

# GLORIA Norge 2021

## Overvåkning av vegetasjon og vekstsesong

Stein Rune Karlsen og Sverre Lundemo



Prosjekttittel: GLORIA Norge 2021. Overvåkning av vegetasjon og vekstsesong  
Prosjektnummer: 104533  
Institusjon: NORCE Klima og miljø  
**Oppdragsgiver(e): Miljødirektoratet**  
**M-2265|2022**  
Gradering: Åpen  
Rapportnr.: 6-2022  
ISBN: 978-82-8408-216-5  
Antall sider: 24  
Publiseringsmnd.: April

Tromsø, 11. april 2022

---

Atle Nesje  
*Prosjektleder*

---

Bernt Johansen  
*Kvalitetssikrer*

---

Atle Nesje  
*Leder*

# Forord

GLORIA-Norge sitt hovedmål er å overvåke endringer i vegetasjon, fenologi og fysiske faktorer i relasjon til vær- og klimaendringer langs høyde-, snøvarighet- og kyst-/innland-gradienter i fjellområder i Sør- og Nord-Norge.

GLORIA-Norge ble opprettet i 2007, og hadde sitt utspring i det EU-finansierte prosjektet [GLORIA \(Global Research Initiative in Alpine Environments\)](#) Europe (2001-2003). GLORIA har utviklet seg til å bli et verdensomspennende nettverk som overvåker endringer i vegetasjon på fjelltopper. I GLORIA-Norge overvåkes seks fjellområder langs gradienter fra skog til topp, fra lang til kort snøvarighet, og i flere himmelretninger. I tillegg overvåkes vekstsesong (fenologi) og isbreer, og det måles jordtemperatur, og enkelte steder jordfuktighet.

Siden oppstarten har Miljødirektoratet finansiert mesteparten av aktiviteten i GLORIA-Norge. I tillegg har kommunene/fylkeskommunene der fjellområdene ligger bidratt med driftsstøtte, og de deltagende forskningsinstitusjonene har bidratt med betydelig egeninnsats. Overvåkingen gjennomføres som et tverrvitenskapelig samarbeid mellom prosjektpartnere fra klimaavdelinga ved NORCE Norwegian Research Centre, Seksjon for naturressurser Multiconsult region Midt, Meteorologisk institutt, NTNU (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet), Terrestrisk Miljøforskning, og prosjektet er ledet av Institutt for geovitenskap ved Universitetet i Bergen. Sommeren 2021 deltok også botaniker Sverre Lundemo, innleid av Universitetet i Bergen i dette prosjektet. Lundemo var med på å etablere vegetasjonsrutene i 2014 på fjellet Čoalbmoaivi, ved Altevann i indre Troms.

Denne årsrapporten beskriver følgende delprosjekter gjennomført i 2021/2022; Reinventering av prøveflater i fjellskråninger på Čoalbmoaivi, ved Altevann i indre Troms, overvåkning av vekstsesongen i sørlige og nordlig transekt, temperaturmålinger på Kaldfonna og Tron/Dovre, samt bremålinger. Temperaturloggere på GLORIA-fjellet Kaldfonna ble byttet, men det blir ikke nærmere beskrevet i denne rapporten. I tillegg blir bremålinger kun kort omtalt.

Tromsø, 1. april 2022

Stein Rune Karlsen

# Innhold

Forord	2
1. Innledning	4
2. Reinventering av prøveflater i fjellskråninger på Čoalbmoaivi, Indre Troms	9
3. Overvåkning av vekstsesongen	16
4. Oppsummering	20
5. Referanser	20

# 1. Innledning

## Bakgrunn

Topografi og andre fysiske faktorer er drivkrefter som definerer arters utbredelse. Vegetasjonsmønster i fjelløkosystemer er i stor grad bestemt av klimatiske bestemte variabler (Pickering et al. 2008), og artene i disse økosystemene er ofte tilpasset et temperaturregime med lav årstemperatur og ellers ekstreme forhold.

Temperaturendringer kan derfor over tid ha store konsekvenser for mange planter og dyr i fjellet. Fjellplantesamfunn er også enkle, det vil si artsfattige og oftest ensjiktet. Det forventes at global oppvarming vil forflytte planteartenes øvre grenser høyere over havet. Fjellvegetasjon vil derfor i stor grad være sårbare overfor klimaendringer (Cannone et al. 2007; Lenoir et al. 2008; Erschbamer et al. 2009). Klima varierer både romlig og temporært, noe som gir seg uttrykk i en utskifting av arter langs klimatiske gradienter (Wehn et al. 2014). Planter reagerer fenologisk ulikt på klimaendringer, noe som er observert i fjell i Europa (Gottfried et al. 2012; Pauli et al. 2012). Videre vil effektene av klimaendringene variere mellom forskjellige regioner; noe som igjen har gitt ulik respons i plantesamfunn (Gottfried et al. 2012; Pauli et al. 2012). For eksempel har få endringer blitt observert i antall arter og artssammensetning av karplanter i fjellene Stortussen/Snøtind (2009 – 2016; Wehn et al. 2017) og Kaldfonna (2010 - 2017; Wehn & Karlsen 2018), på Dovrefjell (2001 – 2008; Michelsen et al. 2011; 2011 – 2018; Wehn et al. 2019; Karlsen et al. 2020) og Trolltinden i Nord-Troms (2013-2020; Karlsen et al. 2021), mens store konsekvenser av klimaendringer er observert i sør-europeiske fjell (2001 - 2008; Pauli et al. 2012). For å predikere effekter av forventede klimaendringer må detaljert kunnskap om endring i vekstsesong og plantesamfunns utbredelse langs miljøgradienter utvikles.

Fjellvegetasjon defineres her som områder som ligger over den klimatiske skoggrensen (etter Fremstad (1997)). I dette prosjektet har vi delt inn fjellvegetasjonen i tre typer: snøleivevegetasjon, lesidevegetasjon, og rabbevegetasjon. Disse vegetasjonstypene sorteres under hovedtypene 1) snøleie (T7), 2) fjellhei, leside og tundra (T3), 3) fjellgrashei og grastundra (T22), og 4) rabbe (T14), i [klassifikasjonsrammeverket Natur i Norge \(NiN\)](#) (Halvorsen et al. 2015). Etter NiN defineres snøleie som: «*jorddekt fastmark med etablert vegetasjon, på fastlandet over eller nær skoggrensa og i Arktis*». Fjellhei, leside og tundra som «*jorddekt fastmark på fastlandet over eller nær skoggrensa og i Arktis, som ikke er sterkt påvirket av frostprosesser (oppfrysing) eller jordflyt*». Fjellgrashei og fjellgrastundra som «*mark i fjellet og i Arktis dominert eller med spredt forekomst av «tørrgras»... med et dekkende lavsjikt dominert av islandslav (*Cetraria islandica*) og saltlav (*Stereocaulon spp.*)*». Rabbe som «*mark i fjellet og i Arktis som bærer klart preg av vindpåvirkning*». Snøleie i den ene enden av rabbe-snøleiegradienten har langvarig snødekke og dertil kortere vekstsesong, mens rabbe i den andre enden ikke har stabilt snødekke gjennom vinteren. Fjellhei, leside og tundra (først og fremst i lavalpine områder), og fjellgrashei og fjellgrastundra (som ofte erstatter fjellhei, leside og tundra når man kommer over i

