



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# GLORIA Norge: 2018

Overvåking av vegetasjon og vekstsesong

NIBIO RAPPORT | VOL. 5 | NR. 76 | 2019



Sølvi Wehn<sup>1)</sup>, Stein Rune Karlsen<sup>2)</sup>, Thomas Holm Carlsen<sup>1)</sup> og Per Vesterbukt<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> NIBIO/Divisjon for matproduksjon og samfunn/Kulturlandskap og biomangfold

<sup>2)</sup> NORCE Norwegian Research Centre, avdeling for klima

**TITTEL/TITLE**

GLORIA Norge 2018 – overvåkning av vegetasjon og vekstsesong

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Sølvi Wehn, Stein Rune Karlsen, Thomas Holm Carlsen og Per Vesterbukt

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKTNR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
06.06.2019	5/76/2019	Åpen	130159	17/02008
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-02360-9	2464-1162	27		

**OPPDRA GSGIVER/EMPLOYER:**

Miljødirektoratet; M-1381|2019

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Else Marie Løbersli

**STIKKORD/KEYWORDS:**

GLORIA-Norge, Overvåkning, fjellvegetasjon, fenologi, klima

Monitoring, alpine vegetation, phenology, climate

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Kulturlandskap og biomangfold

Landscape, Biodiversity and Ecosystem services

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

GLORIA-Norge er et prosjekt hvor biofysiske variabler i norsk fjellnatur overvåkes i seks fjellområder langs kyst - innlandgradienter, i høydegradienter fra nordboreal til høyalpin sone, og langs snøleiegradienten i Midt- og Nord-Norge. Denne årsrapporten beskriver resultater fra analyser på forskjeller i vegetasjonen fra 2011 til 2018 i fjellet Kolla på Dovrefjell og vekstsesongovervåkingen som er gjort i 2018.

GLORIA-Norge is a project aiming to monitor physical and biological systems in Norwegian alpine areas. This report presents the work done in 2018.

**LAND/COUNTRY:**

Norge/Norway

**FYLKE/COUNTY:**

Oppland, Trøndelag, Møre og Romsdal

**KOMMUNE/MUNICIPALITY:**

Dovre, Oppdal, Sunndal

**STED/LOKALITET:**

Kolla, Hjerkinshøe, Sunndalsfjella

**GODKJENT /APPROVED**

Mogens Lund

NAVN/NAME

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

Sølvi Wehn

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

GLORIA-Norge sitt hovedmål er å overvåke fysiske faktorer og vegetasjon på lokal skala over regionale gradienter i relasjon til klimaendringer.

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, <http://www.gloria.ac.at/>). 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 snø lengde og i flere himmelretninger.

Miljødirektoratet har finansiert mesteparten av aktiviteten i GLORIA-Norge, i tillegg har kommuner/fylkeskommuner i studieområdene bidratt med driftsstøtte og de deltagende institutt har bidratt med betydelig egeninnsats. Overvåkingen gjennomføres som et tverrvitenskapelig samarbeid med forskere fra avdeling for kulturlandskap og biomangfold ved NIBIO (Norsk Institutt for Bioøkonomi), klimaavdelinga ved NORCE Norwegian Research Centre, Meteorologisk institutt, NTNU (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet), Terrestrisk Miljøforskning og Institutt for geovitenskap ved Universitetet i Bergen.

Denne årsrapporten beskriver arbeidet utført i 2018 samt resultater fra analyser som sammenligner vegetasjon i Kolla i 2011 og 2018. I tillegg gir den en nærmere beskrivelse av fenologidata som samles inn i felt og brukes som valideringsdata for satellittbasert overvåkning av vekstsesongen.

Vi takker Jarle Inge Holten, Sverre Lundemo, Anne Olga Syverhuset og Julio Morales Can for hjelp til å samle data.

Trondheim, 30. april 2019

Sølvi Wehn

# Innhold

Sammendrag .....	5
1 Innledning .....	6
1.1 Bakgrunn.....	6
1.2 Fjellvegetasjon og klimaendringer.....	6
1.3 Overvåkning – GLORIA Norge.....	7
2 Aktiviteter gjennomført i 2018.....	9
2.1 Reinventering av prøveflater for overvåking av vegetasjon i fjellskråninger på Kolla på Dovrefjell .....	9
2.1.1 Metoder – analyser av potensielle vegetasjonsendringer .....	9
2.1.2 Endringer i fastruter (1 x 1 meter) .....	10
2.1.3 Endringer i fastflater (10 x 10 meter).....	16
2.1.4 Oppsummering; endringer i vegetasjon.....	18
2.1.5 Mulige påvirkningsfaktorer .....	19
2.2 Overvåkning av vekstsesongen (fenologi) .....	21
3 Oppsummering .....	24
Litteraturreferanser .....	25

# Sammendrag

Klimaendringer har påvirket vegetasjon i fjell rundt om i verden, men klimaet endres forskjellig i forskjellige regioner. Noe som igjen har gitt varierende respons i artsrikdom og artssammensetning i plantesamfunn. GLORIA-Norge er et prosjekt med det mål å overvåke fysiske faktorer og vegetasjon på lokal skala over regionale gradienter i relasjon til klimaendringer.

For å predikere effekter på vegetasjon av forventede klimaendringer, må det måles og overvåkes pågående endringer i klima, vekstsesong (fenologi) og vegetasjon (artsrikdom og artssammensetning). I tillegg må det utvikles detaljert kunnskap om endring i vekstsesongen (fenologi) og plantesamfunns utbredelse langs miljøgradienter. Ett overvåkningsprosjekt som GLORIA-Norge bidrar til slik kunnskap.

Det er et stort behov for en økt forståelse for, og kvantifisering av både fysiske og biologiske endringsprosesser i fjellområdene i Norge. Vegetasjon og klima varierer langs lokale miljøgradienter som høyde over havet, snøengde og himmelretning, og regionale miljøgradienter som avstand fra kyst (den bioklimatiske seksjonsgradienten) og fra sør til nord. Videre, endringer i vegetasjon og klima vil også variere langs disse gradientene. For å tidlig oppdage endringer gitt de globale klimaendringene vi i dag opplever, er det viktig å ha data langs disse viktige miljøgradientene. I GLORIA-Norge overvåkes derfor vegetasjon, fenologi, temperatur og fuktighet i fjell i sør og nord, langs den bioklimatiske seksjonsgradienten og langs miljøgradientene høyde over havet, snøengde og himmelretning. Totalt er seks fjellområder inkludert som studieområder i GLORIA-Norgeprosjektet.

Miljødirektoratet har finansiert mesteparten av aktiviteten i GLORIA-Norge så langt, mens kommuner/fylkeskommuner i studieområdene har bidratt med driftsstøtte. Hittil er vegetasjon (artssammensetning og artsmengde av karplanter, moser og lav) kartlagt i alle de seks GLORIA-Norge fjellene og tre fjell er reinventert (se Tabell 1; Lundemo et al. 2016; Wehn et al. 2018, 2017, 2016, 2013, 2012, 2011, 2010). Alle fjell vil bli reinventert med et omløp på 7 år. I de sørlige fjellene er også temperatur (i alle fire fjell) og fuktighetsloggere (i ett fjell) lagt ut. I tillegg overvåkes vekstsesongen (fenologi) med satellittdata langs hele kyst – innland gradienten i sør, hvor satellittdata blir tolket ut i fra time-laps kamera i felt i to av fjellområdene (Karlsen et al. 2012; Lundemo et al. 2013; Wehn et al. 2018, 2016, 2012).

I 2017 ble indikatorene «Karplanter i snøleie – temperatur», «Karplanter i leside – temperatur», «Karplanter i rabbe – temperatur», «Karplanter i snøleie – fuktighet», «Karplanter i leside – fuktighet» og «Karplanter i rabbe – fuktighet» utviklet gjennom prosjektet «Naturindeks – videreutvikling og styrking av datagrunnlag for fjell - Data fra overvåkningsprosjektet GLORIA-NORGE» finansiert av Miljødirektoratet. Disse indikatorene skal gå inn i Naturindeks for Norge for å indikere tilstanden til det biologiske mangfoldet i norske fjell og gi en oversikt over utviklingen i rabbe, leside, og snøleie.

Denne årsrapporten beskriver aktiviteter gjennomført i 2018 og analyser av potensielle endringer. Basert på registreringene av vegetasjonen i Kolla på Dovrefjell sommeren 2018, fant vi ingen signifikante endringer i artssammensetningen eller antall arter sammenlignet med første registrering i 2011. Antall arter av karplanter hadde økt noe i de lavereliggende fastflatene, mosedekket hadde krøpet litt oppover, det hadde blitt lavere dekning av lav som hadde blitt erstattet av karplanter eller flekker uten vegetasjon.

For overvåkingen av vekstsesongen (fenologi) gis det i denne rapporten resultater av overvåking av fenofaser på dvergbjørk for tre områder for perioden 2014-2018.

# 1 Innledning

## 1.1 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 en-sjiktet. Det forventes at global oppvarming vil forflytte planteartenes øvre grenser mot større høyder. 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 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, klimaendringene er ikke like i forskjellige regioner; noe som igjen har gitt varierende respons i plantesamfunn (Gottfried et al. 2012; Pauli et al. 2012). For eksempel er kun få endringer i antall arter og artssammensetning av karplanter observert i fjellene Stortussen/Snøtind (2009 – 20016; Wehn et al. 2017) og Kaldfonna (2010 - 2007; Wehn og Karlsen 2018) og på Dovrefjell (2001 – 2008; Michelsen et al. 2011) og mens store konsekvenser av klimaendringer er observert i sørlige europeiske fjell (2001 - 2008; Pauli et al. 2012). For å predikere effekter av forventede klimaendringer, må detaljert kunnskap om endring i vekstsesong, fenologi og plantesamfunns utbredelse langs miljøgradienter utvikles.

## 1.2 Fjellvegetasjon og klimaendringer

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: snøleievegetasjon, lesidevegetasjon og rabbevegetasjon. Disse vegetasjonstypene blir definert under hovedtypene snøleie, fjellhei, leside og tundra, fjellgrashei og grastundra og rabbe i det nye 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*» og 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, har ikke 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 vekstsesongreduksjonen endres langs høydegrader 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. I forhold til andre økosystemer er tilstanden til det biologiske mangfoldet i alpine områder relativt gode (Framstad 2015), men de to alpine naturtypene Fjellhei, leside og tundra og Rabbe er vurdert som truede naturtyper (begge som nær truet; Artsdatabanken 2018). Det biologiske mangfoldet i fjellet er stadig under utvikling, og i de senere år i 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).

