

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT

VOL.: 2, NR.: 11, 2016

## Norsk fjellnatur

-Fra kyst til innland, fra sør til nord

GLORIA-NORGE, et overvåkingsprogram for fjellvegetasjon –  
årsrapport for 2014



SØLVI WEHN, JARLE INGE HOLTEN OG STEIN RUNE KARLSEN

Avdeling for Kulturlandskap og biologisk mangfold



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

## TITTEL/TITLE

## NORSK FJELLNATUR

-FRA KYST TIL INNLAND, FRA SØR TIL NORD

GLORIA-NORGE, ET OVERVÅKINGSPROGRAM FOR FJELLVEGETASJON – ÅRSRAPPORT 2014

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

SØLVI WEHN, JARLE INGE HOLTEN OG STEIN RUNE KARLSEN

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/ AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
13.01.2016	2/11/2016	Åpen	130 159	
ISBN-NR./ISBN-NO:		ISSN-NR./ISSN-NO:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01569-7		ISSN 2464-1162	36	1

## OPPDRAGSGIVER/EMPLOYER:

MILJØDIREKTORATET; M-461|2015

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

ELSE MARIE LØBERSLI

## STIKKORD/KEYWORDS:

Overvåkning, fjellvegetasjon, klima  
Monitoring, alpine vegetation, climate

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Kulturlandskap og biologisk mangfold  
Landscape, Biodiversity and Ecosystem Services

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

GLORIA-NORGE er ett 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 makroflatene i GLORIA-NORGE og vekstsesongovervåkingen som er gjort i 2014.

GLORIA-NORGE is a project aiming to monitor physical and biological systems in Norwegian alpine areas. This report presents the work done in 2014.

LAND/COUNTRY:	Norway
FYLKE/COUNTY:	Møre & Romsdal, Oppland, Sør Trøndelag, Hedmark, Troms
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Gjemnes, Eide, Sunndal, Dovre, Oppdal, Alvdal, Bardu, Harstad
STED/LOKALITET:	Stortussen/Snøtind, Kaldfonna, Kolla, Tron, Coalbmoaivi, Trolltind

## GODKJENT / APPROVED



KNUT ANDERS HOVSTAD  
FORSKNINGSLEDER/RESEARCH MANAGER



SØLVI WEHN  
(FORSKER/RESEARCHER)



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI



# FORORD

GLORIA-NORGE er et prosjekt hvis mål er å overvåke fysiske faktorer og vegetasjon på lokal skala over regionale gradienter i relasjon til forutsatte klimaendringer. GLORIA-NORGE bygger på metodikken utviklet i GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environment) som er et verdensomspennende nettverk hvis mål er å overvåke klimaendringers effekt på fjelltopp-vegetasjon.

Gjennom prosjektet GLORIA-NORGE er vegetasjon i seks fjell blitt kartlagt. Dette datasettet vil danne grunnlaget for overvåkning av norsk fjellvegetasjon. Denne årsrapporten beskriver arbeidet utført i 2014 og inkluderer registreringer av plantesamfunn fra det sjettede av de seks GLORIA-NORGE fjellene: Coalbmoaivi. Rapporten inkluderer også resultater fra satellittbasert overvåkning (2000-2014) av fenologi i Midt-Norge samt en analyse av i hvor stor grad datasettet inkluderer forskjeller skapt av det varierende naturgrunnlaget i norske fjell.

Vi takker Synnøve N. Grenne, Sverre Lundemo, Hilde Rimol, Anne Olga Syverhuset og Statens naturoppsyn for feltarbeid og digitalisering av data.

Kvithamar, 14.01.16

Sølvi Wehn



# INNHold

1	SAMMENDRAG .....	9
2	FJELLVEGETASJON .....	11
3	OVERVÅKNING .....	12
3.1	Fjellområdene i GLORIA-NORGE .....	12
3.2	Fastrutene i GLORIA-NORGE .....	14
3.3	Vekstsesongen i GLORIA-NORGE .....	16
3.4	Tidsplan for overvåkning av vegetasjon i fastrutene .....	16
4	UTGANGSPUNKT FOR OVERVÅKNING – DATA OG ANALYSER .....	17
4.1	Fastrutene: baseline - dagens utbredelse av karplanter.....	17
4.1.1	Karplanter i makroflatene.....	17
4.1.2	Karplantesamfunn i makroflatene .....	19
4.1.3	Antall karplanter i makroflatene.....	20
4.1.4	Mulig anvendelse av fastrutene .....	23
4.2	Satellittbasert overvåking av vekstsesongen for Midt-Norge.....	23
4.2.1	Feltobservasjoner – automatiske kamera .....	23
4.2.2	Start på vekstsesongen .....	25
5	LITTERATURREFERANSER .....	29
6	VEDLEGG.....	31





# 1 SAMMENDRAG

Topografi og andre fysiske faktorer er drivkrefter som definerer arters utbredelse. Klima varierer både romlig og temporært. Dette gir uttrykk i en utskifting av arter langs klimatiske gradienter, noe tidligere faser av dette prosjektet har vist; vegetasjonssammensetning i midt-norske fjell varierer langs regionale og lokale klimatiske gradienter.

Klimaendringer har påvirket vegetasjonssammensetning i fjell rundt om i verden, men klimaets endringsmønster har variert i ulike regioner noe som igjen har gitt varierende respons i plantesamfunn. Planter reagerer fenologisk ulikt på klimaendringer noe som på sikt kan medføre endringer i utbredelsesmønster og mengdeforhold mellom arter. En første indikasjon på endringer i vegetasjonen er endringer i vekstsesongens lengde. For å predikere effekter av forventede klimaendringer, må detaljert kunnskap om endring i vekstsesong, fenologi og plantesamfunns utbredelse langs miljøgradienter utvikles. GLORIA-NORGE er et prosjekt hvis mål er å overvåke fysiske faktorer og vegetasjon på lokal skala over regionale gradienter i relasjon til forutsatte klimaendringer. Ett overvåkningsprosjekt som GLORIA-NORGE vil derfor bidra til økt kunnskap om effekter av klimaendringer.

Gjennom prosjektet GLORIA-NORGE er vegetasjon i seks fjell blitt kartlagt. 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, Sør-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.

Naturgrunnet i Norge er variert. GLORIA-NORGE har derfor registrert planters artssammensetning i fastruter langs alle de ovenfor nevnte miljøgradientene. 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). Vi anser derfor at dette datasettet gir en tilstrekkelig representativ fremstilling av vegetasjon i norske fjell og derfor ett godt grunnlag i en overvåkning av effekter av klimaendringer samt potensielt andre miljøforstyrrelser på norsk alpin vegetasjon.



## 2 FJELLVEGETASJON

Fjellvegetasjon defineres her etter Fremstad (1997), som områder som ligger over den klimatiske skoggrensen. Her deles fjellvegetasjonen inn i tre hovedtyper av vegetasjon; snøleivevegetasjon, lesidevegetasjon og rabbevegetasjon. Disse vegetasjonstypene blir definert under de to naturtypene Snøleie og Fjellhei og tundra i det nye klassifikasjonsrammeverket Naturtyper i Norge (NiN). Hovedfaktorene som definerer disse tre fjellvegetasjonstypene er lokale økokliner som vannmetning, kalkinnhold, snødekkestabilitet samt snødekke- og høydebetinget vekstsesongreduksjon (Naturtypebasen). Faktorer som defineres av topografi og klimatiske faktorer. Den høydebetingede vekstsesongreduksjonen endres langs høydegradienter fra skoggrense til fjelltopp (alpine soner; Moen 1998). Regionalt endres vegetasjonen langs regionalklimatiske gradienter fra oseaniske til kontinentale fjell (vegetasjonsseksjoner; Moen 1998) og fra sør til nord. I forhold til andre økosystemer i Norge er biologisk tilstand i alpine områder relativt gode (Framstad m. fl. 2015) og hverken Snøleie eller Fjellhei og tundra er klassifisert som truede naturtyper (Lindgaard og Henriksen 2011). Likevel er det biologiske mangfoldet i fjellet 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 to naturtypene er vanlige i fjellområdene i Norge, men fordelingen av naturtypene vil kunne bli forskjøvet ved framtidige klimaendringer. Fjellhei, lesider og snøleier er vurdert som svært utsatt som følge av klimaendringer (Aarrestad m. fl. 2015).

Klimaendringer har blitt dokumentert i norske fjellområder (Isaksen m. fl. 2007, Syverhuset 2009), og det er estimert at disse vil akselerere i framtiden (Hanssen-Bauer m. fl. 2005). Vegetasjonsmønster i fjelløkosystemer er i stor grad bestemt av klimatisk bestemte variabler (Pickering m. fl. 2008) og artene i disse økosystemene er ofte tilpasset ekstreme forhold (Pedersen og Eide 2010). Fjellvegetasjon vil derfor i stor grad være sårbare overfor klimaendringer (Cannone m. fl. 2007, Erschbamer m. fl. 2008, Lenoir m. fl. 2008). Den generelle trenden i Norge er varmere, våtere klima med lengre vekstsesong (kortere snølengde; Fremstad & Pedersen 2015). Dette vil generelt gi bedre levevilkår for sørlige og varmekjære arter. Arter knyttet til lysåpne habitater (eksempelvis arter i snøleier) kan bli utkonkurrert av mer konkurransesterke arter (lyng, busk og trearter).

Klima varierer både romlig og temporært. Dette gir uttrykk i en utskifting av arter langs klimatiske gradienter (Wehn m. fl. 2014) og varierende endringsmønster i vegetasjons sammensetning i fjell rundt om i verden over tid (Pauli m. fl. 2012). For eksempel er kun få endringer observert på Dovrefjell, Norge (Michelsen m. fl. 2011) mens store konsekvenser av klimaendringer er observert i sørlige europeiske fjell (Pauli m. fl. 2012).

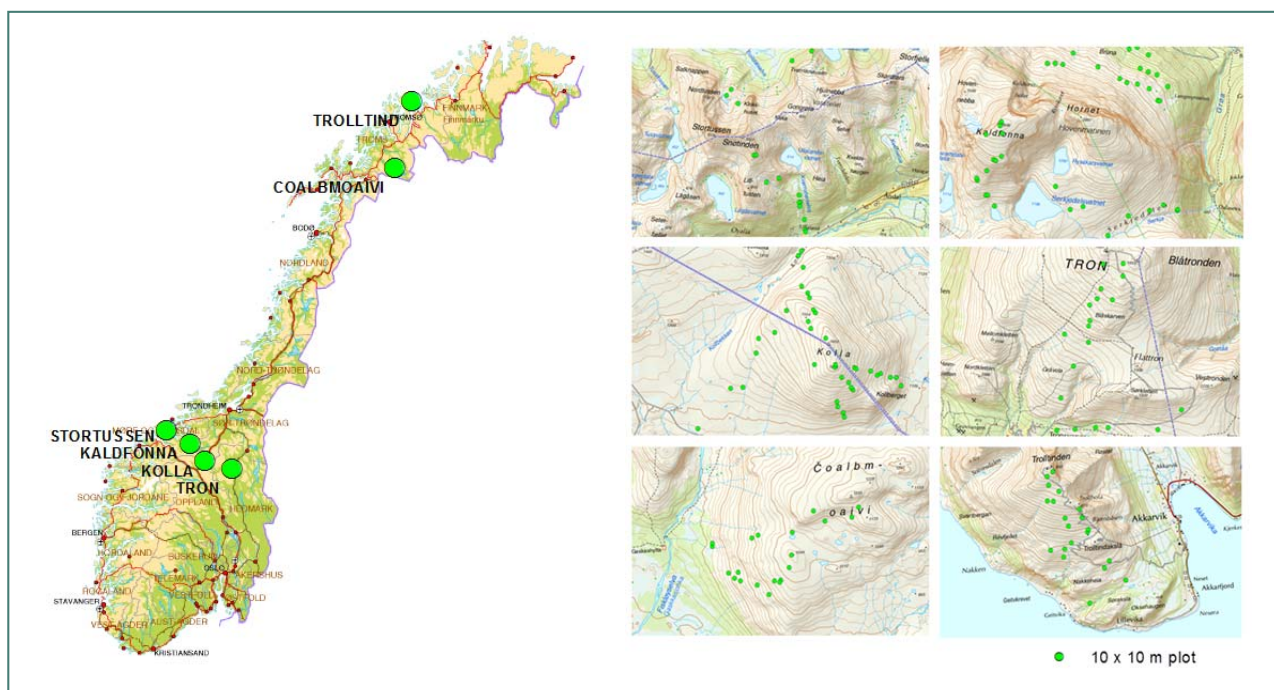
For å predikere effekter av de forventede framtidige klimaendringene, er det behov for mer kunnskap om plantesamfunns utbredelse langs miljøgradienter. Videre må både klima og vegetasjons sammensetning overvåkes for gi data på reelle konsekvenser av klimaendringer.

