

# Spesialovervåkning av varmekrevende karplanter i Colesdalen - Svalbard



## Evaluering etter fem år med registreringer

Geir Arnesen, Inger Greve Alsos og Gunn-Anne Sommersel

# **Spesialovervåkning av varmekrevende karplanter i Colesdalen - Svalbard**

**Status etter fem år med registreringer**

**Ecofact rapport: 415**

**[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)**

<b>Referanse til rapporten:</b>	Arnesen, G., Alsos, I. G. og Sommersel, G.-A. 2014. Spesialovervåkning av varmekrevende karplanter i Colesdalen – Svalbard, Status etter fem år med registreringer. Ecofact rapport 415. 28 s.
<b>Nøkkelord:</b>	Klimaendringer, Arktis, vegetasjon, termofil, Svalbard
<b>ISSN:</b>	1891-5450
<b>ISBN:</b>	978-82-8262-413-8
<b>Oppdragsgiver:</b>	Norsk Polarinstitut
<b>Prosjektleder hos Ecofact:</b>	Geir Arnesen
<b>Prosjektmedarbeidere:</b>	Tor Skulgam, Christina Wegener, Allan Buras, Claire Boérée, Maarten de Korte, Karin Amby, Tina Larsson
<b>Kvalitetssikret av:</b>	Gunn-Anne Sommersel
<b>Forside:</b>	Colesdalen med en av analyseflatene i forgrunnen. Foto: Geir Arnesen. Innfelt fra venstre, tundrabjørk, polarblokkebær, arktisk blåklokke, fjellkrekling og fjelløyentrøst. Foto: Bjørn Erik Sandbakk, ©svalbardflora.net

[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)

<b>Innhold</b>	
<b>FORORD</b> .....	<b>1</b>
<b>1 SAMMENDRAG</b> .....	<b>2</b>
<b>2 INNLEDNING</b> .....	<b>3</b>
<b>3 METODE</b> .....	<b>5</b>
3.1 VALG AV ARTER .....	5
3.1.1 <i>Fjellkrekling</i> ( <i>Empetrum nigrum</i> ssp. <i>hermaphroditum</i> ).....	5
3.1.2 <i>Tundrabjørk</i> ( <i>Betula nana</i> ssp. <i>tundrarum</i> ) .....	6
3.1.3 <i>Polarblokkebær</i> ( <i>Vaccinium uliginosum</i> ssp. <i>microphyllum</i> ) .....	7
3.1.4 <i>Arktisk blåklokke</i> ( <i>Campanula rotundifolia</i> ssp. <i>gieseckiana</i> ).....	8
3.1.5 <i>Fjelløyentrøst</i> ( <i>Euphrasia wettsteinii</i> ) .....	9
3.2 STUDIEOMRÅDE .....	11
3.3 VEGETASJONSANALYSER .....	12
3.4 TEMPERATURMÅLINGER.....	13
<b>4 RESULTATER</b> .....	<b>14</b>
4.1 ENDRINGER I ANALYSEFLATER MED POLARBLOKKEBÆR ( <i>VACCINIUM ULIGINOSUM</i> SSP. <i>MICROPHYLLUM</i> ).....	14
4.2 ENDRINGER I ANALYSEFLATER MED TUNDRABJØRK ( <i>BETULA NANA</i> SSP. <i>TUNDRARUM</i> ) .....	15
4.3 ENDRINGER I ANALYSEFLATER MED FJELLKREKLING ( <i>EMPETRUM NIGRUM</i> SSP. <i>HERMAPHRODITUM</i> ).....	16
4.4 ENDRINGER I ANALYSEFLATER MED ARKTISK BLÅKLOKKE ( <i>CAMPANULA ROTUNDIFOLIA</i> SSP. <i>GIESECKIANA</i> ) .....	18
4.5 ENDRINGER I ANALYSEFLATER MED FJELLØYENTRØST ( <i>EUPHRASIA WETTSTEINII</i> ) .....	19
4.6 JORDTEMPERATUR .....	21
<b>5 DISKUSJON</b> .....	<b>22</b>
5.1 INTERESSANTE OBSERVASJONER ETTER FEM ÅR MED VEGETASJONSREGISTRERINGER .....	22
5.2 FORTSETTELSE AV OVERVÅKNINGEN I COLESDALEN .....	23
5.2.1 <i>Generelt</i> .....	23
5.2.2 <i>Design</i> .....	24
5.2.3 <i>Målemetodikk</i> .....	24
5.2.4 <i>Parametere som bør måles</i> .....	25
5.2.5 <i>Finansiering</i> .....	26
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>27</b>

## FORORD

Opprinnelig ble aktiviteten i Colesdalen initiert av Universitetsstudiene på Svalbard (UNIS) ledet av Inger Greve Alsos som et forskningsprosjekt på arten fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*). Prosjektet ble i 2009 utvidet med økonomisk støtte fra Norsk Polarinstitutt (NP) til å bli et overvåkningsprosjekt med fokus på fem karplantearter. Feltarbeidet ble i årene 2009 og 2010 gjennomført av Alsos med innleid arbeidskraft fra Ecofact Nord AS. Fra og med 2011 har imidlertid Ecofact Nord AS vært ansvarlig for prosjektet på direkte oppdrag fra NP, mens Alsos har hatt en rådgiverrolle.

Ecofact Nord AS takker med dette oppdragsgiver for godt og fleksibelt samarbeid.

Tromsø  
8. februar 2015



Geir Arnesen

# 1 SAMMENDRAG

## Bakgrunn og metodikk

---

Arter som er på randen av sin klimatiske tålegrense (termofile arter) er antatt å respondere tidlig på endringer i klima. De er således gode indikatorer effekter av klimaendringer. I 2009 ble det derfor startet overvåkning av fem termofile arter i Colesdalen: polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*), tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*), fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) og fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*). De tre førstnevnte er dvergbusker mens de to siste er henholdsvis en flerårig og ettårig urt. Utvikling av fjelløyentrøst populasjonen overvåkes i 77 analyseflater mens de fire andre artene overvåkes i 20 analyseflater hver. Totalt er det 157 analyseflater i Colesdalen sørvesthelling over en lengde på ca 1 km. Det gjøres årlige vegetasjonsregistreringer med smårutefrekvens. I tillegg måles jordtemperatur i 60 analyseflater.

## Resultater

---

Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) viser et svært sammenfallende mønster i årlige svingninger. En har foreløpig ikke tilgjengelig en god tidsserie med temperaturdata fra Colesdalen, men det virker overveiende sannsynlig at disse artene responderer på årlige temperaturvariasjoner og andre klimarelaterte parametere slik som vekstsesongens lengde og snøsmeltingens utvikling. Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) er dessuten i spredning i dalen og okkuperer nye områder hvert år. Dvergbuskene har vesentlig lavere årlig variasjon. Fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) og polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) ser ut til å gå sakte men sikkert fremover, men fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) har også hatt et stort tilbakeslag i 2012/2013, trolig på grunn av isbrann. Tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) har gått litt tilbake de siste årene med registreringer, men det er foreløpig vanskelig å si om dette er en trend.

## Anbefalinger for fortsatt overvåkning

---

Overvåkningsprosjektet har vist tendenser i vekstraten til disse termofile artene og at metodikken fungerer. Det anbefales derfor sterkt at prosjektet fortsetter med noen forbedringer. For arktisk blåklokke, fjelløyentrøst og fjellkrekling som har vist store årlige variasjoner (fjellkrekling kun ett år med stor variasjon pga. isbrann) foreslås det fortsatt årlig overvåkning etter samme metodikk. For tundrabjørk og polarblokkebær foreslås det å teste ut registreringer hvert 3. år. I tillegg foreslås det uttesting av metodikk for å mer direkte måle vekstrate på skudd da smårutefrekvens har noen begrensninger i å fange opp vekst hos store og dominerende arter. Ellers er det stort behov for å få kontroll på en del faktorer som kan ha betydning for vegetasjonens utvikling. Dette er i første rekke beitepress og skader som følge av jordflyt, utrasninger og tråkk. Slike faktorer må kvantifiseres, og det foreslås derfor at registreringer av disse parametere innlemmes i prosjektet. Det er også svært aktuelt å innlemme fenologiske data for å kaste enda mer lys over utviklingen av de termofile artene. Det anbefales derfor at området oppsøkes første halvdel av september i spesielt gunstige sesonger for å samle inn frukter og frø av artene slik at det kan gjøres spireforsøk. Det er også naturlig å legge utskiftning av temperaturloggere samt måling av skuddvekst til høsten. I tillegg foreslås det at en gjør fenologiske registreringer av artene i forbindelse med registreringene om sommeren. Metodikk for innsamling av slike parametere krever også et lite forstudie og uttesting.

---

## 2 INNLEDNING

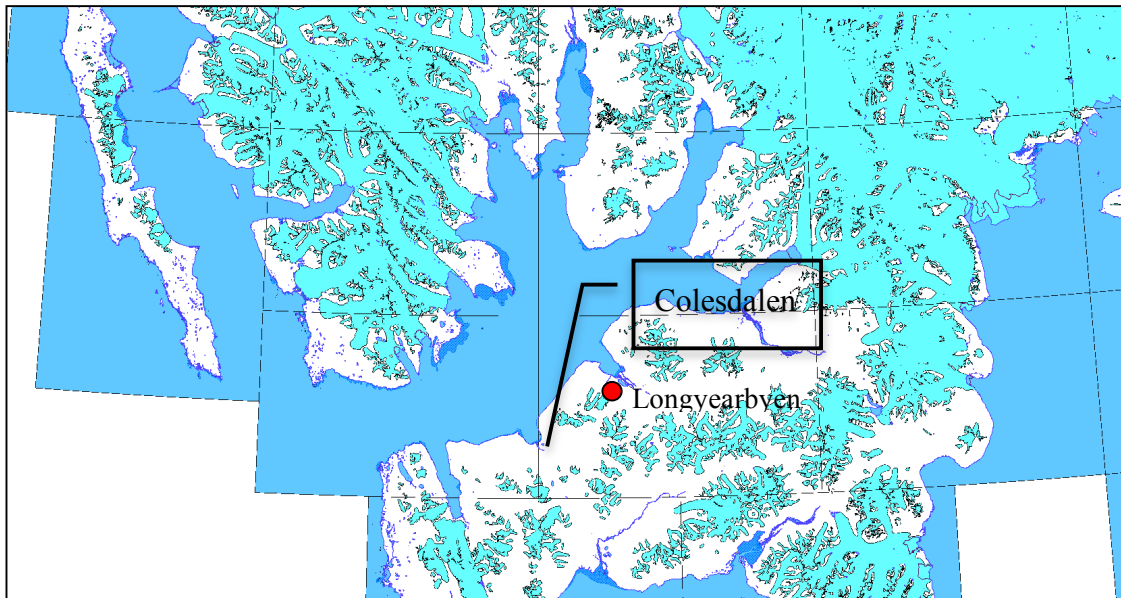
De fleste arktiske plantearter lever lenge og man ser kun sjelden rekruttering av nye individer. Flere arter er dokumentert å bli flere hundre år (Bell m. fl. 1973; Elkington 1971) og blant enkelte arter har en klart å påvise individer som har en alder på flere tusen år (Jonsdottir m. fl. 2000, Alsos m. fl. 2002, de Witte LC, 2010). Slike langlivede karplanter er oftest de dominerende i ulike arktiske økosystemer slik som vidt utbredte starr- og gressarter samt dvergbusker som reinrose og polarvier. På Svalbard har disse artene sitt økologiske optimum i lavereliggende dalstrøk på Spitsbergen, samt enkelte steder på Edgeøya. De er dessuten den viktigste matkilden til herbivore dyr som rein og gås og disse dyrene dominerer derfor også i de samme områdene. På grunn av stor biomasse under bakken og/eller i forvedete plantedeler samt gode tilpasninger til å takle ulike vinterforhold er det forventet at slike plantearter vil respondere relativt sakte på klimaendringer. I en økosystembasert tilnærming til overvåkning som er ment å fange opp konsekvenser av klimaendringer (slik som f.eks COAT Svalbard, (Ims m. fl. 2013)) i næringsnett er det helt nødvendig å innlemme slike vanlige langlivede arter i stor grad i designet fordi de spiller en avgjørende rolle i økosystemet. Det er likevel liten tvil om at respons på klimaendringer hos karplanter vil inntreffe lenge før det er mulig å påvise dem hos disse mer robuste artene som lever i sitt økologiske optimum.

