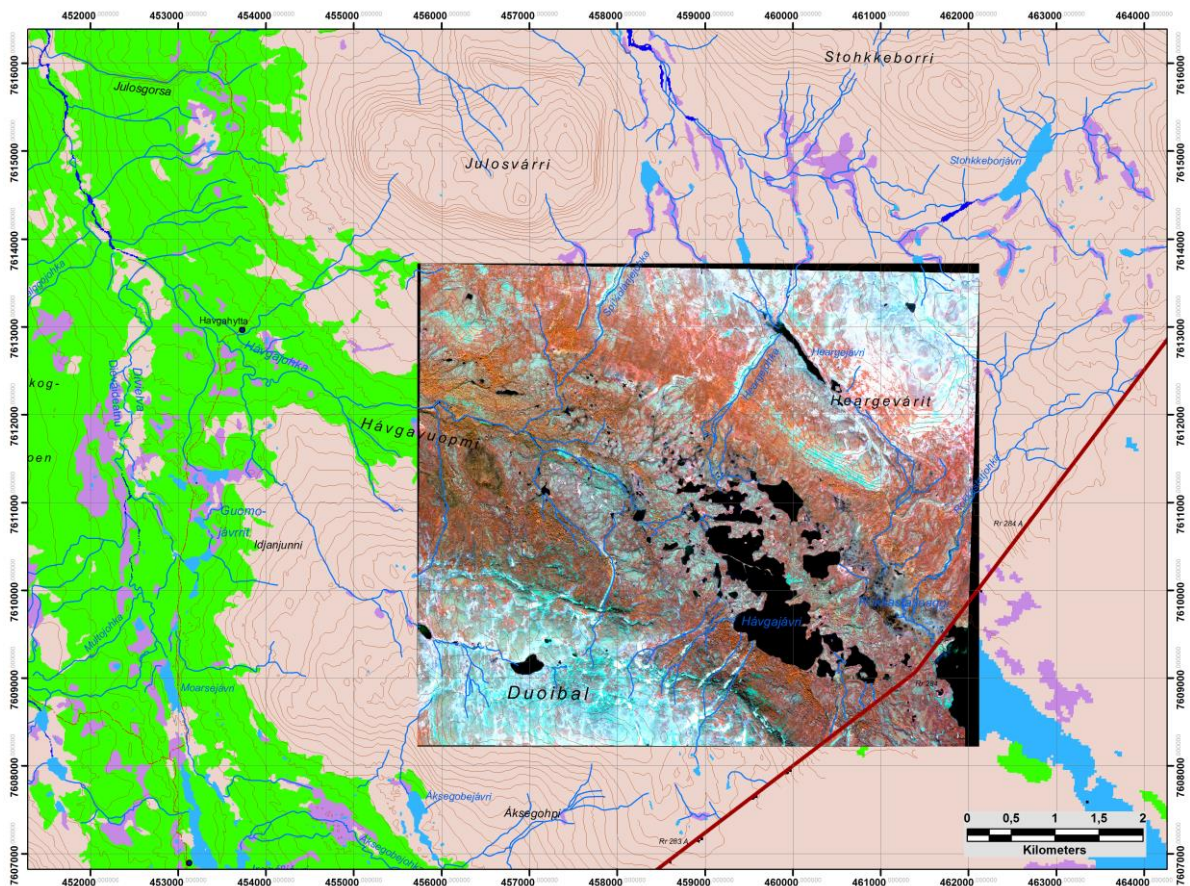
**Fig. 5** A-E. Tidsserie av Sentinel-2-scener Havgaviopmi. Scenene er fra følgende datoer: 0906-2017, 0707-2017, 2507-2017, 0709-2017 og 3009-2017.

#### 2.4.2 World-View data fra 13. juli 2017

WorldView-3 er en kommersiell satellitt og er eid av det amerikanske selskapet Digital Globe. Satellitten ble skutt opp den 13. august 2014 og er i dag den sjette satellitten som Digital Globe har i sin samling av satellitter. De øvrige satellittene er Ikonos, QuickBird, GeoEye-1, samt WorldView 1 og 2. Karakteristisk for alle disse satellittene er at de leverer data med svært høy oppløsning. Eksempelvis har WV-3 en oppløsning på 31 centimeter i den pankromatiske kanalen. Videre har denne satellitten 8 multi-spektrale kanaler i det



synlige og nær-infrarøde området. Disse har en oppløsning på 1,24 m. I tillegg har WV-3 8 kanaler i det midlere infrarøde området med en oppløsning på 3,7 meter.



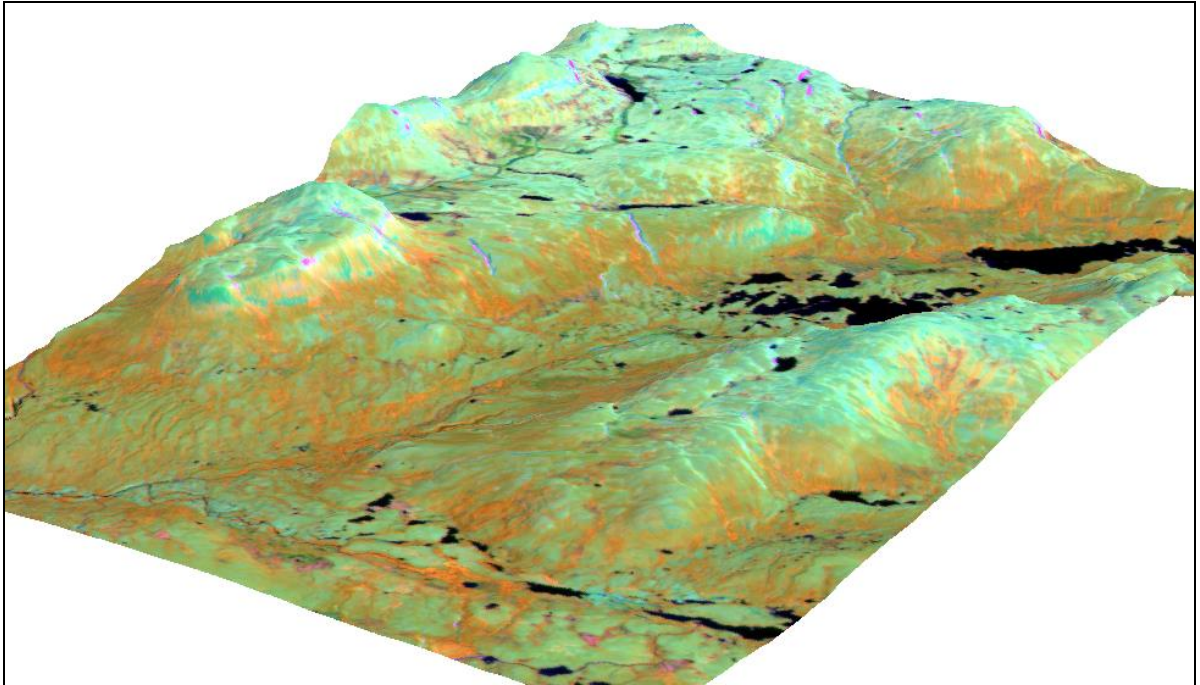
**Fig. 6. Geografisk lokalisering av WV-3 scenen fra 13. juli 2017. Scenen dekker et samlet areal på xx kvadratkilometer og dekker de sentrale deler av dalføret Havgavuopmi.**

Data brukt i dette arbeidet omfatter den pankromatiske kanalen og multi-spektrale data med oppløsning på 1,24 m. De multispektrale kanalene er her re-samlet til 1 meter, mens den pan-kromatiske kanalen er resamlet til 0,5 m. Utsnittet av WV-3 scenen er vist i figur 6. Utsnittet er vist som er infrarødt bilde.

### 2.4.3 Kartdata og digital terrengmodell

Som det framgår av kapitel 3, utgjør ulike tematiske lag i topografiske kart (N50) og digital terrengmodell en viktig del av bearbeidingsprosessen. I N50 kart kan en i dag skille ut egne lag for grove kartenheter som skog, myr, åpen fastmark, bre, vann og dyrka mark. Disse tema-lagene inngår i post-klassifikasjonen av satellittdata. For digitale terrengmodeller kan en og gjøre ulike typer videre bearbeidinger som i neste omgang gir viktig informasjon om vegetasjonsdekket. Digitale terrengmodeller kan eksempelvis gi en framstilling av ulike høydebelter i terrenget. Disse framstillingene kan i neste omgang korreleres med skoggrensa og på den måten skille skog fra ulike vegetasjonstyper i fjellet. Digitale terrengmodeller kan

videre gi en framstilling av eksposisjon og helning i terrenget. I botanisk sammenheng er det ofte store forskjeller mellom forekomst av ulike vegetasjonstyper i nord- og sør-helninger. Dette er viktig informasjon som kan brukes i tolkningssammenheng.



**Fig. 7** Havgavuopmi - S2-scene fra 25.07.17 drapert inn i digitl terrengmodell.

#### **2.4.4 Felldata – befarings i området 3-5.september 2018**

Feltarbeidet i dette prosjektet ble gjennomført som en to-dagers befarings, 3-5. september 2018. Dette er et år etter bildeopptak, noe som ikke er optimalt i tolkningssammenheng. Befaringen ble gjort til fots fra Havgahytte i nedre del av dalen til Havgajavri i indre del av dalføret. Før befarings var det laget utkast til vegetasjonskart basert på S2 data, 3-kanals bilder både av S2-data og WV-3 data. Homogene områder i disse bildeproduktene ble oppsøkt i felt og registrert med hensyn på forekomst av ulike vegetasjonstyper. Det ble tatt en rekke bilder i felt som i neste omgang er brukt som viktig tolkningsinformasjon.





**Fig. 8**      **Oversikt – Havgavuopmi. Dalbunnen er karakterisert ved store vann og myrområder.**

#### **2.4.5**      **UAV data med opptak 7. og 8. august 2017**

Som en del av prosjektet ble det gjennomført feltarbeid og datainnsamling med UAV (Ubemannet luftfartøy) i perioden 07.- 09. august 2017. Personell og utstyr ble fraktet inn og ut av nasjonalparken med hjelp av helikopter fra Kallaxflyg AB. Det måtte gjennomføres 2 flygninger hver vei grunnet mengde utstyr og personell. Arbeidet med innhenting av UAV data ble utført av seniorforsker Stian A. Solbøe og ingeniør Tore Riise, begge ansatt i Norut.

Oppdraget i felt ble gjennomført i løpet av 3 dager. Det ble gjort i alt 5 flygninger for å dekke hele Havgavoumbi området. Området som ble dekket under flyvningen er vist i figur 9.

Selve flyvingen i området ble gjort ved bruk av en såkalt fastvinge UAV med betegnelsen Cryowing scout. Tekniske spesifikasjoner om dette flyet kan sammenfattes til:

#### **Cryowing scout, tekniske data:**

Flyet tar av ved hjelp av strikk og lander som et tradisjonelt fly.

Vekt: Inntil 12 kg

Flytid: Inntil 2,5 timer

Rekkevidde: 30km+

Nyttelast: 2 kg

Under flyvningen over området ble det gjort opptak med to ulike instrumenter for avbildning av området: 1) - bruk av EOS-M speilløst kamera, 2) – bruk av Micasense RedEdge multispektral kamera. Spesifikasjonene for de to ulike instrumentene sammenfattes til:

### **Canon EOS-M speilløst kamera.**

Elektronisk styrt lukker. Kontrollert av autopilot ombord i flyet.

Oppløsning: 18 megapixler

Bildebrikke: 22,3 x 14,9 mm APS-C type sensor

Optikk: 22mm f/2 STM objektiv

Vekt: 262 gram

Typisk bakkeoppløsning ved 400ft flyhøyde: 2 cm pr piksel.

### **Micasense RedEdge multispektralt kamera.**

Multispektralt kamera med global lukker. Styrt av autopilot ombord i flyet. Integriert GPS for georeferering av bilder.

Oppløsning: 5 megapixler (pr kanal).

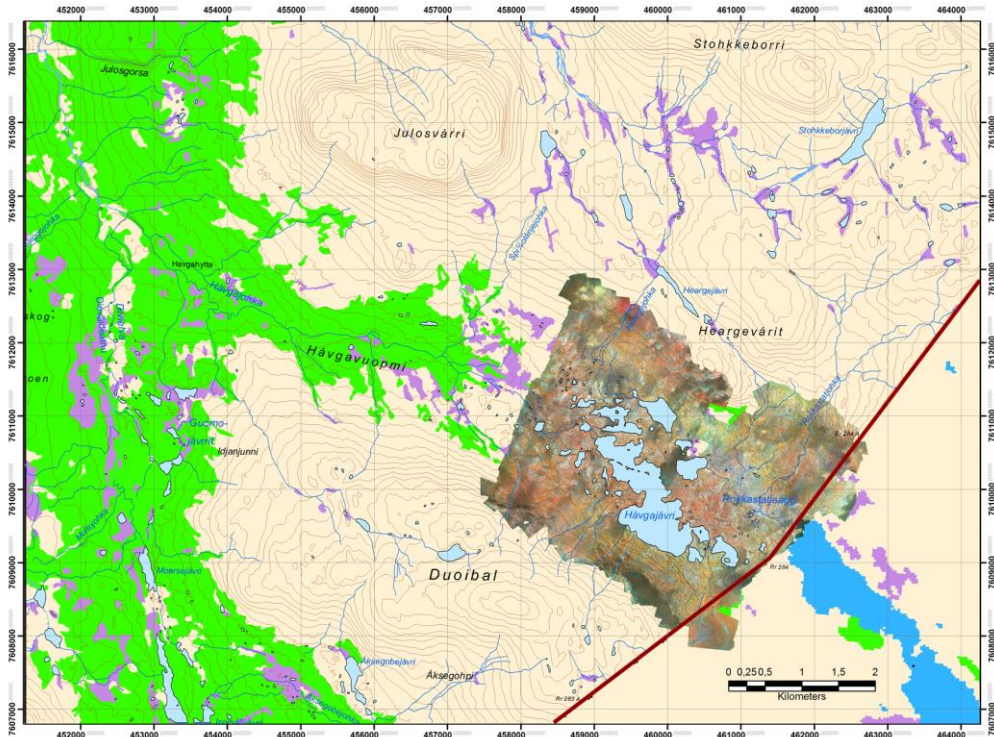
Kanaler: 5. Rød, Blå, Grønn, RedEdge, Nær infrarød.

Vekt: 150 gram



**Fig. 9** Dekningsområdet for opptaket som ble gjort med EOS kameraet. Bildeproduktet fra dette instrumentet er et vanlig fargebilde (RGB) med oppløsning 5 cm





**Fig. 10** Utstrekning av dronedata tatt med Micasense instrumentet. Dette instrumentet har sensorer også i det nærinfrarøde delen av spekteret.



**Fig. 11.** Flyet som ble benyttet ved datainnsamling var en Crywing scout. Flyet er her vist fra en flyvning på Svalbard.

