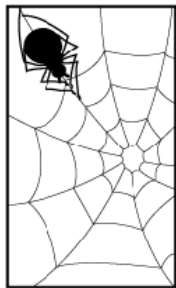


## Overvåking av klimaeffekter på biomangfold i TOV

### Metodeutvikling

Vegar Bakkestuen  
Inga E. Bruteig  
Erik Framstad  
Svein-Erik Storeid  
Odd E. Stabbetorp  
Per Arild Aarrestad



#### Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 129

Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning

Deltakende institusjoner: NINA



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# Overvåking av klimaeffekter på biomangfold i TOV

Metodeutvikling

Vegar Bakkestuen  
Inga E. Bruteig  
Erik Framstad  
Svein-Erik Sloreid  
Odd E. Stabbetorp  
Per Arild Aarrestad

Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Framstad, E., Sloreid, S.-E., Stabbe-  
torp, O.E. & Aarrestad, P.A. 2005. Overvåking av klimaeffekter på  
biomangfold i TOV. Metodeutvikling. – NINA Rapport 52. 47 pp.

Oslo, november 2005

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1583-7 (elektronisk versjon)

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Erik Framstad

KVALITETSSIKRET AV

Annika Hofgaard

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Erik Framstad (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Else Løbersli, Signe Nybø

NØKKEWORD

klimaeffekter – biologisk mangfold – vegetasjon – epifytter –  
overvåking – metoder

KEY WORDS

climate effects – biodiversity – vegetation – epiphytes - monitor-  
ing – methods

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA Trondheim**

NO-7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Postboks 736 Sentrum  
NO-0105 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 33 11 01

**NINA Tromsø**

Polarmiljøsentret  
NO-9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
NO-2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

## Sammendrag

Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Framstad, E., Sloreid, S.-E., Stabbetorp, O.E. & Aarrestad, P.A. 2005. Overvåking av klimaeffekter på biomangfold i TOV. Metodeutvikling. – NINA Rapport 52. 47 pp.

Effekter på naturen av antatt menneskeskapte klimaendringer har fått økende oppmerksomhet de siste 20 årene. Det er stort behov for å kunne dokumentere klimaeffekter for ulike økosystemer i Norge, enten klimaendringene skyldes menneskelig påvirkning eller naturlig variasjon. I overvåkingsprogrammet TOV undersøkes en rekke plante- og dyrearter i vanlige norske økosystemer knyttet til skog og fjell, og programmet har gode muligheter for å fange opp effekter av mulige klimaendringer på naturen. Her rapporteres hvordan opplegg og metoder i TOV kan tilpasses for å gi bedre dokumentasjon av effekter av klimaendringer. Markvegetasjonen og epifytter på trær antas å bli mest direkte påvirket av endringer i temperatur og nedbør, mens vertebratene i TOV vil ha mer indirekte respons. Det synes mest aktuelt å fokusere på effekter av endringer i temperatur, siden scenariene for temperaturutviklingen er klarere enn for nedbør, og det vil være lettere å tilpasse et opplegg for temperatur. Av de 7 TOV-områdene synes Åmotsdalen å være best egnet for en slik metodeutvikling, siden området har en velutviklet høydegradient som kan fungere som surrogat for en temperaturgradient, nokså enhetlig topografi og noenlunde lett atkomst fra Oslo og Trondheim. Åmotsdalen har imidlertid nokså fattig berggrunn, noe som innebærer et begrenset utvalg av karplantearter som kan respondere på en klimautvikling.

For markvegetasjonen ble det lagt ut 13 nye analysefelt på 5x10 m for å utvide høydegradienten i forhold til de opprinnelige 10 feltene i området. Nye og gamle felt dekker en høydegradient fra 759 m til 1143 m, med de to høyestliggende feltene plassert over tregrensa. Arters forekomst i de nye feltene ble registrert som dekningsgrad (5-delt skala), mens arters forekomst i de opprinnelige feltene ble omregnet til en tilsvarende 5-delt skala fra resultatene i 2001. Artenes økologiske preferanser ble sammenstilt fra sentral litteratur. En DCA-ordinasjon av alle feltene viste at de nye feltene bidro til å dekke mer av den lokale økologiske variasjonen. Telling av planter av treslag >2 m og <2 m viste også at de nye feltene dekket mer av variasjonen i fordelingen av trær i området og dermed kan fange opp effekter på tresjiktet som følge av klimaendringer. Artenes økologiske preferanser knyttet til sommertemperatur viste forholdsvis god sammenheng med artenes forekomst i felt på ulike høydelag, med best sammenheng for artsrike felt.

For epifytter på bjørk ble det etablert et nytt analysefelt i hver ende av høydegradienten. Dette økte dekningen av høydegradienten fra 70 m til 225 m, trolig nær det maksimalt mulige uten å introdusere for mye annen variasjon i dataene. I hvert av de nye feltene ble 8 analysetrær utvalgt og analysert etter samme prosedyrer som for de opprinnelige 5 feltene. Dataene fra de 2 nye feltene i 2004 ble analysert sammen med 2001-dataene fra de opprinnelige feltene. En DCA-ordinasjon av artsregistreringene fra alle felt viste at de nye feltene bidro til å dekke mer av den økologiske variasjonen for epifytter i området. De nye feltene bidro også til et tydeligere sammenfall mellom feltenes høyde og forekomst av epifyttiske lav, spesielt for arter som har klare temperatur- eller snøpreferanser som snømållav og bristlav.

Resultatene fra dette prosjektet viser at TOV-metodikken for markvegetasjon og epifytter, med visse justeringer, er velegnet for å belyse effekter av mulige klimaendringer i TOV-områdene. Dette forutsetter at høydegradienten i området er veldefinert og uten for mye lokal variasjon, samt at området har et bredt artsutvalg av karplanter. Av de nåværende TOV-områdene er høydegradientene tilfredsstillende for Åmotsdalen, Gutulia, Børgefjell og Dividalen, mens artsutvalget trolig er best for Dividalen. Etablering av tilsvarende studier i andre områder med veldefinert høydegradient og et bredere artsutvalg, f.eks. i Gudbrandsdalen eller Gausdal, bør også vurderes.

Vegar Bakkestuen ([vegar.bakkestuen@nina.no](mailto:vegar.bakkestuen@nina.no)), Erik Framstad, Svein-Erik Sloreid, Odd E. Stabbetorp, NINA, Boks 736 Sentrum, 0105 Oslo  
Inga E. Bruteig, Per Arild Aarrestad, NINA, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

## Abstract

Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Framstad, E., Sloreid, S.-E., Stabbetorp, O.E. & Aarrestad, P.A. 2005. Monitoring of climate effects on biodiversity in terrestrial nature monitoring (TOV). Development of methods. – NINA Rapport 52. 47 pp.

Effects of presumed human-induced climate change have received increased attention during the last 20 years. There is a great need to document climate effects for various ecosystems in Norway, whether due to human-induced change or natural climate variation. The Norwegian nature monitoring programme TOV covers various plant and animal species in common ecosystems of boreal forests and mountains, and is well suited for capturing effects of possible climate change on nature. Here we report how the approaches and methods of TOV may be adapted to give more specific documentation of ecological effects of climate change. The ground vegetation and epiphytes on trees are likely to be most directly affected by changes in temperature and precipitation, whereas the vertebrates in TOV will be indirectly affected. Effects of changes in temperature regimes seem most relevant, as scenarios for future temperature levels seem more robust than for precipitation, and it will be simpler to adapt an approach to cover temperature effects. Of the 7 monitoring sites in TOV, the Åmotsdalen site appears to be most suitable for this study, with a relatively well-developed elevation gradient which may function as a surrogate for the temperature gradient, a rather consistent topography, and reasonable accessibility from Oslo and Trondheim. However, Åmotsdalen is characterised by rather poor bedrock, resulting in a limited set of vascular plants showing responses to climate change.

For the ground vegetation, 13 new 5x10 m census plots were established to expand the elevation gradient covered by the original 10 plots at the site. The new and old plots cover an elevation gradient from 759 m to 1143 m, with the two highest plots situated above the treeline. Species abundances of the new plots were quantified according to a 5-level scale, whereas species abundances of the original plots were transformed to a similar 5-level scale from the frequency data of 2001. The ecological characteristics of the species were collated from key references. A DCA ordination of all plots indicated that the new plots contributed to wider coverage of the local ecological variation. Counts of tree species >2 m and <2 m also indicated that the new plots covered more of the variation in tree cover in the area and therefore may cover climate change effects on the tree layer. The ecological preferences of the species linked to summer temperatures gave a good relationship with the species frequencies in plots at various elevation levels, with the closest fit for species-rich plots.

For epiphytes on birch trees, one new census plot was placed at each end of the local elevation gradient. This increased the coverage of the elevation gradient from 70 m to 225 m, probably close to the maximal extent without introducing spurious variation in the data. In each of the new plots, 8 census trees were selected and analysed according to the same procedures as for the 5 original plots in 2001. A DCA ordination of the species frequencies for all plots indicated that the new plots contributed to a wider coverage of the local ecological variation for epiphytes. The new plots also contributed to a clearer relationship between the elevation of the plots and the frequencies of epiphytic lichens, especially for species with clear temperature or snow preferences, such as *Melanelia olivacea* and *Parmelia sulcata*.

The results indicate that the approach and methods employed in TOV for the ground vegetation and epiphytes will, with some adaptations, be suitable for capturing effects of possible climate change at the TOV monitoring sites. This depends, however, on such sites having a well-developed elevation gradient, without too much local heterogeneity, and a fairly rich species pool of vascular plants. Of the present TOV sites, the elevation gradients appear to be satisfactory for Åmotsdalen, Gutulia, Børgefjell and Dividalen, whereas the species pool is best for Dividalen. Establishing similar studies at other sites with a well-defined elevation gradient and a richer species pool, e.g., in Gudbrandsdalen or Gausdal, should also be considered.

Vegar Bakkestuen ([vegar.bakkestuen@nina.no](mailto:vegar.bakkestuen@nina.no)), Erik Framstad, Svein-Erik Sloreid, Odd E. Stabbetorp, NINA, PO Box 736 Sentrum, NO-0105 Oslo  
Inga E. Bruteig, Per Arild Aarrestad, NINA, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Områdebeskrivelse</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Metodeutvikling for markvegetasjonen</b> .....	<b>16</b>
3.1 Feltutlegging og metoder .....	17
3.2 Resultater og diskusjon.....	19
<b>4 Utviding av høgdegradienten for epifyttovervaking</b> .....	<b>28</b>
4.1 Metodar .....	28
4.2 Resultat.....	29
4.3 Diskusjon .....	33
<b>5 Konklusjon</b> .....	<b>34</b>
<b>6 Referanser</b> .....	<b>37</b>
<b>Vedlegg 1. Klimaparametere for arter fra Åmotsdalen</b> .....	<b>40</b>
<b>Vedlegg 2. Karplantearter i middels næringsrike felt</b> .....	<b>42</b>
<b>Vedlegg 3. Karplantearter i næringsfattige felt</b> .....	<b>44</b>
<b>Vedlegg 4. Oversikt over observerte moser og lav i analysefeltene for markvegetasjon i Åmotsdalen</b> .....	<b>46</b>

## Forord

Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) dekker integrerte undersøkelser av vanlig forekommende plante- og dyrearter i 7 overvåkingsområder, foruten landsdekkende kartlegging med visse mellomrom. Ved oppstarten av TOV i 1990 var hovedfokuset å klarlegge endringer i naturen som kan skyldes langtransporterte luftforurensninger. Senere har resultatene fra TOV også vist seg å kunne knyttes til mulige effekter av klimaendringer. Siden effekter på naturen av mulige menneskeskapt klimaendringer er av stor interesse å få kartlagt, vil det være av betydelig interesse å utrede om det metodiske opplegget for de ulike delene av TOV kan bidra til enda mer presis informasjon om hvordan klimaendringer og -variasjon påvirker naturen.

Hensikten med det prosjektet som rapporteres her, har vært å utvikle et metodisk opplegg for å studere effekter av klimaendringer på biologisk mangfold som del av et eventuelt utvidet Program for terrestrisk naturovervåking (TOV). Etter en første vurdering av mulige klimaeffekter på arter som undersøkes i TOV, ble vekten lagt på henholdsvis markvegetasjonen og epifytter på trær. Prosjektet inngår i Direktoratet for naturforvaltnings (DN) virksomhet innenfor overvåking av effekter av klimaendringer. DN har finansiert prosjektet som del av TOV.

I prosjektet har Erik Framstad vært prosjektleder, Vegar Bakkestuen har vært ansvarlig for undersøkelsene knyttet til markvegetasjonen, mens Inga E. Bruteig har vært ansvarlig for undersøkelsene av epifytter. Ellers har Odd E. Stabbetorp og Per Arild Aarrestad bidratt til vurderingene av klimaeffekter på markvegetasjon, mens Svein-Erik Storeid har laget landskapsmodell for overvåkingsområdet i Åmotsdalen. Ellers takkes Børge Bruteig for feltassistanse ved epifyttregistreringene og Bodil Wilmann for innlegging av dataene i NINAs TOV-database.

Else Løbersli har vært DNs hovedkontakt for prosjektet, og hun og Signe Nybø takkes for verdifulle kommentarer til en tidligere versjon av manuset til rapporten.

Oslo, oktober 2005

Erik Framstad



# 1 Innledning

I løpet av de siste 20 årene er mulighetene for menneskeskapte klimaendringer blitt viet økende offentlig oppmerksomhet. Hvordan omfattende klimaendringer kan påvirke naturen og biologisk mangfold så vel som økonomiske og sosiale forhold er tatt opp i flere sammenhenger (jf ACIA 2004, EEA 2004). Internasjonalt anerkjente scenarier for klimautviklingen de neste 100 årene tyder på at vi over det meste av Norge vil få høyere minimumstemperaturer om vinteren med 2,5–4°C og høyere maksimumstemperaturer om sommeren med inntil 3°C. Nedbøren vil øke med ca 20% om høsten, og generelt vil det bli et tynnere snødekke av kortere varighet (Iversen et al. 2005).

Selv om det fremdeles diskuteres om observerte klimaendringer skyldes menneskelig påvirkning eller i hovedsak representerer naturlig klimavariasjon, er det hevet over tvil at det spesielt de siste 30 årene har foregått en rask global oppvarming som må antas å ha effekter på naturen (jf Parmesan & Yohe 2003, Root et al. 2003, Walther et al. 2002). For norsk naturforvaltning vil det derfor være interessant å kunne dokumentere hva slags endringer som skjer med norsk natur og biologisk mangfold som følge av en slik oppvarming, uansett om denne skyldes naturlig variasjon eller menneskelig påvirkning. I vår sammenheng vil vi betrakte mulige økologiske effekter av både menneskeskapte, rettede klimaendringer og naturlige klimavariasjoner. Vi forutsetter at også naturlige klimavariasjoner har en varighet og innretning som gjør at dyr og planter viser observerbare endringer som gir økologisk mening. Vi velger derfor å kalle både menneskeskapte og naturlige forandringer i klimaet for klimaendringer.

## Mulige effekter på biologisk mangfold av klimaendringer

Det er flere ulike komponenter ved endringer i klimaet som kan påvirke biologisk mangfold. Både en endring av omgivelsestemperaturen generelt og hyppigere forekomst av mer ekstreme temperaturer kan være viktig. Også endringer i nedbørsforhold, luftfuktighet og snødekkets tykkelse og varighet vil være viktige. Flere av disse faktorene vil være korrelerte med hverandre. Selv om vi kan greie å identifisere spesifikke klimafaktorer for utvalgte arter, vil det være vanskelig å skille ut effektene av de ulike faktorene på generell basis. I lys av de skisserte klimascenariene for Norge vil trolig en generell økning i temperaturen, mindre snødekke om vinteren og en lengre vekstsesong, spesielt utover høsten, være de mest sannsynlige endringene i klimaet med effekter på biologisk mangfold. Lokal variasjon med høyden over havet, eksposisjon etc kan imidlertid gi andre mønstre i nedbør og snødekke.

Ut fra slike hovedmønstre i klimautviklingen kan vi skissere følgende mulige effekter på biologisk mangfold (jf Framstad et al. 2003a, Parmesan et al. 2000, Stenseth et al. 2002):

- Økning i vekstsesongens lengde (tidligere start og/eller senere slutt) og generell økt fotosynteseaktivitet.
- Endringer i arters fenologi, f.eks. tidligere blomstring og fruktsetting hos planter, tidligere ankomst og/eller senere avreise for trekkfugler, eller tidligere utvikling av invertebrater.
- Endringer i arters populasjonsdynamikk og demografi, f.eks. ved økt reproduksjon eller lavere dødelighet og dermed økning i antall individer.
- Endringer i arters fysiologi for øvrig, noe som kan innebære en lang rekke, til dels komplekse endringer som i økologisk forstand vanligvis vil få effekt gjennom endringer i arters populasjonsdynamikk eller utbredelse.
- Endringer i grensene for eller arealet for arters utbredelse, f.eks. ved økning i utbredelsen til varmekjære arter ved at deres nord- eller høydegrense flyttes videre nord- eller oppover. Kuldetolerante arter vil på den andre siden ofte få en reduksjon i sin utbredelse ved at deres nedre eller sørlige utbredelsesgrenser forskyves.
- Endringer i strukturen til biologiske samfunn, f.eks. ved at varmekjære arter blir mer hyppige, mens kuldetolerante arter blir mindre konkurransesterke og går tilbake i individtall. Dette er gjerne en følge av endringer i artenes populasjonsdynamikk eller utbredelse.

- Endringer i økologiske prosesser kan omfatte endringer i produksjons- eller nedbrytingsrater. Dette kan også omfatte endringer i relasjonene mellom arter, f.eks. som følge av ulike endringer i fenologien til arter som er tett forbundet gjennom predasjon, konkurranse eller symbiose. Et viktig eksempel på det siste kan være blomstring hos insektbestøvede planter og tidspunktet for aktivitet hos deres pollinatorer.

Effekter på biologisk mangfold av klimaendringer vil trolig være mest tydelige for økosystemer og arter som i dag er karakterisert ved og begrenset av enten lave temperaturer eller dårlig tilgang på vann. I vår del av verden vil dette vanligvis innebære nordlige eller høytliggende økosystemer der varmetilgangen kanskje er den viktigste begrensende faktoren for artene og for økologiske prosesser. Også arter knyttet til lavereliggende/sørlige vegetasjonssoner kan imidlertid være begrenset av temperaturen. Arter knyttet til spesielle biotoper med begrenset utbredelse, f.eks. visse typer våtmarker eller edelløvskog, kan være særlig sårbare for klimaendringer siden disse knapt vil finne nærliggende områder med tilfredsstillende miljøforhold ved en rask klimainduert endring i deres opprinnelige leveområder.

For å kunne belyse eventuelle effekter av klimaendringer på biologisk mangfold vil det være nødvendig å velge ut målvariabler som både er følsomme for type og styrke av sannsynlige klimaendringer, og som samtidig dekker egenskaper ved biologisk mangfold som vi er interessert i. Videre bør slike studier legges til naturtyper eller økosystemer der eventuelle effekter av klimaendringer vil være tydelige. Mange endringer i naturen kan imidlertid være mer eller mindre tilfeldige utslag av økosystemenes egen dynamikk, slik at et opplegg for å studere effekter av klimaendringer må ha et design som sannsynliggjør at vi kan oppdage endringer og skille dem fra mer eller mindre tilfeldige naturlige endringer. Dette tilsier behov for målinger eller observasjoner både over lang tid (for å kunne skille tilfeldige endringer fra trender) og ved gjentak flere steder (for å kunne generalisere resultatene). Klimaendringer vil også virke sammen med en rekke andre miljøendringer, ikke minst i langtransporterte forurensninger eller i arealbruk, slik at vi i størst mulig grad også må ha kontroll på slike endringer eller i det minste være i stand til å beskrive dem for de aktuelle studieområdene.

### **Mål for studier av klimaeffekter i TOV-områdene**

I Programmet for terrestrisk naturovervåking (TOV) foregår det langsiktige undersøkelser av en rekke komponenter av biologisk mangfold. Disse undersøkelsene er lagt til 7 områder fra sørvest til nord i Norge. De er alle forholdsvis lite berørt av intensiv menneskelig bruk, og belastningsnivået av langtransporterte forurensninger kan angis for alle områder (5 av dem er forholdsvis lite utsatt for slike forurensninger). Bortsett fra to av områdene ligger alle i høyereliggende skog og til dels i lavalpin sone, dvs i et høydelag der varmetilgangen må antas å være en begrensende faktor for mange arter. For øvrig kan fordelingen av områdene fra sørvest til nord i noen grad reflektere en regional klimagradiant. I utgangspunktet synes derfor TOV-områdene å kunne ligge vel til rette for undersøkelser av mulige effekter av klimaendringer på biologisk mangfold. I en evaluering av DNs overvåkingsserier i en klimasammenheng peker også Hofgaard (2004) på potensialet som ligger i en videreutvikling av TOV.

For å kunne bruke TOV-områdene som utgangspunkt for studier av effekter på biologisk mangfold av klimaendringer, må følgende spørsmål avklares:

- Vil de ulike komponentene av biologisk mangfold som i dag undersøkes i TOV, kunne egne seg for å belyse effekter av klimaendringer? Eller kan disse komponentene suppleres med undersøkelser av andre biologiske variabler uten å øke ressursbruken vesentlig?
- I hvilken grad byr de ulike TOV-områdene på gradienter i klimapåvirkning innenfor en begrenset geografisk skala slik at de er egnet for et kostnadseffektivt undersøkelsesopplegg?
- Hvordan kan et metodisk opplegg for undersøkelser av klimaeffekter på biologisk mangfold tilpasses dagens opplegg og metoder i TOV-områdene?

Målsettingen for det arbeidet som rapporteres her, er følgelig å forsøke å svare på disse spørsmålene. Hovedmålet er å utprøve et metodisk opplegg for å studere effekter av klimaendringer på biologisk mangfold som del av TOV (ev. med noen suppleringer). Dersom et pilotprosjekt med utprøving av et slikt opplegg for å studere effekter av klimaendringer blir vellykket, kan det i neste omgang være aktuelt å gjennomføre slike studier i tilknytning til flere av TOV-områdene.