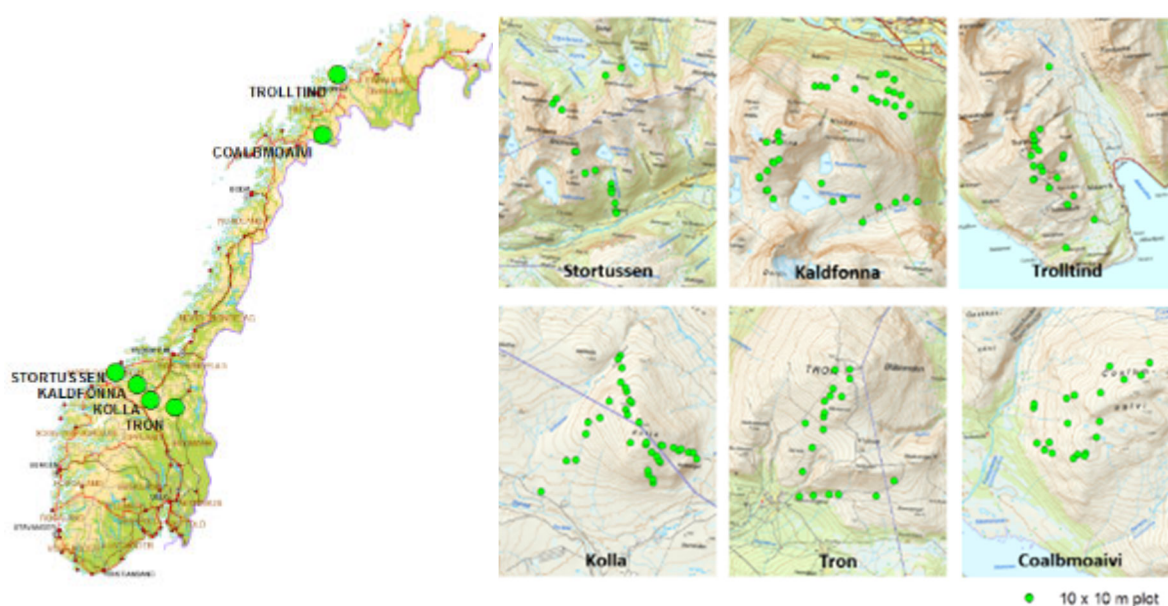
Klimaet varierer veldig i Norge, både romlig og temporært noe som gir uttrykk i en utskifting av arter langs klimatiske gradienter (Wehn et al. 2014). Klimaendringer har blitt dokumentert i norske fjellområder (f. eks. Isaksen et al. 2007; Syverhuset 2009), og det er estimert at disse vil akselerere i framtiden (Hanssen-Bauer 2005). Den generelle trenden i Norge er varmere, våtere klima med lengre vekstsesong (kortere snøperiode; Framstad & Pedersen 2015). Dette vil kan 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 (lyng, busk og trearter). Ett annet scenario er at vegetasjonsdekket tar skade og at arter forsvinner pga. 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 vegetasjonen overvåkes for gi data på reelle konsekvenser av klimaendringer.

### 1.3 Overvåkning – GLORIA Norge

GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environment; [www.gloria.ac.at](http://www.gloria.ac.at)) 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 påvist (Gottfried et al. 2012; Pauli et al. 2012). Gottfried et. al (2012) og Pauli et. al (2012) viste at kuldetolererende planter har blitt færre mens varmekrevende arter flere, og at arter hadde flyttet seg oppover i tidsperioden 2001 til 2008. Men analysene viste også store regionale forskjeller.

GLORIA-Norge er et prosjekt som overvåker fysiske faktorer og vegetasjon på lokal skala over regionale gradienter i relasjon til klimaendringer i Norge. GLORIA-Norge ønsker å videreføre metodikken i GLORIA til også å omfatte overvåkning langs både regionale og lokale økokliner i Norge. Ett overvåkningsprosjekt som GLORIA-Norge vil derfor bidra til økt kunnskap om effekter av klimaendringer.



Figur 1. Lokalisering av GLORIA Norge fjellene hvor fastflater (10 x 10 m plot) er etablert for å overvåke vegetasjon.

Vegetasjon i seks fjell har blitt kartlagt (Figur 1). I Midt-Norge er 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, Oppland fylke og Oppdal kommune, Trøndelag fylke) og Tron (Alvdal kommune, Hedmark fylke). I Nord-Norge er to fjellområder valgt ut, ett i innlandet og ett ved kysten; Trolltind (Skjervøy kommune, Troms fylke) og Coalbmoaivi (Bardu kommune, Troms fylke). I alle disse studieområdene er det nå gjennomført førstegangsundersøkelser av vegetasjon langs høyde, snø lengde og himmelretningsgradienter og reinventeringer vil skje med et omdrev på 7 år (Tabell 1). Naturgrunnet i Norge er variert. GLORIA-Norge har derfor registrert alle karplantearter og arter og/eller grupper av mose og lav i fastflater langs alle de ovenfor nevnte miljøgradientene. 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 snø lengde (Wehn et al. 2014; Wehn et al. 2016).

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

Fjell	1. registrering	1. reinventering	2. reinventering
Stortussen/Snøtind	2009	2016	2023
Kaldfonna	2010	2017	2024
Kolla	2011	2018	---
Tron	2012	2019	---
Trolltind	2013	2020	---
Coalbmoaivi	2014	2021	---

I tillegg til å overvåke vegetasjon (utbredelse av planter, lav og moser, artsrikdom av planter, vegetasjonssammensetning og struktur), overvåkes også vekstsesongparametere (fenologi), jordtemperatur og fuktighet.



## 2 Aktiviteter gjennomført i 2018

### 2.1 Reinventering av prøveflater for overvåking av vegetasjon i fjellskråninger på Kolla på Dovrefjell

Trettiseks 10 x 10 m fastflater og 32 1 x 1 m fastruter ble reinventert. Fastrutene var nøstet i åtte av fastflatene, dvs. at åtte fastflater inneholdt fire fastruter. Disse fire var lagt tilfeldig i et rutenett på 10 x 10 m i fastflatene. I fastflatene ble alle karplantearter og grupper av moser og lav registrert og kategorisert i fem klasser avhengig av deres utbredelse i flaten (abundanseklasser: 1: 1-5 individer; 2: 5-20 individer; 3: 20 individer – 1% dekning (=1 m<sup>2</sup>); 4: 1% - 25% dekning; 5: > 25% dekning). For alle artene og gruppene ble det for hver fastrute registrert prosentvis dekning i stedet for abundanseklasser. I alle fastrutene ble også struktur registrert basert på visuelle estimat på prosentvis dekning av: alle karplanter, alle moser, alt lav, dødt materiale, jord, stein og grus. Før analysene ble de to kategoriene grus og stein ble slått sammen. Registreringsenhetene i GLORIA-Norge er satt til to størrelser. Dette for å matche størrelsene på registreringsenhetene i designet definert i GLORIA (Global Research Initiative in Alpine Environments). Den best egnede størrelsen på en registreringsenhet er og blir stadig diskutert. Jo mindre en enhet er, jo mer sikkert (mindre personavhengig) er estimatet på mengde. Men, jo mer enheten dekker det ønskede miljøet (her rabben, lesiden eller snøleien den skal representere), jo mer representativ er registreringen. Registreringer av prosentvis dekning av arter, taksonomiske grupper (karplanter, moser, lav) og miljøvariabler (dødt materiale, jord, stein og grus) ble derfor gjort i små enheter (1 x 1 m) for å minske feilkilder som skyldes subjektiv tolkning av denne kontinuerlige variabelen. Artslister og registreringer av abundanse i fem klasser gir mindre rom for subjektiv fortolkning, derfor ble dette registrert i større enheter (10 x 10 m) for å fange mer av variasjonen innen hvert areal med de tre vegetasjonsklassene.

#### 2.1.1 Metoder – analyser av potensielle vegetasjonsendringer

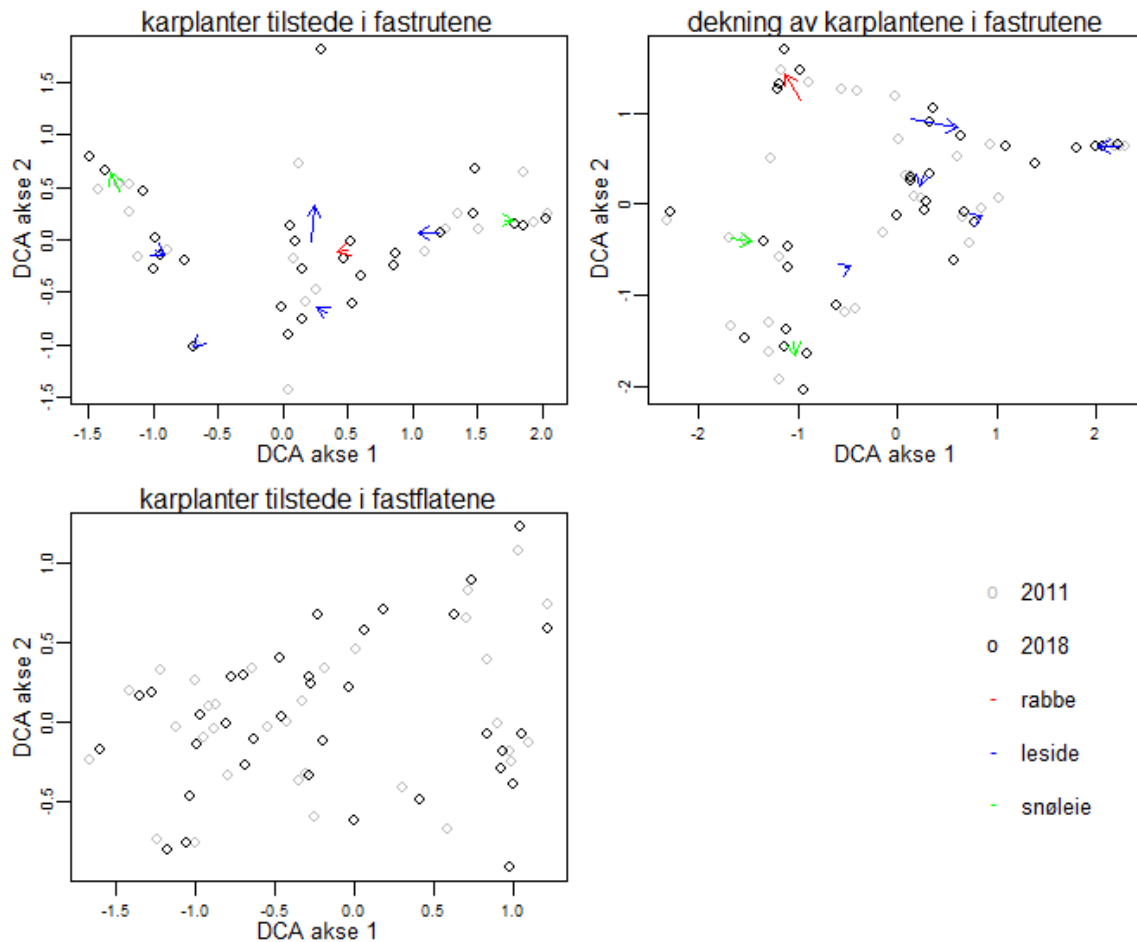
For å visualisere og teste utskifting av arter i fastrutene og flatene fra 2011 til 2018, gjennomførte vi ordinasjonsanalysen «detrended correspondence analysis» (DCA) og for å finne om artssammensetningen endret seg fra 2011 til 2018, gjennomførte vi ordinasjonsanalysen «partial canonical correspondence analysis» (pCCA) ved bruk av vegan pakken versjon 2.5-3 i R versjon 3.5.1. Vi testet artsutskifting basert på data på tilstede/ikke tilstede og prosent dekning av alle karplanter i fastrutene (1 x 1 meter) og tilstede/ikke tilstede av alle karplanter i fastflatene (10 x 10 meter). I modellene ble fastflatene inkludert som kovariabel og endringer testet ved bruk av permutasjonstester. I tillegg til å teste om artssammensetningen generelt endret seg mellom de to registreringsårene, testet vi også om endringene var forskjellig i forskjellige vegetasjonstyper, himmelretninger og langs høydegradienten ved å teste interaksjoner mellom disse variablene og år.

