

NINA Norsk institutt for naturforskning

Terrestrisk naturovervaking

Samanstilling av epifyttovervakinga 1990-1999

Inga E. Bruteig

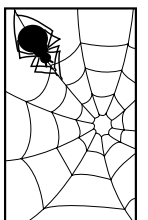
NINA oppdragsmelding 776

Program for terrestrisk naturovervaking

Rapport nr. 118

Oppdragsgjevar: Direktoratet for naturforvaltning

Medverkande institusjonar: NINA



NINA•NIKU
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING
OG KULTURMINNEFORSKNING

NINA Norsk institutt for naturforskning

Terrestrisk naturovervaking

Samanstilling av epifyttovervakinga 1990-1999

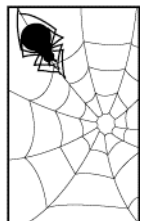
Inga E. Bruteig

Program for terrestrisk naturovervaking

Rapport nr. 118

Oppdragsgjevar: Direktoratet for naturforvaltning

Medverkande institusjonar: NINA



Publikasjoner i NINA

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her blir resultat av NINA sine egne forskingsarbeid publiserte, problemoversyn, kartlegging av kunnskapsnivået innan eit emne, samt litteraturstudiar. Fagrapportar blir også gitt ut som eit alternativ eller supplement til internasjonal publisering, der tidsaspektet, typen materiale, målgruppe m.m. gjer dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgjevar etter fullførte forskings- eller utgreiingsprosjekt. I tillegg til dei emna som blir dekt av fagrapportane, omfattar oppdragsmeldingane også befaringsrapportar, seminar- og konferanseføredrag, årsrapportar frå overvåkingsprogram o. a.

Opplaget er avgrensa (normalt 50-100)

NINA Project Report

Serien presenterer resultat frå NINA sine prosjekt når resultatane må gjerast tilgjengelege på engelsk. Serien omfattar original eigenforskning, litteraturstudiar, analysar av spesielle problem eller tema m.m.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

Temahefte

Desse omhandlar spesielle tema og blir utarbeidd etter behov m.a. for å informere om viktige problemstillingar i samfunnet. Hefta kan vere av allmenn interesse eller retta mot særskilde grupper, så som landbruket, miljøvernavingane hos fylkesmennene, turist- og friluftorganisasjonar m.m. Dei har difor ei meir populærvitskapleg form, gjerne med større bruk av illustrasjonar enn publikasjonane nemnt over.

Opplag: Varierende.

Fakta-ark

Målet med desse er å gjere dei viktigaste resultatane av NINA og NIKU sin faglege aktivitet tilgjengeleg for et større publikum (presse, ideelle organisasjonar, naturforvaltninga på ulike nivå, politikarar og interesserte einskildpersonar).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer dei tilsette i NINA forskingsresultata sine i internasjonale vitenskaplege journalar og gjennom populærfaglege tidsskrift og aviser.

Referanse for publikasjonen:

Bruteig, I. E. 2002. Terrestrisk naturovervaking. Samanstilling av epifyttovervakinga 1990-1999. – NINA Oppdragsmelding 776: 1-39.

Trondheim, desember 2002

ISSN 0802-4103

ISBN: 82-426-1382-6

Forvaltningsområde:

norsk: Naturovervaking

engelsk: Environmental monitoring

Opphavsrett ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siterast fritt med kjeldetilvising

Redaksjon:

Kari Fagernæs

NINA•NIKU

Sideombrekking:

Ingrid Brandslet

NINA•NIKU

Opplag: 70 (også tilgjengelig digitalt som pdf-fil)

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

<http://www.ninaniku.no>

Tilgang: Open

Prosjekt nr.: 16850000

Ansvarleg signatur:



Oppdragsgjevar:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Bruteig, I. E. 2002. Terrestrisk naturovervaking. Samanstilling av epifyttovervakinga 1990-1999. – NINA Oppdragsmelding 776: 1-39.

Denne rapporten presenterer ei samanstilling av grunnlagsundersøkingane i samband med oppstarten av epifyttovervakinga knytt til Program for terrestrisk naturovervaking (TOV) i femårsperioden 1990-1994 og første runde med gjenkartlegging i dei same områda i perioden 1995-1999. I alt sju overvaksingsområde frå Agder og Rogaland i sør til Troms i nord er kartlagt; i seks av desse er kartlegginga gjort på bjørk og i eitt på furu. Førekomsten av alle artar som veks epifyttisk på stammen av i alt 288 undersøkingstre frå 36 felt er registrert langs faste takseringslinjer på stammen (målbandsmetoden), med same metodikk i alle områda og i begge kartleggingsperiodane. I tillegg er svovel- og nitrogeninnhaldet i vanleg kvistlav og pH i bork målt i alle felt begge periodane.

Resultata tyder på at epifyttvegetasjonen i overvaksingsområda er i endring som følgje av endra miljøforhold. Dei sju TOV-områda speglar ein miljøgradient frå sør til nord i Noreg, frå relativt høg til svært liten grad av luftforureiningspåverknad. Frå første til andre femårsperiode har den gjennomsnittlege epifyttdekninga auka, og artsinventaret i dei midtnorske fjellbjørkeskogområda har vorte meir lik dei sørlege. Gunstige klimatiske tilhøve for lavvekst i perioden, med milde og fuktige haust og vintrar saman med endringar i nedbørssamansetjinga er truleg hovudårsaka til dette. Forureiningskjenslege brunskjeggartar har gått kraftig fram i Sør-Noreg, spesielt i Møsvatn i Telemark. Dette kan truleg skuldast minka svovelinnhald i nedbøren og relativt høgare innhald av næringsstoff i form av nitrat og ammonium. Analysar av vanleg kvistlav frå overvaksingsområda viser at svovelinnhaldet i laven har gått ned, medan det ikkje er signifikante endringar i nitrogeninnhaldet frå første til andre kartlegging. pH i bork har auka.

Epifyttvegetasjonen i dei to sørlegaste TOV-områda, Solhomfjell i Aust-Agder og Lund i Rogaland, skil seg frå dei øvrige områda på ei rekkje punkt. Liten dekning og høg førekomst av skade på makrolav i begge områda samt høg dekning av aerofyttiske algar i Lund, tyder på at epifyttvegetasjonen i desse to sørlegaste områda framleis er sterkt merka av å vere utsett for luftforureiningar. Det er grunnlag for å tru at den høge algeveksten på bjørkestammar i Lund skuldast høg tilførsel av næringsstoff, i første rekkje ved depositionsjon av langtransportert nitrat og ammonium med nedbør. Det hadde vore ein fordel med fleire overvaksingsområde med oseanisk bjørkeskog langs kysten av vest- og nord-Noreg, spesielt for å studere effekten av nitrogen og fuktig klima på epifyttvegetasjonen.

I denne perioden (1990-99) har det vore ein trend mot høgare temperatur og meir nedbør i Noreg, og dersom dette held fram kan det føre til mindre skilnader i epifyttvegetasjonen mellom dei ulike overvaksingsområda i framtida. Samstundes tyder resultata frå denne overvakinga på at dei delane av sør-Noreg som ligg utom dei høgast forureiningsbelasta områda no er i ferd med å respondere på lågare konsentrasjon av forureiningskomponentar i nedbør, særskild nedgangen i sulfatkonsentrasjon. I framtidig miljøovervaking er det viktig å ta omsyn til at overvaksingsparametrane både skal kunne fange opp effekten av klimaendringar og forureiningseffektar.

Emneord: terrestrisk miljø – epifyttar – lav – bjørk – furu – overvaking – langtransportert luftforureining

Inga E. Bruteig; NINA, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim
E-post: inga.bruteig@nina.no

Abstract

Bruteig, I. E. 2002. Terrestrial monitoring. Monitoring epiphytes 1990-1999. – NINA Oppdragsmelding 776: 1-39.

This report summarises the baseline studies of the epiphytic vegetation in seven permanent monitoring areas in the Norwegian Programme for terrestrial monitoring (TOV) in the five-year period 1990-1994 and the first series of reinvestigations in the same areas in 1995-1999. A total of seven monitoring areas from Aust-Agder and Rogaland counties in the south to Troms county in the north are investigated; six of these located in birch (*Betula pubescens*) forests and one in a Scots pine (*Pinus sylvestris*) forest. The occurrence of all epiphytic species growing on trunks of 288 investigated trees in 36 plots have been registered along horizontal investigation lines on the trunks (measuring tape method), using the same methodology in all areas and at both investigation periods. In addition, sulphur and nitrogen concentrations in *Hypogymnia physodes* and bark pH from all sites both periods were analysed.

The results show that the epiphytic vegetation of the monitoring areas is changing, probably as a result of changed environmental conditions. The seven monitoring areas represent an environmental gradient from south to north in Norway, from relatively high pollution influence to very low pollution levels. An overall increase of mean epiphyte cover from the first to the second five-year period is registered, and the species composition of the sites in central Norway have become more similar to the southern ones. Favourable climatic conditions for lichen growth during the same period, with mild and moist autumns and winters, together with changes in the pollution components of the precipitation, have probably caused these changes. Pollution sensitive *Bryoria* species have increased significantly in southern Norway. This may be related to the decrease of sulphate in the precipitation due to reduced long-range pollution of sulphur and relatively high levels of nitrate and ammonium nutrients. Analysis show that the sulphur concentrations in thalli of *Hypogymnia physodes* from the monitoring sites have decreased, while there was no significant change in nitrogen concentrations from the first to the second period. Bark pH had increased.

The epiphytic vegetation of the two southernmost areas, Solhomfjell and Lund, significantly differ from the other areas in a number of ways. Low lichen cover and high level of damage on macrolichen species in both areas, together with high coverage of aerophytic algae in Lund, imply that the epiphytic vegetation in these areas is still strongly affected by air pollution. It is probable that the massive algal growth on birch trunks in Lund is caused by high supplies of nutrients, mainly from long-range transported nitrate and ammonium deposited by precipitation. It would have been ideal to have more monitoring areas in oceanic birch forests along the Western and Northern coast of Norway, especially to study the effects of nitrogen depositions and humid climate on the epiphytic vegetation.

In the monitoring period (1990-1999), there has been a trend towards higher mean temperatures and more precipitation in Norway. If this trend continues, we may see less differences in the epiphyte vegetation along the north-south gradient of the monitoring areas in the future. Large areas in Southern Norway may also benefit from the ameliorating environmental conditions if the concentrations of pollution components in the precipitation continue to decrease. It is important to consider the effects of climatic change as well as air pollution effects in the future environmental monitoring.

Key words: terrestrial environment – epiphytes – lichens – *Betula pubescens* – *Pinus sylvestris* – monitoring – transboundary pollution

Inga E. Bruteig; Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway.

E-mail: inga.bruteig@nina.no

Forord

Prosjektet "Samanstilling av epifyttovervakinga 1990-1999" er utført på oppdrag frå Direktoratet for naturforvaltning som ein del av Program for terrestrisk naturovervaking (TOV).

Epifyttovervakinga i TOV har vore organisert gjennom ALLFORSK, med underteikna som prosjektansvarleg. Frå 2000 vart ansvaret for denne overvakinga flytt til NINA. Grunnlaget for denne samanstillinga av dei ti første åra av overvakinga er lagt i ni tidlegare rapportar knytt til programmet: "Lavkartlegging i Børgefjell 1990" (Hilmo 1991), "Lavkartlegging i Solhomfjell 1990" (Hilmo & Wang 1991), "Lavkartlegging i Åmotsdalen og Lund 1991" (Hilmo & Wang 1992), "Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992" (Hilmo et al. 1993), "Lavkartlegging i Gutulia og Dividal 1993" (Wang & Bruteig 1994), "Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Solhomfjell og Børgefjell 1995" (Bruteig 1996), "Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Åmotsdalen og Lund 1996" (Bruteig 1998), "Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Møsvatn 1997" (Bruteig & Holien 1998) og "Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Gutulia og Dividal 1998" (Bruteig 2001).

Takk til alle dei som har bidratt til dette arbeidet gjennom deltaking i feltarbeidet under oppstarten av TOV og ved første runde med gjenkartlegging: Olga Hilmo, Rigmor Wang, Håkon Holien, Inger Kristin K. Tronstad, Anne Molia, Grete Rakvåg, Anne E. Langaas og Adriana Rubiano. Håkon Holien har i tillegg bidratt vesentleg ved å hjelpe til med artsbestemming av innsamla materiale frå alle områda. Inger Kristin K. Tronstad har tilrettelagt dataene for denne samanstillinga. Kjemiske analysar av svovel og nitrogen er alle år gjort av MIKRO-Kemi AV, Uppsala, medan analysar av pH i bork er gjort ved Universitetet i Trondheim (no NTNU) og ALLFORSK. NINA har bidratt til ferdigstilling av rapporten.

Trondheim, desember 2002
Inga E. Bruteig
prosjektleder

Innhold

1	Innleiing	7
2	TOV-områda	8
3	Material og metodar	11
3.1	Val av prøvefelt og undersøkingstre	11
3.2	Epifyttregistreringar	11
3.3	Artsbestemming og nomenklatur	11
3.4	Kjemiske analysar	12
3.5	Databearbeiding	12
3.5.1	Dekningsgrad og statistikk	12
3.5.2	DCA-ordinasjon	12
4	Resultat	14
4.1	Miljøvariablar	14
4.1.1	pH i bork	14
4.1.2	Svovel og nitrogen i lav	15
4.2	Epifyttvegetasjonen	16
4.2.1	Dekning	16
4.2.2	Diversitet	18
4.2.3	Skadd lav	22
4.2.4	Gradientanalyse	23
5	Diskusjon	28
6	Konklusjon	30
7	Litteratur	31
8	Rapportar utgitt innan Program for terrestrisk naturovervaking (TOV)	35

Innleiing

Overvaking av epifyttvegetasjonen på tre har vore med i "Program for terrestrisk naturovervaking (TOV)" sidan starten i 1990. Programmet omfattar overvaking av ei rekkje kjemiske og biologiske parametarar, og frå starten har hovudfokus vore sett på mulege effektar på flora og fauna av langtransporterte luftforureiningar (Løbersli 1989). Det er store regionale forskjellar i tilførselen av forureining via luft og nedbør i Noreg. Det vart derfor valt ut åtte overvakingssområde i prioriterte naturtypar (hovudsakleg subalpin bjørkeskog) som er meint å dekkje gradienten i forureiningsbelastning. Desse områda er: Solhomfjell (Aust-Agder) og Børgefjell (Nord-Trøndelag) etablert i 1990, Lund (Rogaland), Åmotsdalen (Sør-Trøndelag) og Ny-Ålesund (Svalbard) etablert i 1991, Møsvatn (Telemark) etablert i 1992 og Gutulia (Hedmark) og Dividalen (Troms) etablert i 1993. Overvaking av epifyttvegetasjon inngår i alle dei sju TOV-områda i fastlands-Noreg, og områda blir gjenkartlagt kvart 5. år.