## 3.0 KLASSIFIKASJON OG BEARBEIDING AV SENTINEL-2 DATA

### 3.1 OM KLASSIFIKASJON AV SATELLITT DATA

I tidligere arbeider fra Norut har i hovedsak Landsat data vært brukt som input i bearbeidingsprosessen. Flere av disse studiene har vært gjort i Finnmark (Johansen & Karlsen 1998, 1999, 2000, 2005a,b, Johansen m.fl. 2007, 2011). Tilsvarende er det og gjort lignende studier i Härjedalen (Johansen m.fl.1999) og i indre Troms. I en pilot-studie fra 2017 ble imidlertid Sentinel-2A data brukt til kartframstilling av lavrik vegetasjon på Finnmarksvidda (Johansen 2017). Hovedkonklusjonen fra denne studien var at S-2 er i stand til å detektere lavrik mark i samme grad som de tidligere Landsat-satellittene. Videre var en i stand til å detektere øvrig vegetasjon i området i samme grad som i tidligere satellitter. Begrunnelsen er at S-2-satellittene har sensorer i de samme områdene i det elektromagnetiske spekteret som Landsat-satellittene. Lavrik vegetasjon detekteres best i det synlige området. Forskjellen mellom dagens S-2 data og tidligere Landsat data er i hovedsak knyttet til forbedret oppløsning på bakken, 10 meter i dag mot 30 meter i tidligere satellitter. Videre er spektral og temporær oppløsning forbedret i S-2 data. Framstillingen av kart og bildeprodukter basert på S-2A data er i dette arbeidet gjort etter tilnærmet samme metodikk som ved tidligere bearbeidinger av Landsat data. Forskjellen fra tidligere arbeider, er at det her er brukt tidsserie-data fra S-2 også i post-klassifikasjonen. Dette i tillegg til andre typer digital kartinformasjon. En sammenstilling av metoden som her er benyttet er gitt i flow-diagrammet, figur 12. En presentasjon av metoden kan sammenfattes med en hovedinndeling som tidligere arbeider – preklassifikasjon, postklassifikasjon og standardisering av sluttprodukt.

*A. Pre-klassifikasjon.* I første fase (pre-klassifikasjon) er arbeidet konsentrert om det spektrale innholdet i utvalgt master-scene. Før klassifikasjonen igangsettes tilordnes kanalene i satellitt-scene i en bestemt rekkefølge etter følgende prinsipp: En starter med den infrarød kanalen, fordi denne best beskriver variasjonen i vegetasjonsdekket. Spesielt kommer gradienten rik-fattig godt til uttrykk her. Neste kanal i denne tilordningen er en kanal fra det midlere-infrarøde området (11,12). De midlere infrarøde kanalene sier noe om vegetasjonens fuktighet, mens de synlige kanalene reflekterer grader av åpenheten i vegetasjonsdekket. Kanalene 2-4 utgjør sensorer i det synlige området. Med bakgrunn i dette tilordnes kanalene i S2-scenen i følgende rekkefølge: 8-11-4-3-2-12-8a. Det velges ut en «master-scene» som er hovedinformasjonskilden med hensyn på spektral informasjon i området. Det gjennomføres en automatisk klassifikasjon (K-means) av master-scenen (Maxwell 1976, Niblack 1986, Pilon m.fl. 1988). Deretter analyseres utskilte klasser med hensyn på spektral likhet, spektral separabilitet og spektrale mønstre. Klasser som er nærstående med hensyn på spektralt likhet, slås sammen i nye klasser. Spektral likhet/ulikhet beregnes ved bruk av Euklid's distanse, og resultatet uttrykkes som et dendrogram. Det spektrale mønsteret for utskilte klasser, samt tilgjengelige bakke-data er viktige bidrag for å gi en første ordens tolkning av utskilte klasser. For studieområdet Havgavuopmi er S2-scenen fra 25. juli 2017 valgt ut som master-scene for klassifikasjon. De øvrige scenene i tidsserien er gjenstand for uttrekk av ulike typer tilleggsinformasjon.

*B. Post-klassifikasjon.* I postklassifikasjonen analyseres det pre-klassifiserte produktet mot annen tilgjengelig digital kartinformasjon (DEM, kartmasker – N50, geologi, felldata). Også satellittdata fra andre tidspunkt på året kan tjene som tilleggsinformasjon. Denne type



tilleggsinformasjon er brukt i dette arbeidet. Eksempelvis gir scenen fra 9. juni 2017 viktig informasjon om skillet mellom rabb- og snøleiesamfunn i fjellet. Denne informasjonen er brukt til en mer sikker tolkning av nevnte vegetasjonstyper. Tilleggsdata er her brukt i en kontekstuell korreksjon av det pre-klassifiserte produktet. I vegetasjonskartet for Havgavuopmi har kartmasker fra topografiske kart og DEM vært sentrale kilder i korreksjonen av sluttproduktet. I dette arbeidet er det brukt kartmasker med en oppløsning på 10 meter.

C. *Standardisering av sluttprodukt.* Her etableres de endelige klassene. En tilordner alle klassene til en standardisert legend/klasseinndeling. Det gis en beskrivelse av vegetasjonsinnholdet i den enkelte klassen, samt variasjonen innen hver klasse. Plantegeografiske mønstre, innhold av viktige indikatorarter, samt grad av inngrep er momenter som ofte blir innarbeidet i beskrivelsene.

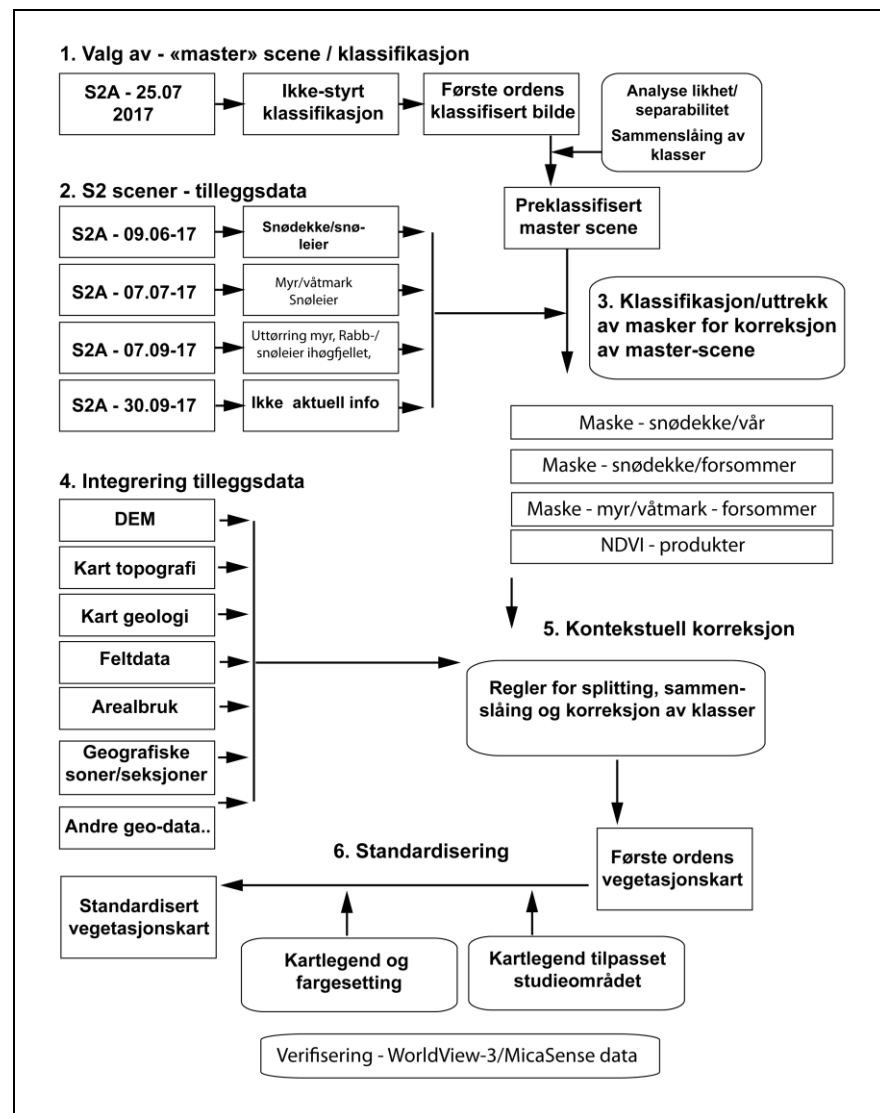


Fig. 12 Flow-diagram som viser de ulike fasene i bearbeidingsprosessen. Prosessen deles inn i tre hovedfaser: - pre-klassifikasjon, - post-klassifikasjon og - standardisering av sluttproduktet.

Klassifikasjon og øvrig billedbehandling er gjort ved bruk av billedbehandlings-programmet ENVI. Post-klassifikasjonen er utført ved bruk av GIS-systemet Arc-Info. Spesielt er tilgang til GRID-modulen i Arc-Info nødvendig for å få gjennomført de nødvendige korreksjoner. Fra N50-kartet er temalagene vann, dyrka mark, tettsted, skog, myr, bre og fastmark skilt ut som egne "cover" og bearbeidet videre som egne klasser i en raster-fil. I GRID-modulen er det nå mulig å formulere de ulike kommandoer som utfører selve korreksjonen. For å få til en effektiv bearbeiding av datasettet er det laget en egen programpakke basert på AML-programmering. Kart og satellittdata som er framstilt i dette prosjektet er alle i UTM projeksjon, WGS84, sone 34.

### **3.2 KARTFRAMSTILLING - AREALBEREGNINGER – STATISTIKK**

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

Kartleggingssystemet som er brukt ved bestemming av kartenheter følger en modifisert utgave av Fremstad & Elven (1987). Videre er det gjort jamnføring med Fremstad (1997) og Pålson (1998). Karakteristisk for disse kartleggingssystemene er at de bygger på en plantesosiologisk tilnærming ved definisjon av enheter. I denne tilnærmingen spiller karakterarter og skillearter en sentral rolle ved fastsetting av ulike vegetasjonstyper. Satellittdata brukt ved vegetasjonskartlegging bygger på at ulike vegetasjonstyper har ulik refleksjon i forskjellige deler av det elektromagnetiske spekteret. Basert på refleksjonsforskjeller er det mulig å skille vegetasjonsenheter fra hverandre. Ved videre analyse av spektralverdiene er mulig å utlede økologiske forhold ved vegetasjonsdekket. Med bakgrunn i de to nevnte tilnæringsmåtene, kan en ikke forvente et fullstendig samsvar mellom tradisjonelle vegetasjonskart og vegetasjonskart basert på satellittdata. Disse forskjellene må og komme til uttrykk ved definisjon av kartenheter. Dette er begrunnelsen for de modifiseringer av kartleggingssystemet som er gjort i dette arbeidet.

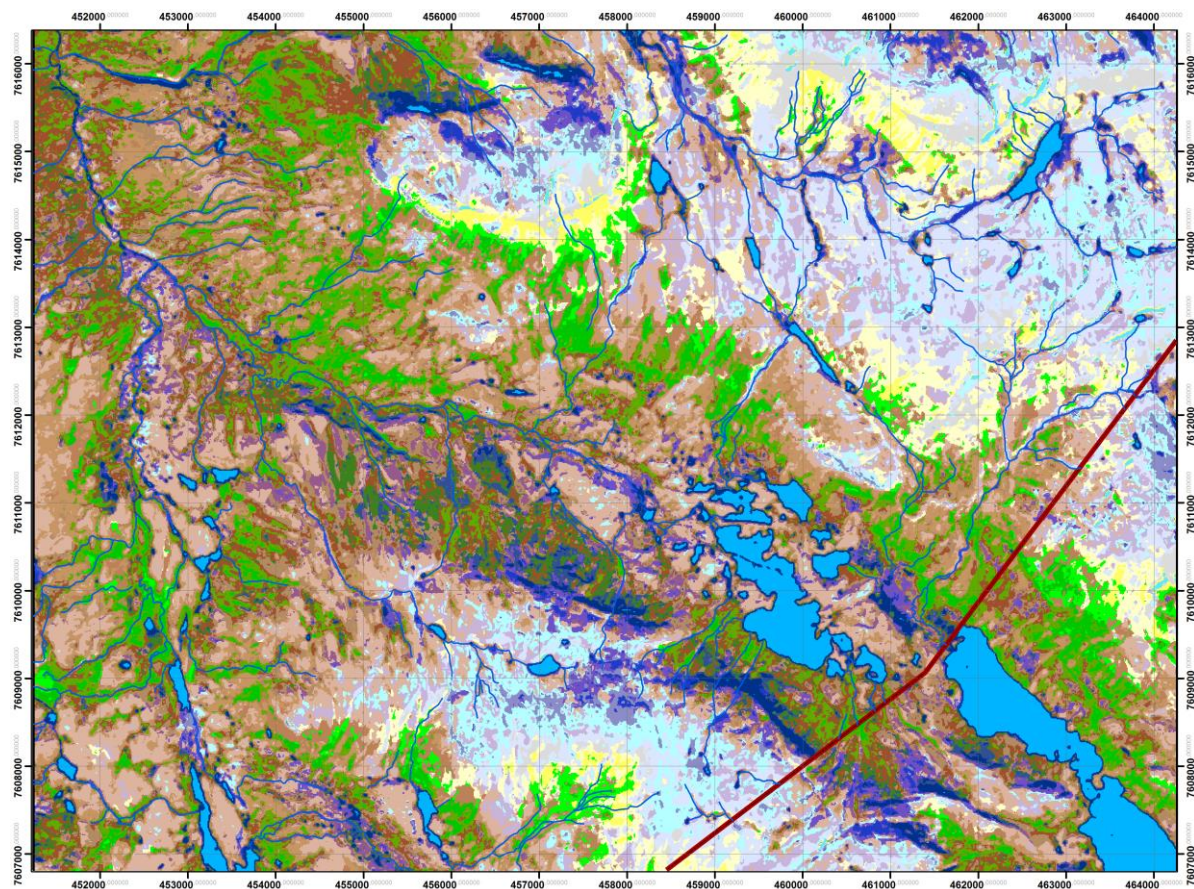
Inndeling av skog følger i dette arbeidet en tradisjonell inndeling. På øverste nivå skilles barskog/blandingsskog fra lauvskog. Lauvskoger deles videre inn langs en frodighets-akse. Myrområder inndeles i tradisjonell kartlegging langs en fattig-rik gradient. I dette kartproduktet er inndelingen gjort etter fysiognomi. Myr er ut fra dette inndelt i tre hovedtyper – rismyr/blandet myr, gras-/starrmyrer og blautmyr/våtmark. I tradisjonell fjellbotanikk inndeles fjellvegetasjonen langs to hovedgradienter i rike og fattige utforminger og i rabb-/snøleiesamfunn. Ved bruk av satellittdata kommer rik-fattig gradienten til uttrykk i den nær-infrarøde delen av spekteret. Videre skilles ulike typer fjellvegetasjon ut etter grader av åpenhet i vegetasjonsdekket. Et tredje forhold som klart kommer til uttrykk i satellittbilder, er innholdet av lav i ulike vegetasjonstyper. Det siste momentet er viktig ved kartlegging av vegetasjonsdekket i Indre Troms.

Det er i dette arbeidet gjort egne feltregistreringer som direkte understøtter tolkning av gitte klasser i kartproduktet. Innsamling av felldata som er brukt som referansemateriale i dette arbeidet, ble utført i september 2018. Det skal her bemerkes at feltregistreringene er gjort et år etter opptak av satellittscenene. Dette er ikke optimalt, men gir et bilde av hovedtyper av vegetasjon i området.

## 4.0 KART OG BILDEPRODUKTER

### 4.1 PREKLASSIFIKASJON - BEARBEIDING AV MASTER-SCENE FRA 25. JULI 2017

Den automatiske klassifikasjonen som ble gjort på «master-scene» fra 25. juli 2017, gir en første inndeling i 36 klasser. Denne klassifikasjonen ble framstilt på dendrogram form basert på spektral likhet mellom klasser. Det ble videre gjort beregninger av spektral separabilitet mellom utskilte klasser. Disse beregningene er basert på algoritmen "JM-avstand". Basert på inndeling av dendrogrammet på ulike nivå, er det grunnlag for å slå sammen flere av klassene på laveste nivå. Basert på disse utledningene er antallet klasser i materialet redusert fra 36 til 25 klasser. Det pre-klassifiserte produktet med 25 klasser er vist i figur 13.