Hvis en skal ha en allsidig overvåkning rettet mot konsekvenser av klimaendringer på Svalbard mener vi derfor det også er stort behov for en type overvåkning som er spisset mot å oppdage de tidlige responsene på klimaendringer hos karplanter (Ims m. fl. 2014). Det er da ganske åpenbart å vurdere overvåkning av såkalte termofile arter, det vil si populasjoner på grensen av artens klimatiske nisje. Det er antatt at disse artene er relikter etter den Holocene varmeperioden for 8000–4000 år siden, og har hatt liten evne til frøsetting i klimaet på Svalbard de siste århundrene (Alsos 2003; Alsos m. fl. 2002; Alsos m. fl. 2003). Det er imidlertid ventet at disse artene vil respondere tidlig på klimaendringer og at de potensielt kan få stor betydning i økosystemene hvis de økologiske forholdene endrer seg slik at de kan formere seg ofte. Dette gjelder i særdeleshet termofile arter av dvergbusker som dominerende vegetasjonen lenger sør. Andre termofile arter har ikke samme potensiale til å endre strukturen i vegetasjonen, men er likevel svært gode indikatorer på økologiske endringer på voksestedet. Dette gjelder spesielt kortlivede arter og urter generelt.

Det finnes ganske mange termofile karplantearter på Svalbard som har utpostpopulasjoner med få individer på et fåtall lokaliteter. De fleste av disse er rødlistet på grunn av lave individtall og få populasjoner (<http://www.artsdatabanken.no/rodlistetearter>). En overvåkning av termofile karplanter vil i de fleste tilfeller være et ledd i å operasjonalisere rødlista for Svalbard.

Ideen med å fokusere på termofile arter for å oppdage tidlige klimaresponser hos karplanter var da også inspirasjonen for å starte spesialovervåkning av slike arter i Colesdalen i 2009. Nettopp Colesdalen ble valgt fordi det her finnes høy konsentrasjon av termofile arter som er godt kartlagt (Alsos m. fl. 2004). I tillegg finnes mye

kunnskap om populasjonene i Colesdalen etter genetiske analyser (Alsos m. fl. 2002, 2007, Gusarova m. fl. 2012), studier av reproduksjon (Alsos m. fl. 2003, 2013), og detaljert oversikt over lokal utbredelse. Området er også relativt lite ressurskrevende å oppsøke fra Longyearbyen, noe som også ble tillagt stor vekt ved valg av område (Figur 1). Overvåkingen er designet med tanke på årlig registrering, og en har nå vært igjennom en evalueringsperiode med registreringer i fem år. I perioden har en høstet erfaringer og resultater som er egnet til å justere designet for et permanent opplegg.



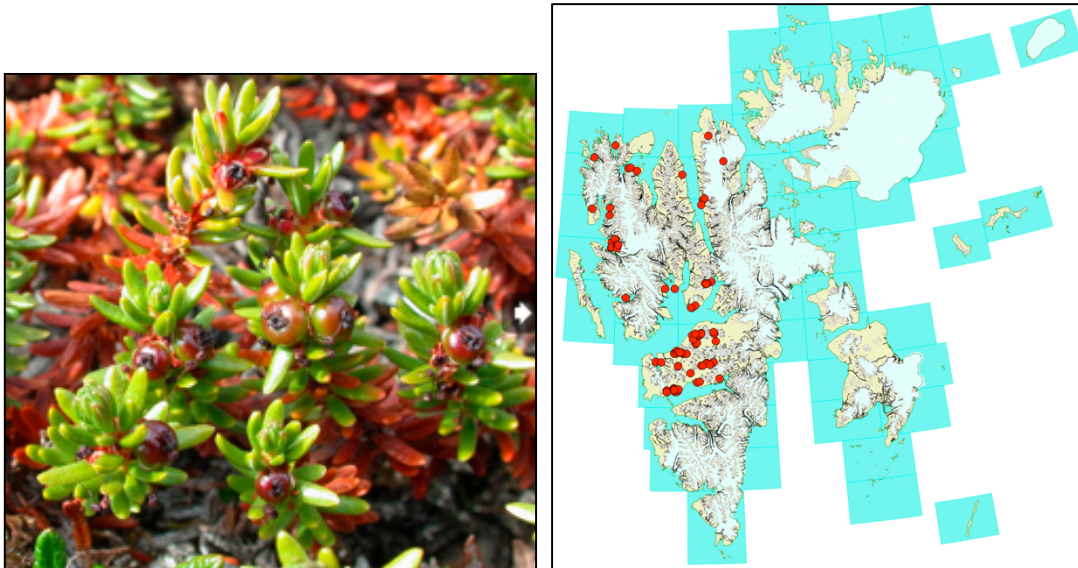
Figur 1. Kart over de sentrale deler av Spitsbergen med Colesdalen indikert.



### 3 METODE

#### 3.1 Valg av arter

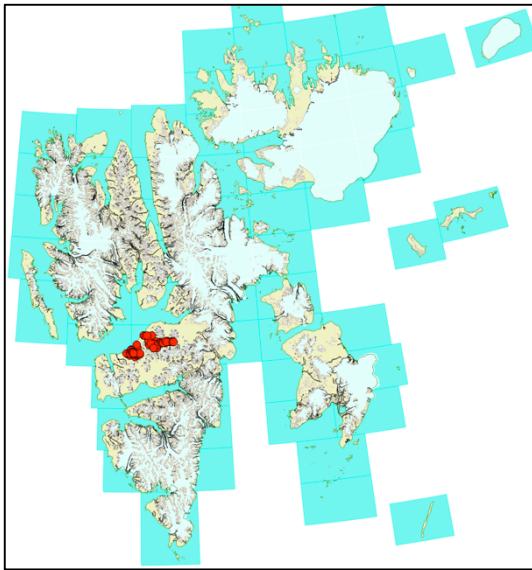
##### 3.1.1 Fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*)



Figur 2. Foto av fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) fra Colesdalen (Foto: Bjørn Erik Sandbakk - svalbardflora.net©) og utbredelse av fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) på Svalbard.

Fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) er den antatt mest robuste artene av de fem, og den som har videst utbredelse på Svalbard per i dag. Den finnes trolig ulike steder på Svalbard med gunstig klima fra Van Mijenfjorden og nordover til Raudfjorden og Mosseldalen ytterst i Wijdefjorden. Spiredyktige frø er ikke funnet i Colesdalen i 2008, men vi antar at den kan produsere spiredyktige frø enkelte år ettersom frø samlet i Longyeradalen i 2008 spirte (Alsos m. fl. 2013). Selv om fjellkrekling har ganske mange forekomster på Svalbard er den åpenbart begrenset til temperaturgunstige sørvesthellinger og beskyttede plasser. Fjellkrekling er en dominerende art i tundraområder lenger sør i Arktis og i alpine områder i Nord-Skandinavia. Det er derfor antatt at den har stort potensiale for vekst og etablering i nye områder under mindre kalde forhold.

### 3.1.2 Tundrabjørk (*Betula nana ssp. tundrarum*)



Figur 3. Utbredelse av tundrabjørk (*Betula nana ssp. tundrarum*) på Svalbard.

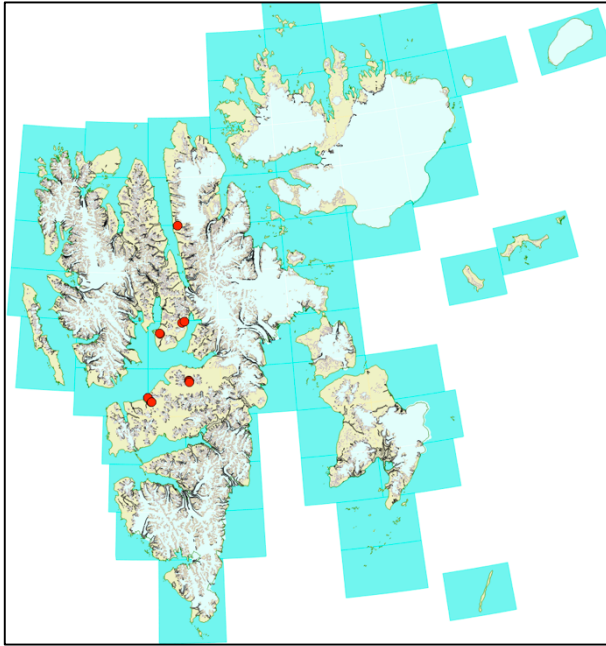


Figur 4. Tundrabjørk (*Betula nana ssp. tundrarum*) fotografert i Colesdalen. Foto: Bjørn Erik Sandbakk - svalbardflora.net©.

Tundrabjørk (*Betula nana ssp. tundrarum*) er antatt mer termofil en fjellkrekling (*Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum*) og finnes kun i de mest klimagunstige områdene på sørsiden av Isfjorden, spesielt i Colesdalen og i Adventdalen (Engelskjøn m. fl. 2003). Det er 39 registrerte populasjoner og arten er klassifisert som nær truet (NT) i gjeldende rødliste (Solstad m.fl 2010), en kategori som vil bli opprettholdt i ny versjon av rødlisten 2015 (Elven og Alsos, upublisert). Arten ser ikke ut til å sette spiredyktige frø per i dag (Alsos m. fl. 2003, 2013), men det er antatt at kun små temperaturøkninger kan gjøre at frøene modnes og arten kan få et helt annet potensiale til å spre seg og vokse i området. I henhold til Miller (1975) kan tundrabjørk (*Betula nana ssp. tundrarum*) bli ca 150 år gammel. Det tyder på at arten har klart å sette frø i

gunstige sesonger også i de siste århundrene, noe som er bekreftet av at den har nokså høy genetisk diversitet (Alsos m. fl. 2002, 2007). Lenger sør i Arktis er arten dominerende i enkelte habitattyper. Det er funnet en makrofossil av arten i Adventdalen (Andersson 1900 og Andersson 1910) og små mengder DNA i Skartjørna (Alsos m. fl. upublisert) fra den Holocene varmeperioden 8000-4000 før nåtid. Vi har derfor grunn til å tro at den vil spre seg og kan bli dominerende i indre fjordstrøk ved varmere klima.

### 3.1.3 Polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*)



Figur 5. Kjente forekomster av polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) på Svalbard.



Figur 6. Polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) fotografert i Colesdalen. Foto: Bjørn Erik Sandbakk - svalbardflora.net©.

Polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) er en ytterst sjelden art på Svalbard som antas å være en relikv fra Atlantisk tid. Det har ikke vært påvist modne bær i de populasjonene en kjenner til (Alsos m. fl. 2003, 2013), og arten har trolig ikke formert seg seksuelt på Svalbard på mange hundre år (Alsos m. fl. 2002). På hvert voksested består populasjonen bare av én eller noen ytterst få kloner som kan være flere tusen år gamle (Alsos m. fl. 2002, 2007). Arten har vært kjent fra Colesdalen, Russanovdden, Idodalen, Helvetiadalen og Pyramiden. Arten er ikke gjenfunnet på flere tiår ved de to sistnevnte voksestedene. I 2010 ble det imidlertid gjort et nytt funn av arten i Ringhorndalen på østsiden av Wijdefjorden. Arten er likevel klassifisert som kritisk truet (CR) på gjeldende rødliste.

Polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) er også en art som er dominerende i visse habitater under mer gunstige klimaforhold, og på samme måte som for dvergbjørk er det grunn til å tro at den har stort spredningspotensiale hvis den klarer å sette modne frø.

### 3.1.4 Arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*)

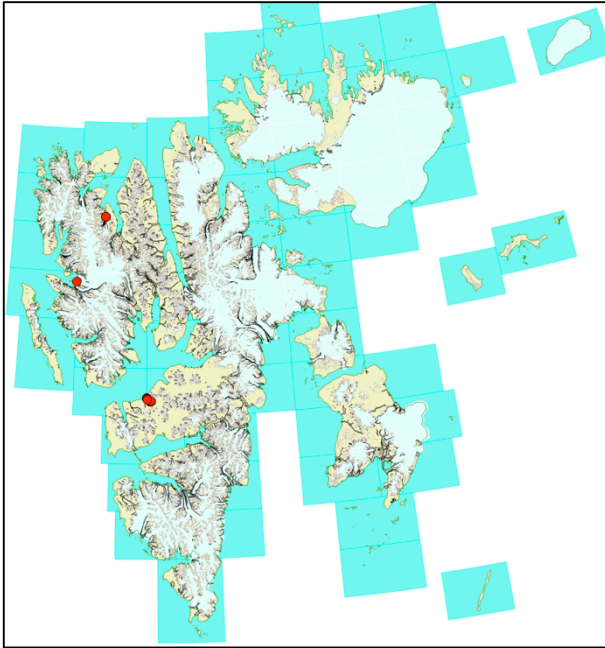


Figur 7. Arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) fotografert i Colesdalen. Foto: Bjørn Erik Sandbakk - svalbardflora.net©.

Denne flerårige urten er på Svalbard kun påvist i Colesdalen. Den vokser i brattere og mer steinete terreng enn de andre artene som er med i overvåkningsprosjektet. Under en større kartlegging i 2003 ble bestandene av arten estimert til 10 000 rosetter (Alsos m. fl. 2004). Arten har trolig store krav til temperatur og er antatt en av de mest termofile artene på Svalbard. Siden dette er en urt dør de overjordiske delene av arten hver høst. Det som kan observeres på overflaten hver sommer er mer avhengig av forholdene den aktuelle sesongen og varierer derfor i større grad enn for dvergbusker. Det er derfor ventet større variasjon fra år til år i overjordisk biomasse enn for dvergbuskene. Den har også vesentlig kortere livslengde enn dvergbuskene, men effektiv evne til å sette skudd fra rotstokker (Shetler 1982). Det er ikke funnet

spiredyktige frø eller frøbank av arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) i Colesdalen (Alsos m. fl. 2003, 2013), men ettersom frø av arten har middels høye spireprosent og store frøbanker andre steder, kan man forvente at arten har godt rekrutteringspotensial på Svalbard under mer gunstige klimatiske forhold. Arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) er klassifisert som sårbar (VU) på gjeldende og pågående rødliste.

### 3.1.5 Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*)



Figur 8. Kjente forekomster av fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) på Svalbard.

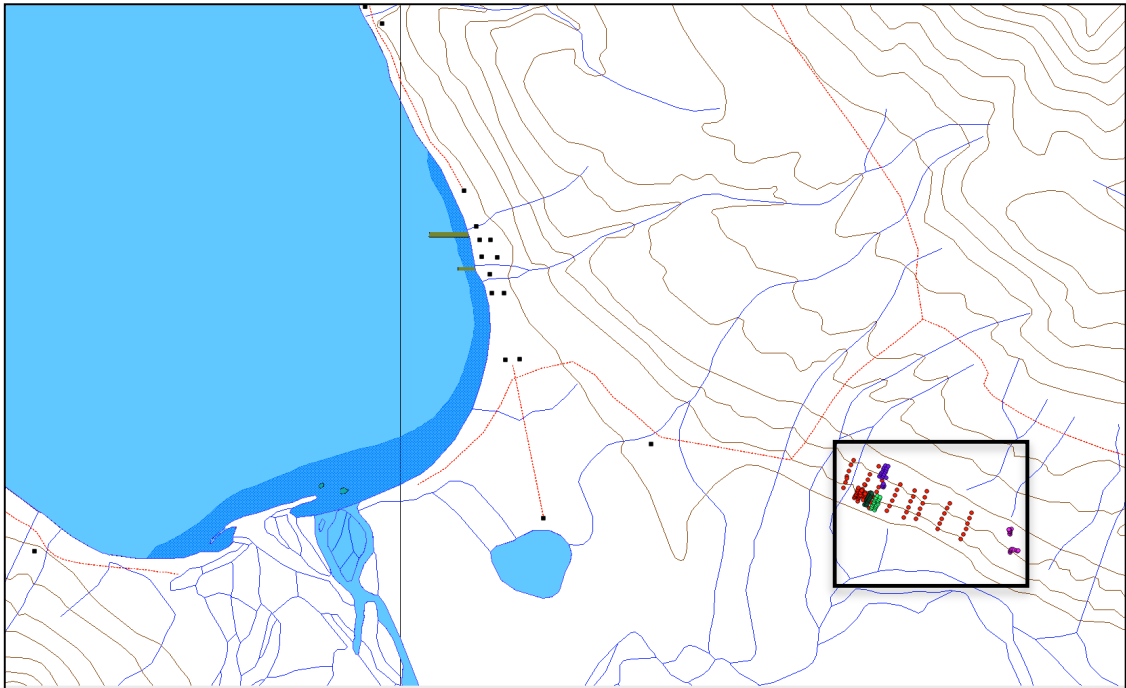


Figur 9. Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) fotografert i Colesdalen. Foto: Bjørn Erik Sandbakk - svalbardflora.net©.

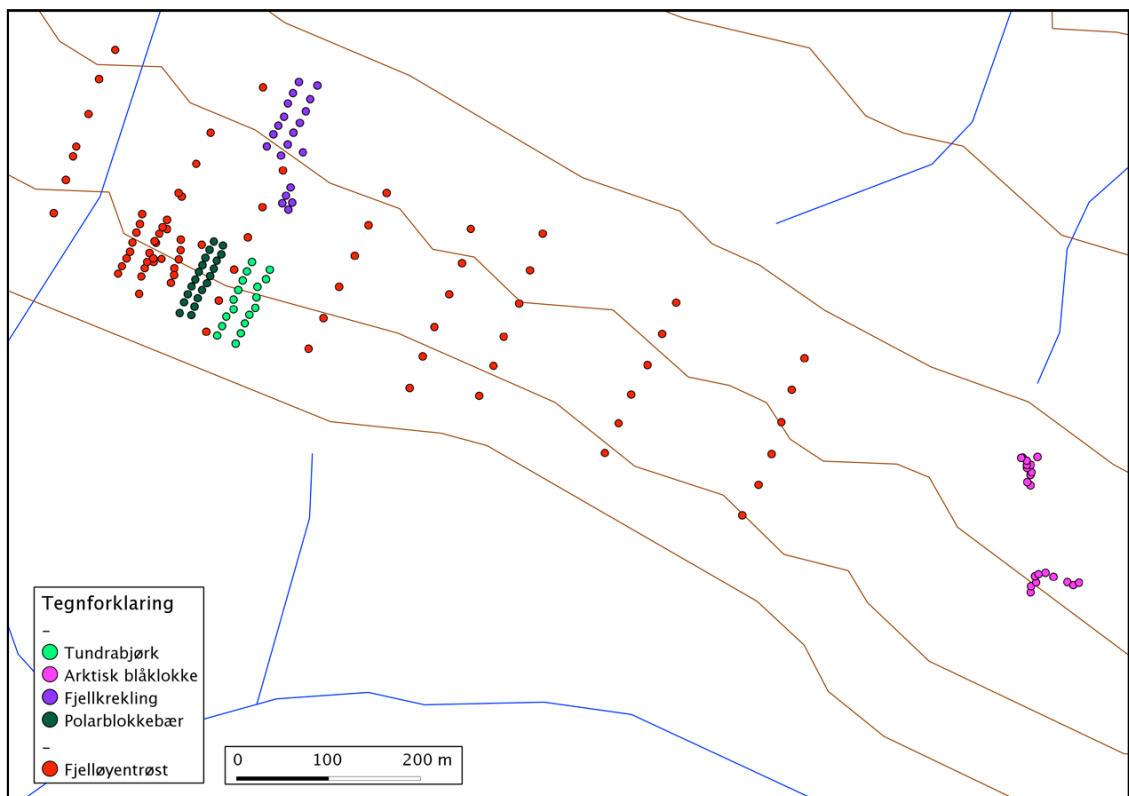
Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) er en ettårig art, og er dermed i stor grad avhengig av å gjennomføre en livssyklus hvert eneste år for ikke å dø ut. I arktiske strøk er det derfor svært få ettårige arter og på Svalbard finnes kun to, den andre er dvergssyre (*Koenigia islandica*) som har en høyarktisk og alpin utbredelse. Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) har kun tre områder med forekomster på Svalbard. I tillegg til Colesdalen er den observert på Ossian Sars fjellet i Kongsfjorden (funnet i 2003 av Hansen, Alsos og Sandbakk) (Alsos m. fl. 2004)), og ved Trollkildene innenfor bunnen av Bockfjorden (oppdaget i 1960 (Rønning 1961)), begge steder har også en rekke andre termofile karplantearter. Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) er klassifisert som sterkt truet (EN) på gjeldende og pågående rødliste.

I Colesdalen ble fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) oppdaget for første gang i 1998. Da ble det bare funnet en liten flekk på under én kvadratmeter (Alsos m. fl. 1999). I 2002 var det 16 personer som kartla floraen i området og totalt ni flekker med fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) ble da funnet (Alsos m. fl. 2004). I 2007 hadde området med fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) økt kraftig og forekomsten var mer eller mindre kontinuerlig i den antatt varmeste delen av dalsiden. Populasjone i Colesdalen skiller seg genetisk fra populasjonene i Bockfjorden og på Ossian Sarsfjellet, og stammer sannsynligvis fra Russland (Gusarova m. fl. 2012). Det har vært spekulert om arten kan være innført av russere, men det genetiske skillet mot russiske populasjoner er såpass markert av vi antar arten kom lenge før bosetning på øygruppen.

### 3.2 Studieområde



Figur 10. Lokalisering av studieområdet i Colesdalens sørvesthelling, se også figur 11.



