



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT

**VOL.: 2, NR.: 86, 2016**

## **GLORIA Norge – årsrapport for 2013**

Makroflater på Arnøya og satellittbasert overvåkning av vekstsesongen i Midt-Norge



Sverre Lundemo, Stein Rune Karlsen og Jarle Inge Holten

NIBIO Kvithamar

**TITTEL/TITLE**

GLORIA Norge – årsrapport for 2013. Makroflater på Arnøya og satellittbasert overvåkning av vekstsesongen i Midt-Norge

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

Lundemo S, Karlsen S-R & Holten JI

<b>DATO/DATE:</b> 28.11.2016	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b> 2(86) 2016	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b> Åpen	<b>PROSJEKT NR./PROJECT NO.:</b> 130159	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b> 16/1259	
<b>ISBN-NR./ISBN-NO:</b> 978-82-17-01665-6		<b>ISBN DIGITAL VERSJON/ ISBN DIGITAL VERSION:</b>	<b>ISSN-NR./ISSN-NO:</b> 2464-1162	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b> 27	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b> 2

**OPPDRAGSGIVER/EMPLOYER:**

Miljødirektoratet

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Else Marie Løbersli

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Overvåkning, fjellvegetasjon, klima  
Monitoring, alpine vegetation, climate

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Avdeling for kulturlandskap og biomangfold

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Denne rapporten omhandler den første sesongen av en kyst - innlandgradient som skal etableres i Nord-Norge. På dette første fjellet, Trolltinden på Arnøya, er fastruter for overvåkning av plantesamfunn lagt ut langs en høydegradient, fra nordboreal til høyalpin sone, samt i en vegetasjonstypegradient fra snøleie via leside til rabbe. Vegetasjonen i disse rutene er blitt registrert, og vil tjene som referansegrunnlag for langtidsovervåkning av hvordan plantesamfunn påvirkes som følge av klimaendringer. I tillegg omhandler rapporten nye resultater fra satellittbasert overvåkning av vekstsesongen for transektet i Midt-Norge.

GLORIA Norway is financed by the Norwegian Environment Agency, focusing on establishing a long-term monitoring program of alpine vegetation in selected Norwegian mountain communities, linking changes in vegetation to changes in the physical environment. This report presents the baseline alpine vegetation in the first mountain, Trolltinden, of a coast-inland gradient in Northern Norway. Additionally, satellite-based results from monitoring of the growing season of the coast-inland gradient in Central Norway are presented.

**LAND/COUNTRY:** Norge  
**FYLKE/COUNTY:** Troms, Møre og Romsdal, Oppland, Sør-Trøndelag, Hedmark  
**KOMMUNE/MUNICIPALITY:** Skjervøy, Gjemnes, Eide, Sunndal, Dovre, Oppdal, Alvdal  
**STED/LOKALITET:** Trolltinden, Stortussen/Snøtind, Kaldfonna, Kolla, Tron

**GODKJENT /APPROVED**

Knut Anders Hovstad

---

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

Sverre Lundemo

---

# FORORD

Denne rapporten tar for seg det feltarbeidet som ble utført i regi av GLORIA Norge i løpet av sesongen 2013. Formålet med prosjektet er å overvåke vegetasjon og relevante fysiske faktorer på lokal skala over regionale gradienter i forhold til framtidige klimaendringer.

Årets arbeid er todelt, og inkluderer a) oppstarten av et kyst-innland-transekt i Nord-Norge, med fastruter for overvåkning av vegetasjon langs lokalklimatiske gradienter; fra fjellskog til fjelltopp (høyde over havet), og varighet av snødekke (rabbe-snøleie). I tillegg presenterer vi

b) nye resultater innen satellittbasert overvåkning av vekstsesongen for GLORIA-transektet i Midt-Norge.

Vi gir her en kort gjennomgang av foreløpige resultater og diskuterer dette i lys av hva som er oppnådd i prosjektet så langt.

Vi takker naturoppsyn Arne Johs. Mortensen, og naturveilederne Heidi Ydse og Espen Rusten ved Statens naturoppsyn Dombås/Hjerkinn for feltobservasjonene av vekstsesongen sommeren 2012. I tillegg vil vi takke Bernt Johansen ved Norut for assistanse under befarung i Troms.

Kvithamar, 1. juni 2014

Sverre Lundemo

# INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	6
1.1	Makroflatestudier .....	6
207		
1.2	Satellittbasert overvåking av vekstsesongen .....	7
2	METODER .....	8
2.1	Makroflatestudier .....	8
2.2	Satellittbasert overvåking av vekstsesongen .....	9
3	RESULTATER .....	10
3.1	Makroflatestudier på Arnøya .....	10
3.2	Vegetasjonssonene på Trolltinden .....	11
3.2.1	Nordboreal sone (makroflate 3 og 4) .....	13
3.2.2	Lavalpin sone (makroflate 1-2, 5-8, 10, 13, 18-20) .....	13
3.2.3	Mellomalpin sone .....	14
3.2.4	Høyalpin sone .....	15
3.3	Satellittbasert overvåking av vekstsesongen for GLORIA-transektet Midt-Norge .....	16
3.3.1	Fenologiobservasjoner .....	16
3.3.2	Start på vekstsesongen .....	17
4	DISKUSJON OG KONKLUSJON .....	19
4.1	Makroflatestudier på Arnøya .....	19
4.2	Satellittbasert overvåking av vekstsesongen for GLORIA-transektet i Midt-Norge .....	21
	LITTERATURREFERANSER .....	22
	VEDLEGG .....	24

# 1 INNLEDNING

Alpine økosystemer er i endring, både som følge av endringer i arealbruk, klimaendringer, og en kombinasjon av disse. I tillegg kan effekter av klimaendringer på økosystemer gjøre seg gjeldende som følge av direkte endringer i abiotiske faktorer som temperatur og nedbør, eller indirekte endringer i form av biotiske interaksjoner (Dullinger et al. 2004; Olsen og Klanderud 2013).

Klimaendringer har blitt dokumentert i norske fjellområder, og det er forventet at disse vil øke i framtiden (Hanssen-Bauer et al. 2005; Isaksen et al. 2007). Siden vegetasjonsstrukturen i fjelløkosystemer i stor grad er bestemt av klimarelaterte variabler (Pickering et al. 2008) vil disse systemene derfor i stor grad være sårbare overfor klimaendringer (Cannone et al. 2007; Erschbamer et al. 2008; Lenoir et al. 2008). I tillegg er endringer i tidspunktet for planters livshistoriefaser, som spire- og blomstringstidspunkt, tydelig koblet til klima (fenologi), og kan slik brukes for påvisning av tidlige økosystemresponser (Walther et al. 2002). Det er derfor av interesse å overvåke både vegetasjonssammensetning, populasjonsdynamikk, fenologi og biofysiske variabler for å kunne påvise prosessene som forårsaker endringer i alpine økosystemer.

## 1.1 Makroflatestudier

GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environment) er et verdensomspennende nettverk hvis mål er å overvåke klimaendringers effekt på vegetasjonen på fjelltopper. Målområder har siden oppstarten i 2001 blitt etablert på alle kontinenter utenom Antarktis, og vegetasjonen i fastruter i målområdene skal registreres hvert 7. år, neste gang i 2015. I en stor andel av målområdene er det gjort registreringer to ganger, noe som allerede har påvist klare endringer i vegetasjon (Gottfried et al. 2012; Pauli et al. 2012), blant annet i Norges målområde Dovrefjell (Michelsen et al. 2011). Dette programmet fokuserer på overvåkning av vegetasjon i sonen rundt toppunktet på et utvalg topper av ulike høyde i hvert målområde («multi-summit approach»).

GLORIA Norge har videreutviklet den opprinnelige metodikken til å omfatte overvåkning langs både regionale og lokale økokliner («slope approach»), og har siden 2009 utført feltarbeid med støtte fra Miljødirektoratet. I den nye metoden fokuseres det på å inkludere flere gradienter, som temperatur (høyde over havet), fuktighet (rabbe-leside-snøleie) og oseanitet (kyst-innland). En lignende metodikk, med fokus på å kunne fange opp endringer langs høydegradienten, er blitt teste ut i USA.