Vi testet om antall karplantearter endret seg i fastrutene og fastflatene fra 2011 til 2018. Dette ble gjennomført ved bruk av log likelihood-tester basert på modeller («mixed» lineære modeller med poisson fordeling) hvor fastflate var inkludert som en tilfeldig faktor (ved bruk av lme4 versjon 1.1-19 i R). For analysene av fastrutene, ble også fastrute inkludert som tilfeldig faktor. Om artsantallet endret seg forskjellig langs høyde-gradienten, mellom vegetasjonstyper og mellom nordlig og sørlig himmelretning ble testet ved å sammenligne modeller som inkluderte en interaksjonseffekt mellom år og hver av disse gradientene mot modeller som bare inkluderte de to forklaringsvariablene (ved bruk av Log likelihood-tester). Tilsvarende ble forskjeller i struktur (dekning av karplanter, moser, lav, dødt materiale, jord, stein og grus) mellom de to årene testet med å sammenligne modeller på tilsvarende måte som beskrevet over (funksjonen lmer i R).

## 2.1.2 Endringer i fastruter (1 x 1 meter)

### 2.1.2.1 Artssammensetning

Artssammensetningen i fastrutene viste ingen signifikante endringer i løpet av årene mellom 2011 og 2018 (Basert på tilstede / ikke tilstede data:  $p = 0,972$ ; Basert dekningsdata:  $p = 0,989$ ), heller ikke når potensielle endringer langs gradientene ble undersøkt (Basert på tilstede / ikke tilstede data:  $p_{\text{høyde}} = 1$ ;  $p_{\text{snøengde}} = 0,999$  (Figur 2: karplanter tilstede i fastrutene);  $p_{\text{himmelretning}} = 0,997$ . Basert dekningsdata:  $p_{\text{høyde}} = 0,999$ ;  $p_{\text{snøengde}} = 0,990$  (Figur 2: dekning av karplantene i fastrutene);  $p_{\text{himmelretning}} = 1$ ).



Figur 2. Artstutskifting fra 2011 (grå ring) til 2018 (svart ring). Figurene viser verdiene for hver enkelt registreringsenhet langs første og andre DCA akse etter ordinasjonsanalyser. Pilene viser forskjellene mellom de to årene i rabber, lesider og snøleier basert på gjennomsnittet av verdiene for hver fastflate. DCA aksene representerer miljøgradienter, og verdien for en registreringsenhet representerer artssammensetningen dette miljøet representerer. Om forskjellen på verdiene for to registreringsenheter langs en av aksene er større enn 4, tilsier dette at ingen arter er felles for disse to enhetene.

### 2.1.2.2 Antall karplanter

Antall karplanter i 1 x 1 meter rutene var ikke signifikant forskjellig mellom de to registreringsårene ( $p = 0,303$ ). Datamaterialet viste heller ikke at det var signifikant forskjeller i antall arter per rute langs høydegradienten ( $p = 0,746$ ), mellom rabbe, leside og snøleier ( $p = 0,953$ ), eller mellom nord, sør, øst

eller vest-hellingene ( $p = 0,988$ ). Trenden kan likevel være at det blir noe færre arter (Figur 3, 4, 5, 6, 10).

### 2.1.2.3 Struktur

Analysene viste at dekning av karplanter i fastrutene hadde økt ( $p = 0,009$ ; Figur 3). Datamaterialet viste videre at endringen i dekning av karplanter var konstant langs snølengdegradienten ( $p = 0,172$ ; Figur 5), høydegradienten ( $p = 0,103$ ; Figur 4) og mellom himmelretningene ( $p = 0,061$ ; Figur 6). Den grafiske fremstillingen antyder at karplantedekket har endret seg noe mer i de høyereliggende fastflatene enn i de som var lokalisert i den nedre del av høydegradienten (Figur 4) og at endringene i fastrutene i snøleie var mindre enn i fastrutene i rabbe og leside (Figur 5).

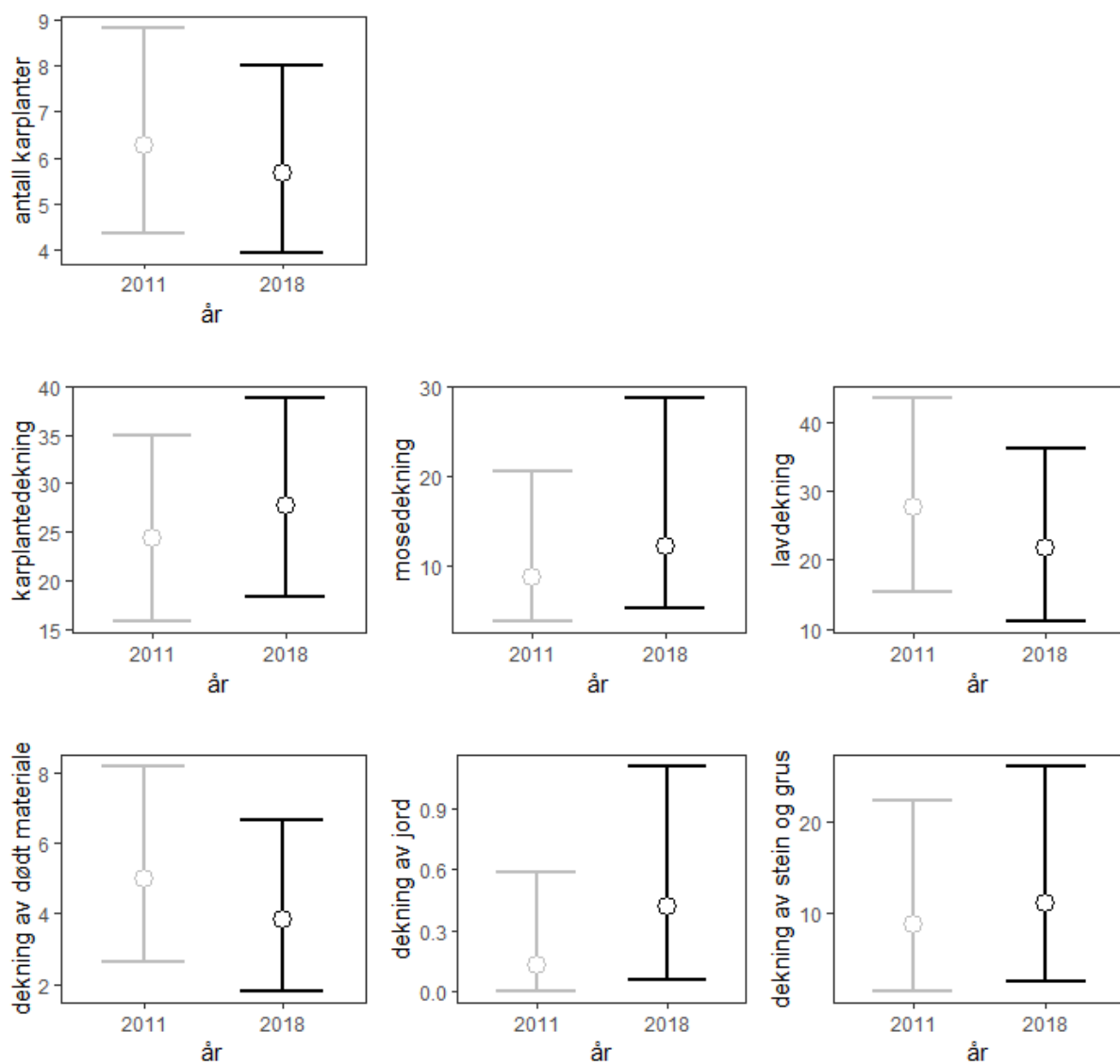
I følge analyseresultatene hadde ikke dekning av moser i fastrutene endret seg signifikant fra 2011 til 2018 ( $p = 0,149$ ), selv om den grafiske framstillinga indikerer en noe økning i forhold til sju år tidligere (Figur 3). Analysene viste derimot en variasjon av denne endringen langs høydegradienten ( $p = 0,033$ ; Figur 4), men ikke mellom himmelretningene ( $p = 0,279$ ) eller langs snølengdegradienten ( $p = 0,794$ ). Den grafiske sammenligningen av dataene antyder derimot i motsatt til ved dekning karplanter, at dekning moser hadde økt kun i snøleiene. En grafisk fremstilling av sammenhengen mellom dekning mose og høydegradienten antyder at maksimalt omfang av moser har forskjøvet seg noe oppover da mosedekket har økt i fastrutene på 1529 moh (Figur 10).

Dekning av lav viste forskjeller mellom de to åra ( $p = 0,003$ ). I 2018 var dekket mindre dominert av lav enn sju år siden (Figur 3). Analysene antydte at endringene var like langs høydegradienten ( $p = 0,170$ ; Figur 4), langs snølengdegradienten ( $p = 0,252$ ; Figur 5) og i de to himmelretningene ( $p = 0,094$ ; Figur 6). Men, den grafiske sammenligningen antyder et mindre dekke av lav i rabbe og leside, der hvor karplantedekket hadde økt.