Figur 11 Lokalisering av de ulike analyseflatene innen studieområdet. En har forsøkt å legge analyseflatene på linje oppover dalsiden for at de skal bli lettere å finne. Analyseflatene for fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) har høy konsentrasjon i vestre del av studieområdet hvor arten finnes i dag. I tillegg er det etablert spredte analyseflater i store deler av studieområdet for å fange opp spredning av arten. Se også figur 10.

### 3.3 Vegetasjonsanalyser



Figur 12. En firkantet ramme med innvendig mål på 50 x 50 cm ble brukt til å analysere vegetasjonen. Rammen var delt inn i 100 små firkanter og tilstedeværelse av fokusartene ble registrert i hver av de små firkantene. Dette gir en score mellom 0 og 100 for hver art. Metoden kalles smårutefrekvens og er egnet til å fange opp små endringer i vegetasjonsdekket.



Figur 13. Analyseflate merket med røde polyesterplugger som stikker 30 cm ned i bakken. Merkingen virker temmelig solid og er trolig vedlikeholdsfri i opptil fem år. Nummeret til analyseflaten er risset inn på toppen av alle pinnene. Foto: Geir Arnesen.

Det ble opprettet 157 analyseflater ved prosjektets start. For fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), tundrabjørk, polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*)



ble det opprettet 20 analyseflater hver. Analyseflatene ble plassert slik at fokusarten dekket deler av arealet slik at en dermed kunne registrere endringer både i positiv og negativ retning. For fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) ble det opprettet 77 analyseflater. Kun 21 av analyseflatene i den vestre delen av studieområdet hadde fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) når analyseflatene ble anlagt. Et mer ekstensivt nettverk av analyseflater er anlagt langs linjer som går fra dalbunnen og oppover i lia. De fleste av disse analyseflatene hadde ikke fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) når de ble anlagt, men ble opprettet med tanke på å fange opp spredning av arten.

Analyseflatene er nå merket i alle fire hjørner med røde polyesterpluggen som stikker 30 cm ned i bakken og sitter hardt fast. Alle pluggene er merket med analyseflatens ID (Fig. 13). Trolig er merkingen vedlikeholdsfri i omtrent fem år.

Smårutefrekvens ble brukt til å registrere de fem fokusartene og noen antatt konkurrerende arter til dvergbuskene, nemlig polarvier, kantlyng og reinrose. En analyseramme med innvendig mål 50 x 50 cm ble brukt til å gjennomføre analysene. Den var delt inn i 100 små firkanter (se fig. 12), og hver art kunne derfor få en score mellom 0 og 100 i hver analyseflate. Denne metoden er godt egnet til å detektere endringer i artens utbredelse i analyseflaten, men er ikke et estimat på biomasse eller dekningsgrad. I det første året det ble gjennomført vegetasjonsanalyser (2009) ble det gjort en grundigere analyse der alle karplantearter ble inkludert, samt viktige mosearter, åpen jord og algebelegg. I følge det opprinnelige designet skal en slik omfattende analyse gjøres hvert femte år, men har ikke blitt gjort foreløpig.

### 3.4 Temperaturmålinger

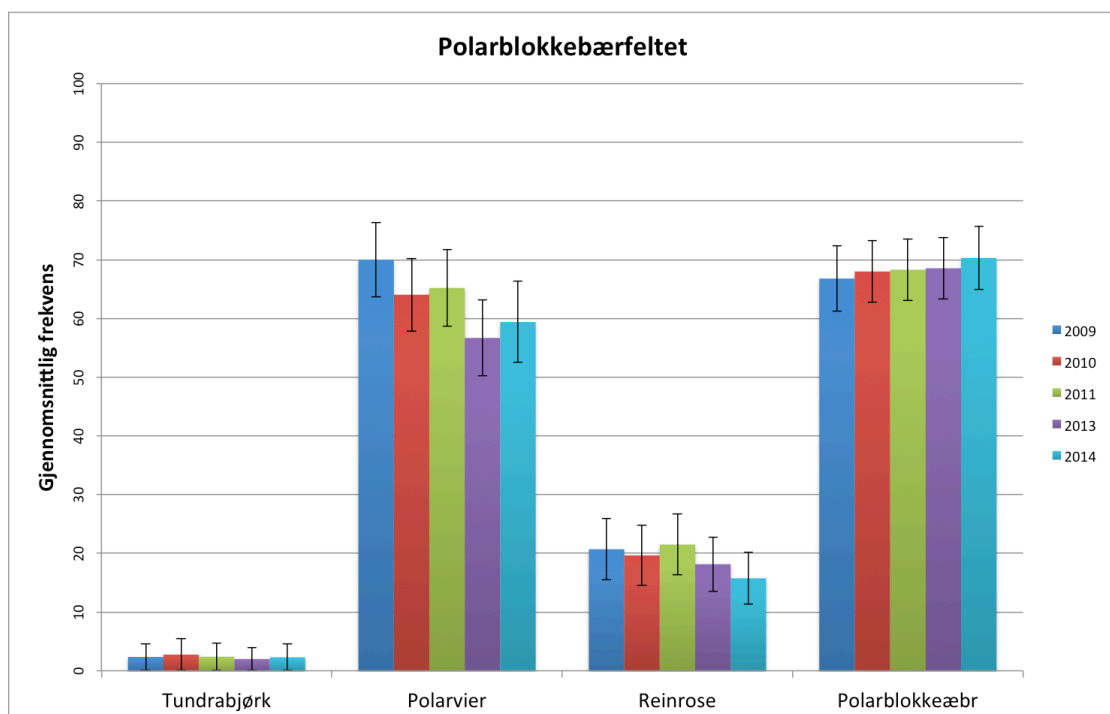
For å overvåke utviklingen i jordtemperatur ble det i 2009 lagt ut 60 temperaturloggere av typen Thermo Button 22L med vanntett kapsel levert av Loggerteknikk i Sverige ([www.loggerteknikk.se](http://www.loggerteknikk.se)). Denne loggertypen ble valgt fordi den er vanntett, har nødvendig nøyaktighet, og batterilevetid på 3-4 år.

Temperaturloggerne ble plassert ut i 20 analysefelt for fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) og 10 analysefelt for hver av de fire artene som overvåkes. Loggerens sensor ble plassert på 5 cm jorddyb regnet fra overflaten av humuslaget (ikke overflaten av frisk vegetasjon). For å være konsekvent ble loggerens sensor alltid plassert i det nordvestre hjørnet av det kvadratiske analysefeltet. Hvis dette hjørnet viste seg å være steinete eller på andre måter atypisk har en valgt det nordøstre hjørnet. Slike avvik er notert i de innsamlede data.

## 4 RESULTATER

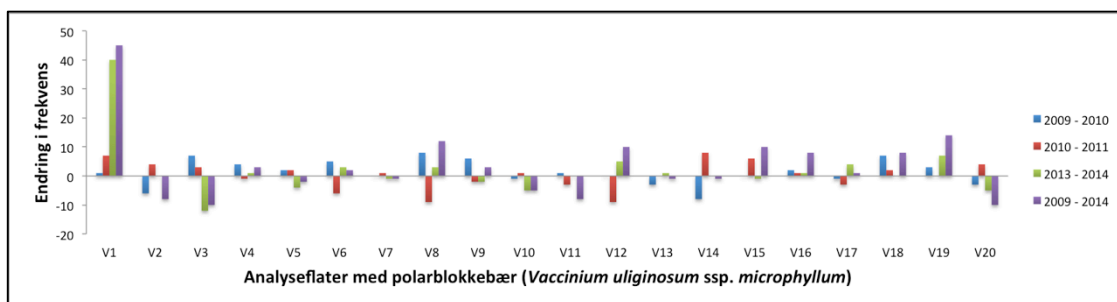
### 4.1 Endringer i analyseflater med polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*)

Polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) vokser på et lite areal i Colesdalen og er begrenset til to nærstående kloner med bare noen få meter i mellom (Alsos m. fl. 2002). Arten har hatt en liten økning hvert år. Den gjennomsnittlige registrerte frekvensen i 2014 var 2,42% høyere enn i 2013 og 4,98% høyere enn 2009 (Fig. 6). Det imidlertid verd å nevne at polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) ikke går ensidig fremover i alle analyseflatene. Det er stor variasjon i hvorvidt den går frem eller tilbake i ulike analyseflater (Fig. 5), og det er stor overlapp mellom standardfeilintervallet fra datasettene samlet i 2009 og 2014. Det er sannsynlig at der arten går tilbake er dette et resultat av solifluksjon eller slitasje.



Figur 14. Gjennomsnittsfrekvens av polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) og antatt konkurrerende arter i 20 analyseflater. Standardfeil er indikert med en svart stolpe.

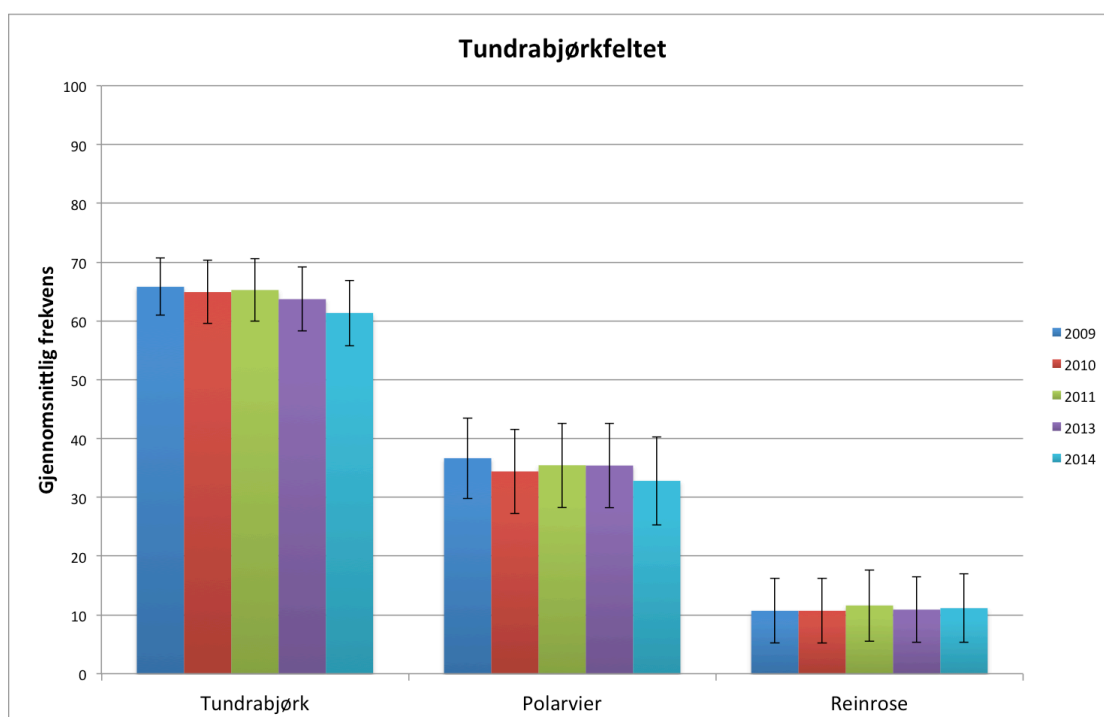
For andre antatt konkurrerende dvergbusker ble det registrert mindre endringer i gjennomsnittlig frekvens i forhold til tidligere år. Tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) er tilnærmet konstant. Polarvier gikk en del tilbake i 2010 og 2013, og svakt frem i påfølgende år, men ikke nok til å veie opp for tilbakegangene. Reinrose (*Dryas octopetala*) har gått noe tilbake siden 2011. Det finnes også noe fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) i analyseflatene til polarblokkebær, og denne arten har gått litt frem hver år siden 2010.