### 3 OVERVÅKNING

GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environment) er et verdensomspennende nettverk hvis mål er å overvåke klimaendringers effekt på fjelltoppvegetasjon («summit approach»). 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 (Pauli m. fl. 2012). GLORIA-NORGE ønsker å videreføre metodikken i GLORIA til også å omfatte overvåkning langs både regionale og lokale økokliner i Norge. I tillegg ønsker GLORIA-NORGE å registrere øvrige biogeofysiske variabler i tilknytning til fjellområdene; ett eksempel er oppstart på vekstsesongen.

#### 3.1 Fjellområdene i GLORIA-NORGE

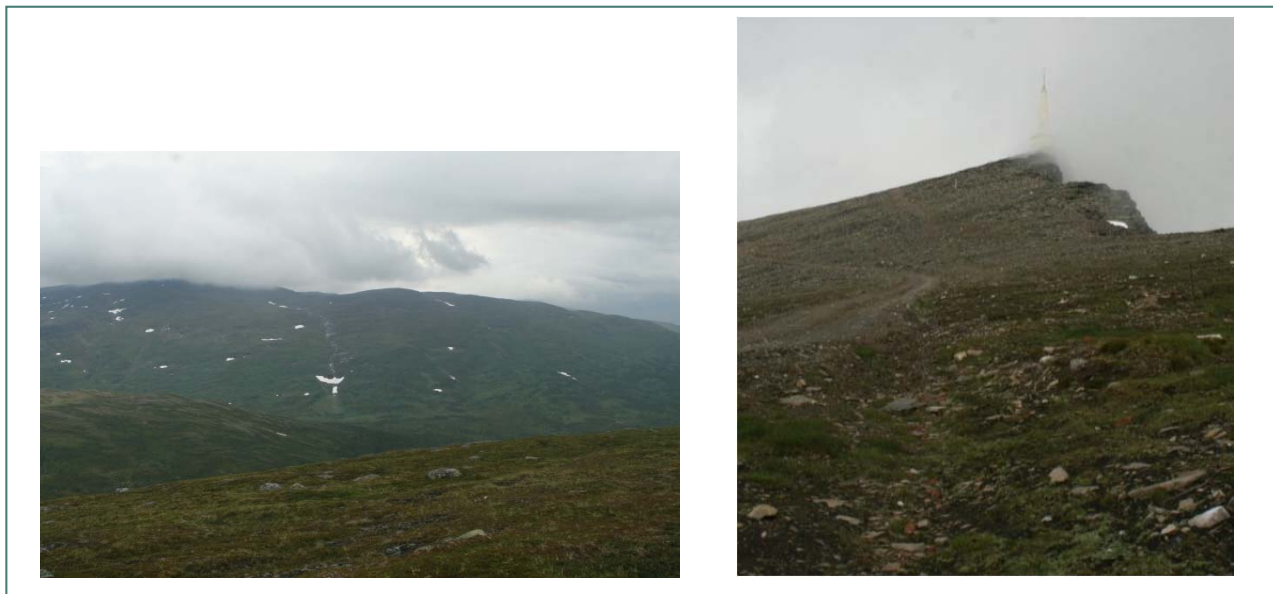
Seks fjellområder er valgt ut som studieområder i overvåkningsprosjektet GLORIA-NORGE. I Midt-Norge er fire fjell som ligger i en gradient fra kyst til innland valgt ut for å representere en bioklimatisk seksjonsgradient (klart oseaanisk - svakt kontinental; Figur 1; Wehn m. fl. 2012; 2013; 2014). I Nord-Norge er to fjellområder valgt ut, ett i innlandet og ett ved kysten (Figur 1). Fjellene i Midt-Norge er Stortussen/Snøtind (heretter kalt Stortussen; Gjemnes og Eide kommune, Møre og Romsdal fylke), Kaldfonna (Sunndal kommune, Møre og Romsdal fylke), Kolla (Dovre kommune, Oppland fylke og Oppdal kommune, Sør Trøndelag fylke) og Tron (Alvdal kommune, Hedmark fylke). Fjellområdene i Nord-Norge er Trolltind (Skjervøy kommune, Troms fylke) og Coalbmoaivi (Bardu kommune, Troms fylke).



Figur 1: Lokalisering av GLORIA-NORGE fjellene hvor makroflater (10 x 10 m plot) er etablert.

Klimaet i de seks fjellene endres fra vest til øst og sør til nord (Tabell 1). Berggrunnen på både Kaldfonna og Stortussen er dominert av gneis i alle høydelag, Kolla har i tillegg innslag av glimmerskifer. Tron, Coalbmoaivi og Trolltind er rikere, og består av glimmer- og glimmergneiser gabbro, grønnskifer, og amfibolitt (Berggrunn N250; NGU). Av de to nord-norske fjellene (Figur 2) er Coalbmoaivi noe rikere enn Trolltind. På Trolltind er de kalkrike områdene på arealer rundt 400 moh og på fjelltoppen. Kaldfonna, Kolla, Tron og Coalbmoavi har sporadisk til diskontinuerlig permafrost i toppområdet (Gisnås m. fl. 2013).

Fjellene i Midt-Norge er beskrevet i tidligere årsrapporter (Wehn og Holten 2010; Wehn m. fl. 2012). Trolltind på Arnøya er et kystlandskap med alpint terreng. Sydskråningen fra sjøsiden opp til fjelltoppen er tilnærmet kontinuerlig vegetasjonskledd med nordboreale bjørkeskoger og fattige og mellomrike myrer i en sone fra 0 til 200 moh. I lavalpin sone fra 200 til 500 moh, dominerer fattig heivegetasjon. Den mellomalpine floraen, fra 500 til 800 moh, er påfallende rik blant annet med stivsildre i overgangen til høyalpin sone. Coalbmoaivi er et mer kontinentalt preget fjell. På dette fjellet som ligger på nordsiden av Altevann, veksler 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 i rike snøleier. På de lavere rabbene vokser kantlyng men generelt er det krekling som dominerer på rabbene. Fra 1100 til 1255 moh dominerende mellom- og høyalpin vegetasjon.



Figur 2: Coalbmoaivi og Trolltind, de to nordlige GLORIA-NORGE fjellene. Foto: Sverre Lundemo

I alle fjellene i Midt-Norge beiter sau (informasjon hentet fra <http://kilden.skogoglandskap.no>). I Stortussen disponerer Eide beitelag arealer på nordsida (26-50 sau/km<sup>2</sup>) og Åndane og Perseter beitelag arealer på sørsiden (<25 sau/km<sup>2</sup>). Områder rundt Kaldfonna blir disponert av Sunndal beitelag (<25 sau/km<sup>2</sup>), nordsiden av Kolla av Åmotsdalen beitelag (<25 sau/km<sup>2</sup>), og sørsiden av

Tron av Tyllaldalen sankelag (<25 sau/km<sup>2</sup>). I områdene rundt Kolla beiter i tillegg moskus og villrein. I fjellene i Nord-Norge beiter tamrein. I reinbeitelag 39 - Árdni/Gávvir (2206 km<sup>2</sup>; inkluderer Coalbmoaivi) var det registrert 1224 rein på beite i 2012 og i reinbeitelaget Seakkesnjárga ja silda (227 km<sup>2</sup>; inkluderer Trolltind) 2264 rein (tall hentet fra: [http://www.reindriftno/asset/5881/1/5881\\_1.pdf](http://www.reindriftno/asset/5881/1/5881_1.pdf)). Arealene på Coalbmoaivi blir beitet på senhøsten og vinteren, mens arealene på Trolltind på våren og sommeren (informasjon hentet fra <http://kilden.skogoglandskap.no>). Noen av makroflatene på Trolltind er i nærheten av ett midlertidig sperregjerde for merking av rein og en av flatene er veldig nært en ofte brukt teltplass. Dette kan derfor ha påvirket plantesamfunnene i disse flatene.

Tabell 1: Miljøforhold ved GLORIA-NORGE fjellene hvor fastruter er etablert. Temperatur: gjennomsnittlig daglig temperatur (°C); nedbør: gjennomsnittlig årlig nedbør (mm); snø lengde: gjennomsnittlig antall dager per år med mer enn 50 % av bakken dekt med snø.

Fjell	Høyde på fjell (moh)	Høyde på skoggrensa (moh) <sup>1)</sup>	Temperatur (°C) <sup>2)</sup>	Nedbør (mm) <sup>2)</sup>	Snø lengde (dager) <sup>2)</sup>
Stortussen	1027	550	3,7	3119	157
Kaldfonna	1849	700	0,0	2960	272
Kolla	1651	1100	-2,4	840	252
Tron	1665	950	-2,3	922	238
Trolltind	850	200	1,0	1305	221
Coalbmoaivi	1255	630	-2,9	1210	270

1) Basert på tolking av topografisk kart (<http://openwms.statkart.no/skwms1/wms.toporaster3?>)

2) Basert på gjennomsnittet av makroflatenes verdier i fjellet. Data tilgjengelig fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE; Beldring m. fl. 2003; oppløsning 1 km<sup>2</sup>).

### 3.2 Fastrutene i GLORIA-NORGE

I fjellene i Midt-Norge er vegetasjonssammensetning dokumentert i både mikroflater (1 m<sup>2</sup>) og makroflater (100 m<sup>2</sup>), mens i Nord-Norge kun i makroflater (100 m<sup>2</sup>). Makroflatene er etablert i arealer fra nordboreal til høgalpin sone, i skog, myr, snøleier, leside og rabber. I hovedsak er fastrutene etablert i sørhellingen av fjellene, men i noen fjell er alle himmelretninger undersøkt (se Tabell 3). Mikroflatene er etablert i noen av de alpine (over skoggrensa) makroflatene. Siden vi antar en endring i utbredelsen og sammensetningen av alpine plantesamfunn som konsekvens av de forutsette klima endringene er makroflater også etablert under skoggrensa. Dette for å få en indikasjon på hvilke arter som er tilstede i den lokale genbanken og som potensielt kan spres og etableres i de høyereliggende arealer om klimatiske forhold endres til gunstige for boreale arter. I Coalbmoaivi ble to makroflater etablert i øvre del av nordboreal sone; disse inneholdt mer eller mindre spredt fjellbjørk og myrer. På Trolltind og Tron ble også to makroflater etablert under skoggrensa og på Stortussen og Kaldfonna ni makroflater. Hele arealet av Kolla ligger over dagens skoggrense og derfor kunne ingen makroflater etableres i slik vegetasjon. De resterende makroflatene ble etablert i lav-, mellom- og høyalpin sone.

Tabell 2: Registreringer i makroflater (10 x 10 m plot) i GLORIA-NORGE fjellene. Abundanse: fem megdeklasser; dekning: prosent dekning; forekomst: observert.