I perioden 2009-2012 ble et transekt for vegetasjonsovervåkning etablert i Midt-Norge (Wehn et al. 2013). Fire fjell i en gradient fra kyst til innland, fra Gjemnes og Eide kommune, Møre og Romsdal fylke (Stortussen/Snøtind), via Sunndal kommune, Møre og Romsdal fylke (Kaldfonna) og Dovre kommune, Oppland fylke og Oppdal kommune, Sør-Trøndelag fylke (Kolla) til Alvdal kommune, Hedmark fylke (Tron), ble valgt ut for å representere en bioklimatisk gradient (klart oseanisk - svakt kontinental; Tabell 1). Fastruter ble lagt ut på alle fire fjell langs høydegradienten, samt langs en rabbe-snøleiegradient. I tillegg til makroflater (10 m × 10 m) ble det også lagt ut mikroflater (1 m × 1 m) i noen av de større flatene. Tanken var også å legge ut ruter i alle himmelretninger på fjella, men topografien gjorde at dette kun var mulig for noen av dem. Foreløpige analyser fra dette transektet viste at artsrikdom, diversitet og artssammensetning endret seg betydelig langs klimagradienter bestemt av avstand fra kyst, høyde over havet og

snødekke/vindforhold. Det ble derfor anbefalt at disse gradientene også burde inkluderes i framtidige undersøkelsesområder etablert i regi av GLORIA Norge (Wehn et al. 2013). Vegetasjonen i fastrutene i det etablerte transektet vil bli registrert på nytt med jevne mellomrom, og utgjør nå starten på en langtidsovervåkning av vegetasjonen i norske alpine økosystemer.

Tabell 1: Oversikt over fjellene som inngår i transektet for vegetasjonsovervåkning i Midt-Norge. Lokalitetsnavn, koordinater (UTM), høyde topp-punkt (moh), årsnedbør (mm), gjennomsnittstemperatur (°C) for januar and juli (for nærmeste meteorologiske målestasjon, oftest i lavlandet), og antall makroflater (10 m × 10 m) etablert.

Lokalitet	Koordinater	Moh	Nedbør	Januar-temperatur	Juli-temperatur	Antall flater
Stortussen/Snøtind	62°52' N, 7°30' E	1027	2000	+1	+13.5	16
Kaldfonna	62°37' N, 8°38' E	1849	1600	0	+14.5	40
Kolla	62°17' N, 9°29' E	1651	800	-10	+11.5	37
Tron	62°10' N, 10°41' E	1665	350	-12	+13.0	20

## 1.2 Satellittbasert overvåkning av vekstsesongen

En første indikasjon på endringer i vegetasjonen som følge av klimaendring er gjerne endringer i vekstsesongens lengde. Dette kan påvises med ulike tilnærminger, for eksempel observasjoner av blåbærblomstring i felt, grønning/gulning av plantesamfunn sett fra automatiske kamera, eller endringer over år i start/slutt på vekstsesongen observert fra satellitt. Siden artene responderer 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 Midt-Norge har foregått. Vekstsesongens lengde er også viktig for tilbakekoplingen til klimasystemet. For eksempel vil tidlig start på vekstsesongen, med tidligere grønn vegetasjon, gjøre at mengden solinnstråling som absorberes og konverteres til varme øker. Det betyr at vekstsesongen også er nært knyttet til de geofysiske variablene som også observeres i GLORIA-Norge. I denne rapporten presenteres oppdaterte resultater for satellittbasert overvåkning av vekstsesongen for transektet i Midt-Norge.

## 2 METODER

### 2.1 Makroflatestudier

Studieområdet i 2013 var fjellet Trolltinden (70°4'30 N, 20°25'44 E; 850 moh) på Arnøya, Skjervøy kommune, Troms. Befaring i Troms ble gjennomført av Jarle Inge Holten og Bernt Johansen sommeren 2012, og fjellet ble valgt ut da det har et typisk oseanisk klima, samt at feltarbeidet kan gjennomføres mer effektivt ved å bruke en enkel grusvei som går helt opp til toppen av fjellet. Fjellet vil utgjøre den første toppen i det nord-norske transektet, og vil kompletteres av et mer kontinentalt fjell ved Altevann, Bardu kommune, sommeren 2014.

Den nærmeste meteorologiske målestasjonen er på Skjervøy (25 moh), 21 km øst for Trolltindens topp. Årsnedbøren og årsmiddeltemperatur ved stasjonen ligger på henholdsvis 830 mm og +3 C. Da fjellene på Arnøya og Kågen vil kunne skjerme tettstedet Skjervøy for vestlige vinder er det mulig at årsnedbør på selve Trolltinden kan være noe høyere.

Fjellet består i hovedsak av ulike typer gneis av fin- til middels grovkornet type (<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>). I tillegg finnes det bånd av grønnstein, grønnstein og amfibolitt, slik at det vil være partier med rikere berggrunn, spesielt i mer lavereliggende partier av fjellet.

Arnøy er en del av reinbeitedistrikt 39, Arnøya/Kågen, med totalt 2264 dyr registrert i 2012 (data fra Reindriftsforvatningen, [http://www.reindriftno/asset/5881/1/5881\\_1.pdf](http://www.reindriftno/asset/5881/1/5881_1.pdf)). Det er også noen få besetninger med sau på øya, men ingen av dem beiter i området ved Trolltinden. Det har riktignok vært sauebeite der tidligere, men det tok slutt for ca. 10 år siden (Ørjan Albrigtsen, personlig meddelelse). Dermed vil dagens beitetrykk i undersøkelsesområdet i hovedsak skyldes tamrein på sommerbeite. Veien opp på fjellet er som regel stengt med bom, men kan åpnes ved kontroll og vedlikehold av FM/TV-masten, samt ved innsamling av rein. Fjellet er ellers et turmål for fotturister.

Som i tidligere år er grunnlaget for overvåkingen utlegging av permanente prøveflater (makroflater; Figur 1) på 10 m × 10 m i 100-metersbelter fra skoggrensa til toppunktet av fjellet. På grunn av tidspress ble det ikke etablert mikroflater (1 m × 1 m) dette året, men planen er å få på plass 4 mikroflater i hver av fem makroflater, totalt 20 mikroflater. I tillegg skal temperaturloggere legges ut i alle makroflater i 2014. Ved siden av å registrere jordtemperatur gjennom hele året, kan slike temperaturdata også gi indikasjoner på snødekkets varighet. Alle hjørner i hver makroflate er markert med spiker og trestolper, med informasjon om ID-nummer og hvilket hjørne som er markert. Dette vil gjøre det enklere å finne tilbake til rutene ved neste registreringstidspunkt. I hver flate har alle karplanter blitt registrert, og dekningsgrad av hver art dokumentert. I tillegg er topografiske faktorer som geografiske koordinater, høyde over havet, helningsgrad og eksposisjon registrert. Forekomst av enkelte forvede arter er tegnet inn på detaljkart over rutene, og kan brukes for å følge endringer i bestandsstørrelse over tid.

Navnsetting av arter følger i hovedsak Lid og Lid (2005), og arter vil betegnes med både norsk og latinsk navn første gang de omtales i rapporten.





Figur 1: Makroflate (10 m × 10 m) fra Trolltinden, Arnøya. Foto: S. Lundemo.