Figur 15. Endring i frekvens av polarblockebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) i hver enkelt analyseflate. Den lille fremgangen totalt sett de siste årene er vanskelig å se hvis en ser på hver enkelt analyseflate, men i V1 har det vært en stor fremvekst, dette kan skyldes jordflyt.

#### 4.2 Endringer i analyseflater med tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*)

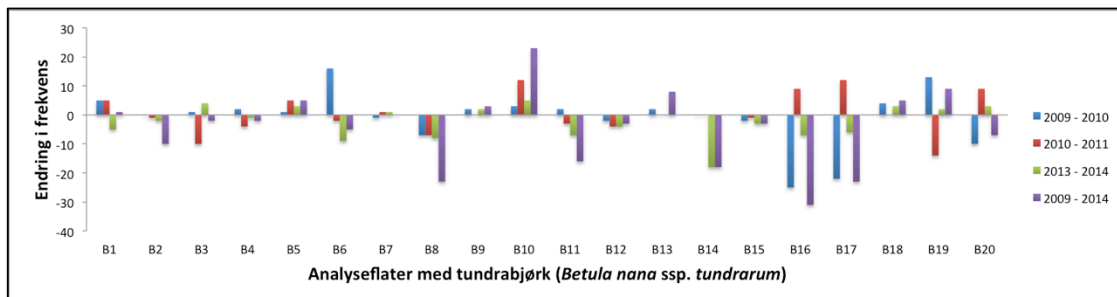
Tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) vokser spredt innover Colesdalen spesielt på nordsiden av dalen. Analyseflatene for tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) er imidlertid lagt ut like i nærheten av flatene for polarblockebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) slik at flatene for tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) og polarblockebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) gjensidig også kan brukes som kontrollflater for å se på spredning av arten til nærliggende områder (Figur 11).



Figur 16. Gjennomsnittsfrekvens av tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) og antatt konkurrerende arter i 20 analyseflater. Standardfeil er indikert med svart stolpe.

Arten har hatt en liten tilbakegang hvert år siden 2011 da den hadde en gjennomsnittlig frekvens på 65,3. I 2014 hadde dette sunket til 61,4, altså en tilbakegang på 5,97%. Det er likevel stor overlapp mellom standardfeilintervallet fra datasettene samlet i 2009 og 2014. Stor tilbakegang i fem analyseflater (B8, B11, B14, B16 og B17, se Fig. 17) er mye av årsaken. For den ene av disse analyseflatene noterte

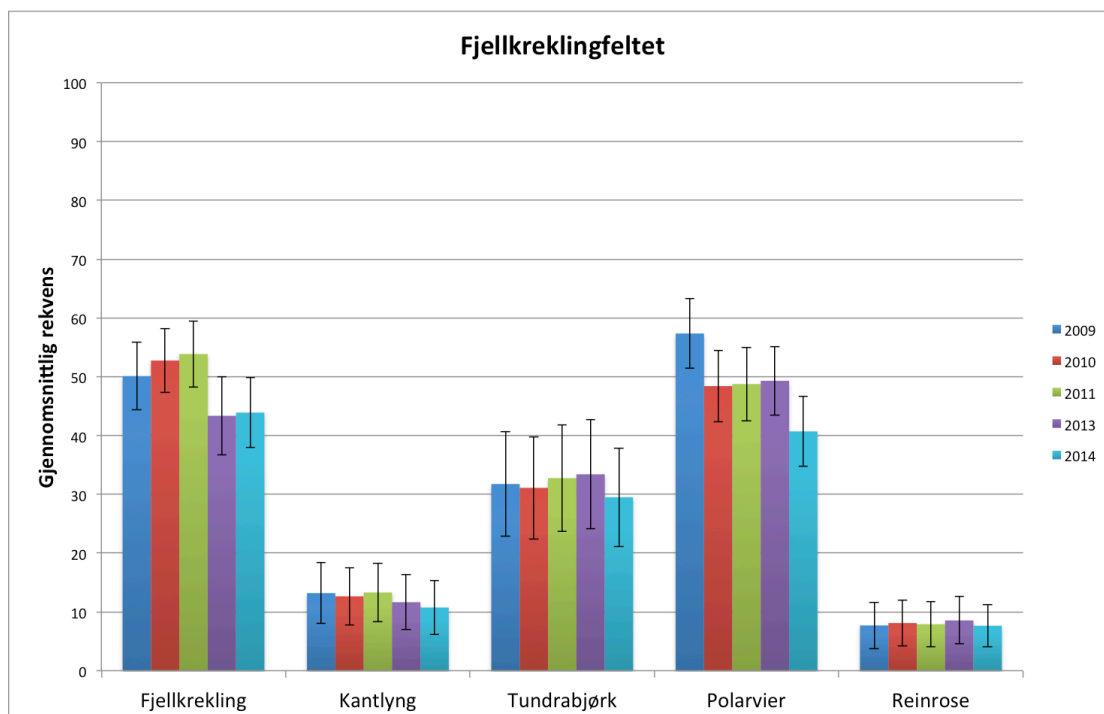
vi i felt (2010) at det så ut som om analyseflaten var forskjøvet på grunn av jordflyt. Skader på vegetasjonsdekket som følge av jordflyt kombinert med tråkkskader av rein er ikke uvanlige i denne dalsiden. I andre analyseflater er det mindre endringer, og i åtte av dem, svært stabile forhold. Av konkurrerende arter så har polarvier gått ytterst lite tilbake og reinrose må sies å være temmelig stabil.



Figur 17. Endring i frekvens av tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) i hver enkelt analyseflate. Stor tilbakegang i B8, B11, B14, B16 og B17 er hovedgrunnen til at arten har gått noe tilbake totalt sett. Tilbakegangen kan skyldes jordflyt kombinert med tråkk/beiteskader fra rein.

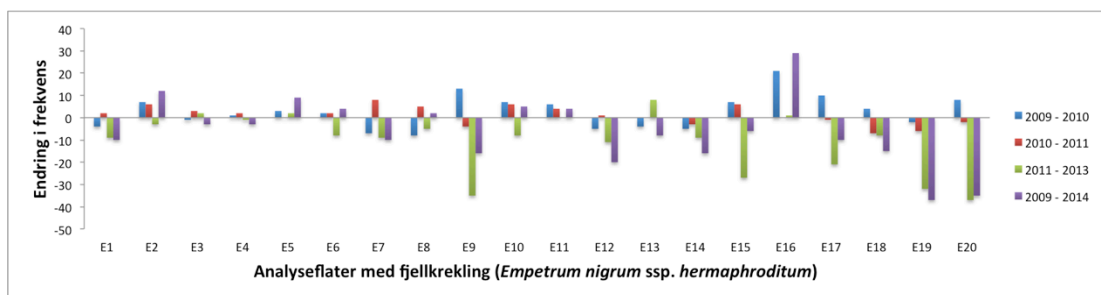
#### 4.3 Endringer i analyseflater med fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*)

Fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) finnes spredt i Colesdalen hovedsakelig lengre oppe i lia enn de andre varmekrevende artene. To arealer med arten finnes imidlertid i et begrenset område noen hundre meter ovenfor klonene med polarblokkbær, og disse ble valgt ut til overvåkingen.



Figur 18. Gjennomsnittsfrekvens av fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) og antatt konkurrerende arter i 20 analyseflater. Standardfeil er indikert med svart stolpe.

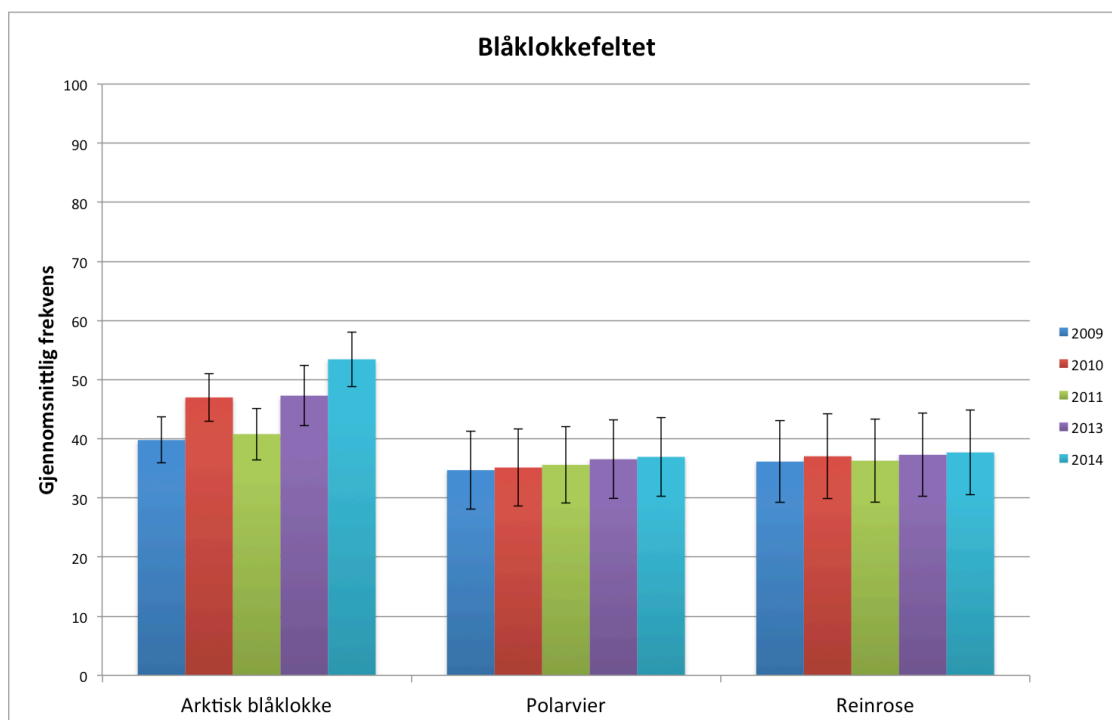
Det ser ut til at fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) har god vekst i Colesdalen, og er i stand til å øke frekvensen i analyseflatene fra år til år. Vinteren 2012 kan den imidlertid ha blitt utsatt for isbrann, noe som satte arten tilbake med ca 20% lavere frekvens i 2013 enn i 2011 (det ble ikke gjort registreringer i 2012). Mye døde kreklingsskudd ble observert i 2013. I 2014 har frekvensen økt noe igjen. Alle endringer har imidlertid overlappende standardfeilfelt. Hvis en ser på utviklingen i hver enkelt analyseflate går det klart frem at det er E9, E12, E15, E17, E19 og E20 som har hatt de store tilbakefallene, mens det har vært mindre tilbakegang eller relativt stabile forhold i andre analyseflater. Året 2012 var imidlertid preget av stor eller liten tilbakegang i så og si alle analyseflater med fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*). Terrenget der fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) vokser er ikke så utsatt for jordflyt og tråkkskader da det er tørrere og fastere jordsmonn, så dette er neppe forklaringen på tilbakegangen.



Figur 18. Endring i frekvens av fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) fra hver av de 20 analyseflatene i fjellkreklingfeltet.