mellomalpin sone), er i den midtre del av rabbe-snøleiegradienten. I dette prosjektet defineres disse to under en vegetasjonstype som vi har kalt leside. Den høydebetingede vekstsosongreduksjonen endres langs høydegradienter fra skoggrense til fjelltopp (i de alpine soner; Moen 1998). Regionalt endres vegetasjonen langs regionalklimatiske gradienter fra oseaniske til kontinentale fjell (oseaniske vegetasjonsseksjoner; Moen 1998) og fra sør til nord. Sammenlignet med andre økosystemer er tilstanden til det biologiske mangfoldet i alpine områder relativt god (Framstad 2015, Framstad et al. 2022), og [fjell som hovedøkosystem har blitt vurdert – rett nok bare så vidt – til å ha god økologisk tilstand](#). Samtidig er naturtypene fjellhei, leside og tundra, samt rabbe, begge vurdert som nær truet (NT) (Artsdatabanken 2018). Videre er snøleie vurdert som en sårbar (VU) naturtype, mens fjellgrashei og grastundra er vurdert som intakt (LC). Fjellhei, leside og tundra, og rabbe, er klassifisert som nær truet grunnet forventet økning av gjennomsnittlig årstemperatur og påfølgende heving av skoggrensa (Aarrestad et al. 2018 a; Aarrestad og Grytnes 2018). Den samme årsaken ligger til grunn for at snøleie er klassifisert som sårbar. Snøleie er klassifisert som mer truet enn de to naturtypene beskrevet foran, siden de abiotiske forholdene i et snøleie vil påvirkes mer direkte og endringene vil skje raskere (Aarrestad et al. 2018b). Fjellgrashei og grastundra er ikke forventet å bli påvirket i like stor grad som de mer lavereliggende lesidene i og med at effekter av klimaendringene ikke ventes å være så store så høyt til fjells (Aarrestad et al. 2018c). Det biologiske mangfoldet i fjellet er i stadig endring, og i de senere år har man sett en negativ utvikling; mest i sør og minst i nord (Pedersen & Aarrestad 2015). De fleste grunntypene under disse fire hovedtypene er vanlige i fjellområdene i Norge, men fordelingen av hovedtypene vil kunne bli forskjøvet ved framtidige klimaendringer og vurdert som svært utsatt som følge av klimaendringer (Aarrestad et al. 2015).

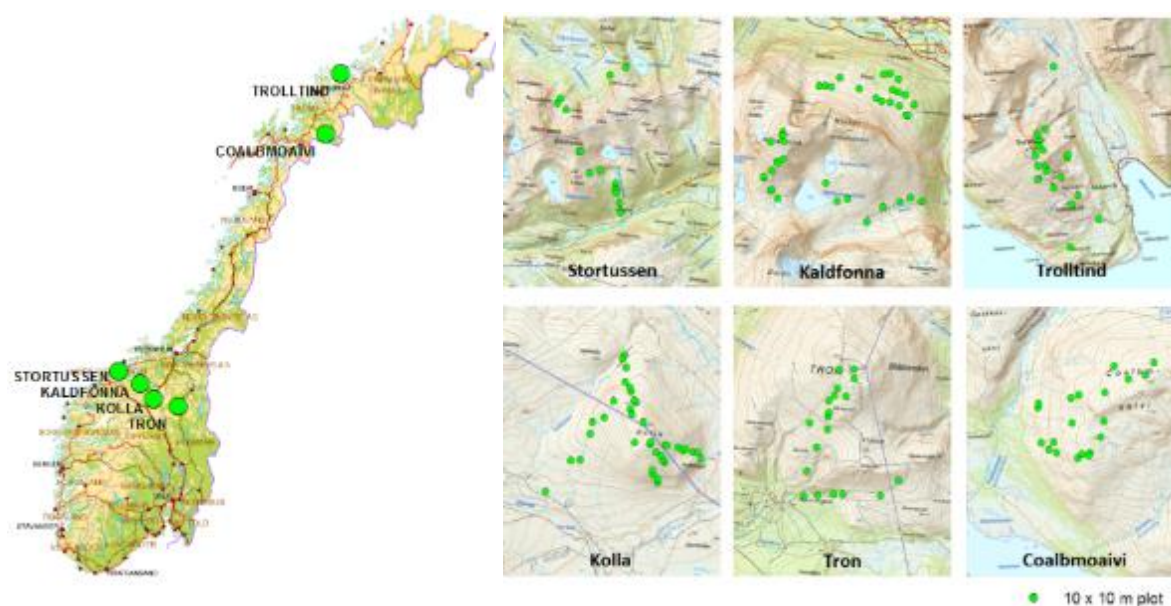
Klimaet varierer veldig i Norge, både romlig og temporært, noe som resulterer i en utskifting av arter langs klimatiske gradienter (Wehn et al. 2014). Klimaendringer har blitt dokumentert i norske fjellområder (f.eks. Isaksen et al. 2007; Syverhuset 2009), og det er estimert at disse vil akselerere i framtiden (Hanssen-Bauer 2005). Den generelle trenden i Norge er et varmere, våtere klima med lengre vekstsosong (kortere snøperiode; Framstad & Pedersen 2015). Dette vil kunne gi bedre levevilkår for sørlige og varmekjære arter. Arter knyttet til lysåpne habitater, eksempelvis arter i snøleier, kan derfor bli utkonkurrert av mer konkurransesterke arter som lyng, busker og trær. Et annet scenario er at vegetasjonsdekket tar skade og at arter forsvinner på grunn av flere ekstreme værhendelser (Bjerke et al. 2017).

For å predikere effekter av de forventede framtidige klimaendringene, er det behov for mer kunnskap om planters fenologi og plantesamfunns utbredelse langs miljøgradienter. Videre må både klima og vegetasjon overvåkes for å gi data på reelle konsekvenser av klimaendringer.

## GLORIA-Norge

GLORIA ([Global Observation Research Initiative in Alpine Environments](#)) er et verdensomspennende nettverk som sammen overvåker klimaendringers effekt på fjelltopp-vegetasjon. Målområder har siden 2001 blitt etablert på alle kontinenter utenom Antarktis. I en stor andel av målområdene er det gjort registreringer flere ganger, og endringer i vegetasjon har blitt dokumentert (Gottfried et al. 2012; Pauli et al. 2012). Gottfried et. al (2012) og Pauli et. al (2012) viste at det i tidsperioden 2001 til 2008 hadde blitt færre kuldetolererende og flere varmekrevende plantearter, og at arter hadde flyttet seg oppover i høyden. Samtidig viste analysene også store regionale forskjeller, med større effekter på fjell i Sør-Europa sammenlignet med lenger nord.

GLORIA-Norge er et unikt overvåkingssystem i norsk sammenheng, med mål om å overvåke endringer i vegetasjon, fenologi og fysiske faktorer i relasjon til vær- og klimaendringer langs høyde-, snøvarighet- og kyst-/innland-gradienter i fjellområder i Sør- og Nord-Norge. GLORIA-Norge ønsker å videreføre metodikken i GLORIA til også å omfatte overvåkning langs både regionale og lokale økokliner i Norge. Som overvåkningsprosjekt vil GLORIA-Norge derfor bidra til økt kunnskap om effekter av klimaendringer på norsk natur.



**Figur 1. Lokalisering av fjellene som inngår i GLORIA-Norge, hvor fastruter (10 m x 10 m og 1 m x 1 m) er etablert for å overvåke vegetasjon.**

Vegetasjon i seks norske fjell har blitt kartlagt (figur 1). I Midt-Norge omfatter dette fire fjell som ligger i en gradient fra kyst til innland, valgt ut for å representere en bioklimatisk seksjonsgradient (klart oseanisk - svakt kontinental); Stortussen/Snøtind (Gjemnes og Eide kommune, Møre og Romsdal fylke), Kaldfonna (Sunndal kommune, Møre og Romsdal fylke), Kolla (Dovre kommune, Innlandet fylke og Oppdal kommune, Trøndelag fylke) og

Tron (Alvdal kommune, Innlandet fylke). I Nord-Norge er to fjellområder valgt ut, ett i innlandet og ett ved kysten, begge i Troms fylke; Trolltind (Skjervøy kommune) og Čoalbmoaivi (Bardu kommune). I alle disse studieområdene er det nå gjennomført førstegangsundersøkelser, og i det sørlige transektet og for Trolltinden er også reinventeringer gjennomført. I disse er vegetasjon kartlagt i fastruter på 10 m x 10 m langs høyde-, snølengde- og himmelretningsgradienter. Innenfor en del av disse større fastrutene, som kalles makroruter, er det i tillegg lagt ut fastruter på 1 m x 1 m, såkalte mikroruter. For hver rute registreres karplanter til art, mens moser og lav, etter hva som er gjennomførbart i felt, registreres til art eller en høyere taksonomisk enhet. For alle taksa som registreres estimeres også dekningsgrad. Reinventeringer skjer med et omdrev på 7 år (tabell 1). Tidligere analyser viser at dette datasettet fanger opp variasjon skapt av både regionale miljøgradienter (fra kyst til innland og fra sør til nord) og lokale miljøgradienter (høyde over havet, himmelretning, helling, nedbør og temperatur og snølengde (Wehn et al. 2014; Wehn et al. 2016).