Fjell	Antall flater	Plantearter	Lav	Mose
Stortussen	16	abundanse	abundanse	abundanse
Kaldfonna	40	abundanse	abundanse	abundanse
Kolla	37	dekning	forekomst	forekomst
Tron	20	dekning	dekning	dekning
Trolltind	20	dekning	dekning	dekning
Coalbmoaivi	20	dekning	dekning	dekning

Inventeringsmetodene er noe forskjellig mellom fjellene. Kartleggingsinstrukser gitt i GLORIA inneholder flere metoder. I GLORIA-NORGE er flere av disse prøvd ut. For makroflater (100 m<sup>2</sup>) i Stortussen og Kaldfonna er alle karplanter registrert samt deres abundanse (delt inn i fem klasser; Tabell 2). I enkelte flater på disse fjellene er ett utvalg moser og lav registrert tilsvarende. I makroflatene i Kolla ble alle karplanter registrert samt deres dekning (i prosent). Her ble kun forekomst av ett utvalg moser og lav registrert. For de tre siste fjellene (Tron, Coalbmoaivi og Trolltind) ble prosent dekke av alle karplanter, moser og lav registrert i makroflatene. I tillegg til vegetasjon ble det i makroflatene også registrert gps-koordinater, hellingsvinkel, himmelretning og høyde (Tabell 3).

Tabell 3: Miljøforhold i makroflater (10 x 10 m plot) i GLORIA-NORGE fjellene.

Fjell	Høyde (moh) <sup>1)</sup>	Himmel retning (°)	Helling (°)
Stortussen	155-910	2-360 <sup>2)</sup>	10-42
Kaldfonna	545-1841	18-342	4-29
Kolla	1181-1626	0-306	0-37
Tron	842-1616	81-223	3-29
Trolltind	94-840	135-207	10-26
Coalbmoaivi	622-1179	162-342	2-19

<sup>1)</sup> Basert på digital terrengmodell (dtm, oppløsning 10m<sup>2</sup>)

<sup>2)</sup> Kalkuleringer basert på dtm, gjort i ArcMap 10.1

Kun studiefjellene i Midt-Norge inkluderte mikroflater (1 m<sup>2</sup>). I Stortussen og Kaldfonna ble fire mikroflater lagt i hvert hjørne av ett 3m x 3m rutenett i venstre hjørne (av ett utvalg) av makroflatene når man så opp mot fjelltoppen. I Kolla og Tron ble fire mikroflater lagt ut tilfeldig i det 10m x 10m rutenettet som makroflatene besto av. I alle mikroflatene ble forekomst, prosent dekning og frekvens (1-100) av alle karplanter registrert (Tabell 4). På Stortussen og Kaldfonna ble frekvens registrert ved å dele inn mikroflata i 100 småruter og telle antall ruter hvor artene var tilstede i. På Kolla og Tron ble pin-point metoden brukt. Med denne registrerer man den arten som er til stede i hjørnene på de 100 smårutene. For ett utvalg av moser og lav ble kun forekomst og prosent dekning registrert i mikroflater i Stortussen og Kaldfonna. I alle mikroflatene ble totalt dekke av karplanter, lav og moser på jord, strø, bar jord, og stein og fjell registrert.

Tabell 4: Registreringer i mikroflater (1 x 1 m plot) i GLORIA-NORGE fjellene. Dekning: prosent dekning; frekvens: smårutefrekvens; pin-point: frekvens målt med pin-point metoden; forekomst: observert.

Fjell	Antall flater	Plantearter	Lav	Mose
Stortussen	32	dekning, frekvens	forekomst	forekomst
Kaldfonna	32	dekning, frekvens	forekomst	forekomst
Kolla	32	dekning, pin-point		
Tron	16	dekning, pin-point		

### 3.3 Vekstsesongen i GLORIA-NORGE

En første indikasjon på endringer i vegetasjonen som en følge av klimaendring er gjerne endringer i vekstsesongens lengde. Det være seg for eksempel endring i tidspunkt for blomstring på blåbær observert i felt, grønning/gulning av plantesamfunn sett fra automatiske kamera, eller endringer over år i start/slutt på vekstsesongen observert fra satellitt. Siden artene reagerer fenologisk ulikt på endringer i klimaet, vil denne ulikheten på sikt føre til endringen i utbredelsesmønsteret og på mengdeforholdet blant artene i plantesamfunnene. På en lengre tidsskala vil denne endringen etter hvert kunne fanges opp av den vegetasjonsøkologiske overvåkingen i fastrutene og i de Spot 5 baserte vegetasjonskart etablert i GLORIA-NORGE. Overvåkingen av vekstsesongen vil da på sikt kunne si noe om hvor de største endringene i fjellkjeden i Norge har foregått. Vekstsesongens lengde er også viktig for tilbakekoplingen til klimasystemet. For eksempel vil tidlig start på vekstsesongen, med tidligere grønn vegetasjon, gjør at mengden solinnstråling som absorberes og konverteres til varme øker. Det betyr at vekstsesongen også er nært knyttet til geofysiske parameterne som også observeres i GLORIA-NORGE. I denne rapporten presenteres oppdaterte resultat av felt- og satellittbasert overvåking av vekstsesongen for Midt-Norge.

### 3.4 Tidsplan for overvåking av vegetasjon i fastrutene

Stortussen ble dokumentert i 2009 (Wehn og Holten 2010), Kaldfonna i 2010, Kolla i 2011 (Wehn m. fl. 2012), Tron i 2012 (Wehn m. fl. 2013), Trolltind i 2013 (Lundemo m. fl. 2014) og Coalbmoaivi i 2014 (Tabell 5). Vi planlegger å rekartlegge planteartenes utbredelse i de etablerte fastrutene på hvert fjell med intervaller på 7 år. Eksisterende data (2009-2014) vil utgjøre grunnlaget for en slik langsiktig overvåking.

Tabell 5: Tidsplan for overvåking av vegetasjon i GLORIA-NORGE fjellene<sup>\*)</sup>.

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

<sup>\*)</sup> Ingen registreringer i 2008, 2015 og 2022 grunnet registreringer i det parallelle overvåkningsprogrammet GLORIA («summit approach») disse årene.



## 4 UTGANGSPUNKT FOR OVERVÅKNING – DATA OG ANALYSER

### 4.1 Fastrutene: baseline - dagens utbredelse av karplanter

I de alpine arealene i de midt-norske fjellene endres plantemangfoldet (antall arter) signifikant langs lokale høyde og snølengde (snøleie, leside, rabbe) gradienter (Wehn m. fl. 2014). I tillegg til disse to lokale klimatiske gradientene er også plantesamfunnenes artssammensetning signifikant forskjellig (artsturnover er stor) når de fire midt-norske fjellene sammenlignes; det er regionale forskjeller mellom plantesamfunn. Vi vil i denne rapporten vise om og eventuelt hvordan plantesamfunn endres langs gradientene i Nord-Norge (Figur 3). Videre vil vi analyseres om dette avviker fra funnene fra Midt-Norge. Ved å undersøke hvilke plantearter som i dag kun forekommer i alpine områder og spesielt kun i nord, vil vi kunne predikere hvilke plantearter som eventuelt vil være mest sårbare overfor klimaendringer.

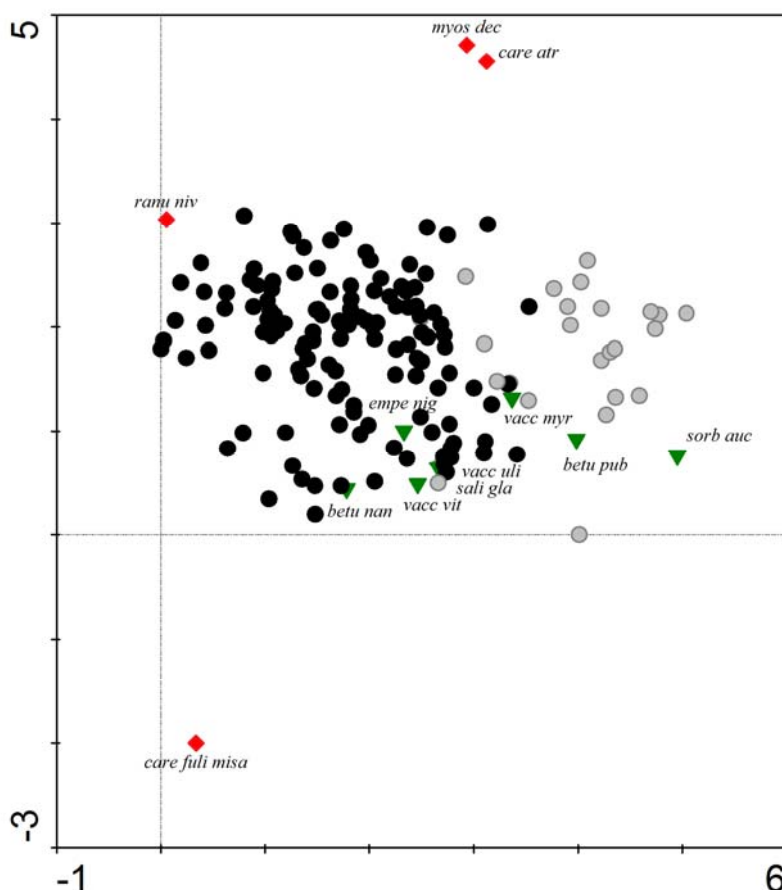


Figur 3: Vegetasjon i Coalbmoaivi, et av de to nordlige GLORIA-NORGE fjellene. Foto: Sverre Lundemo

#### 4.1.1 Karplanter i makroflatene

Totalt ble 236 karplantetaxa registrert (Vedlegg 1); to til familie, fem til slekt, 222 til art og sju til underart. I Nord-Norge ble 151 taxa registrert og i Midt-Norge 186. Av disse ble 85 bare funnet i Midt-Norge og 33 bare i Nord-Norge. Av artene registrert i Midt-Norge ble 64 registrert kun i de alpine arealene mens 28 av disse var kun registrert i Midt-Norge. 26 arter var kun registrert i de boreale flatene i Midt-Norge. Disse kan ved endret klima potensielt etablere seg i høyere arealer og

utkonkurrere noen av de alpine artene der. Men, de med størst potensiale for å utkonkurrere de mer alpine artene er de artene som allerede er tilstede men er mer generalister (arter med utbredelse i både alpine og boreale soner samt både i nord og sør). Eksempler på slike arter er rogn, bjørk (både dvergbjørk og dunbjørk), sølvvier, krekling, blåbær, blokkebær og tyttebær (Figur 4). Av artene registrert i Nord-Norge ble 49 registrert kun i de alpine arealene (fastruter over skoggrensa), 14 av disse var kun registrert i Nord-Norge. Man kan derfor tenke seg at disse 14 artene vil være de mest sårbare om klimaet blir varmere. Eksempler på arter fra denne gruppen er svartstarr, dubbestarr, fjellminneblom og snøsoleie (Figur 4). En DCA (detrended correspondence analysis) ble gjort med utgangspunkt i data på forekomst i alle makroflatene. Vi brukte data programmet Canoco for Windows 4.5 for å kjøre ordinasjonsanalyser og CanoDraw for Windows 4.14 for å lage figurer. DCA er en ordinasjonsanalyse som beskriver hvor like artssammensetningene i makroflatene er. Er avstandene mellom flatene på mer enn 4 enheter langs ordinasjonsaksene, er ingen arter felles. Makroflatene i vårt datasett viste stor variasjon mellom plantesamfunnene (lange DCA akser, se Figur 4). Dette viser at vi har fanget opp forskjeller forårsaket av varierende naturgrunnlag i norske fjell.



Figur 4: Plassering av makroflatene langs DCA akse 1 og 2. DCA (detrended correspondence analysis). Makroflatene over skoggrensa er markert som svarte sirkler og makroflater under skoggrensa som grå sirkler. Artsskår hos ett lite utvalg av artene; fire klassifisert som fjellplanter (røde diamanter) og åtte som generalister (grønne trekkanter) er illustrert.

#### 4.1.2 Karplantesamfunn i makroflatene

CCA (Canonical correlation analyse) er en ordinasjons analyse som kan beskrive eventuell korrelasjon mellom en miljøvariabel og artssammensetning. Vi ønsket å teste om miljøgradientene inkludert i GLORIA-NORGE studieområdene hadde påvirkning på artssammensetning. Eller, i en overvåknings-sammenheng: vi ønsket å evaluere om alle miljøgradientene inkludert er nødvendige for å forklare variasjon i norsk fjellnatur. Har ikke miljøgradientene noen effekt, kan man kutte ned på antall fastruter langs denne miljøgradienten. CCA ble gjennomført ved Monte Carlo permutasjons tester (499 permutasjoner).