**Fig. 13** Klassifisert S2A-scene fra 25. juli 2017, inndelt i 25 klasser

Spektral refleksjon for de utskilte klasser er gitt i tabell 2. Tabellen oppsummerer refleksjonsverdiene i de synlige kanalene (2-4), i de nær-infrarøde (8,8A) og i de midlere infrarøde kanalene (11,12). Erfaringer med bruk av satellitt data til klassifikasjon av vegetasjon, har vist at ulike vegetasjonstyper lett skiller seg fra hverandre ved ulike refleksjonsmønstre i ulike deler av det elektromagnetiske spekteret. Det typiske refleksjonsmønsteret for frisk vegetasjon viser låg refleksjon i det synlige området med en topp i synlig grønt. I den røde delen har vi en sterk klorofyll absorpsjon. I den nær-infrarøde

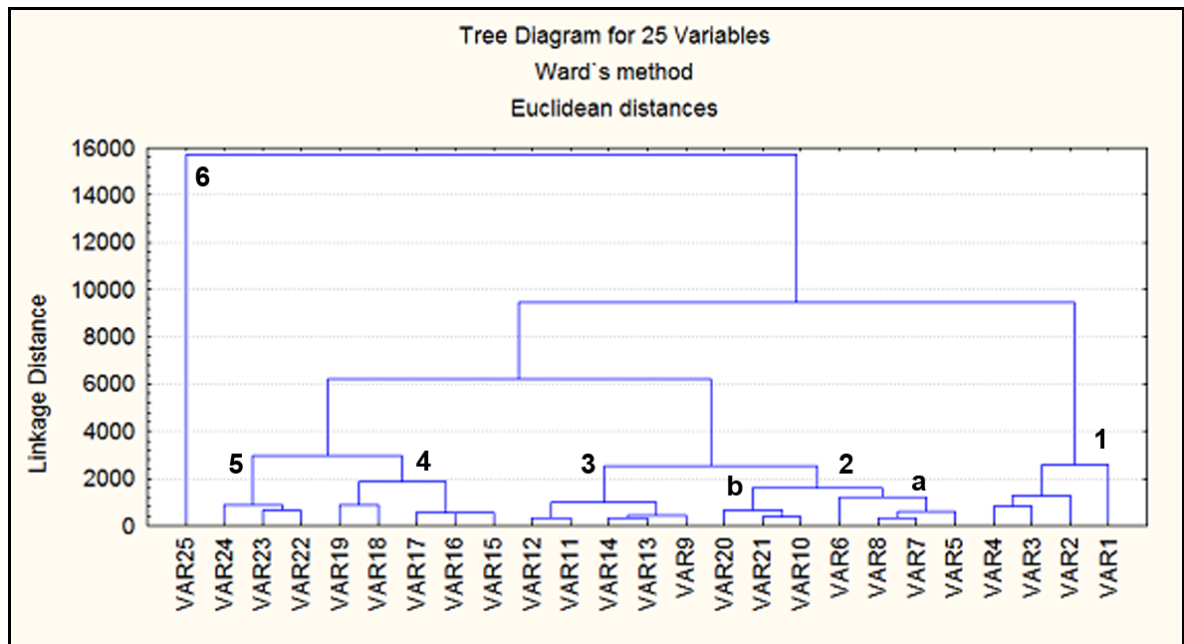
delen av spekteret er frisk vegetasjon karakterisert sterk refleksjon. Den midlere infrarøde delen gir et bilde av fuktighet på voksestedet, dels og vanninnhold i stamme og bladverk hos planter som vokser her. Dersom vegetasjonen f.eks. tar skade ved overbeiting eller uttørring vil klorofyll- og vanninnholdet påvirkes, og de typiske minima i reflektanskurven vil vise reduserte verdier. På tilsvarende vis er det mulig å sette opp karakteristiske spektralkurver for grønn vegetasjon og lavdekt mark i forskjellige tilstander. Områder dominert av et tett lavdekke er klart adskilt fra annen vegetasjon, spesielt i den synlige delen av spekteret (Meredith 1986). En reduksjon i lavdekket vil føre til at også denne kurven endrer seg. Dersom lavdekket forsvinner fullstendig, nærmer vi oss spektralmønsteret for naken mark.

**Tabell 1. Spektral refleksjon for utskilte spektralklasser (1-25), Sentinel-2A data fra 25. juli 2017.**

Spektral- klasser	Kanaler – Sentinel-2A						
	2	3	4	8	8a	11	12
1	699,31	470,51	283,05	229,81	258,34	155,81	78,22
2	772,61	598,09	436,55	816,47	1103,69	895,99	475,13
3	816,04	672,76	501,66	1496,7	1706,79	1284,82	664,93
4	933,87	774,51	682,82	1228,68	1489,08	1788,3	1158,84
5	911,35	779,49	664,24	1646,94	1926,2	1924,47	1115,81
7	894,15	794,55	650,95	2045,46	2325,14	2120,44	1105,18
8	862,87	754,83	590,01	1941,5	2216,05	1882,78	968,31
6	1053,82	919,88	871,47	1566,11	1827,04	2434,2	1621,96
10	908,03	826,21	690,27	2302,85	2602,05	2339,43	1192,3
21	970,77	884,85	808,94	2271,44	2577,18	2605,67	1407,86
20	1027,51	924,17	879,72	1994,33	2282,2	2632	1565,95
9	851,81	777,79	579,21	2389,28	2685,48	2050,91	972,81
13	835,77	743,93	541,89	2166,74	2443,01	1853,2	888,1
14	812,43	729,1	481,01	2338,78	2603,25	1658,99	753,48
11	821,21	704,01	507,3	1865,51	2116,33	1516,59	748,03
12	804,45	704,72	468	2115,38	2349,54	1497,42	691,78
15	811,74	746,55	472,76	2623,3	2894,67	1713,1	753,61
16	814,44	770,04	470,17	2992,69	3274,16	1760,45	754,13
17	853,62	802,71	588,28	2726	3042,81	2142,9	995,33
18	866,38	843,61	604,01	3214,38	3536,71	2207,07	1007,68
19	1026,28	1032,59	878,58	3483,4	3878,1	2743,61	1365,28
22	955,78	910,09	797,21	2809,04	3161,4	2711,14	1376,6
23	1023,89	952,06	919,25	2439,31	2774,68	2924,89	1599,35
24	1157,32	1113,33	1116,82	2749,58	3107,81	3319,64	1895,65
25	5325,62	5290,85	5632,25	5244,06	4599,52	1599,16	1025,29

Spektralverdiene i tabell 2, er brukt som grunnlag for konstruksjon av et nytt dendrogram, nå basert på 25 klasser. Dendrogrammet er vist i figur 14. Selve oppsettet av dendrogrammet skjer i to trinn der første ledd omfatter beregning av spektral likhet mellom klassene (Swain & Davis 1978). Likhets mellom klasser er uttrykt som likhetskoeffisienter og framstilles gjerne som en likhetsmatrise. Dendrogrammet gir en framstilling av spektral

likhet mellom enkelt klasser og grupper av klasser. Det finnes flere algoritmer som bestemmer hvordan de ulike klassene skal slås sammen i dendrogrammet. En vanlig måte er å gjøre sammenslåingen ved bruk av metoden "ward's method". "Ward's method" omfatter beregning av gjennomsnittlige likhet mellom par av klasser. Klasser med størst gjennomsnittlig likhet blir slått sammen til en enhet. Etter sammenslåingen beregnes nye gjennomsnittsverdier og sammenslåingen fortsetter til alle klassene er plassert i en trestruktur. Trestrukturen gir et bilde av klasser som står hverandre nær med hensyn på spektral likhet og klasser som er klart adskilt fra hverandre. Informasjon om spektral likhet og spektral separabilitet er vanlig å bruke i vurderingen om sammenslåing av klasser og ved utledninger av hovedskillelinjene i materialet.



**Fig. 14 Dendrogram av orginalklassifikasjonen, 25 klasser. De mest ulike klassene skilles på høyest nivå i dendrogrammet, mens klasser med stor spektral likhet grupperes sammen på lavest nivå.**

Basert på grupper av klasser som framkommer i dendrogrammet, er det grunnlag for å dele de 25 utslikte klassene i 6 hovedgrupper. Hovedgruppene er inntegnet i figur 14, der gruppe 2 er gitt en videre oppdeling i 2a og 2b. I dendrogrammet skilles klasse #25 (Gr6) ut på øverste nivå. Dette tilsier at denne klassen er mest ulik de øvrige klassene med hensyn på spektral mønster og spektral refleksjon. Visuell inspeksjon av denne klassen gir en entydig tolkning av klasse 25 til snø i høgfjellet. På neste nivå skilles Gr 1 som består av klassene 1-4. I denne gruppen finner vi åpent vann (#1), mens de øvrige klassene tolkes til skygge og våte vegetasjonstyper som snøleier, sump og våtmark. I neste oppsplitting av dendrogrammet skilles vegetasjon i ulike utforminger fra det øvrige materialet. Inndelingen omfatter hovedgruppene 2-5. Hovedgruppe 2 er gitt en todeling, der 2a omfatter friske vegetasjonstyper med moderat frodighet. Klasse #6 oppfattes her som en «outlayer». Gjennom visuell inspeksjon er klassen tolket til sparsomt vegeterte snøleier i fjellet. Dette understøttes av svært låg NDVI-verdi. Gruppe 2b omfatter mer åpne vegetasjonssamfunn som tørre lyng- og grasheier, dels med snøleiepreg. Hovedgruppe 3 omfatter heivegetasjon med et sluttet vegetasjonsdekke. Enheter som friske lyng- og risheier utgjør hoveddelen av



arealet her. Videre inngår vierkratt, ris-/tuemyr og enkelte bestand av bjørkeskog i denne hovedgruppen. Gruppen er karakterisert ved forholdsvis høge NDVI-verdier. Hovedgruppe 4 omfatter de mest frodige vegetasjonstypene i området. Det er grunnlag for å dele gruppen i to der en del omfatter skog med varierende frodighet. Den andre gruppen omfatter friske engsamfunn i fjellet. Hovedgruppe 4 er karakterisert ved de høyeste NDVI-verdiene i området. Gruppe 5 omfatter åpne og sparsomt vegeterte areal i mellomalpin og høgalpin sone. Gruppen omfatter tørre grasheier, ur/rasmarker og grus- og blokkmark. NDVI-verdiene i denne gruppen er gjennomgående låge.

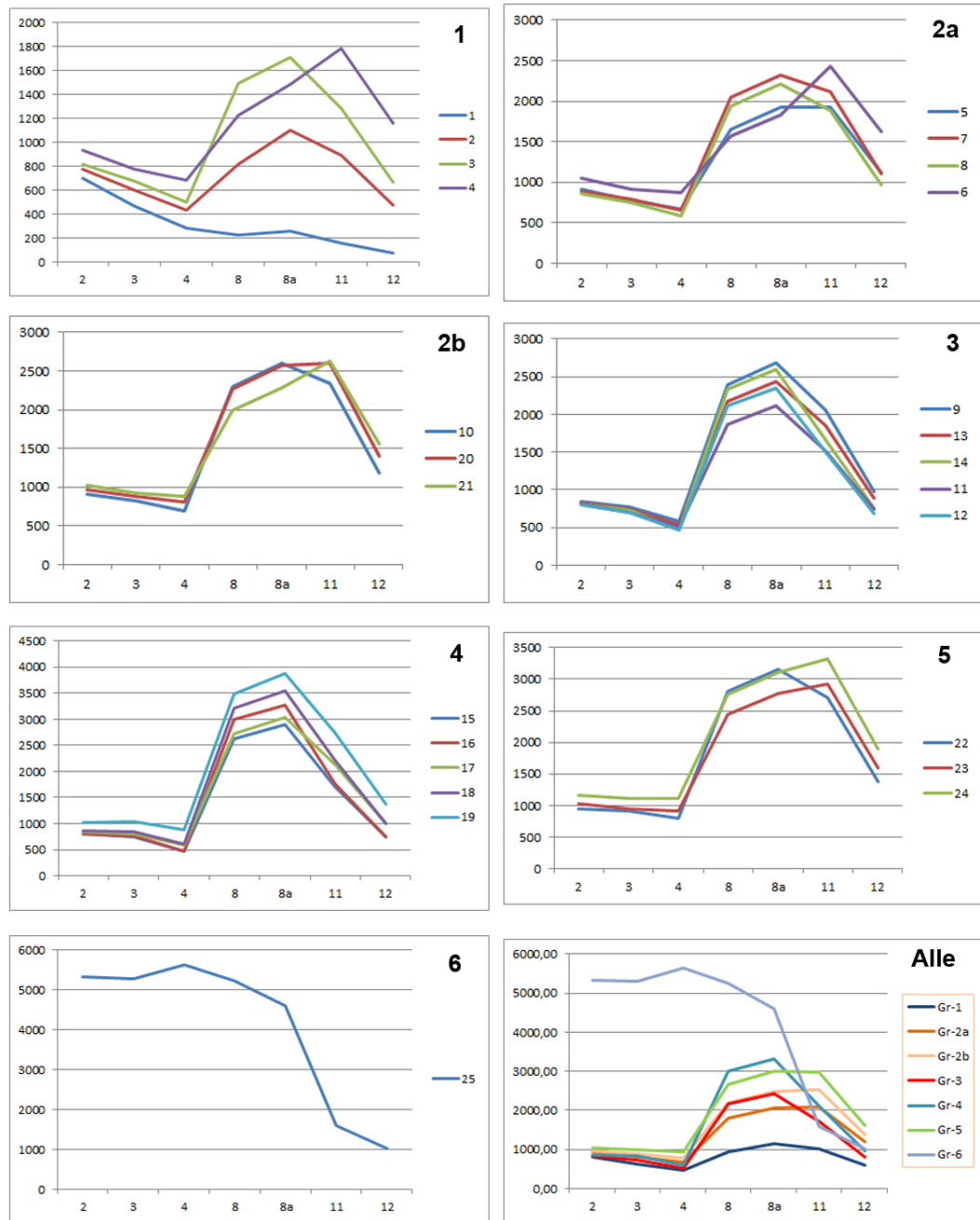
I figur 15 er spektralsignaturene for hver av hovedgruppene gitt en grafisk framstilling. Figuren gir og en framstilling av hovedgruppene mot hverandre. Denne framstillingen understreker hvorfor snø skilles ut på øverste nivå i materialet. Snø er svært forskjellig fra øvrige klasser i den synlige og nær-ndrarøde delen (NIR) av spekteret. I den midlere infrarøde delen (MIR) viser klassen for snø (#25) sterk absorpsjon. Dette indikerer at snøen er våt. Snøfleckene i området er under utsmelting noe som virker logisk i et bilde fra seint på sommeren. Den andre hovedgruppen som skiller seg fra det øvrige materialet er vann og våte vegetasjonstyper (Gr1). Gruppen viser reduserte refleksjonsverdier i den nær- og midlere infrarøde delen av spekteret.

De resterende gruppene er angitt med vegetasjon av ulike utforminger. Et karakteristisk trekk her er at alle gruppene viser stor spektral likhet i de synlige kanalene. Gruppen med høyest verdi her er hovedgruppe 5. Denne gruppen omfatter sparsomt vegeterte areal i høgfjellet. Enheter som grus- og blokkmark, ur, rasmark og eksponerte rabbesamfunn er klasser som inngår her. Vann og våte vegetasjonstyper viser lågest refleksjon i det synlige området.