**Tabell 1. Tidsplan for overvåkning av vegetasjon i fjellene i GLORIA-Norge**

Fjell	1. registrering	1. reinventering	2. reinventering
Stortussen/Snøtind	2009	2016	2023
Kaldfonna	2010	2017	2024
Kolla	2011	2018	2025
Tron	2012	2019	2026
Trolltinden	2013	2020	2027
Čoalbmoaivi	2014	2021	2028

I tillegg til å overvåke vegetasjon i de seks fjellområdene, overvåkes også viktige 'drivere' for endringer i vegetasjonsdekket. Det overvåkes jordtemperatur i alle de fire sørlige fjellene og i tillegg jordfuktighet på ett av fjellene. Videre overvåkes endringer i vekstsesongen i felt med fenologikamera – hvor overvåkingen er designet for oppskalering med satellittdata. I tillegg overvåkes isbreer (massebalanse og frontendringer). Til sammen gir overvåkingen et godt bilde av de biofysiske endringene i norske fjellområder.

## Aktiviteter gjennomført i 2021/2022

I perioden mai 2021 til april 2022 har prosjektet GLORIA-Norge gjennomført fire delprosjekter:

- Reinventering av prøveflater i fjellskråninger på Čoalbmoaivi, indre Troms. Dette blir her beskrevet i eget kapittel.
- Overvåkning av vekstsesongen i nord og sør. Dette blir også beskrevet i eget kapittel.



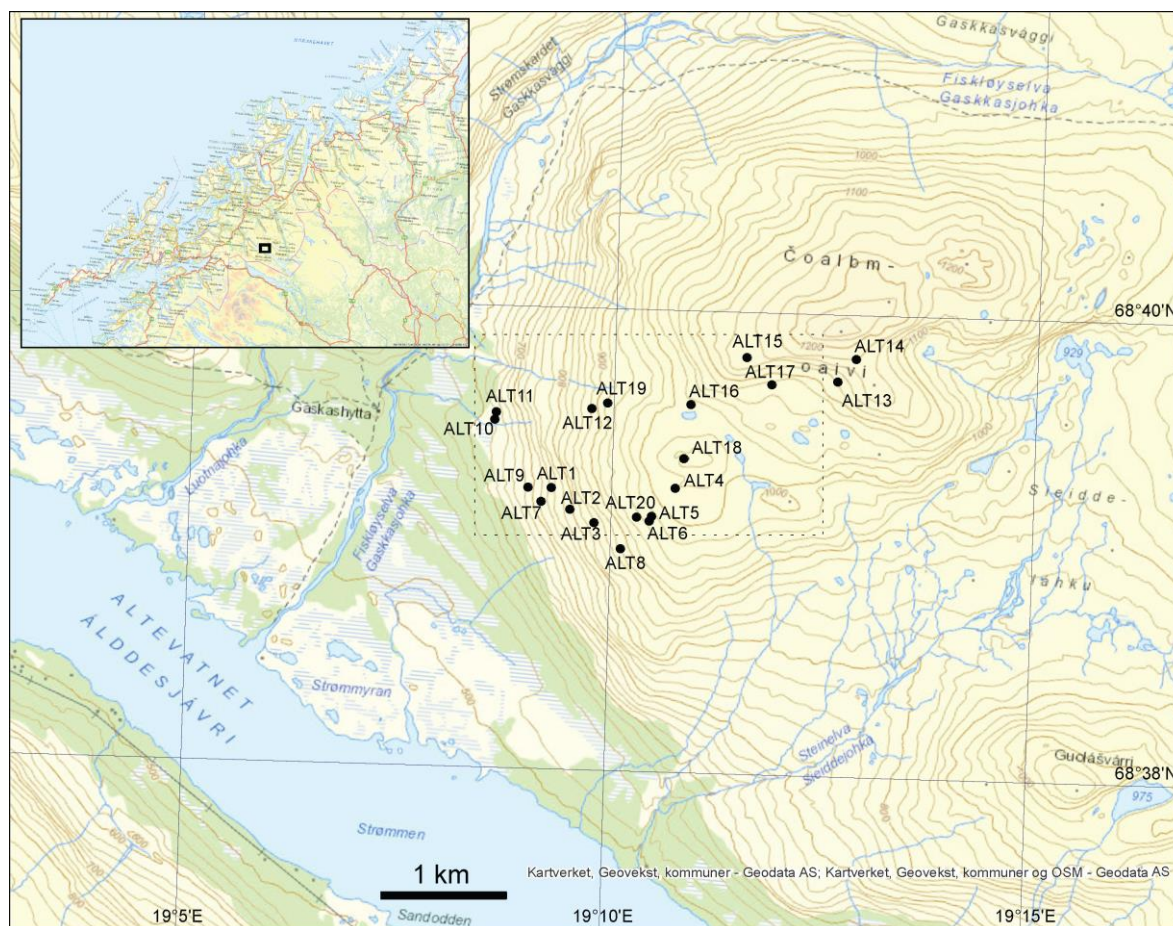
c) Temperaturloggerne på GLORIA-fjellet Kaldfonna ble skiftet ut. Alt gikk etter planen og dette blir ikke nærmere beskrevet.

d) Bremålinger. Dette blir kun kort omtalt:

**Bremålinger:** I 2021 ble det gjennomført brefront- og snømålinger, samt fotodokumentasjon, ved og på utvalgte breer og snø-/isfonner langs et vest/øst-transekt i Sør-Norge. Feltarbeidet, som omfattet lokaliteter på vestsiden av Jostedalsbreen i indre Nordfjord, ved Blåisen og Midtdalsbreen på nordsiden av Hardangerjøkulen, og i Jotunheimen, ble gjennomført i mai/juni og i august/september. Noen av målingene inngår i NVEs måleprogram som blir publisert i årlige rapporter av NVE ('Glaciological investigations in Norway'). Mindre vinternedbør enn normalt vinteren 2020/21 førte til at snømengdene i fjellet og på breene i Vest-Norge våren 2021 var mindre enn normalt. Sommeren i Vest-Norge var også varmere enn normalt (sommertemperaturen juni-august i Bergen var for eksempel 2,2°C over normalen 1961-90). Den varme sommeren førte til at nesten all snøen på breene fra foregående vinter var smeltet vekk på slutten av smeltesesongen høsten 2021. Frontmålingene viste også at brefrontene hadde trukket seg vesentlig tilbake fra året før. Midtdalsbreen, en nordlig utløper fra Hardangerjøkulen, hadde f.eks. trukket seg tilbake 24 meter sammenlignet med høsten 2020.