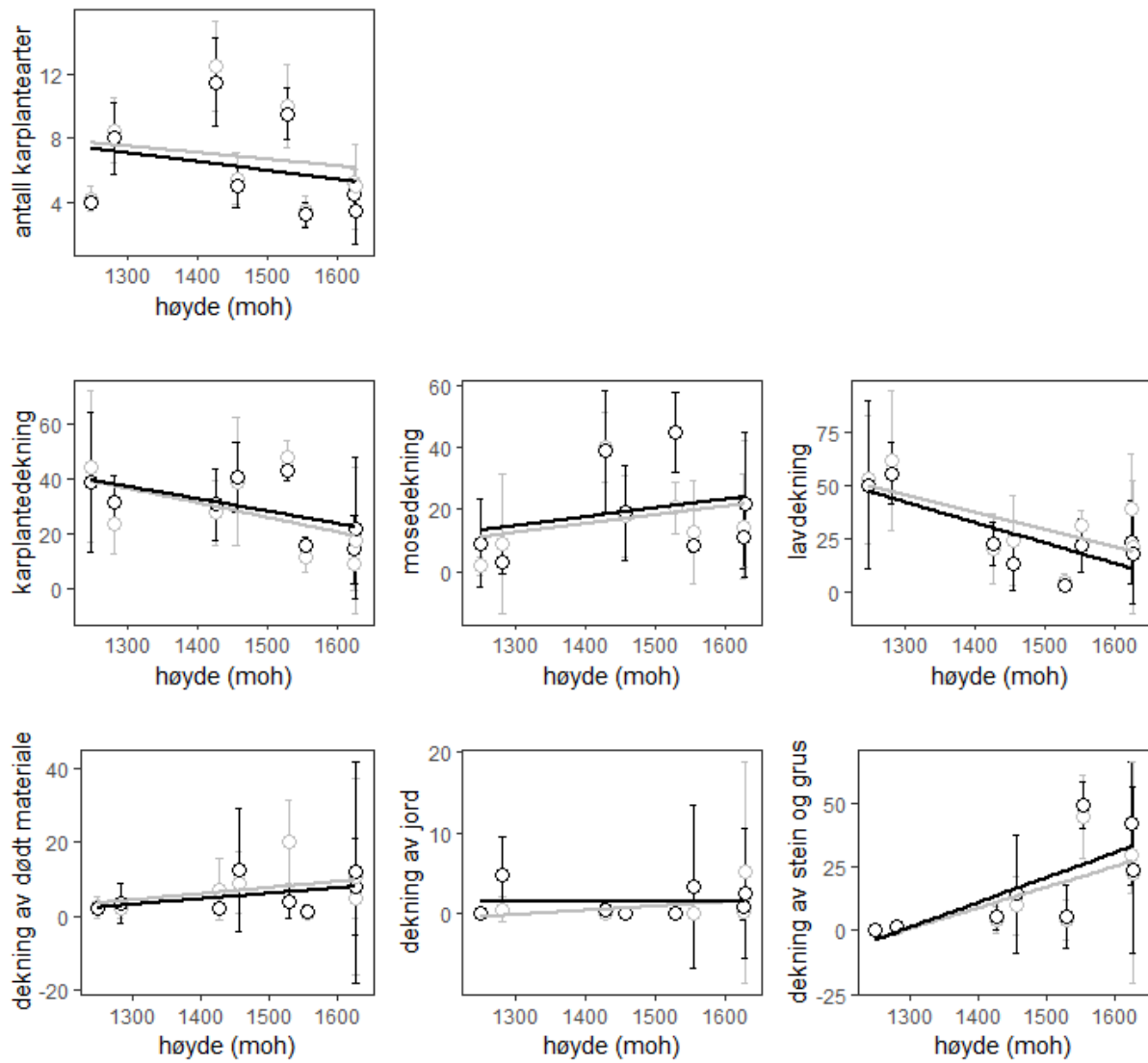
Analysene viste at i 2018 var dekket av dødt materiale likt sammenlignet med i 2011 ( $p = 0,229$ ; figur 3) og at dette var konstant langs høydegradienten ( $p = 0,909$ ), snølengdegradienten ( $p = 0,220$ ) og i himmelretningene ( $p = 0,310$ ). De grafiske sammenligningene antyder derimot noen endringer (Figur 4, 5, 6), spesielt i en snøleie (Figur 7). Vi tolker det dithen at der man i 2018 registrerte mose, registrerte man i 2011 dødt materiale.

Dekning av bar jord var den samme i 2011 og 2018 ( $p = 0,113$ ; Figur 3). Analysene tilsa ingen variasjon langs høydegradienten ( $p = 0,064$ ), snølengdegradienten ( $p = 0,297$ ) eller mellom himmelretningene ( $p = 0,431$ ). Basert på den grafiske framstillingen, kan det virke som om at noen endringer hadde skjedd i de fire fastrutene i rabbe der det hadde blitt noe mere bar jord på bekostning av lav (Figur 5).

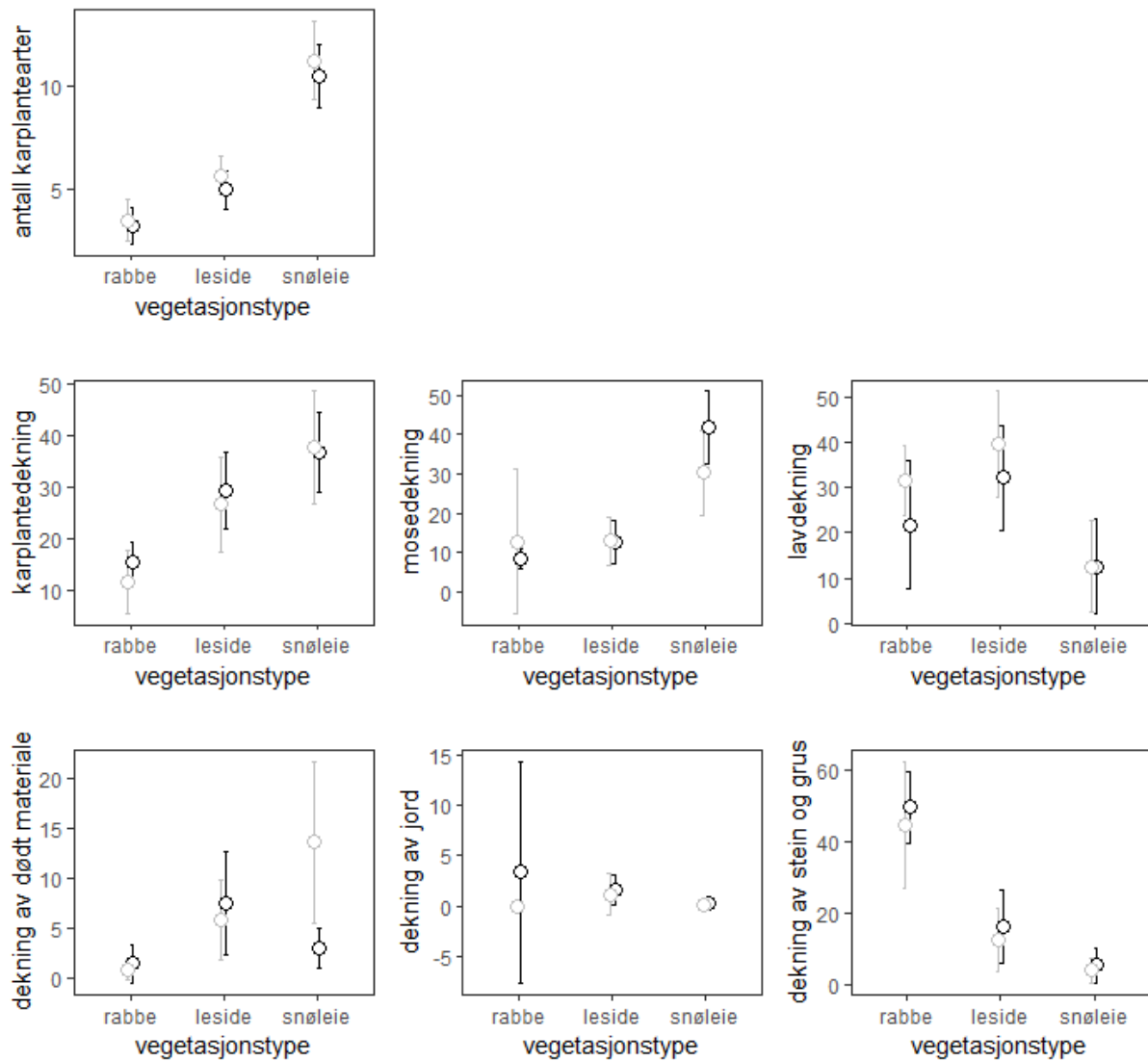
Analysene viste videre at dekning av grus og stein var noe større i 2018 sammenlignet med i 2011 ( $p = 0,008$ ; Figur 3) og at dette var konstant langs høydegradienten ( $p = 0,216$ ; Figur 4), langs snølengdegradienten ( $p = 0,945$ ; Figur 5) og mellom himmelretningene ( $p = 0,271$ ; Figur 6).



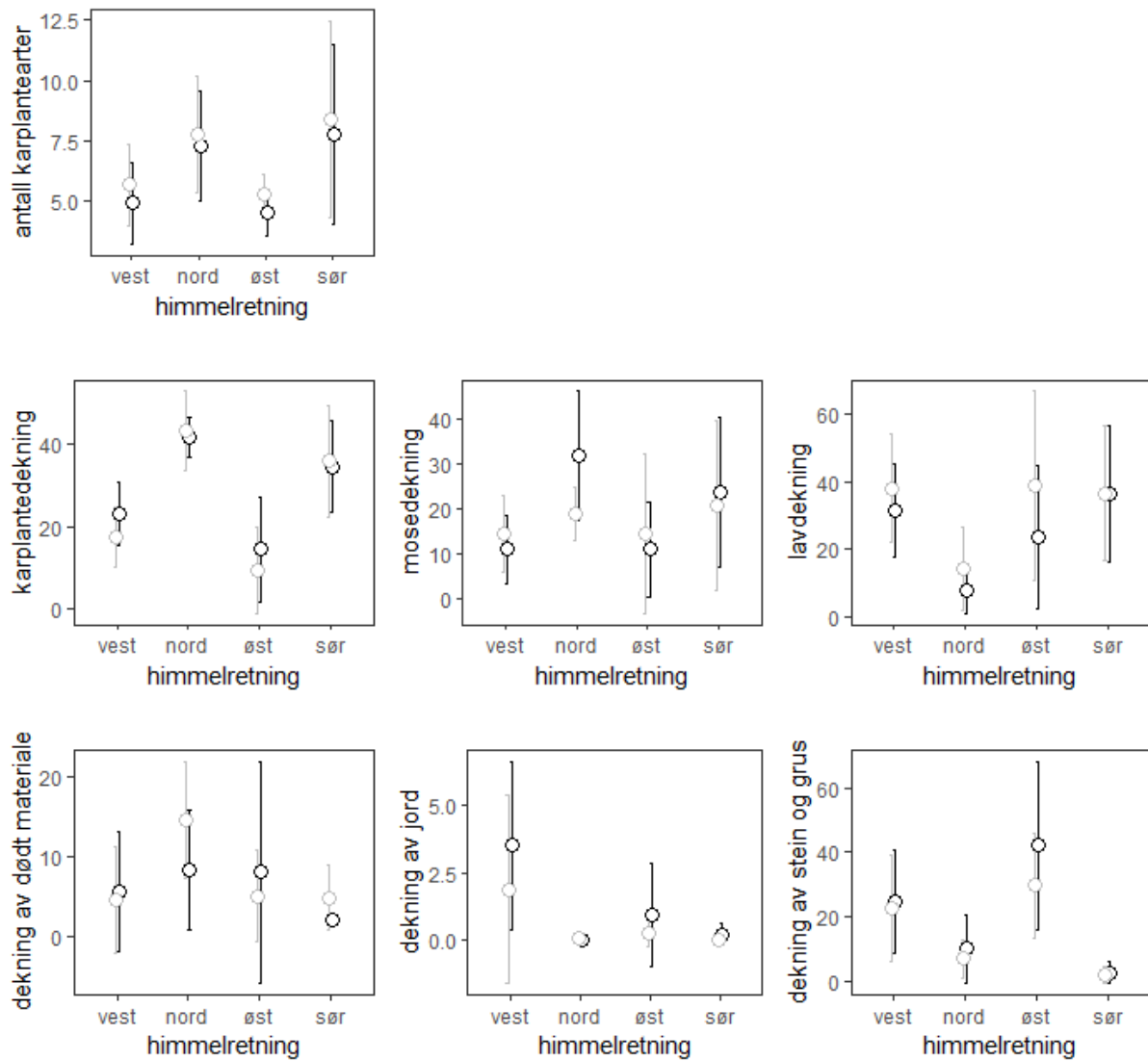
Figur 3. Forskjeller i artsriktighet og struktur i 1 x 1 m fastruter i fjellet Kolla fra år 2011 til år 2018. Figuren viser estimert gjennomsnitt og konfidensintervall. De statistiske analysene viste signifikante endringer for dekning av moser, lav og bar jord.