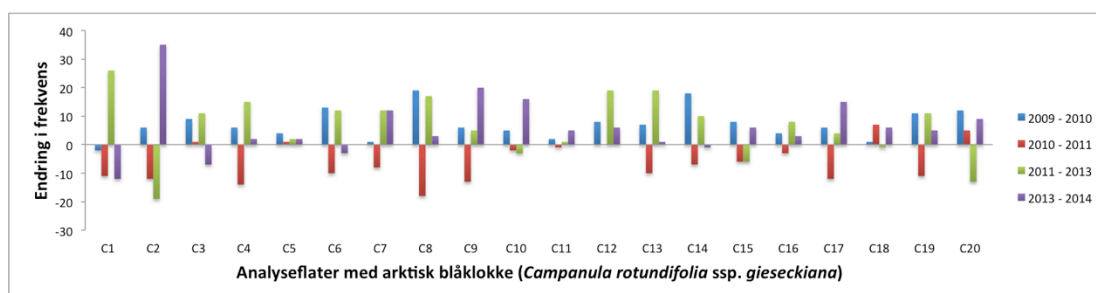
Fjellkreklingfeltet har flere konkurrerende arter som kantlyng, tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) og polarvier. Kantlyng og tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) og reinrose viser bare ubetydelige endringer i hele perioden, mens polarvier hadde en markert tilbakegang fra 2009 til 2010 og fra 2012 til 2014 (Fig. 17). Totalt sett har gjennomsnittlig frekvens for polarvier blitt redusert med ca 30 % siden 2009.

#### 4.4 Endringer i analyseflater med arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*)



Figur 19. Gjennomsnittsfrekvens av arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) og antatt konkurrerende arter i 20 analyseflater. Standardfeil er indikert med en svart stolpe.

Arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) finnes spredt flere steder i Colesdalen, men den største delen av populasjonen er ca 1 km østover fra forekomstene av polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) (Fig. 5). Analysefeltene for denne arten er lagt til dette området. Habitatene er bratte og steinete og noe fragmentariske.



Figur 20. Endring i frekvens av arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) fra hver av de 20 analyseflatene i blåklokkefeltet.

Arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) er ikke en dvergbusk som de tre foregående artene og har således større variasjon når det gjelder hvor mye av planten som er synlig over bakken. Når arten har gode forhold kan en se mer av arten. Det sees også på registreringene. Arten har hatt gode år i 2010, 2013, og spesielt 2014, mens 2009 og 2011 har vært dårligere med ca 15-20% lavere frekvens. Standardfeilfeltet i årene 2009 og 2011 overlapper ikke sammenlignet med året 2014

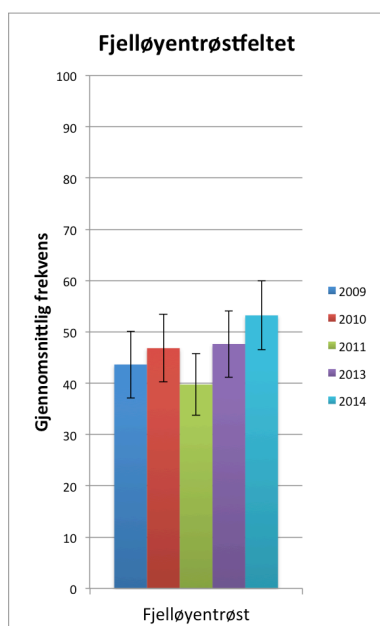
og indikerer en solid økning. Den samme trenden kan sees i de fleste analyseflatene med arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*), se figur 20.

De andre artene i feltet er temmelig stabile. Polarvier går svært sakte, men sikkert fremover i dette området, mens reinrose er så og si stabil.

#### 4.5 Endringer i analyseflater med fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*)

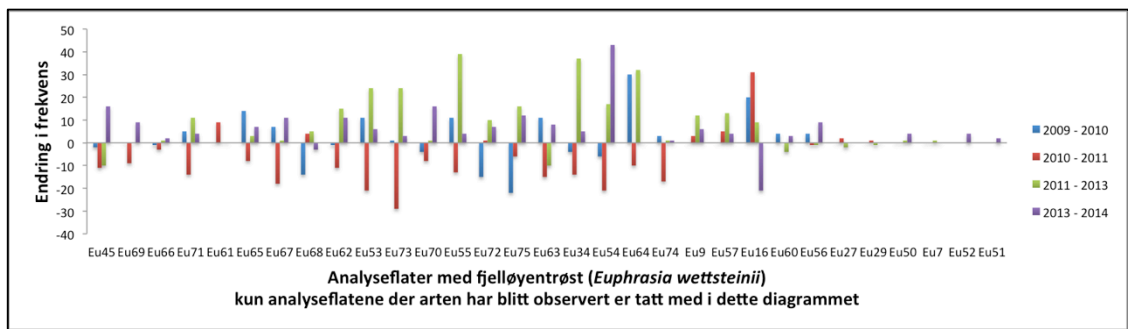
Fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) er en ettårig art som har et vesentlig større potensiale til å øke raskt i populasjonsstørrelse enn de andre karplantene som overvåkes i Colesdalen. Det er også normalt at arten dukker opp på litt ulike steder fra år til år ettersom den er ettårig. Det er derfor lagt ut vesentlig flere analysefelt for å overvåke denne arten, totalt 77 felter.

Arten har en generell økning i analysefeltene. Den har hatt økende frekvens alle år bortsett fra 2011 som også var et dårlig år for arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*). Disse to artene har nesten eksakt samme mønster i de årene de har blitt overvåket (Fig. 19 og 21). Det er også slik at arten blir observert i stadig flere analyseflater. I 2009 ble den kun påvist i 21 analyseflater, mens den i 2014 forekom i 29 (Fig. 23). Stort sett ser den ut til å fortsette å være i analyseflater den dukker opp i, og den har kun blitt borte fra to.

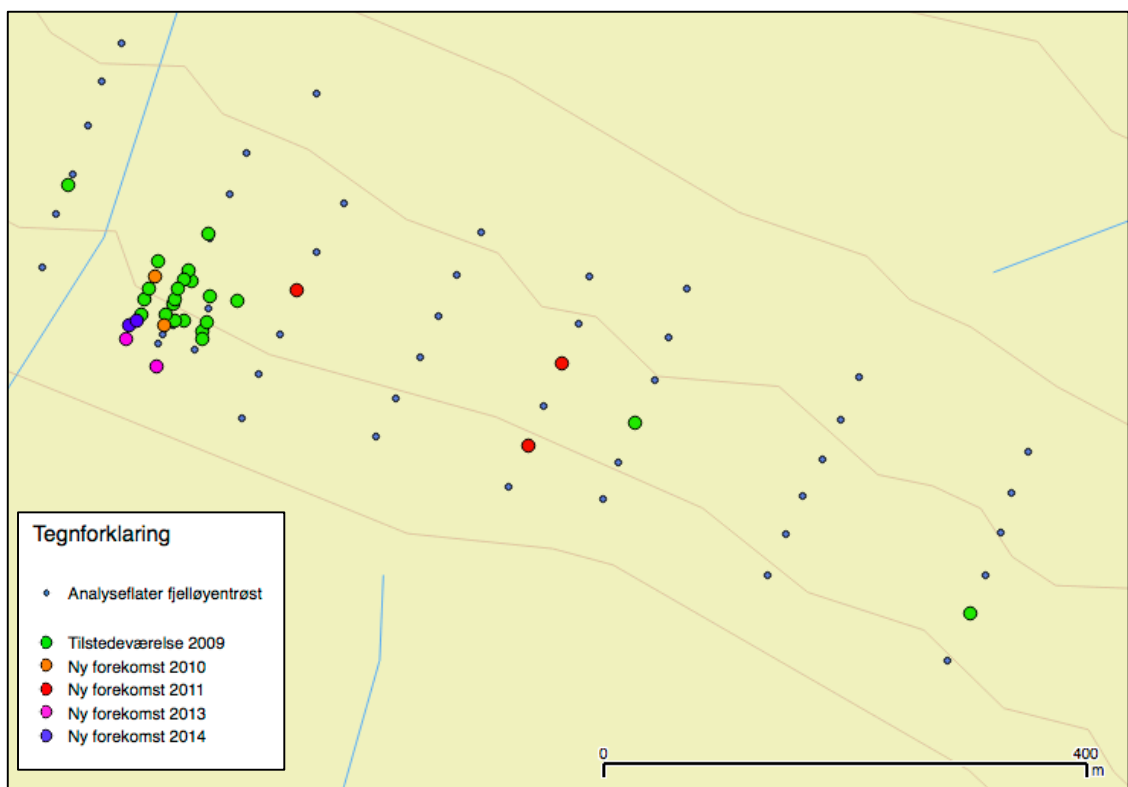


Figur 21. Gjennomsnittsfrekvens av fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) i de 31 analyseflatene arten har vært observert. Standardfeil er indikert med en svart stolpe. Arten går stort sett fremover bortsett fra i 2011 da den hadde et tilbakeslag. Mønsteret er svært likt det en ser hos arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) (fig. 19).

Hvis en ser på utviklingen i hver enkelt analyseflate er det stort sett sammenfallende trender i alle. I dårlige år går den tilbake i de fleste analyseflatene og en fremgang i de fleste i gode år.



Figur 22. Endring i frekvens av fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) i de 31 analyseflatene den har blitt påvist. Sammenfallende trender sees i de fleste analyseflatene. Søylene lengst til høyre (f.o.m. EU9 er analyseflater der arten har kommet inn i 2010 eller senere, og disse har avvikende trender.



Figur 23. Studieområdet med alle analyseflatene for fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*). Analyseflater der arten har tilstedeværelse i 2009 er indikert med grønt og der den har kommet inn senere er dette indikert med andre farger.

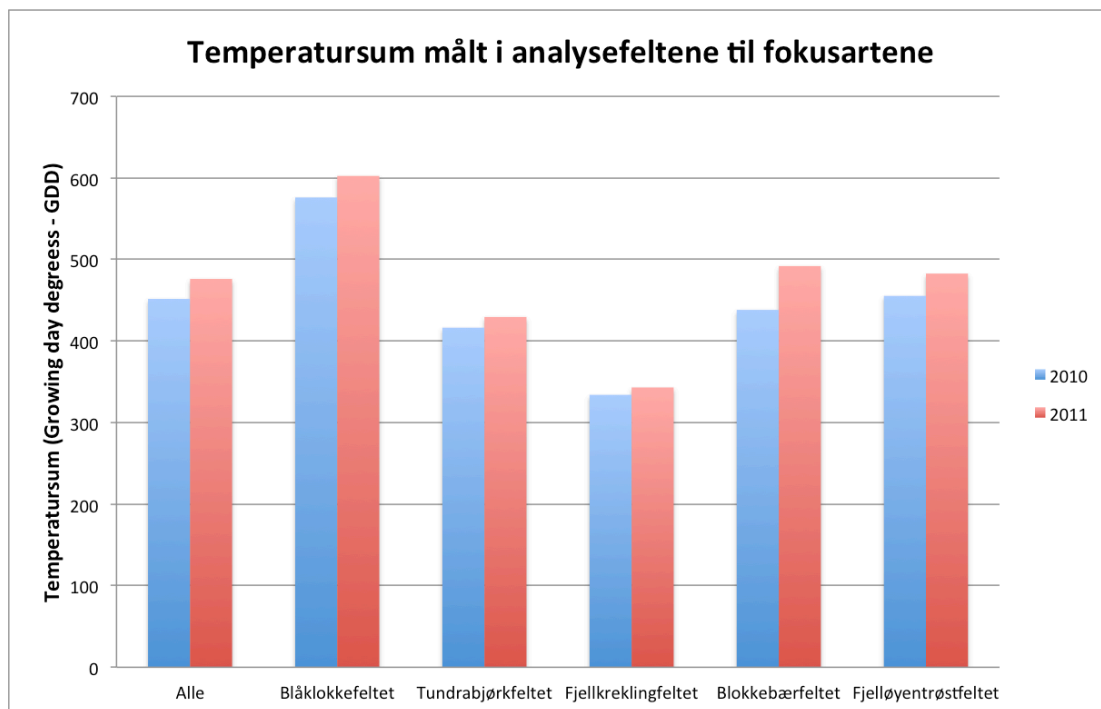
I 2010 ble den kun påvist i 21 analyseflater, mens den i 2011 dukket opp i 27, og i 2013 i 26. I 2013 ble den likevel funnet i 2 analyseflater den ikke har vært registrert i tidligere, men manglet i tre andre som den ble påvist i 2011.