## 2. Reinventering av prøveflater i fjellskråninger på Čoalbmoaivi, Indre Troms

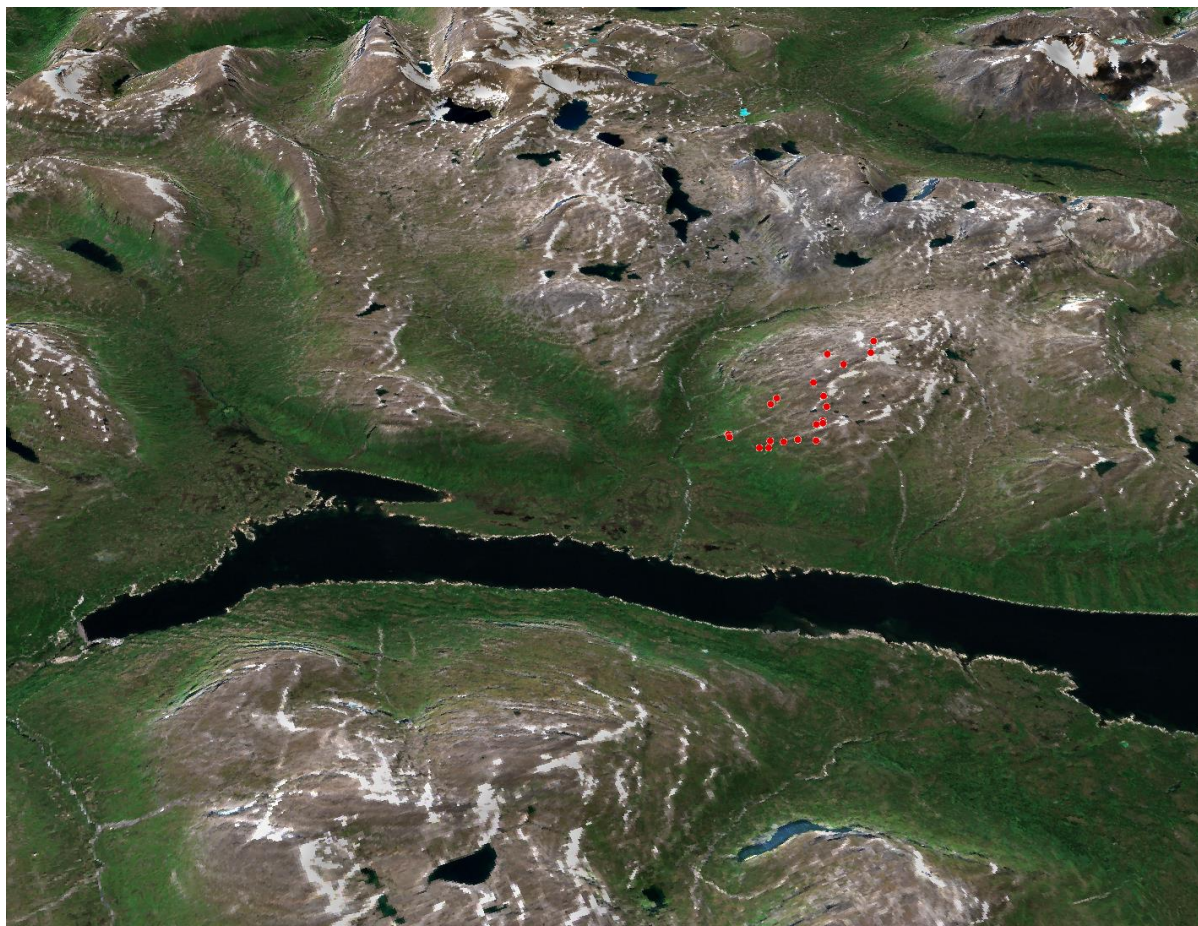
Sommeren 2021 ble de tjue makrorutene (10 m x 10 m) på Čoalbmoaivi (figur 2 og 3) reinventert, og endringer fra etableringen i 2014 ble analysert. Det er noe mindre data tilgjengelig fra Čoalbmoaivi sammenlignet med de fire sørlige GLORIA-fjellene. Disse har 1 m x 1 m mikroruter i tillegg til makroruter på 10 m x 10 m, og i tillegg overvåkes det bakketemperatur. Under feltarbeidet på Čoalbmoaivi i 2021 ble det derfor etablert 18 stk 1 m x 1 m mikroruter for å sikre et langt bedre datagrunnlag ved neste reinventering om 7 år (sommeren 2028). I de nye mikrorutene ble det registrert dekning av karplanter, moser og lav.



**Figur 2. Lokaliseringen av de 20 makrorutene på Čoalbmoaivi ved Altevann. Stiplet rektangel viser hvor det er ekstrahert klimadata fra.**

Gradientanalyser, forklaringsvariabler og høydefordelingen av makrorutene er presentert i rapporten Wehn et al. (2016). I makrorutene på Čoalbmoaivi ble det funnet 116 karplanter, 24 moser og 15 lav, men noen moser og lav ble kun bestemt til slekt. Rutene fordeler seg jevnt langs en høydegradient (622-1178 moh) og langs rabb-leside-snøleie

gradienten. Makrorutene er vendt mot vest og syd (figur 2). Ei makrorute (ALT11) er lagt i tett bjørkeskog. Nede i skråningen til Čoalbmoaivi er det vekslende fattig til mellomrik bjørkeskog med fattige til mellomrike myrer opp til skoggrensa. Sydvest- og vestskråningene er relativt bratte mellom 600 og 1000 moh. I øvre del av lavalpin sone, 900 til 1100 m, finnes mindre områder med rik vegetasjon, med snøsoleie (*Ranunculus nivalis*) i rike snøleier. På de lavere lerabbene vokser kantlyng, men generelt er det krekling som dominerer på rabbene.



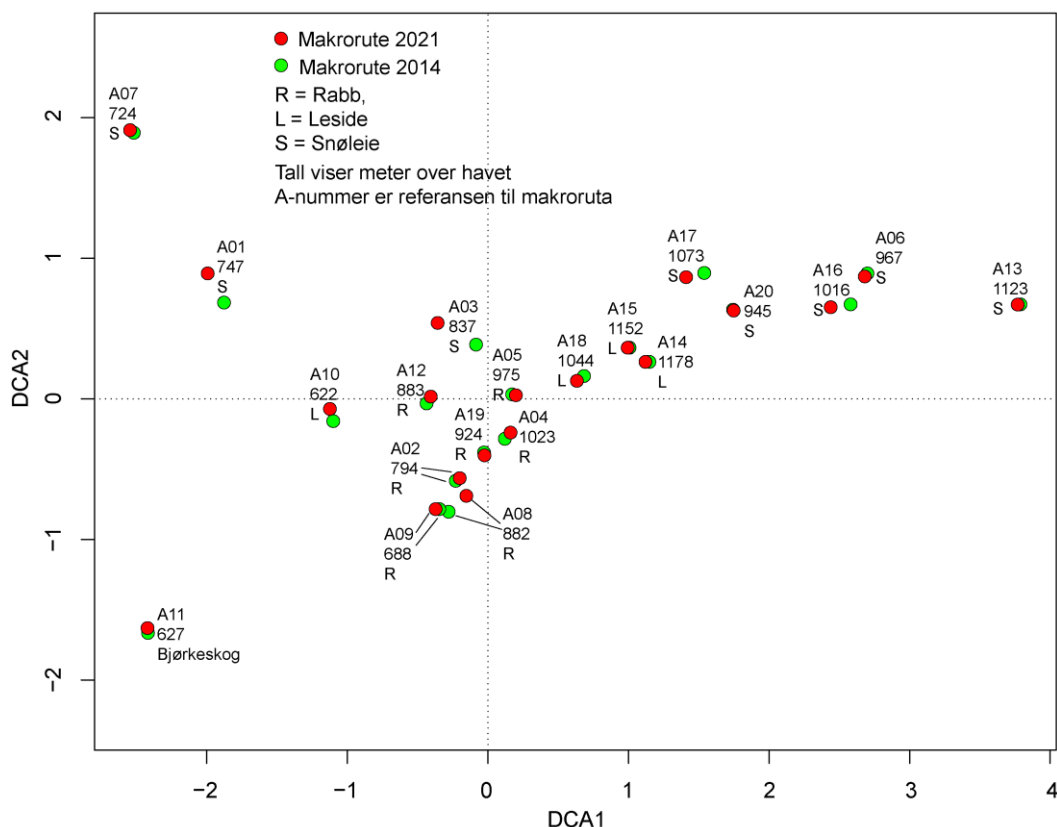
**Figur 3. Čoalbmoaivi ved Altevann, 8. august 2021 sett i Sentinel-2 L2A satellittdata. Makroflatene er vist som røde prikker.**



**Figur 4. Nær toppen av Čoalbmoaivi 28. juli 2021. Bildet er tatt fra østenfor makroruta ALT16, ca. 1020 moh. Snøfonnene i bildet sees godt i Sentinel-2 satellittbildet fra uka etter (figur 3). I forgrunnen ses kantlyng (*Cassiope tetragona*) tydelig, ellers er musøre (*Salix herbacea*), stivstarr (*Carex bigelowii*) og rabbesiv (*Juncus trifidus*) vanlig i området.**



**Figur 5. Čoalbmoaivi sett fra sørøst.**



**Figur 6. Čoalbmoaivi. DCA analyse av makrorutene (10 m x 10 m) analysert i 2014 og i 2021. For hver fastflate er det oppgitt referansenummer, høyde over havet, og om det er rabb (R), leside (L) eller snøleie (S).**

Til analysen av endringer i artssammensetning og dekning av artene fra 2014 til 2021 brukte vi i hovedsak vegan-pakken i R (vegan versjon 2.5-7 og R versjon 4.1.3). For å visualisere endringer av arter i makrorutene fra 2014 til 2021, gjennomførte vi ordinasjonsanalysen «detrended correspondence analysis» (DCA), med «downweight» av sjeldne arter (figur 6). Rutene fordeler seg noenlunde jevnt langs høydegradienten (DCA 1) og rabb-leside-snøleiegradienten (DCA 2). Hovedresultatet er at det kun har skjedd små endringer på de 7 årene. Det er en svak trend, med flere unntak, i at makrorutene i 2021 (røde sirkler i figur 6) har 'flyttet seg' svakt oppover (DCA 2), dvs at rabbesamfunn får mer lesidepreg og at lesider får mer snøleiepreg.