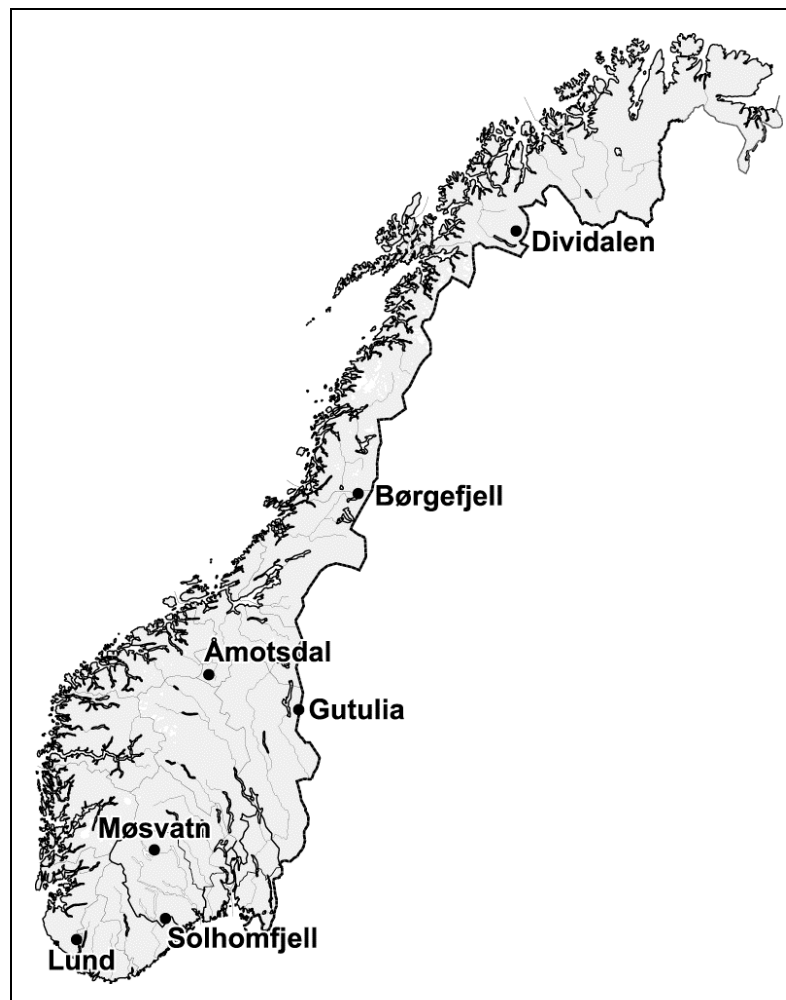
Lav er blant dei mest brukte bioindikatorane i terrestriske miljø, og sidan den første større boka om dette kom tidleg på 1970-talet (Ferry et al. 1973), er det publisert svært mykje om dette emnet (Nimis et al. 2002). Fleirårig vekst, lang levetid, effektivt opptak av mineralnæringsstoff frå luft og nedbør og lite næringstap er eigenskapar som gjer lav veilegna som bioindikator. I overvakingssamanheng har artsdiversitet og dekning av artar som veks epifyttisk på trestammar vore dei mest vanlege parametranne (sjå til dømes Bråkenhielm & Liu (1995) og Will-Wolf (1988)). Fordelen med å overvake epifyttar kontra bakkebuande artar, er at desse er meir eksponert for luftforureining og mindre utsett for beiting, at bork som substrat er kjemisk og fysisk enklare enn jord og at habitatet lettare lar seg standardisere.

Tilbakegang av epifyttisk lav er ofte relatert til luftas innhald av svovelsambindingar, og det er vist at mange artar er særleg kjenslege for svoveldioksid (Holopainen & Kärenlampi 1984, Nash III 1973, Richardson 1988). I motsetnad til svovel er nitrogen ofte begrensande faktor i terrestriske miljø, og floristiske endringar kan skrive seg frå gjødslingseffekten av nitrogen (Farmer et al. 1992, Tamm 1991). Det er vist at veksten av ei rekkje lavartar aukar ved ein moderat auke i tilgjengeleg nitrogen (de Bakker 1989, Holopainen & Kärenlampi 1985, Kauppi 1980, Von Arb 1987, Von Arb et al. 1990). Oppblomstring av algar er også karakteristisk ved eutrofiering av miljøet (Kauppi 1980). Hilmo & Larssen (1994) fann algevekst på 60% av bristlav samla i Glomfjord, eitt av dei områda i landet med høgast nitrogenbelastning. Fleire undersøkingar har dokumentert auka klorofyllinnhald i lav i område med høge konsentrasjonar av nitrogenoksid i luft (Boonpragob 2002, Hilmo & Larssen 1994, Kauppi 1980, Von Arb & Brunold 1990). I indikator-samanheng er det også vist at total svovel- og nitrogenkonsentrasjon i *Hypogymnia physodes* (vanleg kvistlav) kan vere eit mål på tilførselen av svovel og nitrogen til området (Bruteig 1993, Søchting 1991).

Føremålet med epifyttovervakinga i TOV-områda er å følgje bestandsutviklinga i epifyttiske samfunn over tid, og å kunne skilje mellom naturleg variasjon og eventuelle effektar av langtransporterte luftforureiningar. Dette kan ein oppnå dels ved å samanlikne områda med seg sjølv over tid, og dels ved å samanlikne dei ulike områda med kvarandre. I denne samanstillinga over resultatata frå alle områda ved grunnlagsundersøkingane i 1990-1994 og første runde med gjenkartlegging i 1995-1999, er målet å sjå om det er fellestrekk i utviklinga, eller om det er geografisk betinga endringar i epifyttvegetasjonen.

1 TOV-områda

Dei sju overvakingssområda for epifyttvegetasjon femner både over dei viktigaste gradientane når det gjeld deposisjon av langtransportert luftforureining i Noreg (Tørseth & Semb 1998), men også over vide klimatiske og geografiske gradientar (figur 1, tabell 1). I eitt av områda er epifyttvegetasjonen kartlagt på furu (Solhomfjell), medan dei seks andre områda ligg i bjørkeskog.



Figur 1. Kart som viser lokaliseringa av dei sju overvakingssområda i TOV med overvaking av epifyttvegetasjon — Localisation of the seven monitoring areas for mapping epiphytes within "Programme for terrestrial monitoring".

pH i nedbør speglar i stor grad nord-sørgradienten, med lågast verdi i Solhomfjell og Lund (pH rundt 4,5), deretter følgjer Møsvatn, Gutulia og Amotsdal (pH rundt 4,8), Dividal (pH 5,1) og Børgefjell (pH 5,3) (Aas et al. 2000). Konsentrasjonane av sulfat, nitrat og ammonium i nedbør er alle høgast i Solhomfjell, med Lund som nr to. Deretter følgjer Gutulia, Møsvatn og Amotsdal, som ligg på om lag same nivå. Lågast konsentrasjon av forureiningskomponentar i nedbøren har Børgefjell og Dividal. Den totale nedbørsmengda varierer mykje mellom områda (tabell 1) – mellom anna har Lund høgare årsnedbør enn Solhomfjell og Børgefjell høgare enn Dividal, og dette påverkar den totale deposisjonen av svovel og nitrogen. Såleis har Lund den største deposisjonen av sulfat (årleg over 800 mg svovel/m²), følgd av Solhomfjell, Gutulia, Amotsdal, Møsvatn, Børgefjell og minst i Dividal (under 100 mg svovel/m²). Likeins er deposisjonen av nitrat og ammonium størst i Lund (om lag 1200 mg nitrogen/m²) følgd av Solhomfjell (rundt 800 mg N/m²). Gutulia, Amotsdal, Børgefjell og Møsvatn ligg alle rundt 300 mg N/m² medan Dividal har ein årleg nitrogendeponisjon rundt 100 mg N/m² (Aas et al. 2000).

Tabell 1. Bakgrunnsinformasjon om overvåkingsområda for epifyttvegetasjon i TOV. Nedbørsmengde er estimert frå 1961-90-normalen (Førland 1993) for næraste nedbørsstasjon (Økland et al. 2001). Marin påverknad i form av Na⁺ i nedbør er henta frå SFT (2000). Vegetasjonssone/seksjon er i høve til Moen (1998) – Information about the monitoring areas. Annual precipitation is estimated from the 1961-90 normals (Førland 1993) for the closest meteorological station (Økland et al. 2001). Marine influence is expressed as the concentration of Na⁺ in precipitation (SFT 2000). Vegetation zone/section as in Moen (1998).

Område	Nedbør mm/år	Na ⁺ i nedbør mg/l	M o.h.	Treslag	1. år	2. år	tal felt	eksposisjon	vegetasjonssone/ seksjon
Dividal	300	0,74	340-640	bjørk	1993	1998	5	vestleg	nordboreal/ svakt kontinental
Børgefjell	1100	1,16	500-570	bjørk	1990	1995	6	sørvestleg	nordboreal/ svakt oseanisk
Åmotsdalen	500	0,43	870-930	bjørk	1991	1996	5	søraustleg	nordboreal/ svakt oseanisk
Gutulia	700	0,38	700-850	bjørk	1993	1998	5	sørvestleg	nordboreal/ overgangsseksjon
Møsvatn	810	0,16	1010- 1045	bjørk	1992	1997	5	nordaustleg	nordboreal/ overgangsseksjon
Solhomfjell	1300	0,61	380-540	furu	1990	1995	5	sørleg	sørboreal/ oseanisk
Lund	2100	2,51	370-410	bjørk	1991	1996	5	nordaustleg	mellomboreal/ oseanisk

Dei to sørlegaste områda ligg i sørboreal og mellomboreal vegetasjonssone, medan dei andre fem ligg i nordboreal (Moen 1998). Vidare ligg områda ulikt plassert når det gjeld kyst-innlandsgradienten. Dei to sørlegaste områda ligg innafør den klart oseaniske vegetasjonsseksjonen, to område ligg innafør svakt oseanisk seksjon, to i overgangsseksjonen mellom oseanisk og kontinentalt, og det nordlegaste feltet ligg i svakt kontinental seksjon (Moen 1998). Graden av marin påverknad er såleis også svært ulik, og desidert høgast i Lund. Enkelte sjøsaltepisodar og generelt svært lite nedbør har gjort at den gjennomsnittlege sjøsaltkonsentrasjonen i nedbør i Dividalen er relativt høg (tabell 1). Årleg nedbørsmengde varierer frå 300 mm/år i Dividal til 2100 mm/år i Lund (Førland 1993) (tabell 1).

Overvåkingsområdet **Dividal** ligg i Målselv kommune, Troms. Området ligg like innafør grensa til Øvre Dividal nasjonalpark. Prøvefeltene ligg langs ein høgdegradient i ei vestvendt li med relativt samanhengande bjørkeskog med innslag av bakkemyrer. Skogen kan karakteriserast som tyttebær-krekling-utføring av bærlyngbjørkeskog, A2c (Fremstad 1997). Berggrunnen er dominert av granitt og diverse skiferartar (Bruteig et al. 1997). Både Skogforsk sitt overvåkingsfelt for jord og jordvatn (Berg 1994) og NINA sine analyseflater for vegetasjonsovervaking ligg i same området (Eilertsen & Brattbakk 1994).

I **Børgefjell** ligg overvåkingsområdet i Børgefjell nasjonalpark i Røyrvik kommune i Nord-Trøndelag. Dei seks prøvefeltene ligg langs ein høgdegradient frå 500 - 580 m o.h. i eit område med relativt samanhengande lågalpin bjørkeskog på nordsida av Store Namsvatn. Ein del av analyseflatene for vegetasjonsovervaking ligg i det same bjørkebeltet (Bakkestuen et al. 2001). Berggrunnen er granitt og granittisk gneis. Området er elles mosaikkprega med flekkvis bjørkeskog, fattige myrtypar, fukthei og blåbærhei. Prøvefeltene er lyngdominert blåbærbjørkeskog med innslag av fuktartar som molte, torvull og mosar.

Overvåkingsområdet i **Åmotsdalen** ligg i Oppdal kommune, Sør-Trøndelag. Området vart landskapsvernområde i 2002, i samband med utvidinga av Dovrefjell-Sunndalsfjella nasjonalpark (Direktoratet for naturforvaltning 2002). Dei fem prøvefeltene ligg langs ein høgdegradient i ei sørvendt li med relativt samanhengande fjellbjørkeskog, som kan

klassifiserast som blåbær-fjellkreklingtypen av blåbærbjørkeskog (Fremstad 1997). Elles er området dominert av lyngrabbar og fattige til intermediære myrer, samt setervollar med fattig, kulturbetinga engvegetasjon. Det blir drive plukkhogst i området. Berggrunnen består av grov metaarkose og konglomerat (Bruteig et al. 1997).

Overvaksingsområdet i **Gutulia** ligg i Engerdal kommune, Hedmark. Området ligg innafor grensene til Gutulia nasjonalpark. Dei fem prøvefelte for epifyttisk lav ligg langs ein høgdegradient langs eit transekt frå Gutulisjøen opp mot skoggrensa. Lia er sørvestvendt og består av urskogsprega barskog med innslag av bjørkeskog og fattig til intermediære bakkemyrer. Prøvefelte er lagt i eit område med relativt mykje bjørkeskog. Den dominerande utforminga kan klassifiserast som blåbær-fjellkreklingtypen av blåbærbjørkeskog, A4c (Fremstad 1997). Berggrunnen består av omdanna feltspathaldig sandstein (Bruteig et al. 1997). Både Norsk institutt for skogforskning (Skogforsk) sitt overvaksingsfelt for jord og jordvatn (Berg 1994) og NINA sine analyseflater for vegetasjonsovervaking ligg i same området (Eilertsen & Often 1994).

Overvaksingsområdet i **Møsvatn** ligg i Tinn kommune, Telemark. Området ligg innafor Møsvatn-Austfjell landskapsvernområde. Prøvefelte ligg i ei nordaustvendt li med relativt samanhengande fjellbjørkeskog, med hyppige innslag av vier og einer. Skogforsk har eit undersøkingsfelt i det same området (Berg & Aamlid 1997), og ein del av analyseflatene for vegetasjonsovervaking ligg også i det same bjørkebestandet (Bakkestuen et al. 1999). Prøvefelte for epifyttregistreringar ligg i skog som kan klassifiserast som blåbær-fjellkreklingtypen av blåbærbjørkeskog (Fremstad 1997). Dalbotnen ligg på omlag 1000 m o.h. og er dominert av dvergbjørk/vierhei, i veksling med fattige til intermediære myrer og små tjørner. Den alpine skoggrensa i området ligg på omlag 1100 m o.h. (Brattbakk 1993). Berggrunnen består av metarhyolitt og metamorf tuff (Bruteig et al. 1997).

Overvaksingsområdet i **Solhomfjell** ligg i Gjerstad kommune, Aust-Agder fylke. Området er administrativt freda. Dei fem prøvefelte ligg langs ein høgdegradient i ei søraustvendte li med relativt samanhengande og til dels storvaksen furuskog, som kan klassifiserast til innlandstypen av røsslyng-blåbærfuruskog (Fremstad 1997). Dette er det einaste TOV-feltet der epifyttregistreringane er gjort på furu. Området rundt er mosaikkprega med lyngheier og myr. Berggrunnen er granitt og granittisk gneiss.

Overvaksingsområdet **Lund** ligg i Lund kommune, Rogaland. Området er privat eigd. Lia med prøvefelte er nordaustvendt og har samanhengande og relativt høgvaksten bjørkeskog med innslag av andre treslag som rogn, osp og furu. Nokre av analyseflatene for vegetasjonsovervaking ligg i det same bjørkebeltet (Bakkestuen et al. 2002). Skogen kan karakteriserast som blåbær-skrubbærtyten av blåbærbjørkeskog. Området er svært lite kulturpåverka, då det ligg utom turløyper og langt frå fastbuande. Ein del sauer beiter i området, og grunneigarane driv også med lyngbrenning (m.a. vart det brent våren 1996). Berggrunnen er dominert av bandgneis som gir eit heller fattig jordsmonn.

Detaljar om overvaksingsområda samt kartutsnitt som viser lokaliseringa av prøvefelte er gitt i grunnlagsrapportane (Hilmo 1991, Hilmo et al. 1993, Hilmo & Wang 1991, Hilmo & Wang 1992, Wang & Bruteig 1994).