Så langt er 2014 det beste året for fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) med 11,8% høyere gjennomsnittlig score enn i 2013 som var det beste året før 2014. Forskjellen til det dårligste året (2011) er hele 32,5%. Data fra disse årene har ikke overlappende standardfeilfelt, og indikerer en solid økning fra 2011 til 2014.



#### 4.6 Jordtemperatur

Temperaturmålerne må samles inn for å tømmes for data, noe som gjør at en ikke får satt dem ut igjen før midt på sommeren neste sesong. For å ikke miste verdifulle data har en derfor kun hentet inn data en gang, i 2011. Loggerne ble satt ut igjen våren 2012, og har stått ute siden og samlet data for 2012-2014. Batteriene er nå tomme og det er nødvendig å samle inn loggerne og sette de ut igjen våren 2015. Per i dag foreligger kun data for året 2010 og første halvdel av sommeren 2011.



Figur 24. Gjennomsnittlig temperatursum (growing day degrees - GDD) målt i hver av de fem analysefeltene. Det ble målt noe høyere temperatursum i alle feltene i 2011 sammenlignet med 2010. Det ser også ut til at arktisk blåkklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) er den arten som finnes på de aller varmeste stedene, mens fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) har klart lavere temperaturer på sitt voksested.

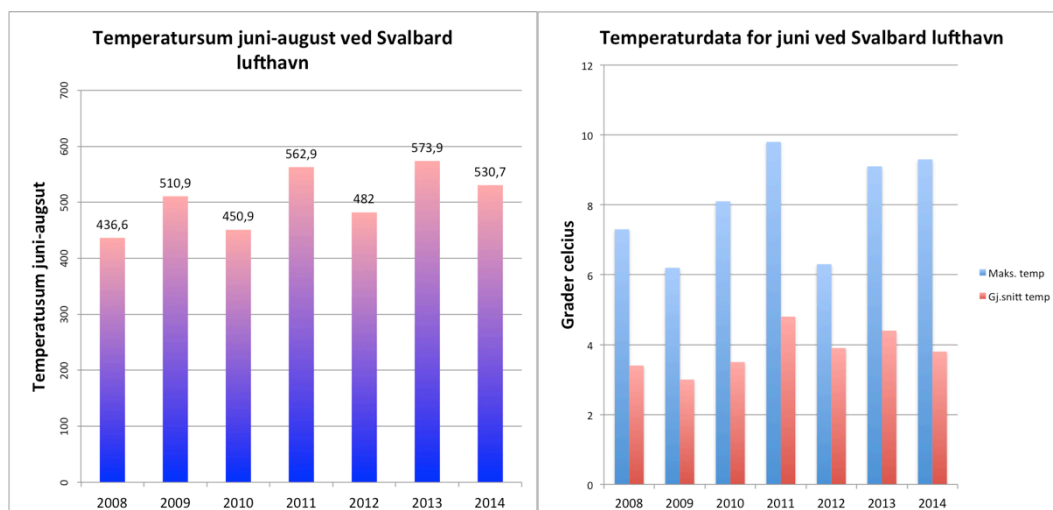
Vi har regnet ut temperatursum (growing day degrees - GDD) fra 1. juni frem til 12. august begge årene (Fig 24). Det viser at 2011 var noe varmere enn 2010. Verd å merke seg er det også at arktisk blåkklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) er den arten som finnes på de aller mest temperaturgunstige stedene, med temperatursummer opp mot 600 GDD. Fjellkreklingfeltet hadde til sammenligning kun opp mot 350 GDD samme år. Dette virker plausibelt da fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) også er den arten som har flest forekomster på Svalbard av de fem som overvåkes og antatt minst termofil. De tre andre artene ligger på mellom 420 GDD (tundrabjørk) og 490 GDD (polarblokkebær og fjelløyentrøst).

## 5 DISKUSJON

### 5.1 Interessante observasjoner etter fem år med vegetasjonsregistreringer

Blant de mest interessante observasjonene som er gjort under denne pilotperioden på seks år med overvåking er at fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) har fått større utbredelse i studieområdet. Arten har også økt i frekvens sammenlignet med foregående sesong i alle år bortsett fra 2011. Interessant er det også at arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) stort sett har gått frem i analysefeltene den registreres bortsett fra 2011, og når det gjelder variasjoner i registrert frekvens har den et svært likt mønster som fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*). Det var forventet at disse to artene ville ha større variasjon fra år til år, da deres vekstform og livssyklus tillater å respondere raskt på endringer i miljøet. Vi tror at disse artenes variasjon fra år til år i stor grad er relatert til temperaturforholdene om våren og sommeren, samt snøsmeltingens utvikling om våren. Sistnevnte har mye å si for lengden på veksts sesongen.

For å antyde en forklaring på tilbakegangen til fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) i 2011 har vi sett på temperaturdata fra Svalbard lufthavn i Longyearbyen som er trolig er den tilgjengelige tidsserien som er best korrelert med de faktiske forholdene i Colesdalen. Som nevnt er ikke temperaturdataene som samles inn i Colesdalen tilgjengelige foreløpig, og vi skal derfor ikke spekulere altfor mye i relasjoner mellom vegetasjonsdataene og temperaturdata.



Figur 25. Temperaturdata fra målestasjonen ved Svalbard lufthavn, Longyearbyen. Kilde: [www.eklima.no](http://www.eklima.no)

Temperatursummene (juni-august) ved Svalbard lufthavn for de årene det er gjort registreringer (ikke i 2012) ligger mellom 511 og 574 bortsett fra i 2010 hvor den var helt nede i 451. En mulig forklaring på at arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) og fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) presterte dårlig i 2011 kan være at foregående veksts sesong var kjølig, og frøsetting og produksjon av

overvintringsorganer hos hhv. fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) ble derfor redusert. Dette støttes av at også 2008 var en relativt kjølig sommer (GDD 437 fra juni til august ved Svalbard lufthavn), og det var lave frekvenser av disse to artene i 2009. Sommeren 2013 ser en imidlertid ikke en slik negativ trend, selv om sommeren 2012 også var relativt kjølig (GDD 482 fra juni til august ved Svalbard lufthavn), men ikke så kjølig som 2008 og 2010. Trolig spiller også snøforholdene og temperaturen første del av den aktuelle vekstsesongen mye for artens utvikling gjennom sommeren, og 2013 var god sesong med høye maksimums- og gjennomsnittstemperaturer i juni. Dessverre har en ikke tilgjengelig data som viser snøsmeltingens utvikling om våren disse årene.

Vi konkluderer med at registreringsmetodikken som brukes fanger opp relativt betydelige variasjoner fra år til år for fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*), og at temperatur høyst sannsynlig spiller en stor rolle i å forklare variasjonen. Temperatur kan imidlertid påvirke produksjonen av skudd og formeringsevne på mange måter. Høye temperaturer tidlig kan gi en lang vekstsesong og god produksjon selv om sommeren totalt sett har gjennomsnittlige temperaturer, og korte perioder med lave temperaturer i viktige faser kan ødelegge en ellers god sesong. Det er derfor viktig å ha svært gode temperaturdata å relatere til vegetasjonens utvikling.

Når det gjelder de tre dvergbuskene er bildet temmelig forskjellig. Polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) og fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) ser ut til å ha en sakte, men sikker økning i frekvens basert på data fra disse fem årene, mens fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) er trolig utsatt for isbrann og kan få plutselige tilbakeslag. Tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) viser en litt motsatt trend, og har gått noe tilbake i analyseflatene for den arten. Hvis en ser på forekomst av tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) i analyseflatene for fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) er ikke bildet like klart. Der har arten gått litt frem og litt tilbake, men endringene er små. Det er nødvendig med data som spenner over et lengre tidsrom for å kunne konkludere mer sikkert om hvordan disse artene varierer og hva variasjonene er relatert til. Dette var for så vidt også som forventet, og disse fem årene med registreringer har bekreftet dette og gitt verdifull informasjon om fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) som trolig har blitt utsatt for isbrann i 2012.

## 5.2 Fortsettelse av overvåkingen i Colesdalen

### 5.2.1 Generelt

For det første vil vi fremheve at det femårige overvåkningsopplegget i Colesdalen har vist at en kan fange opp klimarelaterte endringer hos disse artene. Det er liten tvil om at denne overvåkingen vil være svært viktig i forbindelse med å oppdage tidlige endringer i vegetasjonen som følge av klimaendringer. Dette er tunge argumenter for å fortsette overvåkningsprosjektet etter et lignende opplegg. Vi vil likevel foreslå noen

justeringer slik at ressursene kan brukes mer effektivt. Det er også sterkt ønskelig å samle inn enkelte typer data som kan relateres til variasjonene som påvises i vegetasjonen.

### 5.2.2 Design

Vi ser ingen grunn til å gjøre vesentlige endringer i designet. Det vises til kapittel 4.3 og 4.4 for en beskrivelse av dette. Studieområdet gir seg på mange måter selv på grunn av artenes lokale forekomst og praktiske hensyn. En bør likevel vurdere å øke antall analyseflater. Den store variasjonen mellom analyseflater og mellom år for enkelte arter gjør at det er vanskelig å dokumentere endringer som er signifikante i statistisk forstand med bare 20 analyseflater for de fleste artene. Det bør gjøres tester for å bestemme hvor mange analyseflater som kan være nok for det ulike artene.

Når det gjelder gjentak av analyser er det ingen tvil om at de to urtene fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) bør registreres hvert år. De har store årlige variasjoner, og analyser for eksempel hvert 3. år eller hvert 5. år vil gjøre at en mister verdifull informasjon og det blir vanskelig å trekke noen konklusjoner. Når det gjelder dvergbuskene polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) og tundrabjørk (*Betula nana* ssp. *tundrarum*) foreslår vi å prøve ut registreringer kun hvert 3. år. Dette vil frigjøre noe ressurser som kan brukes til å samle andre typer data. For fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) foreslår vi fortsatt analyser av denne arten hvert år i fem år til for å få bedre oversikt over de plutselige tilbakeslagene som trolig skyldes isbrann. Det er også viktig å realisere intensjonen om å gjøre fulle vegetasjonsanalyser med alle artene hvert 5 år. Slike analyser vil gi verdifull informasjon om innvirkningen som beiteskader, jordflyt og utrasninger har på dataene. I tillegg får en mulighet til å se endringer i alle arter.