De to første spørsmålene ovenfor skal vi forsøke å avklare i dette kapitlet, mens arbeidet med å utvikle et metodisk opplegg belyses i de etterfølgende kapitlene i denne rapporten.

### **Hvilke deler av biologisk mangfold kan best belyse klimaeffekter i TOV-områdene?**

Opplegget for dagens TOV-undersøkelser omfatter følgende deler av biologisk mangfold:

- artssammensetning av markvegetasjonen
- artssammensetning og skadefrekvens hos epifytter på stammen av trær
- forekomst av bjørkemålere
- bestandsnivå og reproduksjonstilstand for smånagere
- bestandsnivå og rekruttering hos hønsefugl
- bestandsnivå for spurvefugler og reproduksjonssuksess hos svarthvit fluesnapper
- reproduksjonssuksess hos kongeørn og jaktfalk

Alle disse variablene kan direkte eller indirekte bli påvirket av klimaendringer. Men i hovedsak vil det være planter og invertebrater som har størst potensial for å svare direkte på klimaendringer, siden disse organismenes livssyklus vil være direkte påvirket av bl.a. omgivelsestemperatur og fuktighetsforhold. Fugler og pattedyr har som organismer med intern temperaturregulering mye større evne til lokal tilpasning til temperaturendringer. For disse dyregruppene vil effekter av klimaendringer i hovedsak virke gjennom endringer i næringstilgang, muligheter for skjul og frekvens av sykdommer etc. Generelt har slike dyr også stor fleksibilitet ved sin evne til bevegelse og utnyttelse av lokale variasjoner i miljøforhold og ressurstilgang. Vi vil derfor ikke vente at dyr, og særlig ikke fugler og pattedyr, vil vise tydelige endringer som med stor sannsynlighet kan forklares med klimaendringer. Unntak her kan være endringer i fenologi, slik det allerede er påvist for hekketidspunkt for svarthvit fluesnapper (jf Framstad et al. 2003b).

Generelt vil vi imidlertid vente at det er planter og invertebrater som vil vise raskest og tydeligst respons på klimaendringer. Av invertebrater undersøkes bare forekomst av bjørkemålere i dagens TOV-program. Dette er arter som har en svært variabel forekomst fra naturens side, og det vil derfor være svært vanskelig å påvise rettete endringer, som eventuelt kan skyldes klimaendringer, i deres forekomst. I dagens TOV står vi dermed igjen med plantearter i markvegetasjonen og epifytter på trær som vil vise sannsynlig tydelig respons på klimaendringer. Siden flere av TOV-områdene dekker vegetasjonstyper både over og under dagens skoggrense, vil studier av endringer i markvegetasjonen også kunne bidra til å belyse endringer i skoggrensa. Det er følgelig for markvegetasjonen og epifytter på trær vi må forsøke å finne et egnet undersøkelsesopplegg som kan belyse eventuelle effekter av klimaendringer på biologisk mangfold. I tillegg vil undersøkelser av endringer i tredekke, bl.a. knyttet til endringer i skog- og tre-grensene, være viktig for å forstå endringer i markvegetasjonen så vel som et viktig uttrykk for effekter av klimaendringer i seg selv (jf f.eks. Hofgaard & Wilmann 2002).

### **Hvilke TOV-områder egner seg best for studier av klimaeffekter på biologisk mangfold?**

Ved undersøkelser av mulige klimaeffekter på biologisk mangfold med utgangspunkt i TOV-områdene, vil det være avgjørende hvorvidt en passende lokal klimagradiert kan identifiseres og tilpasses et undersøkelsesopplegg for henholdsvis markvegetasjonen og epifyttene. Hvis vi antar at det er en nokså nøye sammenheng mellom lokale klimagradiert (i det minste for temperatur) og høyde over havet, bør det aktuelle området ha tilstrekkelig lange høydegradiert-

ter, helst minst 200 m over og under skoggrensa. Dessuten må det være mulig å kunne dokumentere og eventuelt kontrollere for lokale forskjeller i skogstruktur, berggrunn/jordsmonn og arealbruk.

I et pilotprosjekt som vi skal adressere her, bør eventuelle effekter på både markvegetasjon og epifytter kunne studeres i det samme området. Det er dessuten viktig at logistikken er slik at prosjektet kan gjennomføres på en kostnadseffektiv måte, dvs at TOV-områder som ligger for langt unna Oslo og Trondheim og/eller som har vanskelig atkomst, vil være mindre aktuelle i dette pilotstudiet.

TOV-områdene i Lund og Solhomfjell ligger i mellomboreal og sørboreal vegetasjonssone, og det er stor avstand fra disse TOV-områdene til områder over skoggrensa. TOV-områdene i Lund og Solhomfjell anses derfor som uegnet i pilotprosjektet. TOV-områdene i Børgefjell og Dividalen ligger på den andre siden langt fra Oslo og Trondheim og til dels med vanskelig atkomst (Børgefjell). Vi står da igjen med TOV-områdene i Møsvatn, Gutulia og Åmotsdalen. Disse områdene har relevante karakteristika som gitt i **tabell 1.1**.

Åmotsdalen er det området som har den lengste høydegradienten i kort avstand fra sentrum av overvåkingsområdet. Åmotsdalen synes derfor i utgangspunktet å være mest aktuelt i en pilotfase med metodeutprøving. Imidlertid kan forholdsvis intensivt og muligens variabelt sauebeite, samt fattig berggrunn og variasjon i løsmassene (rasmark etc) være problematisk her.

**Tabell 1.1** Karakteristika for de mest aktuelle TOV-områdene for et pilotprosjekt for overvåking av effekter av klimaendringer på biologisk mangfold. – *Characteristics of the most relevant TOV sites for a pilot study for the monitoring of climate effects on biodiversity.*

	Møsvatn	Gutulia	Åmotsdalen
dagens epifytt-gradient	1010-1045 m	700-850 m	870-940 m
dagens markvegetasjon-gradient	1000-1050 m	770-865 m	900-925 m
mulig lokal høydegradient	1000-1250 m (innenfor 2 km)	680-950 m (innenfor 3 km)	800-1100 m (innenfor 2 km)
mulig maksimal høydegradient	800-1280 m (innenfor 8 km)	620-950m (innenfor 5 km)	700-1350 m (innenfor 3 km)
skoggrense*	1100 m	860 m	1000 m
eksposisjon	variabelt terreng	S-vendt li	bratt S-vendt li
merknad	dels gammel setervoll, hytter	fattig vegetasjon, rein-beite	dels gammel setervoll, sauebeite, rasmark

\*skoggrensa er angitt i forhold til skogsignatur i N50-serien

### Tilnærming for et pilotprosjekt for klimaeffekter i TOV

Ovenfor har vi avklart at markvegetasjonen og epifytter på trær kan være aktuelle grupper å undersøke i et pilotprosjekt for undersøkelse av klimaeffekter på biologisk mangfold i TOV. Videre peker Åmotsdalen seg ut som det mest aktuelle området for et slikt pilotstudium. Med dette som utgangspunkt har vi her lagt følgende tilnærming til grunn for pilotprosjektet:

- Fokus på mulige effekter av endringer i temperatur (ikke i nedbør). Nedbør og snødekke er åpenbart viktige klimatiske faktorer med klare økologiske effekter, men det vil være problematisk å skaffe tilfredsstillende data for lokal variasjon i disse variablene uten en urimelig stor feltinnsats eller omfattende instrumentering.
- Etablering av lokale høydegradienter i Åmotsdalen for å verifisere om potensielle temperatureffekter (og tilhørende klimaeffekter) på de valgte organismegruppene kan fanges opp.

- A priori rangering av arter i forhold til mulig temperaturfølsomhet, enten varmekjære eller kuldetolerante arter som kan ventes å respondere på temperaturendringer.
- Dokumentasjon av faktiske endringer i temperaturregimer ved lokale målinger av temperatur i høydegradientene.
- Forsøke å kontrollere for lokale forskjeller i andre klimavariabler (snødekket, nedbør), samt effekter av forskjeller i berggrunn og jordsmonn, skogstruktur og eventuelt arealbruk.

Prosjektet er ut fra dette lagt opp som fire moduler:

- 1) dokumentasjon av lokal klimavariasjon i høydegradienten
- 2) kartlegging av miljøvariasjonen i området og utvikling av en landskapsmodell som fanger opp denne
- 3) kartlegging av variasjonen i markvegetasjonen, vurdering av karplantenes potensielle egnethet som klimaindikatorer fra publisert litteratur, og ut fra dette etablere et opplegg for langsiktige studier av endringer i markvegetasjonen knyttet til klimaendring
- 4) etablere et utvidet opplegg for langsiktige studier av endringer i epifyttvegetasjonen knyttet til klimaendringer

Den opprinnelige planen for del 1 var å måle lokal temperaturvariasjon langs utvalgte gradienter, om mulig nær hver analyserute eller tilsvarende innsamlingssted. Dette var tenkt gjennomført med et antall små, kontinuerlig virkende temperaturmålere som kunne ligge ute gjennom flere måneder, eventuelt hele året. Det viste seg imidlertid ikke mulig å få tak i et tilstrekkelig antall av aktuelle modeller før feltarbeidet måtte settes i gang. Andre klimavariabler som nedbør, snødekke etc ble det ikke ansett for hensiktsmessig å forsøke å måle langs de lokale gradientene, siden dette ville kreve for omfattende instrumentering eller hyppige og kostbare feltbesøk. Denne delen av prosjektet har det følgelig ikke vært mulig å gjennomføre i prosjektperioden, men slik dokumentasjon av temperaturvariasjon i høydegradienten bør prioriteres i en eventuell videreføring av prosjektet.

For del 2 var hensikten særlig å beskrive den lokale variasjonen i miljøforhold som kan påvirke mønstret i observasjoner for markvegetasjonen og epifyttvegetasjonen. Dette vil omfatte variabler som terreng, geologi, geomorfologi/løsmasser, hydrologi og fuktighetsforhold, skogstruktur, hovedtrekk i vegetasjonen, arealbruk og inngrep (hogst, beite, hytter, stier). Deler av denne vurderingen er gjort løpende i prosjektets del 3 og 4. Der data for slik variasjon i miljøforholdene er stedfestet, er det planlagt å legge dette inn som del av dokumentasjonen i en GIS-basert landskapsmodell for området. Hensikten med en slik landskapsmodell er å gi et grunnlag for å tolke observerte endringer i lys av variasjonen i klima og andre miljøforhold. Landskapsmodeller for TOV-områdene utvikles som del av et av de andre delprosjektene i TOV, og landskapsmodellen for Åmotsdalen presenteres i sin helhet i en egen rapport (Framstad et al., i arbeid). Her presenteres bare en enkel utgave av en slik modell for Åmotsdalen, som ledd i beskrivelsen av området og plasseringen av prøvefeltene (jf kap. 2).

Prosjektets del 3 og 4, utprøving av metodisk opplegg for henholdsvis markvegetasjon og epifytter, er nærmere beskrevet i kapitlene 3 og 4.

## 2 Områdebeskrivelse

Det eksisterende TOV-området i Åmotsdalen ligger innen fjellområdet Dovrefjell i Oppdal kommune i Sør-Trøndelag fylke. Området dekkes av N50-kart 1519 IV Snøhetta. Eksisterende og nye TOV-felt for epifytter og markvegetasjon ligger på ca 750-1150 m o.h. i en sørrekspontert dalside (unntatt epifyttfelt 7 i dalbunnen). **Figur 2.1** viser det aktuelle området hvor eksisterende og nye utlagte prøvefelt er plottet inn. TOV-feltene ble anlagt i 1991 (Brattbakk et al. 1992, Hilmo & Wang 1992). Etter revisjon av TOV-metodikken er feltene for markvegetasjonen analysert i 1996 (Bakkestuen et al. 1999) og 2001 (Bakkestuen et al. 2002). Epifyttvegetasjonen er også gjenkartlagt i 1996 (Bruteig 1998) og 2001 (Hilmo et al. 2004).

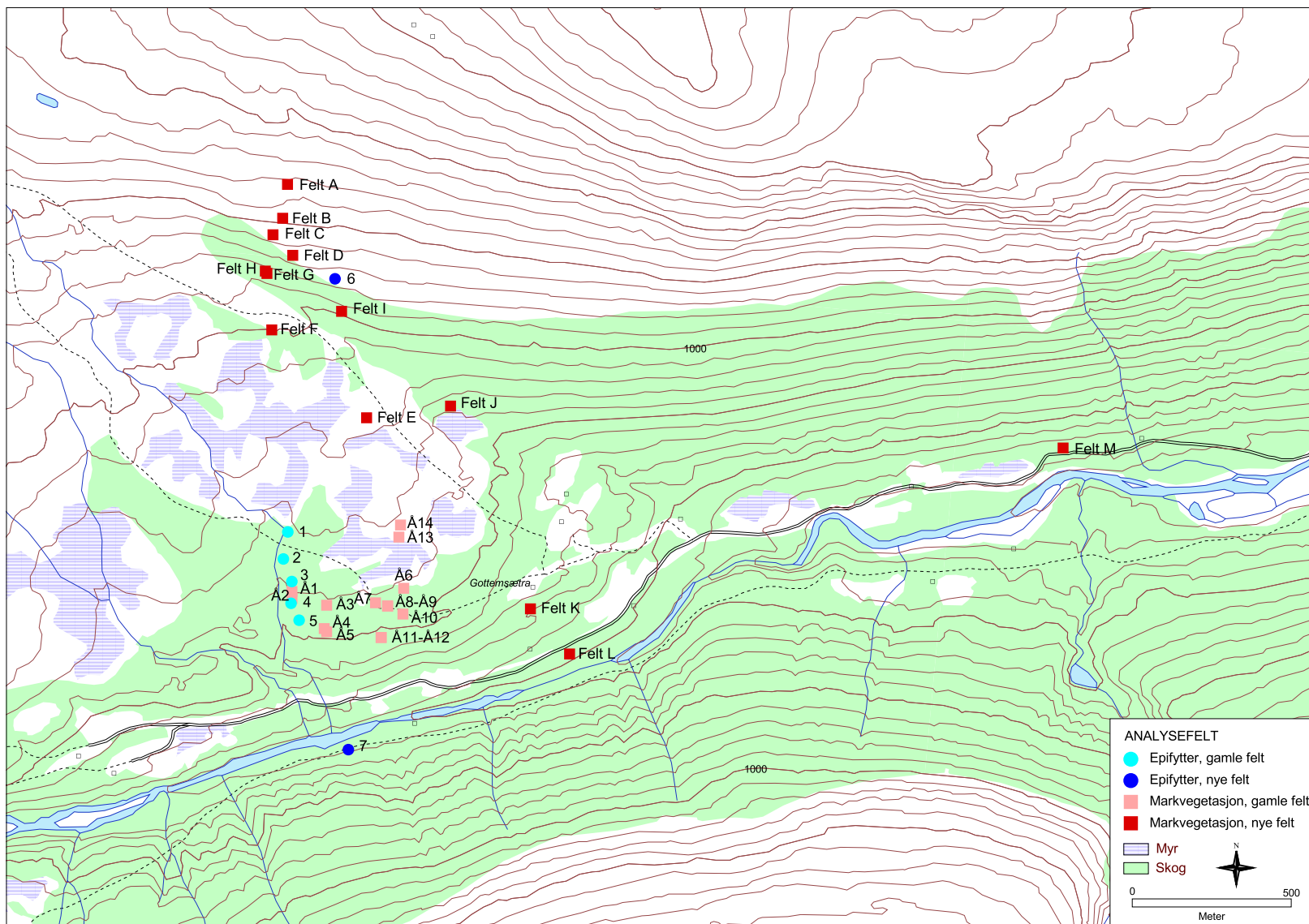
Den sørreksponterte dalsiden i Åmotsdalen har stor variasjon i topografiske forhold fra bratte skogkledde lier til flattere myrdekte områder. Berggrunnen i undersøkelsesområdet består av helleskifer. Helleskiferen inneholder stort sett kvartsittisk og granittisk materiale og har spredte forekomster av et basalkonglomerat som er svært deformert. Berggrunnen er ultrafattig, og det er særdeles vanskelig å finne vegetasjonstyper av middels rik karakter. Vegetasjonsutformingene er flekkvise og gir ingen sammenhengende skogareal fra dalbunn mot dagens skoggrense.

Det er store forskjeller i løsmasseavsetninger fra fluvialt materiale i dalbunn, morenemateriale, organisk jord i myrer og tallus/rasmarker under bergvegger. Mest dominerende er glasifluvialt materiale, det vil si løsmateriale avleiret av breelver med tilknytning til innlandsisen. Materialet er avsatt i mer eller mindre godt sorterte lag. De dominerende kornfraksjonene er sand, grus og stein, og de grovere fragmentene er som oftest avrundet. I området ned mot Åmotselva er det en markert terrassekant. Kanten er sannsynligvis dannet ved erosjon i det glasifluviale materialet. Nordlige og høyereliggende områder har hovedsakelig morenemateriale. Jordtykkelsen er der vanligvis mindre enn 0,5 meter, og det finnes mange blotninger av bart fjell. I myrområdene ovenfor Gotten- og Vammervollsetrene er et spylefelt. Dette er et område hvor materiale er blitt vasket bort av smelte vann, men uten at det er blitt dannet klare spylerenner. I området ved Tverrfjellet finnes israndavsetninger. Eskere finnes i området mot Snøfjelltjønnene. Såvel isbevegelse som drenering gikk i sin tid i den retningen.

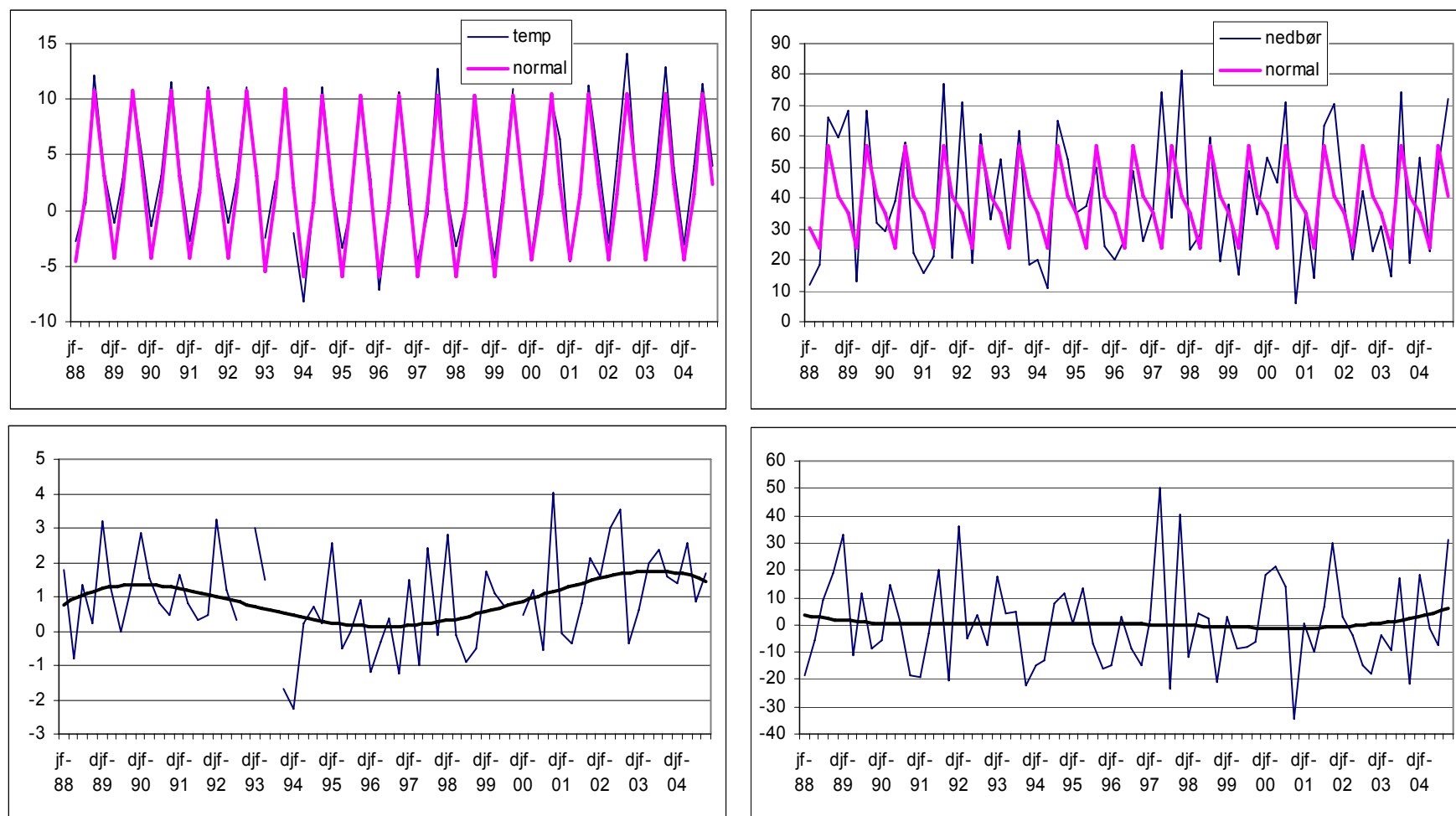
Variasjonen i topografi med sidedaler som kommer inn i hoveddalføret, gir ugunstige effekter på lokalklimaet med kalde vinder som presser skoggrensa ned til et lavere nivå enn dagens optimale klimatiske skoggrense. En tilnærmet klimatisk skoggrense finnes imidlertid i lisdalen under Gråurdfjellet. Men også her er det en avflating av terrenget rett over fjellbjørkeskogen som påvirker skoggrensa. Generelt ligger skoggrensa i Dovre-området opp mot 1100 m (Moen 1998) og tregrensa ligger gjerne 50-100 m over dette (Dalen & Hofgaard 2005).

Det har vært fem setrer i drift nær området. Foruten utmarksbeite medførte dette også slått på vollen, vedhogst og fjerning av kratt til forbedring av beitet. I tillegg går en merket turistløype som er relativt lite brukt gjennom området. Det er tidligere observert en del sauebeiting innenfor overvåkningsområdet. Det er også trolig at beitepresset i området har vært større tidligere, noe som vil gjøre det vanskelig å skille mellom effekter av redusert beite og effekter av klimaendring.