2 Material og metodar

3.1 Val av prøvelfelt og undersøkingstre

I kvart område er det valt ut 5-6 prøvelfelt, fortrinnsvis langs ein høgdegradient i terrenget, og til ein viss grad samlokalisert med andre delar av TOV-overvakinga (Bruteig et al. 1997). Prøvelfelta er sirkulære, med ein radius på 10 m. Ein trepåle eller ein metallpinne er sett som fastmerke i sentrum av kvart felt. Felta er plasserte der skogen er såpass storvaksen og tett at minimum 10 tre innanfor flatesirkelen oppfyller kriteria for å bli valt som undersøkingstre. Trea skulle vere av ein viss dimensjon, fastsett ut frå den generelle storleiken på trea i området (vanlegvis minimum 35 cm og maksimalt 70 cm omkrets ved brysthøgde for bjørk og 75-130 cm omkrets for furu). Tre med døde toppar eller brekte hovudgreiner vart forkasta, likeins sterkt hallande tre og tre med fleire hovudstammar. Tre som var svekkja av soppangrep (kjuker) eller insektangrep (borkbiller eller anna) vart også forkasta som undersøkingstre ved første gongs kartlegging. Alle tre innanfor flatesirkelen som fylde desse kriteria vart nummererte, og sju undersøkingstre vart trekt tilfeldig blant desse. Ved andre gongs kartlegging vart undersøkingstre som hadde døydd eller vorte vesentleg skadd i femårsperioden supplert med eit anna tre i same størrelsesklasse. I tillegg vart det valt ut eit åttande undersøkingstre i kvart felt, frå den minste størrelsesklassen. Dette vart gjort både for å utvide datagrunnlaget, men også for å hindre at overvakinga skulle spegle ein suksesjon som følgje av at trea vart eldre. Hovudprinsippet var at storleiksfordelinga frå første år skulle oppretthaldast i kvart felt. Dersom det var fleire tre som fyllte krava, vart undersøkingstreet trekt tilfeldig blant dei aktuelle.

Kvart undersøkingstre vart merka med eit målingsmerke på stammen, rundt 1 m over bakken og vendt mot flatesentrum. Ei kartnål med stort hovud vart plassert i nord, over gjennomsnittleg snønivå men minimum 130 cm over bakken. Denne markerer starten på første takseringslinje. I tillegg vart følgjande registreringar utført for kvart undersøkingstre:

- eksposisjon frå fastmerket til undersøkingstreet
- avstand frå fastmerket til undersøkingstreet
- omkrinsen 130 cm over bakken
- trehøgde (ved bruk av klinometer)

3.2 Epifyttregistreringar

Målet er å artsbestemme og registrere alle artar som veks epifyttisk på stammen av undersøkingstrea. Kartleggingane er utført etter følgjande metode: Eit målband er spent medsols rundt stammen, med 0 i nord. Øverkanten av målbandet utgjer takseringslinja. For kvar art som er berørt av denne takseringslinja blir artens cm-intervall langs målbandslinja notert. Individ under 1/2 cm i utstrekning blir ikkje notert. Takseringa blir utført på 5 ulike nivå på stammen (6 i Børgefjell), med 20 cm mellom kvart nivå (10 cm i Børgefjell). I dei fleste områda ligg linjene på 130, 150, 170, 190 og 210 cm over bakken, men i område med spesielt høgt snødekke er linjene lagt høgare. Stige/gardintrapp blir brukt for å nå opp til dei øvste takseringslinjene. Artar som finst på stammen opp til ca. 3 m og som ikkje blir treft av takseringslinjene blir notert som øvrige artar. Kartleggingane er utført på same måte i alle områda begge periodane.

Makrolav med visuelle skadesymptom blir registrert særskild på takseringslinjene. Følgjande morfologiske abnormitetar blir definerte som skade:

- korte og rynka thalluslobar hos vanleg kvistlav
- manglande overbork slik at margsjiktet blir synleg (snømållav, stokklav-artar)
- avfarging ved at pigmentet forsvinn i overborken (snømållav, stokklav-artar)
- misfarging av thallus (t.d. raudfiolette parti hos papirlav og fargelav-artane (*Parmelia*), grå til svarte nekrotiske flekkar hos papirlav, fargelav og kvistlav, kvite felt og grå loberyggar hos kvistlav)

3.3 Artsbestemming og nomenklatur

Artar som ikkje kunne bestemast i felt, vart samla inn for mikroskopiering og kjemisk testing. Det vart ikkje samla lav frå takseringslinjene og det vart forsøkt unngått å samle materiale frå

undersøkingstrea. Enkelte artar vart berre bestemt til slekt (slektene begerlav og delvis også brunskjegg og strylav). Nomenklaturen på lav følger Santesson (1993) for vitskaplege namn og Holien et al. (1994) og Krog et al. (1994) for norske namn. I rapporten er norske namn brukt for dei artane som har dette, elles er vitskaplege namn nytta. I tabellar og figurtekstar er både norske og vitskaplege namn gitt. Krog et al. (1994), Purvis et al. (1992), Foucard (1990) og Poelt & Vezda (1981) er brukt som bestemmingslitteratur. Nomenklaturen for karplanter følger Lid & Lid (1994) og mosar følger Frisvoll et al. (1995).

Innsamla lavkollektar har vorte testa med reagensane K: 10% løysing av kalilut (KOH) i vatn, C: klorhaldig bleikemiddel (handelsvara Klorin) og PD: metta løysing av para-fenylendiamin i 96% alkohol. Bestemningsarbeidet har dessutan omfatta mikroskopiering av apothecium, UV-testar og tynnsjiktskromatografering (TLC) utført etter standard metode (White & James 1989). Det innsamla artsmaterialet er oppbevart ved herbariet TRH, Vitskapsmuseet, NTNU, men er unntatt frå vanlege utlånsordningar. Innsamlingar av spesielt interessante artar er belagt på standard måte i herbariet TRH.

3.4 Kjemiske analysar

Vanleg kvistlav er samla i alle områda begge periodane for analyse av total svovel- og nitrogenkonsentrasjon. For svovel- og nitrogenanalyse vart laven samla frå minimum fem tre utanfor kvart prøvefelt til éi samleprøve pr. felt. Likeins vart det samla never for pH-analyse. Vanleg kvistlav vart samla i brysthøgdenivå frå nordsida av stammen, og neverprøvene (1-2 mm tjukke og fri for lav) vart samla i brysthøgde på sørsida.

Målingar av total svovel- og nitrogenkonsentrasjon i vanleg kvistlav er utført ved MIKRO-kemi AB, Uppsala. Lavprøvene frå kvart felt vart reinsa for never og homogenisert før analyse. Konsentrasjonane er gitt som prosent av tørrvekt. pH i bork vart analysert dels ved Botanisk institutt, AVH (no NTNU), dels ved Landbrukets analysesenter (no Jordforsk Lab; i 1995), og dels ved Allforsk (1998). Metoden i starten var: Borkprøvene vart malt på kvern til eit fint mjøl. 3 g borkmjøl vart vege opp, tilsett 20 ml destillert vatn, rista i 20 timar og deretter filtrert. pH i ekstraktet vart målt med to desimalar. Det vart tatt tre parallelle prøver frå kvart felt, og resultatet er gitt som det aritmetiske middelet av desse verdiane. Det er usikkert om borkprøvene vart finmalt i 1995. I 1998 vart ein alternativ metode for pH-analyse testa ut som gav samsvarande resultat med den opprinnelege metoden. 0,75 g finmalt borkmjøl vart vege opp, tilsett 10 ml ultrareint vatn, rista i 20 timar og deretter sentrifugert. pH vart målt i supernatanten.

3.5 Databearbeiding

3.5.1 Dekningsgrad og statistikk

Førekomsten av epifyttar og naken never i cm-intervall blir rekna om til relativ dekning for kvar art. Både epifyttiske lav og eventuelle mosar, algar og sopp blir registrert. Perithecier av borkbuande sopp vart ikkje registrert ved første gongs kartlegging i TOV (1990-1994), og dekninga av desse gjekk såleis inn under "bork". Lengda av takseringslinja (= stammens omkrets) vart brukt til å rekne om registreringane frå cm til prosent dekning. Vidare vart den gjennomsnittlege dekninga av kvar art på kvart undersøkingstre og i kvart prøvefelt rekna ut, samt eventuell prosentdel skadd lav av artens totale dekning. Inntasting av rådata og alle utrekningar er gjort i programmet Microsoft Excel.

Programpakka SPSS (SPSS 1999) er brukt til statistiske analysar. Data frå første og andre kartlegging er hovudsakleg samanlikna ved para og upara t-testar (to-hala). Elles er variansanalyse og enkel regresjon brukt til testar. Undersøkinga omfattar ikkje heilt dei same trea første og andre gong, då det vart kartlagt eitt ekstra tre i kvart felt i andre runden, og enkelte tre frå første år hadde gått ut og vorte erstatta med nye tre andre år. Resultatpresentasjonen og dei statistiske analysane er derfor dels gjort direkte for dei trea som er kartlagt begge åra, og dels er gjennomsnittet for alle trea første år samanlikna med snittet for alle andre år.

3.5.2 DCA-ordinasjon

Data frå alle områda ved første og andre kartlegging er analysert ved hjelp av DCA-ordinasjon (Detrended Correspondence Analysis) i programpakka CANOCO (ter Braak 1987, ter Braak &

Smilauer 1998). For å hindre negativ boge- og kanteffekt vart detrending med segment og ikkje-lineær reskalering av aksane valt, jamfør Økland (1990). Dette gjer at aksane blir skalerte i standardavvik-einingar (SD-einingar). Såleis blir lengden av ordinasjonsaksen eit mål på kor stor endringa av artsamansetjinga er langs aksen. Likeins vil avstanden mellom felta/artane sine posisjonar i ordinasjonsdiagrammet vere eit mål på kor ulike felta/artane er.

Som datasett for DCA-ordinasjonen er gjennomsnittsverdiane for alle artar registrert i kvart felt brukt (snitt av 7 tre første år og 8 tre andre år). Artar som ikkje vart treft av takseringslinjene men registrert som øvrig art på eit tre vart gitt dekningsverdien 0,01% på treet, noko som gir ein teoretisk minste verdi i datasettet på 0,0014 første år og 0,0013 andre år (ein art registrert utom linje på eitt tre). Artar registrert på takseringslinjene er gitt den gjennomsnittlege prosentvise dekninga frå alle undersøkingstrea i feltet. Høgste registrerte dekning for eit takson var 54,4% (alge i Lund felt 3 ved andre kartlegging). Skadd lav er skild ut som eigne "takson" i datasettet. Alle registreringar av artar innan slektene brunskjegg, strylav og begerlav er slått saman til slektsnivå i datasettet.

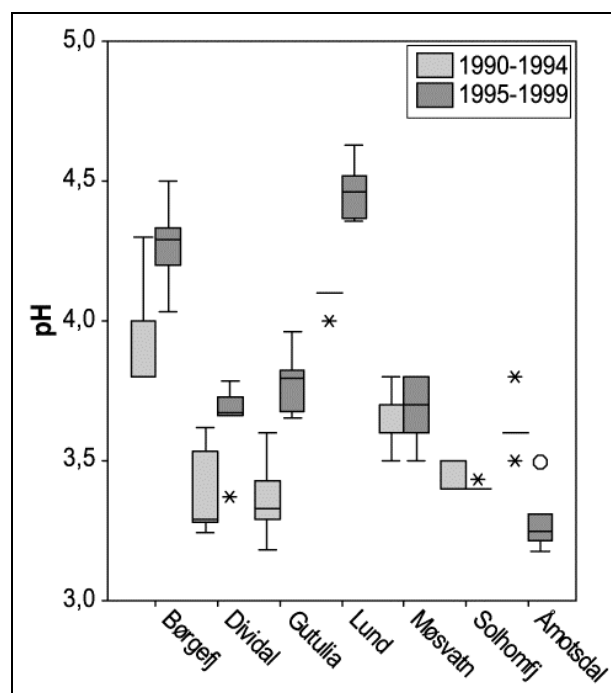
Sidan spennet frå minste til høgste dekningsverdi var svært høg, vart artsdataene log-transformerte før analyse. Dette omformar lineære modellar til modellar som er økologisk meir plausible (ter Braak & Smilauer 1998). Analysar med kvadratrot-transformerte data gav samanliknbare resultat, og er ikkje presentert her. Lite frekvente artar vart ikkje nedvegne. Data frå første år vart brukt til å definere ordinasjonsaksane, medan gjennomsnittsdata for områda og data frå andre år vart gjort passive ("supplementary samples"). Desse får såleis rekna ut sine ordinasjonsskår basert på ordinasjonen av første års data, og dei ulike feltas endring i skår er brukt som mål på graden av endring av epifyttvegetasjonen. Det vart også gjort analysar der andre år ikkje var passivisert. Dette gav tilsvarande mønster som ved passivisering og er ikkje presentert i resultatdelen. Endringa er testa med Wilcoxons ikkje-parametriske para test (two-related-samples test) (Sokal & Rohlf 1981), der nullhypotesen er at det ikkje er endring av feltas mediane ordinasjonsskår frå første til andre kartlegging.

3 Resultat

3.1 Miljøvariablar

4.1.1 pH i bork

pH i borkprøver frå overvakingssområda har variert frå pH 3,18 til pH 4,63. Dei høgaste pH-verdiane er registrert i bjørkenever i Lund og i Børgefjell (figur 2). pH i furubork i Solhomfjell har vore låg, rundt 3,4, og likeins har det vore låg pH i bjørkebork frå Dividal, Gutulia og Åmotsdal. pH i bork har gått signifikant opp frå første til andre analyseperiode ($p=0,003$ ved Wilcoxon's signed rank test), men det er ulik utvikling i dei ulike områda. I Åmotsdal vart det målt lågare verdiar andre år og i Solhomfjell og Møsvatn var nivået det same begge åra. Dei fire andre områda bidrog til ein samla auke i pH totalt. pH målt i første periode er signifikant korrelert med andre periode, med ein korrelasjonskoeffisient på 0,79 ($p=0,034$), men pH i bork er ikkje korrelert med svovel- eller nitrogeninnhaldet i vanleg kvistlav (tabell 2).



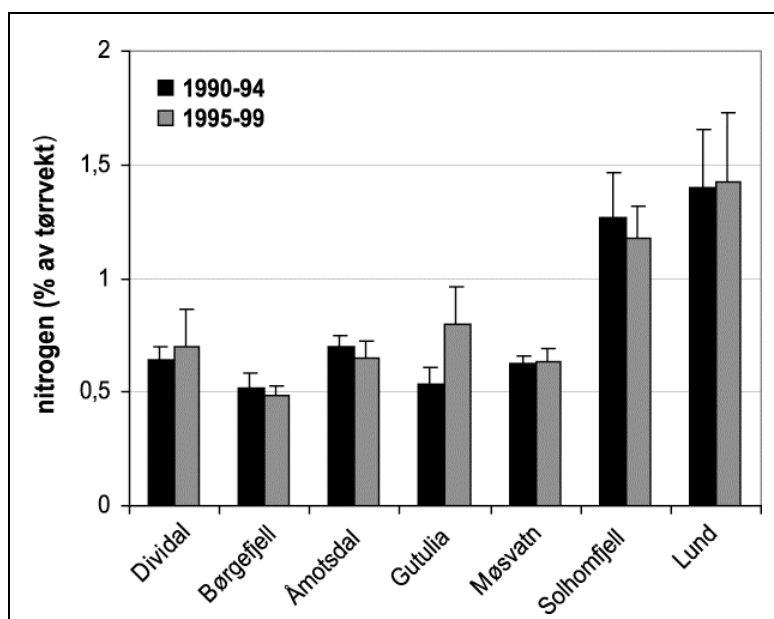
Figur 2. pH i bork (furu i Solhomfjell, bjørk i dei øvrige) frå dei sju TOV-områda første og andre analyseperiode. Boksplokk som viser medianverdi, kvartilar, maks- og minimumsverdiar (L), avvik (o) og ekstremverdiar (*) — Bark pH (*Pinus sylvestris* in Solhomfjell; else *Betula pubescens*) from the seven monitoring areas first and second period of analysis. Standard deviation and extreme values are shown. Boxplot showing median, quartiles, maximum and minimum values (L), outliers (o) and extremes (*).