Makroruta A01 har noe endring. Ruta er et artsrikt engsnøleie, hvor de ble funnet hele 54 karplanter både i 2014 og 2021. På de syv årene ble hele åtte karplanter ikke gjenfunnet i 2021 og like mange ble funnet som nye for ruta, men felles for artene som gikk ut og kom inn var at de kun forekom med få individer. Andre endringer i ruta er noe økt dekning av grasene smyle (*Avenella flexuosa*) og fjellgulaks (*Anthoxanthum nipponicum*), og i tillegg har dekningen av ullvier (*Salix lanata*) økt noe (fra 12% til 15% dekning). Dette kan til dels være et resultat av metoden som er brukt. I svært artsrike plantesamfunn vil bruk av ruter

så store som 10 m x 10 m gjøre det vanskeligere å anslå dekning nøyaktig. Dette vil bedre seg ved neste omdrev, hvor en også vil kunne se på resultatene fra 1 m x 1 m ruter.

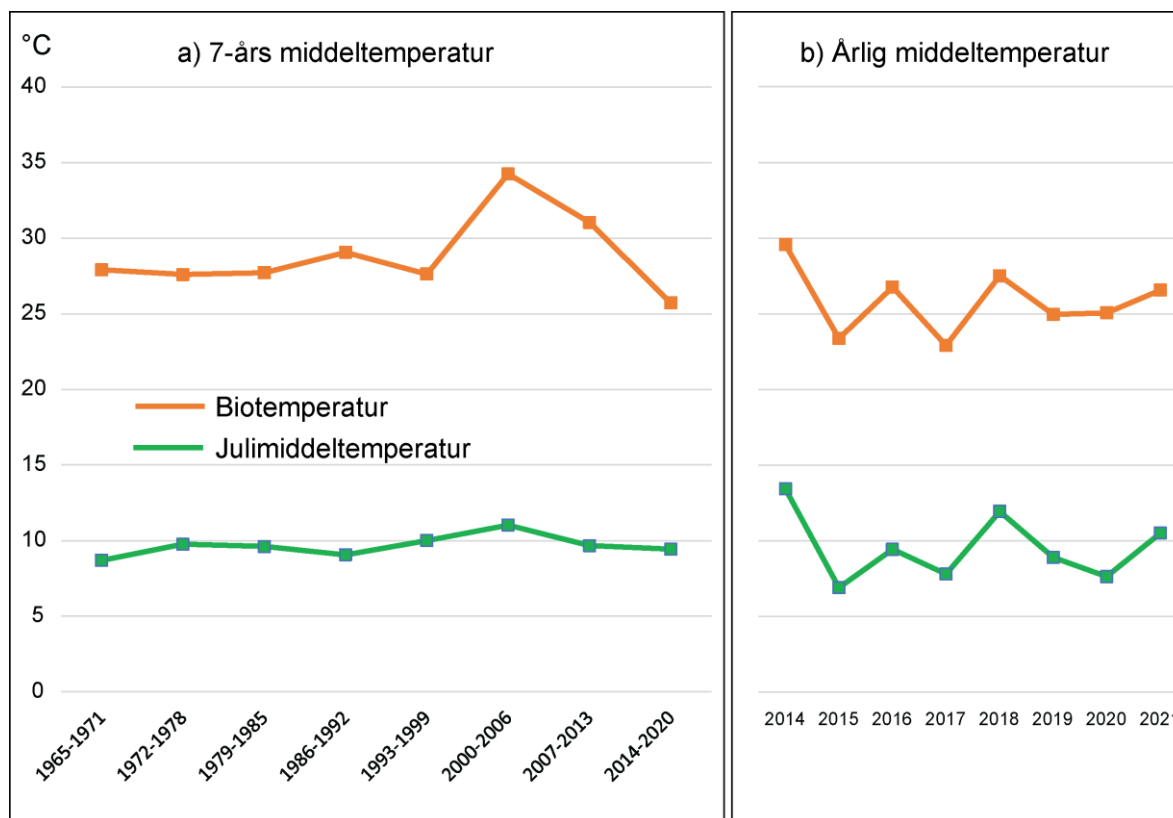
For makroruta A03 (musøresnøleie) skyldes endringen økt dekning av smyle og bakkesoleie (*Ranunculus acris*) i 2021 vs. 2014, og at artene jervrapp (*Poa arctica*) og dvergmjølke (*Epilobium anagallidifolium*) ikke ble gjenfunnet i 2021. For makroruta A16 (musøre-moselyng snøleie) skyldes forskyvningen i DCA diagrammet en liten økning i dekning av stivstarr (*Carex bigelowii*) og rabbesiv (*Juncus trifidus*). For makroruta A17 er det en økning i dekning av finnmarksrørkvein (*Calamagrostis lapponicum*) og fjelltistel (*Saussurea alpina*).

For å analysere om enkeltarter har endring i dekning langs høydegradienten, så kjørte vi en 'weighted average' analyse av høyde vs. dekning av hver art i 2014 vs. 2021. Datamaterialet er noe spinkelt, men antyder at hvitlyng (*Andromeda polifolia*), rypestarr (*Carex lachenalii*), hvitbladtistel (*Cirsium heterophyllum*), og fjelltistel nå forekommer litt høyere, mens øyentrøst (*Euphrasia* sp.) og bleikmyrklegg (*Pedicularis lapponica*) har nå utbredelsestyngdepunkt noe lavere.

Størst endring av en enkeltart er funnet i makroruta ALT19, ei krekling-dvergbjørkhei 924 moh. Her dekket heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) hele 10% av makroruta i 2014. I 2021 hadde den samme dekning, men vi anslo at ca. 70% av mosen nå var død.

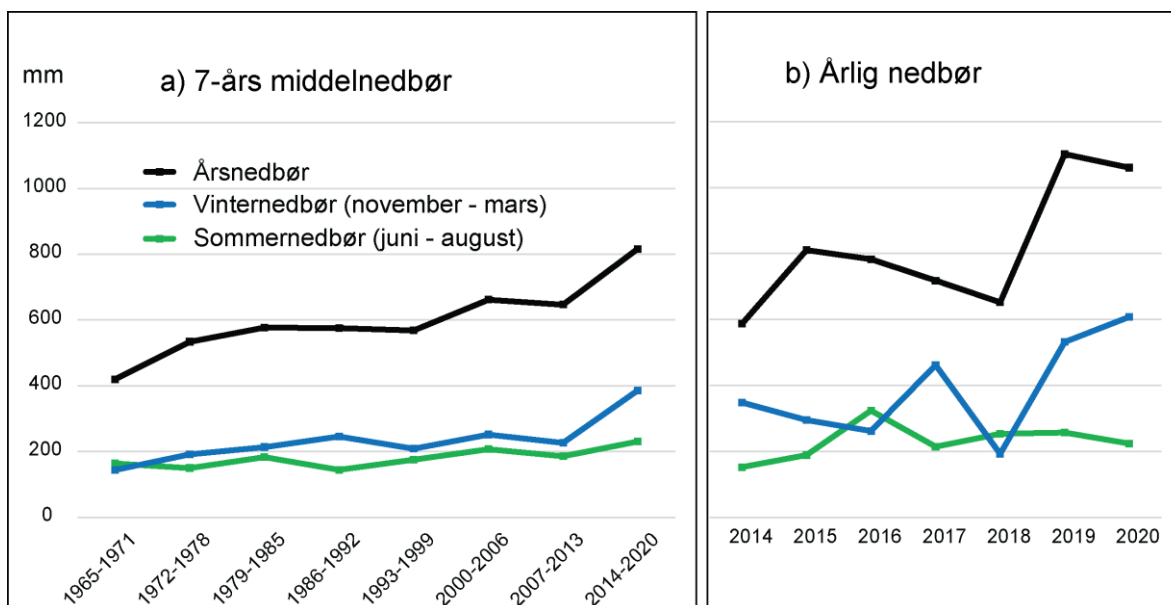
### **Klimavariabler**

For å forklare de relativt beskjedne endringer i artssammensetningen fra 2014 til 2021 analyserte vi klimadata. I de sørlige GLORIA-fjellene overvåkes antatt viktige drivere for endringer i vegetasjonsdekket, som start og slutt på vekstsesongen og dels snøsesongen med satellittdata, og det gjøres egne målinger av jordtemperatur i alle fastrutene. Det er planlagt overvåkning med MODIS satellittdata av snø- og vekstsesong som også vil dekke Čoalbmoaivi, og at dette er ferdig våren 2023. Men i mangel av dette benytter vi klimadata fra met.no. Da det ikke forekommer noen nærliggende meteorologistasjoner, ekstraherte vi klimadata fra [griddede klimakart fra SeNorge](#) (MET NORWAY). Klimakartene har 1x1 km piksler og vi velger et rektangel fra sydvestre del av Čoalbmoaivi (se stippet omriss i figur 3), hvor de fleste av fastrutene ligger.