## 2.2 Satellittbasert overvåkning av vekstsesongen

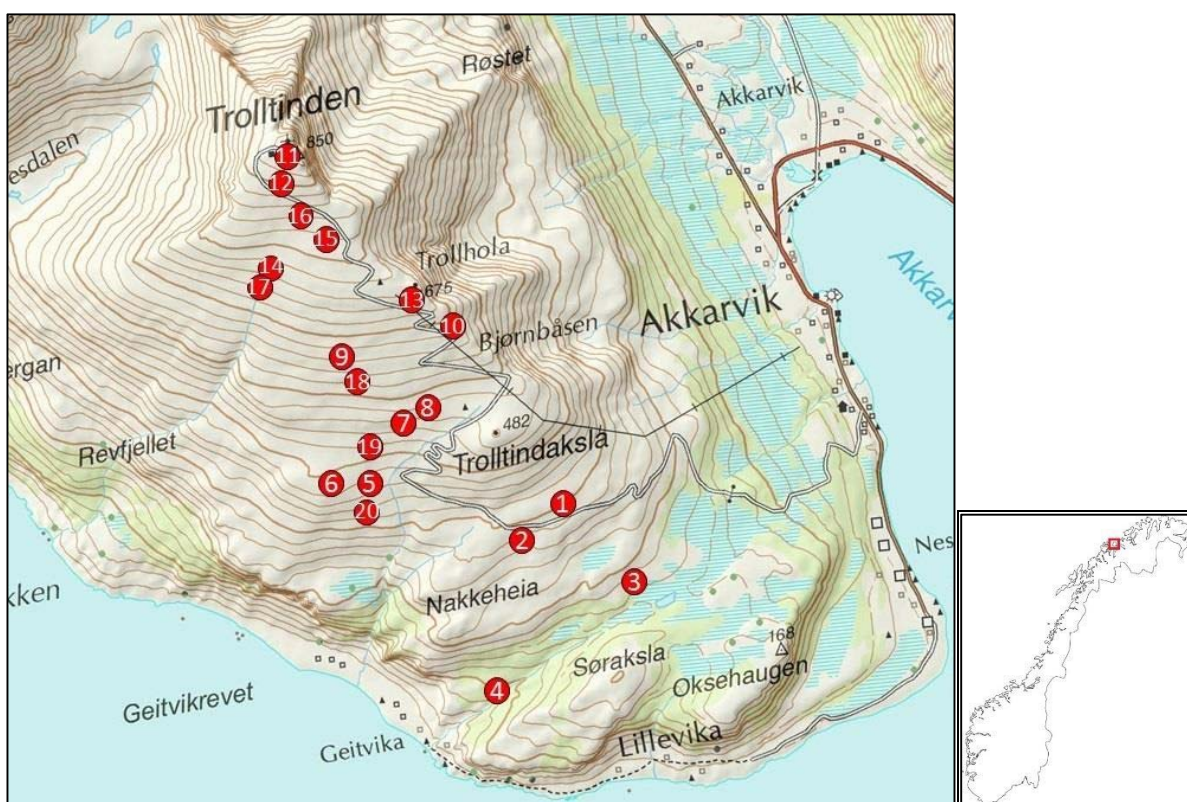
Dette arbeidet er en videreføring av satellittdatabasert overvåkning av vekstsesongen av de fire GLORIA-fjellene i Midt-Norge. For en nærmere beskrivelse av MODIS satellittdata bruk, prosesseringen av MODIS data, metode for kartlegging av start og slutt på vekstsesongen og studieområder, se Karlsen et al. (2012).

I tillegg trekker dette arbeidet veksler på tilsvarende pågående arbeid på Svalbard, delvis finansiert av 'Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen (MOSJ)', se Karlsen et al. (2013; 2014) og Karlsen et al. (in press).

## 3 RESULTATER

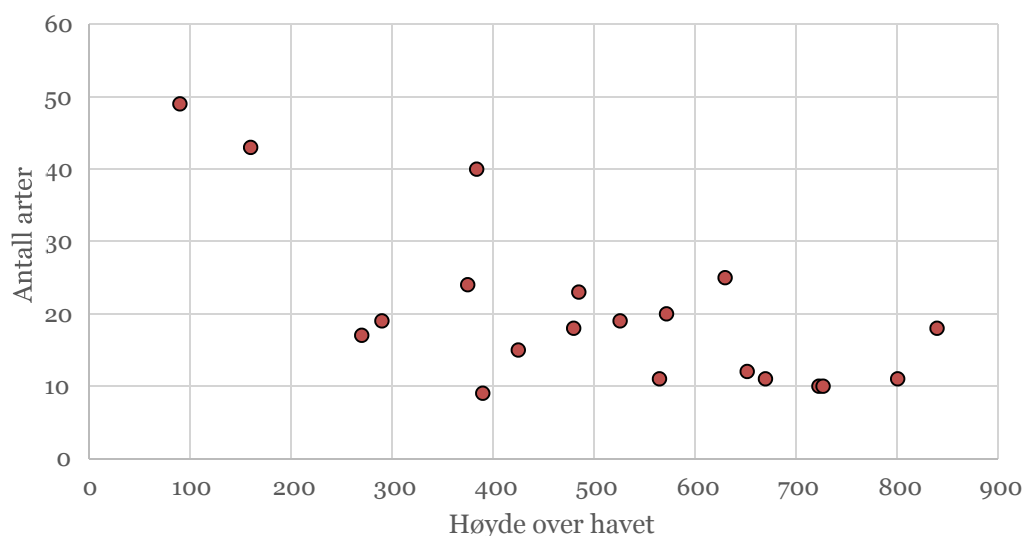
### 3.1 Makroflatestudier på Arnøya

Feltarbeidet ble gjennomført av Sverre Lundemo og Jarle Inge Holten i perioden 7.-13. juli 2013. Totalt 20 makroflater ble etablert fra skoggrensen til toppen av Trolltinden (mellom 95 og 845 moh; Figur 2). Floraen i sydhellingen av Trolltinden på Arnøya er relativt rik, og det ble registrert totalt 101 arter av karplanter og karsporeplanter i flatene. Av disse var det 9 karsporeplanter, 23 graminider (gress, siv og starr), 19 forvede arter (inkludert dvergbusker og en hybrid), og 50 urter (Vedlegg 1). Antall arter varierte mye mellom makroflater, fra 9 arter i flate nr. 6, til 49 arter i flate nr. 3 (Figur 3).



Figur 2: Kart over Trolltinden med de etablerte makroflatene inntegnet. Numrene henviser til ID-nummeret for hver enkelt flate. Geografisk plassering for lokaliteten er vist i nedre høyre hjørne.

I løpet av feltarbeidet ble det tatt kontakt med lokalavisa Framtid i Nord om hvorvidt de var interessert i å gjøre en avisartikkel om feltarbeidet. Denne kom på trykk 20. juli 2013, og ble deretter plukket opp av avisa Nordlys og NRK Radio Troms og Finnmark, der henholdsvis en artikkel kom på trykk og et direktesendt intervju ble gjennomført 25. juli 2013.

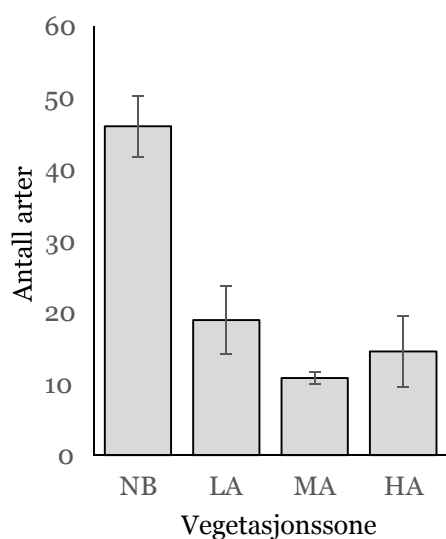


Figur 3: Variasjon i artsmangfold (antall arter karplanter) i makroflatene langs høydegradienten (høyde over havet). Hvert punkt tilsvarer en makroflate (10 m × 10 m).

### 3.2 Vegetasjonssonene på Trolltinden

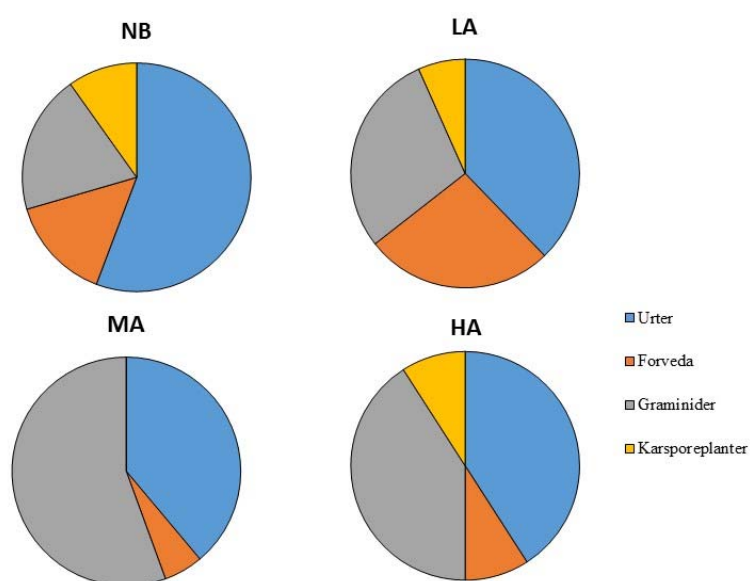
Vegetasjonen på Trolltinden kan deles inn i fire soner, fra lavere til høyere høyde over havet; nordboreal (NB), lavalpin (LA), mellomalpin (MA), og høyalpin (HA). Som også vist i figur 3 avtar antall arter i makroflater for hver vegetasjonssone oppover i høyden fra NB til MA, men øker noe igjen i HA, muligens på grunn av rikere berggrunn her (Figur 4). En annen faktor som kan spille inn er at få flater er blitt etablert i den øverste vegetasjonssonen, men siden variasjonen mellom flatene i mellomalpin er såpass lav, vil vi kunne anta at vi har fanget opp den korrekte trenden i hvordan artsmangfoldet endrer seg.