Tabell 2. Pearson produktmoment-korrelasjon for dei målte miljøvariablane pH i bork, svovel- og nitrogenkonsentrasjon i vanleg kvistlav (% av tørrvekt) ved første og andre femårsperiode i 7 TOV-område ($n=36$ felt). Nedre trekant i tabellen viser korrelasjonskoeffisienten (r) og øvre viser signifikansverdien (p). * signifikans ved 0,05-nivå, ** signifikans ved 0,01-nivå – Pearson's product moment correlation for the environmental variables bark pH, sulphur and nitrogen concentrations in *Hypogymnia physodes* (% of dry weight) at the first and second five year-period in 7 monitoring areas ($n=36$ sites). Lower triangle shows correlation coefficient (r) and upper triangle significance value (p). * significant at the 0.05 level, ** significant at the 0.01 level.

	pH 1	pH 2	S 1	S 2	N 1	N 2
pH 1 (1990-1994)	1	0,034*	0,344	0,538	0,450	0,581
pH 2 (1995-1999)	0,790	1	0,360	0,742	0,670	0,564
S 1 (1990-1994)	0,423	0,411	1	0,003**	0,005**	0,012*
S 2 (1995-1999)	0,283	0,154	0,928	1	0,025*	0,077
N 1 (1990-1994)	0,344	0,198	0,903	0,817	1	0,001**
N 2 (1995-1999)	0,255	0,266	0,863	0,705	0,951	1

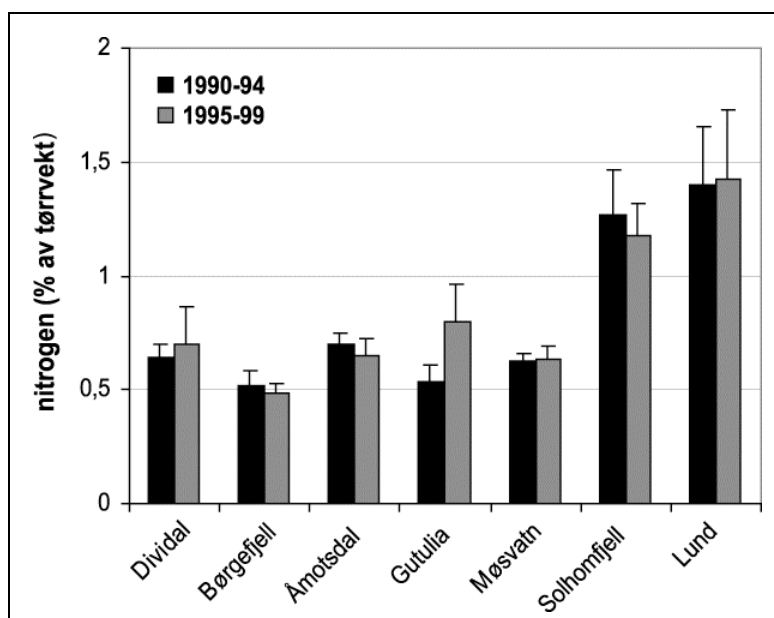
4.1.2 Svovel og nitrogen i lav

Svovelinnholdet i vanleg kvistlav har gått noko ned frå første til andre analyseperiode, og variansanalyse viser at det er signifikante forskjellar både mellom områda og mellom periodane (tabell 3). Men utviklinga er ikkje lik i dei ulike områda, og interaksjonsfaktoren (område * år) er også signifikant (tabell 3). Svovelinnholdet er klart høgast i Solhomfjell og Lund, og det er også i desse områda nedgangen i svovelinnhold har vore størst (figur 3). Nedgangen i svovelkonsentrasjon er statistisk signifikant i Lund ($p=0,004$ ved t-test). Det er også signifikante forskjellar mellom områda når det gjeld nitrogeninnholdet i kvistlav (tabell 3), men her er det ingen signifikant forskjell mellom periodane. Solhomfjell og Lund har også klart høgare nitrogenkonsentrasjon i kvistlav enn dei øvrige områda (figur 4).



Figur 3.

Svovelkonsentrasjonen i vanleg kvistlav frå dei sju TOV-områda første og andre analyseperiode (1990-1994 og 1995-1999), med standardavvik — Sulphur concentrations in Hypogymnia physodes from the seven monitoring areas first and second period of analysis (1990-1994 vs. 1995-1999). Standard deviation is shown.



Figur 4.

Nitrogenkonsentrasjonen i vanleg kvistlav frå dei sju TOV-områda første og andre analyseperiode (1990-1994 og 1995-1999), med standardavvik — Nitrogen concentrations in Hypogymnia physodes from the seven monitoring areas first and second period of analysis (1990-1994 vs. 1995-1999). Standard deviation is shown.

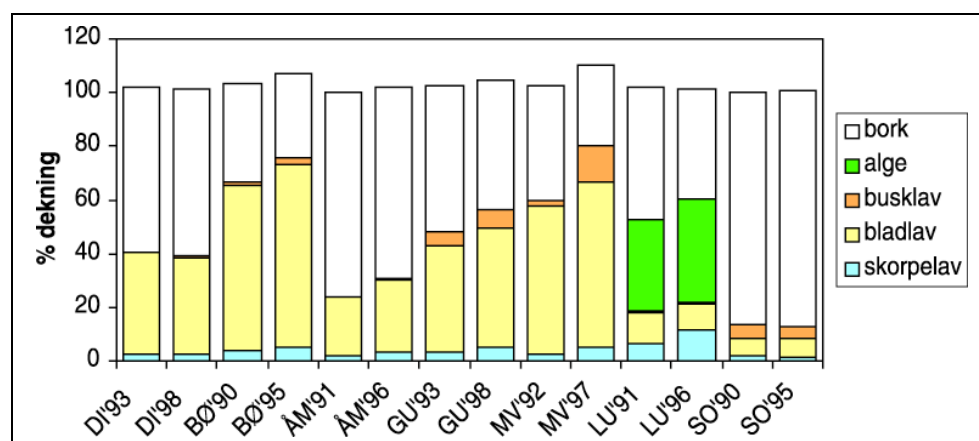
Tabell 3. ANOVA tovegs variansanalyse av svovel- og nitrogenkonsentrasjon i vanleg kvistlav frå sju TOV-område (OMRÅDE) ved første og andre års (ÅR) analyse. Friheitsgrader (df), F-verdi og signifikansnivå er gitt – ANOVA 2-way analysis of variance of sulphur and nitrogen concentrations in Hypogymnia physodes from seven monitoring areas (OMRÅDE) at first and second year (ÅR) of analysis. Degrees of freedom, F-value and level of significance are given.

ANOVA		df	F	Sig.
Svovel	$R^2 = 0,863$ (justert $R^2 = 0,832$)			
	OMRÅDE	6	55,6	0,0000
	ÅR	1	5,64	0,0209
	OMRÅDE * ÅR	6	4,38	0,0010
Nitrogen	$R^2 = 0,863$ (justert $R^2 = 0,832$)			
	OMRÅDE	6	59,3	0,0000
	ÅR	1	0,58	0,4512
	OMRÅDE * ÅR	6	1,57	0,1732

3.2 Epifyttvegetasjonen

4.2.1 Dekning

Den totale dekninga av epifyttar varierer ein god del mellom områda (figur 5). Dekninga er lågast i Solhomfjell, som er det sørlegaste området, og det einaste området der kartlegginga er gjort på furu. Lavdekninga i Lund i Rogaland er også berre rundt 20%, men her er den totale epifyttdekninga likevel langt høgare p.g.a. den store førekomsten av frittlevande aerofyttiske algar (luftalgar) på trestammene. Elles er dekninga låg også i Åmotsdal og i Dividal. Høgast total dekning har Børgefjell og Møsvatn. Den totale epifyttdekninga er signifikant forskjellig mellom områda, og mellom periodane (tabell 4). Den registrerte dekninga er høgare ved andre gongs kartlegging enn ved første ($p=0,005$; tabell 4). Interaksjonen (område * år) er ikkje signifikant.



Figur 5. Fordelinga av bork og epifyttar i dei sju TOV-områda ved første og andre kartlegging (1990-1994 og 1995-1999). Hyperepifyttisme er årsak til sum over 100%. DI: Dividal, BØ: Børgefjell, ÅM: Åmotsdal, GU: Gutulia, MV: Møsvatn, LU: Lund, SO: Solh omfjell — Distribution of naked bark (bork), algae (alge), fruticose lichens (busklav), foliose lichens (bladlav) and crustose lichens (skorpelav) in the seven monitoring areas at the time of first and second mapping (1990-1994 vs. 1995-1999). Hyperepiphytism makes the sum exceed 100%. DI: Dividal, BØ: Børgefjell, ÅM: Åmotsdal, GU: Gutulia, MV: Møsvatn, LU: Lund, SO: Solhomfjell.

Det er hovudsakleg lav som veks epifyttisk på trestammene i TOV-områda, med unntak av i Lund, der aerofyttiske algar har stor dekning (figur 5). Epifyttiske mosar er også registrert i alle områda med unntak av Åmotsdalen, men berre på få tre og alltid langt nede på stammen, under

takseringslinjene. Det er hovudsakleg artar i slekta sigdmose (*Dicranum*) samt levermosen hjemlblæremose (*Frullania dilatata*) som er registrert. Epifyttvegetasjonen er oftast dominert av bladlav, med unntak av i Lund og til dels også i Solhomfjell (figur 5). Dekninga av bladlav er signifikant forskjellig mellom områda, men ikkje mellom periodane (tabell 4). Den registrerte dekninga av busklavar har derimot vorte høgare ved gjenkartlegginga enn første år (tabell 4). Store forskjellar mellom områda og interferens (område * år) gjer at ein likevel ikkje kan konkludere med at det er ein generell framgang av busklav. Auken er størst i Møsvatn og Gutulia, men også i dei andre områda er det registrert ein liten auke av busklav, med unntak av i Solhomfjell og Lund. Førekosten av hengande brunskjegg-artar er spesielt stor i Møsvatn og Gutulia. Relativt mykje buskskjegg i Solhomfjell skuldast at elghornslav er ein av dei vanlegast førekommande artane her. I Lund er det ikkje registrert hengande busklavartar (slektene brunskjegg, strylav eller skjeggjav). Førekosten av skorpelav er derimot svært høg i Lund (figur 5). Dekninga av skorpelav er signifikant forskjellig mellom områda, og har auka signifikant frå første til andre kartlegging (tabell 4). Det er ingen signifikant interaksjon mellom område og år.

Tabell 4. ANOVA tovegs variansanalyse av dekning av epifyttgrupper i sju TOV-område (OMRÅDE) ved første og andre års (ÅR) analyse. Friheitsgrader (df), F-verdi og signifikansnivå er gitt – ANOVA 2-way analysis of variance of epiphyte cover in seven monitoring areas (OMRÅDE) at first and second year (ÅR) of analysis. Degrees of freedom, F-value and level of significance are given.

ANOVA		df	F	Sig.
EPIFYTTAR TOTALT <i>epiphytes total</i>	$R^2 = 0,893$ (justert $R^2 = 0,869$)			
	OMRÅDE	6	76,2	0,0000
	ÅR	1	13,8	0,0005
	OMRÅDE * ÅR	6	1,98	0,0834
BLADLAV <i>foliose lichens</i>	$R^2 = 0,913$ (justert $R^2 = 0,893$)			
	OMRÅDE	6	100	0,0000
	ÅR	1	2,48	0,1211
	OMRÅDE * ÅR	6	0,60	0,7330
BUSKLAV <i>fruticose lichens</i>	$R^2 = 0,587$ (justert $R^2 = 0,495$)			
	OMRÅDE	6	8,48	0,0000
	ÅR	1	7,43	0,0085
	OMRÅDE * ÅR	6	4,07	0,0018
SKORPELAV <i>crustose lichens</i>	$R^2 = 0,622$ (justert $R^2 = 0,537$)			
	OMRÅDE	6	12,6	0,0000
	ÅR	1	9,96	0,0025
	OMRÅDE * ÅR	6	1,66	0,1476
ALGE <i>algae</i>	$R^2 = 0,925$ (justert $R^2 = 0,908$)			
	OMRÅDE	6	118	0,0000
	ÅR	1	0,48	0,4919
	OMRÅDE * ÅR	6	0,47	0,8284

Frittlevande aerofyttiske algar er berre registrert i Lund, samt på eitt tre i Solhomfjell ved andre kartlegging. Algeveksten på bjørk i overvakingsefeltet i Lund utgjer eit meir eller mindre samanhengande belegg, særleg på nordsida av stammen, og belegget er til dels svært mørkt og gelatinøst (figur 6). Truleg er både blågrøn-bakteriar og fleire grønalgeslekter representert. Variansanalysen viser rimelegvis at det er signifikante forskjellar i dekning av algar mellom områda i TOV, men ikkje mellom åra (tabell 4). Dekninga i Lund har gått opp frå 34% til 38,5% (figur 5), men det er ein del forskjell mellom trea og mellom feltet, og auken er ikkje statistisk signifikant ($p=0,38$ ved para t-test).



Figur 6. Gelatinøst algebelegg på undersøkingstre i TOV-området Lund — Gelatinous algae on *Betula pubescens* in Lund monitoring area

4.2.2 Diversitet

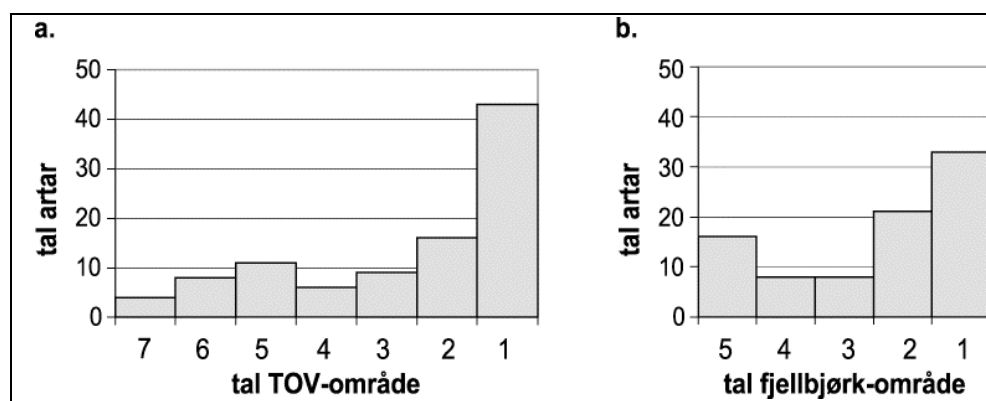
Det er i alt registrert 94 ulike takson av epifyttisk lav på undersøkingstrea i dei sju TOV-områda (tabell 5). Av desse er 12 takson busklav, 20 bladlav og 62 skorpelav. Då er slektene brunskjegg, strylav og begerlav og ein del skorpelavslekter rekna som takson på slektsnivå. Halvparten av artane er registrert i berre eitt område, og berre fire artar er registrert i alle sju områda (figur 7a). Desse fire er vanleg kvistlav, kulekvistlav, gul og grå stokklav. Artsinventaret på furu i Solhomfjell og i mellomboreal og oseanisk bjørkeskog i Lund skil seg vesentleg frå dei fem nordboreale fjellbjørkeskogområda, som har heile 16 felles artar (figur 7b). Blant desse er snømållav, som er karakterart for fjellbjørkeskog, bristlav, brunskjegg, gullroselav og skorpelavsartane *Lecanora symmicta* coll, *L. fuscescens* og *Ochrolechia androgyna*. Liste over alle dei registrerte artane (taksona) er gitt i tabell 5, og gjennomsnittleg dekning i første og andre periode er vist i figur 8.