**Figur 2.2** (venstre) viser gjennomsnittlig månedsmiddeltemperatur pr kvartal sammenholdt med normalen for 1961-1990 (basert på tall fra ulike stasjoner i Oppdal-området). **Figur 2.2** (høyre) viser tilsvarende gjennomsnittlig månedsnedbør pr kvartal i forhold til normalen for 1961-1990 (basert på tall fra nedbørstasjonen Mjøen). Vintertemperaturen i Åmotsdalen er ganske lav med normal middeltemperatur i januar på  $-8,0$  °C (modellerte verdier fra met.no), mens middeltemperaturen i juli tilsvarende ligger på  $8,1$  °C, muligens noe høyere i selve overvåkningsområdet. Modellert normalverdi for årsnedbøren ligger på 912 mm, men er trolig noe lavere i realiteten, med mer kontinentale forhold. Brattbakk et al. (1992) diskuterer nærmere klimaforholdene i og rundt undersøkelsesområdet i Åmotsdalen.



**Figur 2.1** Høydemodell (20m ekvidistans) for området med lokalisering av gamle og nye undersøkelsesfelt for markvegetasjon og epifytter, basert på data fra Statens kartverks N50-kart. – Elevation model (20m contour intervals) for the area with position of the old and new sample grids for ground vegetation and epiphytes, based on data from the N50 map series of the Norwegian Mapping Authority.



**Figur 2.2** Gjennomsnittlig månedsmiddeltemperatur (oppe til venstre) og månedsnedbør (oppe til høyre) pr kvartal (jan 88 – nov 04; djf betyr des-jan-feb), med normalverdiene for 1961-90, samt avvik fra normalverdiene for gjennomsnittlig månedsmiddeltemperatur (nede til venstre) og månedsnedbør (nede til høyre) pr kvartal (data fra ulike stasjoner rundt Oppdal). Langsiktig trend i avvikene er angitt ved tilpasning av et fjerdegradspolynom. – Mean monthly temperature (upper left) and mean monthly precipitation (upper right) per quarter (Jan 88- Nov 04; djf means Dec-Jan-Feb), with the normal values for 1961-90, as well as the deviations from the normal values for mean monthly temperature (lower left) and mean monthly precipitation (lower right) for the same periods (data from various met. stations around Oppdal). Long-term trends in deviations are indicated by a fitted quadratic polynomial.



Etter Moen (1998) vil det aktuelle området klassifiseres som nordboreal vegetasjonssone i svakt oseanisk seksjon, men områdene over skoggrensa, som ligger på 1000-1050 m o.h. i Gammalsæterlia, må klassifiseres som lavalpin sone. Nærmere beskrivelse er gitt i Brattbakk et al. (1992). Den dominerende vegetasjonen er preget av lite næringskrevende arter, hovedsakelig bjørk (*Betula pubescens*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*), men spredt finnes også en blåbær-skrubbær-type og en finnskjegg-type. Røsslyng-blokkebærskog av fjellskog-type finnes også spredt. Småbregneskog av småbregne-fjellskog-type finnes, men er sjelden. Sumpkratt- og sumpskogvegetasjon er sjelden og er av gråor-istervier-type. Kant- og kulturbetinget vegetasjon finnes, og setervollene er kalkfattige tørrenger av ryllik-engkvein-type. Myr- og kildevegetasjon er fattig-intermediær i næringsgradienten. Fattig fastmattemyr er vanlig og er dominerende myrtype. Intermediær fastmattemyr er også vanlig. Fattig tuemyr inngår spredt, mens de andre myrtypene er sjeldne. Alle vegetasjonstypene i området er kartlagt og gjengitt i Brattbakk et al. (1992), hvor det også er gjengitt en tabell over ca 100 karplantearter som er funnet i overvåkingsområdet.

Overvåkingsområdet ligger på privat grunn, men innenfor Åmotsdalen landskapsvernområde som ble opprettet juni 2002.

### 3 Metodeutvikling for markvegetasjonen

Opplegget med denne delen av prosjektet kan oppsummeres i følgende punkter:

- Med utgangspunkt i en oversikt over den lokale miljøvariasjonen i Åmotsdalsområdet, spesielt vegetasjon, skogstruktur og fuktighetsforhold (jf formål i kap. 1), bestemmes lokalisering av et antall analysefelt på 5x10 m (jf TOVs metodikk for plassering av analyseruter på 1x1 m). Det er i utgangspunktet plassert 10 slike 5x10 m felt i lokale økologiske gradienter i hvert TOV-området. Hensikten er nå å plassere noen flere slike analysefelt for å fange opp hovedmønstre i vegetasjonen betinget av variasjon i både lokalklima og næring/fuktighet.
- Hvert av de aktuelle analysefeltene merkes og koordinatfestes med GPS. Forekomst og prosent dekning av karplanter og lett synlige kryptogamer registreres.
- Foreliggende arter vurderes i forhold til potensial for klimarespons ut fra kjent autøkologi og klassifikasjon i forhold til klimarelasjoner.
- Dette vil gi grunnlag for (1) å beskrive vegetasjonen i rimelig detalj for å kunne analysere og forutsi mulige klimaresponser, og (2) å velge ut egnete punkter for plassering av analyseruter (1x1 m) for detaljerte vegetasjonsanalyser som kan sammenlignes direkte med eksisterende TOV-data for markvegetasjonen i området.

Hovedmålet for feltarbeidet var å finne overvåkingfelt for vegetasjon og arter som kan utfylle TOV-feltene i en klimatisk gradient fra prealpin (mellomboreal sone), subalpin (nordboreal sone) til lavalpin sone, og som tilfredsstillt flest mulig av kriteriene nevnt nedenfor. Slike felt skulle etableres med en forenklet metodikk som kunne registrere skogstruktur og arters abundans med tanke på videre overvåking.

Følgende kriterier for identifikasjon og plassering av egnete analysefelt er lagt til grunn:

- Soneringen skal følge en høydegradient der klimaet endrer seg gradvis med høyden over havet. Høydegradienten bør helst ikke dekke en for stor variasjon i øst-vest gradient. Gradienten bør således kunne dekkes opp av ett transekt fra mellomboreal til alpin sone.
- Overvåkingfeltene skal ha omtrent samme eksposisjon langs hele gradienten, tilsvarende eksposisjonen i eksisterende TOV-felt, dvs. SØ, S og SV.
- Topografien bør være jevnt skrånende i hele transektet, også ovenfor skoggrensa mot høyfjellet.
- Berggrunn og jordart må være av en slik karakter at skog kan etablere seg dersom klimaet blir gunstig nok, og at de samme vegetasjonstypene kan utvikle seg i nye høydesoner; dvs. at samme nærings/fuktighetsgradienter bør kunne dekkes opp i ulike høydesoner.
- Mest gunstig for en fremtidig overvåking vil være en middels rik vegetasjon på relativt dypt og godt drenert jordsmonn. I en middels rik flora vil det være tilgang på flere indikatorarter som blir begunstiget av et mildere klima. Svært fuktige og svært tørre vegetasjonstyper bør unngås.
- Kulturpåvirkningen (beite og utmarksbruk) bør være mest mulig lik innenfor gradienten og ha vært stabil over lengre tid.

Vi har vurdert områder og lagt ut midlertidige prøvefelt som ligger langs en høydegradient og som delvis tilfredsstillt kriteriene. For å få med mellomboreal vegetasjon måtte eventuelt flere overvåkingfelt legges i østre deler av Åmotsdalen. Vi ville dermed også fått en øst-vest gradient innen transektet (jf **figur 2.1**). 13 felt ble lagt ut, hvorav ett bare ble midlertidig vurdert (J) med raske analyser.

## 3.1 Feltutlegging og metoder

### Utlegging av nye felt

På bakgrunn av kriteriene nevnt ovenfor ble de øverste feltene lagt ut så langt opp i lavalpin sone som mulig på ca 1150 m o.h., før vegetasjonen går over i snøleier i kontakt med åpen jord og talusmark. Området ligger ca én km rett sørvest for Gammalseterhøa ved Gråurdfjellet (**figur 2.1**) og er dominert av frisk fuktig mark med tykt torvmosedekke og betydelig vannsig. Vegetasjonen består av en tett avslipt (vind) rishei med frodig dvergbjørkkrautt, 30-50 cm høyt. Vierkrautt dekker ca 30% av arealet i området, hovedsaklig lappvier og sølvvier (*Salix lapponum*, *S. glauca*). Ellers dominerer krekling, tyttebær, blåbær og blokkebær (*Empetrum nigrum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*) med spredte individer av einer (*Juniperus communis*). Deler av området er (under rådende klimatiske forhold) muligens noe for fuktig til at bjørk kan etablere seg, men arten ble registrert på noe tørrere tuepartier i det samme området. Området inneholder også de høyest (over havet) forekommende individene av bjørk over 0,5 m i den etablerte høydegradienten. Av urter fantes engsyre, molte, skogstorkenebb, torvull og stivstarr (*Rumex acetosa*, *Rubus chamaemorus*, *Geranium sylvaticum*, *Eriophorum vaginatum* og *Carex bigelowii*). Vi la ut to nye felt i dette området. Det øverste feltet (A) ble lagt ut i dvergbjørkkrautt, mens det andre (B) ble lagt ut noe lenger nede i blåbærhei.

Videre la vi ut to felt i selve skoggrensa nedenfor, på ca 1080 m o.h., hvorav ett i blåbærhei (C) og ett i dvergbjørkhei (D). Deretter ble tre felt (G, H og I) utlagt i fattig til middels rik fjellbjørkeskog rett under skoggrensa i samme skog som det øverste epifyttfeltet (kap. 4). Videre ble to felt anlagt i fattig blåbær/kreklingskog (E og F) noe lenger nede i soneringen, og nok ett felt i noe mer høgstaudepreget fjellbjørkeskog (J), alle ovenfor dagens TOV felt.

Området rett nedenfor de opprinnelige TOV-feltene, ca 820-850 m o.h., er dominert av en bratt li delvis bestående av løsmasser og noen steder bart fjell. Det er store innslag av grove blokker, særlig i overgang mot flattere myrpartier. Her har vi relativt termofile innslag med gråor, tyrihjel, skogstjerneblom, bleikstarr, maiblom (*Alnus incana*, *Aconitum septentrionale*, *Stellaria nemorum*, *Carex pallescens*, *Maianthemum bifolium*). En variert topografi medfører vekslende tørre og fuktige partier. Tørre vegetasjonstyper på blokkmark ble forkastet fordi disse ikke er representert i de eksisterende TOV-feltene. Rikere og fuktigere vegetasjonstyper er i utgangspunktet her aktuelle typer, men disse er særdeles kulturpåvirket med dominans av sølvbunke (*Deschampsia cespitosa*) og ble således forkastet. De mindre kulturpåvirkede rikere typene er for blokk- og steinrike til at TOV-metodikken ville fungert. Det var heller ikke mulig å tilfredsstille et homogenitetskrav innen feltet. Vi fant kun én lokalitet (K) i middels rik vegetasjon som var aktuell for TOV-metodikk. Ett felt (L) ble lagt ut rett nedenfor Gottensetra, og det siste (M) ble lagt ut noe lenger øst i dalen ved stien. Feltene K, L og M ligger alle lavere enn dagens TOV-felt, og L og M ligger på overgangen til mellomboreal (prealpin) sone.

Området nedenfor stien i dalbunnen er de fleste steder for bratt til å legge ut overvåkingsfelt. I tillegg gir elvetrekken et kaldere lokalklima enn for de feltene som ligger høyere oppe. Dette området må således utelukkes ut fra tanken om at feltene skal følge en klimagradiert med avtakende temperaturer med økt høyde over havet. Motsatt side av elva har både daltrekk og motsatt eksposisjon i forhold til de eksisterende TOV-feltene. Området her må således forkastes ut fra samme kriterier.

Alle de 13 nyetablerte feltene på 5x10 m ble merket opp med gule trepinner i de to nederste hjørnene og plastpinner i de to øverste. De fleste er orientert med lengderetningen oppover i terrenget. GPS-posisjon for nederste venstre hjørne sett nedenfra er registrert.

## Datainnsamling og analyse

Informasjon om høyde over havet, helling, eksposisjon, terrengform og en kort beskrivelse av andre særpregede miljøforhold (for eksempel kulturpåvirkning) ble registrert i alle de nye feltene.

Videre ble vegetasjonen subjektivt klassifisert etter en topografisk styrt fuktighetsskala fra 1 til 7 (se Økland & Eilertsen 1993, Bendiksen et al. 2004), der 1 tilsvarer en tørr avblåst rabbe dominert av lav, og 6 tilsvarer en fuktig høgstaudedominert konkavitet (7 er ikke benyttet i dette området). Uavhengig av denne fuktighetsskalaen ble vegetasjonen også vurdert langs en næringsindeks (1-5), hvor 1 er ultrafattig vegetasjon og 5 tilsvarer rike høgstaudeenger på baserik jord (4 er den høyeste verdien benyttet i dette området) (jf Økland & Eilertsen 1993).

Mengden av den enkelte planteart i de nye feltene ble estimert etter en femdelt skala:

- 1 Svært sjelden: ett til tre individer
- 2 Sjelden: mer enn tre individer, dekning <5%
- 3 Vanlig: dekning 5-25 %
- 4 Dominerende: dekning 25-50%
- 5 Svært dominerende, dekker 50% eller mer

Mengden av de enkelte planteartene i de 10 gamle feltene ble utregnet ut fra tidligere registreringer av frekvens og dekning i de eksisterende analyserutene. Hvert av de gamle feltene inneholder 5 analyseruter á 1 x 1 meter som utgjør til sammen 80 småruter á 25 x 25 cm. Vi brukte følgende kriterier for å angi mengde:

- 1 Svært sjelden: frekvens = 1
- 2 Sjelden: frekvens = 2-20
- 3 Vanlig: frekvens 20-70
- 4 Dominerende: frekvens 70-79, gjennomsnittlig dekning < 35%
- 5 Svært dominerende: frekvens 80, gjennomsnittlig dekning > 35%

Navn på plantearter følger Lid & Lid (1994) for karplanter, Frisvoll et al. (1995) for moser og Krogh et al. (1994) for lav.

Det ble også utført trestrukturmålinger. For alle trær under 2 meter ble alle stammer innen feltet talt opp for hver art. For alle trær over to meter ble høyden og diameter i brysthøyde målt.

De registrerte vegetasjonsdataene ble analysert sammen med data fra vegetasjonsanalysene i de eksisterende feltene fra 2001 (Bakkestuen et al. 2002). Flervariabelanalyser (ved ordinasjonsmetoder) er utført for å sammenligne artsinnholdet i de nye feltene med de eksisterende feltene. Denne metoden er i utgangspunktet hypotesegenererende i det den forsøker å avdekke de viktigste vegetasjonsgradientene i datamaterialet. Disse tolkes deretter økologisk, bl.a. ved å finne sammenhenger (korrelasjoner) mellom analyserutenes plassering langs ordinasjonsaksene og målte økologiske parametere. Ordinasjonsanalyser er utført ved hjelp av Detrended Correspondence Analysis, DCA (Hill 1979) i programpakken CANOCO (ter Braak 1987; 1990; ter Braak & Smilauer 2002). Korrelasjonsanalysene er gjort i SPSS (SPSS 2003).

## Vurdering av arters økologiske preferanser

For artene som ble observert i feltene, er det gjennomgått litteratur vedrørende deres indikatorverdi i forhold til klima. Økland & Bendiksen (1985, se også Bendiksen & Halvorsen 1981) utviklet en biogeografisk klassifikasjon av plantearter basert på artenes utbredelsesmønster i Fennoskandia. Artene i **vedlegg 1** er presentert gruppevis i henhold til denne klassifikasjonen.

Ellenberg et al. (1992) har utviklet et sett med indikatorverdier ("faktortall") for mellomeuropeiske plantearter som er ment å uttrykke den enkelte artens avhengighet av bestemte økologiske

faktorer. Indikatorverdiene er gitt på en skala fra 1 til 9 og omfatter artenes respons på blant annet fuktighet, lys, temperatur, næring og pH. Faktortallene er basert på mellomeuropeisk feltefaring, og de bør benyttes med forsiktighet i nordisk natur (Diekmann 1995, 2003). Dessuten inkluderer floraen i Åmotsdalen en del nordlige arter som ikke er inkludert i Ellenbergs datasett.

Dahl (1998) har laget en syntese av hvordan viktige klimafaktorer begrenser utbredelsen til norske karplanter. Basert på utbredelsesdata fra Atlas Florae Europaea (Jalas & Suominen 1972-94) testet han hvorvidt utbredelsen for nordeuropeiske arter korrelerte med ulike klimatiske parametre. For datasettet fra Åmotsdalen er følgende plantegeografiske elementer aktuelle:

**Varmekjære arter**, dvs arter som er begrenset av respirasjonssummen for vekstsesongen. Respirasjonssummen gir et uttrykk for hvor stor tilvekst et gitt temperaturregime gir for planter. I Dahls beregninger (se denne og Skre 1979 for nærmere forklaring) er gran benyttet som modellart, og hypotesen er at ulike arter stiller ulike krav til varmesummen gjennom sesongen. De varmekjære artene vil således begrenses mot nord og mot høyden av at varmesummen for sommeren blir for liten. Dahl (1998) beregnet respirasjonsekvivalenter basert på klimatiske data for Nord-Europa og testet hvilke plantearter som viste signifikant korrelasjon med isolinjer for disse respirasjonssummene. De beregnede respirasjonssummene presentert i **vedlegg 1**, er logaritmisk transformerte. Dahl angir at dette gir verdier som varierer tilnærmet lineært med høyden, og at verdiene synker med 0,132 enheter pr. 100 m stigning i Sør-Norge.

**Boreale arter**. For denne gruppen har Dahl (1998) antatt at utbredelsen er begrenset nedover/sørover av høye vintertemperaturer. Utbredelsesmønstrene ble derfor testet mot isolinjer for gjennomsnittlig temperatur i vinterens kaldeste måned.

**Fjellarter** som er antatt begrenset nedover/sørover av høye sommertemperaturer. Dahl (1998) sammenlignet utbredelsene med isolinjer for gjennomsnittlig maksimumstemperatur.

For artene som inngår i materialet fra Åmotsdalen, er disse indikatorverdiene angitt i **vedlegg 1**. Verdiene er også benyttet i vurdering av artenes indikatorverdi i forhold til klimaet.

## 3.2 Resultater og diskusjon

**Tabell 3.1** oppsummerer diverse egenskaper for hvert av de eksisterende og de nye utlagte feltene. Mens de opprinnelige feltene kun dekket en høydegradient på 30-40 meter, har vi nå med de nye feltene utvidet spennet til nærmere 400 meter i vertikal høydeforskjell. Vi har også benyttet oss av fuktighets- og næringsindeksene for vegetasjonen for å fange opp ulike typer vegetasjon i forskjellige høydelag slik at dette skal være sammenlignbart gjennom høydegradienten. Tabellen viser også at vi har ulik påvirkning av beiting i områdene.

### DCA-ordinasjon basert på anslåtte artsmengder

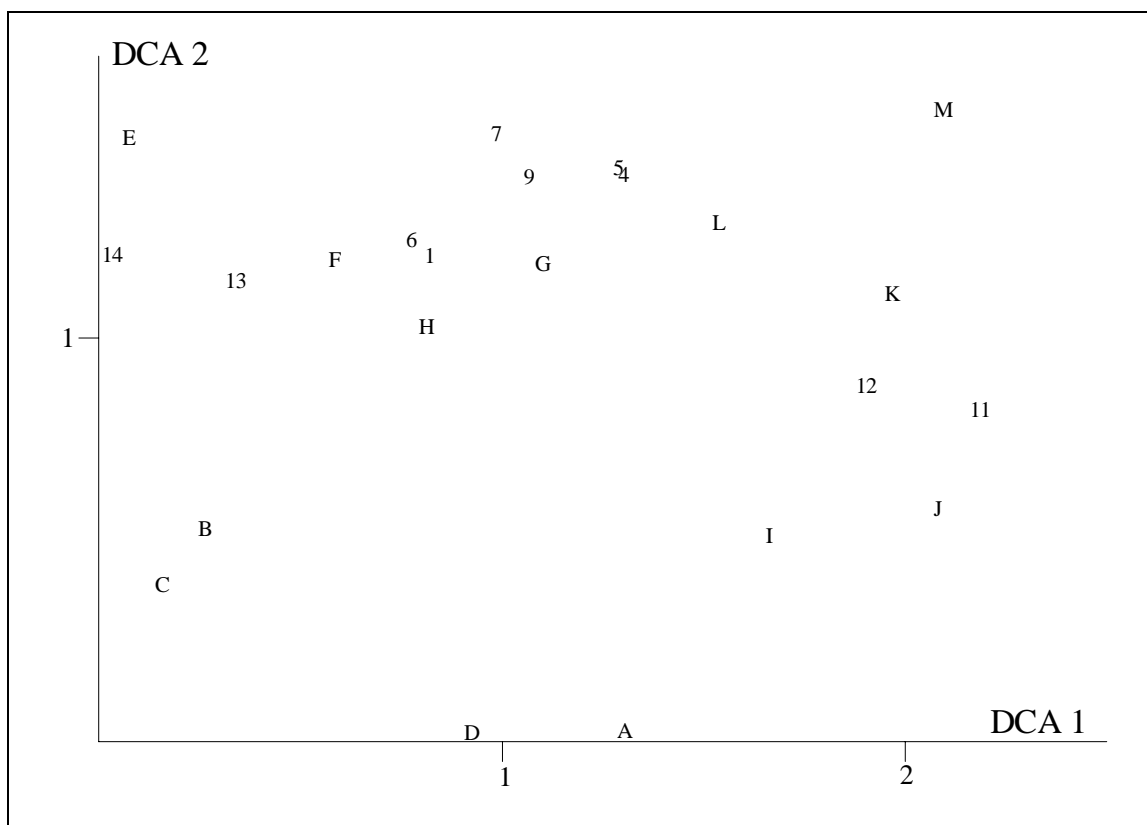
**Figur 3.1** viser resultatet av en DCA-ordinasjon av alle artene registrert i de ulike feltene (jf **figur 2.1**). Ordinasjonen baserer seg på en angivelse av mengde av arter på en skala 1-5 (se ovenfor). Egenverdiene fra ordinasjonen viser omtrent en reduksjon på faktor 2 (divisjon på to) mellom de fire første aksene, med hhv. verdier 0,328 og 0,175 på akse 1 og 2. Den tredje og fjerde akse har så små egenverdier at vi ikke har lagt ned arbeid på å forklare variasjon langs disse. På figuren ser vi at feltene 11, 12 og 13, 14 havner i hver sin ende av den første akse. Disse feltene ble i sin tid utlagt for å spenne ut den floristiske variasjonen i området, hvor feltene 11 og 12 var lagt ut i rikere vegetasjonstyper (næringsindeks på 3, **tabell 3.1**), mens 13 og 14 ble utlagt i fattigere og tørrere vegetasjonstyper (næringsindeks på 1 og fuktighetsindeks på

**Tabell 3.1** Egenskaper for de enkelte feltene for analyse av endringer i markvegetasjonen. Tidligere etablerte felt er angitt med nummer, mens felt etablert sommeren 2004, er angitt med bokstaver. – Properties of the sampling grids for ground vegetation. Previously established grids are indicated by numbers and grids established in summer 2004 by letters.