For å skille vegetert mark fra hverandre, er refleksjonsverdier i NIR og MIR området essensiell. I figur 15 ser vi tydelig at de mest frodige vegetasjonstypene (Gr4) viser høyest refleksjon i kanalene 8 og 8a, mens refleksjonen i MIR-området avtar. Høg refleksjon i NIR og redusert refleksjon i MIR området indikerer frodig vegetasjon på frisk til fuktig substrat. Låge refleksjonstall i MIR området kan og indikere vanninnhold i stamme og bladverk i arter som vokser her. På den annen side gir høye verdier i MIR området indikasjoner om tørre vekstforhold og vegetasjonstyper med et sparsomt vegetasjonsdekke. Dette forholdet er med på å skille hovedgruppe 4 fra hovedgruppe 5.

I tillegg til vurdering av spektral refleksjon og spektral mønster, er vegetasjonsindekser et mål som ofte brukes ved tolkning av vegetasjonsdata. NDVI (normalisert vegetasjonsindeks) er den indeksen som oftest benyttes. Indeksen bruker klorofyllrefleksjonen i NIR området og absorpsjon av klorofyll i synlig rødt som input for beregningene. Denne indeksen opererer i en skala fra -1 til +1 der høye, positive indeksverdier indikerer frodig vegetasjon. Negative verdier indikerer vann, snø og våte områder. Låge positive tall indikerer sparsomt vegetasjonsdekke. I tabell 2 er det gitt en framstilling av NDVI-verdier for hver av de klassene i det pre-klassifiserte produktet.





**Fig. 15** Spektralmønstre for utskilte grupper og klasser i materialet.

I tabellen er det videre gitt en oppsummering av definerte klasser fordelt etter høyde over havet. Området har en vertikal utstrekning fra 377-1085 meter over havet. Selve hoveddalføret ligger på 600-620 meter over havet, mens skoggrensa går ved om lag 600 meter. Skillet mellom låg- og mellomalpin sone går ved om lag 800 meter. Areal over dette høydenivået er karakterisert ved sein utsmelting og sparsomt utviklet vegetasjonsdekke. Forekomst av vegetasjonstyper i ulike høydebelter er viktig informasjon i tolkningsammenheng.

**Tabell 2. Tolkningstabell – preklassifisert produkt – Havgavuopmi, 25 klasser.**

H.gruppe	U.gruppe	Klasser	NDVI	Hoh	Tolkning
1	1	1	-0,10	638	Vann
		2	0,30	691	Skygge,gruntvann
		3	0,50	663	Skygge,våte snøleier
		4	0,29	831	Våte snøleier, sump
2	2a	5	0,43	759	Starmyr,snøleie
		7	0,52	893	Rishei
		8	0,53	667	Frisk rishei, rismyr
		6	0,28	644	Snøleier, tørre,stein/grus
	2b	10	0,54	643	Greplyng, slitte lavheier
		21	0,47	738	Grassnøleier
20		0,39	641	Musøresnøleier	
3	3	9	0,61	617	Lyng-, rishei
		13	0,60	615	Lyngheier, åpen fjekkbjørkeskog
		14	0,66	596	Vierkratt, frisk hei
		11	0,57	608	Grasmyrer
		12	0,64	648	Rishei, vierkratt
4	4	15	0,69	732	Blåbærskog
		16	0,73	785	Rik skog
		17	0,65	880	Vierkratt, høgstaude
		18	0,68	882	Høgstaude-/lågurtene
		19	0,60	855	Alpin eng
5	5	22	0,56	858	Tørrgrashei
		23	0,45	890	Åpen grashei,grusmark
		24	0,42	921	Ur, grus-/rasmark
6	6	25	-0,04	919	Snø, bre

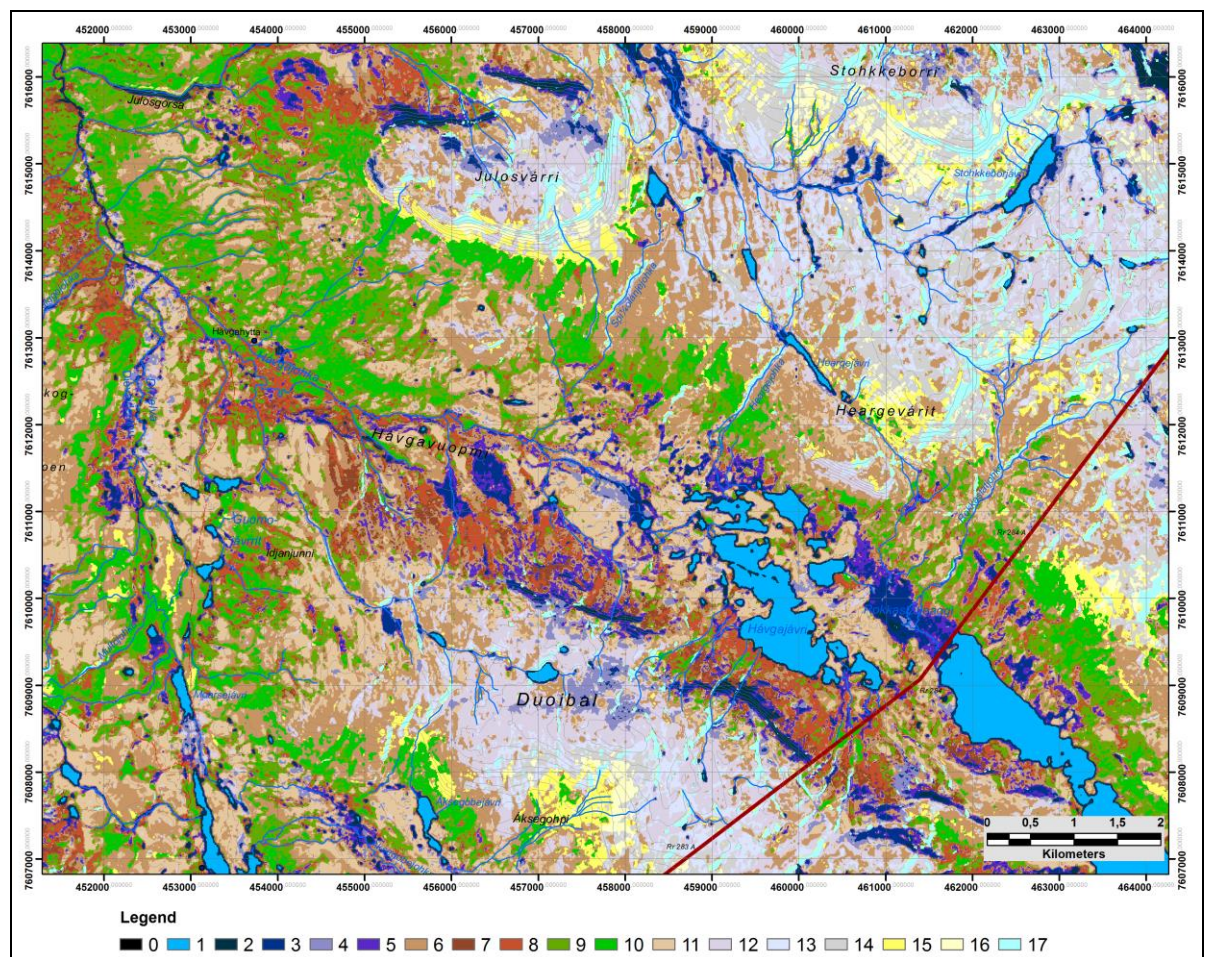
#### 4.2 POST-KLASSIFIKASJON – INTEGRERING AV TILLEGGSDATA

Ved bearbeiding av satellittdata har det vist seg at spektrale karakteristikk av ulike vegetasjonsenheter i mange tilfeller ikke er unik. Klasser av ulik floristisk utforming kan opptre med svært like signaturer. Slike spektrale forvrengninger skjer ofte i terreng med stor relieff der det kan dannes egne klasser i nord- og sørhelling som et resultat av skygge. Andre eksempler på slike forstyrrelser finner vi ved at frodige engtyper i fjellet ofte har samme signatur som frodige dyrkningsflater i låglandet. Slike feil kan korrigeres for, ved bruk av temalag i topografiske kart eller ved bruk av digital terrengmodell. Videre har det vist seg at etablerte spektralklasser (clusters) kan omfatte enheter av forskjellig floristisk utforming. Erfaringer viser at tette, homogene bestand av barskog i mange sammenhenger

har tilnærmet samme spektral signatur som enkelte myr- og våtmarkstyper. Klasser som av ulike grunner inneholder ulike vegetasjonstyper er her korrigert ved bruk av tilleggsdata.

#### 4.2.1 Modifisering av temalag i N50 kart.

Erfaringer fra tidligere kartlegginger i ulike deler av landet har vist at korrigeringer som gjøres under post-klassifikasjonen i stor grad er avhengig av tilgangen til ulike typer tilleggsdata og kvaliteten av disse. Dette gjelder deteksjon og avgrensning av enheter som myr, skog og åpen fastmark i topografiske kart. Basert på feltbefaringer i studieområdet Havgavuopmi var det tydelig å se at arealet av myr, var langt større enn det som framgår av N50 kartet for området. Det samme er og tilfelle for skogsarealet. Det er derfor i dette arbeidet gjort en modifisering av myr- og skogsmaska i det topografiske kartet for området. Temalaget for myr er i stor grad korrigert ved bruk av S2B data fra 7. juli 2017. I denne scenen er det tydelig å se at ulike myrtyper i området framstår som våte for så å tørke mer ut senere i vekstperioden. Våte myrer detekteres lett i S2 data gjennom sterk vannabsorpsjon i MIR kanalene og redusert refleksjon i NIR delen av spekteret.

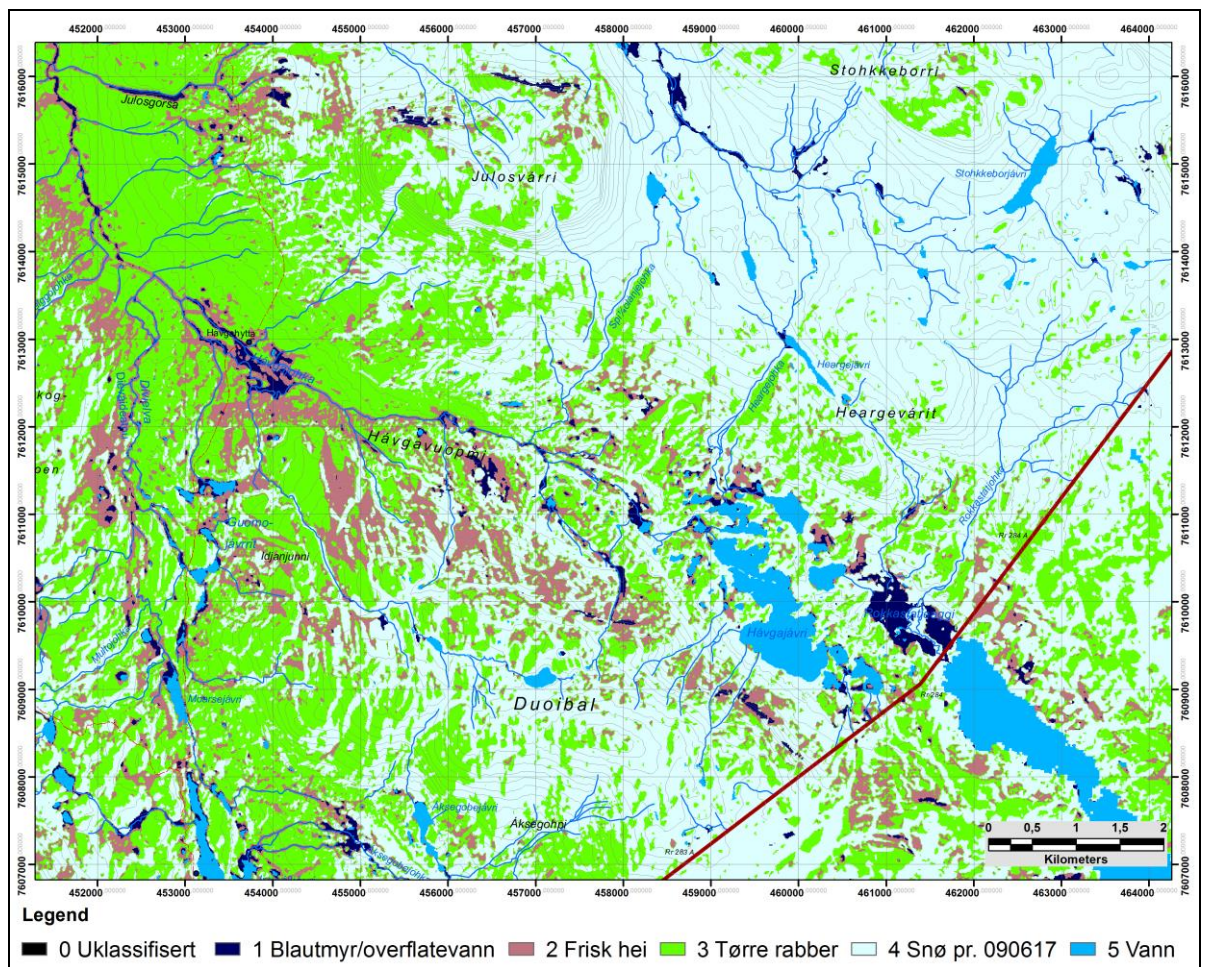


**Fig. 16** Klassifisert S2b scene fra 7. juli 2017. Scenen er fra tidlig sommer der myr og heisamfunn er våte. Det klassifiserte produktet er brukt til korreksjon av myrmaske i N50-kart. Scenen er og brukt til deteksjon av seine snøleiesamfunn i høyfjellet.



Det er i dette arbeidet gjort en klassifikasjon av scenen fra 7. juli 2017. Scenen er inndelt i 17 klasser der ulike myrtyper er sterkt framtrepende i denne klassifikasjonen. Det klassifiserte produktet er vist i figur 16. Den nye myrmaska inngår som et eget temalag i figur 18.

Under befaringen i området var det og tydelig at skogsmaska for området hadde behov for korrigeringer. Flere skogsbestand, spesielt i skoggrensa, er ikke med i det topografiske kartet. Dette kan være direkte feil som er gjort ved avgrensningen av skog i området. Alternativt kan skogen ha «krøpet høyere til fjells» etter at skogsmaska ble etablert. Endring av skoggrensa er et fenomen som skjer over store områder i Skandinavia. I hovedsak forklares dette ved høyere sommertemperaturer. Maska for skog i området er korrigert ved visuell tolkning av S2-data og ved bruk av høyoppløselige data fra WV-3 og UAV data. Ny skogsmaske er vist i figur 18.