Tabell 5. Epifyttar registrert på undersøkingstrea i TOV ved første og andre kartlegging, gitt som prosentvis gjennomsnittleg dekning. Artane er rangert etter høgste samla dekning. Artsnamn med * viser til førekomst av skadd lav. x: arten er berre registrert utom takseringslinjene. DI: Dividal, BØ: Børgefjell, ÅM: Åmotsdal, GU: Gutulia, MV: Møsvatn, SO: Solhomfjell, LU: Lund – Epiphytes registered on investigated tree trunks in the seven monitoring areas first and second year of investigation. Species are arranged by total cover. * after species names denotes cover of thalli with visual signs of damage. x denotes that the species is only registered outside the investigation lines of the trunks. DI: Dividal, BØ: Børgefjell, ÅM: Åmotsdal, GU: Gutulia, MV: Møsvatn, SO: Solhomfjell, LU: Lund

Taksonom	DI-93	DI-98	BØ-90	BØ-95	ÅM-91	ÅM-96	GU-93	GU-98	MV-92	MV-97	SO-90	SO-95	LU-91	LU-96
Hypogymnia physodes – vanleg kvistlav	1,5	1,5	26,8	33,8	1,1	1,7	26,6	31,4	32,9	38,1	1,9	1,6	2,1	2,7
Hypogymnia physodes*		0,01	0,1	0,05			3,4	3,1	2,0	2,2	0,5	0,5	1,5	1,0
Melanelia olivacea – snømållav	22,9	20,1	16,2	9,9	12,7	11,6	1,3	1,1	4,1	3,5				
Melanelia olivacea*	2,7	3,7	0,4	2,3	1,3	2,2	1,3	1,1	5,0	4,8				
Alge												x	34,0	38,5
Parmelia sulcata – bristlav	6,9	6,4	13,3	14,9	5,7	8,5	1,3	1,8	1,8	2,5				
Parmelia sulcata*	1,7	2,8	0,3	1,6	0,1	0,8	1,4	0,8	4,4	3,3				
Bryoria spp. – brunskjegg	0,4	0,5	1,2	2,2	0,3	0,6	4,9	7,3	1,8	13,0	0,01	0,02		
Bryoria spp.*											0,01			
Parmeliopsis ambigua – gul stokklav	1,7	1,2	3,4	3,3	0,9	1,8	3,3	3,2	2,6	5,2	0,6	1,0	0,02	0,2
Parmeliopsis ambigua*			0,1	0,3	0,02	0,04	0,5	0,9	1,4	1,0	0,1	0,1	0,1	0,02
Mycoblastus fucatus				x				x					4,8	9,5
Platismatia glauca – vanleg papirlav			0,02	0,1	0,03	x	0,06	0,1	0,03	0,02	0,01	0,04	0,01	0,6
Platismatia glauca*							0,04		0,01		0,2	0,1	6,6	4,5
Lecanora symmicta coll	0,5	0,6		0,04	1,8	3,2	0,3	0,6	0,8	2,8	0,1	0,1		
Ochrolechia androgyna	0,01	0,03	3,2	3,7	x	x	0,4	0,8	x	x			0,1	0,07
Imshaugia aleurites – furustokklav	0,2	0,3	0,6	0,6	x	x	0,6	0,6	x	0,01	2,4	2,5		

Taksonom	DI- 93	DI- 98	BØ- 90	BØ- 95	ÅM- 91	ÅM- 96	GU- 93	GU- 98	MV- 92	MV- 97	SO- 90	SO- 95	LU- 91	LU- 96
Imshaugia aleurites*				0,02			0,03	0,1			0,7	0,8		
Lecanora fuscescens	1,7	1,5		0,07	0,07	0,1	0,5	0,4	0,9	1,1				
Pseudevernia furfuracea – elghornslav							0,02	x	0,04	0,08	2,5	3,4	x	0,03
Pseudevernia furfuracea*									0,03		2,3	1,2	0,05	0,01
Hypogymnia tubulosa – kulekvistlav		x	1,1	0,9	x	0,04	0,2	0,3	0,7	0,9		0,01	x	x
Hypogymnia tubulosa*							0,03	0,03			x			
Lecanora circumborealis coll	0,2	0,1				x	1,2	1,2	x	1,0				
Hypocenomyce sorophora								0,4		x	1,1	1,0		
Ubestemt skorpelav		0,03				x		0,1			0,6	0,09	0,5	0,3
Parmelia saxatilis – grå fargelav						x		x				x	0,2	0,2
Parmelia saxatilis*													0,9	0,7
Hypocenomyce leucococca	0,03	0,05	0,2	0,6	x	x	0,3	0,1		0,01				
Lecanora spp	x	0,01	0,06	0,06			0,02		1,0		0,01	0,00	x	x
Fuscidea praeurptorum													0,3	0,7
Japewia subaurifera		x					0,3	0,6			x	0,04		
Cetraria chlorophylla – vanleg kruslav			0,3	0,3	0,01	0,02	0,07	0,1	x	0,02				
Cladonia spp – begerlav	0,01	0,01		x			x	x	x	x	x	x	0,5	0,2
Cladonia spp*													0,08	0,3
Ochrolechia alboflavescens							0,1	0,1			0,2	0,3		
Lepraria caesioalba													0,3	0,4
Parmeliopsis hyperopta – grå stokklav	0,03	0,02	0,03	0,1	x	x	0,02	0,02	0,1	0,1	0,09	0,05		x
Parmeliopsis hyperopta*		0,02												
Ochrolechia microstictoides			0,1	0,2				x				x	0,2	0,03
Ochrolechia pallescens cf			0,2	0,1			0,07	0,09						
Lecanora hypopta cf		x						0,4						
Hypogymnia farinacea – sukkerlav											0,1	0,2		
Hypogymnia farinacea*											0,01	0,03		
Vulpicida pinastri – gullroselav	0,04	x	0,01	0,03	0,04	0,07	x	x	0,03	0,07	x	0,01		
Mycoblastus sanguinarius	0,01	0,02	0,01	0,05			0,07	0,1				x		0,04
Lecidea pullata	x	x	0,04	0,01	x	x	0,08	x	0,1	x				
Mycoblastus sp			0,03	0,05									0,2	x
Usnea spp – strylav			x	x	x	0,02	0,04	0,02	0,08	0,09	x	0,01		
Biatora pallens	0,1	0,1												
Fuscidea cyathoides													0,1	0,06
Lepraria sp		x					x	x	x	x	x		0,05	0,1
Mycoblastus affinis			0,03	0,03				x					0,04	0,06
Micarea lignaria														0,1
Hypocenomyce scalaris											0,01	0,07		
Buellia disciformis		x	x	0,01		x		x		0,07				
Hypogymnia bitteri – granseterlav										0,06				
Protoparmelia sp		0,05												
Pertusaria pupillaris		x						x	0,04					
Cetraria sepincola – bjørkelav	x	x	x	0,03	x	x								
Hypogymnia austeroles – seterlav		x			x	x	x	x	0,03					
Alectoria sarmentosa – gubbeskjegg			x	0,02						x				
Pertusaria sp	x						0,02		x					
Lecidea nylanderii								0,02						
Lecanora cadubriae cf		0,01						0,01						
Buellia arboricola	0,01	0,01					x							

Taksonom	DI- 93	DI- 98	BØ- 90	BØ- 95	ÅM- 91	ÅM- 96	GU- 93	GU- 98	MV- 92	MV- 97	SO- 90	SO- 95	LU- 91	LU- 96
Japewia tornensis				x			x	0,01						
Melanelia fuliginosa – stiftbrunlav						0,01								
Rimularia fuscisora cf		0,01												
Mycoblastus alpinus				x				0,01						
Pyrrhospora cinnabarina								x		x				
Alectoria ochroleuca – rabbeskjegg	x	x			x	x								
Lecidea porphyrospoda		x									x			
Evernia mesomorpha – gryntjafs							x	x	x	x				
Ochrolechia frigida	x	x		x										
Chaenotheca chrysocephala – gulgrynnål		x						x						
Lecidea sp			x										x	
Buellia triphragmioides							x	x						
Calicium sp – sofnål												x		
Micarea peliocarpa														x
Bacidia igniarum cf		x		x							x			
Trapeliopsis flexuosa				x				x		x				
Ochrolechia sp					x									
Cetraria cucullata – gulskjerpe	x	x												
Letharia vulpina – ulvelav							x	x						
Biatora chrysantha		x												
Buellia punctata	x													
Candelariella sp(p)					x									
Loxospora elatina											x			
Melanelia exasperata –vortelav	x													
Parmelia omphalodes – brun fargelav					x									
Platismatia norvegica – skrukkelav													x	
Alectoria nigricans – jervskjegg		x												
Anzina carneonivea											x			
Biatora efflorescens											x			
Buellia griseovirens		x												
Buellia sp		x												
Cetraria islandica – islandslav		x												
Cetraria nivalis – gulskinn		x												
Cyphelium tigillare – vanleg sotbeger		x												
Fuscidea arboricola												x		
Lecanora pulicaris								x						
Lecidea meiocarpa		x												
Ochrolechia gowardii								x						
Parmeliopsis esorediata – fjellbjørklav											x			
Pertusaria amara														x
Rinodina efflorescens								x						
Varicellaria rhodocarpa											x			
Pannaria pezizoides – skålfiltlav				x										

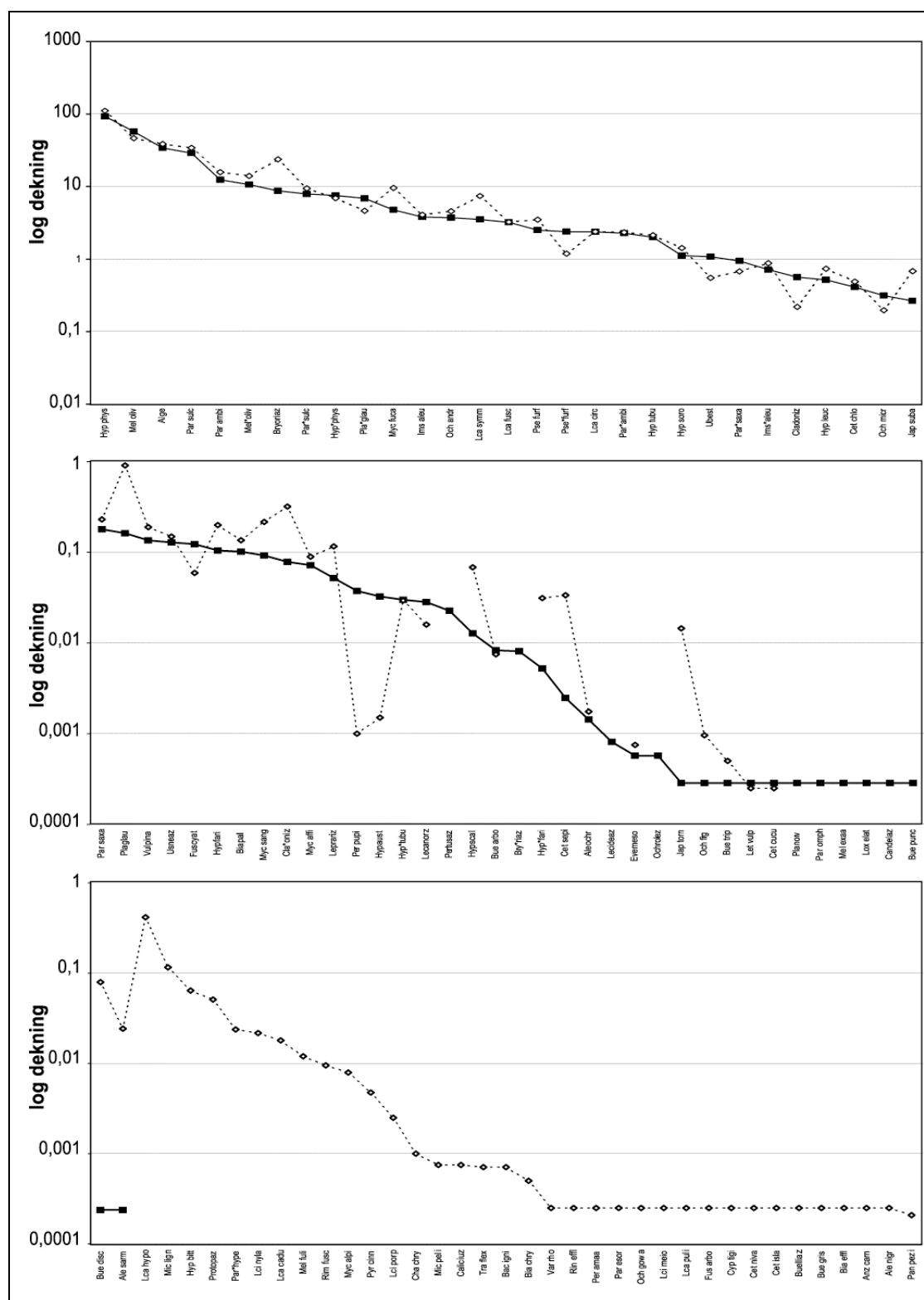


Figur 7. Tal epifyttiske artar registrert i eitt eller fleire overvaksingsområde. A: artar felles for inntil 7 TOV-område. B: artar felles for dei 5 nordboreale fjellbjørkeskogområda i TOV. – Number of epiphytic species registered in one or more monitoring areas. A: species common to maximum 7 monitoring areas. B: species common to the 5 north boreal subalpine birch areas.

Det er relativt liten forskjell mellom første og andre kartlegging for dei mest frekvente og dominerande artane (figur 8). Blant dei artane som har meir enn 1% i gjennomsnittleg dekning er det særleg brunskjegg og skorpelavane *Mycoblastus fucatus* og *Lecanora symmicta* som har gått fram. Vidare er det ein tilbakegang av skadd elghornslav, skadd papirlav og skadd vanleg kvistlav (figur 8). For dei mindre frekvente artane er variasjonen større. Ni takson vart berre registrert i første periode, medan 34 takson kom til i andre periode (figur 8). Dei fleste av desse er skorpelavsartar som er registrert på berre eitt eller svært få tre. Samlegruppera "ubestemt" omfattar registreringar av skorpelav som ikkje let seg gjere å bestemme i felt og som anten ikkje kunne samlast inn eller der det ikkje lykkast å artsbestemme innsamla kollekt. Nokre av nyregistreringane på skorpelavsida ved gjenkartlegginga kan ha vore med i gruppa "ubestemt" første år. Gruppa "ubestemt" er mindre andre år enn første (tabell 5 og figur 8).

Den epifyttiske lavfloraen på furu- og bjørkestammar i overvaksingsområda i TOV er dominert av fattigborksartar (tabell 5). Av spesielt interessante artar kan likevel nemnast *ulvelav* i Gutulia, som står i den norske raudlista som såkalla hensynskrevjande art (DC) (Direktoratet for naturforvaltning 1999), og *fjellbjørklav* i Møsvatn, som reknast som endemisk for fjellbjørkeskog i Sør-Noreg og står i den norske raudlista som såkalla *ansvarsart* (Direktoratet for naturforvaltning 1999). Vidare finst artar som *gryntjafs*, *granseterlav* og *seterlav*, som blir rekna som indikatorar på kontinuitet i fjellskog (Cederberg et al. 1993, From & Delin 1995). I indikator-samanheng er det ofte knytt spesiell interesse til knappenåslavar, men desse førekjem berre sporadisk på undersøkingstrea i TOV. Artane gulgrynnål, vanleg sotbeger og slekta sotnål (svartprikknål og nokre ubestemte individ) er representert på nokre få tre. Skålfiltlav, registrert på bjørk i Børgefjell, veks berre unntaksvis på bork, og må reknast som ein sjeldan art i denne samanhengen. Andre artar som primært er bakkebuande har i blant etablert seg epifyttisk på stammen av undersøkingstrea. Dette er særleg typisk i Dividal, der vi finn både jervskjegg, rabbeskjegg, gulskjerpe, gulskinn, islandslav og skorpelavsarten *Ochrolechia frigida* som epifyttar.

Ein del mindre vanlege og til dels sjeldne artar frå overvaksingsområda er belagt i herbariet TRH. Det gjeld mellom anna fjellbjørklav, gryntjafs, pulverstry, piggstry, *Bacidia* cf. *igniarii*, *Biatora chrysantha*, *Lecidea meiocarpa*, *L. porphyrospoda*, *Micarea lignaria*, *M. peliocarpa*, *Mycoblastus alpinus*, *Ochrolechia gowardii*, *Pyrrhospora cinnabarina*, *Rimularia* cf. *fuscusora*, *Trapeliopsis flexuosa* og *Varicellaria rhodocarpa*.