Artsmangfoldet av karplanter er overraskende høyt i nordboreal sone, men forklaringen kan være at en betydelig andel av artene her har beitetilknytning. Mest sannsynlig kan dette relateres til det tidligere sauebeitet i området (omtalt under Metode), med et tydelig høyere beitetrykk enn i dag, da påvirkningen av beiting her ser ut til å være kraftig redusert eller opphørt med påfølgende gjengroing. Basert på egne observasjoner av dyr og ekskrementer under feltarbeidet virker sommerbeiting av reinsdyr å finne sted i snaufjellet (i hovedsak i låg – og mellomalpin), på strandenger ved sjøen og langs elver, og i mindre grad i bjørkeskogen i den nordboreale sonen. De typiske beiteartene (kulturmarksartene) i bjørkeskogen er ryllik (*Achillea millefolium*), engkvein (*Agrostis capillaris*), bleikstarr (*Carex pallescens*), sølvbunke (*Deschampsia cespitosa*), vanlig arve (*Cerastium fontanum*), øyentrøst (*Euphrasia* sp.), rødsvingel (*Festuca rubra*), engsoleie (*Ranunculus acris*), grasstjerneblom (*Stellaria graminea*), løvetann (*Taraxacum* sp.), legeveronika (*Veronica officinalis*) og fuglevikke (*Vicia cracca*).



Figur 4: Gjennomsnittlig antall arter (± standardavvik) for makroflater (10 m × 10 m) i hver vegetasjonssone. NB=nordboreal, LA=lavalpin, MA=mellomalpin, HA=Høyalpin. Antall makroflater varierte mellom de ulike sonene, fra 2 flater i NB og HA, til 10 i LA.

Om man deler opp artene i funksjonelle grupper som nevnt over (urter, graminider, forvede arter, og karsporeplanter), kan man se enkelte forskjeller mellom de ulike vegetasjonssonene (Figur 5). I de fleste sonene er graminider og urter de dominerende gruppene, samtidig som andelen graminider øker noe i høyden. Forvede arter har sine største andeler i de to lavereliggende sonene, lavere høyere opp.



Figur 5: Andel arter av de ulike funksjonelle gruppene i de fire vegetasjonssonene. NB=nordboreal, LA=lavalpin, MA=mellomalpin, HA=Høyalpin. Urter dominerer plantesamfunnene i de fleste sonene.

### 3.2.1 Nordboreal sone (makroflate 3 og 4)

Den nordboreale sonen utgjør i hovedsakelig høydebeltet 0 – 250 m og domineres av bjørkeskog (*Betula pubescens*). Mindre arealer bjørkeskog i sydhellinga kan betegnes som mellomboreale, og små individer av bjørk er påvist opp til ca. 500 m. Bjørkeskogssamfunnene er for det meste av en lyngrik type med et feltsjikt som domineres av blåbær (*Vaccinium myrtillus*), blokkebær (*V. uliginosum*) og krekling (*Empetrum nigrum*). I tillegg er småbregnene hengeving (*Phegopteris connectilis*) og fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*) lokalt meget vanlige i slike samfunn. Videre forekommer det rester av rike og beitebetinga lågurtsamfunn i bratte sydhellinger i smådaler, med arter som fuglevikke, bleikstarr, tågebær (*Rubus saxatilis*) og ryllik. Disse lågurtsamfunnene er nå i en fremskredet gjengroingsfase hvor urtene går tilbake og lyngartene øker i forekomst.

Bjørkeskogene i nordboreal sone fragmenteres av større arealer av fattigmyrer dominert av bjønnskjegg (*Trichophorum cespitosum*). Intermediære myrer forekommer gjerne som øyer i disse fattigmyrene. Sibirgrasløk (*Allium schoenoprasum* ssp. *sibiricum*) er til dels vanlig i både intermediær myr og rikmyr i denne sonen, men rikmyrer forkommer bare helt lokalt. Typiske rikmyrarter i nordboreal sone er fjellfrøstjerne (*Thalictrum alpinum*), fjelltistel (*Saussurea alpina*), marigras (*Hierochloe odorata*), bjønnbrodd (*Tofieldia pusilla*) og gulstarr (*Carex flava*).

### 3.2.2 Lavalpin sone (makroflate 1-2, 5-8, 10, 13, 18-20)

Lavalpin sone utgjør de største arealene i snaufjellet på Arnøya, og flatene som inngår i denne sonen ligger i høydebeltet 270 – 591 m. Vegetasjonssonen domineres av tre typer plantesamfunn langs en rabbe-snøleie gradient; lavalpin krekling-røsslynghei, lavalpin blåbær-keklinghei, og lavalpin musøre-finnskjegg-snøleie.

#### Lavalpin krekling – røsslynghei (makroflate 2, 6, 19, 20)

Krekling og røsslyng (*Calluna vulgaris*) er dominerende arter i dette plantesamfunnet. I feltsjiktet forekommer i tillegg rabbeartene greplyng (*Loiseleuria procumbens*), rypebær (*Arctous alpinus*), fjellpyrd (*Diapensia lapponica*) og rabbesiv (*Juncus trifidus*), men disse karakterartene er aldri dominerende i denne typen hei. Flere lesidearter forekommer også i plantesamfunnet, slik som smyle (*Avenella flexuosa*), finnskjegg (*Nardus stricta*), gullris (*Solidago virgaurea*), fjellmarikåpe (*Alchemilla alpina*), blåbær, fjellgulaks (*Anthoxanthum nipponicum*) og fjelljamne (*Diphasiastrum alpinum*). Disse lesideartene har likevel aldri dominerende forekomst i lavalpin krekling-røsslynghei. Forekomsten av mange lesidearter indikerer at denne heitypen har et bra snødekke vinterstid.

#### Lavalpin blåbær-kekling-hei (makroflate 8, 10, 13, 18)

Dette plantesamfunnet har middels eksponering og har derfor et relativt jevnt, men ikke dypt, snødekke om vinteren. Blåbær og krekling er de dominerende artene i denne utformingen. Jevnt forekommende, men aldri dominerende, er blålyng (*Phyllodoce caerulea*), fjellsveve (*Hieracium alpinum*), seterstarr (*Carex brunnescens*), gulaks, smyle, fjelljamne, bleikmyrklegg (*Pedicularis lapponica*) og tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*). I dette lesidesamfunnet kan også snøleiearter som musøre (*Salix herbacea*), finnskjegg, dverggråurt (*Omalotheca supina*), trefingerurt (*Sibbaldia procumbens*), rypestarr (*Carex lachenalii*), fjellsmelle (*Silene acaulis*) og moselyng (*Harrimanella hypnoides*) forekomme.

#### Lavalpin musøre-finnskjegg-snøleie (makroflate 1, 5, 7)

I dette plantesamfunnet forårsaker lav vindeksponering om vinteren opphoping av snø slik at snøleier kan dannes. Siden berggrunnen i hovedsak består av relativt sur berggrunn i form av gneis vil de fleste slike snøleier være dominert av musøre og finnskjegg. I tillegg til disse var følgende snøleiearter vanlige i snøleiene; moselyng, dverggråurt, rypestarr og trefingerurt. Sannsynligvis er det en generell tilbakegang av snøleier som følge av kortere perioder med snødekke på Arnøya, noe som vil kunne føre til etablering av lesidearter som blåbær (Figur 6).



Figur 6: Unge individer av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) under etablering i musørefinnskjegg-snøleie. Foto: S. Lundemo.