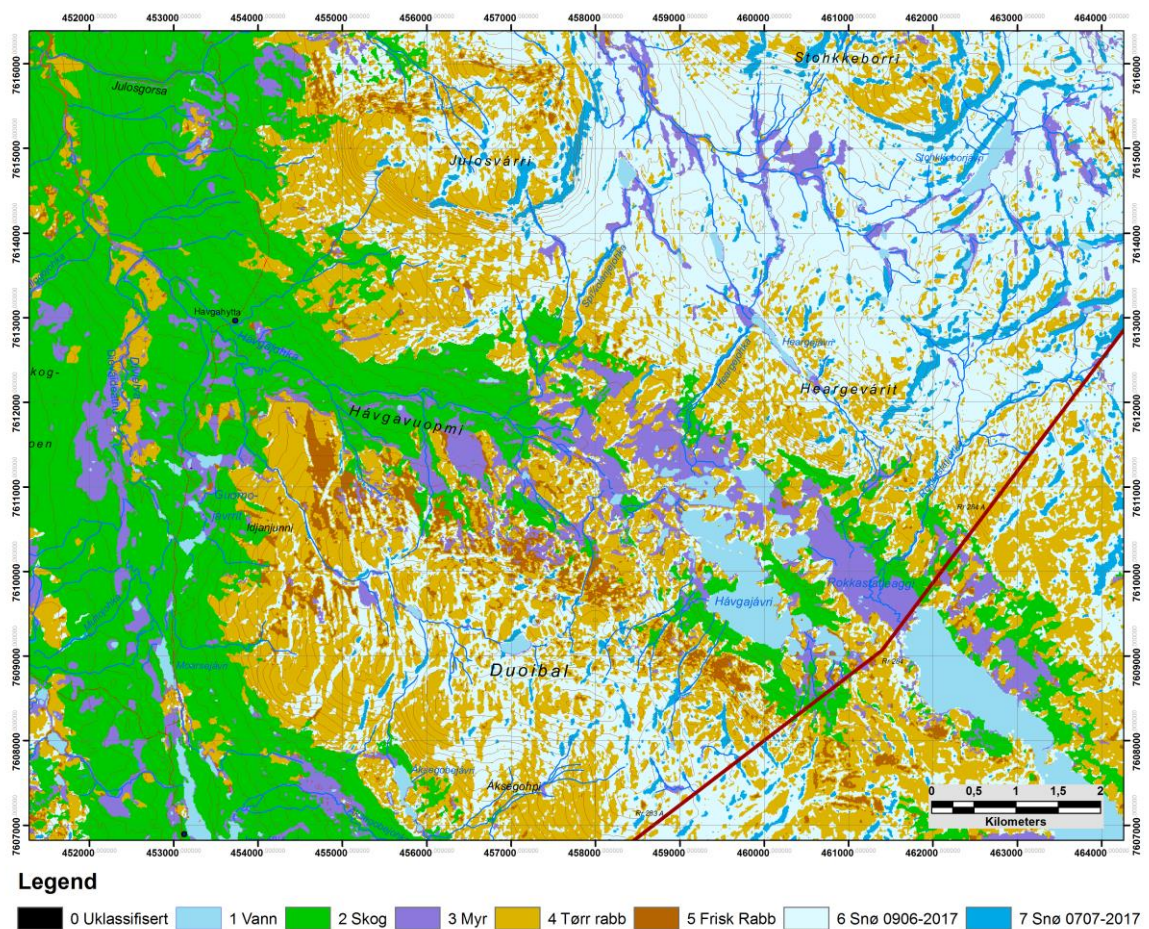
**Fig. 17** Klassifisert S2a scene fra 9.juni 2017. Scenen er fra vårperioden med fortsatt mye snø i fjellet. Scenen er brukt til å skille rabb- og snøleiesamfunn fra hverandre.

I N50 kart omfatter temalaget «åpen fastmark» mange ulike arealtyper fra strand og lyngheier i låglandet til alt av fastmarkvegetasjon i fjellet. I botanisk sammenheng kan vegetasjonen i fjellet inndeles på ulike måter. En vanlig inndeling er etter forekomst på rik og fattig berggrunn. I tillegg er rabb-/snøleiegradienten en viktig faktor for inndeling av



fjellvegetasjon. Rabbevegetasjonen er karakterisert ved tørre vekstforhold, ved frostvirkninger og ved et tynt snødekke gjennom vinteren. Karakteristiske arter her lyng og lavararter i kombinasjon med tørrgrasarter. Snøleiene på den annen side er karakterisert ved middels til langvarig snødekke. Utsmeltingen her skjer fra sist i mai til langt ut i juli måned. For de mest ekstreme snøleiene skjer ikke utsmeltingen før i august. Dette er snøleier som helst opptrer i kystområder med store snømengder gjennom vinteren. Snøleiene er karakterisert ved fuktige til våte vekstforhold gjennom våren/forsommeren avhengig av snøsmeltingen. Friske forhold på voksestedet bidrar til at lyng og lavararter er sparsomt representert her. I stedet er arter som gras, urter, vier og fuktighetskrevende moser karakteristiske arter i snøleia.

Det er i dette arbeidet gjort bruk av S2A data fra 9. juni til en oppsplitting av enheten «åpen fastmark» i egne temalag for rabb- og snøleiesamfunn. Det er laget en snømaske basert på data fra 9. juni der snøfrie areal i fjellet er definert som rabbesamfunn, mens snødekte areal er definert som snøleiesamfunn. Rabbesamfunn i området er videre inndelt i tørre og friske rabber. Videre er det utarbeidet to masker for snøleiesamfunn i området. Masken for snødekt mark fra 9. juni omfatter det meste av snøleiesamfunn i studieområdet. Det er videre gjort en ytterligere oppsplitting av snøleiene i moderate og seine snøleier. Seine snøleier er et resultat av «snømaska» fra S2b data fra 7. juli. Snøleiene i denne maska er i hovedsak lokalisert til mellom- og høgalpin sone. Seine snøleier framkommer i klassifikasjonen, figur 16.



**Fig. 18** Modifisert utgave av topografisk kart (N50) for området.

Ved å sammenholde de nye maskene med det opprinnelige N50 kartet er det utarbeidet en ny utgave av N50 kart for området. Det modifiserte N50-kartet er vist i figur 18. Temalagene fra dette kartet er sammenholdt med de utskilte 25 klasser i «master-scenen» fra 25. juli 2017. Forekomst av opprinnelige klasser innafør hver av de nye temalagene er vist i tabell 3. Tabellen er brukt som grunnlag for korreksjon av klasser i master-scenen.

**Tabell 3. Tolkningstabell – tilleggsdata**

Klasser	Vann	Skog	Myr	Tørr	Frisk	Snø	Snø
				rabb	rabb	9.juni	7. juli
1	<b>81,37</b>	0,05	0,09	0,08	0,68	0,14	0,00
2	<b>11,98</b>	0,32	1,90	0,55	4,03	0,43	0,45
3	2,85	0,42	7,92	0,75	<b>7,21</b>	0,51	0,43
4	0,39	0,01	3,55	0,58	2,32	0,99	3,33
5	0,34	0,48	<b>11,86</b>	3,31	5,39	2,71	5,44
6	0,14	0,01	0,22	1,19	0,17	2,17	<b>8,87</b>
7	0,24	<b>8,37</b>	3,07	<b>12,52</b>	2,92	4,09	2,47
8	0,15	2,97	5,84	3,73	3,28	1,53	0,77
9	0,17	<b>13,16</b>	2,80	<b>11,30</b>	2,55	4,80	0,65
10	0,12	5,74	1,60	<b>12,13</b>	1,15	7,87	2,37
11	0,69	1,06	<b>12,96</b>	1,22	<b>10,04</b>	0,71	0,20
12	0,46	2,93	7,86	1,64	<b>17,00</b>	0,86	0,05
13	0,37	<b>12,49</b>	<b>11,70</b>	<b>9,10</b>	<b>15,50</b>	3,52	0,41
14	0,26	<b>16,91</b>	<b>13,65</b>	5,26	<b>19,04</b>	2,39	0,12
15	0,05	<b>22,99</b>	<b>8,44</b>	4,60	6,34	2,40	0,12
16	0,01	<b>9,02</b>	1,85	1,87	0,64	1,50	0,06
17	0,01	2,00	0,63	5,25	0,33	4,28	0,51
18	0,00	0,57	0,53	2,47	0,18	3,78	0,48
19	0,00	0,00	0,14	0,83	0,02	2,62	3,13
20	0,30	0,15	0,58	7,02	0,34	<b>8,92</b>	<b>22,66</b>
21	0,05	0,20	1,12	7,00	0,42	<b>11,30</b>	6,12
22	0,02	0,14	0,82	4,80	0,25	<b>13,33</b>	6,07
23	0,03	0,00	0,78	2,67	0,11	<b>16,05</b>	<b>15,00</b>
24	0,00	0,00	0,08	0,12	0,11	3,10	<b>13,87</b>
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,42
Areal i km <sup>2</sup>	4,59	31,15	10,30	32,6	2,94	38,77	4,43
Prosent av totalarealet	3,7	25,0	8,3	26,1	2,4	31,1	3,6

Av tabell 3 går det fram at klasse 1 har et klart tyngdepunkt innafør vannmaska noe som understøtter tolkningen i tabell 2. Videre viser tabellen av deler av klasse 2 er innafør vannmaska. Det er her korrigeret for dette ved at denne andelen er ført til klasse 1 under postklassifikasjonen. For skog viser klassene 7, 9, 10, 13, 14, 15 og 16 størst andeler innafør denne maska. Skog er samtidig en arealmessig stor klasse innafør området med et samlet areal på 31,15 km<sup>2</sup> noe som utgjør 25 % av totalarealet. Korreksjonen av skog som er gjort i dette arbeidet følger prinsippet om at klasser med høy andel innafør skogmaska er ført til



skog. Klasser med låge NDVI-verdier er definert som fattige typer av bjørkeskog, Mens høyere NDVI-verdier er med på å definere rikere skogstyper. Av tabell 2 går det fram at klasse 16 i master-scenen er klassen med høyest NDVI-verdi i materialet. Skog tilknyttet denne klassen er her definert som rike høgstaudeskoger i området. Klassen opptrer i frodige søkk og i anrikningssoner like under skoggrensa. Forekomsten i terrenget understøttet tolkninga som her er gjort.

For klasser innafor myrmaska utgjør klassene 3, 5, 11, 13,14, og 15 de største prosentvise andeler. Det er her gjort «uttrekk» av disse klassene som i neste omgang er beskrevet som ulike myrtyper langs et fuktighetsgradient. Våte myrer er forholdsvis lett å skille ut ved at enhetene her har gjennomgående låge verdier i MIR delen av spekteret. Tilsvarende viser gras- og starrmyrer gjennomgående høyere verdier her, mens tørrere ris- og fastmatte-myrrer er karakterisert ved tørrere vekstforhold. For arealtyper i fjellet er korreksjonene som er gjort her i hovedsak styrt av rabb-/snøleiegradienten. Av tabell 3 går det videre fram at forekomst av rabb- og snøleiesamfunn i området utgjør forholds like arealandeler. Rabbesamfunn opptrer med en arealmessig andel på i underkant av 30 %, mens snøleiesamfunnene i overkant av 30 prosent. Seine snøleier er videre karakterisert ved forekomster i høyfjellet. Det samme er tilfelle med sparsomt vegeterte rabber og tørrgrasheier.

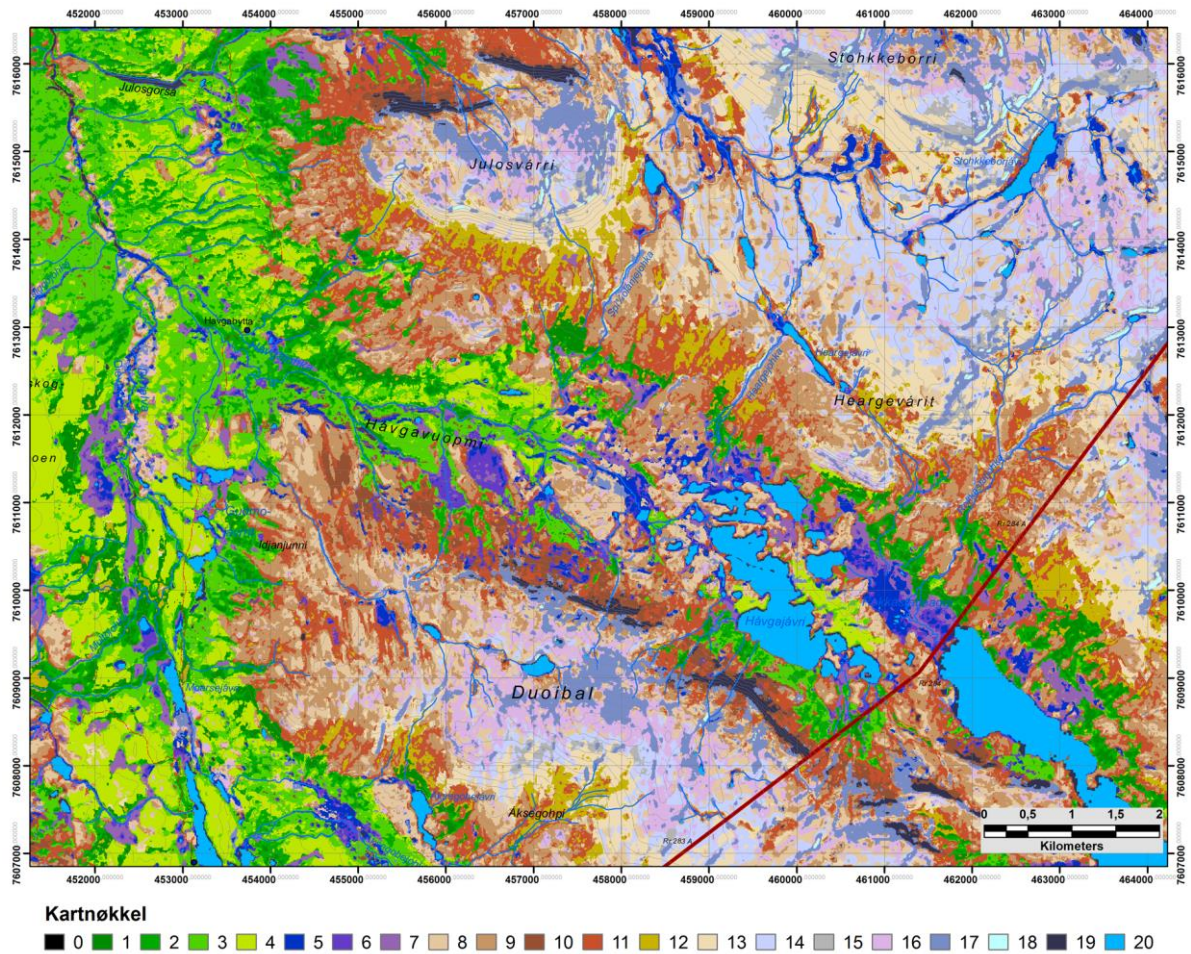
Selve postklassifikasjonen er i dette arbeidet gjort ved bruk av GRID-modulen i Arc-GIS. Utførelsen av postklassifikasjonen er her gjort på to måter: 1) Ved oppretting av nye klasser basert på seleksjon innen de gitte masker. 2) Ved seleksjon innen gitte masker for deretter å føre det selekterte produktet til eksisterende klasser. Nye klasser nummereres fortløpende og adderes til etablerte klasser i det pre-klassifiserte produktet. Under postklassifikasjonen ble det for studieområdet i Havgavuopmi opprettet 15 nye enheter ved seleksjon innen gitte kartmasker. Det høyeste antallet enheter under denne prosessen var dermed oppe i 40. Flere av klassene i dette produktet ble til slutt slått sammen og antallet vegetasjonsheter i sluttproduktet er definert til 20.

#### **4.3 VEGETASJONSKART FOR HAVGAVUOPMI INNDELT I 20 VEGETASJONSTYPER**

Vegetasjonskartet for Havgavuopmi i sin endelige form er inndelt i 20 kartenheter. Kartet er vist i figur 19. I avsnitt 4.4 er det gitt en beskrivelse av hver av de utskilte klassene.