Felt	GPS-koordinater		Hoh	Helning	Eksposisjon (g)	Terrengform	Kulturpåvirkning	Fuktighetsindeks	Næringsindeks
	X	Y							
Felt 1	521581	6925750	915	2	144	jevn	noe beitepåvirka	3	1
Felt 4	521693	6925644	900	4	180	noe undulerende	nokså sterkt beitepåvirka	3	2
Felt 5	521701	6925634	900	6	160	noe undulerende	nokså sterkt beitepåvirka	3	2
Felt 6	521930	6925793	915	14	150	jevn	lite beitepåvirka	3	1
Felt 7	521846	6925739	915	10	180	noe undulerende	lite beitepåvirka	2	1
Felt 9	521884	6925733	905	8	160	noe undulerende	lite beitepåvirka	3	1
Felt 11	521873	6925632	895	17	150	jevn	sterkt beitepåvirka	4	3
Felt 12	521873	6925632	895	20	140	noe undulerende	sterkt beitepåvirka	4	3
Felt 13	521900	6925953	925	8	170	noe undulerende	noe beitepåvirka	2	1
Felt 14	521901	6925991	930	5	126	undulerende	nokså sterkt beitepåvirka	2	1
Felt A	521447	6927026	1143	20	160	undulerende	lite beitepåvirka	4	3.5
Felt B	521443	6926918	1108	25	178	konkavt nedover	lite beitepåvirka	2.5	2
Felt C	521417	6926864	1093	15	220	undulerende	lite beitepåvirka	3	1.5
Felt D	521485	6926805	1078	18	208	undulerende	noe beitepåvirka	4	2
Felt E	521764	6926317	974	12	220	svakt konveks, undulerende	lite beitepåvirka	2.5	1.5
Felt F	521441	6926565	999	10	200	konveks	lite beitepåvirka	3.5	2
Felt G	521409	6926741	1042	25	220	konvekst, undulerende	lite beitepåvirka	3.5	2
Felt H	521404	6926747	1043	20	220	jevn	lite beitepåvirka	3.5	2
Felt I	521654	6926643	1015	22	220	jevn	mer beite tidligere	4	3
Felt J	522023	6926378	950	-	-	-	-	4	3
Felt K	522333	6925766	853	14	170	svakt konveks	lite beitepåvirka	3	2.5
Felt L	522468	6925635	815	5	170	jevn	lite beitepåvirka	2.5	1.5
Felt M	523954	6926425	759	12	170	jevn	lite beitepåvirka	2.5	2.5

2, **tabell 3.1**). Eksempler på arter som spenner ut gradienten i retning rikere vegetasjon er gjøkesyre, hengeaks, tyrihjelme og fjelltimotei (*Oxalis acetosella*, *Melica nutans*, *Aconitum lycoctonum ssp. septentrionale*, *Phleum alpinum*). Det er i hovedsak ulike arter lav som dominerer i den tørre og artsfattige vegetasjonstypen. Vi kan ut fra dette tolke den første aksene som vegetasjonens respons på næringstilgang, med de rikere feltene til høyre i figuren og de fattigere til venstre. **Tabell 3.2** viser korrelasjoner mellom ordinasjonsakser og noen sentrale miljøvariable. Høy positiv korrelasjon mellom førsteaksen og næringsindeksen forsterker våre tidligere antagelser. Også høyden er godt (negativt) korrelert med førsteaksen. Det vil si at vi nå også har fått med en høydebestemt klimagradiert i materialet, hvor feltene som har vegetasjonsinnhold typisk for høyereliggende områder ligger til venstre i figuren (og lavereliggende til høyre). Akse to er best korrelert (negativt) med den topografisk styrte fuktighetsindeksen, noe som vil si at de fuktigste feltene har lave verdier langs andreaksen, og felt med vegetasjon typisk for tørrere voksesteder har høyere verdier.

Videre ser vi at feltene fordeler seg jevnt utover i ordinasjonsdiagrammet. Dette tyder på at vi har klart å legge ut feltene slik at vi har klart å fange opp variasjonen i området langs de viktigste vegetasjonsgradientene. Dette gjelder da langs en næringsgradient, fuktighetsgradient og en klimastyrte høydegradient. I og med at målte variabler som varierer langs disse gradientene (ordinasjonsaksene) alle er signifikant og godt korrelert med både første- og andreaksen i ordinasjonen, tyder dette på at disse gradientene ikke er uavhengige av hverandre, og at de to første ordinasjonsaksene ikke bør tolkes uavhengig av hverandre.



**Figur 3.1** Plassering av analysefeltene for markvegetasjonen i ordinasjonsdiagrammet ut fra de to første aksene av en DCA-ordinasjon basert på mengdeangivelse av karplanter. Felt lagt ut sommeren 2004, er angitt med bokstaver og tidligere felt med tall. – Position of the sampling plots for ground vegetation in the ordination diagram, from the first two axes of a DCA ordination based on abundance of vascular plants. Plots established in summer 2004 are indicated by letters and previously established plots by numbers.

**Tabell 3.2** Korrelasjoner (Kendalls  $\tau$ ) mellom ordinasjonsaksene Ax1-Ax4 og noen sentrale miljøvariabler (høyde over havet, topografisk styrt fuktighet, næringsindeks). Signifikante korrelasjoner (tohalet,  $p \leq 0,05$ ) er uthevet. Antall felt som inngår er 23. – Correlation (Kendall's tau) between ordination axes Ax1-Ax4 and some key environmental variables (Hoh - elevation, Topofukt - topographically based soil moisture, Næring - nutrient index). Significant correlations (two-tailed,  $p \leq 0.05$ ) in bold. 23 plots are included.

		Ax1	Ax2	Ax3	Ax4	Hoh	Topofukt
<b>Hoh</b>	Korrelasjon	<b>-0,484</b>	<b>-0,420</b>	-0,084	0,124		
	p	<b>0,001</b>	<b>0,005</b>	0,578	0,412		
<b>Topofukt</b>	Korrelasjon	<b>0,363</b>	<b>-0,537</b>	-0,031	0,127	0,137	
	p	<b>0,024</b>	<b>0,001</b>	0,849	0,430	0,397	
<b>Næring</b>	Korrelasjon	<b>0,488</b>	<b>-0,331</b>	<b>-0,375</b>	0,087	0,026	<b>0,598</b>
	p	<b>0,002</b>	<b>0,039</b>	<b>0,019</b>	0,586	0,870	<b>0,001</b>

**Tabell 3.3** Tremålinger for bjørk i analysefeltene. Ant<2m angir antall stammer lavere enn 2 m i hvert felt, mens ant $\geq$ 2m angir antall stammer på minst 2 m. For stammer på minst 2 m angis gjennomsnittlig diameter i brysthøyde (dbh) og høyde. – Measurements of trees in the sampling plots. ant<2m and ant $\geq$ 2m indicate, respectively, the number of trunks lower than 2 m and at least 2 m in each plot. For trunks of at least 2 m, mean diameter at breast height (dbh) and height (høyde) is given. Hoh indicates the elevation of the plot.

	Hoh	ant<2m	ant $\geq$ 2m	dbh (cm)	høyde (m)
Felt 1	915	Ikke målt	16	9,5	5,9
Felt 4	900	Ikke målt	16	10,7	6,7
Felt 5	900	Ikke målt	20	8,9	5,0
Felt 6	915	Ikke målt	11	9,1	5,1
Felt 7	915	Ikke målt	13	9,1	5,8
Felt 9	905	Ikke målt	15	7,8	4,9
Felt 11	895	Ikke målt	18	10,4	7,4
Felt 12	895	Ikke målt	8	9,3	5,6
Felt 13	925	Ikke målt	12	5,2	3,4
Felt 14	930	Ikke målt	5	4,9	3,4
Felt A	1143	0	0		
Felt B	1108	0	0		
Felt C	1093	21	1	1,8	2,2
Felt D	1078	2	0		
Felt E	974	5	3	5,9	4,2
Felt F	999	1	8	5,1	3,7
Felt G	1042	15	4	11,3	5,3
Felt H <sup>1</sup>	1043	14	10	7,1	3,9
Felt I <sup>1</sup>	1015	30	6	5,4	3,7
Felt J	950	0	0		
Felt K	853	2	8	6,2	5,2
Felt L	815	0	7	6,3	5,4
Felt M <sup>2</sup>	759	1	8	6,5	5,4

<sup>1</sup> I felt H ble også observert 2 rogn < 2m og i felt I 1 rogn < 2m

<sup>2</sup> I felt M ble også observert 11 gråor < 2m, 9 gråor  $\geq$  2m (dbh=6,5cm, høyde=5,9m) og 1 selje  $\geq$  2m (dbh=19cm, høyde=8,5m)



## Tremålinger

**Tabell 3.3** viser resultatene fra tremålingene. Bjørk er dominerende treslag, med enkelte spredte forekomster av rogn, gråor og selje, spesielt i det lavest liggende feltet M. Ut fra deres forekomst i feltene er det ingen åpenbar sammenheng mellom antall bjørk eller deres gjennomsnittlige størrelse og høyden over havet, fuktighetsindeksen eller næringsindeksen. De aller øverste feltene (A, B) har imidlertid ingen registrerte forekomster av treslag og lå generelt over tregrensa, noe som tyder på at høydegradienten er tilstrekkelig til å kunne fange opp videre spredning av treslagene som en eventuell respons på klimaendringer eller andre faktorer. Ellers vil disse målingene først og fremst være interessante når vi har bygget opp en tidsserie. Vi har derfor ikke gjort videre analyser på disse dataene i denne omgang.

## Artenes respons på økologisk variasjon

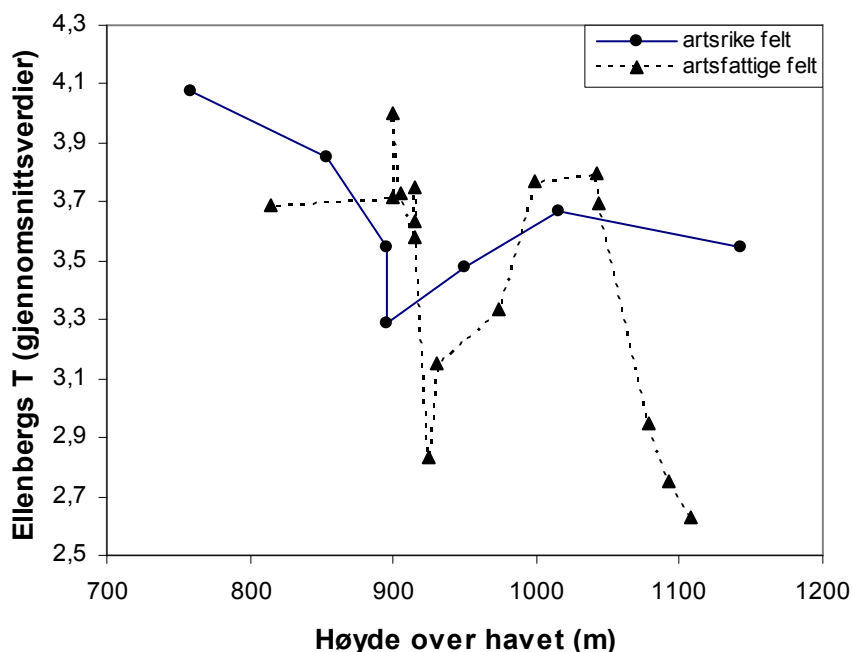
En oversikt over hvilke karplanter som ble funnet i feltene i Åmotsdalen, samt relevante klimaparametre for disse hentet fra litteratur, er vist i **vedlegg 1**, hvor artene er fordelt på plantegeografiske elementer etter systemet i Økland & Bendiksen (1985). De 87 observerte artene er fordelt med 9 ekte alpine arter, 11 nordlige arter, 9 svakt nordlige arter, 1 østlig art, 8 vidtspredte arter med sørlig tendens og 49 arter som ikke viser noe tydelig utbredelsesmønster innen Fennoskandia. Artenes fordeling langs høydegradienten er vist i **vedlegg 1** (for de nærings- og artsrike feltene, dvs de med høye verdier langs ordinasjonsakse 1, jf **figur 3.1**, i alt 7 felt) og i **vedlegg 2** (nærings- og artsfattige felt, i alt 23 felt).

Av de 87 observerte karplantene, er 80 behandlet i Ellenberg et al. (1992). De sju som ikke har noe angitt faktortall, er alle arter med tyngdepunkt i nordboreal/alpin sone, kildemarikåpe, bleikmyrkelegg, greplyng, sølvvier, lappvier, fjellstjerneblom og tyrihjelms (*Alchemilla glomerulans*, *Pedicularis lapponica*, *Phyllodoce caerulea*, *Salix glauca*, *S. lapponum*, *Stellaria borealis* og *Aconitum lycoctonum* ssp. *septentrionale*), og antallet av disse er størst i de høyestliggende feltene. Tyrihjelms opptrer som relativt varmekjær i Åmotsdalen, mens de andre opptrer mer som fjellplanter i området. Ellenberg et al. (1992) angir 39 av de aktuelle artene som indifferente i forhold temperatur (kodet med -99 i **vedlegg 1**). Dette reflekterer det kjølige klimaet i Åmotsdalen siden andelen generalister øker mot nord som et resultat av at varmekjære arter ikke lenger finnes. Av de gjenværende 41 artene angis de fleste å ha hovedutbredelse i kjølig klima.

Gjennomsnittlig t-verdi (Ellenbergs faktortall for temperatur) for alle artene i hvert felt (veiet med mengdeangivelsen) viser en trend med synkende t-verdier med høyden (**figur 3.2**). Korrelasjonsverdier mellom t-verdi og høyden for henholdsvis middels rike felt, fattige felt og det totale artsdatasettet er gitt i **tabell 3.4**. Selv om korrelasjonen er signifikant både for de fattige feltene og for det totale datasettet, er det store forskjeller mellom felt på om lag samme høyde. For de artsrikere feltene er dessuten antallet lite (n=7). Noe av forklaringen på den relativt dårlige sammenhengen kan være at t-verdiene søker å indikere optimumsforhold for artene, og at mange av artene med midlere t-verdier (særlig 3 og 4) har store amplituder rundt sitt optimum. Dette vises også ved å sammenligne t-verdiene med sonetilhørighet og høydegrense i **vedlegg 1**.

Dahls r-verdi gir et uttrykk for utbredelsesbegrensningen av arter med temperaturkrav langs klimagradianten. Av de 87 karplantene som inngår i materialet fra Åmotsdalen, angir Dahl (1998) r-verdier for 59 av artene, med verdier fra r=0 (musøre *Salix herbacea* og stivstarr *Carex bigelowii*) til 1,5 (bleikstarr *Carex pallescens*). Dahl (1998) angir kun r-verdien for arter som viser en god sammenheng mellom geografisk utbredelse i Nord-Europa og isolinjer for respirasjonssummen. Arter som ikke viser denne sammenhengen må antas å være geografisk begrenset av andre parametere. Ved å benytte Dahls r-verdi i en beregning tilsvarende den som er gjort ovenfor, vil altså bare arter som synes begrenset av respirasjonssummen gjennom sesongen inngå i materialet, og dette fjerner en del støy fra materialet. Resultatene er vist i **figur**

**3.3.** Korrelasjonen mellom høyde over havet og gjennomsnittlig r-verdi for de artene som er påvist i feltene og som har en angitt verdi av Dahl, er så vidt høy som -0,72 (**tabell 3.4**). Selv om respirasjonssummene er basert på grove beregninger basert på geografiske utbredelsesdata, er det interessant at de gir så vidt god relasjon på lokal skala.



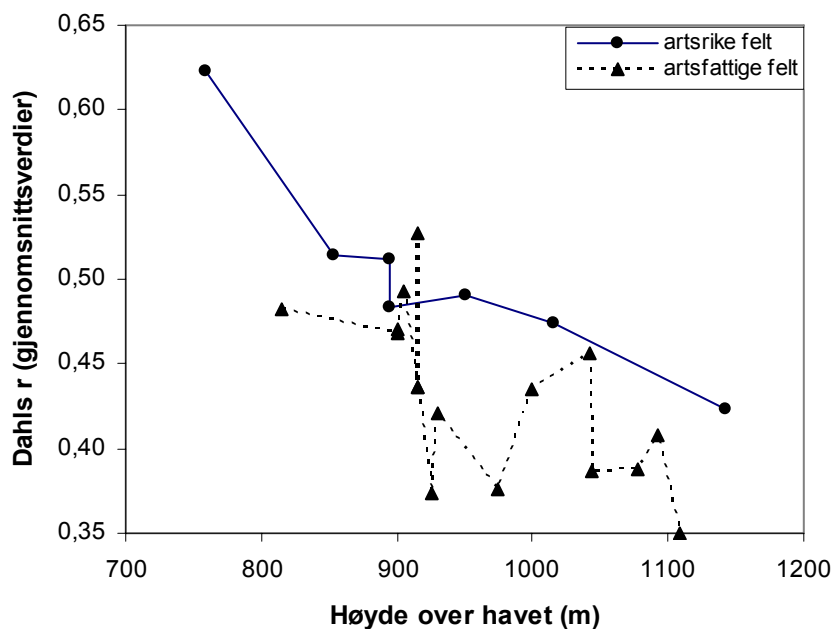
**Figur 3.2** Gjennomsnittlig verdi for Ellenbergs t for artene i hvert felt sammenlignet med feltets høyde over havet, fordelt på middels artsrike og artsfattige felt. – Mean value of Ellenberg's t (y-axis) for each sample plot compared to the elevation of the plot (x-axis), for medium species-rich plots (dots) and species-poor plots (triangles).

**Tabell 3.4** Korrelasjoner mellom gjennomsnitt for ulike klimaparametre beregnet ut fra artsinnholdet i hvert felt og feltenes høyde over havet. Korrelasjonene er beregnet for middels artsrike felt, artsfattige felt og for hele materialet. – Correlations between mean climatic parameters calculated from the species content in each sample plot and the elevation of the plots. The correlations are calculated for the medium species-rich plots, the species-poor plots and the total material.

		Ellenbergs t	Dahls r	Dahls $W_h$	Dahls $t_{max}$
<b>Middels rike felt (n=7)</b>	Korrelasjon	-0,503	<b>-0,904</b>	0,667	<b>-0,792</b>
	p	0,250	<b>0,005</b>	0,102	<b>0,034</b>
<b>Fattige felt (n=16)</b>	Korrelasjon	<b>-0,560</b>	<b>-0,649</b>	-0,081	<b>-0,524</b>
	p	<b>0,024</b>	<b>0,007</b>	0,767	<b>0,037</b>
<b>Alle (n=23)</b>	Korrelasjon	<b>-0,526</b>	<b>-0,717</b>	0,275	<b>-0,585</b>
	p	<b>0,010</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,203	<b>0,003</b>

Dahls r-verdi viser generelt en bedre sammenheng med høydegradienten enn Ellenbergs t-verdi (jf **tabell 3.4**). Dette skyldes delvis at Dahls r-verdi ikke inkluderer forekomst av arter som er uten indikatorverdi med hensyn til temperatur. Sammenhengen er bedre for de rikere feltene enn de fattige. En forklaring er at de artsrike rutene rett og slett har flere arter som inngår i beregningen. De rikere feltene har større gjennomsnittsverdier enn de fattige, sannsynligvis fordi

en del arter med begrensning i varmesummen samtidig er mer krevende med hensyn til base-rikhet i jordsmonnet. Dahls r-verdi synes ut fra dette å være et nyttig hjelpemiddel i framtidig klimaovervåking, særlig i noe rikere vegetasjon. **Figur 3.3** viser dessuten at materialet fra Åmotsdalen reflekterer en klimatisk gradient på en relevant måte.



**Figur 3.3** Gjennomsnittlig verdi for Dahls r for artene i hvert felt sammenlignet med feltets høyde over havet, fordelt på middels artsrike og artsfattige felt. – Mean value of Dahls r (y-axis) for each sample plot compared to the elevation of the plot (x-axis), for medium species-rich plots (dots) and species-poor plots (triangles).

I Åmotsdalen viste maiblom (*Maianthemum bifolium*), legeveronika (*Veronica officinalis*), tyrihjelms (*Aconitum lycoctonum ssp. septentrionale*) og hengeaks (*Melica nutans*), nokså klare høydegradienter. Maiblom er sjelden i TOV-feltene ved 900 m o.h., men blir mer vanlig ved ca. 850 m o.h. og øker i mengde nedover (østover) i dalen. Legeveronika følger mye den samme gradienten som maiblom, men går noe høyere opp. Tyrihjelms finnes i lokalklimatisk gunstige områder opp til ca 900 m o.h. Arten tar til å dominere i den blokkrike marka nedenfor de opprinnelige TOV-feltene og på beitemarker ca 850 m o.h. Store velvokste bestander finnes imidlertid først ved ca 750 m o.h. i dalbunnen langs stien. Hengeaks er registrert kun opp til ca 800 m o.h. og ser ut til å være mer termofil enn de andre observerte artene.