### 3.2.3 Mellomalpin sone

#### Mellomalpin musøre – stivstarr – snøleie (makroflate 9, 14, 15, 16, 17)

Som følge av høyere beliggenhet over havet (597 – 733 m, jf. etablerte makroflater) er mellomalpin sone generelt sterkere eksponert for vind, noe som vil ha stor innflytelse på fordelingen av vegetasjonen i rabbe-snøleiegradienten. I tillegg vil lavere temperaturer gi dårligere forhold for plantevekst. Dette resulterer i at dvergbusker, unntatt musøre og spredte forekomster av krekling, er omtrent fraværende i mellomalpin sone. Vi forventer at det har funnet sted en generell økning av sommertemperaturen og lengde på vekstsesongen de siste tiårene, og dette vil kunne gi grunnlag for endring i artsmangfoldet i denne sonen.

Musøre og stivstarr er lokalt vanlig til dominerende arter i denne vegetasjonstypen. Andre snøleiearter, slik som dverggråurt, fjellbunke (*Deschampsia alpina*), trefingerurt, finnskjegg, brearve (*Cerastium cerastoides*) og rypestarr, finnes spredt. Lesidearter som smyle (Figur 7), fjellgulaks, seterstarr og fjellsmelle forekommer sporadisk i denne vegetasjonstypen. Rabbearter er så godt som fraværende i mellomalpin sone, med noen unntak. Aksfrytle finnes spredt, og rabbesiv er vanlig forekommende i hele rabbe – snøleiegradienten i mellom- og høyalpin sone.



Figur 7: Unge individer av smyle (*Avenella flexuosa*) som har etablert seg i ei makroflate utplassert i et snøleie, vanligvis et mindre optimalt habitat for denne arten. Foto: S. Lundemo.

### 3.2.4 Høyalpin sone

#### Høyalpin graminid – urte – snøleie (makroflate 11, 12)

Høyalpin sone, som basert på makroflatene finnes i høydefordelingen 798 – 850 m, utgjør små arealer på Trolltinden. Denne sonen er svært vindeksponert og har en kort vekstsesong, kanskje omkring 3 – 5 uker. Dette medfører at vegetasjonen generelt har en lav dekningsgrad, gjerne 2 - 5 % (Figur 8). På tross av et forholdsvis sparsomt vegetasjonsdekke er antall karplantearter i flatene likevel påfallende høyt, med henholdsvis 18 og 11 arter. Urter og graminider er de klart hyppigste vekstformene i den høyalpine sonen. Blant forekommende arter er dverggråurt, trefingerurt, fjellsmelle, fjellkattfot (*Antennaria alpina*), brearve, fjelltjæreblom (*Viscaria alpina*), rabbesiv, geitsvingel (*Festuca vivipara*), svartaks (*Trisetum spicatum*), aksfrytle (*Luzula spicata*), bogefrytle (*L. arcuata*), stivstarr (*Carex bigelowii*) og fjellkvein (*Agrostis mertensii*). Dvergbusker (forveda arter) går sterkt tilbake i den høyalpine sonen, og kun musøre, moselyng og krekling er

blitt registrert. Basert på registreringer fra makroflatene kan det virke som krekling og smyle er nylig innkommet i denne vegetasjonssonen.



Figur 8: Makroflate 11 (845 moh) på Trolltinden, med vegetasjonsdekke i kun 5 % av flata, men samtidig 18 registrerte arter av karplanter. Foto: S. Lundemo.

### 3.3 Satellittbasert overvåking av vekstsesongen for GLORIA-transektet Midt-Norge

#### 3.3.1 Fenologiobservasjoner

For å overvåke vekstsesongen med satellittdata er en helt avhengig av felldata for å validere/kalibrere satellittbildene. Det er tidligere laget ett foreløpig produkt av start og slutt på vekstsesongen for årene 2000-2011 (Karlsen et al. 2012), men kartene var da tolket uten feltvalideringsdata og derfor forbundet med usikkerhet. Nytt er at en nå har noe felldata å tolke ut i fra, og en har satellittdata til og med år 2013. Det betyr at vi kan justere vekstsesongskartene og legge til årene 2012 og 2013.

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, se kart og beskrivelse i Karlsen et al. (2012). Statens naturoppsyn (SNO) sto for ukentlige observasjoner hele vekstsesongen 2012, samt noen observasjoner høsten 2011. Fra sesongen 2013 ble det forbudt å bruke personbil innen Hjerkin skytefelt, og innhenting av feltobservasjoner innenfor skytefeltet lot seg derfor ikke gjennomføre. Imidlertid ble det for



veksts sesongen 2013 gjort forsøk med bruk av automatiske kamera for innsamling av feltdata fra området utenfor skytefeltet på Dovrefjell, og en fikk her noe data for høsts sesongen. Bruk av automatiske kamera (Figur 9) har den ulempen at det er vanskelig å dokumentere rabbesnøleiegradienten innen større områder/høydegradienter da dette vil kreve svært mange kamera. I tillegg er observasjoner innen store områder (høydegradient) spesielt hensiktsmessig når en kalibrerer lavopløselige satellittdata, som MODIS med 250m store piksler, brukt i dette studiet. 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 Sentinel-2 satellitten fra sensommeren 2015 av. I tillegg har prisen på automatiske kamera sunket betraktelig de siste årene, samtidig som kvaliteten og driftssikkerheten har økt.



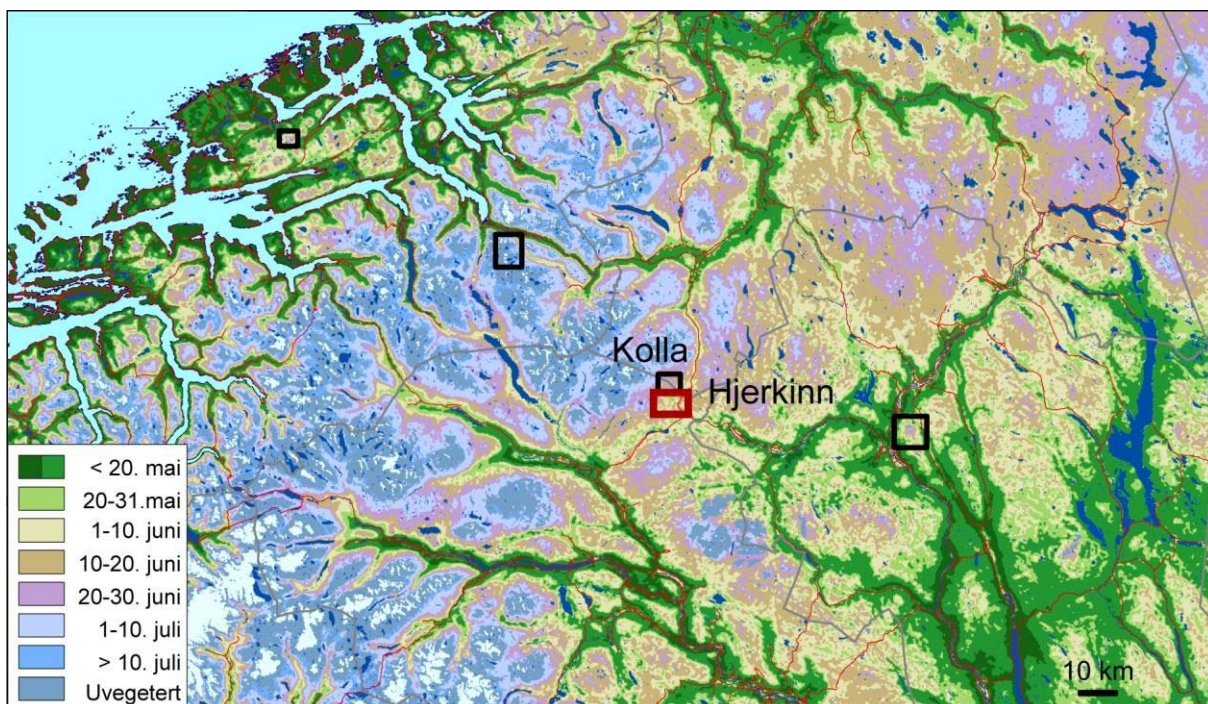
Sommeren 2013 ble det lokalisert egnete humide lokaliteter på to øvrige GLORIA fjellområder (Sunndalsfjella og i området Molde-Stortussen) som egner seg for kameraovervåkning. Automatiske kamera og nødvendige tillatelser for utplassering av disse er blitt hentet inn. Tidlig i juni 2014 skal 8 kamera, fordelt på Sunndalsfjella og øst om E6/skytefeltet ved Hjerkin, Dovrefjell, utplasseres.