Som det framgår i omtalen av bearbeidingsprosessen (ref. avsnitt 3.1), utgjør en standardisering av sluttproduktet siste ledd i bearbeidingen av materialet. Under standardiseringen er flere av klassene som er kommet til under postklassifikasjonen, slått sammen og gitt en beskrivelse ut fra en botanisk forståelse av klassen. Andre klasser er beholdt i sin opprinnelige form, men også disse er tilordnet en kartnøkkel med beskrivelse av botanisk innhold og forekomst. Ved utarbeiding av kartnøkkel for det endelige vegetasjonskartet, reflekterer fargesettingen av de ulike klassene en hovedinndeling av vegetasjonen i området. Skog i ulike utforminger er framstilt i grønne fargetoner, mens myr og våtmarker er angitt i blått til lilla. Sump og blautmyrer er angitt i mørk blått, mens gras- og starrmyrer er vist i mørk lilla fargesetting. Rismyrer og lågvokst fastmattemyr har fått en lysere lilla fargetone. Over skoggrensa er ulike heisamfunn angitt i brune fargetoner, mens mer gras- og urterik vegetasjon er fargelagt i gule farger. Snøleier er fargelagt i rosa/fiolett, mens sparsomt vegeterte areal i gråe farger. Vann er fargelagt i blått, og snødekt mark i lys

blått. Grupperingen av samhørende vegetasjonstyper etter farger er ment å barheten av kartet.



**Fig. 19 Vegetasjonskart – Havgavuopmi.** Kartet er inndelt i 20 kartenheter. Beskrivelse av enhetene er gitt i avsnitt 4.4

#### 4.4 BESKRIVELSE AV UTSKILTE VEGETASJONSTYPER

Det vil her bli gitt en beskrivelse av standardiserte klasser som utgjør sluttproduktet i kartleggingsprosessen. Beskrivelsen er gitt med referanse til kartnøkkelen i figur 19. Det er gjort en hovedinndeling av sluttproduktet i tre hovedtyper av vegetasjon – i skog, myr og våtmark og i fjellvegetasjon.

##### SKOG

**Engbjørkeskog (1).** Enheten er en samlegruppe for flere skogstyper med tett og frodig utforming. Bjørk er dominerende treslag, mens arter som gråor og hegg er vanlige i låglandet og vierarter mer til fjells. Undervegetasjonen er artsrik og domineres av urter, gras, høgstauder og storbregner. Jordsmonnet varierer med hensyn på næringsstatus fra middels rike til svært rike utforminger. Skogstypen utvikles oftest på frisk jordsmonn med vasstilgang gjennom hele vekstsesongen. I Havgavuopmi opptrer skogstypen ofte mot skoggrensa i en anrikingssone opp mot fjellet. I tillegg finnes bestander av rik engskog i

søkk og langs bekkedrag i liene ned mot dalbunnen. I selve dalbunnen finnes denne skogen oftest i kanten av myrer og fuktdrag. Skogen har da et preg av myrskog.

**Bjørkeskog – blåbær type (2)** utvikles på tørr til frisk substrat. Treskiktet er dominert av bjørk med innslag av rogn og osp. Feltskiktet er dominert av blåbær, skrubbær, småbregner og et fåtall urter. Av småbregner er fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*) mest vanlig, mens hengeving opptrer på noe rikere substrat. Bunnskiktet er rik på moser der arter som etasjemose, furumose, sigdmoser og lundmose er vanlige. Enheten opptrer med to hovedutforminger, en på tørrere mark dominert av blåbær og en på noe friskere mark dominert av småbregna fugletelg og med flere gras og låge urter. Tyttebær og er også vanlige i blåbærtypen sammen med krekling og blålyng. Vanlig forekommende gras og urter er smyle, gulaks, linnea, stormarimjelle og skogstjerne. I kystområdene kan skrubbær dominere i feltsjiktet, og i humide, oseaniske utforminger forekommer arter som bjønnekam og storfrytle. Blåbærbjørkeskogen i Havgavuopmi er av en tørr og fattig utforming der lyng og grasarter er mest vanlig i feltskiktet, mens småbregner og skrubbær er mer sparsomt representert. Dette er karakteristisk for mer kontinentale områder med reduserte nedbørmengder.

**Bjørkeskog – tyttebær/krekling type (3).** Skog med sluttet eller relativt åpent treskikt av bjørk og et sparsomt buskskikt. I kontinentale områder er einer forholdsvis vanlig i buskskiktet. Feltskiktet består av flere lyngarter med krekling, tyttebær og blokkebær som mest vanlige. Videre er smyle et fast innslag i feltskiktet. Et fåtall urter forekommer med skrubbær, skogstjerne og gullris som mest vanlige. Skogstypen er vanlig i indre Troms og opptrer hovedsakelig på grov morenesubstrat. Skogstypen viser glidende overganger mot blåbærbjørkeskog, men opptrer gjerne på tørre substrat og på grove moreneavsetninger. Bunnsjiktet er karakterisert av tørketålende moser som sigdmoser, bjørnemoser, furumose og frunsemose. Innslaget av lav er mer framtrædende her, og utgjør et skille mot blåbærbjørkeskoger.

**Fjellbjørkeskog (4).** Artsfattig, åpen bjørkeskog som opptrer på grunnlendt mark eller på grove løsavsetninger. Treskiktet er åpent og består av bjørk. Trærne er gjerne flerstammet. Buskskiktet er normalt sparsomt utviklet, men kan forekomme som tette dvergbjørkkrautt. Tørketålende lyngarter som fjellkekling, tyttebær, røsslyng og blokkebær dominerer feltskiktet. Et karakteristisk trekk ved denne skogstypen er forekomst av fjellplanter som rabbesiv, blålyng (*Phyllodoce caerulea*) og finnmarksrørkvein i feltskiktet. Fjellbjørkeskogene forekommer med en lyngdominert og en lavdominert utforming. Lyngtypen har et bunnskikt dominert av furu-, sigd- og bjørnemoser. Lav-typen er dominert av kvitkrull, lys- og grå reinlav i bunnskiktet. På sandholdig substrat er saltlav (*Stereocaulon pascale*) vanlig. Den lavdominerte utformingen er sterkt knyttet til kontinentale områder og er viktig vinterbeite for reinsdyr. Utformingen av lavdekket varierer med beitetrykket (Thannheiser m.fl. 2005, Tømmervik m.fl. 2004, 2009).

## MYR

**Blautmyrer og åpen sumpvegetasjon (5).** Denne kartleggingsenheten omfatter ulike typer myrvegetasjon på arealer med vannstand i eller like under overflata gjennom hele vekstsesongen. Dette gjelder hovedsakelig flate arealer med partier med stagnerende, høgt grunnvatn, og arealer med en stor prosent åpent vatn. Myrtyper som utvikles her er strengmyr med flarker og nedbørmyr med høljer. Enheten omfatter også arealer med åpen

sump- og vannvegetasjon langs vatn og vassdrag dominert av store graminider, men dette utgjør små arealer. Det er et stort spenn i baserikhet fra ombrotrof til rik myrvegetasjon, men hovedtyngden av arealet utgjøres av relativt basefattige utforminger av mykmatte-løsbunnmyr. Finnes over hele landet. I Havgavuopmi finnes disse myrene utviklet i Rokkastatjeaggi med betydelige areal. Videre finnes flere mindre utforminger i nordenden og nordvest for Havgajavre.

**Gras- og starrmyrer (6).** Denne kartleggingsenheten inneholder et bredt spekter av myrvegetasjon på flate myrarealer med stagnerende, høgt grunnvatn, eller på svakt hellende sigevannspåvirka arealer. Utover i vekstsesongen skjer en viss uttørking av disse myrene. Hovedsakelig minerotrof fastmattevegetasjon ofte i veksling med partier av mykmattevegetasjon. Feltsjiktet er dominert av høgvokste graminider som nordlandsstarr, trådstarr, flaskestarr og breiull, i fjellområder inngår og snøull. Baserike utforminger har et innslag av urter som sneller, myrklegg, myrsaulauk, og myrhatt. Bunnsjiktet varierer, og kan være dårlig utviklet i de mest produktive utformingene. Torvmoser dominerer i basefattige utforminger, mens tjønnmoser, myrstjernemose, makkmoser og nøkkmoser er de vanligste artene i baserike utforminger. Gras og starrmyrene er vanlige på flate myrpartier i hele dalføret. Blant annet utgjør flate partier av Rokkastatjeaggi myr av denne type. Videre finnes gras og starrmyrer nedetter hoveddalføret. En karakteristisk art i flere av starrmyrene i dalen er stoplestarr (*Carex nigra* ssp. *juncea*).

**Rismyr og lågvokst fastmattemyr (7).** Denne enheten har en svært brei økologisk spennvidde og består av en rekke ulike typer myrvegetasjon på arealer som er karakterisert av torv som i perioder tørker ut i overflata. Substratet er tørrere og torvlaget tynnere enn i foregående myrtyper. Her inngår både tuer og fastmatter på ombrotrof myr og blandingsmyr, og store flater på minerotrof bakkemyr og flatmyr på tynn torv. Enheten omfatter også mindre arealer med fuktenglignende vegetasjon i overgangen mellom myr og fastmark. Rismyrene er dominert av vedvekster som dvergbjørk, røsslyng (unntatt lengst i nord), krekling, finnmarkspors (lengst i øst) og flere vierarter. Innslaget av vier varierer med sigevasspåvirkningen. Lyngarter og molte er vanlige i feltsjiktet. Botsjiktet er dominert av torvmoser med kyst-torvmose, furutorvmose og rusttorvmose som de vanligste, samt heigråmose (spesielt i oseaniske strøk). Fastmattevegetasjonen er dominert av lågvokste graminider i feltsjiktet, hovedsakelig bjønnskjegg, men ofte med et betydelig innslag av dvergbjørk. På basefattig torv vil også arter som torvull, snøull og multe vanlige. Myrtypen er vanlig i Havgavuopmi og opptrer oftest i kanten av store myrflater i dalbunnen. I tillegg inngår vierrike utforminger som bakkemyrer i liene ned mot dalbunnen.

## FJELLVEGETASJON

**Eksponerte rabber (8).** Enheten omfatter vegetasjonstyper som utvikles på tørre knauser og morenehauger. Snødekket er tynt om vinteren. Rabbesamfunn er karakterisert ved et oppsplittet vegetasjonsdekke. Greplyngrabber er vanlige på næringsfattig substrat. Reinrosrabber utvikles på mer kalkrik substrat. Vindherdige lav inngår i disse rabbesamfunnene. Åpne rabbesamfunn utvikles naturlig i områder med sterk mekanisk slitasje, men kan og dannes sekundært som en følge av sterk beitepress. Enheten har i Havgavuopmi opptrer med tilnærmet lik forekomst i låg- og mellomalpin sone. Bestandene i lågereliggende områder er å oppfatte som sekundære utforminger av lavheier der lavdekket er nedslitt som resultat av sterk beitepress. I høyereliggende områder er enheten å oppfatte som naturlige greplyng-/rabbesivheier.



**Lyngrik rabb (9).** Artsfattig, lågvokst vegetasjon i øvre del av rabb-/ snøleie-gradienten. Feltsjiktet er dominert av lyngarter, tørrgrasarter og lågvokst, krypende dvergbjørk. På fattig grunn utgjør kreklingheier og krypende dvergbjørkheier hovedutformingen. Av andre karakteristiske arter her er fjellpryd, tyttbær, blokkebær, rypebær og flere vindherdige lavarter. På mer kalkrike grunn inngår flere vindherdige starr, samt flere urter som svarttopp, flekkmure, harerug og rødsildre. Bunnsjiktet varierer i utforming fra moserike utforminger i kystområder til mer lavholdige utforminger i kontinentale områder. Snødekket på vinteren er tynt til moderat med framsmelting tidlig på sommeren. Vanlig i hele fjellkjeden. I Havgavuopmi er disse heiene svært vanlige og utgjør store areal i liene på begge sider av dalen. Enheten har et tyngdepunkt i lågalpin sone og er sparsomt representert i høgfjellet.

### **Risheier (10).**

Risheiene utvikles på fuktig grunn med moderat til tykt snødekke om vinteren og opptrer både på fattig og rik berggrunn. De tørreste og mest fattige utforminger er dominert av dvergbjørk og einer i busksjiktet og med et feltsjikt av lyngarter, gras og et fåtall urter, ofte med et moserikt bunnsjikt. I friskere utforminger på fuktigere grunn inngår flere vierarter. Enheten slik den her er definert omfatter i hovedsak fattige risheier. Disse heiene har et geografisk tyngdepunkt i kontinentale områder, her med et betydelig innslag av reinlav. Risheiene er vanlige over hele landet. I områder med småkuppert og slakt skrånende terreng kan typen dekke store areal. I Havgavuopmi er det registrert størst areal av denne heitypen på sørsida av dalen, i liene under fjellet Duoibal.

### **Frisk rishei – vierkratt (11)**

Heterogen vegetasjon med dominans av høgvekst dvergbjørk i kombinasjon med vierarter som lappvier, sølvvier, setervier og grønnvier. Typen opptrer i lågalpin sone på fuktig mark, langs bekker og vassig, ofte som kratt med et frodig preg. Feltsjiktet består av urter som engsoleie, setersyre, gullris og høgstaude som skogstorkenebb, enghumbleblom og mjøduert. I tillegg inngår grasarter som sølvbunke, skogrørkvein og smyle. Ved mer gunstige voksestedsbetingelser inngår vierarter med klare preferanser til rikbunn (bleikvier, myrtevier, ullvier). Feltsjiktet er her karakterisert ved et svært høgt antall arter. Bunnsjiktet er sparsomt utviklet. Flere undertyper av rike høgstaudekratt kan skilles ut der skogstorkenebb-typen er den mest vanlige. I nordlige områder er ballblom en karakteristisk og viktig art. Videre opptrer også grasrike utforminger, ofte med sterkt innslag av sølvbunke i denne enheten. Sølvbunketypen er ofte et resultat av beitepåvirkning fra husdyr. Friske risheier er vanlige i hele dalføret i liene ned mot dalbunnen. De mest frodige krattene finnes i lia mot nordøst. I dalbunnen opptrer disse krattene i veksling med ulike myrtyper, oftest sammen med rismyrer og fastmattemyrer.

### **Alpine engsamfunn (12)**

Høgstaude- og lågurtenger i fjellet utgjør de to viktigste vegetasjonstypene i denne enheten. Disse samfunnene utvikles helst i nedre del av lågalpin belte og oppfattes som en fortsettelse av høgstaude- og lågurtskoger over skoggrensa. Vegetasjonssamfunn innen denne enheten er frodige og artsrike. Høgstaudesamfunn utvikles på frisk substrat med stabil vasstilgang gjennom hele vekstsesongen. Engsamfunn av lågurt-type er tørrere og knyttet til kalkholdig berggrunn.

Høgstaudeenger i fjellet er karakterisert ved arter som skogstorkenebb, enghumbleblom, ballblom, hundekjeks og turt (i sør og av tyrihjelms). I tillegg til høgstaudeer inngår en rekke høgvekste gras og storbregner, bl.a. myskegras, sølvbunke, fjelltimotei og storrap. Av bregner som inngår nevnes fjellburkne, fjellok, sauetelg og fulgetelg. I likhet med høgstaudeengene er lågurtengene artsrike, men mer karakterisert av lågvokste urter og gras. I enheten inngår en blanding av kravfulle fjellplanter og varmekrevende arter fra skog. Arter som flekkmure, harerug, svartopp, hengeaks, lundrap, svartaks, fjellfiol og teiebær er eksempler på dette. I kystnære områder inngår ofte arter som fjellmarikåpe, samt flere småbregner i typen. Bunnsjiktet er i begge hovedtyper sparsomt utviklet. I Havgavuopmi opptrer alpine engsamfunn ofte i kombinasjon med friske risheier og vierkratt. Enheten er vanlig i lia under Julasvarri og i liene under Hargevarit.