Figur 8. Gjennomsnittlig dekning av epifytter på undersøkingsstrea i dei sju TOV-områda første (heil linje) og andre kartleggingsår (stipla linje), rangert etter dekning første år. Logaritmisk skala. For fullstendige artsnamn, sjå tabell 5 — Mean cover of epiphytes at the seven monitoring areas first (solid line) and second (dotted line) year of analysis. Logarithmic scale. Full species names are given in table 5.

4.2.3 Skadd lav

Det har vorte registrert skade på i alt 13 blad- og busklav ved kartleggingane (tabell 6). Bristlav og snømållav har størst andel skade av dei mest frekvente artane, der rundt 20% har vore registrert som skadd. Andelen skadd snømållav har gått opp frå 16% til 23% frå første til andre

kartlegging, mellom anna på grunn av langt større skadeomfang i Børgefjell andre år (tabell 5). Nedgangen i registrert skade på elghornslav er også markant. Elghornslav finst berre i dei fire sørlegaste TOV-områda, og hovudsakleg på furu i Solhomfjell (tabell 5). Endringane i skadeomfang på artar som vanleg papirlav, grå fargelav og begerlav (tabell 6) kan vere tilfeldig, då desse artane har svært liten dekning (tabell 5).

Tabell 6. Blad- og busklav med synleg morfologisk skade, gitt som prosentandel skade i høve til artens totale dekning første og andre kartleggingsår. Artane er rangert etter størst total dekning – *Macrolichens* showing visible signs of morphological damage first and second year of investigations, given as percentage damaged thalli of the species' total cover. Species are ranged by largest total coverage.

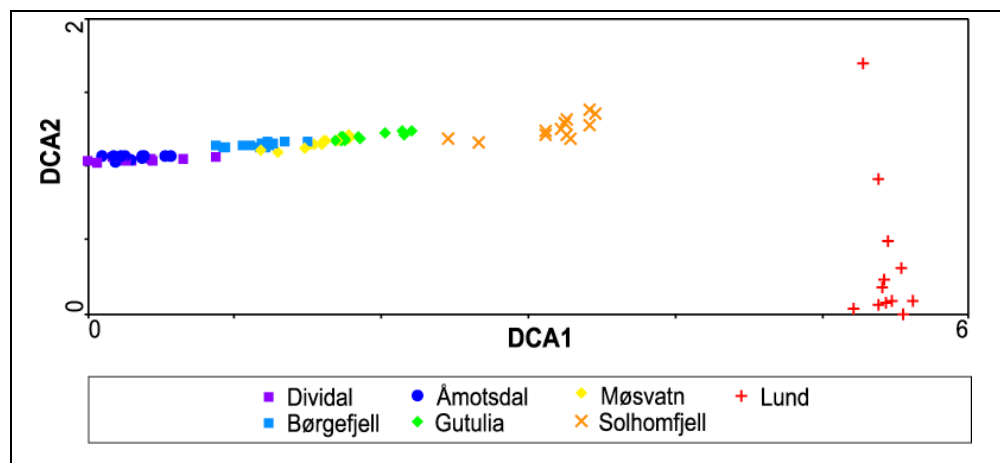
Art:	Andel skade	
	1990-94	1995-99
Vanleg kvistlav - <i>Hypogymnia physodes</i>	8	6
Snømållav – <i>Melanelia olivacea</i>	16	23
Brislav – <i>Parmelia sulcata</i>	21	22
Brunskjegg – <i>Bryoria</i> spp	0,1	0
Gul stokklav – <i>Parmeliopsis ambigua</i>	15	13
Furustokklav – <i>Imshaugia aleurites</i>	16	18
Elghornslav – <i>Pseudevernia furfuracea</i>	49	25
Kulekvistlav – <i>Hypogymnia tubulosa</i>	1	1
Vanleg papirlav – <i>Platismatia glauca</i>	98	84
Grå stokklav – <i>Parmeliopsis hyperopta</i>	0	7
Grå fargelav – <i>Parmeliopsis saxatilis</i>	84	75
Begerlav – <i>Cladonia</i> spp	12	59
Sukkerlav – <i>Hypogymnia farinacea</i>	5	14

4.2.4 Gradientanalyse

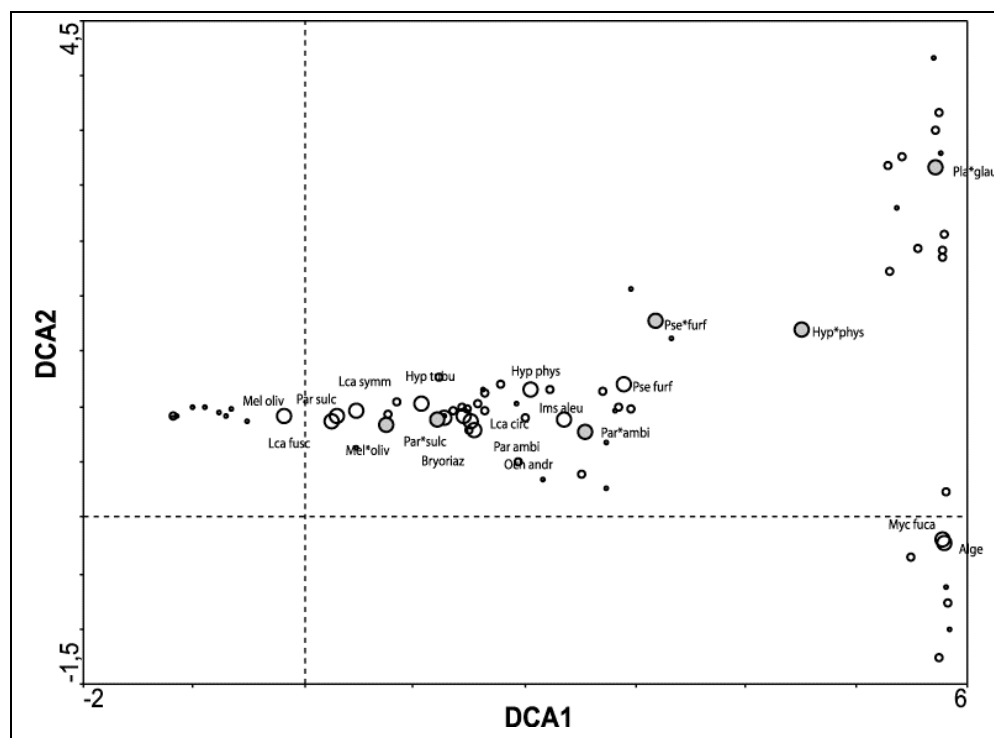
Alle områda

I ordinasjon av alle områda plasserer felta seg langs første DCA-akse i grovt sett ein nord-sørgradient frå Dividal i Troms til Solhomfjell i Agder og Lund i Rogaland. Lågast skår og lengst til venstre i diagrammet ligg Dividalsfelta, dels i blanding med Åmotsdalen (figur 9). Deretter følgjer Møsvatn, Børgefjell og Gutulia, som også er nordboreale fjellbjørkeskogfelt. Midt i diagrammet ligg Solhomfjell-felta samla, utan overlapp langs førsteaksen med nokre av dei andre områda. Lengst til høgre med høgst skår langs DCA-akse 1 ligg felta i Lund. Epifyttvegetasjonen i den mellomboreale og oseaniske skogen i Lund skil seg så klart frå dei øvrige områda at det styrer ordinasjonen og nærast må reknast som ein avvikar ("outlier").

Artsplottet frå ordinasjonen gir eit DCA-diagram der første akse spenner over 7 SD-einingar og andre akse over 6 (figur 10). Sidan ein reknar at førekomsten av einskildartar totalt spenner over 4 SD-einingar er det ei fullstendig utskifting av artar langs desse aksane. Artar som er typiske for nordboreale fjellbjørkeskogar plasserer seg langt til venstre i diagrammet, så som t.d. snømållav (Mel oliv), brislav (Par sulc) *Lecanora fuscescens* og *L. symmicta*. Vidare har også dei hengande artane brunskjegg (Bryoriaz), strylav og gubbeskjegg relativt låge skår langs førsteaksen. Dei vanleg førekommande artane vanleg kvistlav (Hyp phys) og gul stokklav (Par ambi) er begge sentralt plassert i diagrammet. Lengre til høgre finst ei gruppe artar typiske for furuskog, med m.a. elghornslav (Pse furf), furustokklav (Ims aleu), *Hypocenomyce scalaris* og *H. sorophora*. Lengst til høgre i diagrammet med høge skår på førsteaksen og heile spekteret av skår langs andreaksen finst artar som er typiske for forureiningspåverka og kystnære område, med frittlevande algar, grå fargelav, vanleg papirlav (Pla glau) og ei rekkje skorpelavsartar som *Mycoblastus fucatus*, *M. affinis* og *Ochrolechia microstictoides*. Hos dei fleste artane som er registrert både som frisk og skadd har den friske morfotypen lågare skår langs andreaksen enn den skadde (figur 10). Unntaket er elghornslav, som har høgare skår for skadd morfotype enn for frisk.



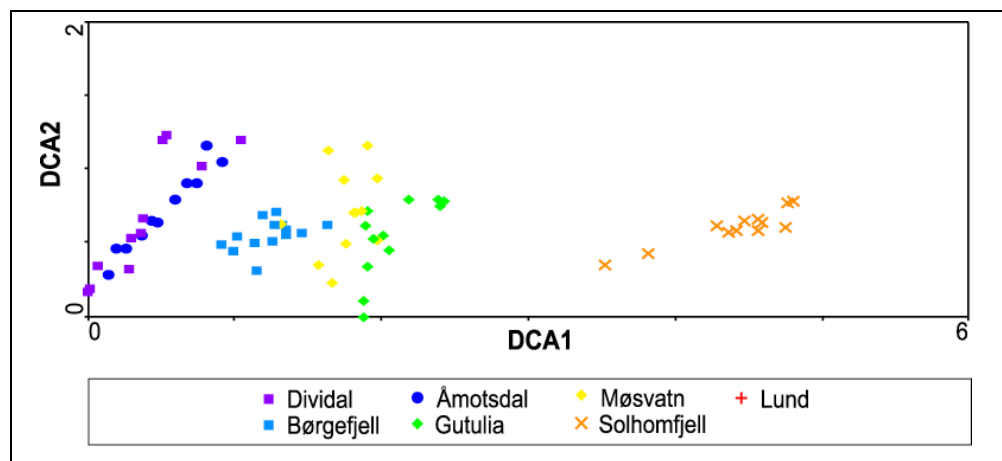
Figur 9. Indirekte gradientanalyse (DCA-ordinasjon) av epifyttvegetasjonen i sju TOV-område kartlagt i 1990-1994 og gjenkartlagt i 1995-1999. Punkta viser overvåkingsfeltene sine skår første og andre kartleggingsår langs DCA-akse 1 og 2, med ulike symbol for hvert overvåkingsområde – *DCA ordination of the epiphytic vegetation in seven monitoring areas in Norway analysed in 1990-1994 and reanalysed in 1995-1999. Scores of all sites, both years of investigations are shown, with different symbols for each area.*



Figur 10. Indirekte gradientanalyse (DCA-ordinasjon) av epifyttvegetasjonen i sju TOV-område kartlagt i 1990-1994 og gjenkartlagt i 1995-1999. Sirklane viser artsskår langs DCA-akse 1 og 2, med ulike storleik etter artens vektning i ordinasjonen. Artar med størst vekt er gitt med kode (for fulle artsnamn, sjå tabell 5). Skraverte sirklar viser til skadd morfotype av arten – *DCA ordination of the epiphytic vegetation in seven monitoring areas in Norway analysed in 1990-1994 and reanalysed in 1995-1999. Species scores are shown as circles in increasing size related to the species' weight in the ordination. Name codes are given for species with largest weight (for full species names, see table 5). Shaded circles denotes damaged morphotype of the species.*

Ved å fjerne Lund frå datasettet viser diagrammet mykje godt same mønster som ordinasjonen av alle områda, med den forskjellen at artar og felt frå Lund er borte (figur 11). Framleis plasserer feltene seg langs første DCA-akse i ein tilnærma nord-sørgradient frå Dividal til

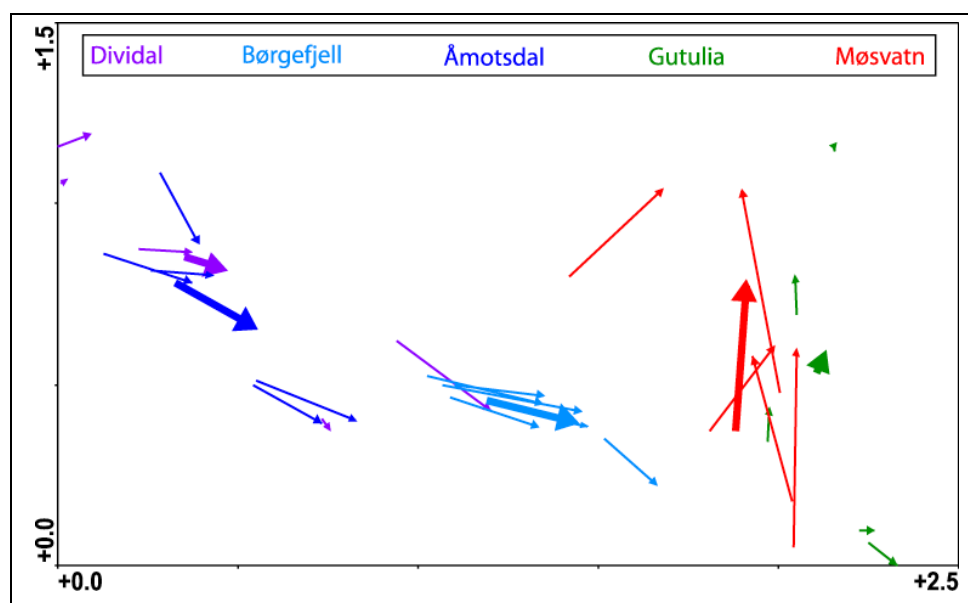
Solhomfjell. Børgefjell og Solhomfjell har liten variasjon langs andreaksen, medan dei fire andre områda spenner over ein større del av denne gradienten. Dette tyder på at det er større miljøvariasjon mellom felta i desse områda, medan felta i Børgefjell og Solhomfjell er relativt homogene. I denne ordinasjonsanalysen er Solhomfjell ein klar avvikar, med eit langt sprang langs DCA-akse 1 og ingen overlapp mellom dei øvrige felta og Solhomfjell-felta, som ligg lengst til høgre i diagrammet (figur 11). For å studere strukturen mellom dei øvrige fem TOV-felta er det derfor rimeleg også å fjerne Solhomfjell frå datamaterialet.



Figur 11. Indirekte gradientanalyse (DCA-ordinasjon) av epifyttvegetasjonen i seks TOV-område (Lund utelate) kartlagt i 1990-1994 og gjenkartlagt i 1995-1999. Punkta viser overvåkingsfelta sine skår første og andre kartleggingsår langs DCA-akse 1 og 2, med ulike symbol for kvart overvåkingsområde – DCA ordination of the epiphytic vegetation in six monitoring areas in Norway analysed in 1990-1994 and reanalysed in 1995-1999. Scores of all sites, both years of investigations are shown, with different symbols for each area.