Tabell 6: Resultat fra CCA (Canonical correlation analyses) av plantesamfunn og miljø (forklaringsvariabel) i makroflatene (10 x 10 m plot). a) Alle GLORIA-NORGE fjellene (Sum av alle kanoniske egenverdier for de utvalgte variablene med fjell som kovariabel: 0,79). b) De to nord-norske GLORIA-NORGE fjellene (Sum av alle kanoniske egenverdier for de utvalgte variablene med fjell som kovariabel: 1,259).

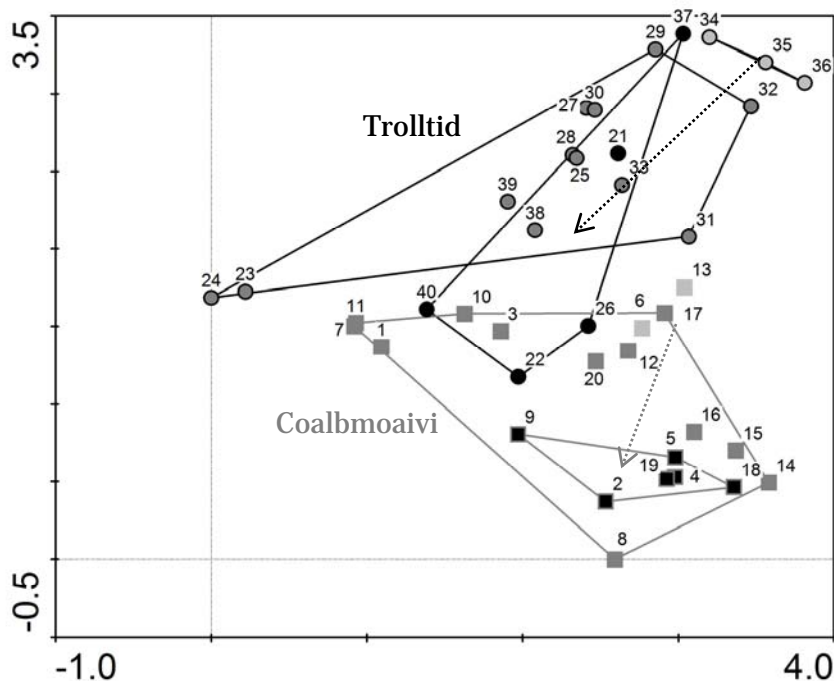
Forklaringsvariabel	p	Trace*)	Sum av alle egenverdier
<b>a) Alle GLORIA-NORGE fjellene</b>			<b>7,122</b>
Fjell	0,002	0,845	
Nord - Midt-Norge	0,002	0,168	
<b>Fjell inkludert som kovariabel:</b>			<b>6,277</b>
Høyde over havet (moh)	0,002	0,279	
Over - under skoggrensa	0,002	0,251	
Grader fra sørlig himmelretning	0,002	0,082	
Helling	0,002	0,073	
Temperatur (°C)	0,002	0,223	
Nedbør (mm)	0,002	0,239	
Snølengde (dager)	0,002	0,057	
<b>b) De to nord-norske fjellene</b>			<b>4,086</b>
Fjell	0,002	0,382	
<b>Fjell inkludert som kovariabel:</b>			<b>3,704</b>
Høyde over havet (moh)	0,002	0,433	
Over - under skoggrensa	0,002	0,370	
Grader fra sørlig himmelretning	0,336	0,103	
Helling	0,002	0,218	
Temperatur (°C)	0,002	0,275	
Nedbør (mm)	0,002	0,350	
Snølengde (dager)	0,002	0,371	

\*) Trace / Sum av alle egenverdier = forklart variasjon.

Artssammensetning i makroflatene i GLORIA-NORGE fjellene varierte mye (Figur 4). Gjennom CCA (av forekomst av karplanter i alle makroflatene) ble det klart at artssammensetning varierte mellom nord og sør (Tabell 6a). Når variasjon grunnet forskjeller mellom alle fjellene ble fjernet (fjell inkludert som kovariabel i CCA), så vi at artssammensetningen varierte langs flere klimagrader (Tabell 6). Av de gradientene vi har registrert, hadde de fleste signifikant innvirkning på plantesamfunnene. Den lokale klimagradierten høyde over havet hadde størst innvirkning på plantesamfunns utbredelse og plantesamfunnene over og under skoggrensa varierte relativt mye. Andre lokale klimagrader (helling og himmelretning) hadde også innvirkning,

men mindre. Den variasjon som var igjen etter at de regionale klimaforskjeller (temperatur, snøengde og nedbør) mellom fjella hadde blitt nullstilt, hadde fremdeles effekt på artssammensetningen. Vi fant at av disse hadde nedbør størst innvirkning. Vi har i analyser av vegetasjonssammensetningen i Midt-Norge funnet at rabbe-snøleie gradienten har stor innvirkning på artssammensetning (Wehn m. fl. 2014). Denne gradienten er definert av lokale variasjoner i temperatur, snøengde og vindforhold, noe som igjen er påvirket av topografi. Data brukt som estimat på snøengde, temperatur og nedbør inkluderer ikke småskalavariasjon i topografi i og med at oppløsningen på disse er 1 km<sup>2</sup>. Vi testet effekten av småskalavariasjon i topografi med variablene helling, himmelretning (avstand fra sørlig himmelretning) og høyde over havet (moh).

CCA av forekomst av karplanter i makroflatene i de to nord-norske fjellene viste at også plantesamfunn i disse to fjellene er forskjellige (Tabell 6b). Som ved analyser av all data samlet, endres plantesamfunnene langs klimagradiene, men himmelretning hadde ingen signifikant innvirkning. En årsak til dette kan være at makroflatene lå i færre himmelretninger (se Tabell 3). I nord påvirket snøengde artssammensetningen mer enn de andre regionale klimagradiene. Når vi klassifiserte makroflatene etter dominerende arter kjennetegnet for rabbe, leside og snøleie så vi klart endring langs vegetasjonstypegradienten også i nord (fra snøleie til rabbe; se pilene i Figur 5).



Figur 5: Plassering av makroflatene i de to nordligste fjellene langs DCA akse 1 og 2. Basert på de dominerende artene er makroflatene kategorisert etter snøleie-leside- rabbe gradientene i de to fjellene (illustrert med piler) rabbe: svart; leside: mørk grått; snøleie: lys grått.

#### 4.1.3 Antall karplanter i makroflatene

Regresjonsanalyser (lineære og blandede (mixed) lineære modeller (modeller som inkluderer en tilfeldig faktor) ble gjennomført for å finne eventuell effekt av miljøvariabelene på antall arter. Analysene ble gjennomført med likelihood-ratio tester i R versjon 3.2.2. R<sup>2</sup> (forklart variasjon) for

de lineære modellene ble kalkulert ved bruk av R-pakken lme4 (Bolker 2015).  $R^2$  for de blandede modellene (fjell som kovariabel) ble kalkulert ved bruk av R-pakken MuMIn (Barton 2015).

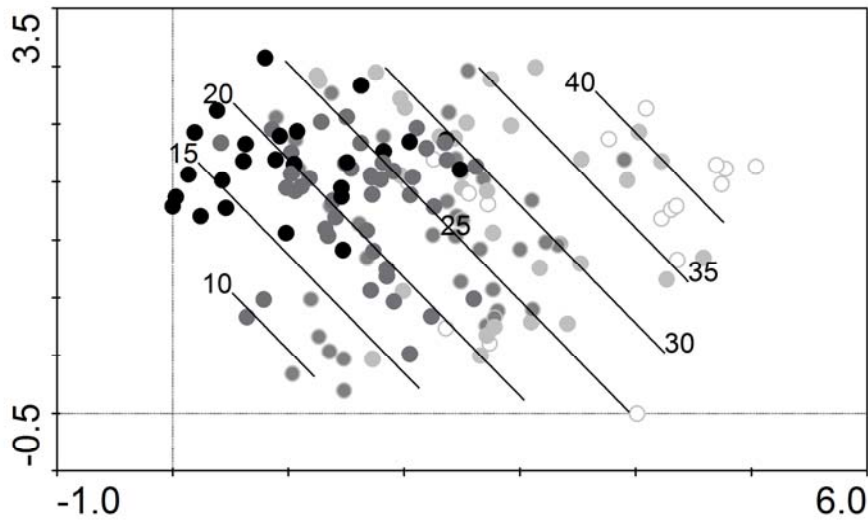
Disse analysene viste at antall karplanter ikke varierte mellom nord og sør eller mellom fjellene (Tabell 7a). Dette i samsvar med resultater fra sammenligninger av fjellene i Midt-Norge (Wehn m. fl. 2015).

Tabell 7: Resultat fra lineær regresjon av antall plantearter og miljø (forklaringsvariabel) i makroflatene (10 x 10 m plot). a) Alle GLORIA-NORGE fjellene. b) De to nord-norske GLORIA-NORGE fjellene.

Forklaringsvariabel	p	R <sup>2</sup> *)
<b>a) Alle GLORIA-NORGE fjellene</b>		
Fjell	0,131	0,06
Nord - Midt-Norge	0,695	<0,01
<b>Fjell inkludert som kovariabel:</b>		
DCA akse 1	<0,001	0,40
DCA akse 2	<0,001	0,08
Høyde over havet (moh)	<0,001	0,35
Over - under skoggrensa	<0,001	0,11
Grader fra sørlig himmelretning	0,004	0,06
Helling	0,002	0,07
Temperatur (°C)	<0,001	0,31
Nedbør (mm)	0,001	0,33
Snø lengde (dager)	<0,001	0,25
<b>b) De to nord-norske fjellene</b>		
Fjell	0,054	0,09
<b>Fjell inkludert som kovariabel:</b>		
DCA akse 1	<0,001	0,35
DCA akse 2	0,039	0,11
Høyde over havet (moh)	<0,001	0,27
Over - under skoggrensa	0,002	0,18
Grader fra sørlig himmelretning	0,701	0,03
Helling	0,002	0,20
Temperatur (°C)	0,009	0,22
Nedbør (mm)	<0,001	0,39
Snø lengde (dager)	0,002	0,21

\*)  $R^2$  = forklart variasjon.

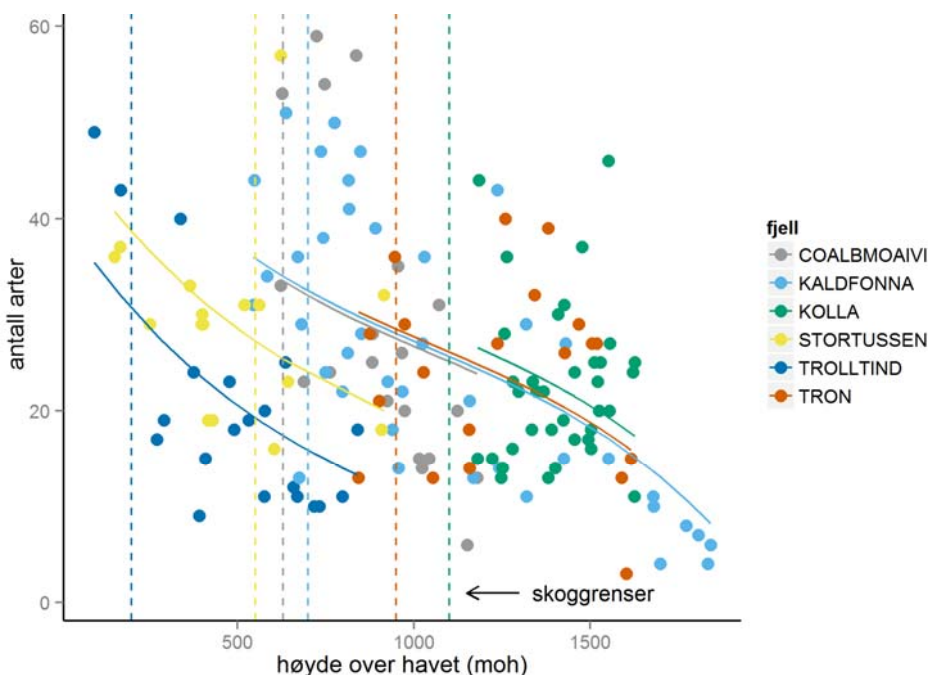
Når variasjon grunnet forskjeller mellom alle fjellene ble fjernet (fjell inkludert som tilfeldig faktor i blandede modeller), så vi at artssammensetning (representert som skår langs DCA akse 1 og 2) hadde størst innvirkning på artsmangfold (Tabell 7a; Figur 6). Artssammensetning reflekterer i tillegg til de studerte klimagradientene (se 3.1.2), naturgrunnlaget i lokal skala: snø lengde, temperatur og vind; i hovedtrekk rabb-snøleie gradienten. Som ved plantesammensetningen, hadde høyde over havet stor innvirkning, men om makroflatene lå over eller under skoggrensa hadde mindre betydning for plantemangfoldet. Det samme var tilfellet med hellingsvinkel og himmelretning, men alle disse tre gradientene hadde signifikant effekt. Som ved plantesammensetningen hadde også nedbørsmengde stor innvirkning, men også for denne variabelen påvirket temperatur og snø lengde.