**Figur 7. Temperaturdata for Čoalbmoaivi. Figuren viser julimiddeltemperatur og biotemperatur (definert som temperatursummen for alle måneder som har over 0°C). a) Langtidstrend - viser ikke-overlappende 7-års perioder fra 1965 til år 2020, og b) hvert år for perioden 2014 til 2021.**

Figur 7a viser langtidstrenden i julimiddeltemperatur og biotemperatur i form av 7-års middel siden 1965. Dette viser at for den 7-års perioden som har gått fra etablering av fastrutene (2014) til reanalyse (2021), så har julimiddeltemperaturen vært omtrent som gjennomsnittet de siste 60 år. For biotemperaturen derimot så har det vært den kaldeste 7-års perioden de siste 56 år. År for år har det vært store variasjoner de siste 7 år (figur 7b). Det året rutene ble etablert (2014) var den varmeste julimåned (13,4°C) i hele 56-års perioden, og året etter (2015) hadde det tredje kaldeste med 6,9°C, kun årene 1965 og 1975 hadde litt kaldere julimiddeltemperatur.



**Figur 8. Nedbørsdata for Čoalbmoaivi. Figuren viser årsnedbør, vinternedbør (nedbørssum november til mars) og sommernedbør (nedbørssummen for juni, juli og august. a) Langtidstrend - viser ikke-overlappende 7-års perioder fra 1965 til år 2020, og b) hvert år for perioden 2014 til 2020.**

Figur 8 viser at syvårsperioden 2014-2020 har vært den fuktigste i perioden 1965-2020, og at spesielt vinternedbøren (mest snø) har økt. Ser vi på hele perioden 1965 til 2020 så var alle de tre våteste årene i siste 7-års periode, og 2019 var det året med aller mest årsnedbør (1101 mm), etterfulgt av årene 2020 (1060 mm) og 2015 (810 mm). Den første syvårsperiode (1965-1971) hadde i gjennomsnitt 420 mm i årsnedbør, mens siste syvårsperiode (2014-2020) hadde nesten det dobbelte med 816 mm. Det er verdt å merke seg at dette er interpolerte/modellerte data og ikke direkte fra meteorologiske stasjoner, og at en bør tolke disse resultatene med varsomhet. Dersom vi bruker data fra det nordiske griddede klimadatasettet (<https://doi.org/10.24381/cds.e8f4a10c>, Type 2 - Bayesian) viser det kun 515 mm i årsnedbør i 2019 – altså under halvparten av det norske griddede nedbørsdatasettet. Og det europeiske E-OBS griddede datasettet viser 605 mm (et noe større område pga. 10km piksler). Bruker vi snøkart (senorge.no/map) reflekterer det den høye vinternedbøren i 2019 og 2020, med snøsmelting i sørlige del av Čoalbmoaivi først i siste halvdel av juni i 2019 og i først halvdel av juli i 2020. Ekstremklima kan også påvirke vegetasjonsdekket (Bjerke et al. 2017), men da vi ikke finner noen indikasjoner på dette i makroflatene så analyserer vi ikke ekstremklima nærmere i denne rapporten. Endringer i beitetrykket fra rein vil også påvirke vegetasjonen. Området er innen reinbeitekonvensjonen mellom Norge og Sverige hvor beitegrunnet ble kartlagt av Johansen et al. (1995), men da det ikke foreligger noen norsk-svensk reinbeitekonvensjon nå, mangler vi gode totaltall på beitetrykket. Svensk rein bruker i alle fall områdene nært Čoalbmoaivi i barmarksperioden, og i tillegg brukes det av norsk rein da det ligger innenfor reinbeitedistrikt 29 Altevatt. Feltarbeidet indikerer ikke vesentlige



endringer i beitetrykket, ut over at det er lett å se spor etter nærvær av rein i hele undersøkelsesområdet.

Oppsummert så viser DCA-diagrammet, med flere unntak, en svak tendens mot at rabbesamfunn får mer lesidepreg, og lesider mer snøleiepreg. Dette kan skyldes at de tre årene (2017, 2019, 2020) hadde mye vinternedbør og derav sen snøsmelting. Sen snøsmelting kan også være en forklaring på den ene store endringen av en art i ei rute (ALT19), hvor mesteparten av heigråmosen hadde dødd, ved at den ikke har tålt veldig sen snøsmelting over flere år (Scott et al. 2007). De øvrige endringer observert fra 2014 til 2021 er helt minimale og kan være mer tilfeldige, siden det i 10 m x 10 m ruter er mulig å overse arter som kun forekommer med ett eller veldig få individer.

### 3. Overvåkning av vekstsesongen

For vekstsesongen 2021 var målet å samle inn fenologidata i felt med kamera slik som i tidligere år. Fenologidata fra kameraene brukes i tolkning i en satellittbasert overvåkning av vekstsesongen, som sist ble gjort for perioden 2000-2019 (Karlsen et al. 2020) og som til neste vår er planlagt utvidet for å ta med årene 2020 til 2022. I tillegg er det våren 2023 planlagt å inkludere de to nordlige fjellområdene (Trolltinden og Čoalbmoaivi) slike at en får data på vekst- og snøsesongen for årene 2000-2022 også der. Dette vil gi bedre informasjon om 'drivere' bak vegetasjonsendringer observert i Čoalbmoaivi beskrevet i foregående kapittel. Men i årets rapport beskriver vi kun fenologidata samlet inn i felt med time-laps kamera.

#### Sørlig transekt

For beskrivelse av områdene det observeres fenologi på sørlig transekt, se tidligere GLORIA årsrapporter (mest Wehn & Karlsen 2018). Det ble utplassert 12 time-laps kamera i slutten av mai og ytterligere 3 kamera i slutten av juni, og kameraene ble hentet inn tidlig i oktober. Grunnet tidlig snøfall på Sunndalsfjella lot det seg ikke gjøre å hente inn kamera der, og de vil bli hentet inn og tømt i løpet av mai måned 2022. I tillegg er det hentet inn bilder fra fem webkamera fra Statens Vegvesen, alle fra Dovrefjell-området. Bruk av kamera fra Statens Vegvesen ble omtalt i forrige årsrapport (Karlsen et al. 2021) og beskrives ikke nærmere her.

I årets rapport presenterer vi fenologidata fra et større gråvierkratt-område på Hjerkinshøe, nært GLORIA-fjellet Kolla, på Dovrefjell. Dette er område 1 i Wehn & Karlsen (2018) hvor det er gitt følgende beskrivelse:

**Gråvierkratt.** I sørvendt, konkavt terreng på Hjerkinshøe dekker gråvierkratt store areal (Figur 17, 21, 22 i Wehn & Karlsen 2018). Høytvoksende (0.5-2.5 m) gråvier (sølv-, lapp-,

og ullvier, *Salix glauca*, *S. lapponum*, *S. lanata*) dominerer, og høytvoksende dvergbjørk er vanlig og kan stedvis dominere. Einer (*Juniperus communis*) og noen enkeltbjørker forekommer. Feltsjiktet er artsrikt og ofte fuktig, og er dominert av gras og urter, hvor arter som kvassbunke (*Deschampsia cespitosa*), skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*), mjøddurt (*Filipendula ulmaria*) og enghumleblom (*Geum rivale*) er karakteristiske.