### **Blåbær-grashei (13).**

Vegetasjon med sluttet dekke i som i lågalpin sone opptrer i midtre del av rabb-/snøleiegradienten. Opptrer med flere utforminger avhengig av berggrunnen. På fattig grunn utformes ulike heityper med glidende overganger mot mer grasrike samfunn. På kalkrik grunn inngår gras- og urterike reinroseheier. Enheten krever moderat til god snøbeskyttelse på vinteren. Lyngrike utforminger opptrer på areal med moderat snødekke mens grasrike utforminger utvikles på enda mer snørik mark. I vertikal utstrekning opptrer disse vegetasjonstypene i øvre del av lågalpin og i mellomalpin sone. Spesielt grasheiene kan innta betydelige areal i det mellomalpine beltet. Dette henger sammen med sein utsmelting av disse områdene. Artsutvalget i feltsjiktet er trivielt med blåbær, skrubber og blålyng som vanlige arter. I mer grasrike utforminger er arter som smyle, fjellgulaks, finnskjegg, sausvingel og geitsvingel vanlige. På mer fuktig grunn er stivstarr en karakteristisk art. I lyngdominerte utforminger er bunnsjiktet ofte godt utviklet med furumose, etasjemose og sigdmoser som vanlige arter, og med innslag av flere levermoser. Grasrike utforminger har et mer sparsomt utviklet bunnsjikt. I Havgavuopmi opptrer disse heiene i øvre del av lågalpin sone og inn i mellomalpint.

### **Grusrabber (14), og tørre grasheier**

Grusrabber utgjør eksponerte rabbesamfunn i hovedsak i mellomalpin sone, karakterisert ved et sparsomt vegetasjonsdekke. Vegetasjonsdekket splittes her opp som et resultat av mekanisk og kjemisk forvitring. Videre er frostvirkninger med på å forsterke denne oppsplittingen. Snødekket på vinteren er tynt til moderat, men forholdsvis sein utsmelting på grunn av forekomst høgt til fjells. Tettheten i vegetasjonsdekket varierer fra åpne samfunn på grovkornet substrat til utforminger med et visst dekke av tørrgrasarter, lav og moser. Et viktig karaktertrekk ved enheten er dannelsen av polygoner, særlig i høgereliggende områder. Areal med større vassmetning er ofte utsatt for solifluksjon. Vanlige og stedvis dominerende arter i denne enheten er rabbesiv, vardefrytle, snøfrytle, sauesvingel og musøre. Enheten utgjør store areal på høyfjellsplatåene på begge sider av dalen.

**Ur, blokkmark, rasmark (15).** Ur og rasmarker er vanlige i våre fjellområder og opptrer i bratte liew. Vegetasjonsdekket er her sparsomt utviklet. Blokk- og grusmark er mer karakteristisk på flyer, rygger og flater i høg fjellet. I øvre del av mellomalpin sone og i høg alpin sone er vegetasjonen kraftig oppsplittet og det er tvil om en kan bruke betegnelsen vegetasjonssamfunn i disse høytliggende områdene. Artene forekommer her enkeltvis eller i små grupper. Enheten opptrer i bratte liew under fjellene Julosvarri og Stokkeborri.

### **Musøresnøleier (16) og fattige engsnøleier**

Klassen omfatter vegetasjonstyper med et betydelig snødekke om vinteren. Framsmeltingen skjer seint på sommeren. Karakteristisk for snøleiene er stabil fuktighet gjennom hele vekstsesongen og en moderat til kort vegetasjonsperiode. På næringsfattig grunn er musøresnøleier mest vanlige utforming. På rikere grunn utvikles polarviersnøleier og ulike typer av grassnøleier. Musøresnøleiene er en av de mest vanlige snøleieutforminger her i landet og opptrer både i låg- og mellomalpint belte. Våte snøleier er dominert av sildrearter, samt arter knyttet til kilder og vassig i fjellet. Musøresnøleiene domineres av musøre. Andre vanlige arter er dverggråurt, moselyng, brearve, samt graminider som stivstarr og rypestarr. Bunnsjiktet er normalt velutviklet med snøfrostmose og snøbinnemose, samt flere levermoser som vanlige arter. Sammenlignet med musøresnøleiene utviser grassnøleiene langt større variasjon med hensyn på floristisk innhold og økologi. I Havgavuopmi er enheten er vanlig i høgfjellsområdene på begge sider av dalen.

### **Ekstremsnøleier (17).**

Ekstreme snøleier utgjør store areal i det mellom- og høgaltine beltet, ofte på svakt skrånende eller flat mark. Seine snøleier er karakterisert ved sein utsmelting og med god vasstilgang i vekstperioden. Moserike utforminger er vanlige. Høgt til fjells er vegetasjonsdekket sparsomt utviklet, ofte med ur og grov blokkmark som karakteristisk utforming. Sotmoser, snøbinnemose og snøfrostmose er karakteristiske arter på næringsfattig grunn, mens puteplanmose og flere nikkemoser er karakteristisk på kalkrike lokaliteter. I Havgavuopmi utvikles disse snøleiene i nordhelninger under fjellet Duoibal og i nordskråningene under Julosvarri.

### **Snø, seine snøleier (18).**

Enheten omfatter snødekt mark i høgfjellet. Kartlegging av snødekt mark ved bruk av satellittdata avhenger av tidspunkt for opptak for den aktuelle satellittscene. Ved tidlige opptak er arealet av snødekt mark betydelige. Scenen som her angir snødekt mark er fra 25. juli 2017.

**Impediment, skygge (19).** Samlegruppe som omfatter areal i skyggesone, gruntvannsområder og seine snøleier i nordvendte skråninger. Enheten er karakterisert ved låge refleksjonsverdier, spesielt i NIR- og MIR delen av spekteret.

### **Vann (20)**

Enheten omfatter innsjøer og store elver. I enheten inngår enkelte skyggeområder i bratte, nordvendte skråninger

## **4.5 AREALSTATISTIKK – FOREKOMST AV ULIKE VEGETASJONSTYPER I OMRÅDET**

Det er gjort beregning av forekomst av de utskilte vegetasjonstypene i området. Arealstatistikken er presentert i tabell 4. I tabellen er forekomst av ulike vegetasjonstyper angitt i kvadratkilometer og i prosentvis forekomst av totalarealet. Området som er kartlagt i dette prosjektet har en samlet utstrekning på 124,8 kvadratkilometer.

Av arealstatistikken går det fram at skog utgjør et samlet areal i området på 30,1 km<sup>2</sup> eller 24,1 % av totalarealet. Videre viser arealtabellen at fattige bjørkeskoger av krekling/tyttebær



type og åpne fjellbjørkeskoger utgjør det største skogsarealet i området. Frodig engbjørkeskog er mer beskjedent representert med et samlet areal på 3,43 km<sup>2</sup>. I Havgavuopmi opptrer skogstypen ofte mot skoggrensa i en anrikningssone opp mot fjellet. I tillegg finnes bestander av rik engskog i søkk og langs bekkedrag i liene ned mot dalbunnen. I selve dalbunnen finnes denne skogen i kanten av myrer og fuktige søkk. Skogen har da et preg av myrskog.

**Tabell 4. Arealstatistikk for Havgavuopmi-området. Vegetasjonstypene i området er angitt i kvadratkilometer og i prosentvis forekomst av totalarealet.**

Nr	Vegetasjonstyper	Km <sup>2</sup>	%
1	Engbjørkeskog	3,43	2,75
2	Bjørkeskog - blåbær type	7,16	5,74
3	Bjørkeskog - krekling-/tyttebær type	11,00	8,81
4	Fjellbjørkeskog	8,50	6,81
5	Blautmyr/sump	3,20	2,56
6	Gras-/starrmyrer	2,14	1,72
7	Rismyr/lågvokst fastmattemyr	3,67	2,94
8	Eksponerte rabbesamfunn	13,04	10,45
9	Lyngrike rabber	16,11	12,91
10	Risheier	2,39	1,92
11	Friske risheier/vierkratt	13,47	10,79
12	Alpine engsamfunn	3,74	3,00
13	Blåbær/grasheier	8,31	6,66
14	Mellomalpine rabbesamfunn	7,18	5,75
15	Ur/blokk/grusmark	1,25	1,00
16	Musøresnøleier	5,88	4,71
17	Ekstremsnøleier	8,10	6,49
18	Snødekt mark, seine snøleier	0,28	0,23
19	Impediment, skyggeområder	1,51	1,21
20	Vann	4,42	3,54
		124,80	100,00

Arealtabellen viser videre at myr i området utgjør et samlet areal på 9,02 km<sup>2</sup> (7,2 %). De tre typene av myr som er skilt ut for området er tilnærmet likt representert i området som helhet. Den største myra i området er Rokkastatjeaggi med et samlet myrareal på over 1 km<sup>2</sup>. Videre finnes flere mindre myrflater nedetter hele dalføret. Til fjells finnes grunne fjellmyrer på flatene øst for Julosvarri. Tilsvarende finnes flere forholdsvis store myrområder i hoveddalføret i Dividalen.

Av areal typer i fjellet utgjør ulike utforminger av rabb- og heisamfunn et samlet areal på 60,51 km<sup>2</sup> med en prosentandel på 48,5 prosent av totalarealet. Heisamfunn med et sluttet vegetasjonsdekke er i hovedsak lokalisert til de lågere høydebelter opp mot ca. 800 meter over havet. Over denne høydegrensa blir vegetasjonen met oppsplittet og snøleiesamfunn og åpne rabber er her med på å karakterisere vegetasjonsbildet. I området finnes fortsatt enkelte snøflekker seint i juli. Dette indikerer at områdene i høgfjellet på dette tidspunktet

fortsatt ikke er fullstendig utviklet. Det er i dette arbeidet gjort et forsøk på å evaluere vegetasjonsutviklingen i høgfjellet basert på S2 data etter 25. juli 2017. Her er sett på en S2-scene fra 7 september 2017. Denne scenen er igjen altfor sein for en slik evaluering. Flere av vegetasjonstypene, også i høgfjellet, er på det tidspunktet over sin optimale utvikling. Har derfor valgt å la evalueringen av høst-scener ligge i dette arbeidet.



**Fig. 20** Havgavuopmi. I forgrunnen - slitte lavrabber, fjellet i bakgrunnen er Julosvarri.

## 5.0 BRUK AV UAV-DATA TIL DETEKSJON AV KJØRESPOR I OMRÅDET

### 5.1 INNHENTING AV DATA

Under feltarbeidet, utført den 7. og 8 august 2017, ble det innhentet data ved bruk av to ulike instrumenter påmontert flyet. Blant annet ble det gjort opptak ved bruk av et Canon EOS-M fargekamera. Det var på forhånd klart at oppløsningen i bildene som tas under flyvningen vil variere med flyhøyden. Eksempelvis oppnås en oppløsning på 5 cm på bakken ved en flyhøyde på 150 meter. Ved flyhøyde på 300 meter oppnås en oppløsning på om lag 10 cm. I første fase av operasjonen ble det gjort tester for å bestemme flyhøyden med hensyn på deteksjon av kjørespor i det aktuelle delområdet. Basert på disse testene ble det besluttet å gjøre bildeopptak med en beste bildeoppløsning på 5 cm. Dette bildematerialet er i ettertid «resamlet» til bildeoppløsninger på henholdsvis 10, 25 og 50 cm. En bildeoppløsning på 50 cm tilsvarer oppløsningen som brukes ved områdefotografering utført av Statens Kartverk. Denne type bilder er tilgjengelig for det meste av landet på nettsida «Norge i bilder». Etter at flyvningen med EOS-M kameraet var utført, ble tilsvarende kampanje gjort ved bruk av Micasense instrumentet. Opptaksområdene varierer noe i størrelse, idet RBG datasettet dekker en noe større del av dalføret ned mot skogsområdene i nordvest.

Som et første ledd i fly-kampanjen ble det utarbeidet konkrete flyplaner for studieområdet med en oversikt over flystrekning og flyruter som skulle følges. Disse planene måtte klareres med luftfartstilsynet.

Etter at fly-fotografering av området var slutført, ble det gjort kartkorleksjon av innsamlet bilde-materiale. I dette tilfelle ble det gjort en kartkorleksjon av bildene til UTM-projeksjon, WGS84, sone 33. Parallelt med fly-kampanjen ble det gjort befaringer i terrenget. Dette for å klassifisere ulike typer spor og for samtidig å få en formening om når tid ulike typer spor var avsatt. Alle kjørespor er digitalisert i en SHAPE-fil som er tilgjengelig for oppdragsgiver.

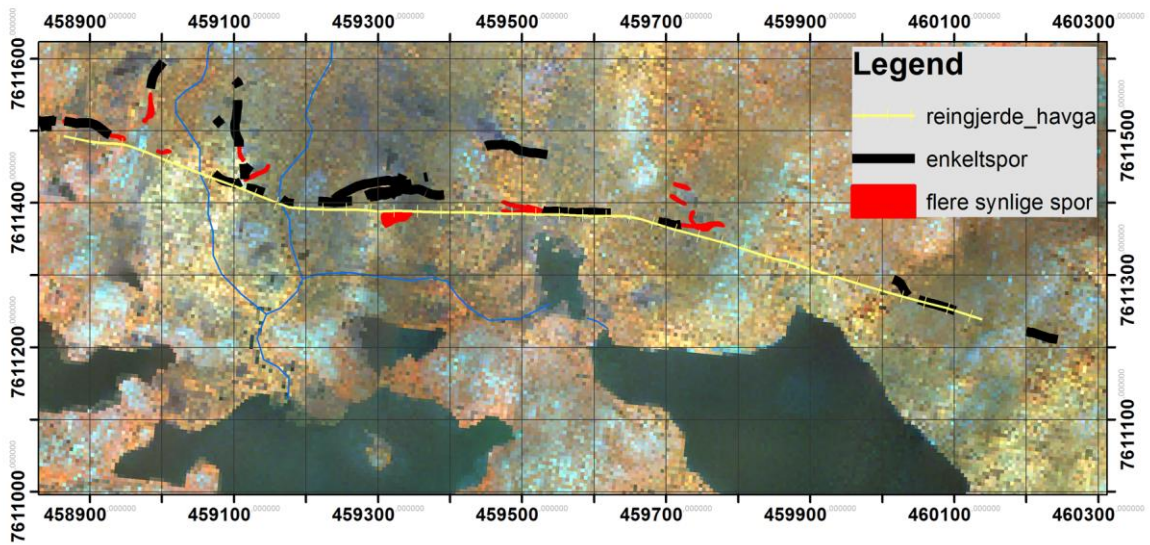
I tillegg ble det gjort en botanisk befaring i området året etter (2018) at opptakene ble gjort. Under denne befaringen ble det konstatert at flere av sporene som var avsatt i 2017 var delvis gjengrodd året etter. Dette gjelder spesielt spor som var avsatt på frodige og middels fuktige myrområder. I typiske blautmyrer var sporene fortsatt klart synlige.

På tidspunktet dataene ble samlet inn var det vekslende vær. Delvis sol, delvis overskyet. Fine flyforhold, men det vekslende været har gjort at de innsamlede dataene kan ha variasjoner i kvalitet, spesielt i forhold til den multispektrale delen av spekteret.

### 5.2 DETEKSJON AV KJØRESPOR VED BRUK AV UAV DATA

Deteksjon av kjørespor i terrenget er i dette arbeidet gjort ved visuell inspeksjon av UAV bildene for deretter å digitalisere linjer i terrenget der sporene er avsatt. Det ble under prosjektet detektert et hovedspor i området, samt enkelte mindre markerte spor. Hovedsporet følger et reingjerde som går langs nordsida av dalen. Gjerdet går gjennom ulike typer vegetasjon og følger dalbunnen fra Havgahytta i nordvest og går derfra mot sørøst i retning Havgajavri. Her følger gjerdet nordsida av dalen nord for myrområdet Rokkastatjæggi. I figur 21 er det vist en oversikt over dette hovedsporet gjennom dalen. Figuren er et utsnitt nord for Havgajavre. I figuren er enkeltspor angitt med svart linje, mens flere spor avsatt side om side er angitt i rødt. Reingjerdet i området er angitt i gult.