Bendiksen & Halvorsen (1981) har sammenstilt data fra 74 skandinaviske plantesosiologiske arbeider med vurdering av de enkelte artenes frekvens i de ulike sonene (deres tabell 6 og 7). Ved en framtidig økning i temperaturen kan en forvente at varmekjære arter som normalt ikke går lenger opp enn mellomboreal, kan vandre oppover. Dette vil delvis innebære at et sett med utvalgte ruter koloniseres av arter som ikke er der i dag. Aktuelle arter, ut fra Bendiksen & Halvorsen (1981), kan være skogburkne (*Athyrium filix-femina*), turt (*Cicerbita alpina*) og skogsnelle (*Equisetum sylvaticum*), da først og fremst i de fuktigste vegetasjonsutformingene. Ingen av skilleartene mellom mellomboreal og nordboreal ifølge Moen (1998) synes aktuelle for området.

Bendiksen & Halvorsens materiale viser også stor frekvensforskjell mellom mellomboreal og nordboreal sone for linnea (*Linnaea borealis*), gjøkesyre (*Oxalis acetosella*), teiebær (*Rubus saxatilis*) og hengeving (*Phegopteris connectilis*). Linnea er forholdsvis frekvent i vårt materiale, med forekomst også i et av de lavalpine feltene. Gjøkesyre forekommer kun i felt J (950 m) og de fem lavestliggende feltene. Teiebær ble funnet i tre felt (1015, 895 og 759 m). Hengeving ble kun funnet i to felt (1015 og 895 m). Med unntak av linnea, som kan vokse næringsfattig og relativt tørt, er også disse artene knyttet til fuktige og litt mer næringsrike voksesteder. Disse artene kan derfor synes å ha potensial for å øke i frekvens hvis klimaet blir varmere.

Det er få arter med varmekrav som skiller mellom nordboreal og lavalpin i feltsjiktet. Gran, furu, rogn og hegg er viktige treslag som er sjeldne over skoggrensa, mens bjørk forekommer relativt rikelig som busk også i lavalpin. Som skillearter nevner Moen (1998) stjernestarr (*Carex echinata*), som ble funnet i et felt (950 m, arten er vanligere på minerotrof myr enn i skog), skogburkne (*Athyrium filix-femina*, ikke registrert), bleikstarr (*Carex pallescens*, funnet i ett felt, 950 m), gjøkesyre (*Oxalis acetosella*, se over), kranskonvall (*Polygonatum verticillatum*, 2 registreringer, begge 895 m), tveskjeggveronika (*Veronica chamaedrys*, funnet ved 815 m), legeberonika (*Veronica officinalis*, 1015 m, 950 m og de 5 lavestliggende feltene) og skogfiol (*Viola riviniana*, 759 m). I Bendiksen & Halvorsens materiale (1981, tabell 7) vises en betydelig frekvensforskjell mellom nordboreal og lavalpin hos bl.a. saueteleg (*Dryopteris expansa*, ikke registrert i feltene i Åmotsdalen), stri kråkefot (*Lycopodium annotinum*, funnet i 4 felt), småtveblad (*Listera cordata*, funnet i 7 felt), stormarimjelle (*Melampyrum pratense*, funnet i alle felt opp til 930 m, mer sporadisk ovenfor) og hårfrytle (*Luzula pilosa*, funnet i alle felt opp til 915 m og også mange av de høyereliggende). Særlig de mer skyggetolerante av disse artene har potensial for å respondere på en generell endring i klimaet ved frekvensendringer, mens de med større lyskrav også kan tenkes å få økt frekvens over skoggrensa.

Dahl (1998) oppgir også hvilke arter som synes begrenset av høye vintertemperaturer, og hvilke isotermer for gjennomsnittstemperaturen for årets kaldeste måned ( $W_h$ ) deres utbredelsesgrense er sammenfallende med.  $W_h$  er først og fremst viktig for nordlige og østlige arter, og Dahl (1998) har angitt verdier for 26 av artene i materialet (jf **vedlegg 1**). Av disse er det imidlertid bare tre (tyrihjelm *Aconitum lycoctonum* ssp. *septentrionale*, setergråurt *Omalotheca norvegica* og fjelltimotei *Phleum alpinum*) som er begrenset til områder med vintertemperaturer kaldere enn  $-3^{\circ}\text{C}$ , og som derfor kunne forventes å respondere vesentlig på den lokale gradienten. Disse tre artene er bare observert i de artsrike feltene. Korrelasjonene er svake (**tabell 3.4**), og mikroklimaet i det enkelte feltet er utvilsomt også påvirket av fordelingen av snødybde vinterstid. Dessuten er det bare 3-10 arter med oppgitt  $W_h$ -verdi pr. felt (gjennomsnittlig 5,9). Høydegradienten i Åmotsdalen synes derfor å ha forholdsvis liten utsagnskraft i forhold til arter som er begrenset av høye vintertemperaturer.

Dahl (1998) anser høye temperaturer sommerstid som begrensende for fjellplantene og en del andre nordlige arter. Av artene i materialet fra Åmotsdalen har 34 arter oppgitte  $t_{\text{max}}$ -verdier (gjennomsnittlige maksimumstemperaturer pr. år). Korrelasjonen med høydegradienten er god, spesielt i de rike rutene (**tabell 3.4**), men igjen er beregningen basert på forholdsvis få arter, med fra 1 til 12 arter pr. felt (gjennomsnittlig 6,4).

Fjellplanter er definisjonsmessig arter med tyngdepunkt over skoggrensa, og de er generelt tilpasset høy solinnstråling. Ved en eventuell forskyving av selve skoggrensa vil fjellartene respondere på dette. Selv om en del arter nok viser en viss treghet i responsen, framstår like fullt tregrensa som en viktig strukturerende faktor (jf Hofgaard & Wilmann 2002). Flere fjellarter går normalt ned i fjellbjørkeskogen, og ved et varmere klima vil en kunne forvente at disse artene responderer ved å trekke seg oppover i høydegradienten. Slike arter kan være blålyng (*Phyllo-doce caerulea*), setergråurt (*Omalotheca sylvatica*), fjellburkne (*Athyrium distentifolium*) og flere rikbunnsindikatorer som fjellfrøstjerne (*Thalictrum alpinum*), fjelltistel (*Saussurea alpina*) og mjeltes (*Astragalus* spp). Forekomst av typiske fjellplanter nedover i skogbeltet er utvilsomt et element i overvåking av vegetasjonsendringer på grunn av klimaendringer, men det er usikkert om Dahls  $t_{\text{max}}$ -verdier er særlig egnet som hjelpemiddel. I en høydegradient på rikere berg-

---

grunn, hvor en vil forvente forekomst av et større antall fjellplantearter, kan  $t_{max}$  fungere som en klimaindikator. Termofile arter som finnes i dag og som kan øke i mengde og vandre oppover i gradienten ved eventuell klimaendring, er maiblom, tyrihjel, hengeaks, linnea, gjøkesyre, teiebær, hengeving, stjernestarr, bleikstarr, kranskonvall, tveskjeggveronika, skogfiol, småtveblad, strid kråkefot, stormarimjelle og hårfrytle. Termofile arter som ikke finnes i Åmotsdalen i dag, men som kan forventes å vandre inn ved klimaendring, er arter som skogburkne, turt, skogsnelle og saueteig (*Athyrium filix-femina*, *Cicerbita alpina*, *Equisetum sylvaticum*, *Dryopteris expansa*)

Moser og lav ble bare overfladisk inventert i de nye feltene, og de viser lite variasjon med høyden (jf **vedlegg 4**). Skogsmosene etasjemose (*Hylocomium splendens*) og furumose (*Pleurozium schreberii*) er sparsomt utviklet i TOV-feltene, og begge begynner først å dominere i skogbunnen fra ca 850 m o.h. og nedover. Kryptogamene har trolig større indikatorverdi i forhold til endringer i fuktighetsforhold enn i temperaturforhold (med unntak for endring i vekstsesongens lengde).

## 4 Utviding av høgdegradienten for epifyttovervaking

I dei fleste TOV-områda ligg felta for overvaking av epifyttvegetasjon langs ein høgdegradient. I ein del av områda er denne gradienten svært kort, med berre 35-70 m høgdeforskjell mellom øvre og nedre felt både i Møsvatn, Lund, Børgefjell og Åmotsdalen. Dette skuldast dels naturgitte og praktiske grunnar, og dels at ein ved etableringa av TOV hadde fokus på effektar av endringar i forureiningssituasjonen, og såleis prøvde å unngå lokal variasjon som kunne verke forstyrrende i høve til denne problemstillinga. Etter kvart har epifyttovervakinga i TOV påvist effektar som truleg skuldast klimavariasjon meir enn endringar i forureiningssituasjonen. Mellom anna ser vi i fleire område at dekninga av snømållav, ein karakterart for fjellbjørkeskog, har gått tilbake og at andelen skade på snømållav har auka (Bruteig 2002).

Målet med denne delen av prosjektet er å finne ut om epifyttvegetasjonen i større grad kan spegle ein lokalklimatisk variasjon ved å utvide høgdegradienten i eit av dei aktuelle områda, for med dette å gjere overvakinga betre egna til å studere effektar av storskala klimaendringar på epifyttar. Det skal vidare vurderast om dei nye felta skal erstatte nokre av dei opphavelge felta, eller om vi skal tilrå ei permanent utviding av talet på felt og tre. TOV-felta i Åmotsdalen i Sør-Trøndelag vart valt som testområde (jf kap. 1).

### 4.1 Metodar

Dei fem opphavelge felta for overvaking av epifyttvegetasjon på bjørk ligg alle sørvendt langs bekken ned mot Åmotselva, med 70 m høgdeforskjell mellom øvste og nedste felt (870-940 m o.h.). For å fange opp ein større lokalklimatisk gradient vart det lagt ut to nye overvakingfelt: eitt så langt opp mot skoggrensa i området som muleg, og eitt så langt nede i dalbotnen ved Åmotselva som muleg (**figur 2.1**). Dei to nye felta strekte gradienten frå 70 til 225 m høgdeforskjell (825-1050 m o.h.) og frå 600 m avstand i luftlinje til over 3 km avstand mellom øvste og nedste felt. Dette er noko nær det maksimale det er muleg å få til i området for epifyttvegetasjon på vaksne tre av ein viss dimensjon. Ei par av trea i det øvste feltet hadde brysthøgdeomkrets mindre enn 30 cm, som vanlegvis er minstekravet i TOV.

I kvart av dei nyetablerte felta vart det valt ut 8 undersøkingstre etter standard TOV-metodikk. Epifyttvegetasjonen vart kartlagt ved hjelp av målbandsmetoden langs 5 horisontale takseringslinjer rundt stammen, frå 130-210 cm over bakken. I det øvste feltet vart takseringslinjene flytta opp til ca 150-230 cm, grunna indikasjonar på store snømengder i området. Artsregistreringane er gjort etter TOV-standard (sjå t.d. Bruteig & Wilmann 2004). Det vart ikkje samla inn materiale for kjemiske analysar eller gjort andre registreringar av miljøvariablar i felta. Feltarbeidet vart utført i perioden 8.-12. august 2004.

Data frå dei to nye felta er lagt inn i NINA sin TOV-database i Microsoft Access og samanlikna med data frå 2001 for dei fem opphavelge felta i Åmotsdalen (Hilmo et al. 2004). SPSS versjon 11.5 er brukt til statistiske analysar (SPSS 2003). Einvegs ANOVA er brukt for å undersøke om prøvefelta er signifikant forskjellige med omsyn til høgdegradienten. Den multivariate strukturen i artane sin førekomst på undersøkingstrea er analysert ved hjelp av DCA-ordinasjonar, utført med programmet CANOCO versjon 4.5 (ter Braak & Smilauer 2002). Aksane er tolka på grunnlag av korrelasjonskoeffisientar mellom trea sine skår langs aksane og miljøvariablane høgde over havet, flatehelling og treomkrets.

## 4.2 Resultat

### Prøvefelta og undersøkingstrea

Det øvste feltet ligg i bratt terreng øvst i skogbandet i Gammalsæterlia, ovom dei store myrene nordvest for Gottem- og Vammervollsætrene (**figur 2.1** og **tabell 4.1**). Lia er sør-sørvestvendt, og så langt oppe er dei fleste trea småvaksne og buskprega. I feltet er det 5-6 tre av grovare dimensjon (brysthøgdeomkrets > 30 cm), medan dei fleste trea er mindre. Snømållaven starta relativt høgt opp på stammen (til dels over 150 cm frå bakken), og terrenget tydar på at det kan leggje seg opp snøskavlar her om vinteren.

Det nedste feltet ligg på sørsida av Åmotselva, med høgsvaksne tre på ei høgstaudeprega elve-slette. Det er ingen egna lokalitetar i dalbotnen på nordsida av elva, då det hovudsakleg er rasmark og brattheng utan skog langt oppover på den sida. Fleire av trea i feltet har grov dimensjon, og gjennomsnittleg brysthøgdeomkrets er større i dette feltet enn i dei øvrige felta (**tabell 4.1**). Ein sti går langs elva, og eit par av undersøkingstrea ligg ganske nære stien. Oppmerkinga av undersøkingstrea er derfor gjort nokså diskret, med små gule merke langt nede på stammen. Dei klimatiske forholda i dette feltet er truleg nokså ulike klimaforholda i dei øvrige felta, både fordi det ligg lågare i terrenget, nære elva og nordvendt.

**Tabell 4.1** Data om prøvefelta for epifyttvegetasjon i Åmotsdalen: Høgde over havet, eksposisjon, helling og gjennomsnittleg brysthøgdeomkrets for undersøkingstrea. Data frå 2001 for felt 1-5 og frå 2004 for dei nye felta 6 og 7. – Data on the sample plots for epiphytes in Åmotsdalen: Elevation (Hoh), aspect (Eksposisjon), inclination (Helling), mean circumference at breast height of the trunks of sample trees, with standard deviation (Treomkrets, med SD)

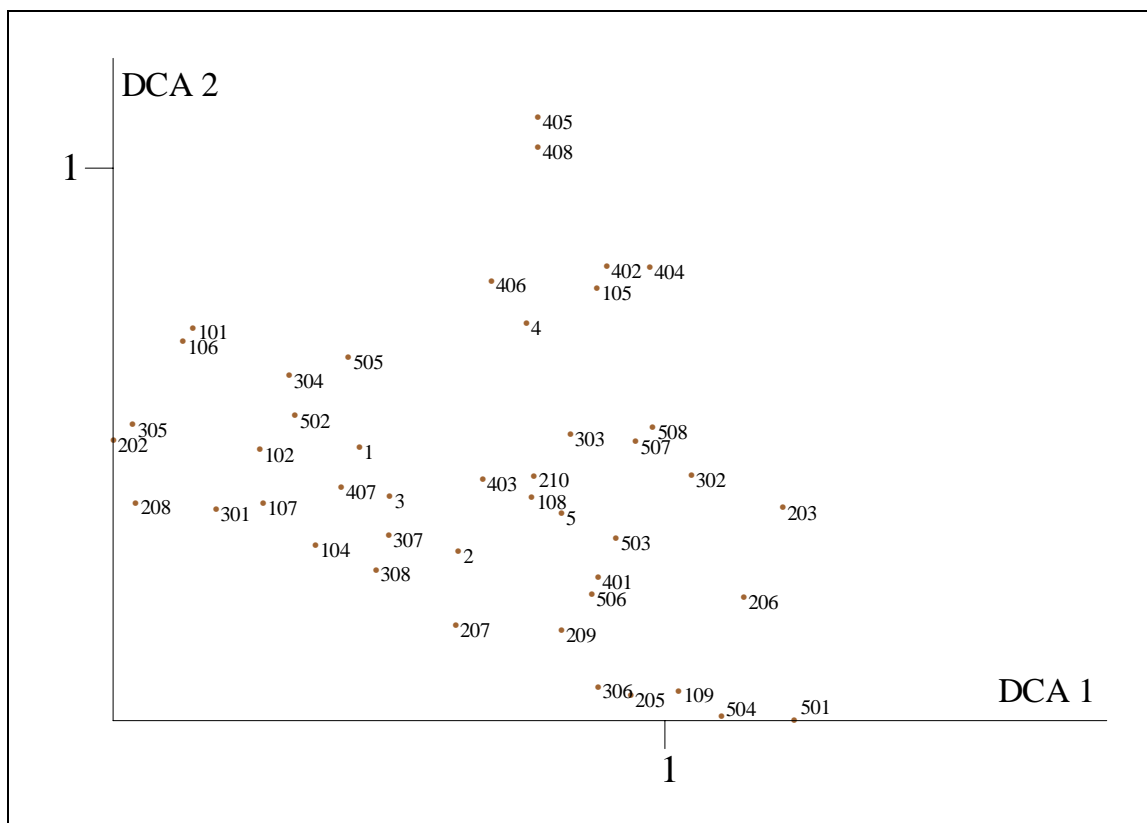
Felt	Hoh (m)	Eksposisjon (g)	Helling (g)	Treomkrets (cm), med SD
6 – nytt, øvst	1051	220	25	35 ± 8
1	940	200	8	43 ± 8
2	935	300	9	40 ± 6
3	915	185	4	38 ± 4
4	895	245	6	39 ± 5
5	870	184	13	42 ± 5
7 – nytt, nedst	825	380	10	60 ± 10

### Multivariate analysar av artssamansetninga

DCA-ordinasjon av dei fem opphavelge felta i Åmotsdalen viser at det er generelt liten variasjon i artssamansetninga i epifyttvegetasjonen (**figur 4.1**). Eigenverdiane på dei to første aksane er 0,144 og 0,070, og den totale variasjonen i artsmaterialet (total inertia) er 0,391. Gradientlengdene er 1,234 og 1,092 for dei to første aksane. Trea plasserer seg i ei slags trompetform, med ein tendens til at dei tre øvre felta (tre på 100-300-talet) ligg lengst til venstre, medan dei to nedre felta (tre på 400-500-talet) strekkjer seg ut langs akse 2 mot høgre i diagrammet. Stor internvariasjon gjer at alle felta har tre som står i blanding med tre frå andre felt. Akse 1 viser ein svak korrelasjon med høgde over havet (Pearsons korrelasjon -0,316;  $p=0,047$ ), men ingen signifikant korrelasjon med miljøvariablane helling eller treomkrets. Akse 2 har ingen signifikante korrelasjonar med miljøvariablane, men akse 4 korrelerer også med høgda ( $p=0,026$ ).

Ordinasjonen som omfattar dei to nye felta, viser ein større variasjon. Eigenverdiane på dei to første aksane er 0,183 og 0,074, og den totale variasjonen i artsmaterialet (total inertia) har auka til 0,537. Gradientlengdene er 1,616 og 1,426 for dei to første aksane. Trea plasserer seg framleis i ei slags trompet-form, der det øvste feltet (tre på 600-talet) i hovudsak plasserer seg

saman med felt 1-3 (tre frå 100-300-talet) til venstre i diagrammet (**figur 4.2**). Det nye lågastliggjande feltet (tre på 700) bidrar til å strekkje ut akse 2, og plasserer seg hovudsakleg i blanding med felt 4 og 5 (tre på 400-500-talet) til høgre i diagrammet. Akse 1 korrelerer no langt betre med høgde over havet (Pearsons korrelasjon  $-0,494$ ;  $p > 0,001$ ). Akse 2 korrelerer signifikant både med høgda ( $-0,268$ ;  $p = 0,046$ ) og med omkrets ( $0,289$ ;  $p = 0,031$ ), og det gjer også akse 3 (høgde  $-0,504$ ;  $p < 0,001$  og omkrets  $0,409$ ;  $p = 0,002$ ). Ingen av dei fire første aksane korrelerer med helling.



**Figur 4.1** DCA-ordinasjon av epifyttvegetasjonen på undersøkingstrea i dei 5 opphavelge prøvefeltene i Åmotsdalen. Data frå 2001, DCA-akse 1 og 2, skalert i standardavvikseiningar. – DCA ordination for epiphytic vegetation on sample trees in the 5 original sample plots of the Åmotsdalen monitoring site. Data from 2001, DCA axes 1 and 2, scaled in SD units.

### Dekning av artar og grupper

Den totale epifyttdekninga er størst i feltene øvst i gradienten, og tilsvarende er førekomsten av naken never lågast i dei øvste feltene (**tabell 4.2**). Det nyetablerte øvste feltet har lågast førekomst av naken never ( $< 50\%$ ), og det nyetablerte lågastliggjande feltet har gjennomsnittleg mest naken never ( $> 70\%$ ).