**Figur 9. Gråvierkratt, område 1. Nede til høyre på fotoet ses kameraet som fokuserer på feltsjiktet – her mot skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*). I bunnsjiktet på bildet dominerer etasjemose (*Hylocomium splendens*). I tillegg brukes ett kamera til mer oversikt av generell grønning-gulning av dvergbjørk, gråvier og grønnvier (*Salix phylicifolia*). Feltet ligger 1110 moh på Dovrefjell.**

Vi viser her tre vårfenofaser og tre høstfenofaser for dvergbjørk og gråvier (tabell 2 og 3). I tabellene brukes følgende definisjoner på fenofaser på våren: 'Knoppsprett' (Beginning of bud burst: first green leaf tips just visible, BBCH kode 07, i Meier (2018)). 'Løvsprett' (First leaves unfolded (others still unfolding), BBCH kode 11). Utvokst blad (First leaves fully expanded, BBCH kode 19). Om høsten brukes definisjonene: Fenofasen '<10% gult', betyr begynnende gulning, men mindre enn 10% av bladene er gule. Følger vi definisjonen til Meier (2018), er dette BBCH kode 91 (about 10% of leaves discoloured or fallen). Fenofasen '50% gult' er BBCH kode 95 (about 50% of leaves discoloured or fallen), og '>90% gult' er BBCH kode 96/97 (most leaves discoloured or fallen).

**Tabell 2. Fenofaser på dvergbjørk. Fra et gråvierkratt på Hjerkinshøe på Dovrefjell.**

År	Knoppsprett	Løvsprett	Utvokst blad	<10% gult	50% gult	>90% gult
<b>2014</b>				31. aug.	5. sep.	9. sep.
<b>2015</b>	19. jun.	25. jun.	4. jul.	25. aug.	8. sep.	13. sep.
<b>2016</b>	2. jun.	6. jun.	19. jun.	28. aug.	6. sep.	11. sep.
<b>2017</b>	7. jun.	11. jun.	17. jun.	31. aug.	9. sep.	15. sep.
<b>2018</b>	22. mai	26. mai	4. jun.	4. sep.	12. sep.	20. sep.
<b>2019</b>	6. jun.	11. jun.	17. jun.	9. sep.	16. sep.	24. sep.
<b>2020*</b>				22. aug.	6. sep.	17. sep.
<b>2021</b>	31. mai	3. jun.	11. jun.	24. aug.	3. sep.	12. sep.
<b>Gj.snitt</b>	<b>4. jun.</b>	<b>8. jun.</b>	<b>17. jun.</b>	<b>29. aug.</b>	<b>8. sep.</b>	<b>15. sep.</b>

\* mangler data på vårfenofaser pga. reiserestriksjoner under Covid19 utbrudd, og vi har kun data fra Statens Vegvesen sine kamera for den perioden

**Tabell 3. Fenofaser på gråvier (sølv- og lappvier). Fra et gråvierkratt på Hjerkinshøe på Dovrefjell.**

År	Knoppsprett	Løvsprett	Utvokst blad	<10% gult	50% gult	>90% gult
<b>2014</b>				9. sep.	16. sep.	
<b>2015</b>	17. jun.	27. jun.	7. jul.	16. sep.		
<b>2016</b>	1. jun.	15. jun.	27. jun.	24. aug.	12. sep.	19. sep.
<b>2017</b>	4. jun.	18. jun.	28. jun.	2. sep.	14. sep.	20. sep.
<b>2018</b>	20. mai	29. mai	10. jun.	3. sep.	7. sep.	16. sep.
<b>2019</b>	1. jun.	9. jun.	19. jun.	19. aug.	11. sep.	19. sep.
<b>2020</b>				5. sep.	17. sep.	20. sep.
<b>2021</b>	2. jun.	7. jun.	21. jun.	7. sep.	11. sep.	22. sep.
<b>Gj.snitt</b>	<b>2. jun.</b>	<b>12. jun.</b>	<b>23. jun.</b>	<b>2. sep.</b>	<b>12. sep.</b>	<b>19. sep.</b>

År 2021 hadde noe tidligere start på vekstsesongen enn gjennomsnittet 2014-2021 (tabell 2 og 3). For dvergbjørk ligger vårfenofasene 5-6 dager tidligere, og for gråvier 0-5 dager tidligere. Angående høsten, så gulnet bladene på dvergbjørka 3-5 dager tidligere enn 2014-2021-gjennomsnittet. Høstfenofasen på gråvier viser litt sen start på gulning, men for fenofasene '50% gul' og '>90% gul' var høsten 2021 omkring som gjennomsnittet.

### Nordlig transekt

Fenologiobservasjoner i et nordlig oseanisk område, tilknyttet GLORIA-fjellet Trolltinden, ble først etablert sommeren 2020, og sesongen 2021 var derfor første hele sesong. Området er noe beskrevet i fjorårets GLORIA-rapport (Karlsen et al. 2021). Fem fenologikamera ble brukt ved Vannareidet på Vannøya, og to ved veien mellom Vannøya og Tromsø. Vi viser her fenofaser fra en lerabb (tabell 4), ei større grasmyr med duskull (*Eriophorum angustifolium*) (tabell 5), og fra en lågurtskog nært skoggrensa ved veien mellom Tromsø og Vannøya (tabell 6).

**Tabell 4. Lerabb Vannareid. Fenofaser på gråvier (mest sølvvier) og bjørk. Bjørka er flerstammet, halvannen meter høy og med innslag av dvergbjørk ('trekvarbjørk').**

År	Knoppsprett	Løvsprett	Utvokst blad	<10% gult	50% gult	>90% gult
<b>Sølvvier</b>						
<b>2020</b>				14.sep.	22.sep.	28.sep.
<b>2021</b>	03.jun.	07.jun.	23.jun.	08.sep.	14.sep.	22.sep.
<b>Bjørk x dvergbjørk</b>						
<b>2021</b>	01.jun.	04.jun.	16.jun.	03.sep.	12.sep.	16.sep.

**Tabell 5. Grasmyr. Fenofaser på duskull (*Eriophorum angustifolium*).**

År	Første synlige blad	Ca.30% av full lengde	Utvokst strå	<10% gult	50% gult	>90% gult
<b>2021</b>	29.mai	08.jun.	02.juli.	19.aug.	15.sep.	30.sep.

**Tabell 6. Lågurtskog. Futrikelv mellom Tromsø og Vannøya. Fenofaser på bjørk.**

År	Knoppsprett	Løvsprett	Utvokst blad	<10% gult	50% gult	>90% gult
<b>2020</b>				10.sep.	24.sep.	30.sep.
<b>2021</b>	24.mai	01.juni	12.jun.	07.sep.	24.sep.	26.sep.

Da 2021-sesongen var første hele sesong med fenologidata er det lite sammenligningsgrunnlag, men trolig kom høstfenofasene noe tidligere høsten 2021 sammenlignet med året før (tabell 4 og 6).

## 4. Oppsummering

I det nordlige GLORIA-transektet ble fjellskråningen på Čoalbmoaivi, nær Altevann i indre Troms, reinventert, og endringer fra 2014 til 2021 ble analysert. Sammenlignet med de fire fjellområdene i Midt-Norge hadde Čoalbmoaivi et mindre datagrunnlag. Kun 20 makroruter på 10 m x 10 m ble lagt ut i 2014, og for å få bedre grunnlag ved neste reinventering ble det sommeren 2021 i tillegg lagt ut 18 stk 1 m x 1 m mikroruter. Analysene av de tjue makrorutene for 2014 vs. 2021 viser ingen større endringer. Det er en svak tendens mot at rabbesamfunn får mer lesidepreg og lesider mer snøleiepreg, og at dette kan skyldes mye vinternedbør med sen snøsmelting i tre av de syv foregående år. I ei av makrorutene utgjorde heigråmose hele 10% av deknningen i 2014, mens i 2021 var mesteparten av denne mosen død. Også dette kan skyldes den sene snøsmeltingen. Men alt i alt er det få endringer i vegetasjonsdekket fra 2014 til 2021 for fjellet Čoalbmoaivi.

Vekstsesongen ble overvåket med fenologikamera i sørlig og nordlig transekt. I sørlig transekt var vårfenofasene i 2021 0-6 dager tidligere sammenlignet med de foregående seks år, og høstfenofaser på dvergbjørka kom 3-5 dager tidligere. For nordlig transekt var det første hele sesong med fenologiobservasjoner og en mangler derfor sammenligningsgrunnlag.

I tillegg ble flere bremålinger gjennomført, hvor noen av målingene inngår i NVEs måleprogram som blir publisert i årlige rapporter av NVE ('Glaciological investigations in Norway'). Og for GLORIA-fjellet Kaldfonna ble tempertursensorer skiftet ut. Til sammen gir de ulike oppgavene i GLORIA for perioden 2021-2022 en god oversikt over ulike deler av de biofysiske endringene i fjellområdene.