### 5.2.3 Målemetodikk

Til vegetasjonsanalysene brukes som nevnt smårutefrekvens i 50 x 50 cm analyserammer delt inn i 100 småruter av 5 x 5 cm. Dette er en metodikk som er sensitiv i forhold til å fange opp små endringer, og velegnet til å bruke på arter som har små skudd og rosetter. Den har også lav brukerterskel og gir liten mulighet for skjønnsmessige beregninger og målefeil. Dette gjenspeiles også i dataene. I de mest stabile analyseflatene er dataene så og si identiske fra år til år selv om de er analysert av ulike personer. Det hjelper godt at artene som registreres er enkle og kjenne igjen. I år der det skal gjøres fulle vegetasjonsanalyser med alle arter vil feilbestemmelser av arter være en feilkilde. Det er likevel ingen andre metoder som kan løse det problemet så det foreslås at en fortsetter med smårutefrekvensen.

En kan argumentere i mot bruk av smårutefrekvens fordi scoren som produseres ikke er et estimat på en faktisk størrelse slik som biomasse eller ekningsgrad. Det er likevel en sensitiv metodikk som fungerer godt på små arter som dekker lite areal, men den "går i metning" når en bruker den på arter som har stor biomasse og tilstedeværelse

slik som dvergbusker. En fanger da i liten grad opp vekst i de områdene av analyseflaten der arten er til stede, og fungerer mest til å dekke lateral vekst og okkupasjon av nye områder i analyseflaten. Det kunne derfor være ønskelig med et supplement til smårutefrekvens for de tre dvergbuskartene som mer direkte kvantifiserer skuddveksten eller biomassen. Det har vært forsøk på å måle ved å merke skudd (masteroppgave), men dette har vært mislykket fordi merkingen forskjøv seg eller falt av før målingen kunne gjentas. En bør finne en sikker metode å gjøre dette på, og det foreslås at dette utredes før ny feltsesong starter i 2015, slik at en kan sette i gang testing av metodikk allerede sommeren 2015.

Når det gjelder temperaturmålingene så har det alltid vært et problem at loggerne som brukes må samles inn midt på sommeren for å tømmes for data uten at det har vært mulighet for å sette dem ut igjen før midt på neste sommer. En mister da verdifulle data fra to vekstsesonger. Det foreslås derfor at temperaturloggerne hentes inn og tømmes for data i september og settes ut igjen umiddelbart. Samtidig kan en samle en del andre data slik som måling av skuddlengder (lettere når bladene har falt av) samt registrere fenologiske data som fruktsetting og innsamling av frøprøver for spiringsforsøk (se kapittel 6.2.4). En metode for å skifte loggere raskt er å ha dobbelt sett med loggere og bytte ut loggere når en er i felt. En ulempe med dette er imidlertid at nyanseforskjeller mellom loggerne kan introdusere feil i dataene, men dette er trolig et mindre problem.

#### 5.2.4 *Parametere som bør måles*

Innen selve analyseflatene måles i dag temperatur og vegetasjon. Vi ser at jordflyt, beiteskader og utrasninger skjer i analysefeltene til spesielt tundrabjørk, polarblokkebær og fjelløyentrøst (*Euphrasia wettsteinii*), og det foreslås derfor at disse parameterene også kvantifiseres og registreres systematisk slik at en har bedre kontroll på disse faktorene. Dette kan for eksempel gjøres etter en enkel tretrinns skala: 0-ingen påvirkning, 1- moderat påvirkning, 2- omfattende påvirkning, og er knapt noe merarbeid for feltarbeidet.

Det har ikke vært registrert fenologiske data i forbindelse med denne overvåkingen. Slike registreringer er en temmelig åpenbar og enkel utvidelse av prosjektet som vil gi svært verdifullt grunnlag til å trekke konklusjoner. I tillegg vil det være nyttige data å korrelere med for andre som jobber på større skala med overvåking av vegetasjon for eksempel ved hjelp av fjernmåling. Det mest interessante innen fenologi for dette prosjektet er trolig i hvilken grad artene er i stand til å produsere frukter og modne frø. For tundrabjørk, polarblokkebær (*Vaccinium uliginosum* ssp. *microphyllum*) og arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*) er dette aldri observert på Svalbard, på tross av at det er grundig sjekket ut (Alsos m.fl. 2013). En bør likevel følge dette videre opp og legge opp til at det blir samlet frø i spesielt gunstige sesonger med tanke på spiringsforsøk. Frøsamling må foregå i første halvdel av september. Også under vegetasjonsregistreringene som foregår rundt 20. juli bør det gjøres fenologiske registreringer, spesielt på arktisk blåklokke (*Campanula rotundifolia* ssp. *gieseckiana*), som for eksempel antall individer i knopp versus blomst. Antall rosetter

som har blomst og annet. For det andre artene bør det også utarbeides et sett av fenologiske parametere som lar seg registrere om sommeren. Dette arbeidet bør inkluderes i en mer praktisk redegjørelse av hvordan registreringene i Colesdalen skal utføres i fremtiden.

Registrering av beiteaktivitet fra gås og rein har ikke vært en del av overvåkingen så langt, på tross av at vi ser at beiting og tråkk fra begge arter influerer på vegetasjonsdekket. Det er nødvendig å få kontroll på denne variabelen. Vi er kjent med at det foregår tellinger av rein i Colesdalen, men for å være sikker på at beitepresset i lokalområdet rundt analysefeltene blir kvantifisert, og at en får gode data for alle år anbefaler vi at registrering av skit fra rein og gås registreres. Det anbefales derfor at det opprettes et antall analyseflater for registrering av reinskit og gåseskit i studieområdet for å estimere beitepresset. Disse bør analyseres hvert år når området oppsøkes om sommeren, slik at dataene er representere beitepresset i vekstsesongen frem til vegetasjonsregistreringene.

Snøsmeltingens utvikling er en viktig faktor for lengden på vekstsesongen og naturlig nok på hvordan de arktiske karplantartene klarer å prestere gjennom sesongen. Det er derfor sterkt ønskelig å få mulighet til å korrelere med snøsmeltingsdata. Vi har prøvd å plassere ut kamera i felt, men det falt ned under en vinterstorm. Uten personale som kan sjekke slikt utstyr, har metoden derfor lite for seg. Fjernmåling er trolig det beste alternativet, og en bør samkjøre med NORUT sin overvåkning av vårens utvikling.

### 5.2.5 *Finansiering*

I hovedsak er det Norsk Polarinstitutt som har finansiert overvåkingen av termofile karplanter i Colesdalen. I forhold til usikkerheten forbundet med vær og vind, samt størrelsen på arbeidsoppgaven som prosjektet representerer har det vært lite midler tilgjengelig og det har hvert år blitt relativt betydelige underskudd som har blitt dekket av Ecofact Nord AS. Dette er ikke en bærekraftig situasjon, og for et fremtidig permanent opplegg må en få på plass en finansiering som står i forhold til oppgavene som skal utføres.

## 6 LITTERATUR

- Alsos, I.G. 2003. *Conservation biology of the most thermophilous plant species in the Arctic: Genetic variation, recruitment and phylogeography in a changing climatex* – PhD thesis, Tromsø University Museum, University of Tromsø.
- Alsos, I.G., Engelskjøn, T. & Brochmann, C. 2002. Conservation genetics and population history of *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*, and *Campanula rotundifolia* in the arctic archipelago of Svalbard. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 34. 408-418.
- Alsos, I.G. & Lund, L. 1999. Fjelløyentrøst *Euphrasia frigida* funnet i Colesdalen, Svalbard. *Blyttia* 57.
- Alsos, I.G., Spjelkavik, S. & Engelskjøn, T. 2003. Seed bank size and composition of *Betula nana*, *Vaccinium uliginosum*, and *Campanula rotundifolia* habitats in Svalbard and northern Norway. *Canadian Journal of Botany* 81. s 220-231.
- Alsos, I.G., Westergaard, K., Lund, L. & Sandbakk, B.E. 2004. Floraen i Colesdalen, Svalbard. (The flora of Colesdalen, Svalbard. In Norwegian). *Blyttia* 62: 142-150.
- Alsos, I.G. Eidesen, Eidesen, P.B., Ehrich, D., Skrede, I., Westergaard, K.B., Jacobsen, G.H., Landvik, J.Y., Taberlet, P., Brochmann, C. 2007. Frequent long-distance plant colonization in the changing Arctic. *Science*, Volum 316.
- Alsos, I.G., Müller, E., Eidesen, P.B. 2013. Germinating seeds or bulbils in 87 of 113 tested Arctic species indicate potential for ex situ seed bank storage. *Polar Biology*. Volum 36 (6).
- Andersson G, Hesselman H (1900) Bidrag till kännedomen om Spetsbergens och Beeren Eilands kärleväxtflora grundade på iakttagelser under 1889 års svenska polarexpedition. *Bih K Svenska Vet Akad Handl* 26. s1-88
- Bell, J.N.B. & Tallis, J.H. 1973. *Empetrum nigrum* L. *Journal of Ecology* 61: 289-305.
- de Witte LC, Stöcklin J (2010) Longevity of clonal plants: why it matters and how to measure it. *Ann Bot* 106. s 859-870.
- Elkington, T.T. 1971. *Dryas octopetala* L. *Journal of Ecology* 59: 887-905.
- Elvebakk, A. & Spjelkavik, S. 1995. The ecology and distribution of *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum* on Svalbard and Jan Mayen. *Nordic Journal of Botany* 15: 541-552.
- Engelskjøn, T., Lund, L. & Alsos, I.G. 2003. Twenty of the most thermophilous vascular plant species in Svalbard and their conservation state. – *Polar Research* 22: 317-339.

- Ims, R.A., Jepsen, J.U., Stien, A. & Yoccoz, N.G. 2013. Science plan for COAT: Climate-ecological Observatory for Arctic Tundra. *Fram Centre Report Series 1*, Fram Centre, Norway, 177 pages.
- Ims, R.A., Alsos, I.G., Fuglei, E., Pedersen, Å.Ø., Yoccoz, N. G. 2014. *An assessment of MOSJ - The state of the terrestrial environment in Svalbard*.
- Jonsdottir, I.S., Augner, M., Fagerström, T., Persson, H. & Stenström, A. 2000. Genet age in marginal populations of two clonal *Carex* species in the Siberian Arctic. – *Ecography* 23: 402-412.
- Lang, S., Dees, M.V. & Bockmühl, K. 2007. Life in the Arctic - a struggle for survival? – Pp. in Alsos, I., Körner, C., & Murray, D., eds. Arctic plant ecology: From tundra to polar desert in Svalbard. – Longyearbyen: UNIS online publication series.
- Miller, H.J. 1975. Anatomical characteristics of some woody plants of the Angmagssalik district of southeast Greenland. *Meddelelser om Grønland* 198: 30 pp.
- Rønning, O.I. 1961. Some new contributions to the flora of Svalbard. – *Norsk Polarinstitutt Skrifter* 124: 1-20.
- Shetler, S. 1982. *Variation and evolution of the Nearctic harebells (Campanula subsect. Heterophylla)*. Volume 11. – Vaduz: J. Cramer.
- Solstad, H., Elven, R., Alm, T., Alsos, I.G., Bratli, H., Fremstad, E., Mjelde, M., Moe, B. & Pedersen, O. 2010. Kaplanter Pteridophyta, Pinophyta, Magnoliophyta. – Pp. in Kålås, J.A., Henriksen, S., Skjelset, S., & Viken, Å., eds. *Norsk rødliste for arter 2010*. Trondheim: Artsdatabanken.