Figur 6: Plassering av makroflatene langs DCA akse 1 og 2. Makro-flatene plassering langs høydegradienten er markert som en gradient fra lavt (hvitt) til høyt (svart). Antall arter (illustrert med svarte linjer) i makroflatene følger makroflatenes ruteskår (artssammensetningen) mer enn høydegradienten.

Regresjonsanalyser av forekomst (av karplanter) i makroflatene i de to nord-norske fjellene viste at også arts mangfold i disse to fjellene var mer eller mindre likt (Tabell 7b). Som ved analyse av all data samlet, påvirkes antall planter av det plantesamfunn som er etablert i makroflatene, men antallet bestemmes mer av nedbør. Som ved plantesamfunnens sammensetning endres heller ikke arts mangfoldet i de studerte himmelretningene.

En visuell analyse av hvordan arts mangfoldet minker langs høydegradienten, viser at i de to kystnære fjellene (Stortussen og Trolltind) minker arts mangfoldet tilnærmet lineært langs høydekurven (Figur 7). I de andre fjellene (mer kontinentale) flater kurven delvis ut ved skoggrensa, mens den avtar raskere igjen over ca 1300 moh. I både de kystnære og de mer innlandspregede fjellene er arts mangfoldet generelt lavere i de to nordligste fjellene.



Figur 7: Antall arter langs høydegradienten i de seks GLORIA-NORGE fjellene.

#### 4.1.4 Mulig anvendelse av fastrutene

Naturindeks for Norge gir et mål på naturens tilstand og utvikling av biologisk mangfold over tid. Naturindeks for Norge 2015 for fjell viser svingninger over tid, men en nedadgående trend. Dette skyldes i hovedsak forverring i tilstand for fuglearter som utgjør over halvparten av indikatorene for fjell (Pedersen & Aarrestad 2015). Ved de fleste hovedøkosystem i Norge, deriblant for fjell, er det i Naturindeks et generelt behov for flere indikatorer for planter (Framstad 2015). GLORIA-NORGE kan derfor med sine systematiske registreringer av både karplanter, lav og moser på flere steder i Norge bidra til en mer utjevning av denne taksonomiske skjevheten.

## 4.2 Satellittbasert overvåking av vekstsesongen for Midt-Norge

### 4.2.1 Feltobservasjoner – automatiske kamera

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 overvåking av vekstsesongen (fenologi) ved Hjerkin, Dovrefjell. I dette feltet lå fem av åtte observasjonspunkter innenfor Hjerkin skytefelt. Statens naturoppsyn sto for ukentlige observasjoner hele vekstsesongen 2012, og noen observasjoner høsten 2011. Fra sesongen 2013 av ble det forbudt å bruke personbil innen Hjerkin skytefelt, og innhenting av feltobservasjoner innenfor skytefeltet lot seg ikke gjennomføre. Imidlertid ble det for vekstsesongen 2013 gjort vellykkede forsøk med bruk av automatiske time-laps kamera (viltkamera) for innsamling av felldata fra området utenfor skytefeltet på Dovrefjell, og en fikk her noe data for høstsesongen. Bruk av automatiske kamera har den ulempen at det er vanskelig å dokumentere rabb-snøleie gradienten innen større områder/høydegradienter, til det trengs svært mange kamera. Og observasjoner innen store områder (høydegradient) er spesielt hensiktsmessig når en kalibrerer lavoppløselig satellittdata, som MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) med 250m store piksler, brukt i denne overvåkingen. Men bruk av automatiske kamera har også en rekke fordeler. Det forbedrer tidsoppløsningen i observasjonene, fra ukentlig til flere ganger per dag. Det sikrer kontinuitet i observasjonene, og en forbereder seg til den romlige oppløsningen på 10-20m som en får fra de nye Sentinel-2 satellittene. En utnytter også en ny mulighet som har oppstått, fordi de senere år har prisen på automatiske kamera sunket betraktelig, samtidig som kvaliteten og driftssikkerheten har økt.

Våren 2014 ble i alt 13 kamera utplassert, 10 ved Dovrefjell (åtte av dem ved Hjerkinshøe) og tre på Sunndalsfjellene, nærmere bestemt ved Krushøa (se plassering på Figur 10). Tre av kameraene ved Dovrefjelle dekker lokaliteter med manuelle observasjoner i 2011/2012, dette sikrer kontinuitet. Ni av kameraene er av typen Bushell (Figur 8), tre av typen Swann, og ett LTL Acron. Sistnevnte er mest brukervennlig og gir best bilder, men er også dyrest. LTL Acron er i hovedsak brukt i tilsvarende opplegg på Svalbard (Karlsen 2014, Karlsen m. fl. 2014), som en del av «Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen». De ble også vurdert å inkludere det mest humide fjellområde Stortussen, men alle egnede fjellområder i nærheten er delt opp i mange små tomter, og en må derfor innhente tillatelse fra hver enkelt grunneier. Dette ble ikke prioritert, og vi prioriterte derfor heller Sunndalsfjella området. Det var dessuten heller ikke nok kamera/midler i

prosjektet til å inkludere Stortussen-området i denne omgangen. Det ble på forhånd innhentet tillatelse fra Fylkesmannen og Dovrefjell Nasjonalparkstyre, og alle kamera utplassert er merket i henhold til datatilsynets retningslinjer. I tillegg er alle kamera merket med en QR-kode (Quick Response code) som viser tillatelsen (Figur 8). Dette i henhold til kravet fra Dovrefjell Nasjonalparkstyre (Arkivsaksnr: 2014/3059-5).

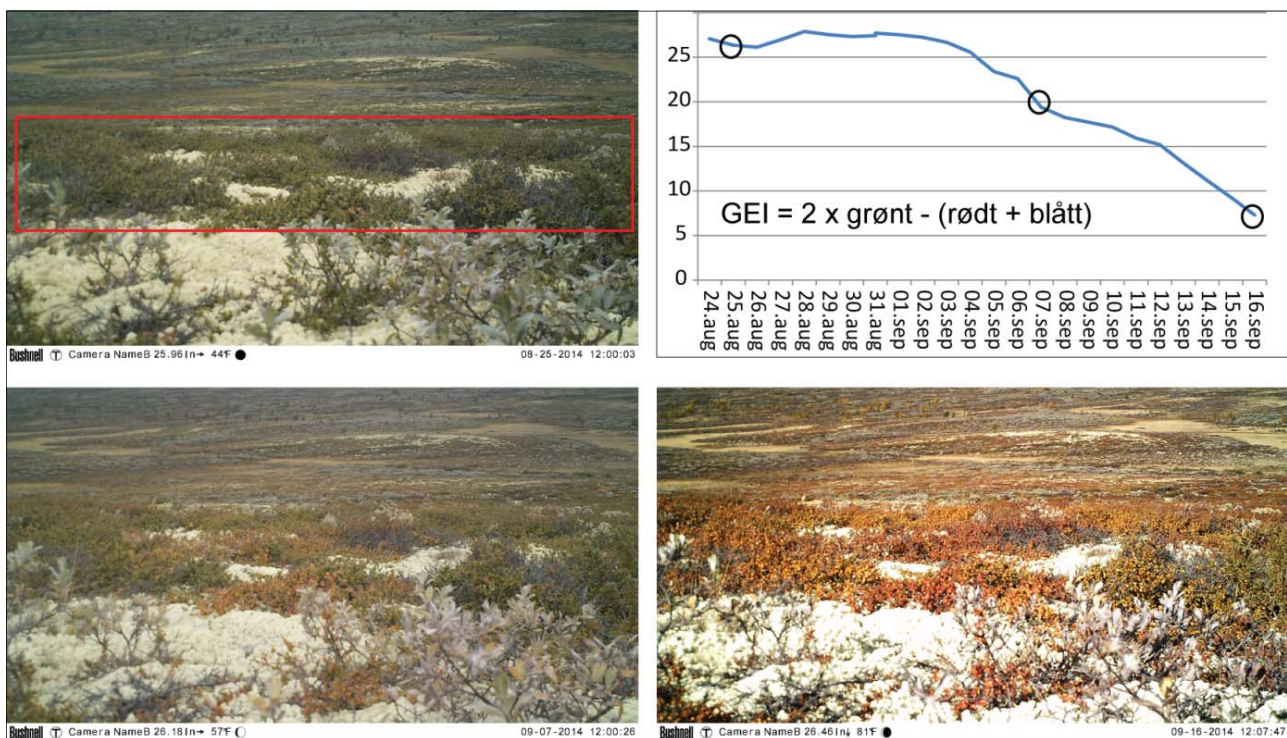


Figur 8: Et av time-laps kameraene av Bushell typen på Sunndalsfjellene. På kameraet ses QR-koden med tillatelse for overvåkning, da det er innen vernet område.

Lokalitetene hvor kameraene er utplasserte, følger GLORIA-NORGE metoden med kyst-innlandsgradient (Dovrefjell vs. Sunndalsfjellene), en høydegradient, og dels rabb-snøleiegradient. De fleste av kameraene ser nedover mot enkeltplanter, men noe kamera gir også oversiktsbilder over flere plantesamfunn. Flere av kameraene dekker dvergbjørkhei, noen kamera dekker gråvier og vanlig bjørk, i tillegg dekkes blåbærleside (to lokaliteter), flaskestarr-myr (to lokalitet), og skogstorkenebb-eng (en lokalitet). Lokaltidene er i homogene områder med tanke på oppskalering, dels med MODIS satellittdata, men mest med tanke på fremtidig bruk av Sentinel-2 satellittdata med 10-20m piksler.

Våren 2014 hadde en svært tidlig start på sesongen, og kameraene ble satt ut litt i seneste laget (3-5.juni 2014) på noen lokaliteter for å fange opp starten på sesongen. I tillegg ble noen kamera satt ut 15. august, og alle kameraene ble hentet inn 21-23. september 2014. *Alle* kameraene virket hele perioden. Men mange av bildene fra Bushell kameratype ga veldig mørke bilder, men dette er løst med automatisk bildebehandling (Python script). RGB verdien på piksler i et bilde angir styrken på reflektert rød (R), grønn (G) og blå (B). I tillegg til visuell tolkning av fenofaser er det gjort automatisk kalkulering av RGB verdier separat, og det er beregnet indekser basert på RGB verdien, som GEI indeksen (greenness excess index; se Figur 9 og Nagai m. fl. (2014) og Inoue m. fl. (2015)). Dette gir mulighet for automatisk deteksjon av fenofaser, og å følge spektralsignaturen gjennom sesongen, noe som forbedrer tolkningen av satellittdata.