## 5. Referanser

Aarrestad, P.A. og Grytnes, J.-A. 2018. Fjellhei, leside og tundra, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken, Trondheim. Hentet (3. januar 2020) fra: <https://artsdatabanken.no/RLN2018/43>

Aarrestad, P.A., Bjerke, J.W., Follestad, A., Jepsen, J.U., Nybø, S., Rusch, G. & Schartau, A.K. 2015. Naturtyper i klimatilpasningsarbeid. Effekter av klimaendringer og klimatilpasningsarbeid på naturmangfold og økosystemtjenester.

Aarrestad, P.A., Evju, M., Høitomt, T., Ihlen, P. og Grytnes, J.-A. 2018<sup>a</sup>. Rabbe, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken, Trondheim. Hentet (3. januar 2020) fra: <https://artsdatabanken.no/RLN2018/51>

Aarrestad, P.A., Evju, M., Høitomt, T., Ihlen, P. og Grytnes, J.-A. 2018<sup>b</sup>. Snøleie, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken, Trondheim. Hentet (3. januar 2020) fra: <https://artsdatabanken.no/RLN2018/46>

Aarrestad, P.A., Evju, M., Høitomt, T., Ihlen, P. og Grytnes, J.-A. 2018<sup>c</sup>. Fjellgrashei og grastundra, Fjell og berg. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken, Trondheim. Hentet (3. januar 2020) fra: <https://artsdatabanken.no/RLN2018/59>

Artsdatabanken. 2018. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Hentet (3. januar 2020) fra <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforaturtyper>

Bjerke, J.W., Treharne, R. Vikhamar-Schuler, D., Karlsen, S.R., Ravolainen, V., Bokhorst, S., Phoenix, G.K., Bochenek, Z. & Tømmervik, H. 2017. Understanding the drivers of extensive plant damage in boreal and Arctic ecosystems: Insights from field surveys in the aftermath of damage. *Science of the Total Environment*.

Cannone, N., Sgorbati, S. & Guglielmin, M. 2007. Unexpected impacts of climate change on alpine vegetation. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 360-364.

Erschbamer, B., Kiebacher, T., Mallaun, M. & Unterluggauer, P. 2009. Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. *Plant Ecology* 202: 79-89.

Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge NINA Temahefte 12: 1-279.

Framstad, E. & Pedersen, B. 2015. Hvordan svarer naturindeksen på klimaendringer? In: *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*.

Framstad, E. (red.) 2015. *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*.

Framstad, E., Eide, N.E., Eide, W., Klanderud, K., Kolstad, A., Töpper, J. & Vandvik, V. 2022. Vurdering av økologisk tilstand for fjell i Norge i 2021. NINA Rapport 2050. Norsk institutt for naturforskning.

Gottfried, M., Pauli, H., Futschik, A., Akhalkatsi, M., Barančok, P., Alonso, J.L.B., Coldea, G., Dick, J., Erschbamer, B. & Kazakis, G. 2012. Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* 2: 111-115.

Hanssen-Bauer Halvorsen, R., Bryn, A., Erikstad, L. & Lindgaard, A. 2015. *Natur i Norge - NiN. Versjon 2.0.0*.

Hanssen-Bauer, I. 2005. Regional temperature and precipitation series for Norway: Analyses of time-series updated to 2004. *Met. no report* 15: 1-34.

Isaksen, K., Sollid, J.L., Holmlund, P. & Harris, C. 2007. Recent warming of mountain permafrost in Svalbard and Scandinavia. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 112.

Johansen, B., Karlsen, S. R. & H. Tømmervik. 1995. Vegetasjonskartlegging og beitevurdering i norsk- svenske konvensjonsområder. Delområder: Indre Troms og Nordre Norrbotten. NORUT Rapport IT261/2-1995. 62 s.

Karlsen, S.R., Høgda, K.A., Johansen, B., Holten, J.I. & Wehn, S. 2012. Etablering av overvåkning av vekstsesongen langs et kyst – innland transekt i Midt-Norge. - ett delprosjekt innen GLORIA Norge. Norut rapport 4/2012. 17s.

Karlsen, S.R., S. Wehn, P. Vesterbukt & A. Nesje. 2020. GLORIA Norge 2019. Overvåkning av vegetasjon, vekstsesong og bremåling. NORCE Rapport 2 2021. Miljødirektoratet M-2047/2021. 29 s.

Karlsen, S.R., S. Wehn, P., Nilsen, L. & J. I. Holten. 2021. GLORIA Norge 2020. Overvåkning av vegetasjon og vekstsesong. NORCE Rapport 4 2020. Miljødirektoratet M-1708/2020. 30 s.

Lenoir, J., Gégout, J.-C., Marquet, P., De Ruffray, P. & Brisse, H. 2008. A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science* 320: 1768-1771.

Lundemo, S., Karlsen, S.R. & Holten, J.I. 2016. GLORIA Norge – årsrapport for 2013.

Meier, U. (Ed.). 2018. BBCH-Monograph. Growth Stages of mono- and dicotyledonous plants. Julius Kühn-Institut, Quedlinburg. 204pp.

Michelsen, O., Syverhuset, A.O., Pedersen, B. & Holten, J.I. 2011. The impact of climate change on recent vegetation changes on Dovrefjell, Norway. *Diversity* 3: 91-111.

Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Norges Geografiske oppmåling.

Pauli, H., Gottfried, M., Dullinger, S., Abdaladze, O., Akhalkatsi, M., Alonso, J.L.B., Coldea, G., Dick, J., Erschbamer, B. & Calzado, R.F. 2012. Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* 336: 353-355.

Pedersen, H.C. & Aarrestad, P.A. 2015. Fjell. In: Framstad, E. (ed.) *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*.

Pickering, C., Hill, W. & Green, K. 2008. Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Snowy Mountains, Australia. *Biodiversity and Conservation* 17: 1627-1644.

Scott, D., Welch, D., van der Wal, R., & D.A. Elston. 2007. Response of the moss *Racomitrium lanuginosum* to changes in sheep grazing and snow-lie due to a snow-fence. *Applied Vegetation Science*. 10:229-238.

Syverhuset, A. 2009. Recent changes in temperature and vegetation on Dovrefjell. NTNU-Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.

Vikhamar-Schuler, D., Isaksen, K., Haugen, J.E., Tømmervik, H., Luks, B., Schuler, T.V. & Bjerke, J. W. 2016. Changes in winter warming events in the Nordic Arctic Region. *Journal of Climate*, 29(17), 6223-6244.

Wehn, S. & Holten, J.I. 2010. Overvåking av fjellvegetasjon på Stortussen/Snøtind. DN-utredning nr 8

Wehn, S. & Holten, J.I. 2011. Stortussen/Snøtind og Kaldfonna. Årsrapport til DN; 2010

Wehn, S., Holten, J.I. & Karlsen, S.R. 2012. Etablering av fastruter i fjell langs et kyst - innland transekt i Midt Norge. Årsrapport; 2011 Norut-rapport 3/12

Wehn, S., Lundemo, S. & Holten, J.I. 2013. Midt-norsk fjellnatur fra kyst til innland. Status 2012. Bioforsk Rapport 8 (107).

Wehn, S., Lundemo, S. & Holten, J.I. 2014. Alpine vegetation along multiple environmental gradients and possible consequences of climate change. *Alpine Botany* 124: 155-164.

Wehn, S., Holten, J.I. & Karlsen, S.R. 2016. Norsk fjellnatur -Fra kyst til innland, fra sør til nord. Årsrapport; 2014. NIBIO RAPPORT 2(11) 2016

Wehn, S. Karlsen, S.R., Vesterbukt, P. & Holten, J.I. 2017. GLORIA Norge 2016 – overvåking av vegetasjon og vekstsesong. NIBIO RAPPORT 3(84) 2017.

Wehn, S., & Karlsen, S.R. 2018. GLORIA Norge 2017–overvåking av vegetasjon og vekstsesong. NIBIO rapport 4(107) 2018.

Wehn, S., Karlsen, S.R. Carlsen, T.H., & Vesterbukt, P. 2019. GLORIA Norge 2018–overvåking av vegetasjon og vekstsesong. NIBIO rapport 5(76) 2019.