Figur 9: Overvåkning av veksts sesongen med automatisk kamera. Bildet er fra Adventdalen, Svalbard, men slik overvåkning starter opp ved GLORIA-områdene Dovrefjell og Sunndalsfjella i juni 2014.

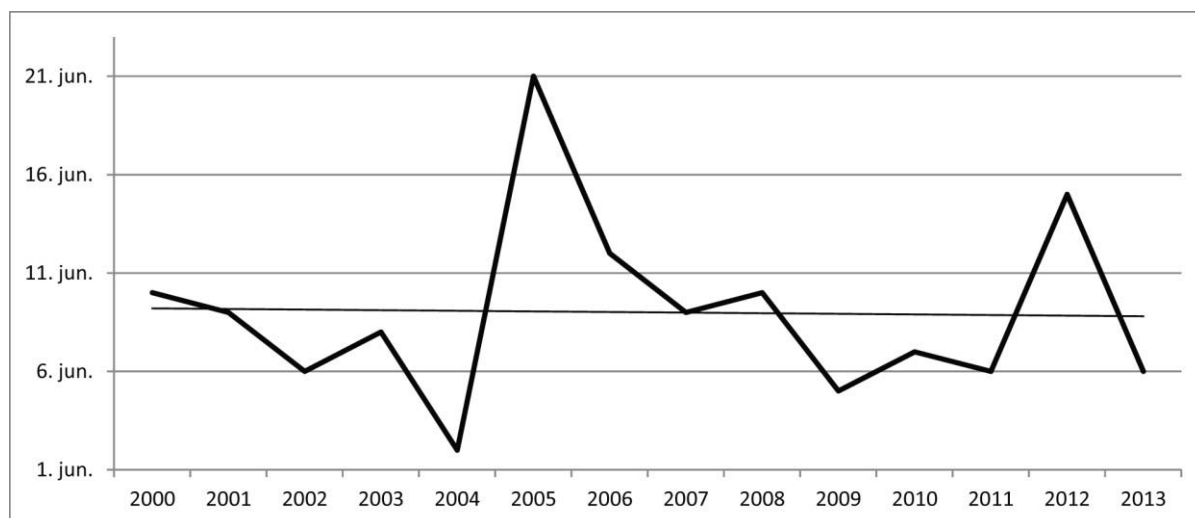
### 3.3.2 Start på veksts sesongen

Figur 10 viser gjennomsnittlig start på veksts sesongen for årene 2000-2013, og er basert på MODIS satellittdata. Kartet er basert på feltobservasjoner, utført av Statens naturoppsyn i Hjerkin-området våren 2013, og av Simen Bretten, botaniker og tidligere bestyrer av Kongsvoll biologiske stasjon, litt nordøst om Hjerkin i årene 2004-2006. Starten på veksts sesongen er i hovedsak korrelert med feltobservasjoner av bladsprett hos dvergbjørk (*Betula nana*).

For Hjerkin-området er det beregnet årlig start på veksts sesongen (Figur 11). Det er ingen klar trend i start på veksts sesongen for årene 2000-2013, men våren 2004 skiller seg ut med tidlig start, og våren 2005 med sen start. Ser vi på de siste to årene, var starten på veksts sesongen år 2012 noe senere enn 14-års normalen, og 2013 noe tidligere.



Figur 10: Starten på vekstsesongen basert på MODIS-NDVI data. Gjennomsnitt for årene 2000-2013. Datoene vil bli noe justert i årene som kommer etter som en får mer felldata å sammenligne med. De fire områdene med fjellene som inngår i GLORIA Midt-Norge er avmerket. For området innenfor det røde rektangelet er det beregnet årlig start på vekstsesongen, se Figur 12.



Figur 11: Start på vekstsesongen i Hjerkinn-området (gjennomsnitt for utsnitt innfelt i foregående figur) for årene 2000-2013.

## 4 DISKUSJON OG KONKLUSJON

### 4.1 Makroflatestudier på Arnøya

Det ble gjort observasjoner på Arnøya i 2013 som kan tolkes som indikasjoner på klimarelaterte endringer i fjellnaturen. Resultatene fra feltarbeidet viser noe som kan være en relativt nylig økning av lesidearter i den lavalpine og mellomalpine sonen, mens det virker som om snøleiearter har gått noe tilbake. De observerte endringene i de tre vegetasjonssonene lavalpin, mellomalpin og høyalpin sone på Arnøya i 2013 (Ca. 70°N) er mer fremtredende enn tilsvarende observasjoner fra de fire fjelltoppene Snøtind, Kaldfonna, Kolla og Tron i Sør-/Midt-Norge (Ca. 62°N). Lenoir et al. (2008) påviste raske forflytninger mot større høyder hos planter i ulike skogstilknyttede plantesamfunn i Vest-Europa, men at denne endringen var størst for planter i høgereliggende områder og for graminider. På samme måte påviste Cannone et al. (2007) raske endringer i høyalpine områder i Alpene, med ekspansjon av dvergbusker og graminider oppover i høyden. Dette ble i hovedsak tilskrevet reduksjonen av den snødekte sesongen i regionen, noe som påvirket tilgangen på fuktighet. Observasjonene er i tråd med scenarier fra IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (IPCC 2007; 2013) og målte temperaturer de siste tiårene. En kan se for seg at den viktigste driveren for de observerte endringene på Arnøya er temperaturøkning, og at nedbørsendringer og nedfall av nitrogen har mindre betydning, men dette er noe som må dokumenteres gjennom registrering av jordtemperatur og jordfuktighet i de utlagte fastrutene. Uttesting av jordfuktloggere vil starte opp på Dovrefjell i år, og vil forhåpentligvis gi mer detaljert innsikt i hvordan fuktighetstilgangen i plantesamfunnene varierer gjennom sesongen.

Vegetasjonen i de nedre rutene (nordboreal sone) viste tydelig spor etter påvirkning fra beite, med en rekke arter som favoriseres ved beiting. Siden sauebeite ikke foregår lenger på Trolltinden, har det skjedd, og vil fortsette å skje, en gjengroing i denne sonen. Det siste tiåret har det utelukkende vært rein som har beitet der, og da i hovedsak i lavalpin sone og oppover. Hvordan dette beitet vil virke sammen med klimaendringer på utviklingen i plantesamfunnene er usikkert, men gjennom overvåkningen håper vi å kunne få gode data på dette.

Observasjonene av unge bestander av blåbær (Figur 6) og smyle (Figur 7) i øvre lavalpin og nedre mellomalpin sone indikerer en forflytning av disse artene. Smyle og blåbær kan spre seg relativt lett, med førstnevnte registrert helt opp i høyalpin sone, og vi antar at flere arter kan være 'underveis' på samme måte. Videre kan en tenke seg at arter med ulike økologiske krav og livshistorietrekk vil respondere forskjellig på de fysiske endringene i en overgangsperiode. En kan se for seg to måter som denne forflytningsprosessen kan foregå på; (1) en **vertikal forflytning** mot større høyde, fra lavalpin til mellomalpin sone, og (2) en **forflytning langs rabbe-snøleiegradienten**, det vil si at en kortere vinter (= lengre vekstsesong) kan stimulere disse to artene til å kunne vokse i tidligere snøleier. Vi fant gode indikasjoner på den siste typen forflytning, i form av storvokste individer av musøre midt i blant de unge blåbærbuskene (Figur 12). Prosessen kan tolkes som at musøre, som er en snøleieart, er i en slags 'panikk-fase'. Dette er et fenomen som tidligere har blitt beskrevet for å karakterisere enkelte planters respons på gjengroing av engvegetasjon mot en skogfase i en suksesjon, der mange småvokste engarter begynte å strekke seg i høyden før de ble utkonkurrert og forsvant fra den opprinnelige engvegetasjonen (Ekstam og Forshed 1992).



Figur 12: Storvokst musøre (*Salix herbacea*) i lyng dominert av krekling (*Empetrum nigrum*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*). Foto: S. Lundemo.