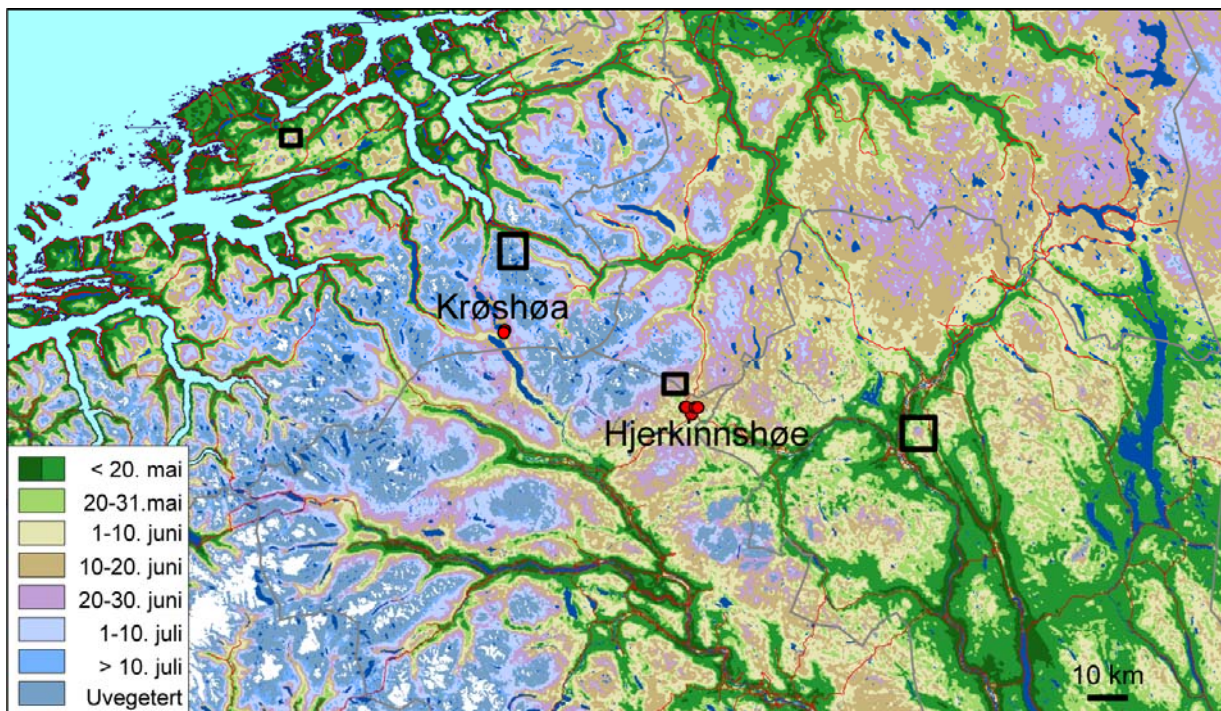


Figur 9: Eksempel på bilder fra et automatisk kamera høsten 2014. Bildene viser vegetasjon med kvitkrull, dvergbjørk og gråvier, og i bakgrunnen ses en flaskestarr-myrr. Eksempelbildene er fra 19. august og 7 og 16. september 2014. Fra bildene beregnes det RGB-verdier. Oppe til høyre vises graf med verdier fra GEI indeksen fra dvergbjørka midt i bilde (rødt rektangel), og hvor datoer med bilder er markert med sirkel. GEI formelen viser begynnende nedgang i verdier omkring 1. september fordi det er da gulingen av dvergbjørkblader begynner, med påfølgende nedgang i refleksjon fra grønt. Ved slutten av perioden (16. september) er dvergbjørkbladene nesten helt gule.

#### 4.2.2 Start på vekstsesongen

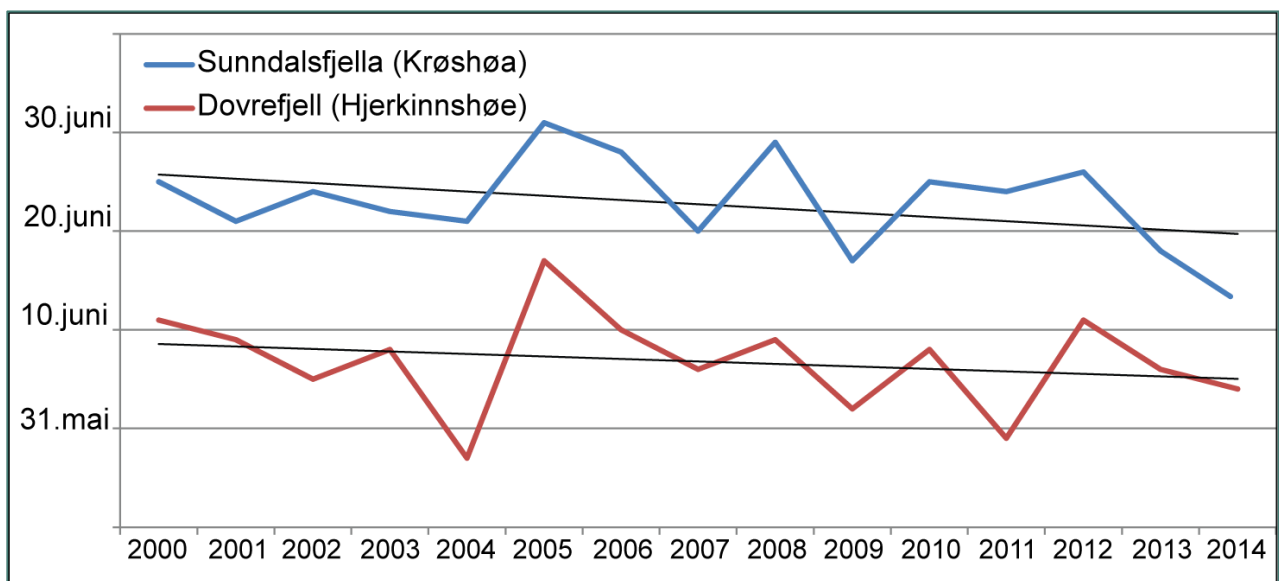
Figur 10 viser gjennomsnittlig start på vekstsesongen for årene 2000 til 2014, og er basert på MODIS satellittdata. Starten på vekstsesongen er i hovedsak korrelert med feltobservasjoner av bladsprett på dvergbjørk (*Betula nana*). Metoden og datasettet er utfyllende beskrevet i tidligere rapport (Karlsen m. fl. 2012).

Både på Sunndalsfjellene og ved Dovrefjell er det en svak trend mot tidligere start på vekstsesongen de siste 15 år, og da en noe sterkere trend i det mer humide Sunndalsfjellene (Figur 11). Starten på vekstsesongen 2014 var den aller tidligst målt på Sunndalsfjellene i løpet av de siste 15 år, og blant de tidligste på Dovrefjell.



Figur 10: Starten på vekstsesongen basert på MODIS-NDVI data. Gjennomsnitt for årene 2000 til 2014. Avmerket med sorte rektangler er de fire midt-Norske GLORA-NORGE fjellene med fastruter, og røde sirkler viser hvor de automatiske time-laps kamera er utplassert på Dovrefjell (Hjerkinnsjø) og Sunndalsfjellene (Krøshøa).

Både feltobservasjonene av fenologi med automatiske kamera og prosesseringen av MODIS satellittdata som gjøres i GLORA-NORGE virker nå tilfredsstillende, og de gir til sammen en god overvåking av endringer i vekstsesongen. En første utgave av kartlegging av slutten på vekstsesongen er tidligere presentert (Karlsen m. fl. 2012), men en forbedret kartlegging av både start og slutt på vekstsesongen er planlagt når flere år med feltvalideringsdata er tilgjengelig. Videre er planen å bruke temperaturdataen som samles inn i GLORIA-NORGE i de fire fjellområdene i Midt-Norge, for dermed å identifisere de klimatiske driverne til vekstsesongen. 24. juni 2015 ble Sentinel-2A satellitten skutt opp, og innledet en ny æra innen mulighet for å overvåke sesongsyklusen i naturen. Og i løpet av 2016 er det planlagt oppskyting av Sentinel-2B satellitten. Med sine svært høye romlige, temporære og spektrale oppløsning til Sentinel-2 satellittene er det nå mulig å kartlegge detaljerte endringer i naturen. Feltdataen som samles inn med de automatiske kamera nå er tilpasset de 10-20m pikslene i Sentinel-2 sensoren, og det er derfor ønskelig å ta i bruk data fra også denne satellitten innen GLORA-NORGE overvåkingen.



Figur 11: Start på vekstsesongen målt med MODIS data for årene 2000 til 2014, for områder med feltobservasjoner med automatiske time-laps kamera.



## 5 LITTERATURREFERANSER

- Aarrestad P.A., Bjerke J.W., Follestad A., Jepsen J., Nybø S., Rusch G., & Schartau A.K. 2015. Naturtyper i klimatilpasningsarbeid. Effekter av klimaendringer og klimatilpasningsarbeid på naturmangfold og økosystemtjenester. NINA Rapport 1157. 98s.
- Barton, B. 2015. Package 'MuMIn'. Multi-Model Inference: versjon 1.15.1.
- Beldring, S., K. Engeland, L. A. Roald, N.R. Sælthun, & A. Voksø. 2003. Estimation of parameters in a distributed precipitation-runoff model for Norway. *Hydrology and Earth-System Sciences* 7: 304-316.
- Bolker, B. 2015. Package 'lme4'. Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4: versjon 1.1-10.
- Cannone, N., Sgorbati, S., & Gugliemin, 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. 2008. 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? I: Framstad E (red.). *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*. s: 30-38.
- Framstad E (red.) 2015. *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*.
- Framstad E., Nybø, S., & Pedersen, B. 2015. Naturindeksens bilde av utviklingen for biologisk mangfold. I: Framstad E (red.). *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*. s: 15-29.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA Temahefte 12: 1-279.
- Gisnås, K., Etzelmuller, B., Farbrot, H., Schuler, T.V., & Westermann, S. 2013. CryoGRID 1.0: Permafrost Distribution in Norway estimated by a Spatial Numerical Model, *Permafrost and Periglacial Processes*, 24, 2-19.
- Hanssen-Bauer, I. 2005. Regional temperature and precipitation series for Norway: Analyses of time-series updated to 2004. Met.no report 15/2005 - Climate. Norwegian Meteorological Institute, Oslo.
- Inoue, T., Nagai, S., Kobayashi, H., & Koizumi, H. 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* (2003–2012), 112(F2).
- Karlsen, S.R. 2014. Overvåkning av vekstsesongen med automatiske kamera i Adventdalen, Svalbard. Norut notat 03/2014. 8s.
- Karlsen, S.R., A. Elvebakk, K.A. Høgda, & T. Grydeland. 2014. Spatial and Temporal Variability in the Onset of the Growing Season on Svalbard, Arctic Norway - Measured by MODIS-NDVI Satellite Data. *Remote Sensing*, 6: 8088-8106.

- Karlsen, S.R., K.A. Høgda, B. Johansen, J. I. Holten, & S. Wehn. 2012. Etablering av overvåkning av vekstsesongen langs et kyst – innland transekt i Midt-Norge. - ett delprosjekt innen GLORIA Norge. Norut rapport 4/2012. 17 s.
- Lenoir, J., Gégout, J.C., Marquet, P.A., 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. 2014. GLORIA Norge –årsrapport for 2013. Makroflater på Arnøya og satellittbasert overvåkning av vekstsesongen i Midt-Norge. Bioforsk rapport.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss. 199 s.
- Nagai, S., Yoshitake, S., Inoue, T., Suzuki, R., Muraoka, H., Nasahara, K. N., & Saitoh, T. M. 2014. Year-to-year blooming phenology observation using time-laps digital cameras. *J. Agric. Meteorol*, 70: 163-170.
- Pauli, H., Gottfried, M., Dullinger, S., m.fl. 2012. Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits. *Science* 336: 353-355.
- Pedersen, H.C., & Aarrestad, P.A. 2015. Fjell. I: Framstad E (red.). Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold. s: 84-92.
- Pedersen, H.C., & Eide, N. 2010. Fjell. I: Nybø S. (red.). Naturindeks for Norge 2010.
- 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.
- Syverhuset, A.O., 2009. Recent changes in temperature and vegetation on Dovrefjell. Master thesis in Plant Ecology. NTNU, Trondheim, June 2009. 50 pp.
- Wehn S., & Holten J.I. 2010. Overvåking av fjellvegetasjon på Stortussen/Snøtind et pilotprosjekt innenfor GLORIA Norge. DN-utredning 8-2010.
- Wehn, S., Holten, J.I. & Karlsen, S.R. 2012. Etablering av fastruter i fjell langs et kyst - innland transekt i Midt-Norge. – ett delprosjekt innen GLORIA Norge. Norut rapport, 3/2012.
- Wehn, S., Lundemo, S., & Holten, J. I. (2013). Midt-norsk fjellnatur fra kyst til innland. GLORIA Norge, et overvåkingsprogram for fjellvegetasjon – 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(2), 155-164.