Fjellbjørkeskogområda

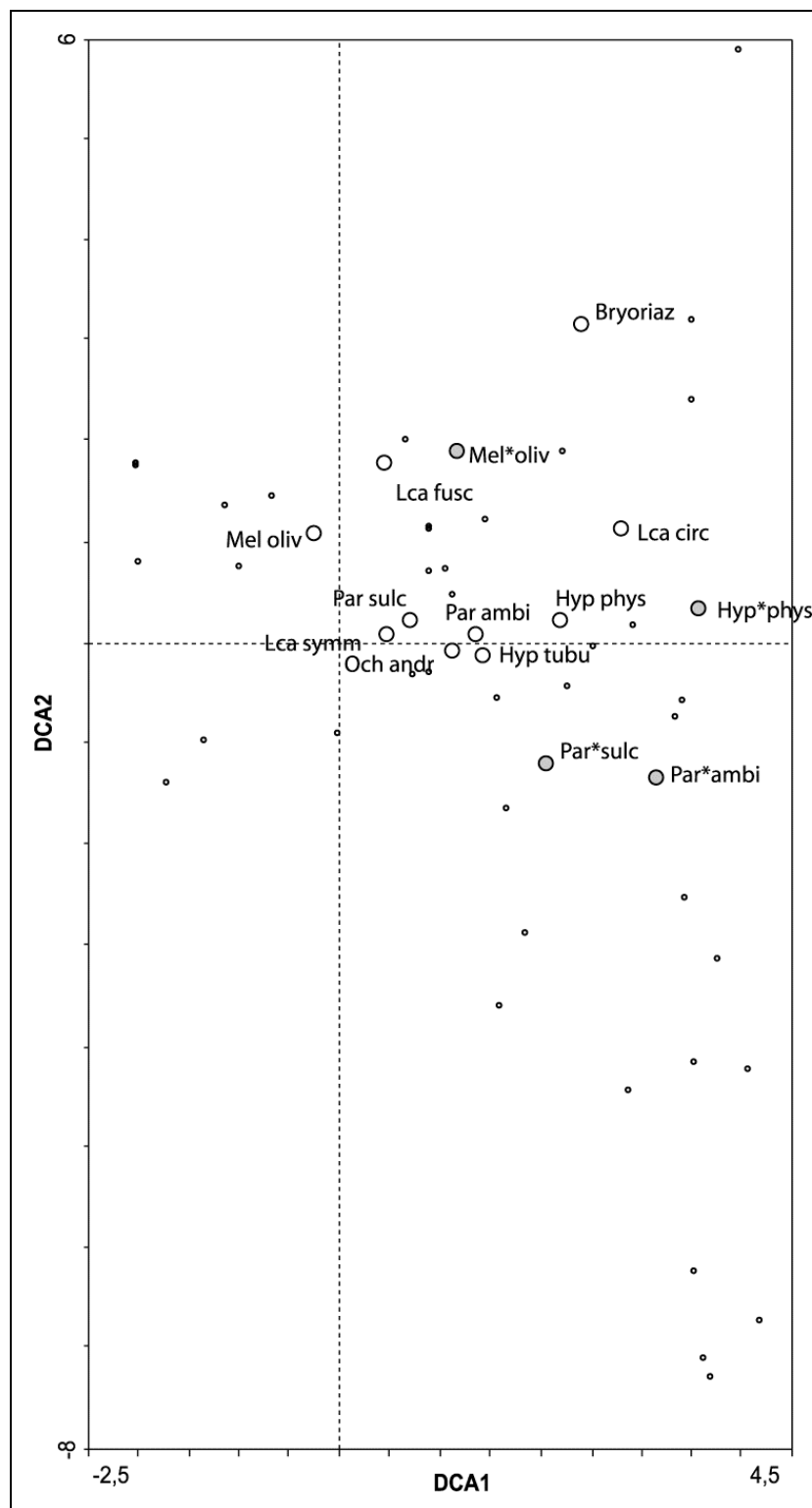
Ordinasjonen av dei fem nordboreale fjellbjørkeskogområda i TOV speglar framleis ein klimatisk gradient, ved at felta plasserer seg langs første DCA-akse med det nordlegaste området (Dividal) lengst til venstre, i blanding med Åmotsdalen, deretter følgjer Børgefjell-felta, så Møsvatn med Gutulia lengst til høgre (figur 12).



Figur 12. Indirekte gradientanalyse (DCA-ordinasjon) av epifyttvegetasjonen i fem nordboreale fjellbjørkeskogområde i TOV kartlagt i 1990-1994 og gjenkartlagt i 1995-1999. Pilene viser overvåkingsfelta si forflytting langs DCA-akse 1 og 2 frå første til andre kartleggingsår, med ulike symbol for kvart overvåkingsområde. Tjukk pil viser gjennomsnittet for området – DCA ordination of the epiphytic vegetation in five north boreal birch forest monitoring areas in Norway analysed in 1990-1994 and reanalysed in 1995-1999. The arrows show the relocation of site scores from the first to the second year of analysis. Heavy lines denotes the areas' mean scores

Forskjellar i artsamansetjing mellom første og andre kartlegging har ført til ein signifikant forskjell i felta sine skår langs første DCA-akse ($p=0,0001$). Endringa mot høgare skår langs førsteaksen er størst for dei to midtnorske områda Børgefjell og Åmotsdal, medan felta i Dividal, Møsvatn og Gutulia i snitt har flytta seg lite langs denne aksen. Det er rimeleg å anta at denne aksen er relatert til klimatiske faktorar som temperatur og fuktigheit. DCA-akse 2 er vanskelegare å tolke. Lågast skår langs denne aksen har dei to lågastliggjande felta i Gutulia, eit par av felta i Møsvatn og felta i Børgefjell (figur 12). Felles for desse felta er høg dekning av vanleg kvistlav og relativt lite snømållav. Andreaksen kan såleis tolkast som ein slags høgde- eller temperaturgradient, med dei lune og beskytta felta lågt plassert og dei meir eksponerte og høgreliggjande felta med ein meir typisk nordboreal epifyttvegetasjon på høgare skår. Det er ingen signifikant endring av feltskår langs DCA-akse 2 frå første til andre kartleggingsperiode ($p=0,829$). Dei tre nordlegaste felta har ein liten negative endring, medan dei to sørlegaste – i første rekkje Møsvatn – har ein positiv endring langs akse 2 (figur 12). I sum viser det nordlegaste området, Dividal, liten endring i ordinasjonsskår frå første til andre periode, medan dei midtnorske områda Børgefjell og Åmotsdal endrar seg i retning mot dei sørlege langs førsteaksen. Dei to sørlege områda, Møsvatn og Gutulia, endrar seg lite langs førsteaksen, men Møsvatn-felta flyttar seg kraftig oppover langs andreaksen. Epifyttvegetasjonen i Møsvatn har endra seg mot ei friskare utforming med mykje brunskjegg og mindre andel skadd lav.

Arter som er mest typiske for nordboreale fjellbjørkeskogar plasserer seg lengst til venstre i ordinasjonsdiagrammet, så som t.d. snømållav (*Mel oliv*), bristlav (*Par sulc*) *Lecanora fuscescens* og *L. symmicta* (figur 13). Noko meir varmekjære artar som gul stokklav (*Par ambi*), *Ochrolechia androgyna*, kulekvistlav (*Hyp tubu*) og vanleg kvistlav (*Hyp phys*) ligg om lag midt i diagrammet, medan brunskjegg (*Bryoriaz*) ligg oppe til høgre med relativt høge skår både på første og andre DCA-akse. Hos artar som er registrert med skadd morfotype ligg alltid den skadde lenger til høgre i diagrammet enn den friske forma (figur 13).



Figur 13. Indirekte gradientanalyse (DCA-ordinasjon) av epifyttvegetasjonen i fem fjellbjørkeskogområde i TOV kartlagt i 1990-1994 og gjenkartlagt i 1995-1999. Sirklane viser artsskår langs DCA-akse 1 og 2, med ulike storleik etter artens vektning i ordinasjonen. Artar med størst vekt er gitt med kode (for fulle artsnamn, sjå tabell 5). Skraverte sirkelar viser til skadd morfotype av arten – DCA ordination of the epiphytic vegetation in five north boreal birch forest monitoring areas in Norway analysed in 1990-1994 and reanalysed in 1995-1999. Species scores are shown as circles in increasing size related to the species' weight in the ordination. Name codes are given for species with largest weight (for full species names, see table 5). Shaded circles denotes damaged morphotype of the species.

5 Diskusjon

Epifyttdekninga på stammen av undersøkingstrea i TOV har auka signifikant frå grunnlagsundersøkingane i 1990-1994 til gjenkartleggingane i 1995-1999. Denne auken i dekning har kome parallelt med at det har vorte mindre svovel og relativt sett meir nitrogen i nedbøren som følgje av endringar i utlepp av forureiningar til luft i Europa (Tørseth & Semb 1998, Aas et al. 2000). Denne tiårsperioden har også klimatisk sett vore varmare enn tiåra før på landsplan, noko som kan ha stimulert den epifyttiske lavveksten. Overvaksingsdata frå Tyskland har vist at vekstsesonens lengde har auka med inntil fem dagar dei siste 20 åra i høve til 20-årsperioden før (Menzel et al. 2001). Auken i dekninga av epifyttar (hovudsakleg lav) på trestammar i TOV tilsvarar det som er observert for skogbotnsmosar i det nasjonale nettverket for intensivovervaking i skog, der TOV inngår (Økland et al. 2001). Dette blir tolka som ein respons på klimatisk gunstige vekstforhold for skogmosar i perioden, med lange og/eller spesielt fuktige vekstsesonar (Økland et al. i trykk). Ved epifyttovervakinga på Tjeldbergodden (Møre og Romsdal), vart det også registrert ein signifikant dekningsauke frå 1994 til 1999. I Nederland er det registrert endringar i lavfloraen som blir tilskrive effekten av temperatúrauke dei siste 10-15 åra (van Herk et al. 2002). Arktisk-alpine/boreomontane artar er i tilbakegang i Nederland, medan (sub)tropiske artar er i sterk framgang. Dei konkluderer med at auka diversitet og auka dekning av både epifyttiske og terrestriske lavartar skuldast fleire miljøfaktorar som verkar i same retning: nedgang i svoveldioksid i luft, auka innhald av ammonium i nedbør og global oppvarming. Utviklinga i Nederland dei siste åra har gått i retning av ein meir varme- og næringskrevjande lavvegetasjon (van Herk 1999, van Herk et al. 2002).

Både bjørk og furu blir rekna som fattigborktreslag (Du Rietz 1945) med relativt låg pH og næringsstatus i borken, særleg i kontinentale strøk. Som porofytt har desse treslaga såleis heller låg artsdiversitet i høve til andre boreale lauvtre (Coppins 1984, Koskinen 1955, Kuusinen 1996). Kartleggingane av epifyttar i dei sju TOV-områda frå 1990-1999 har gitt ei artsliste med 94 takson, og fleire av områda har relativt høg artsdiversitet. Berre fire artar er felles for alle områda. Den totale dekninga av epifyttar på stammen av undersøkingstrea varierer mykje frå område til område, men er til dels svært høg (dekkjer opp til 80% av stammen i gjennomsnitt i Børgefjell og Møsvatn). Det er registrert fleire artar ved gjenkartleggingane enn ved første gongs kartlegging i alle områda. Det er særleg diversiteten av skorpelav som har auka. Auka artskenntskap hos inventørane over tid, samt større fokus på denne artsgruppa er truleg den viktigaste årsaken til at artslista har vorte lengre, og kan mulegvis også forklare noko av framgangen i dekning for denne artsgruppa. Tilsvarende er lite sannsynleg når det gjeld blad- og busklav. Dekninga av busklav, i første rekkje brunskjegg, har gått signifikant fram frå første til andre kartlegging. Brunskjegg-artar blir rekna som forureiningskjenslege (Insarova et al. 1992), og slekta manglar heilt i Lund og er berre så vidt representert i Solhomfjell. Den registrerte framgangen av brunskjegg er særleg stor i dei sørlegaste fjellbjørkeskogområda, Møsvatn og Gutulia. Det er muleg at førekomsten av brunskjegg har vore redusert i Møsvatn og til dels i Gutulia på grunn av svovelinnhaldet i nedbør på 1970- og 80-talet, og at veksten av desse artane har tatt seg opp i tråd med at svovelskonsentrasjonen har vorte lågare på 1990-talet. I andre Europeiske land er det også registrert ein auka lavvekst spesielt etter som svoveldioksidinnhaldet i luft har gått ned (Henderson-Sellers & Seaward 1979, Nimis et al. 2002, van Herk et al. 2002).

Ved oppstarten av TOV var det eit mål å dekkje gradienten i påverknad frå langtransporterte luftforureiningar i Noreg. Dette er oppnådd, og dei sju områda med epifyttovervaking speglar klart både ein klimatisk nord-sørgradient og ein forureiningsgradient som kjem tydeleg fram ved ordinasjonsanalyse av alle områda samla. Solhomfjell var det første overvaksingsområdet som vart valt ut i TOV, og her vart furu valt som overvakingstre. Seinare vart det valt å fokusere på bjørkeskog i TOV, og det er ein ulempe for samanlikninga si skuld at Solhomfjell er det einaste området der kartlegginga er gjort på furu. Epifyttvegetasjonen på furu og bjørk har likevel mange likheitstrekk, og epifyttvegetasjonen på bjørk i det mellomboreale og oseaniske området i Lund skil seg meir frå dei fem nordboreale fjellbjørkeskogområda enn det epifyttvegetasjonen på furu i Solhomfjell gjer (jamfør DCA-ordinasjonen over alle områda).

Epifyttvegetasjonen i Lund er svært ulik dei andre områda i TOV og er difor lite egna til samanlikningar anna enn med seg sjølv, over tid. Ideelt sett burde det vore fleire bjørkefelt nordover langs kysten som var samanliknbare med Lund. Det hadde vore spesielt viktig å ha eit område i Hordaland/Sogn og Fjordane, som i dag ligg rundt tålegrensenivået for nitrogen i fuktig

skog (Esser & Tomter 1996), og eit oseanisk område i nord, der forureiningsbelastninga er låg. Lund ligg nære kysten i eit område som *klimatisk* sett er antatt gunstig for vekst av lav, med milde vintrar, høg nedbørmengde og nordaustvendt eksposisjon. Likevel er lavvegetasjonen på stammen av bjørk meir sparsam her enn i fjellbjørkeskogområda i TOV. Busklav finst mest ikkje, og storparten av bladlaven har visuelle teikn på skade. Ein skorpelavsdominert lavflora blir ofte sett på som eit forureiningssymptom (Hawksworth & Rose 1976), og såleis kan det vere freistande å anta at høg skorpelavsandel på overvakingstrea i Lund skuldast langtransporterte forureiningskomponentar i nedbøren. Men skorpelavsdominans kan også vere eit *kystfenomen*, og i tilsvarande undersøkingar på Tjeldbergodden i Møre og Romsdal, der forureiningspåverknaden er lang lågare, var det høg dekning av skorpelav både ved grunnlagsundersøkinga i 1994 (Bruteig & Wang 1995) og ved gjenkartlegginga i 1999 (Bruteig 2002). Dekninga av skorpelav er langt lågare i dei fem fjellbjørkeskogområda i TOV. Fråveret av skjeggjav og omfanget av skadar på bladlav i **Lund** tyder likevel på at lavvegetasjonen **her** er utsett for forureiningsstress.

Den største forskjellen mellom Lund og dei øvrige overvakingssområda ligg likevel i den store dekninga av aerofyttiske algar. Algevekst er elles ikkje registrert i TOV, med unntak av på eitt tre i Solhomfjell ved kartlegginga i 1995 (Bruteig 1996). I Lund er det registrert algevekst på alle trea, med ei gjennomsnittleg dekning på 38% ved gjenkartlegginga. Den høge dekninga saman med observasjonar av at algebelegget delvis voks over laven på ein måte som gav inntrykk av at laven "drukna", gir grunn til å anta at algane delvis konkurrerer ut laven på trestammene. I følgje lokale grunneigarar i Lund er algeveksten på bjørk eit "nytt" fenomen, som dei første gong la merke til på 1980-talet. Det vart også registrert algevekst på bjørkestammar ved tilsvarande epifyttkartlegging på Tjeldbergodden i 1994 (Bruteig & Wang 1995), men den gjennomsnittlege dekninga der var berre 1,9%. Fem år etter, og etter at Statoil sitt metanolanlegg var etablert, hadde algedekninga auka signifikant til 9,9% (Bruteig 2002). Tilsvarande vart det registrert ein auka førekomst av algar ved den landsomfattande kartlegginga av 76 bjørkeflater i NIJOS sitt nett av observasjonsflater, og i åtte av ti flater i Sørvest-Noreg vart det registrert algevekst på undersøkingstrea (Bruteig & Tronstad 2000). Det er kjent at algar responderer på auka næringstilførsel både i terrestriske og akvatiske miljø (Lindstrøm 2000, Poikolainen et al. 1998, Thomsen 1992), og førekomst av aerofyttiske algar i skog blir rekna som indikator for at tålegrensene for nitrogen er overskridne (Bobbink et al. 1996). Det er grunnlag for å tru at den høge algeveksten på bjørkestammar i Lund skuldast høg tilførsel av næringsstoff, i første rekkje ved deponering av langtransportert nitrat og ammonium med nedbør.