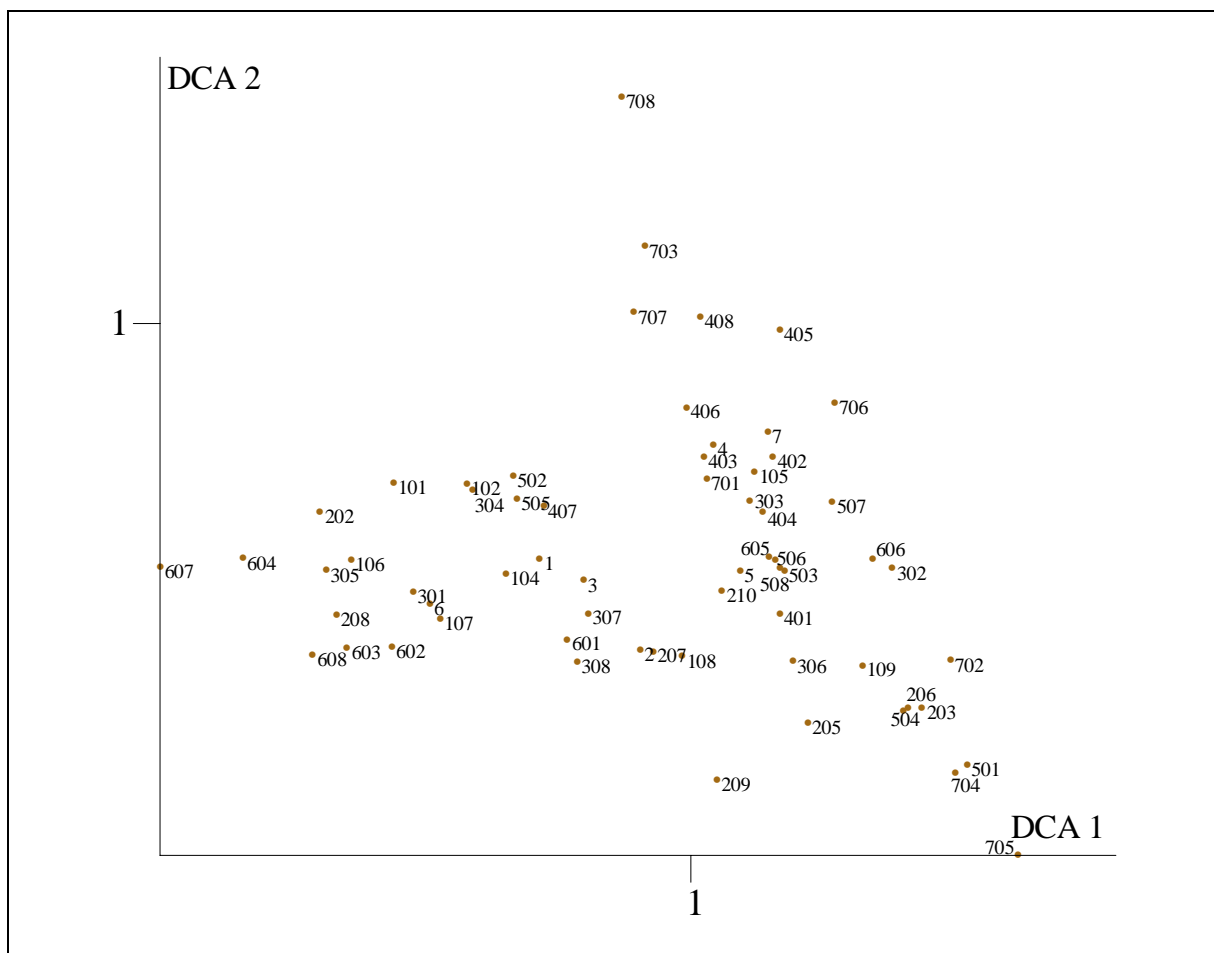
Ei rekkje artar og artsgrupper varierer med høgdegradienten (**figur 4.3**). Det gjeld gruppa bladlav, som har størst dekning i dei øvre feltene, busklav som har størst dekning i det nedre, nyetablerte feltet og skorpelav, som har ein tendens til størst dekning i dei nedre feltene. Felt 4 skil seg ut ved å ha høgare skorpelavsdekning enn dei øvrige feltene. Snømållav er den dominerande arten i området, og denne arten viser ein klar korrelasjon med høgda ( $F = 4,9$ ;  $p = 0,001^{**}$ ). Det gjer også den nest vanlegaste arten, bristlav ( $F = 2,8$ ;  $p = 0,017^*$ ). Andre vanlege artar, så som vanleg kvistlav og gul stokklav, viser ingen korrelasjon med høgdegradienten. Det gjer heller ikkje gruppa borkbuande pyrenokarpe sopp, som har relativt høg dekning i området.



**Tabell 4.2** Gjennomsnittleg dekning (i % av kartlagt stammeareal) av epifyttar og naken bork på stammen av tre i 7 prøvelfelt i Åmotsdalen. Data frå 2001 (felt 1-5) og 2004 (felt 6 og 7). – Mean cover (% of mapped trunk area) of fruticose lichens (busklav), foliose lichens (bladlav), crustose lichens (skorpelav) and uncovered bark (bork) on trunks of trees in 7 sample plots in Åmotsdalen. Data from 2001 (grids 1-5) and 2004 (grid 6, 7).

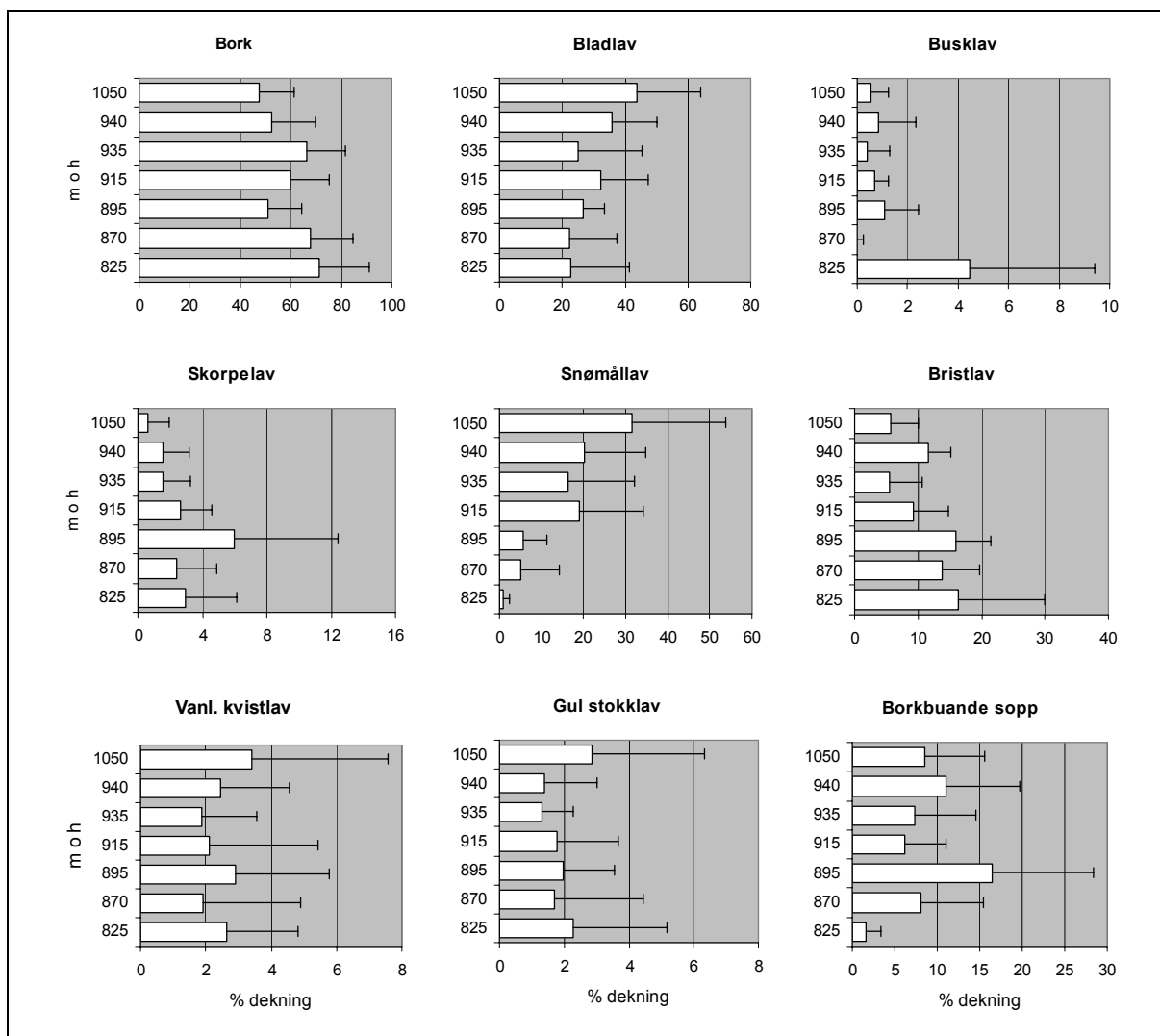
	Felt/grid	6*	1	2	3	4	5	7*
H. o. h.	m	1051	940	935	915	895	870	825
Busklav	%	0,5	0,9	0,4	0,7	1,1	0,1	4,5
Bladlav	%	43,8	35,9	25,2	32,3	26,7	22,5	22,8
Skorpelav	%	0,6	1,6	1,5	2,6	6,0	2,4	2,9
Sopp	%	8,5	11,0	7,4	6,1	16,5	8,1	2,5
Bork	%	47,5	52,5	66,5	59,8	51,2	68,1	71,2

\* nyetablerte felt

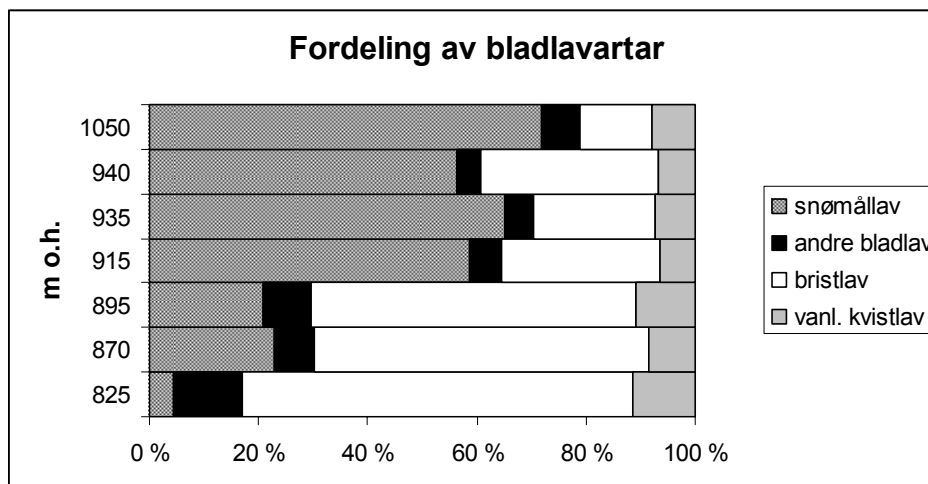


**Figur 4.2** DCA-ordinasjon av epifyttvegetasjonen på undersøkingstrea i 7 prøvelfelt i Åmotsdalen. Data frå 2001 for felt 1-5 (trenummer på 100-500) og frå 2004 for felt 6 og 7 (trenummer på 600 og 700), DCA-akse 1 og 2, skalert i standardavvikseiningar. – DCA ordination of epiphytic vegetation on sample trees in 7 sample plots in Åmotsdalen. Data from 2001 for plots 1-5 (tree numbers 100s to 500s) and from 2004 for plots 6 and 7 (tree numbers 600s and 700s), DCA axes 1 and 2, scaled in SD units.

Den innbyrdes fordelinga av dei ulike bladlavartane varierer med høgdegradienten (**figur 4.4**). Det er slåande at snømållav dominerer i dei øvre felta og bristlav i dei lågareliggande. Vanleg kvistlav, som er rekna som ein svakt varmekjær art, utgjør rundt 10% av bladlavdekninga i alle felta, utan nokon klar relasjon til høgdegradienten. Blant øvrige artar er det mest vanleg kruslav og kulekvistlav i dei nedre felta, medan det er ein del grå stokklav i det øvste feltet. Grå stokklav veks hovudsakleg under snønivå på stammen, og i det øvste feltet er truleg ein del av takseringslinjene under snø delar av vinteren.



**Figur 4.3** Gjennomsnittleg førekomst (med standardavvik) av naken bork, samla dekning av bladlav, busklav og skorpelav, og dekning av snømållav, bristlav, vanleg kvistlav, gul stokklav og borkbuande sopp i 7 prøvefelt langs ein høgdegradient i Åmotsdalen. Data frå 2001 (felte 870-940 m o.h.) og 2004 (felte 825 og 1050 m o.h.). – Mean cover (with SD) of uncovered bark (Bork), for all fruticose lichens (Busklav), foliose lichens (Bladlav) and crustose lichens (Skorpelav), as well as *Melanelia olivacea* (Snømållav), *Parmelia sulcata* (Bristlav), *Hypogymnia physodes* (Vanl. kvistlav), *Parmeliopsis ambigua* (Gul stokklav) and bark-living fungi (Borkbuande sopp) in 7 sample plots along an elevation gradient in Åmotsdalen. Data from 2001 (plots at 870-940 m a.s.l.) and 2004 (plots at 825 and 1050 m a.s.l.).



**Figur 4.4** Innbyrdes fordeling av bladlavar i 7 prøvefelt langs ein høgdegradient i Åmotsdalen, der snømållav dominerer øvst i gradienten og bristlav i nedre del. Data frå 2001 (felta 870-940 m o.h.) og 2004 (felta 825 og 1050 m o.h.). – Distribution of foliose lichens in 7 sample plots along an elevation gradient in Åmotsdalen, where *Melanelia olivacea* (snømållav) dominates the upper and *Parmelia sulcata* (bristlav) the lower levels. Data from 2001 (plots at 870-940 m a.s.l.) and 2004 (plots at 825 and 1050 m a.s.l.).

### 4.3 Diskusjon

Bakgrunnen for denne delen av prosjektet var å sjå om det var muleg å auke variasjonen mellom felta for epifyttkartlegging på ein slik måte at overvakinga vart betre egna til å kunne spore effektar av klimaendringar. Med etablering av to nye felt for epifyttkartlegging i Åmotsdalen, eitt høgare opp mot tregrensa og eitt lågare enn dei opphavelge fem felta, har det vorte større variasjonsbreidde i artsmaterialet. Trea i det lågastliggjande feltet har relativt høgare artsmangfold, men låg total dekning av epifyttar. Kuldetolerante artar, i første rekkje snømållav (Sonesson 1989), har låg dekning, medan artar som bristlav og skjeggjavartar har vesentleg høgare dekning her enn i dei øvrige felta. I andre TOV-område har vi sett at vanleg kvistlav er ein art som har gått fram som følgje av mildare klima (Hilmo et al. 2004), men denne arten varierer lite mellom felta i Åmotsdalen. Det øvste feltet bidrar også til å gjere gradienten tydelegare, ved at dette feltet har den største dekninga av snømållav og lågast dekning av bristlav. Snømållav er ein karakterart for den subalpine bjørkeskogen, og i fleire TOV-område er det registrert tilbakegang og større skadeomfang for denne arten i løpet overvaksingsperioden (sjå t.d. Bruteig 2002, Bruteig & Wilmann 2003, Bruteig & Wilmann 2004).

Det optimale overvaksingsopplegget ville har vore å funne felt som låg plassert langs ein høgdegradient der lite anna enn høgda og dei klimatiske følgjene av høgdeforskjellen varierte, men dette var ikkje muleg i Åmotsdalen. Det øvre feltet ligg såleis i langt brattare terreng og er truleg langt meir utsett for store snømengder enn dei øvrige felta, og det nedre feltet er nordvendt og opplagt påverka av nærleiken til Åmotselva. Trass i desse innvendingane framstår dei nye felta som godt egna til å utvide klimagradienten i epifyttovervakinga i Åmotsdalen. Fleire av dei opphavelge felta er relativt like kvarandre når det gjeld artsinventar og mengdeforhold, men stor internvariasjon og skrantande helsetilstand på fleire av dei opphavelge undersøkingstrea gjer at vi førebels ikkje tilrår å fjerne nokon av felta frå overvakinga.

Det bør vurderast om høgdegradienten for epifyttovervakinga også bør utvidast tilsvarande i andre TOV-område, for å gjere overvakinga betre egna til å spore effektar av klimaendringar.

## 5 Konklusjon

### Områdets egnethet for å studere klimaeffekter

Åmotsdalen har i store trekk en topografi med lange dalsider med nokså likeartet eksponering mot sør. Området kan derfor egne seg for studier av arters responser på klimavariasjon i en høydegradient. Resultatene fra dette prosjektet for epifytter på stammer av bjørk tyder også på at området kan være godt egnet for epifyttundersøkelser med tilpasset TOV-metodikk (jf kap. 4). For markvegetasjonen synes ikke Åmotsdalen å være like ideell med tanke på en framtidig overvåking av klimaeffekter på biologisk mangfold, med tilpasning av eksisterende TOV-metodikk. Dette skyldes i hovedsak at Åmotsdalen ligger i et område med sure bergarter og med et næringsfattig jordsmonn som gir opphav til nokså artsfattige vegetasjonssamfunn. I mer artsrike systemer vil en forvente større effekt av klimaendringer fordi det her er flere arter som kan respondere på endringene. Åmotsdalen kan imidlertid sies å være representativ for områder med fattig berggrunn.

I lavereliggende deler av dalen, der noe rikere vegetasjon fins, er kulturpåvirkningen til dels sterk. I løpet av feltarbeidet ble det stadig observert beitende og vandrende sau i området. Selv om det var få tydelige spor av dette i vegetasjonen i de høyereliggende områdene, vil variasjon i beitetrykk kunne være et problem når det gjelder å analysere en framtidig tidsserie med hensyn til markvegetasjonens klimaresponser. Det er derfor nødvendig at informasjon om beitetrykket inngår som en del av grunnlaget for en analyse av vegetasjonsendringer over tid. Epifyttvegetasjonen er langt mindre utsatt for beitepåvirkning fra sau.

Lokal variasjon i terreng, løsmasser og hydrologi kan skape en variasjon som vanskeliggjør en tolkning av vegetasjonsendringer som en respons på storskala endringer i klimaet. Variasjon i terrenget, spesielt i øvre del av undersøkelsesområdet, kan gi ulik effekt av påvirkningen fra det dominerende vestlige værlaget, spesielt i form av lokale forskjeller i snødekket. At feltene ligger flekkvis i terrenget, atskilt av større myrområder, er også ugunstig fordi dette kan medføre annen økologisk variasjon som vanskeliggjør analysen av klimaresponser. Vegetasjonsmosaikken medfører også at myrene kan fungere som spredningsbarrierer i en viss utstrekning, i det minste for arter som spres via rotskudd etc. Dette kan innebære en forsinkelse i noen arters klimarespons som vil påvirke artssammensetningen.

Den analyserte gradienten går ned til 760 m o.h. Det er små muligheter for å forlenge denne gradienten videre nedover langs dalen, der også problemene med kulturpåvirkning av vegetasjonen øker. I dalbunnen vil dessuten lokale klimaeffekter knyttet til elva og dalbunnen sannsynligvis skape et kjøligere lokalklima som i noen grad vil reversere eller i det minste komplisere tolkningen av en høydetilknyttet klimagradient.

Trass i disse manglene ved Åmotsdalen som studieområde for effekter av klimaendringer på vegetasjonen, vil hovedtrekk ved området likevel være egnet. Gradienten fra ca 840 m o.h., i underkant av de tidligere etablerte TOV-feltene, til vel 1100 m o.h., for de høyest beliggende feltene, vil omfatte en betydelig høydegradient der også tydelige forskjeller i temperaturpåvirkning må forventes. Indikatorverdiene som er benyttet i analysen av høydegradienten, viser at en rekke av de påviste artene har indikatorverdi i forhold til klima, og at variasjonen i artssammensetning gir et godt bilde av temperaturgradienten (jf **figur 3.2**). Indikatorverdiene i **vedlegg 1** kan derfor også benyttes i studiet av endringer i artssammensetning over tid. Det vil imidlertid være viktig å dokumentere variasjonen i lokale temperaturforhold, kulturpåvirkning og andre økologiske forhold som vil påvirke tolkningen av observerte vegetasjonsendringer.

### Mulig klimarespons hos markvegetasjon og epifytter

Klimaet innvirker på markvegetasjonen på mange vis. Både vekstsesongens lengde, varighet og fordeling av snødekket, ekstremtemperaturer sommer og vinter kan være begrensende for

spesifikke plantearter. I tillegg kommer nedbørsmengde og fuktighetsforhold inn som viktige faktorer. Når det gjelder temperatur, er imidlertid mange av faktorene innbyrdes korrelert og generelt avtakende med høyden. Ellenbergs faktortall (Ellenberg et al. 1992) kan anses som et forsøk på å parametrisere variasjonen mellom planteartenes økologiske respons på temperaturen. Tilsvarende vurderinger av plantenes forhold til klimafaktorer er gjort også i Norge (Dahl 1998). Mange av de registrerte artene i feltsjiktet viser til dels en tydelig tilpasning til kjølig klima. En eventuell klimaendring i form av lengre vekstsesong eller høyere temperatur i vekstsesongen vil kunne føre til en tilbakegang for slike arter i de nederste TOV-feltene. Samtidig kan vi vente at enkelte mer varmekjære arter fra mellomboreal sone etter hvert kan øke i frekvens i disse TOV-feltene.

Epifytter på trestammer påvirkes tilsvarende av snødekket, temperatur- og nedbørsforhold. Enkelte arter, f.eks. grå stokklav, er avhengige av snødekket vinterstid og vokser i all hovedsak langt nede på trestammene. Snømållav er den mest typiske eksponenten for det motsatte: Denne arten vokser bare over snønivå, og arten fungerer som et godt mål på snømengdene i fjellbjørkeskog. Dekningen av arten viser seg også å korrelere godt med høydenivå, og den synes å være et godt eksempel på en kuldetolerant art i dette området. Ved en utvidelse av epifyttovervåkingen med to ekstra felt, ett lengst oppe i mot skoggrensa og ett i dalbunnen, ble klimagradianten langt tydeligere reflektert i artssammensetningen av epifytter på bjørk. Spesielt tydelig er det at de dominerende bladlavartene responderer ulikt på klimagradianten. Det innbyrdes dominansforholdet mellom disse bør kunne være en god indikator på klimavariasjon.

### **Muligheter for å fange opp endringer i skoggrensa**

Vår metode for å beskrive artssammensetning og struktur for trær og treaktige arter i de enkelte feltene er enkel og forholdsvis grei å gjennomføre i felt. Selv om de målte trevariablene ikke viser en entydig variasjon med høyden, fanger feltene opp både høytliggende områder uten trær og lavtliggende områder med velutviklet tresjikt. Dette skulle tilsi gode muligheter for å fange opp endringer hos de aktuelle artene og for å knytte disse til endringer i skoggrensa. Det er foreløpig ikke foretatt noen nærmere analyse av de innsamlede dataene, da det er vanskelig å relatere dem til andre data uten at det foreligger en tidsserie. Som grunnlag for å oppdage endringer i treslagenes fordeling i analysefeltene over tid synes metodikken velegnet. Med tanke på detaljert overvåking av endringer i tregrensa eller skoggrensa bør nok antallet analysefelt for måling av trestruktur økes i det aktuelle høydelaget. Dessuten kan det være hensiktsmessig med mer detaljert informasjon om hvert treindivid (en viktig variabel som individets alder vil imidlertid bare kunne fås ved destruktiv prøvetaking). Ved utlegging av analysefelt er det viktig at disse ikke ligger i for bratt terreng, hvor jord- og snøras vil påvirke skoggrensa og skogstrukturen vesentlig, noe som blant annet er tydelig tilfellet i den bratte lia under Gråurdfjellet.