På grunnlag av økt lengde av vekstsesongen kan en lett tenke seg at frekvensen av snøleier og assosierte arter vil gå tilbake i lavalpin sone og delvis i mellomalpin sone. Med lengre vekstsesong (kortere varighet av og tynnere snødekke) vil en kunne få etablering av dvergbusker i nye områder og forbusking der de allerede finnes. Høyalpin sone kan i en slik varmere periode bli et refugium der arter assosiert med snøleier kan opprettholde livskraftige bestander (jf. Klanderud & Birks 2003; Grytnes et al, 2014).

Basert på registreringer og observasjoner fra feltarbeidet på Arnøya i 2013 vil en langsiktig og nøyaktig overvåkning av makro- og mikroflater med kort gjentakshfrekvens for det nordnorske GLORIA-transektet være viktig for å dokumentere i mer detalj de trendene som man kunne se antydninger til.

En prosess der enkelte plantearter sprer seg høyere opp i snaufjellet synes å finne sted for tiden på Arnøya. Det er sannsynlig at disse endringene skjer raskere i Nord- Norge enn i Midt-Norge, og det antas at de er klimarelatert, men at det samtidig er behov for ytterligere dokumentasjon. For å få bedre innsikt i prosessene skal det utplasseres temperaturloggere i alle de 20 makroflatene, samt gjennomføres detaljerte analyser av fire tilfeldig utplasserte mikroflater (1 m × 1 m) i hver av fem utvalgte makroflater. Slike mikroflater gir gode kvantitative data, men er relativt tidkrevende å registrere. På grunn av at vegetasjonsendringene virker å gå raskt på Arnøya, og kanskje generelt i de nordlige fylkene, foreslås det at det etter etablering blir gjennomført en **hyppigere gjentakshfrekvens** for de nord-norske GLORIA-områdene (Arnøya og Altevann), med 3-4 år mellom registreringstidspunkt. I tillegg bør det gjennomføres fjernanalyse på landskapsnivå, hvor overvåkning av perioden med snødekke blir spesielt viktig. Det kan være nyttig å registrere

utsmeltingstidspunktet for snøen i alle vertikaltransektene i GLORIA-Norge. En bør i tillegg vurdere å inkludere studier av populasjonsdynamikk i et utvalg arter (som smyle, blåbær, og musøre) som kan tenkes å respondere raskt på klimaendringer. Dette bør skje både langs rabbe-snøleiegradienten (snødekkevarighet) og høydegradienten (lavalpin, mellomalpin og høyalpin sone).

## 4.2 Satellittbasert overvåking av vekstsesongen for GLORIA-transektet i Midt-Norge

I første utgave av kartleggingen ble start på vekstsesongen beregnet skjønnsmessig uten feltvalideringsdata (Karlsen et al. 2012). Nå er det brukt noe felldata, og den satellittbaserte kartleggingen er justert til omtrent fem dager tidligere i forhold til først versjon.

Feltdatagrunnlagt er fortsatt for sparsomt til å gjøre en statistisk analyse av samsvaret mellom bakke- og satellittdata. En første utgave av kartleggingen av slutten på vekstsesongen er presentert i Karlsen et al. (2012). Slutten på vekstsesongen er generelt mer vanskelig å beregne med satellittdata da flere spektrale band må kombineres (se for eksempel Karlsen et al. 2013). Da vi fortsatt har for lite felldata til å gi en god satellittbasert kartlegging av slutten på vekstsesongen, presenterer vi i denne omgang ingen ny utgave. Kartleggingen av vekstsesongen gjøres med MODIS satellittdata, med 250m store piksler for start på vekstsesongen og 500m for slutten på vekstsesongen. Dette betyr at en piksel vil inkludere både rabber og snøleier, med til dels svært ulik start og slutt på vekstsesongen. Dette tas det hensyn til i innsamlingen av feltvalideringsdata, men da forholdet mellom andelen av rabbe- og snøleievegetasjon vil endres med kyst-innlandsgradienten, trenger en også feltvalideringsdata i humide områder, som nå er satt i gang. Ved kartlegging av større humiditetsgradienter må da kartleggingen kombineres med vegetasjonskart, noe som også er planlagt i neste utgave av kartleggingen.

Fra sesongen 2013 av fikk en Landsat 8 satellittdata med 30m piksler, og i forhold til tidligere utgaver av Landsat satellitten, langt bedre tidsoppløsning (omlag 7 dager ved å kombinere to paths). Fra sensommeren 2015 av forventes tilgang på data fra Sentinel-2 satellitten med 10m piksler og daglige data i våre studieområder. I tillegg har denne sensoren en god spektral oppløsning, med blant annet fire band i 'the red-edge' med 20m piksler. Disse fire bandene er spesielt godt egnet til å beregne biofysiske parameter som Leaf Area Index (LAI), og ut fra dette årlig planteproduksjon ved å integrere NDVI/LAI fra start på vekstsesongen til når vekstsesongen er på topp. Den gode romlige oppløsningen gir også en god indikasjon på forskjeller i start og slutt på vekstsesong mellom rabbe og snøleie. Data fra sensoren vil også være verdifullt i en forbedret tolkning av MODIS satellittdata som nå brukes. Derimot er prosesseringen av Sentinel-2 svært krevende, med 'big-data' problematikk, geometrisk- og atmosfærisk korreksjon m.m. Dette arbeider nå Norut Tromsø med gjennom et større EU finansiert prosjekt (FP 7 collaborative project, Sentinels Synergy Framework, [www.sensyf.eu](http://www.sensyf.eu)) og innenfor et nytt European Space Agency finansiert prosjekt (Sentinel-2 data for high north vegetation phenology) ledet av Stein Rune Karlsen. Det er ønskelig at Sentinel-2 og dels Landsat 8 data på sikt kan inkluderes i GLORIA overvåkingen, fordi analyse av høyoppløselig satellittdata mot de øvrige observasjoner og målinger av biofysiske variabler i GLORIA Norge vil gi en langt bedre forståelse av pågående endringer i fjellvegetasjon. Felldata som nå samles inn med automatiske kamera er også tilpasset kalibrering og validering av den nye generasjonen av satellittdata.

## LITTERATURREFERANSER

- Cannone N, Sgorbati S, Guglielmin M (2007) Unexpected impacts of climate change on alpine vegetation. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 360-364.
- Dullinger S, Dirnböck T, Grabherr G (2004) Modelling climate change-driven treeline shifts: relative effects of temperature increase, dispersal and invasibility. *Journal of Ecology* 92:241-252.
- Ekstam U, Forshed N (1992) Om hävden upphör. Kärleväxter som indikatorarter i ängs- och hagmarker. Naturvårdsvärket, Solna, 135 sider.
- 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: 7989.
- Gottfried M, Pauli H, Futschik A, et al. (2012) Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* 2:111–115.
- Grytnes J-A, Kapfer J, Jurasinski G, et al. (2014) Identifying the driving factors behind observed elevational range shifts on European mountains. *Global Ecology and Biogeography*. DOI: 10.1111/geb.12170.
- 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.
- IPCC (2007) *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [S Solomon, D Qin, M Manning, Z Chen, M Marquis, KB Averyt, MTignor and HL Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- IPCC (2013) *Climate Change 2013. The physical science basis. Working group I contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [TF Stocker, D Qin, G-K Plattner, M Tignor, SK Allen, J Boschung, A Nauels, Y Xia, V Bex, and PM Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Isaksen K, Sollid JL, Holmlund P, Harris C (2007) Recent warming of mountain permafrost in Svalbard and Scandinavia. *Journal of Geophysical Research* 112 F02S04, doi:10.1029/2006JF000522.
- Karlsen SR, Høgda KA, Johansen B, Holten JI, Wehn S (2012) Etablering av overvåkning av vekstsesongen langs et kyst – innland transekt i Midt Norge. - ett delprosjekt innen GLORIA Norge. Norut Rapport nr. 4/2012.
- Karlsen SR, Malnes E, Høgda KA (2013) Satellittbasert overvåkning av vekstsesongen på Svalbard, - status 2012. Norut Rapport nr. 2/2013.
- Karlsen SR, Høgda KA (2014) Endringer i start på vekstsesongen på Svalbard i relasjon til klima. Norut Rapport nr. 3/2014.
- Karlsen SR, Elvebakk A, Høgda KA, Grydeland T. Spatial and temporal variability in the onset of the growing season on Svalbard, Arctic Norway - Measured by MODISNDVI satellite data. Remote Sensing, in press.