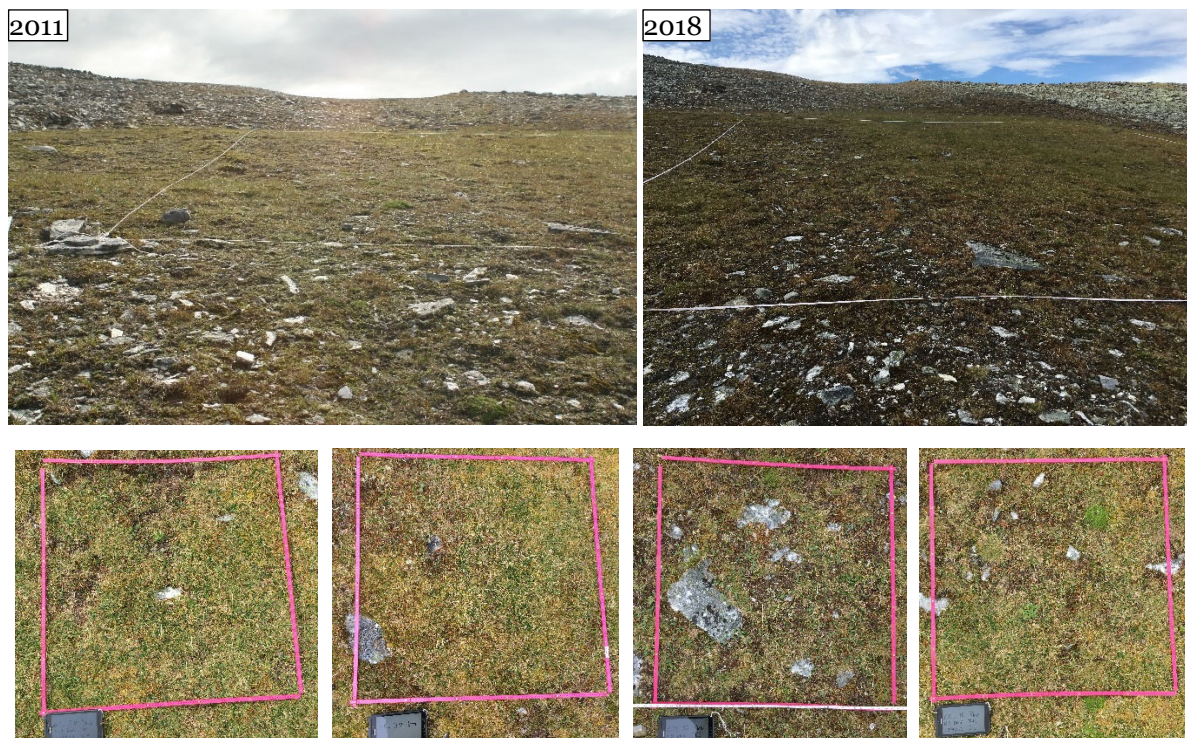
Figur 4. Gjennomsnitt og konfidensintervall for artsriktom og struktur i 1 x 1 m fastruter langs høydegradienten i fjellet Kolla fra år 2011 til år 2018.



Figur 5. Gjennomsnitt og konfidensintervall for artsriktom og struktur i 1 x 1 m fastruter i snøleie, lesider og rabber i fjellet Kolla fra år 2011 til år 2018.



Figur 6. Gjennomsnitt og konfidensintervall for artsrikdom og struktur i 1 x 1 m fastruter i nordlig og sørlig himmelretning i fjellet Kolla fra år 2011 til år 2018.



Figur 7. I fastrutene i denne lokaliteten i fjellet Kolla, hadde mosedekket økt. Samtidig hadde også dekning av musøre økt (Dessverre fins ikke noen nærbilder av fastrutene fra 2011).

## 2.1.3 Endringer i fastflater (10 x 10 meter)

### 2.1.3.1 Artssammensetning

Den statistiske analysen viste ikke at det generelt var noen utskifting av arter fra 2011 til 2018 i fastflatene i Kolla når vi analyserte dataene basert på tilstede/ikke tilstede registreringer ( $p = 0,075$ ; Figur 2). Men, resultatene fra CCA antyder at i noen av vegetasjonstypene var det endringer ( $p = 0,049$ ), men hvor langs høydegradienten fastflatene var lokalisert betød ingenting ( $p = 0,316$ ) heller ikke i hvilken himmelretning himmelretningene ( $p = 0,100$ ).

En av de flatene hvor vi registrerte flest endringer i, var flate 3 som var lokalisert i snøleie (Figur 8). Her ble blokkebær, blåbær, fjell-lusegras, rypebunke og sauesvingel registrert i 2011 men ikke i 2018 og dvergmjølke, engsyre, fjellrapp, fjellsvever, fjelltimotei, fjelløyentrøst, føyblom, grusstarr, setergråurt og stjernesildre registrert i 2018 men ikke i 2011. Av disse var alle kategorisert som mindre dominante (mindre enn 1% utbredelse i flata), men noen var registrert med opptil 20 rameter (individer) i flata (dvergmjølke, fjelltimotei, fjelløyentrøst). En artssammensetning er dynamisk selv uten endringer i miljø (naturlig variasjon). Noen arter kan man kun i korte perioder i en sesong observere, andre arter (spesielt de med langdistansespredning) kan lett etablere individ i tilgjengelige flekker i fjellet. Derfor kan endringene i denne ene snøleien være vel så mye grunnet tilfeldigheter som av en generell endring i klima.

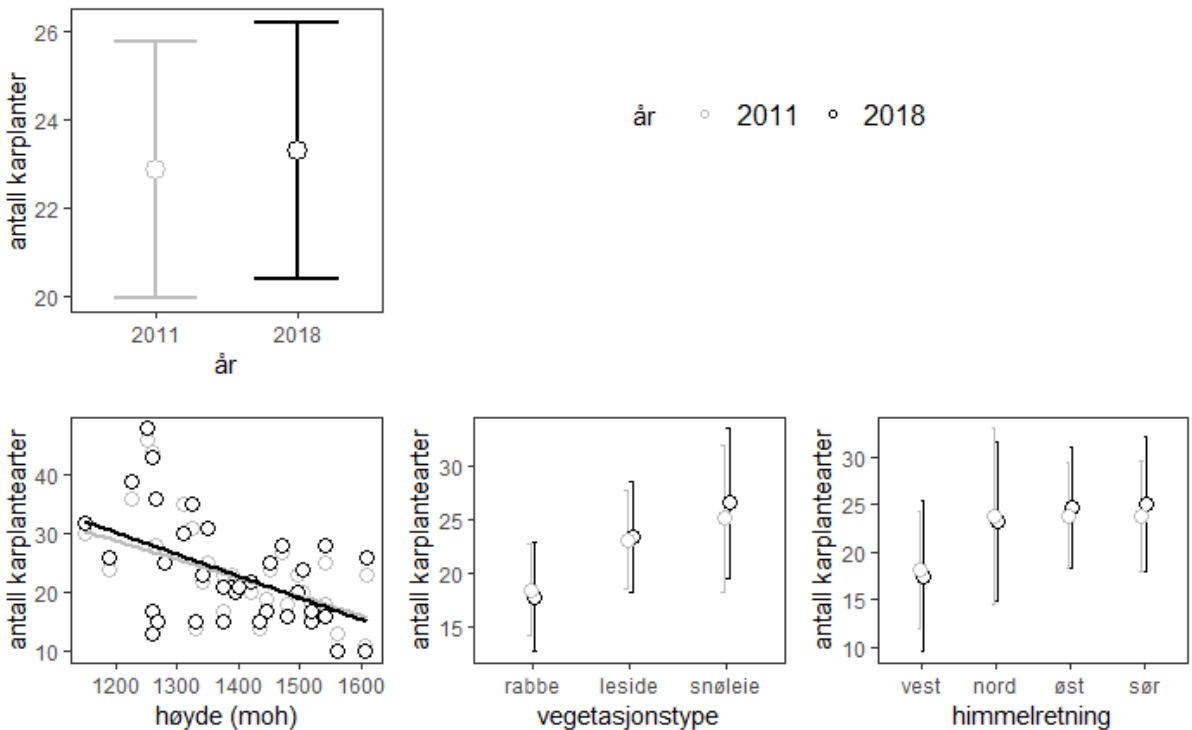




Figur 8. I denne fastflaten i Kolla hadde fem karplanter registrert i 2011 forsvunnet i 2018, mens ti karplante-arter ble registrert i 2018 men ikke i 2011.

2.1.3.2 Antall karplanter

Som ved analysene av registreringen i fastrutene, fant vi heller ikke at antall karplanter var endret i fastflatene fra 2010 til 2017 ( $p = 0,345$ ; Figur 9). Datamaterialet viste ingen signifikante forskjeller i endringer fra 2010 til 2017 i antall arter per flate langs høydegradienten ( $p = 0,145$ ), mellom de tre alpine vegetasjonstypene ( $p = 0,294$ ) eller de fire himmelretningene ( $p = 0,312$ ; Figur 9).