### **Anbefalinger for videre undersøkelser av klimaeffekter**

I vår tilnærming i dette pilotprosjektet har vi forutsatt at reelle gradienter i variabler som kan knyttes til de pågående klimaendringene, ikke minst omgivelsestemperaturen, kan representeres ved høyden over havet. Det er selvfølgelig ikke bare høydenivået som styrer variasjonen i temperatur (eller i andre klimavariabler). Men som en "surrogatvariabel" for å lage et opplegg for å studere mulige effekter på vegetasjonen, fungerer høydegradienten ganske godt for å fange opp viktige variasjoner i klimaet, særlig hvis eksposisjonen også tas i betraktning. Det er imidlertid ønskelig å kunne dokumentere hvordan temperaturen og andre klimavariabler faktisk varierer med den romlige fordelingen av våre prøvefelt.

TOV-metodikken for markvegetasjon, med detaljerte analyser av vegetasjonen på fin skala, er i utgangspunktet godt egnet for vegetasjonsanalyser med klimaresponser som formål. Analyse-ene er imidlertid tidkrevende. I forhold til temperaturresponser synes de marklevende kryptogamene å gi lite informasjon utover det som følger fra feltsjiktvegetasjonen, da endringer i feltve-

getasjonen vil influere også på bunnsjiktet. Ved utlegging av flere felt for spesifikt å undersøke klimaeffekter, kan det derfor være ressurser å spare ved å fokusere på karplantene og la være å dekke kryptogamene i bunnsjiktet. De utlagte feltene i Åmotsdalen synes å gi en rimelig dekning av temperaturgradienten fra overgangen mellom boreal/nordboreal sone i fattig til middels rik vegetasjon. Overvåking av temperaturrelaterte klimaeffekter på markvegetasjonen vil følgelig kunne dekkes i Åmotsdalen ved tilpasning av TOV-metodikk, men vår evne til å fange opp slike effekter vil avhenge av tilgjengelig artstfang i området.

Resultatene for epifyttvegetasjonen i Åmotsdalen tyder på at en utlegging av et par nye prøvefelt med en passende utvidelse av høydegradienten kan gi en tydelig refleksjon av klimaeffekter på artssammensetningen. Dette vil dermed kunne brukes for å belyse effekter av klimaendringer. Det anbefales derfor at de to nye feltene anlagt i 2004 i Åmotsdalen, inngår i den framtidige overvåkingen av epifyttvegetasjonen her, uten at noen av de opprinnelige fem feltene tas ut i første omgang. Videre anbefales at tilsvarende utvidelse av høydegradienten for epifyttundersøkelsene vurderes for de øvrige TOV-områdene der det ligger til rette for dette, som del av den ordinære gjennomføringen av epifyttovervåkingen.

Ideelt sett bør et område for studier av klimaeffekter på markvegetasjonen ha en topografi som tillater en kontinuerlig gradient fra mellomboreal til lavalpin sone. Ny skog må kunne etablere seg ovenfor dagens skoggrense under mest mulig samme type topografi, berggrunn, løsmasser og fuktighetsforhold som under dagens skoggrense. Berggrunn og løsmasser bør også gi næring til en artsrik flora for å kunne få med et tilstrekkelig spekter av arter med en tydelig respons på sannsynlige klimaendringer. Kulturpåvirkningen bør ellers være liten og mest mulig stabil. I tillegg bør området ha tilfredsstillende tilgjengelighet og andre forhold av betydning for rasjonell gjennomføring av undersøkelsene. Selv om TOV-områdene neppe vil tilfredsstillende slike krav fullt ut, vil noen av områdene likevel ha karakteristika som gjør det mulig å fange opp endringer i vegetasjonen som svar på klimaendringer. TOV-områdene i Åmotsdalen, Gutulia, Børgefjell og Dividalen vil alle ha en topografi som trolig gjør det mulig å etablere tilfredsstillende høydegradienter, gitt at den lokale topografiske variasjonen ikke er for kompleks. Av disse er det imidlertid TOV-området i Dividalen som har den mest artsrike vegetasjonen og dermed kan forventes å gi mest variert respons på klimaendringer. I forbindelse med den neste ordinære runden med vegetasjonsundersøkelser i TOV bør derfor hvert enkelt område vurderes med sikte på supplerende undersøkelsene for å fange opp mulige klimaeffekter på vegetasjonen på en bedre måte enn i dag.

I tillegg til å tilpasse undersøkelsene i dagens TOV-områder kan det vurderes om man bør etablere tilsvarende overvåkingsopplegg spesielt innrettet mot klimaeffekter på markvegetasjonen i et nytt område som enda bedre tilfredsstillende kravene til slike undersøkelser. Et slikt område bør da ha en velutviklet høydegradient i et område med god dekning av artsrike vegetasjonstyper, og menneskelig utnyttelse av området må kunne kontrolleres. Dette vil gi muligheter for å fange opp mer subtile klimaeffekter ved at flere arter vil være tilgjengelige for å svare på klimaendringer. Ut fra hovedtrekk i terreng og geologi kan slike områder trolig finnes i Gudbrandsdalen eller Gausdal i Sør-Norge, men her kan det være en utfordring å finne områder der menneskelig bruk av området ikke er for stor og kan kontrolleres.

## 6 Referanser

- ACIA 2004. Impacts of a warming Arctic: Arctic climate impact assessment. – ACIA Overview Report, Cambridge University Press. 146 s.
- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O.E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Åmotsdalen, Sør-Trøndelag. – NINA Oppdragsmelding 610. 46s.
- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O.E., Erikstad, L., Wilmann, B., Brattbakk, I. & Sørli R. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund og Åmotsdalen – reanalyser 2001. – NINA Oppdragsmelding 758. 46s.
- Bendiksen, E. & Halvorsen, R. 1981. Botaniske inventeringer i Lifjellområdet. Kontaktutvalget for Vassdragsreguleringer, Universitetet i Oslo Rapport 28: 1-94.
- Bendiksen, E., Økland, R.H., Høiland, K., Eilertsen, O. & Bakkestuen, V. 2004. Relationships between macrofungi, vegetation and environmental factors in boreal coniferous forests in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. – *Sommerfeltia* 30: 1-125.
- Braak, C.J.F. ter 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). – TNO Inst. Appl. Comp. Sci., Stat. Dept. Wageningen, Wageningen.
- Braak, C.J.F. ter 1990. Update notes: CANOCO version 3.10. – *Agricult. Math. Group*, Wageningen.
- Braak, C.J.F. ter & Smilauer, P. 1998. - CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). – Centre for Biometry Wageningen, 1998.
- Brattbakk, I., Gaare, E., Hansen, K. F. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og Lund 1991. – NINA Oppdragsmelding 131.66s.
- Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Åmotsdalen og Lund 1996. – Allforsk rapport 9. 40s.
- Bruteig, I.E. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Samanstilling av epifyttovervåkinga 1990-1999. – NINA Oppdragsmelding 776. 39s.
- Bruteig, I.E. & Wilmann, B. 2003. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk i Møsvatn 2002. – I Framstad, E., red. Terrestrisk naturovervåking. Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2002. NINA Oppdragsmelding 793: 16-28.
- Bruteig, I.E. & Wilmann, B. 2004. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk i Dividal og Gutulia 2003. - I Framstad, E., red. Terrestrisk naturovervåking. Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2003. NINA Oppdragsmelding 839: 39-60.
- Dahl, E. 1998. The phytogeography of Northern Europe (British Isles, Fennoscandia and adjacent areas). – Cambridge Univ. Press. 297 pp.
- Dalen, L. & Hofgaard, A. 2005. Differential regional treeline dynamics in the Scandes Mountains. – *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 37: 284-296.
- Diekmann, M. 1995. Use and Improvement of Ellenbergs Indicator Values in Deciduous Forests of the Boreo-Nemoral Zone in Sweden. - *Ecography* 18: 178-189.
- Diekmann, M. 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - a review. - *Basic and Applied Ecology* 4: 493-506.
- EEA 2004. Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment. – EEA Report 2/2004. 100 s.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scripta Geobotanica* 18. 2.opplag.
- Framstad, E., Rinde, E. & Stabbetorp, O. 2003a. Indicators for effects of climate change on biodiversity. – Upubl. rapport til Det europeiske miljøbyrået, København.
- Framstad, E., Bakkestuen, V., Bruteig, I.E., Kålås, J.A., Nygård, T. & Økland, R.H. 2003b. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking 1990-2002. – NINA Temahefte 24. 30 s.
- Frisvoll, A.A., Elvebakk, A., Flatberg, K.I. & Økland R.H. 1995. Sjekklister over norske mosar. Vitskapleg og norske namnverk. – NINA Temahefte 4: 1-104.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA – A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. – Cornell Univ., Ithaca, New York.
- Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wilmann, B. 2004. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Åmotsdalen og Lund 2001. – NINA Oppdragsmelding 834. 33 s.
- Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Åmotsdalen og Lund 1991. – DN-notat 1992-3: 1-73.
- Hofgaard, A. 2004. Effekter av klimaendringer på biologiske/økologiske systemer. DNs overvåkingsdata – potensial og kunnskapsressurs. – NINA Oppdragsmelding 848. 53 s.
- Hofgaard, A. & Wilmann, B. 2002. Plant distribution patterns across the forest-tundra ecotone: The importance of treeline position. – *Ecoscience* 9: 375-385.
- Iversen, T. et al. 2005. RegClim. Norges klima om 100 år. Usikkerhet og risiko. – brosjyre, RegClim-prosjektet.
- Jalas, J. & Suominen, J. 1972-94. Atlas Florae Europaeae 1-10. Helsinki.
- Krog, H., Østhaugen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora, 2. utg. Norske busk- og bladlav. - Universitetsforlaget, Oslo.

- Lid, J. & Lid, D.T. 1994. Norsk flora. 6. Utgåve ved Reidar Elven – Det norske samlaget, Oslo.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. – Statens kartverk, Hønefoss.
- Parmesan, C., Root, T.L. & Willig, M.R. 2000. Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. – Bulletin of the American Meteorological Society 81: 443-450
- Parmesan, C. & Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impact across natural systems. – Nature 421: 37-42.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, J.A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. – Nature 421: 57-60.
- Skre, O. 1979. The regional distribution of vascular plants in Scandinavia with requirements for high summer temperatures. – Norwegian Journal of Botany 26: 295-318.
- Sonesson, M. 1989. Water, light and temperature relations of the epiphytic lichens *Parmelia olivacea* and *Parmeliopsis ambigua* in northern Swedish Lapland. – Oikos 56: 402-415.
- SPSS 2003. SPSS base 11.5: User's guide package. - SPSS Inc, Chicago.
- Stenseth, N.C., Mysterud, A., Ottersen, G., Hurrell, J.W., Chan, K.-S. & Lima, M. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. – Science 297: 1292-1296
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. – Nature 416: 389-395.
- Økland, R.H. & Bendiksen, E. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in the Grunningsdalen area, Telemark, S. Norway. – Sommerfeltia 2: 1-224.
- Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation - environment relationships of boreal coniferous forests in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. - Sommerfeltia 16: 1-254.





## Vedlegg 1. Klimaparametere for arter fra Åmotsdalen

Klimaparametere for observerte karplantearter fra Åmotsdalen ut fra rangeringer hos Ellenberg et al (1992) og Dahl (1998), samt vegetasjonssone (jf Moen 1998) og høydegrenser fra Elven (2005).  $t$  = Ellenbergs faktortall for temperatur,  $r$  = respirasjonssum for vekstsesongen,  $w_h$  = indikatorverdi for utbredelse begrenset av høye vintertemperaturer,  $t_{max}$  = indikatorverdi for om utbredelsen er begrenset av høye sommertemperaturer. Artene er sortert i plantegeografiske grupper gitt av Økland & Bendiksen (1981).

			Elven	Ellenberg		Dahl		
			soner	høyde- grense	t	r	$w_h$	$t_{max}$
<b>Ekte alpine arter (N1)</b>								
Arctous alpinus	rypebær	NB-MA	1620		2	0,5		25
Carex bigelowii ssp. rigida	vanlig stivstarr	NB-HA	1950		3	0,1		27
Diphysastrum alpinum	fjelljamne	NB-MA	1740		3	0,4		27
Hieracium alpinum	fjellsvever				2			
Juncus trifidus	rabbesiv	NB-MA	1850		2	0,3		25
Loiseleuria procumbens	greplyng	NB-HA	1920		2	0,3		25
Pedicularis lapponica	bleikmyrlegg	NB-MA	1700			0,4		28
Phyllodoce caerulea	blålyng	NB-HA	1520			0,2		27
Salix herbacea	musøre	NB-HA	2170		2	0		25
<b>Nordlige arter (N2)</b>								
Alchemilla glomerulans	kildemarikåpe	MB-MA	1730			0,5		28
Bartsia alpina	svartopp	MB-MA	1960		3	0,3		28
Euphrasia wettsteinii	fjelløyentrøst	MB-MA	1800		3	0,4		27
Luzula multiflora ssp. frigida	seterfrytle	NB-MA	1800		-99			
Myosotis decumbens	fjellforglemmegei	MB-LA	1550		3	0,5		
Omalotheca norvegica	setergråurt	MB-MA	1780		3	0,4	-5	27
Phleum alpinum	fjelltimotei	MB-MA	1800		3	0,4	-4	28
Salix glauca coll.	sølvvier	MB-MA	1900			0,4		30
Saussurea alpina	fjellistel	MB-HA	2130		1	0,2		28
Stellaria borealis	fjellstjerneblom	MB-LA	1550				-3	
Viola biflora	fjellfiol	MB-MA	1500		3	0,3		26
<b>Svakt nordlige arter (N3)</b>								
Alchemilla alpina	fjellmarikåpe	MB-MA	1760		2	0,5		26
Betula nana ssp. nana	vanlig dvergbjørk	SB-LA	1570		3	0,4	-2	30
Bistorta vivipara	harerug	BN-HA	2280		2		-2	29
Calamagrostis phragmitoides	skogrøykvein	Ne-LA	1430		4	0,5		
Carex brunnescens ssp. brunnescens	vanlig seterstarr	BN-MA	1550		2	0,5	-3	32
Carex vaginata coll.	slirestarr	BN-MA	1830		3	0,4	-2	32
Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum	fjellkrekling	MB-MA	1770		3	0,3	0	29
Salix lapponum	lappvier	MB-MA	1750			0,5	3	31
Selaginella selaginoides	dvergjамne	BN-MA	1520		3	0,4	-1	
<b>Østlige arter (E2)</b>								
Aconitum lycoctonum ssp. septentrionale	tyrihjem	BN-LA	1670				-7	
<b>Vidtspredte arter med sørlig tendens (S4)</b>								
Agrostis canina	hundekvein	Ne-NB	1000		5			
Carex echinata	stjernestarr	Ne-NB	1130		-99			
Carex pallescens	bleikstarr	Ne-NB	1200		4	1,5		
Maianthemum bifolium	maiblom	Ne-NB	1265		-99		0	33
Oxalis acetosella	gaukesyre	Ne-LA	1000		-99			
Veronica chamaedrys	teskjeggveronika	Ne-MB	1100		-99			
Veronica officinalis	legeveronika	Ne-NB	1150		-99			
Viola riviniana	skogfiol	Ne-NB	980		-99	1,4		

## Vedlegg 1 (forts.)

		Elven	Ellenberg		Dahl		
		soner	høyde- grense	t	r	w <sub>h</sub>	t <sub>max</sub>
<b>Vidtspredte arter (VS)</b>							
Agrostis capillaris	engkvein	Ne-NB	1340	-99			
Alnus incana coll.	gråor	BN-NB	1100	4	1	-2	
Anthoxanthum odoratum/nipponicum	Vanlig/fjell-gulaks	Ne-MA	2130	3	0,3		
Arctostaphylos uva-ursi	mjølbær	Ne-MA	1840	-99	0,5	0	
Avenella flexuosa	smyle	Ne-MA	1900	-99			
Calluna vulgaris	røsslyng	Ne-LA	1450	-99	0,6		
Campanula rotundifolia coll.	blåklokke	Ne-MA	2060	5	0,5		
Carex canescens	gråstarr	Ne-LA	1400	4	0,7		
Carex nigra	slåttestarr	Ne-LA	1360	-99	0,7		
Chamaepericlymenum suecicum	skrubebær	Ne-LA	1200	4			
Cirsium heterophyllum	hvitbladtistel	Ne-LA	1680	4	0,5	-1	31
Deschampsia cespitosa ssp. cespitosa	vanlig sølvbunke	Ne-LA	1470	-99	0,5		
Festuca ovina ssp. ovina	vanlig sauesvingel	Ne-HA	1900	-99			
Festuca rubra coll.	rødsvingel	Ne-MA	1550	-99	0,4		
Filipendula ulmaria	mjødurt	Ne-NB	1350	5	0,7		
Geranium sylvaticum	skogstorkenebb	Ne-LA	1750	4		0	33
Gymnocarpium dryopteris	fugletelg	Ne-LA	1600	4	0,6		32
Hieracium sect. Hieracium	skogsvever			-99			
Hieracium sect. Vulgata	beitesvever			5			
Juncus filiformis	trådsiv	Ne-LA	1400	4	0,6		
Juniperus communis coll.	einer	Ne-MA	1730	-99			
Linnaea borealis	linnaea	Ne-LA	1320	-99	0,7	-1	32
Listera cordata	småtveblad	Ne-NB	1200	4	0,9	0	32
Luzula pilosa	hårfrytle	Ne-NB	1200	-99			
Lycopodium annotinum coll.	strikråkefot	Ne-MA	1600	4	0,5	-1	33
Melampyrum pratense	stormarimjelle	Ne-LA	1230	-99	0,9		
Melica nutans	hengeaks	Ne-NB	1370	-99	0,8	0	
Milium effusum	myskegras	BN-LA	1380	-99			
Nardus stricta	finnskjøgg	Ne-MA	1750	-99	0,4		33
Orthilia secunda	nikkevintergrøn	Ne-LA	1400	-99			
Phegopteris connectilis	hengeving	Ne-LA	1560	4	0,6	1	33
Pinguicula vulgaris	tettegras	Ne-MA	1570	-99	0,4	0	
Poa pratensis coll.	engrapp	Ne-MA	1950	-99			
polygonatum verticillatum	kranskonvall	Ne-NB	1300	4	0,8		32
Potentilla erecta	tepperot	Ne-LA	1320	-99			
Pyrola minor	perlevintergrønn	Ne-LA	1620	-99	0,5		
Ranunculus acris coll.	engsoleie	Ne-HA	1870	-99			
rubus chamaemorus	molte	Ne-LA	1500	3	0,5	-1	
Rubus saxatilis	teiebær	Ne-LA	1500	-99	0,7	0	
Rumex acetosa coll.	matsyre	Ne-MA	1880	-99			
Silene dioica	rød jonsokblom	Ne-LA	1780	-99	0,4		
Solidago virgaurea coll.	gullris	Ne-MA	1800	-99	0,4		
Sorbus aucuparia ssp. aucuparia	vanlig rogn	Ne-NB	1500	-99	0,8		
Taraxacum sect. Ruderalia	ugrassløvetann			-99	0,3		
Trientalis europaea	skogstjerne	Ne-LA	1600	5	0,7	1	
Vaccinium myrtillus	blåbær	Ne-MA	1700	-99	0,3	2	
Vaccinium uliginosum ssp. uliginosum	blokkebær	Ne-MA	1730	-99	0,4		
Vaccinium vitis-idaea ssp. vitis-idaea	tyttebær	Ne-MA	1800	-99	0,3		
Viola palustris	myrfiol	Ne-MA	1750	-99	0,5		

## Vedlegg 2. Karplantearter i middels næringsrike felt

Karplantearter observert i middels rike analysefelt i Åmotsdalen. Artene er sortert etter deres tyngdepunkt langs høydegradienten. Gruppe henviser til gruppeinndelingen i **vedlegg 1**.