- Lenoir J, Gegout JC, Marquet PA, de Ruffray P, Brisse H (2008) A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th Century. *Science* 320: 1768-1771.
- Lid J, Lid DT (2005) *Norsk flora*, 7. utgåve. Det Norske Samlaget, Oslo.
- Michelsen O, Syverhuset AO, Holten JI (2011) The impact of climate change on recent vegetation changes on Dovrefjell, Norway. *Diversity* 3: 91-111.
- Olsen SL, Klanderud K (2013) Biotic interactions limit species richness in an alpine plant community, especially under experimental warming. *Oikos* 123:71-84.
- Pauli H, Gottfried M, Dullinger S, et al. (2012) Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* 336: 353-355.
- 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.
- Wehn S, Lundemo S, Holten JI (2013) Midt-norsk fjellnatur fra kyst til innland. GLORIA Norge, et overvåkingsprogram for fjellvegetasjon – status 2012. Bioforsk Rapport nr. 107.
- Wehn S, Lundemo S, Holten JI. Alpine vegetation along multiple environmental gradients and possible consequences of climate change. *Alpine Botany*, in review.

# VEDLEGG

## Vedlegg 1 – Artsliste fra makroflatene på Arnøya

Arter registrert i makroflater under feltarbeid på Arnøya i juli 2013. Navnsetting følger Lid og Lid (2005).

### Latinsk navn

### Norsk navn

---

<i>Achillea millefolium</i>	Ryllik
<i>Agrostis capillaris</i>	Engkvein
<i>Agrostis mertensii</i>	Fjellkvein
<i>Alchemilla alpina</i>	Fjellmarikåpe
<i>Alchemilla</i> sp.	Marikåpeslekta
<i>Allium schoenoprasum</i> ssp. <i>sibiricum</i>	Sibirgraslauk
<i>Andromeda polifolia</i>	Kvitlyng
<i>Antennaria alpina</i>	Fjellkattfot
<i>Antennaria dioica</i>	Kattfot
<i>Anthoxanthum nipponicum</i>	Fjellgulaks
<i>Arctous alpinus</i>	Rypebær
<i>Athyrium distentifolium</i>	Fjellburkne
<i>Avenella flexuosa</i>	Smyle
<i>Avenula pubescens</i>	Dunhavre
<i>Bartsia alpina</i>	Svarttopp
<i>Betula pubescens</i>	Bjørk
<i>Betula pubescens</i> × <i>nana</i>	Hybrid, bjørk og dvergbjørk
<i>Bistorta vivipara</i>	Harerug
<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng
<i>Campanula rotundifolia</i>	Blåklokke
<i>Carex bigelowii</i>	Stivstorr
<i>Carex brunnescens</i>	Seterstorr
<i>Carex lachenalii</i>	Rypestorr
<i>Carex pallescens</i>	Bleikstorr
<i>Carex vaginata</i>	Slirestorr
<i>Cerastium cerastoides</i>	Brearve
<i>Cerastium fontanum</i>	Vanleg arve
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	Skrubbær
<i>Cicerbita alpina</i>	Turt
<i>Cirsium heterophyllum</i>	Kvitbladtistel
<i>Coeloglossum viride</i>	Grønkurle
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	Skogmarihand
<i>Deschampsia alpina</i>	Fjellbunke
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Sølvbunke



<i>Diapensia lapponica</i>	Fjellpryd
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	Fjelljamne
<i>Dryopteris expansa</i>	Sauetelg
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Ormetelg
<i>Empetrum nigrum</i>	Krekling
<i>Euphrasia</i> sp.	Augnetrøstslekta
<i>Festuca rubra</i>	Raudsvingel
<i>Festuca vivipara</i>	Geitsvingel
<i>Geranium sylvaticum</i>	Skogstorkenebb
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Fugletelg
<i>Harrimanella hypnoides</i>	Moselyng
<i>Hieracium alpinum</i>	Fjellsvæve
<i>Hieracium</i> sp.	Svæveslekta
<i>Hieracium</i> Sect. <i>Sylvatica</i>	Skogsvæver
<i>Huperzia apressa</i>	Fjell-lusegras
<i>Juncus trifidus</i>	Rabbesiv
<i>Juniperus communis</i>	Einer
<i>Leontodon autumnalis</i>	Følblom
<i>Loiseleuria procumbens</i>	Greplyng
<i>Lotus corniculatus</i>	Tiriltunge
<i>Luzula arcuata</i> coll.	Bogefrytle
<i>Luzula multiflora</i>	Engfrytle
<i>Luzula pilosa</i>	Hårfrytle
<i>Luzula spicata</i>	Aksfrytle
<i>Lycopodium annotinum</i>	Stri kråkefot
<i>Melampyrum pratense</i>	Stormarimjelle
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Småmarimjelle
<i>Nardus stricta</i>	Finnskjegg
<i>Omalotheca norvegica</i>	Setergråurt
<i>Omalotheca supina</i>	Dverggråurt
<i>Orthilia secunda</i>	Nikkevintergrøn
<i>Pedicularis lapponica</i>	Bleikmyrklegg
<i>Phegopteris connectilis</i>	Hengjeveng
<i>Phleum alpinum</i>	Fjelltimotei
<i>Phyllodoce caerulea</i>	Blålyng
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Tettegras
<i>Potentilla erecta</i>	Tepperot
<i>Pyrola minor</i>	Perlevintergrøn
<i>Ranunculus acris</i>	Engsoleie
<i>Rhinanthus minor</i>	Småengkall
<i>Rubus saxatilis</i>	Tågebær
<i>Rumex acetosa</i>	Engsyre

<i>Salix glauca</i>	Sølvvier
<i>Salix herbacea</i>	Musøyre
<i>Salix myrsinifolia</i>	Svartvier
<i>Saussurea alpina</i>	Lauvtistel
<i>Selaginella selaginoides</i>	Dvergjamne
<i>Sibbaldia procumbens</i>	Trefingerurt
<i>Silene acaulis</i>	Fjellsmelle
<i>Solidago virgaurea</i>	Gullris
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rogn
<i>Stellaria graminea</i>	Grasstjerneblom
<i>Taraxacum sp.</i>	Løvetannslekta
<i>Thalictrum alpinum</i>	Fjellfrøstjerne
<i>Trichophorum cespitosum</i> ssp. <i>cespitosum</i>	Småbjørneskjegg
<i>Trientalis europaea</i>	Skogstjerne
<i>Trisetum spicatum</i>	Svartaks
<i>Trollius europaeus</i>	Ballblom
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blåbær
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Blokkebær
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Tyttebær
<i>Veronica officinalis</i>	Lækjeveronika
<i>Vicia cracca</i>	Fuglevikke
<i>Viola biflora</i>	Fjellfiol
<i>Viola canina</i>	Engfiol
<i>Viola palustris</i>	Myrfiol
<i>Viscaria alpina</i>	Fjelltjæreblom

## Vedlegg 2 – Arter påvist utenfor makroflatene på Arnøya

Ytterligere arter påvist under befarings på Arnøya i 2012, samt utenfor makroflater på Arnøya i 2013. Navnsetting følger Lid og Lid (2005).

Latinsk navn	Norsk navn
<i>Arabis alpina</i>	Fjellskrinneblom
<i>Asplenium viride</i>	Grønburkne
<i>Beckwithia glacialis</i>	Issoleie
<i>Betula nana</i>	Dvergbjørk
<i>Calamagrostis phragmitoides</i>	Skogrøyrkvein
<i>Caltha palustris</i>	Soleihov
<i>Carex adelostoma</i>	Tranestorr
<i>Carex atrata</i>	Svartstorr
<i>Carex capillaris</i>	Hårstorr
<i>Carex echinata</i>	Stjernestorr
<i>Carex flava</i>	Gulstorr
<i>Carex lasiocarpa</i>	Trådstorr
<i>Carex rupestris</i>	Bergstorr
<i>Chamerion angustifolium</i>	Geitrams
<i>Comarum palustre</i>	Myrhatt
<i>Dactylorhiza maculata</i>	Flekkmarihand
<i>Dryas octopetala</i>	Reinrose
<i>Epilobium lactiflorum</i>	Kvitmjølke
<i>Equisetum sylvaticum</i>	Skogsnelle
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Duskull

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: Sverre Lundemo. Toppen av Trolltinden (850 moh), fjelltjæreblom (*Viscaria alpina*).