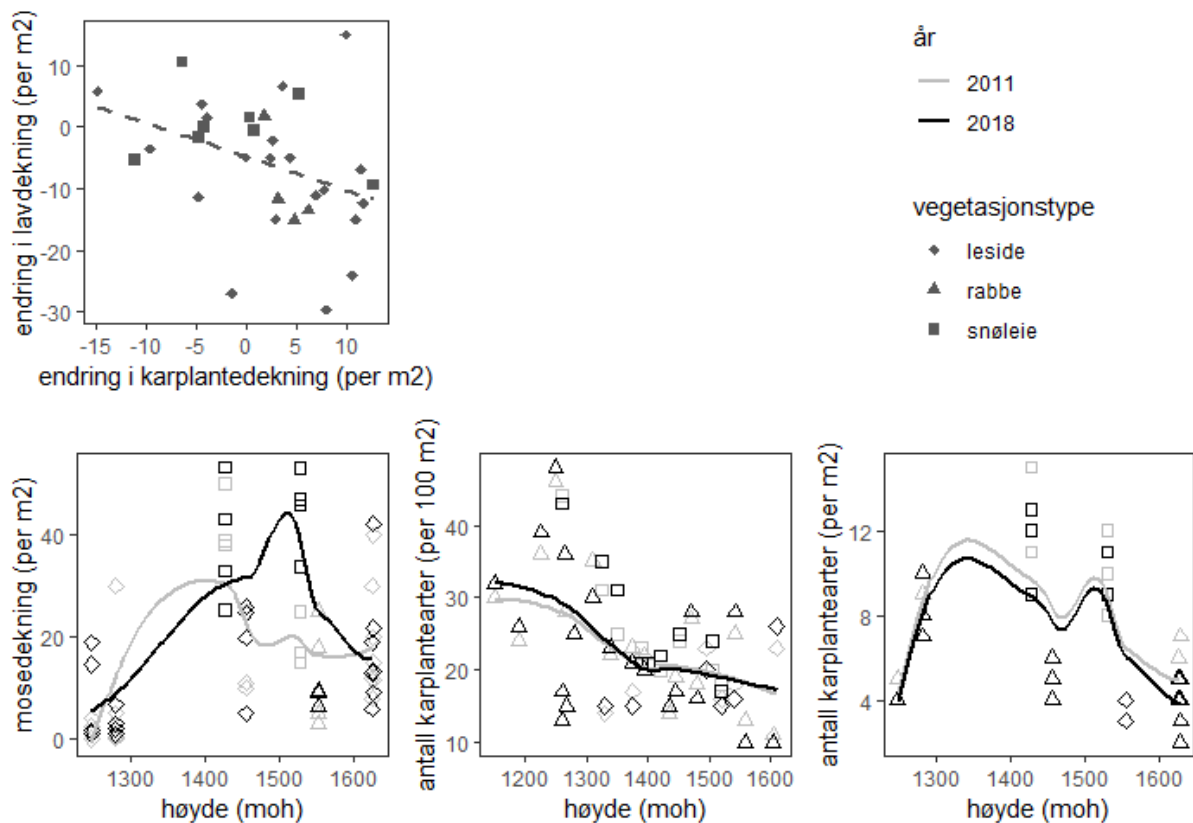


Figur 9. Forskjeller i artsrikdom i 10 x 10 m fastflater i fjellet Kolla fra år 2011 til år 2018. Figurene viser estimert gjennomsnitt og konfidensintervall for hvert år, langs høydegradienten og mellom fire vegetasjonstyper og to himmelretninger i fjellet Kolla fra år 2011 til år 2018.

### 2.1.4 Oppsummering; endringer i vegetasjon

Ved å summere resultatene fra fastrutene, ser vi at det ikke er noen signifikant endringer i antall karplantearter og artssammensetning fra 2011 til 2018. Men, ofte var det slik at der dekning av karplanter hadde gått opp hadde dekning av lav gått ned (Figur 10; Pearson korrelasjonskoeffisient =  $-0,37$ ,  $p = 0,036$ ). Samtidig hadde den maksimale dekningen av mose krøpet noe oppover (se Figur 10).

Heller ikke for fastflatene fant vi signifikante generelle endringer i antall karplantearter og artssammensetning fra 2011 til 2018, men det kan tyde på at i de lavereliggende arealene og i snøleiene i fjellet Kolla har antall arter per 100 m<sup>2</sup> økt fra år 2011 til år 2018. Dette gjenspeiles derimot ikke i datamaterialet fra 1 m<sup>2</sup> fastruter (Figur 10).

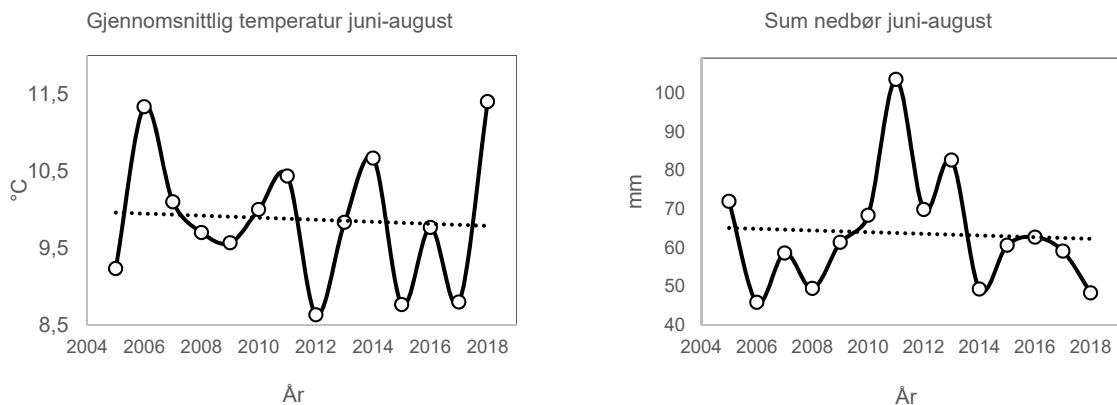


Figur 10. Den lineære sammenhengen mellom endring i dekning av lav og endring i dekning av karplanter, glidende gjennomsnitt av dekning mose og antall karplantearter per m<sup>2</sup> og per 100 m<sup>2</sup> langs høydegradienten i de to registreringsårene 2011 og 2018 i fjellet Kolla.

## 2.1.5 Mulige påvirkningsfaktorer

### 2.1.5.1 Klimaendringer i regionen?

Data fra nærmeste klimastasjon (16610 Fokstugu) viser at gjennomsnittlig temperatur og total nedbørmengde for juni, juli og august varierte noe mellom åra før de to registreringene (i 2011 og 2018; Figur 11). Tallene antyder kjøligere somre med og større temperaturforskjeller i årene før 2011, i forhold til i årene før 2011. Gjennomsnittlig temperatur i sommermånedene (juni til august) i årene fra 2006 til 2010 var 10,14 °C, mens den var 9,57 °C i sommermånedene i årene fra 2013 til 2017. Standardavviket mellom gjennomsnittsverdiene i de fem årene før den første registreringen var 0,70 °C, mens standardavviket mellom gjennomsnittsverdiene i de fem årene før den siste registreringen var 0,80 °C. Det var noe mer nedbør i årene før den siste registreringen sammenlignet med i årene før den første registreringen. Sum nedbør i sommermånedene i årene 2006-2010 var i gjennomsnitt 170,2 mm, mens det var 188,6 mm for 2013-2017. Standardavviket mellom total nedbørmengde i sommermånedene før første registrering var 27,3 mm, mens i de fem årene før den siste registreringen var 36,6 mm.



**Figur 11** Middelverdier for temperatur og sum nedbørmengder fra værstasjonen 16610 Fokstugu for sommermånedene juni til august i fra årene 2005-2018.

Det kan kort nevnes at sommeren 2018 ble forholdsvis varm og tørr, der gjennomsnittlig temperatur for juni, juli og august var 11,4 °C og sum nedbør juni, juli og august 144 mm. Særlig juni og juli fremstod særdeles tørr, men på tross av dette ble det ikke observert tegn til tørkeskader på vegetasjonen under feltregistreringene i august.

Selv om klima svinger har likevel ikke dette ikke gitt store vegetasjonsendringer i Kolla (se resultatene i avsnittene over); vegetasjonen i Kolla takler de små klimaendringer som har vært.

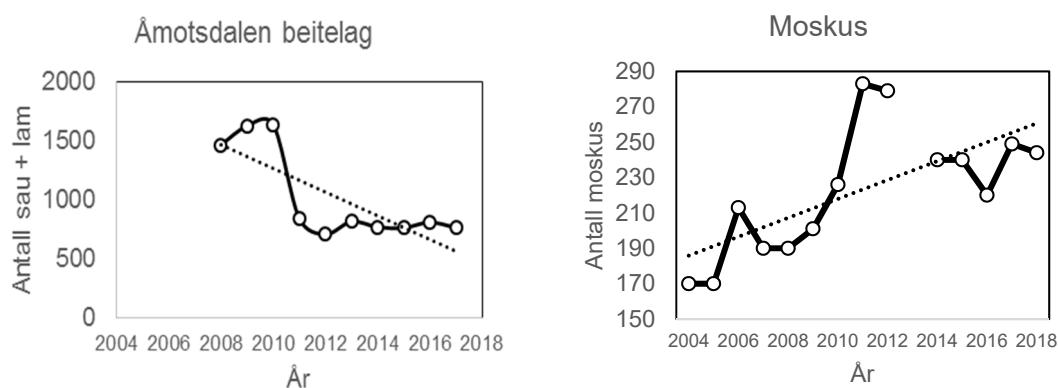
### 2.1.5.2 Endring i beitetrykk?

Beite påvirker vegetasjonsstruktur og artssammensetning også i GLORIA-Norge fjellene. Denne rapporten omhandler endringer på svært lokal skala (i fastrutene (1 m<sup>2</sup>) og fastflatene (100 m<sup>2</sup>)). Vi har dessverre ikke data på beitetrykk på tilsvarende skala, derfor har vi ikke kunnet gjøre noen statistiske analyser på denne påvirkningen, men fra beitelagsdata vet vi hvor mange husdyr som beiter i fjellet. Når vi etter at alle fjell er reinventert, kan vi gjøre en oppsummering og analyse av generelle endringer i Norske fjell basert på data fra alle GLORIA-Norge fjellene. I denne analysen kan vi gjøre en evaluering på om endret beitetrykk fra husdyr har gitt forskjellige responser i vegetasjonen og om det er noen interaksjonseffekter mellom beitetrykk og klima.

Åmotsdalen beitelag disponer totalt et areal på 321 km<sup>2</sup>, hvor grensen går tvers over Kolla. Østlige del av fjellet er innenfor beiteområdet, mens vestlige del ligger utenfor. Beitetrykket er forholdsvis lavt

med totalt 763 sau og lam på beite (Figur 12), noe som gir kun 3 sau per km<sup>2</sup>. Antall Sau + lam på beite har en markant endring med halvering i antall beitedyr fra rundt 1600 per år fram til 2011, til 800 dyr fra og med 2011 (Figur 12). Sau ble for øvrig observert også utenfor beiteområdet vest for Kolla. Inntrykket fra felt tyder på at sauene holder seg i lavereliggende områder rundt Kolla, mens spredte forekomster med moskus ble observert regelmessig på selve fjellet Kolla. Antall moskus har vært større før siste registrering enn før første registrering (Figur 12; data fra Miljødirektoratet).