Vitenskapelig navn	Norsk navn	Felt Hoh gruppe	A 1143	I 1015	J 950	11 895	12 895	K 853	M 759
<i>Pedicularis lapponica</i>	bleikmyrklegg	N1	1						
<i>Stellaria borealis</i>	fjellstjerneblom	N2	1						
<i>Betula nana</i> ssp. <i>nana</i>	vanlig dvergbjørk	N3	4						
<i>Calamagrostis phragmitoides</i>	skogørkvein	N3	1						
<i>Rumex acetosa</i> coll.	matsyre	VS	3						
<i>Juncus filiformis</i>	trådsiv	VS	1						
<i>Phylodoce caerulea</i>	blålyng	N1	3	1					
<i>Salix lapponum</i>	lappvier	N3	4				2		
<i>Salix glauca</i> coll.	sølvvier	N2	3		3				
<i>Omalotheca norvegica</i>	setergråurt	N2		2					
<i>Filipendula ulmaria</i>	mjødurt	VS		1					
<i>Viola palustris</i>	myrfiol	VS	1	2	2				
<i>Vaccinium uliginosum</i> ssp. <i>uliginosum</i>	blokkebær	VS	2	3	3		2		
<i>Deschampsia cespitosa</i> ssp. <i>cespitosa</i>	vanlig sølvbunke	VS	2	4		4			
<i>Potentilla erecta</i>	tepperot	VS		3	2				
<i>Nardus stricta</i>	finnskjegg	VS	1	1	1	2			
<i>Empetrum nigrum</i> ssp. <i>hermaphroditum</i>	fjellkrekling	N3	3	2	3		3	2	
<i>Calluna vulgaris</i>	røsslyng	VS	2	2			2	2	
<i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>frigida</i>	seterfrytle	N2	2	2	2	2	2	1	
<i>Phegopteris connectilis</i>	hengeving	VS		3		2			
<i>Carex bigelowii</i> ssp. <i>rigida</i>	vanlig stivstarr	N1	1			1	2		
<i>Anthoxanthum odoratum/nipponicum</i>	vanlig gulaks/fjellgulaks	VS	2	3	3	3	3	2	
<i>Alchemilla glomerulans</i>	kildemarikåpe	N2			1				
<i>Carex brunnescens</i> ssp. <i>brunnescens</i>	seterstarr	N3			1				
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	ugrasløvetann	VS			1				
<i>Carex nigra</i> ssp. <i>nigra</i>	slåttstarr	VS			1				
<i>Carex echinata</i>	stjernestarr	S4			1				
<i>Carex pallescens</i>	bleikstarr	S4			2				
<i>Vaccinium myrtillus</i>	blåbær	VS	4	3	3	3	3	2	3
<i>Alchemilla alpina</i>	fjellmarikåpe	N3	1	1	1	2	2	1	
<i>Geranium sylvaticum</i>	skogstorkenebb	VS	4	3	4	4	3	3	3
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	fugletelg	VS	2	2	2	3	3	4	
<i>Euphrasia wettsteinii</i>	fjelløyentrøst	N2		1			2		
<i>Solidago virgaurea</i> coll.	gullris	VS	2	3	3	2	3		3
<i>Ranunculus acris</i> coll.	engsoleie	VS	2	1	3	3	3	2	1
<i>Listera cordata</i>	småtteblad	VS	1			2	2	1	
<i>Juniperus communis</i> coll.	einer	VS	3	2	1	1	2	3	3
<i>Agrostis capillaris</i>	engkvein	VS	2	3	3	3	3	3	2
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	skrubnbær	VS		1	2	2	3		
<i>Avenella flexuosa</i>	smyle	VS	3	4		4	3	3	4
<i>Trientalis europaea</i>	skogstjerne	VS	2	2	2	3	3	3	2
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> ssp. <i>vitis-idaea</i>	tyttebær	VS	2	3	3	3	3	3	4
<i>Carex vaginata</i> coll.	slirestarr	N3			1	2	2		
<i>Bistorta vivipara</i>	harerug	N3			1	3	3		
<i>Melampyrum pratense</i>	stormarimjelle	VS	1	1		2	2	1	2
<i>Viola biflora</i>	fjellfiol	N2				1			
<i>Saussurea alpina</i>	fjelltistel	N2					2		
<i>Polygonatum verticillatum</i>	kranskonvall	VS				2	2		
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>ovina</i>	sauesvingel	VS					1		
<i>Rubus saxatilis</i>	teiebær	VS		2		2			2
<i>Phleum alpinum</i>	fjelltimotei	N2			1	2		2	
<i>Sorbus aucuparia</i> ssp. <i>aucuparia</i>	rogn	VS		1	2				2
<i>Pyrola minor</i>	perlevintergrønn	VS			3	3	3	1	2
<i>Maianthemum bifolium</i>	maiblom	S4					3	2	
<i>Luzula pilosa</i>	hårfrytle	VS		1	2	3	3	3	3
<i>Linnaea borealis</i>	linnae	VS					3	3	
<i>Veronica officinalis</i>	legeveronika	S4		1	3	3	3	3	4

## Vedlegg 2 (forts.)

Vitenskapelig navn	Norsk navn	Felt Hoh gruppe	A	I	J	11	12	K	M
			1143	1015	950	895	895	853	759
<i>Orthilia secunda</i>	nikkevintergrønn	VS			1	2	2		2
<i>Oxalis acetosella</i>	gaukesyre	S4			3	3	2	4	4
<i>Aconitum lycoctonum</i> ssp. <i>septentrionale</i>	tyrihjel	E2			1				1
<i>Festuca rubra</i> coll.	rødsvingel	VS						2	
<i>Poa pratensis</i> coll.	engrapp	VS						2	
<i>Agrostis canina</i>	hundekvein	S4						2	
<i>Hieracium</i> sect. <i>Vulgata</i>	beitesvever	VS				1			1
<i>Hieracium</i> sect. <i>Hieracium</i>	skogsvever	VS			1				2
<i>Myosotis decumbens</i>	fjellforglemmegei	N2							3
<i>Alnus incana</i> coll.	gråor	VS							3
<i>Melica nutans</i>	hengeaks	VS							3
<i>Campanula rotundifolia</i> coll.	blåklokke	VS							1
<i>Viola riviniana</i>	skogfiol	S4							1

## Vedlegg 3. Karplantearter i næringsfattige felt

Karplantearter observert i fattige analysefelt i Åmotsdalen, sortert etter deres tyngdepunkt langs høydegradienten: Artenes mengdeangivelser er forklart i kap. 3.1 og gruppe i **vedlegg 1**.

Vitenskapelig navn	Norsk navn	Felt Hoh Gruppe	B 1108	C 1093	D 1078	H 1043	G 1042	F 999	E 974	14 930
<i>Bistorta vivipara</i>	hærerug	N1	2							
<i>Diphasiastrum alpinum</i>	fjelljamne	N1	2							
<i>Hieracium sect. alpinum</i>	fjellsvever	N1	2							
<i>Salix herbacea</i>	musøre	N1	1							
<i>Viola palustris</i>	myrflol	VS	1							
<i>Juncus trifidus</i>	rabbesiv	N1	3	3						
<i>Salix lapponum</i>	lappvier	N3	2	2	2					
<i>Arctostaphylos uvva-ursi</i>	mjølbær	VS		1						
<i>Arctous alpinus</i>	rypebær	N1		1						
<i>Bartsia alpina</i>	svarttopp	N2		1						
<i>Carex canescens</i>	gråstarr	VS		1						
<i>Festuca rubra coll.</i>	rødsvingel	VS		1						
<i>Deschampsia cespitosa ssp. cespitosa</i>	vanlig sølvbunke	VS		3	3					
<i>Salix glauca coll.</i>	sølvvier	N2		2	3					
<i>Saussurea alpina</i>	fjelltistel	N2			2					
<i>Luzula multiflora ssp. frigida</i>	seterfrytle	N2			1					
<i>Omalotheca norvegica</i>	setergråurt	N2			1					
<i>Pinguicula vulgaris</i>	tettegras	VS			1					
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	ugrasløvetann	VS			1					
<i>Milium effusum</i>	myskegras	VS					1			
<i>Hieracium sect. Hieracium</i>	skogsvever	VS					1			
<i>Betula nana ssp. nana</i>	vanlig dvergbjørk	N3	3	4	4	2		2		3
<i>Phyllodoce caerulea</i>	blålyng	N1	3	2		3				
<i>Alchemilla alpina</i>	fjellmarikåpe	N3	2							
<i>Loiseleuria procumbens</i>	greplyng	N1	2	1						2
<i>Pyrola minor</i>	perlevintergrønn	VS	1				1			
<i>Carex bigelowii ssp. rigida</i>	vanlig stivstarr	N1	2	2	2	1				2
<i>Pedicularis lapponica</i>	bleikmyrkelegg	N1		1						
<i>Vaccinium uliginosum ssp. uliginosum</i>	blokkebær	VS	2	2	3	2	2	1		3
<i>Juniperus communis coll.</i>	einer	VS	1	1	1		3	1	1	
<i>Anthoxanthum odoratum/nipponicum</i>	vanlig gulaks/fjellgulaks	VS	2		2	1	2			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	blåbær	VS	5	3	2	5	4	4	4	3
<i>Solidago virgaurea coll.</i>	gullris	VS	2	1	2	3	2			
<i>Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum</i>	fjellkrekling	N3	5	3	5	3	4	4	5	4
<i>Calluna vulgaris</i>	Røssllyng	VS	1	3	3	2	3		3	4
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	skrubbbær	VS			2	3	2	2		
<i>Avenella flexuosa</i>	smyle	VS	3		3	3	4	4	3	3
<i>Vaccinium vitis-idaea ssp. vitis-idaea</i>	tyttebær	VS		2	2	3	4	3	4	3
<i>Trientalis europaea</i>	skogstjerne	VS	1			3	3	3	1	2
<i>Melampyrum pratense</i>	stormarimjelle	VS		2	1		1	1		2
<i>Festuca ovina ssp. ovina</i>	sauesvingel	VS			2					
<i>Geranium sylvaticum</i>	skogstorkenebb	VS					2			
<i>Potentilla erecta</i>	tepperot	VS				2				
<i>Luzula pilosa</i>	hårfrytle	VS				2	3	1		
<i>Nardus stricta</i>	finnskjegg	VS	1							
<i>Sorbus aucuparia ssp. aucuparia</i>	rogn	VS				1				
<i>Lycopodium annotinum coll.</i>	strikråkefot	VS			1					
<i>Rubus chamaemorus</i>	molte	VS								
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	fugletelg	VS					2	2		
<i>Listera cordata</i>	småtvblad	VS								
<i>Linnaea borealis</i>	linnaea	VS					2			
<i>Hieracium sect. Vulgata</i>	beitesvever	VS								
<i>Agrostis capillaris</i>	engkvein	VS					1			
<i>Maianthemum bifolium</i>	maiblom	S4								
<i>Oxalis acetosella</i>	gaukesyre	S4								
<i>Veronica chamaedrys</i>	tveskjeggveronika	S4								
<i>Veronica officinalis</i>	legeveronika	S4								

13 25	6 915	7 915	1 915	9 905	4 900	5 900	L 815	Felt Hoh	Gruppe	Vitenskapelig navn	Norsk navn
									N1	<i>Bistorta vivipara</i>	hærerug
									N1	<i>Diphasiastrum alpinum</i>	fjelljamne
									N1	<i>Hieracium sect. alpinum</i>	fjellsvever
									N1	<i>Salix herbacea</i>	musøre
									VS	<i>Viola palustris</i>	myrflol
									N1	<i>Juncus trifidus</i>	rabbesiv
									N3	<i>Salix lapponum</i>	lappvier
									VS	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	mjølbær
									N1	<i>Arctous alpinus</i>	rypebær
									N2	<i>Bartsia alpina</i>	svarttopp
									VS	<i>Carex canescens</i>	gråstarr
									VS	<i>Festuca rubra coll.</i>	rødsvingel
									VS	<i>Deschampsia cespitosa ssp. cespitosa</i>	vanlig sølvbunke
									N2	<i>Salix glauca coll.</i>	sølvvier
									N2	<i>Saussurea alpina</i>	fjelltistel
									N2	<i>Luzula multiflora ssp. frigida</i>	seterrfrytle
									N2	<i>Omalotheca norvegica</i>	setergråurt
									VS	<i>Pinguicula vulgaris</i>	tettegras
									VS	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	ugrasløvetann
									VS	<i>Milium effusum</i>	myskegras
									VS	<i>Hieracium sect. Hieracium</i>	skogsvever
3									N3	<i>Betula nana ssp. nana</i>	vanlig dvergbjørk
1					3				N1	<i>Phylodoce caerulea</i>	blålyng
								1	N3	<i>Alchemilla alpina</i>	fjellmarikåpe
2									N1	<i>Loiseleuria procumbens</i>	greplyng
								2	VS	<i>Pyrola minor</i>	perlevintergrønn
2	1		3					2	N1	<i>Carex bigelowii ssp. rigida</i>	vanlig stivstarr
2									N1	<i>Pedicularis lapponica</i>	bleikmyrklegg
3	2		3	3	2	2			VS	<i>Vaccinium uliginosum ssp. uliginosum</i>	blokkebær
		2			2			2	VS	<i>Juniperus communis coll.</i>	einer
					2	3	2		VS	<i>Anthoxanthum odoratum/nipponicum</i>	vanlig gulaks/fjellgulaks
3	3	3	4	3	3	4	3		VS	<i>Vaccinium myrtillus</i>	blåbær
2	1	2		2	2	3	2		VS	<i>Solidago virgaurea coll.</i>	gullris
5	5	5	4	5	3	4	4		N3	<i>Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum</i>	fjellkrekling
4	3	3	3	3	3	3			VS	<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng
	3			3	3	3			VS	<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	skrubbær
3	3	3	3	3	3	3	4		VS	<i>Avenella flexuosa</i>	smyle
3	3	3	3	3	3	3	4		VS	<i>Vaccinium vitis-idaea ssp. vitis-idaea</i>	tyttebær
	2	3	3	2	3	3	3		VS	<i>Trientalis europaea</i>	skogstjerne
1	2	3	2	3	2	2	1		VS	<i>Melampyrum pratense</i>	stomarimjelle
		2			2	1	1		VS	<i>Festuca ovina ssp. ovina</i>	sauesvingel
					1	2	1		VS	<i>Geranium sylvaticum</i>	skogstorkenebb
				2	2	3			VS	<i>Potentilla erecta</i>	tepperot
2		2	2	2	3	3	3		VS	<i>Luzula pilosa</i>	hårfrytle
			3	2	1	2			VS	<i>Nardus stricta</i>	finnskjegg
		2					1		VS	<i>Sorbus aucuparia ssp. aucuparia</i>	rogn
					2	2	1		VS	<i>Lycopodium annotinum coll.</i>	strikråkefot
			1						VS	<i>Rubus chamaemorus</i>	molte
					2		4		VS	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	fugleteig
			1	1		2			VS	<i>Listera cordata</i>	småtvblad
		2		2	3	3	3		VS	<i>Linnaea borealis</i>	linnae
					2				VS	<i>Hieracium sect. Vulgata</i>	beitesvever
2			2			1	3		VS	<i>Agrostis capillaris</i>	engkvein
							3		S4	<i>Maianthemum bifolium</i>	maiblom
							2		S4	<i>Oxalis acetosella</i>	gaukesyre
							1		S4	<i>Veronica chamaedrys</i>	tveskjeggveronika
							1		S4	<i>Veronica officinalis</i>	legeveronika

## Vedlegg 4. Oversikt over observerte moser og lav i analysefeltene for markvegetasjon i Åmotsdalen

	A	I	J	11	12	K	M	B	C	D	H
	1143	1015	950	895	895	853	759	1108	1093	1078	1043
<b>MOSER</b>											
<i>Aneura pinguis</i>					2						
<i>Aulacomnium palustre</i>		2								1	
<i>Barbilophozia floerkei</i>		1							1		
<i>Barbilophozia kunzeana</i>								2	1		
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>			2	2	3	3			2		2
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>		1									
<i>Brachythecium reflexum</i>				2	2	2	2	2			3
<i>Brachythecium salebrosum</i>	1		2		2						
<i>Climacium dendroides</i>			3								
<i>Dicranum fuscescens</i>		1							1		1
<i>Dicranum majus</i>											
<i>Dicranum polysetum</i>								1			
<i>Dicranum scoparium</i>	2	2	2	1	2	2	2		2	3	2
<i>Diplophyllum taxifolium</i>		1									
<i>Hylocomium splendens</i>		1	2	3	1		2		2		
<i>Lophozia obtusa</i>	1			2	4					1	
<i>Lophozia ventricosa</i>		1							1		
<i>Plagiochila asplenioides</i>					2						
<i>Plagiothecium laetum</i>		1		1							
<i>Pleurozium schreberi</i>		1		1	2		1		3		2
<i>Pohlia</i>					3			2	1		1
<i>Polytrichum sp. (longisetum?)</i>											
<i>Polytrichum commune</i>	3	3	2	5	5			2	1		3
<i>Polytrichum juniperinum</i>							1	1			1
<i>Ptilidium ciliare</i>					1						
<i>Rhodobryum roseum</i>	1			2	4	1					
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>		1	2	4	1						
<i>Sanionia uncinata</i>		1				1					
<i>Sphagnum quinquefarium</i>	4	4								4	
<b>LAV</b>											
<i>Cetraria islandica</i>								3	1		
<i>Cladonia arbuscula/mitis</i>								2	2		
<i>Cladonia bellidiflora</i>								1			
<i>Cladonia carneola</i>								2	1		1
<i>Cladonia chlorophaea agg.</i>						1		2			1
<i>Cladonia coccifera</i>		1									
<i>Cladonia coniochraea</i>				1	1						
<i>Cladonia furcata</i>											
<i>Cladonia gracilis</i>							1	1			
<i>Cladonia rangiferina</i>								1	2		
<i>Cladonia stellaris</i>											
<i>Cladonia sulphurina</i>											
<i>Cladonia uncialis</i>								1			
<i>Nephroma arcticum</i>									2		
<i>Peltigera aphthosa</i>											
<i>Peltigera canina</i>					3						



## Vedlegg 4 (forts.)

G	F	E	14	13	6	7	1	9	4	5	L	
1042	999	974	930	925	915	915	915	905	900	900	815	
												<b>MOSER</b>
												Aneura pinguis
												Aulacomnium palustre
1	2	2					1				2	Barbilophozia floerkei
												Barbilophozia kunzeana
2	3	2	4	5	4	4	4	5	4	5		Barbilophozia lycopodioides
												Blepharostoma trichophyllum
2	2	2		1	2	5		1	2	2		Brachythecium reflexum
					1				2		3	Brachythecium salebrosum
												Climacium dendroides
2	2	2	4	2				1			1	Dicranum fuscescens
									1	1		Dicranum majus
	1	2									1	Dicranum polysetum
2	3	3	3	5	5	4	3	3	3	4	3	Dicranum scoparium
												Diplophyllum taxifolium
			1	5		3	4	4	1	4	2	Hylocomium splendens
								3	3	3		Lophozia obtusa
									2	1		Lophozia ventricosa
												Plagiochila asplenioides
												Plagiothecium laetum
1	3	3	5	5	5	4	5	5	4	4	2	Pleurozium schreberi
	1						1					Pohlia
	1											Polytrichum sp. (longisetum?)
	1		4	5	4		5	5	5	5		Polytrichum commune
2	1	1		1					4	4		Polytrichum juniperinum
	1		2	2	1	1	2	2			1	Ptilidium ciliare
						1		1	3	3	1	Rhodobryum roseum
									1			Rhytidiadelphus squarrosus
												Sanionia uncinata
												Sphagnum quinquefarium
												<b>LAV</b>
	2	2	1			1						Cetraria islandica
		2										Cladonia arbuscula/mitis
												Cladonia bellidiflora
2		3	2		1				1		1	Cladonia carneola
1	1	2	3	1		1						Cladonia chlorophaea agg.
		2										Cladonia coccifera
						1						Cladonia coniochraea
		2								1		Cladonia furcata
		2	1									Cladonia gracilis
		3	4	2								Cladonia rangiferina
		2										Cladonia stellaris
1		2										Cladonia sulphurina
			1									Cladonia uncialis
			1	4								Nephroma arcticum
				2								Peltigera aphthosa
												Peltigera canina



## Program for terrestrisk naturovervåking (TOV)

### Formål

Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) inngår som ett av flere overvåkingsprogrammer som dokumenterer biologisk mangfold i Norge og endringer i dette. TOV fokuserer på vanlig forekommende naturtyper og arter, hovedsakelig i skog og fjell.

Programmet skal framskaffe kunnskap om langsiktige endringer i naturen, og om mulig knytte dette til påvirkning fra

- sur nedbør (både svovel og nitrogen)
- langtransporterte miljøgifter (metaller og organiske miljøgifter)
- klimaendringer
- arealbruk
- samspillet mellom flere påvirkningsfaktorer

Programmet skal på et tidlig tidspunkt oppdage eventuelle negative effekter av menneskelig påvirkning på det biologiske mangfoldet. For å kunne gjøre dette, må programmet også framskaffe kunnskap om naturlige variasjoner i naturen. TOV skal også framskaffe viktige referansedata til områder som lokalt er påvirket av arealbruk eller forurensning.

### Beskrivelse

TOV baserer seg på integrert overvåking i syv utvalgte områder, samt landsdekkende kartlegging av utvalgte parametere. TOV ble etablert i 1990, og det siste overvåkingsområdet ble satt i gang i 1993.

De syv overvåkingsområder er fordelt over landet fra sørvest til nord på en måte som reflekterer både klimavariasjoner og ulikheter i belastning av langtransporterte miljøgifter. Alle områdene er plassert slik at de ikke utsettes for raske endringer i arealbruken. De fleste områdene er lagt til verneområder. I områdene foregår integrert overvåking. Dette betyr at forekomsten av ulike arter og andre egenskaper ved økosystemet sees i sammenheng, noe som gir bedre mulighet til å tolke resultatene. I områdene overvåkes lav og alger på trær, moser, markvegetasjon, smågnagere, spurvefugl, lirype, jaktfalk og kongeørn. Faunaovervåkingen foregår årlig, mens overvåking av vegetasjon foregår hvert femte år. Informasjon om påvirkningsfaktorene hentes inn fra overvåkingsprogrammer som går i regi av SFT og andre.

I den landsdekkende overvåkingen gjentas kartleggingen hvert 5. eller hvert 10. år. Eksempler på slik overvåking er; Eggskalltykkelse og innhold av organiske miljøgifter i rovfugl, forekomst av lav og alger på trær, samt tungmetaller i vilt. Fra og med 2005 bygges det opp et landsdekkende representativt nett for taksering av fugl. Nettet baserer seg på 18x18 km ruter, og ferdig utbygd vil det omfatte ca. 500 takseringsruter. Omfanget av ferdig utbygd overvåkingsnett vil avhenge av bevilgningene over statsbudsjettet. Kunnskap om bestander av trekkfugl som samles inn gjennom fuglestasjonene Lista og Jomfruland, vil supplere tolkingene av variasjoner i fuglebestandene.

### Finansiering og involverte institusjoner

Direktoratet for naturforvaltning (DN) finansierer grunnaktivitetene i TOV, men flere institusjoner har bidratt med finansiering av tilknyttede prosjekter. Norsk institutt for naturforskning koordinerer de vitenskapelige undersøkelsene i programmet, men en rekke institusjoner bidrar til både datainnsamling og tolking av data, for detaljer se forord.

### Mer informasjon på internett

Generell TOV-informasjon på DNs nettsider finnes på: <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=1838>. Her finnes oversikt over samtlige TOV-rapporter i høyre marg. De fleste rapporter etter 2000 er produsert i pdf-format, og disse kan også gjenfinnes i høyre marg på internettsida. Trykte rapporter fåes ved henvendelse til den aktuelle institusjonen.

Overvåkingsdata fra områdene finnes på: <http://tov.dirnat.no/>

NINAs presentasjon av TOV finnes på: <http://www.nina.no/?io=1001287>

# NINA Rapport 52

ISSN:1504-3312

ISBN: 82-426-1583-7 (elektronisk versjon)



## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>