## 6 VEDLEGG

Vedlegg 1: Karplanter registrert i makroflatene (10 x 10 m fastruter) i GLORIA-NORGE fjellene. Utbredelse: N: kun observert i makroflatene i Nord-Norge; M: kun observert i makroflatene i Midt-Norge; AN: kun observert i de alpine makroflatene (over skoggrensa) i Nord-Norge; AM: kun observert i de alpine makroflatene i Midt-Norge; BN: kun observert i de boreale makroflatene (under skoggrensa) i Nord-Norge; BM: kun observert i de boreale makroflatene i Midt-Norge.

Forkortning	Latinsk navn	Norskt navn	Utbredelse
achi mil	<i>Achillea millefolium</i>	Ryllik	MB
acon sep	<i>Aconitum septentrionale</i>	Tyrihjelm	M
agro can	<i>Agrostis canina</i>	Hundekvein	M; MB
agro cap	<i>Agrostis capillaris</i>	Engkvein	N
agro mer	<i>Agrostis mertensii</i>	Fjellkvein	MA
alch alp	<i>Alchemilla alpina</i>	Fjellmarikåpe	
alch sp	<i>Alchemilla sp.</i>	Marikåpe	NA
alch vul	<i>Alchemilla vulgaris</i>	Stjernemarikåpe	N
alli sch sib	<i>Allium scoenoprasum sibiricum</i>	Sibirgrasløk	N
alnu inc	<i>Alnus incana</i>	Gråor	M; MB
andr pol	<i>Andromeda polifolia</i>	Hvitlyng	NA
anem nem	<i>Anemone nemorosa</i>	Hvitveis	M
anem ver	<i>Pulsatilla vernalis</i>	Mogop	M; MA
ange arc arc	<i>Angelica archangelica ssp. archangelica</i>	Fjellkvann	N
ange syl	<i>Angelica sylvestris</i>	Sløke	M; MB
ante alp	<i>Antennaria alpina</i>	Fjellkattefot	MA; NA
ante dio	<i>Antennaria dioica</i>	Kattefot	NA
anth nip	<i>Anthoxanthum nipponicum</i>	Fjellgulaks	NB
anth odo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gulaks	
arct alp	<i>Arctostaphylos alpinus</i>	Rypebær	
arct uva	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Melbær	M
astr alp	<i>Astragalus alpinus</i>	Setermjelt	MA
astr fri	<i>Astragalus frigidus</i>	Gulmjølt	M; MA
athy dis	<i>Athyrium distentifolium</i>	Fjellburkne	
athy fil	<i>Athyrium filix-femina</i>	Skogburkne	M; MB
aven fle	<i>Avenella flexuosa</i>	Smyle	
aven pub	<i>Avenula pubescens</i>	Dunhavre	N
bart alp	<i>Bartsia alpina</i>	Svarttopp	
beck gla	<i>Beckwithia glacialis</i>	Issoleie	MA; NA
betu nan	<i>Betula nana</i>	Dvergbjørk	
betu nan-pub	<i>Betula nana x pubescens</i>	Hybrid dvergbjørk og dunbjørk	NA
betu pub	<i>Betula pubescens</i>	Dunbjørk	
bist viv	<i>Bistorta vivipara</i>	Harerug	
blec spi	<i>Blechnum spicant</i>	Bjønnekam	M
cala lap	<i>Calamagrostis lapponica</i>	Finmarksrørkvein	N
call vul	<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng	NB
calm phr	<i>Calamagrostis phragmitoides</i>	Skogrørkvein	M; MB
camp rot	<i>Campanula rotundifolia</i>	Blåklokke	
card bel	<i>Cardamine bellidifolia</i>	Høyfjellsarse	MA; NA
care atr	<i>Carex atrata</i>	Svartstarr	N; NA
care big	<i>Carex bigelowii</i>	Stivstarr	

Forkortning	Latinsk navn	Norskt navn	Utbredelse
care bru	<i>Carex brunnescens</i>	Seterstarr	NA
care cap	<i>Carex capillaris</i>	Hårstarr	M; MA
care ech	<i>Carex echinata</i>	Stjernestarr	M
care fuli misa	<i>Carex fuliginosa ssp. misandra</i>	Dubbestarr	N; NA
care lac	<i>Carex lachenalii</i>	Rypestarr	MA; NA
care nig	<i>Carex nigra</i>	Slåttestarr	NA
care nor	<i>Carex norvegica</i>	Fjellstarr	N
care pal	<i>Carex pallescens</i>	Bleikstarr	MB
care pau	<i>Carex pauciflora</i>	Sveltstarr	M; MB
care pil	<i>Carex pilulifera</i>	Bråtestarr	M
care rup	<i>Carex rupestris</i>	Bergstarr	M; MA
care sax	<i>Carex saxatilis</i>	Blankstarr	M; MA
care vag	<i>Carex vaginata</i>	Slirestarr	
cass tet	<i>Cassiope tetragona</i>	Kantlyng	N
cera alp	<i>Cerastium alpinum</i>	Fjellarve	M; MA
cera cer	<i>Cerastium cerastoides</i>	Brearve	MA; NA
cera fon	<i>Cerastium fontanum</i>	Vanlig arve	
cham sue	<i>Chamaepericlymenum suecica</i>	Skrubbær	
cice alp	<i>Cicerbita alpina</i>	Turt	
cirs het	<i>Cirsium heterophyllum</i>	Hvitbladtistel	MB
coel vir	<i>Coeloglossum viride</i>	Grønnkurl	MA; NA
crep pal	<i>Crepis paludosa</i>	Sumphaukeskjegg	M; MB
cryp cri	<i>Cryptogramma crispa</i>	Hestespreng	M; MA
cyperaceae	<i>Cyperaceae</i>	Starrfamilien	M; MA
dact fuc	<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	Skogmarihand	N
dact mac	<i>Dactylorhiza maculata</i>	Flekkmarihand	M
desc alp	<i>Deschampsia alpina</i>	Fjellbunke	MA
desc ces	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Sølvbunke	
diap lap	<i>Diapensia lapponica</i>	Fjellpryd	MA
diph alp	<i>Diphasiastrum alpinum</i>	Fjelljamne	MA; NA
dros rot	<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundsoldogg	M; MB
drya oct	<i>Dryas octopetala</i>	Reinrose	MA
dryo exp	<i>Dryopteris expansa</i>	Sauetelg	M; MB
dryo fil	<i>Dryopteris filix-mas</i>	Ormetelg	MB
empe nig	<i>Empetrum nigrum</i>	Krekling	
epil ana	<i>Epilobium anagallidifolium</i>	Dvergmjølke	MA; NA
epil ang	<i>Epilobium angustifolium</i>	Geitrams	M
epil hor	<i>Epilobium hornemannii</i>	Setermjølke	M; MA
epil lac	<i>Epilobium lactiflorum</i>	Hvitmjølke	M
epil mon	<i>Epilobium montanum</i>	Krattmjølke	M; MB
equi arv	<i>Equisetum arvense</i>	Åkersnelle	MA
equi arv bor	<i>Equisetum arvense ssp. boreale</i>	Polarsnelle	M; MA
equi pra	<i>Equisetum pratense</i>	Engsnelle	N; NA
equi syl	<i>Equisetum sylvaticum</i>	Skogsnelle	M; MB
erig uni	<i>Erigeron uniflorus</i>	Snøbakkestjerne	MA
erio ang	<i>Eriophorum angustifolium</i>	Duskull	M
erio sch	<i>Eriophorum scheucheri</i>	Brannull	M; MA
erio vag	<i>Eriophorum vaginatum</i>	Torvull	M
euph fri	<i>Euphrasia frigida</i>	Fjelløyentrøst	M; MA



Forkortning	Latinsk navn	Norskt navn	Utbredelse
euph sp	<i>Euphrasia sp.</i>	Øyentrøst	
fest ovi	<i>Festuca ovina</i>	Sauesvingel	
fest rub	<i>Festuca rubra</i>	Rødsvingel	MB
fest viv	<i>Festuca vivipara</i>	Geitsvingel	
fili ulm	<i>Filipendula ulmaria</i>	Mjødurt	M; MB
gali bor	<i>Galium boreale</i>	Hvitmaure	M
gent niv	<i>Gentiana nivalis</i>	Snøsøte	N
gera syl	<i>Geranium sylvaticum</i>	Skogstorkenebb	
gymn dry	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Fugleteig	
harr hyp	<i>Harrimanella hypnoides</i>	Moselyng	MA
hier sect alp	<i>Hieracium sect. Alpina</i>	Fjellsvever	
hier sect syl	<i>Hieracium sect. Sylvatica</i>	Skogsvever	
hier sp	<i>Hieracium sp.</i>	Svever	
hieroc alp	<i>Hierochloë alpina</i>	Fjellmarigras	N
hupe appr	<i>Huperzia appressa</i>	Fjell-lusegras	MA
hupe sel	<i>Huperzia selago</i>	Lusegras	NA
hype mac	<i>Hypericum maculatum</i>	Firkantperikum	M
junc big	<i>Juncus biglumis</i>	Tvillingsiv	MA; NA
junc fil	<i>Juncus filiformis</i>	Trådsiv	M; MA
junc trif	<i>Juncus trifidus</i>	Rabbesiv	
juni com	<i>Juniperus communis</i>	Einer	NA
leon aut	<i>Leontodon autumnalis</i>	Følblom	MA
linn bor	<i>Linnaea borealis</i>	Linnea	NA
list cor	<i>Listera cordata</i>	Småtveblad	
lois pro	<i>Loiseleuria procumbens</i>	Greplyng	
lotu cor	<i>Lotus corniculatus</i>	Tiriltunge	MA
luzu arc	<i>Luzula arcuata</i>	Buefrytle	MA
luzu mul	<i>Luzula multiflora</i>	Engfrytle	
luzu mul fri	<i>Luzula multiflora ssp. frigida</i>	Seterfrytle	MA; NB
luzu par	<i>Luzula parviflora</i>	Hengefrytle	N; NA
luzu pil	<i>Luzula pilosa</i>	Hårfrytle	
luzu spi	<i>Luzula spicata</i>	Aksfrytle	MA; NA
luzu sud	<i>Luzula sudetica</i>	Myrfrytle	M
luzu syl	<i>Luzula sylvatica</i>	Storfrytle	M
luzula sp	<i>Luzula sp.</i>	Frytle	M; MA
lyco ann	<i>Lycopodium annotinum</i>	Stri kråkefot	
lyco ann alp	<i>Lycopodium annotinum alpestre</i>	Fjellkråkefot	M
lyco cla	<i>Lycopodium clavatum</i>	Myk kråkefot	
maia bif	<i>Maianthemum bifolium</i>	Maiblom	M
mela pra	<i>Melampyrum pratense</i>	Stormarimjelle	
mela syl	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Småmarimjelle	
meli nut	<i>Melica nutans</i>	Hengeaks	M; MB
minu bif	<i>Minuartia biflora</i>	Tuearve	M; MA
minu stri	<i>Minuartia stricta</i>	Grannarve	M; MA
moli cae	<i>Molinia caerulea</i>	Blåtopp	M
myos dec	<i>Myosotis decumbens</i>	Fjellminneblom	N; NA
nard str	<i>Nardus stricta</i>	Finnskjegg	
nart oss	<i>Nartheicum ossifragum</i>	Rome	M
omal nor	<i>Omalotheca norwgica</i>	Setergråurt	NA