Snøhetta-området er også beitepåvirket fra villreinstammen på Dovrefjell. Det tidligere skytefeltet og området rundt Kolla er mest brukt av villrein gjennom ettersommeren (fra juli- august) og store deler av vinteren. På senvinter - forsommer brukes disse områdene i mindre grad av reinen i dag. GPS-data viser at områdene mellom Snøheimvegen og Stropsljødalen er viktige for reinen. Dette er særlig framtrepende gjennom vinteren (Jordhøy et al. 2012).



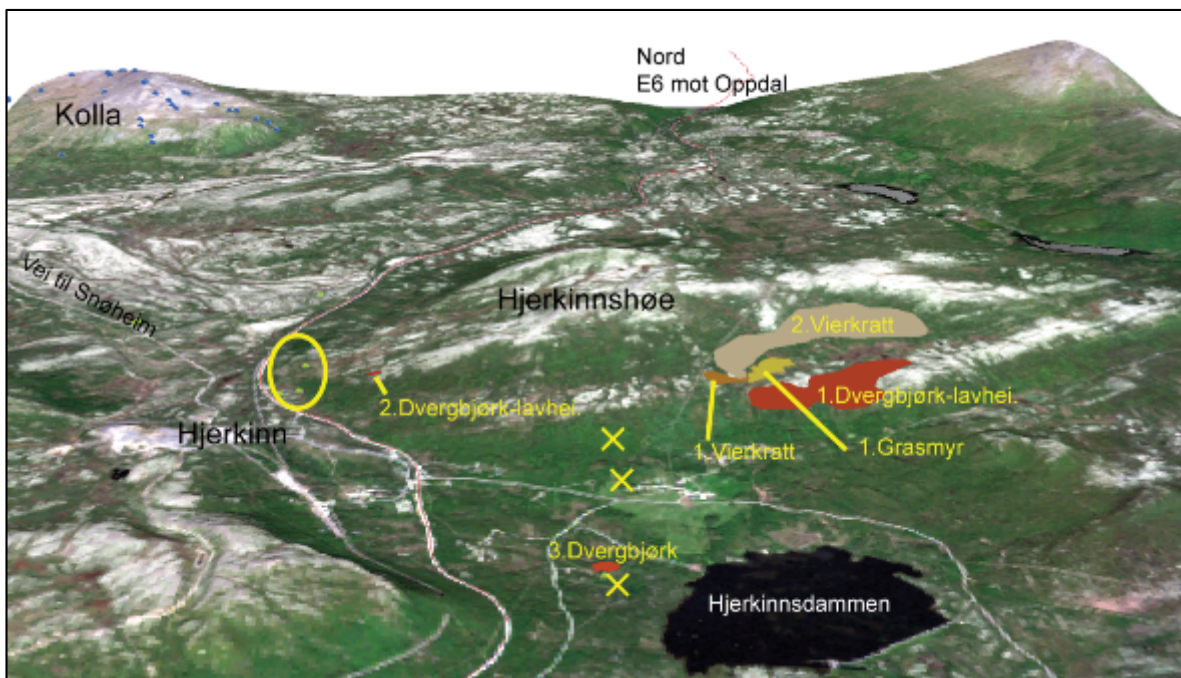
**Figur 12. Antall sau og lam slept på beite i Åmotsdalen beitelag i årene 2013 – 2017, der Kolla inngår i beiteområdet og antall Moskus på Dovrefjell (før kalving).**

### 2.1.5.3 Ekstreme hendelser?

Andre mulige påvirkningsfaktorer er mer ekstreme hendelser (Bjerke et al. 2014, 2017). Spesielt i 2016 var det omfattende utbrudd av lauvmakk (trolig mest fjellbjørkemåler) i Dovrefjell-området, og da larvene kan blåse langt opp i det lavalpine området kan de også utradere bladene på dvergbjørka, og sterkt påvirke bunnvegetasjonen, spesielt skrubber, blåbær og krekling over større områder (Karlsen et al. 2013). Målerne legger egg i bjørkeknopper på høsten og målerutbrudd om våren er spesielt varmt idet bjørkebladene spirer vil dette øke sjansen for optimal klekking av målerlarvene. Et utbrudd ble observert i felt ved flere av fenologi observasjonsstedene på Hjerkinshøe, Dovrefjell, i 2016 og dels i 2017, men er ikke observert direkte i noen fastflater eller fastruter. Satellittovervåking av insektutbrudd er mulig (Jepsen et al. 2009), men en bør da ha bedre feltvalideringsdata. Smågnagere som ved lemenår kan sterkt påvirke vegetasjonen og endringene kan til og med ses på grovoppløselige satellittdata (Olafsson et al. 2012), men i GLORIA-Norge er det dessverre ikke innhentet kvantitative data for å dokumentere dette, men lokalavisen skrev vinteren 2011 om store mengder lemen i Sunndalsfjellene (Nordvik 2011), uten at vi direkte kan relatere endringene i rutene til påvirkning fra smågnagere. Videre er det kjent at ekstreme klimahendelser, spesielt varmeperioder om vinteren med påfølgende frost sterkt påvirker vegetasjonen, og at dette fenomenet er økende (Vikhamar-Schuler et al. 2016). Ved alle GLORIA-Norge rutene blir det nå målt temperatur og en nærmere analyse av denne data vil avdekke eventuelle påvirkninger på artssammensetningen, men dette er foreløpig ikke gjort.

## 2.2 Overvåkning av vekstsesongen (fenologi)

I GLORIA-Norge overvåkes vekstsesongen med satellittdata. Metode for å prosessere satellittdata og satellittbaserte resultater er beskrevet i tidligere rapporter. For å overvåke vekstsesongen med satellittdata er en helt avhengig av felldata for å validere/kalibrere satellittbildene. Sommeren 2011 ble det etablert et observasjonsområde for overvåkning av vekstsesongen (fenologi) ved Hjerkinns skytefelt, Dovrefjell (Figur 13). I dette feltet lå fem av åtte observasjonspunkter innenfor Hjerkinns skytefelt. Statens naturoppsyn sto for ukentlige observasjoner hele vekstsesongen 2012, og noen observasjoner høsten 2011. Dette er grundig beskrevet i Gloria rapport fra 2012 (Karlsen et al. 2012). Fra sesongen 2013 av ble det forbudt å bruke personbil innen Hjerkinns skytefelt, og vi gikk over til å bruke fenologikamera (viltkamera, automatiske time-laps kamera; Figur 14) for innsamling av felldata fra området utenfor skytefeltet på Dovrefjell, og noe på Sunndalsfjella. For 2018 sesongen ble det kun jobbet med innsamling av fenologisk felldata, ikke med satellittdata.



**Figur 13.** Oversikt over fenologiobservasjoner ved Hjerkinns skytefelt, i tillegg observeres det noe i på Sunndalsfjella. I bakgrunnen er et Sentinel-2 satellittbilde hvor hvit indikerer lavheier og grønn-nyanser mest dvergbjørk eller bjørk. De fargelagte polygonene viser omriss av overvåkede vegetasjonstyper, hvor fenologikamera er plassert i representativ del av vegetasjonstypen, se tekst. Gule kryss indikerer hvor bjørk kommer med i bildet til fenologikameraene. Gul ellipse viser hvor det ble observert fenologi i 2004-2006 (av Simen Bretten), i 2012 av Statens naturoppsyn, og med fenologikamera i 2013 til 2016. På bildet ses også veien til Snøheim, hvor Statens naturoppsyn observerte fenologi nær veien i 2012. Oppe til venstre ses Kolla hvor vegetasjonsanalysene og temperaturmålinger i GLORIA-Norge gjøres.

I forrige rapport (Wehn & Karlsen 2018) ble det gitt en utfyllende beskrivelse av de områdene og vegetasjonstypene som blir overvåket og hvordan de vil bli oppskalert med satellittdata. Det ble også gitt en mer utfyllende beskrivelse av den semi-automatiske metoden for å observere fenofaser fra time-laps kameraene. Fra kameraovervåkingen identifiseres tre fenofaser på våren og tre på høsten: 1) start på stigningen av kurven, da dette samsvarer med knoppsprett på treaktige planter (dvergbjørk, bjørk og vier), og tilsynkomst av første grønne del av blad på graminider. 2) 30% av maksimum verdi samsvarer med 30% grønt som er løvsprett-bladene begynner å folde seg ut på treaktige planter (justert ned fra 50% som ble brukt i forrige rapport), 3) 90% av maksimum – litt før kurven flater ut, tilsvarende helt grønt og fult utviklede blad på treaktige planter, 4) nedgang på ca 10% av maksimum -

når kurven begynner å gå ned, tilsvarer ca 10% gule blader på treaktige arter –begynnende gulning, 5) 50% nedgang, tilsvarer ca 50% gule blader, og 6) 10% av maksimumsverdi tilsvarer mer en 90% gule blader/bladfall.

For 2018 sesongen ble seks områder på Dovrefjell og tre på Sunndalsfjella overvåket, med til sammen 15 kamera. Omtrent samme opplegg som i tidligere år. Tre av de til sammen ni overvåkede områder er dvergbjørk-lavhei. Denne vegetasjonstypen er dominerende både på Sunndalsfjella og Dovrefjell. I tillegg overvåkes ei mer homogen dvergbjørkhei, og fenologidata for denne ble presentert i forrige rapport (Wehn & Karlsen 2018). Her gir vi en presentasjon av fenologidata for dvergbjørk for de tre dvergbjørk-lavheiene, to på Dovrefjell og en på Sunndalsfjella (Tabell 2, 3 og 4).

De to områdene på Dovrefjell presenter her (Tabell 2 og 3) viser at det var svært tidlig start på vårfenofasene. Begge områdene hadde omkring en måned tidligere start på sesongen i 2018 sammenlignet med 2015, mens årene 2016 og 2017 var noe midt imellom. Også Sundalsfjella hadde veldig tidlig start i 2018 (Tabell 4). Det var noe feil med kameraet som overvåket dvergbjørk-lavheia på Sunndalsfjella i 2015, men observasjon i felt indikerer at det året ikke var fullt så sent sammenlignet med Dovrefjell. Sammenligner vi de to områdene på Dovrefjell så indikerer resultatene at det lavereliggende vestvendte området har omkring 3 til 7 dager tidligere start på vårfenofasene. Det høyestliggende området på Dovrefjell (1115-1130 moh) har omtrent lik start på vekstsesongen, som området på Sundallsfjella (860 moh,), men med noen unntak noen år/fenofaser.

Før høstfenofaser for de to Dovrefjell lokalitetene så viser det omkring to ukers forskjell mellom tidligste og seneste år, mot omkring en måned for vårfenofasene (Tabell 2 og 3). For Sunndalsfjella så var det ekstremt tidlig start på høstfarger år 2018, allerede 14. juli, men det skyldes trolig tørke det året. Både Dovrefjell og Sunndalsfjella viser forholdsvis lite variasjon i dato alle år for fenofasen mer enn 90% høstfarger (mellom 10 og 20. september), men unntak av Sunndalsfjella i 2014 (4.september).