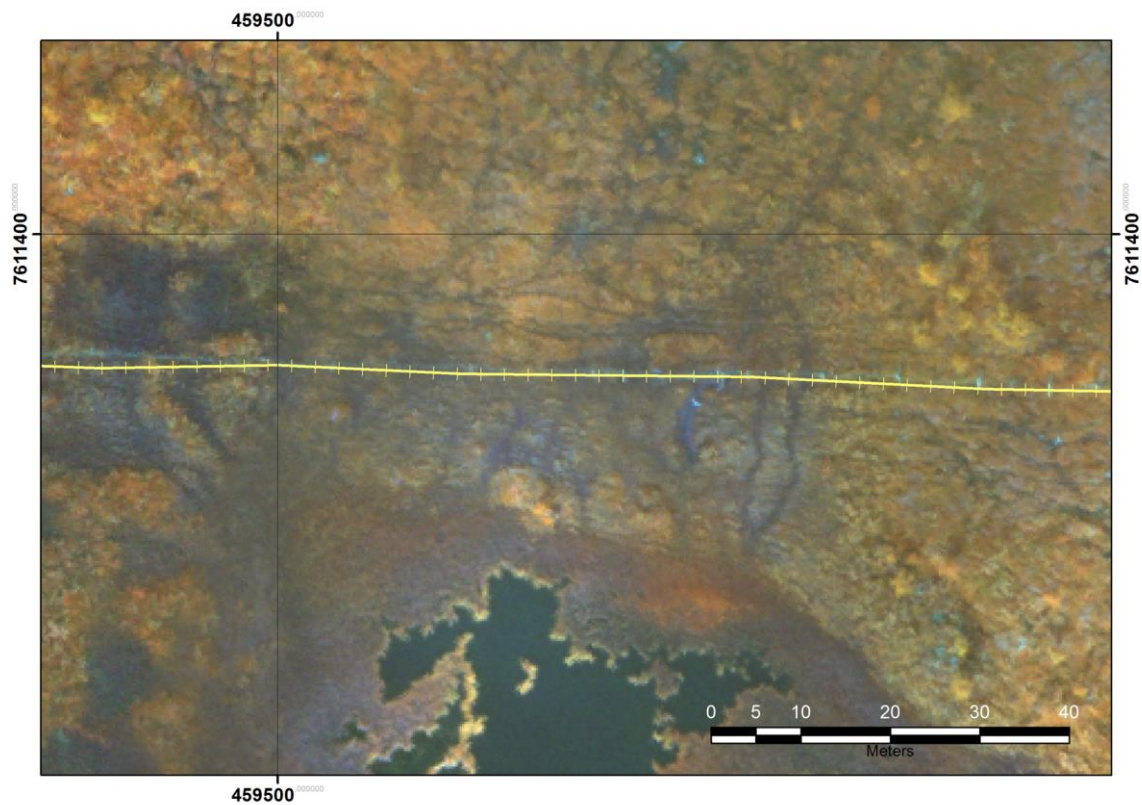


**Fig. 21** Kjørespør avsatt nord for Havgajavri. Det er registrert enkeltspor (svart) og flere parallelle spor (rødt).



**Fig. 22** Kjørespør avsatt nord for Havgajavri. Bakgrunnsbildet er fra RGB EOS-M kameraet. Oppløsning 10 cm





**Fig. 23** Kjørespor avsatt nord for Havgajavri. Bakgrunnsbildet er fra Micasense instrumentet. Oppløsning 25 cm.



**Fig. 24** Kjørespor avsatt nord for Havgajavri. Bildet er tatt i september 2018. Deler av sporet som var klart synlig i 2017 var nå gjengrodd. Sporene følger reingjerdet.

I figurene 21-24 er det vist kjøresporene som er avsatt i forbindelse med reparasjon av reingjerdet gjennom dalen sommeren 2017. Bildene viser entydig at kjøring i terrenget avsetter mest markerte spor i myr og våtmarksområder. Dette henger sammen med at myr er karakterisert ved torvdannelse. Torv er et lite stabilt substrat og kjøring på torvmark resulterer lett i nedsynking av kjøretøyet i torvlaget. Til forskjell fra torvmyrer er morenemateriale langt mer stabil og kjørespor er derfor langt mindre synlige på denne type substrat. Dette forholdet kommer fra i figur 22 der deler av arealet i bildet er myr, mens andre deler er rabbesamfunn på grov morene. Kjøresporet som går gjennom området er klart synlig i myra, men mindre distinkt på rabben.



## 6.0 OPPSUMMERINGER – KONKLUSJON

Det er i denne rapporten gitt en oppsummering av vegetasjon og naturtyper i Havgavuopmi, Indre Troms basert på data fra de nye europeiske satellitten Sentinel-2A/B. Målet med prosjektet har vært å evaluere og ta i bruk Sentinel-2 data innen forvaltning av Øvre Dividalen nasjonalpark. I prosjektet er det gjort bruk av en tidsserie av S2 data gjennom sommeren 2017 for å se på hvilken måte flere scener gjennom vekstsesongen kan bidra til et forbedret vegetasjonskart.

En scene fra 25. juli 2017 er brukt som «master-scene» i dette arbeidet. Denne scenen er klassifisert etter tradisjonell metodikk og inndelt i 25 klasser. Det pre-klassifiserte produktet er analysert i forhold til topografiske kart, digital terrengmodell og spesielt evaluert i forhold til vår/tidlig sommerscener for området. Vegetasjonen i Havgavuopmi er en veksling mellom skog, myr og fjellvegetasjon der areal over skoggrensa utgjør 63,1 prosent av totalarealet.

Vegetasjonen i fjellet deles normalt inn langs tre hovedakser der forekomst på rik og fattig berggrunn utgjør et hovedskille for inndeling. Innhold om næringsstatus i berggrunnen kan leses av geologiske kart. I Havgavuopmi er berggrunnen i hovedsak fattig noe som betinger dannelse av fattige rabber, lesider og snøleier i området. Snøens tykkelse og varighet utgjør det neste kriteriet for inndeling av fjellvegetasjon. Vegetasjon med et tynt snødekke utvikles på rabber, rygger og flyer i fjellet. Plantene her må være tilpasset forhold som uttørking, vind, låge vintertemperaturer og sterk kjemisk og mekanisk slitasje. I tillegg smelter rabbene u tidlig på våren og har ut fra dette en lang vekstsesong. Lyng, lav og tørketålende grasarter er karakteristisk for rabbene. Til forskjell fra rabbene må arter i snøleiene være tilpasset motsatte vekstbetingelser. Snødekket på vinteren er tykt noe som gir god beskyttelse mot vinterfrost. Utsmeltingen her skjer seint på sommeren noe som resulterer i en kort vekstsesong. I vekstsesongen bidrar snøsmeltingen til god vasstilgang. Tidspunktet for snøsmeltingen og variasjon i vasstilgang gjennom vekstsesongen bidrar til utviklingen av en rekke ulike snøleiesamfunn i fjellet.

I dette prosjektet er det gjort et forsøk på å utlede variasjoner i mellom rabb- og snøleiesamfunn ved bruk av en vårszene (09.09.2017) og en tidlig sommerscene (07.07.2017). Fra disse scenene er det laget «snømasker» som i neste omgang er sammenlignet med «master-scenen» fra 25.07.2017. Av «snømaska» fra 09.09.17 (fig 17) går det tydelig av skillet mellom rabb- og snøleiesamfunn trekkes opp på en entydig måte for areal i lågalpin sone (under 800 m.o.h). For areal i mellomalpin sone ser vi at på dette tidspunktet er snømengdene her betydelige. Dette er karakteristisk for denne delen av fjellet og vegetasjonen her må være tilpasset en kort vegetasjonsperiode. I det klassifiserte produktet fra 07.07.17 ser vi at snømengdene på dette tidspunktet viser store endringer sammenlignet med fra forholdene en måned tidligere. Tidlig i juli er det snø kun i dype forsenkninger i høgfjellet og i nordvendte lier. Dette sier samtidig at når snøsmeltingen kommer i gang, skjer utsmeltingen over en forholdsvis kort tidsperiode. I lys av den raske utsmeltingen skulle en helst hatt en scene til i fra /vår/tidlig sommer perioden, 20-25 juni. Det var ikke mulig å finne en scene fra dette tidsrommet. I framtidige arbeider kunne dette problemet vært løst ved bruk av Sentinel-1 data.

I likhet med uttrekk av snømasker fra vår/tidlig sommer scener, er det her gjort bruk av scenen fra 0707.17 til forbedring av myrmaska. Myrmaska i topografiske kart har vist seg å være ufullstendige i en rekke områder, spesielt i avsidesliggende områder. Dette er tilfelle i deler av Havgavuopmi der enkelte forholdsvis store myrer ikke er inntegnet i N50 kartet for området. Dette genererer feil under post-klassifikasjonen. Det er i dette arbeidet gjort oppdatering av myrmaska for området basert på klassifikasjon av scenen fra 07.07.17. Myrene er i denne scenen våte og skilles lett ut fra øvrige vegetasjonstyper.

Gjennom uttrekk av enkelte temalag er det gjort korreksjoner av N50 kartet for området. Klassen åpen fastmark er splittet opp i tørre og friske rabbesamfunn og i moderate og seine snøleier. I tillegg er det gjort korreksjon an enkelte myr- og skogsbestand. Det modifiserte N50 kartet er vist i figur 18. Dette kartet er brukt i den endelige post-klassifikasjonen av masterscenen. Under postklassifikasjonen ble det for studieområdet i Havgavuopmi opprettet 15 nye enheter ved seleksjon innen gitte kartmasker. Det høyeste antallet enheter under denne prosessen var dermed oppe i 40. Flere av klassene i dette produktet ble til slutt slått sammen og antallet vegetasjonsenheter i sluttproduktet er definert til 20. Disse klassene er beskrevet i avsnitt 4.4.

Som en del av selve kartlegging med bruk av S2 data ble det som et tilleggsprosjekt gjort detksjon av kjørespor i området ved bruk av UAV data og høyoppløselige data fra WorldView-3. Det ble det gjort en evaluering av nødvendig oppløsning i bildene for deteksjon av spor i terrenget. Det ble her fastslått at en oppløsning fra 10-25 cm var nødvendig for sikker indentifiseringer av kjørespor i Havgavuopmi området. Avsatte spor i de ulike delområdene varierer betydelig. I Havgavuopmi ble det registrert en hovedsti oppetter dalen som etter opplysninger fra reindriften ble avsatt i 2017 under reparasjon av et reingjerde gjennom området. Enkelte steder ble det registrert en rekke mindre og større traséer som tar av fra hovedstien for så å komme tilbake etter en viss strekning. Disse «avstikkerne» kommer mest sannsynlig til i perioder der hovedstien har dårlig framkommelighet på grunn av regn og oversvømming. I 2018 ble det gjort en ny befaring i området. Under denne befaringen ble det konstatert at flere av sporene fra året for nå var grodd igjen. Dette viser at kjørespor i terrenget er en dynamisk fenomen der sporene er tydelige like etter at de er avsatt. Samtidig har naturen evne til å reparere sår i vegetasjonsdekket, såfremt såene ikke er for omfattende. Sammenligninger av kjørespor mot vegetasjonskartet for området, viser at myr og våtmarker er spesielt utsatt for kjørespor og terrengslitasje.

## 7.0 LITTERATUR

- Fremstad, E. & Elven, R. (red.) 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. Økoforsk Utred. 1987, 1.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. –NINA Temahefte 12: 1-279. ISBN 82-426-0784-2.
- Johansen, B. & S.R. Karlsen. 1998. Endringer i lavdekket på Finnmarksvidda 1987-1996 basert på Landsat 5/TM data. NORUT IT Rapport, IT475/1-98. 12 s.
- Johansen, B. og S.R. Karlsen. 2005. Kartlegging av fellesbeiteområder i Indre Finnmark ved bruk av satellitt data (Landsat/SPOT) – STATUS 2005. Prosjektbeskrivelse. Norut/Notat. 04.05.2005. 10s.
- Johansen, B. og S.R. Karlsen. 2000. Finnmarksvidda - kartlegging og overvåking av reinbeiter - status 1998. NORUT IT Rapport. IT546/1-2000. 68 s.
- Johansen, B. og S.R. Karlsen. Øst-Finnmark - kartlegging og overvåking av reinbeiter - status 1999. NORUT IT Rapport. IT583/1-2000. 32 s.
- Johansen, B. & S. R. Karlsen. 2005. Monitoring vegetation changes on Finnmarksvidda, Northern Norway, using Landsat MSS and Landsat TM/ETM plus satellite images. *Phytocoenologia*, 35: 969-984.
- Johansen, B., Tømmervik, H. & Karlsen, S.R. 2007. Finnmarksvidda – kartlegging og overvåking av reinbeiter. Status 2006. Norut Rapport 394/1-2007. 68 s.
- Johansen, B., Tømmervik, H. & Karlsen, S.R. 2011. Finnmarksvidda – kartlegging og overvåking av reinbeiter. Status 2009/2010. Norut Rapport 400/1: 45s.
- Johansen, B.E., Karlsen, S.R. & J. Bergstedt. 1999. Vegetasjonskartlegging og studier av vegetasjonsendringer i Härjedalen ved bruk av satellittdata. NORUT IT Rapport. IT551-1/99. 70 s.
- Johansen, B. 2017. Finnmarksvidda – kartlegging av vinterbeiter for reinsdyr basert på Sentinel-2 data. Norut Rapport 10/2017: 1-42.
- Maxwell, E.L. 1976. Multivariate system analysis of multispectral imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 42: 1173-1186.
- Niblack W. 1986. An Introduction to Digital Image Processing. Prentice-Hall International (UK) Ltd. 215 pp.
- Pilon, P.G., Howarth, P.J. & Bullock, R.A. 1988. An enhanced classification approach to change detection in semi-arid environments. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 54: 1709-1716.
- Påhlsson, L. 1998. Vegetasjonstyper i Norden. TemaNord 1998:510. Nordisk Ministerråd. København. ISBN 92-893-0157-0.
- Swain, P.H. and P.G Davis (eds). 1978. Remote Sensing. The Quantitative Approach. McGraw-Hill. New York.
- Thannheiser, D., Tømmervik, H., and Wehberg, J. 2005. The Vegetation Changes and Recent Impact on the Mountain Birch Forest During the Last 40 Years. In: Wielgolaski, F.E. (Ed.). Plant Ecology, Herbivory, and Human Impact in Nordic Mountain Birch Forests. Berlin: Springer-Verlag. Ecological studies 180: 235-254.
- Tømmervik, H. Johansen, B., Tombre, I. Thannheiser, D., Høgda, K.A., Gaare, E. & Wielgolaski, F.E. 2004. Vegetation Changes in the Nordic Mountain Birch Forest: the influence of Grazing and Climate Change. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. Vol. 36. No.3 2004: 323-332.

Tømmervik, H., Johansen, B., Riseth, J.Å, Karlsen, S.R., Solberg, B. & Høgda, K.A. 2009. Above ground bio-mass changes in the mountain birch forests and mountain heaths of Finnmarksvidda, Northern Norway, in the period 1957-2006. *Forest Ecology and Management*, 257: 244-257.