Forkortning	Latinsk navn	Norskt navn	Utbredelse
omal sup	<i>Omalotheca supina</i>	Dverggråurt	MA; NA
oreo lim	<i>Oreopteris limbosperma</i>	Smørtelg	M
orth sec	<i>orth secunda</i>	Nikkevintergrønn	
oxal ace	<i>Oxalis acetosella</i>	Gjøkesyre	M
oxyr dig	<i>Oxyria digyna</i>	Fjellsyre	M; MA
parn pal	<i>Parnassia palustris</i>	Jåblom	N; NA
pedi hir	<i>Pedicularis hirsuta</i>	Lodnemyrklegg	N; NA
pedi lap	<i>Pedicularis lapponica</i>	Bleikmyrklegg	
pedi oed	<i>Pedicularis oederi</i>	Gullmyrklegg	M
pedi syl	<i>Pedicularis sylvatica</i>	Kystmyrklegg	M; MB
pheg con	<i>Phegopteris connectilis</i>	Hengeving	
phle alp	<i>Phleum alpinum</i>	Fjelltimotei	
phyl cae	<i>Phyllodoce caerulea</i>	Blålyng	NA
pice abi	<i>Picea abies</i>	Gran	M
ping vil	<i>Pinguicula villosa</i>	Dvergtettegras	N; NA
ping vul	<i>Pinguicula vulgaris</i>	Tettegras	NA
pinu syl	<i>Pinus sylvestris</i>	Vanlig Furu	M; MA
plat sp	<i>Platanthera sp.</i>	Nattfiol	M; MB
poa alp	<i>Poa alpina</i>	Fjellrapp	MA
poa ann	<i>Poa annua</i>	Tunrapp	M; MA
poa arc	<i>Poa arctica</i>	Jervrapp	MA
poa fle	<i>Poa flexuosa</i>	Mykrapp	M; MA
poa pra	<i>Poa pratensis</i>	Engrapp	M
poa pra alp	<i>poa pratensis ssp. alpigena</i>	Seterrapp	N
poa pra ang	<i>Poa pratensis ssp. angustifolia</i>	Trådrapp	N; NA
poacea	<i>Poacea</i>	Grasfamilien	M; MB
popu tre	<i>Populus tremula</i>	Vanlig Osp	M
pote cra	<i>Potentilla crantzii</i>	Flekkmure	NA
pote ere	<i>Potentilla erecta</i>	Tepperot	NA
prun pad	<i>Prunus padus</i>	Hegg	M; MB
puls ver	<i>Pulsatilla vernalis</i>	Mogop	M; MA
pyro min	<i>Pyrola minor</i>	Perlevintergrønn	
pyro nor	<i>Pyrola norvegica</i>	Norsk vintergrønn	M; MB
ranu acr	<i>Ranunculus acris</i>	Engsoleie	
ranu niv	<i>Ranunculus nivalis</i>	Snøsoleie	N; NA
ranu pla	<i>Ranunculus plataniifolius</i>	Hvitsoleie	M; MB
ranu pyg	<i>Ranunculus pygmaeus</i>	Dvergsoleie	M; MA
rhin min	<i>Rhinanthus minor</i>	Småengkall	MB
rhod ros	<i>Rhodiola rosea</i>	Rosenrot	MA; NA
rosa vil	<i>Rosa villosa</i>	Brusknype	M; MB
rubu cha	<i>Rubus chamaemorus</i>	Molte	M
rubu ida	<i>Rubus idaeus</i>	Bringebær	M; MB
rubu sax	<i>Rubus saxatilis</i>	Teiebær	MB
rume ace	<i>Rume ace</i>	Engsyre	
sagi caes	<i>Sagina caespitosa</i>	Stuttsmåarve	N; NA
sagi niv	<i>Sagina nivalis</i>	Jøkelsmåarve	N; NA
sagi sag	<i>Sagina saginoides</i>	Seterarve	M; MA
sali cap x nig	<i>Salix caprea x nigricans</i>	Hybrid selje og blokkvier	M; MB
sali gla	<i>Salix glauca</i>	Sølvvier	

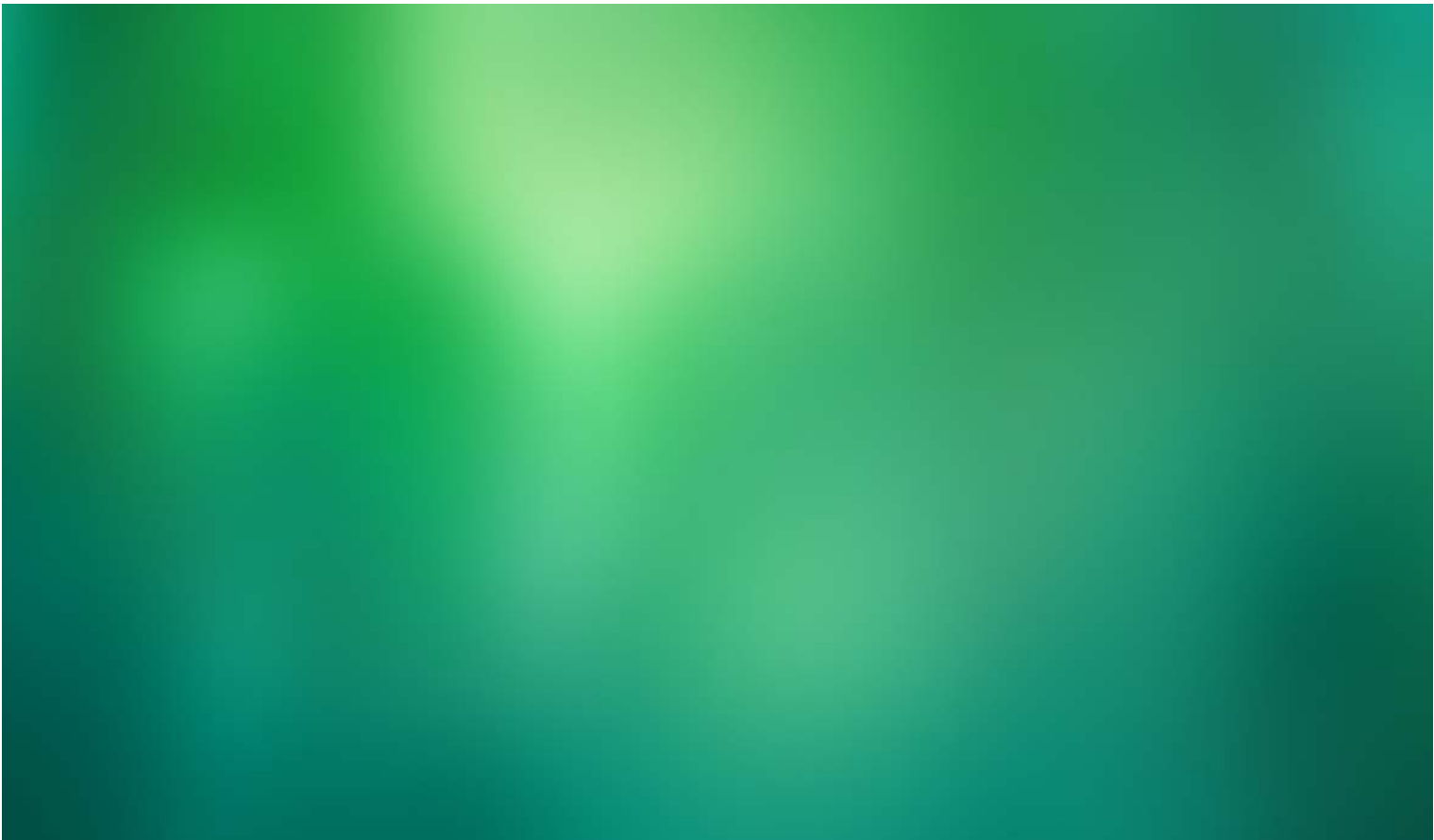
Forkortning	Latinsk navn	Norskt navn	Utbredelse
sali has	<i>Salix hastata</i>	Bleikvier	MB; NA
sali her	<i>Salix herbacea</i>	Musøre	MA
sali lan	<i>Salix lanata</i>	Ullvier	MA
sali lap	<i>Salix lapponum</i>	Lappvier	NA
sali myr	<i>Salix myrsinifolia</i>	Storvier	N
sali nig	<i>Salix nigricans</i>	Blokkevier	M; MB
sali pol	<i>Salix polaris</i>	Polarvier	N
sali ret	<i>Salix reticulata</i>	Rynkevier	N; NA
sali sta	<i>Salix starkeana</i>	Blåvier	M
saus alp	<i>Saussurea alpina</i>	Fjelltistel	
saxi aiz	<i>Saxifraga aizoides</i>	Gulsildre	M; MA
saxi opp	<i>Saxifraga oppositifolia</i>	Rødsildre	M; MA
saxi ste	<i>Saxifraga stellaris</i>	Stjernesildre	M; MA
sela sel	<i>Selaginella selaginoides</i>	Dvergamne	MA
sibb pro	<i>Sibbaldia procumbens</i>	Trefingerurt	MA; NA
sile aca	<i>Silene acaulis</i>	Fjellsmelle	MA; NB
sile rup	<i>Silene rupestris</i>	Småsmelle	M; MA
solu vir	<i>Solidago virgaurea</i>	Gullris	
sorb auc	<i>sorb aucuparia</i>	Rogn	
stel nem	<i>Stellaria nemorum</i>	Skogstjerneblom	M; MB
stell bor	<i>Stellaria borealis</i>	Fjellstjerneblom	N; NA
stell gram	<i>Stellaria graminea</i>	Grasstjerneblom	N
succ pra	<i>Succisa pratensis</i>	Blåknapp	M
tara off	<i>Taraxacum officinale</i>	Løvetann officinale-gruppen	
thal alp	<i>Thalictrum alpinum</i>	Fjellfrøstjerne	NA
tofi pus	<i>Tofieldia pusilla</i>	Bjønbrodd	
tric ces	<i>Trichophorum cespitosum</i>	Bjørneskjegg	NA
tric ces ces	<i>Trichophorum cespitosum ssp. cespitosum</i>	Småbjørneskjegg	N
tric ger	<i>Trichophorum germanicum</i>	Storbjørneskjegg	M
trie eur	<i>Trientalis europaea</i>	Skogstjerne	
trif rep	<i>Trifolium repens</i>	Hvitkløver	M; MB
tris spi	<i>Trisetum spicatum</i>	Svartaks	MA; NA
trol eur	<i>trollius europaeus</i>	Ballblom	N
vacc myr	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blåbær	
vacc uli	<i>Vaccinium uliginosum</i>	Blokkebær	
vacc vit	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Tyttebær	
vahl atr	<i>Vahlodea atropurpurea</i>	Rypebunke	MA; NA
vale sam	<i>Valeriana sambucifolia</i>	Vendelrot	M
vero alp	<i>Veronica alpina</i>	Fjellveronika	MA; NA
vero cha	<i>Veronica chamedrys</i>	Tveskjeggveronika	M; MB
vero off	<i>Veronica officinalis</i>	Legeveronika	MB
vero ser	<i>Veronica serpyllifolia</i>	Snauveronika	M; MA
vici cra	<i>Vicia cracca</i>	Fuglevikke	N
viol bif	<i>Viola biflora</i>	Fjellfiol	
viol can	<i>Viola canina</i>	Engfiol	N
viol pal	<i>Viola palustris</i>	Myrfiol	
viol riv	<i>Viola riviniana</i>	Skogfiol	M
visc alp	<i>Viscaria alpina</i>	Fjelltjæreblom	MA; NA

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.



Forsidefoto: kantlyng en art som kun ble observert i de nordlige GLORIA-NORGE fjellene; Foto: Sverre Lundemo.