**Figur 14.** Eksempel på et av kameraene som brukes, i dette tilfelle modell Cuddeback E2, 20mp. De fleste kamera er plassert på fotostav, men dette er festet på bjørk og overvåker dvergbjørk-lavhei på avstand for automatisk deteksjon av fenofaser. I tillegg er det et kamera som observerer nært for visuell bestemmelse av fenofaser. Kameraet er innen Torbudalen biotopverneområdet, men det er hentet inn tillatelse fra Dovrefjell nasjonalparkstyre/fylkesmannen. Og alle kamera er merket med formål, adresse og tillatelses referanse (QR kode). Fram til 2019 stod Norut for overvåkingen, men i april 2019 ble Norut innfusjonert med NORCE Norwegian Research Centre, og ny tillatelse er søkt.

**Tabell 2. Fenofaser på dvergbjørk fra dvergbjøkk-lavhei på Hjerkinnsjø, Dovrefjell (1. Dvergbjøkk-lavhei på Figur 13). Overvåket område er innen 1115-1130 moh. Bladene på dvergbjørka ble stedvis innenfor feltet kraftig angrep av liten fjellbjørkemåler sommeren 2016, men deler av dvergbjørka overlevde slik at overvåkingen kunne fortsette på samme lokalitet.**

	<10% grønt	30% grønt	>90% grønt	<10% gult	50% gult	>90% gult	Snødekt
<b>2014</b>				29. aug.	7. sep.	16. sep.	
<b>2015</b>	27. jun.	30. jun.	9. jul.	30. aug.	18. sep.		
<b>2016</b>	5. jun.	18. jun.	28. jun.	1. sep.	8. sep.	15. sep.	
<b>2017</b>	8. jun.	15. jun.	26. jun.	22. aug.	1. sep.	10. sep.	20. sep.
<b>2018</b>	22. mai.	26. mai.	30. mai.	21. aug.	2. sep.	18. sep.	

**Tabell 3. Fenofaser på dvergbjørk fra dvergbjøkk-lavhei vest om Hjerkinnsjø, Dovrefjell (2. Dvergbjøkk-lavhei på Figur 13). Området er svakt vestvendt og ligger på ca 1085 moh. Halvmeter høy dvergbjørk dominerer, men gråvier og einer opptrer hyppig, i bunnsjiktet dominerer reinlaver, spesielt kvitkrull. Kameraet forskjøv seg av ukjent grunn i juli 2018, slik at høstfenofaser mangler det året.**

	<10% grønt	30% grønt	>90% grønt	<10% gult	50% gult	>90% gult	Snødekt
<b>2014</b>		5. jun.	8. jun.	31. aug.	7. sep.	17. sep.	
<b>2015</b>	20. jun.	29. jun.	6. jul.	25. aug.	17. sep.	20. sep.	
<b>2016</b>	29. mai.	5. jun.	21. jun.	3. sep.	7. sep.	12. sep.	
<b>2017</b>	29. mai.	11. jun.	18. jun.	2. sep.	6. sep.	12. sep.	20. sep.
<b>2018</b>	18. mai.	22. mai.	3. jun.				22. sep.

**Tabell 4. Fenofaser på dvergbjørk fra dvergbjøkk-lavhei på Sunndalsfjella, omkring 860moh, se bilder, lokalitet og beskrivelse i Wehn & Karlsen (2018). Feltet er artsfattig og blant lavene dominerer kvitkrull fullstendig. Bladene på dvergbjørka ble stedvis innenfor feltet kraftig angrep av liten fjellbjørkemåler sommeren 2016, men deler av dvergbjørka overlevde slik at overvåkingen kunne fortsette. Feil med kamera ga lite data i 2015.**

	<10% grønt	30% grønt	>90% grønt	<10% gult	50% gult	>90% gult	Snødekt
<b>2014</b>				4. aug.	24. aug.	4. sep.	
<b>2015</b>	9. jun.					19. sep.	
<b>2016</b>	5. jun.	9. jun.	17. jun.	22. aug.	3. sep.	12. sep.	
<b>2017</b>	8. jun.	12. jun.	24. jun.	27. aug.	11. sep.	19. sep.	7. okt.
<b>2018</b>	17. mai.	21. mai.	31. mai.	14. jul. <sup>1)</sup>	9. sep.	18. sep.	

1) Tidlig pga. tørke

### 3 Oppsummering

GLORIA-Norge har i 2018 reinventert vegetasjon i 35 fastflater (10 x 10 m) og 32 fastruter (1 x 1 m) i fjellet Kolla på Dovrefjell. Disse registreringene ble så sammenlignet med registreringer samlet inn i de samme flatene og rutene i 2011. Vi fant ingen signifikante endringer i artssammensetningen eller antall arter, men karplantedekket hadde økt på bekostning av lavdekke. I de lavereliggende flatene har antall arter av karplanter økt noe og maksimalt mosedekket hadde krøpet oppover (i en snøleie) og det hadde blitt flere flekker uten vegetasjonsdekke. Hvorvidt dette skyldes endringer i klima er uvisst, men noe våtere somre kan ha bidratt til økt dekning av moser lengre opp i fjellet. Selv om temperaturen har vært noe lavere i årene før siste registrering har lav forvunnet på bekostning av karplanter. Kanskje kan den store variasjonen i temperaturer være grunnen? Vi har hatt en minking av sauebeite i fjellområdet, men i fastrutene og flatene var det flere spor etter moskus enn etter sau og antall moskus har økt i de senere årene. Moskus kan gi tråkkskader, noe som kan gi rom til karplanter på bekostning av lav.

Innen overvåkingen av vekstsesongen ble det i 2018 observert fenologi med automatiske kamera i seks områder på Dovrefjell og tre på Sunndalsfjella, med til sammen 15 kamera. Dette følger mønsteret fra tidligere år. Kameraene ble satt ut i mai måned og hentet inn i september. Vi har i denne rapporten vist fenologidata for dvergbjørk for to dvergbjørk-lavheier på Dovrefjell og ei på Sunndalsfjella, dette er vanligste vegetasjonstype i begge områder. Andre arter/vegetasjonstyper blir vist i senere rapporter. Dataen viser at på Dovrefjell så var vårfenofasene i 2018 omkring en måned tidligere enn i 2015. For høstfenofaser så er det mindre variasjon mellom tidligste og seneste observasjoner, omkring to uker. Da har vi sett bort fra svært tidlig begynnende gule blader på Sunndalsfjella i 2018, noe som trolig skyldes tørke.

GLORIA-Norge prosjektet vil i 2019 gjennomføre reinventeringer av vegetasjon på fjellet Tron (Alvdal kommune) slik at potensielle endringer i vegetasjonen der kan analyseres og sammenstilles med resultatene fra analysene på endringer vist til i de tre andre fjellene hittil reinventert (Stortussen/Snøtind, Kaldfonna og Kolla).

Innen overvåking av vekstsesongen vil det i 2019 bli satt ut automatiske kamera rett etter snøsmelting og kameraene vil bli hentet inn igjen sent på høsten. Kameraene vil plasseres i samme områder som tidligere, og bildene vil bli analysert for å detektere fenofaser for ulike arter i ulike vegetasjonstyper.



# Litteraturreferanser

- 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.
- Artsdatabanken (2018). Norsk rødliste for naturtyper 2018. Hentet (30. april 2019) fra <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforaturtyper>
- Anderson, H.B., L.Nilsen, H. Tømmervik, S.R. Karlsen, S. Nagai & E. J. Cooper. 2016. Using Ordinary Digital Cameras in Place of Near-Infrared Sensors to Derive Vegetation Indices for Phenology Studies of High Arctic Vegetation. *Remote Sens.* 2016, 8, 847.
- Bjerke, J.W., Karlsen, S.R., Høgda, K.A., et al., 2014. Record-low primary productivity and high plant damage in the Nordic Arctic Region in 2012 caused by multiple weather events and pest outbreaks. *Environ. Res. Lett.* 9, 084006.
- 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.
- Framstad, E. & Pedersen, B. 2015. Hvordan svarer naturindeksen på klimaendringer? In: *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*.
- Framstad, E. 2015. *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*.
- 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.
- 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.
- Inoue, T., S. Nagai, H. Kobayashi & H. Koizumia. 2015. Utilization of ground-based digital photography for the evaluation of seasonal changes in the aboveground green biomass and foliage phenology in a grassland ecosystem. *Ecological Informatics.* 25:1-9.
- 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.
- Jepsen, J.U., Hagen, S.B., Høgda, K.A., Ims, R.A., Karlsen, S.R., Tømmervik, H.A. & Yoccoz, N.G. 2009. Monitoring the spatio-temporal dynamics of geometrid moth outbreaks in birch forest using MODIS NDVI. *Remote Sensing of Environment.* 113: 1939-1947.
- Karlsen, S. R., Jepsen, J. U., Odland, A., Ims, R. A. & Elvebakk, A. 2013. Outbreaks by canopy-feeding geometrid moth cause state-dependent shifts in understorey plant communities. *Oecologia*, 173(3), 859-870.

- 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.
- 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.
- 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.
- Nagai, S. et al. 2014. Year-to-year blooming phenology observation using time-laps digital cameras. *J. Agric. Meteorol.* 70:163-170.
- Nordvik, I. 2011. Lemenår i sunndalsfjella. Driva.
- Olofsson, J., Tømmervik, H. & Callaghan, T. V. 2012. Vole and lemming activity observed from space. *Nature Climate Change*, 2(12), 880.
- 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.
- Steinbauer, M. J., Grytnes, J. A., Jurasinski, G., Kulonen, A., Lenoir, J., Pauli, H., ... & Bjorkman, A. D. (2018). Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature*, 1. Syverhuset, A. 2009. Recent changes in temperature and vegetation on Dovrefjell. NTNU-Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Vanneste, T., Michelsen, O., Graae, B.J., Kyrkjeeide, M.O. Holien, H., Hassel, K., Lindmo, S., Kapás, R.E. & De Frenne, P. 2017. Impact of climate change on alpine vegetation of mountain summits in Norway. *Ecological Research*.
- 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., & Karlsen, S. R. 2018. GLORIA Norge 2017–overvåkning av vegetasjon og vekstsesong. NIBIO rapport 4(107) 2018.
- Wehn, S. Karlsen, S.R., Vesterbukt, P. & Holten, J.I. 2017. GLORIA Norge 2016 – overvåkning av vegetasjon og vekstsesong. NIBIO RAPPORT 3(84) 2017.
- 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., 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., Johansen, L. & Isaksen, K. 2017. Naturindeks – videreutvikling og styrking av datagrunnlag for fjell - Data fra overvåkningsprosjektet GLORIA-NORGE. NIBIO RAPPORT 3(157) 2017.
- 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., Lundemo, S. & Holten, J.I. 2013. Midt-norsk fjellnatur fra kyst til innland. Status 2012. Bioforsk Rapport 8 (107).

Notater

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.