Endringane i epifyttvegetasjonen i dei fem nordboreale fjellbjørkeskogfelta frå første til andre kartlegging viser ein geografisk trend. Dei to midtnorske områda, Børgefjell og Åmotsdalen, har endra seg i retning mot å bli meir lik dei to sørlege områda, Gutulia og Møsvatn. Dette er vist ved at felta har ei retningsbestemt forflytting langs hovudaksen i den indirekte gradientanalysen, tolka som ein akse som speglar klima og forureiningspåverknad. Dividal og dei sørlege områda viser ikkje slik endring langs hovudgradienten. Det har vore ein trend mot høgare temperatur og meir nedbør i Noreg i denne perioden (Hanssen-Bauer & Førland 1998, Hanssen-Bauer et al. 1998), og dersom dette held fram kan det føre til mindre skilnader mellom dei ulike overvakingssområda i framtida. Samstundes tyder desse resultatane på at dei delane av Sør-Noreg som ligg utom dei høgast forureiningsbelasta områda no responderer på lågare konsentrasjon av forureiningskomponentar i nedbør, særskild nedgangen i sulfatkonsentrasjon. I framtidig miljøovervaking er det viktig å ta omsyn til at overvakingssparametrane både skal kunne fange opp effekten av klimaendringar og forureiningseffektar.

6 Konklusjon

Resultat frå overvakinga av epifyttar i TOV frå 1990-1999 tyder på at lavvegetasjonen er i endring som følgje av endra miljøforhold. Dei sju TOV-områda speglar ein miljøgradient frå sør til nord i Noreg og frå relativt høg til svært liten grad av forureiningspåverknad. Frå første til andre femårsperiode har den gjennomsnittlege epifyttdekninga auka, og artsinventaret i dei midtnorske fjellbjørkeskogområda har vorte meir lik dei sørlege. Gunstige klimatiske tilhøve for lavvekst i perioden, med milde og fuktige haust og vintrar kan vere hovudårsaka til dette.

Forureiningskjenslege brunskjeggartar har gått kraftig fram i Sør-Noreg, spesielt i Møsvatn i Telemark. Dette kan truleg skuldast minka svovelinnhald i nedbøren og relativt høgare innhald av næringsstoff i form av nitrat og ammonium. Analysar av vanleg kvistlav frå overvaksingsområda viser at svovelinnhaldet i laven har gått ned, medan det ikkje er signifikante endringar i nitrogeninnhaldet frå første til andre kartlegging.

Epifyttvegetasjonen i dei to sørlegaste TOV-områda, Solhomfjell i Aust-Agder og Lund i Rogaland, skil seg frå dei øvrige områda på ei rekkje punkt. Liten dekning og høg førekomst av skade på makrolav i begge områda samt høg dekning av aerofyttiske algar i Lund, tyder på at epifyttvegetasjonen i desse to sørlegaste områda framleis er sterkt påverka av luftforureiningar.

I framtidig miljøovervaking er det viktig å vurdere effekten av klimaendringar like vel som på effekten av luftforureining. Epifyttovervakinga i TOV ser så langt ut til å kunne fange opp begge desse effektane.

7 Litteratur

- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Møsvatn-Austfjell, Telemark. - NINA Oppdragsmelding 611: 1-47.
- 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: 1-42.
- Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Framstad, E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark - reanalyser 2000. - NINA Oppdragsmelding 700: 1-41.
- Berg, I. A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1993. - Rapp. Skogforsk 17/94: 1-17.
- Berg, I. A. & Aamlid, D. 1997. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann - Årsrapport 1996. - Rapport Skogforsk 4/97: 1-21.
- Bobbink, R., Hornung, M. & Roelofs, J. G. M. 1996. Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems. - I Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded. UN ECE CLRTAP Task Force on Mapping and the CCE, Umweltbundesamt, Berlin, Germany. S. Annex III.
- Boonpragob, K. 2002. Monitoring physiological change in lichens: Total chlorophyll content and chlorophyll degradation. - I Nimis, P. L., Scheidegger, C. & Wolseley, P. A., red. Monitoring with lichens - Monitoring lichens. NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences 7. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London. S. 323-326.
- Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Møsvatn-Austfjell 1992. - NINA Oppdragsmelding 209: 1-33.
- Bruteig, I. E. 1993. The epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* as a biomonitor of atmospheric nitrogen and sulphur deposition in Norway. - Environmental Monitoring and Assessment 26: 27-47.
- Bruteig, I. E. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Solhomfjell og Børgefjell 1995. - Allforsk rapport 7: 1-42.
- Bruteig, I. E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Åmotsdalen og Lund 1996. - Allforsk rapport 9: 1-40.
- Bruteig, I. E. 2001. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Gutulia og Dividal 1998. - Allforsk rapport 17: 1-44.
- Bruteig, I. E. 2002. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Gjenkartlegging av epifytt-vegetasjonen 1999. - Allforsk rapport 18: 1-39.
- Bruteig, I. E., Eilertsen, O., Kålås, J. A., Løbersli, E. M., Myklebust, I., Tørseth, K., Økland, R. H. & Aamlid, D. 1997. Natur i endring. Program for terrestrisk naturovervåking 1990-1995. - Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Bruteig, I. E. & Holien, H. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Møsvatn 1997. - Allforsk rapport 10: 1-34.
- Bruteig, I. E. & Tronstad, I. K. K. 2000. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk 1997. - Allforsk rapport 16: 1-54.
- Bruteig, I. E. & Wang, R. 1995. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Epifyttvegetasjonen. Resultat frå referansekartlegging 1994. - Allforsk rapport 4: 1-33.
- Bråkenhielm, S. & Liu, Q. 1995. Spatial and temporal variability of algal and lichen epiphytes on trees in relation to pollutant deposition in Sweden. - Water Air and Soil Pollution 79: 61-74.
- Cederberg, B., Hermansson, J. & Lundqvist, R. 1993. Nyckelbiotoper i skogarna vid våra sydligaste fjäll. - Skogsstyrelsen, Rapport 5/1993.
- Coppins, B. J. 1984. Epiphytes of birch. - Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 85B: 115-128.
- de Bakker, A. J. 1989. Effects of ammonia emission on epiphytic lichen vegetation. - Acta Botanica Neerlandica 38: 337-342.
- Direktoratet for naturforvaltning. 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. Norwegian Red List 1998. - DN-rapport 3: 1-161.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2002. Dovrefjell - arnested for klassisk naturvern. DN Faktaark 2: 2002.

- Du Rietz, G. E. 1945. Om fattigbark- och rikbarksamhällen. - Svensk botanisk tidskrift 39: 147-150.
- Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark. - NINA Oppdragsmelding 286: 1-82.
- Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. - NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.
- Esser, J. M. & Tomter, S. M. 1996. Reviderte kart for tålegrenser for nitrogen basert på empiriske verdier for ulike vegetasjonstyper. NIJOS-rapport ; 1996:7. - Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, Ås.
- Farmer, A. M., Bates, J. W. & Bell, J. 1992. Ecophysiological effects of acid rain on bryophytes and lichens. - I Bates, J. W. & Farmer, A. M., red. Bryophytes and lichens in a changing environment. Clarendon Press, Oxford. S. 284-313.
- Ferry, B. W., Baddeley, M. S. & Hawksworth, D. L. 1973. Air pollution and lichens. - The Athlone Press, London.
- Foucard, T. 1990. Svensk skorpelavsflora, Lund.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. - NINA Temahefte 12: 1-279.
- Frisvoll, A. A., Elvebakk, A., Flatberg, K. I. & Økland, R. H. 1995. Sjekklister over norske mosar. Vitskapleg og norsk namneverk. - NINA Temahefte 4: 1-104.
- From, J. & Delin, A. 1995. Art- och biotopbevarande i skogen med utgangspunkt från Gävleborgs län. - Skogsvårdsstyrelsen i Gävleborgs län, Gävle.
- Førland, E. 1993. Årsnedbør 1:2 mill. Nasjonalatlas for Norge, kartblad 3.1.1. Statens Kartverk.
- Hanssen-Bauer, I. & Førland, E. J. 1998. Annual and seasonal precipitation variations in Norway 1896-1997. DNMI-rapport. Klima ; 1998:27. - Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Hanssen-Bauer, I., Nordli, P. Ø. & RegClim. 1998. Annual and seasonal temperature variations in Norway 1876-1997. DNMI-rapport. Klima ; 1998:25. - Norwegian Meteorological Institute, Oslo.
- Hawksworth, D. L. & Rose, F. 1976. Lichens as pollution monitors. - Studies in Biology 66: 1-60.
- Henderson-Sellers, A. & Seaward, M. 1979. Monitoring lichen reinvasion of ameliorating environments. - Environ Pollution 0013-9327: 207-213.
- Hilmo, O. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Børgefjell 1990. DN-notat. - S 1-17.
- Hilmo, O., Bruteig, I. E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. Allforsk, Trondheim. - S 1-20.
- Hilmo, O. & Larssen, H. C. 1994. Morfologi hos epifyttisk lav i områder med ulik luftkvalitet. - Allforsk rapport 2: 1-44.
- Hilmo, O. & Wang, R. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell 1990. DN-notat. - S 1-19.
- Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Åmotsdalen og Lund 1991. - DN-notat 1992-3.
- Holien, H., Jørgensen, P. M., Timdal, E. & Tønsberg, T. 1994. Norske lavnavn - supplement. - Blyttia 52: 25-28.
- Holopainen, T. & Kärenlampi, L. 1984. Injuries to lichen ultrastructure caused by sulphur dioxide fumigations. - New Phytologist 98: 285-294.
- Holopainen, T. & Kärenlampi, L. 1985. Characteristic ultrastructural symptoms caused in lichens by experimental exposure to nitrogen compounds and fluorides. - Annales Botanici Fennici 22: 333-342.
- Insarova, I. D., Insarov, G. E., Bråkenhielm, S., Hultengren, S., Martinsson, P. O. & Semenov, S. M. 1992. Lichen sensitivity and air pollution - a review of literature data. - Swedish Environmental Protection Agency Report 4007: 1-72.
- Kauppi, M. 1980. The influence of nitrogen-rich pollution components on lichens. - Acta Universitatis Ouloensis A101 Biologica 9: 1-25.
- Koskinen, A. 1955. Über die Kryptogamen der Bäume, besonders die Flechten, im Gewässergebiet des Päijänne sowie an den Flüssen Kalajoki, Lestijoki und Pyhäjoki. Floristische, soziologische und ökologische Studie 1. - Mercator, Helsinki.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. - Universitetsforlaget, Oslo.

- Kuusinen, M. 1996. Epiphyte flora and diversity on basal trunks of six old-growth forest tree species in southern and middle boreal Finland. - *Lichenologist* 28: 443-463.
- Lid, J. & Lid, D. T. 1994. Norsk flora. 6. utgåve ved Reidar Elven. - Det norske samlaget, Oslo.
- Lindstrøm, E.-A. 2000. Fastsittende alger i rennende vann: en kunnskapsstatus. NIVA-rapport.
- Løbersli, E. M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. - DN-rapport 1989-8: 1-98.
- Menzel, A., Estrella, N. & Fabian, P. 2001. Spatial and temporal variability of the phenological seasons in Germany from 1951 to 1996. - *Global Change Biology* 7: 657-666.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. - Statens kartverk, Hønefoss.
- Nash III, T. H. 1973. Sensitivity of lichens to sulphur dioxide. - *Bryologist* 76: 333-339.
- Nimis, P. L., Wolseley, P. A. & Scheidegger, C., red. 2002. Monitoring with lichens - monitoring lichens. NATO science series. Series IV, Earth and environmental sciences ; 7: 408 s. - Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Poelt, J. & Vezda, A. 1981. Bestimmungsschlüssel Europäischer Flechten. Ergänzungsheft II. *Bibliotheca Lichenologica* 16. - J. Cramer.
- Poikolainen, J., Lippo, H., Hongisto, M., Kubin, E., Mikkola, K. & Lindgren, M. 1998. On the abundance of epiphytic green algae in relation to the nitrogen concentrations of biomonitors and nitrogen deposition in Finland. - *Environmental Pollution* 102: 85-92.
- Purvis, O. W., Coppins, B. J., Hawksworth, D. L., James, P. W. & Moore, D. M., red. 1992. The lichen flora of Great Britain and Ireland. - Natural History Museum Publications, London.
- Richardson, D. H. S. 1988. Understanding the pollution sensitivity of lichens. - *Botanical Journal of the Linnean Society* 96: 31-43.
- Santesson, R. 1993. The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway, Lund.
- SFT. 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1999. Statlig program for forurensningsovervåking. - S 1-145.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1981. Biometry. 2. utg. - W. H. Freeman and company, New York.
- SPSS. 1999. SPSS Base 10.0. - SPSS Inc, Chicago.
- Søchting, U. 1991. Laver som kvælstofmonitorer i danske skove. Institut for Sporeplanter, Universitetet i København.
- Tamm, C. O. 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems. *Ecological Studies* 81. - Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- ter Braak, C. J. F. 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.
- ter Braak, C. J. F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (version 4). - Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- Thomsen, M. G. 1992. Epifyttisk belegg på barnåler i Norge i relasjon til nitrogendeposisjon og klima. - *Rapp. Skogforsk.* 23/94.
- Tørseth, K. & Semb, A. 1998. Deposition of nitrogen and other major inorganic compounds in Norway, 1992-1996. - *Environ Pollution* 102: 299-304.
- van Herk, C. M. 1999. Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. - *Lichenologist* 31: 9-20.
- van Herk, C. M., Aptroot, A. & van Dobben, H. F. 2002. Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. - *Lichenologist* 34: 141-154.
- Von Arb, C. 1987. Photosynthesis and chlorophyll content of the lichen *Parmelia sulcata* Taylor from locations with different levels of air pollution. - I Peveling, E., red. *Progress and problems in lichenology in the eighties : proceedings of an international symposium held at the University of Münster on 16.-21. March 1986.* *Bibliotheca lichenologica* 25. J. Cramer, Berlin. S. 343-345.
- Von Arb, C. & Brunold, C. 1990. Lichen physiology and air pollution. 1. Physiological responses of in situ *Parmelia sulcata* among air pollution zones within Biel, Switzerland. - *Canadian Journal of Botany* 68: 35-42.
- Von Arb, C., Mueller, C., Ammann, K. & Brunold, C. 1990. Lichen physiology and air pollution. 2. Statistical analysis of the correlation between SO₂, NO₂, NO and O₃, and chlorophyll content, net photosynthesis, sulfate uptake and protein synthesis of *Parmelia sulcata* Taylor. - *New Phytologist* 115: 431-437.
- Wang, R. & Bruteig, I. E. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Gutulia og Dividal 1993. - *Allforsk rapport* 1: 1-51.

-
- White, F. J. & James, P. W. 1989. A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. - *British Lichen Society Bulletin* 57 (suppl.): 1-41.
- Will-Wolf, S. 1988. Quantitative approaches to air quality studies. - I Nash III, T. H. & Wirth, V., red. *Lichens, bryophytes and air quality. Bibliotheca Lichenologica* 30. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. S. 109-140.
- Økland, R. H. 1990. *Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia*. - *Sommerfeltia Suppl.* 1: 1-233.
- Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R. H. & Eilertsen, O. 2001. Vegetasjonsendringer i Nasjonalt nettverk av flater for intensivovervåking i skog. - NIJOS rapport 08/2001: 1-46.
- Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R. H. & Eilertsen, O. i trykk. Changes in forest understory vegetation in Norway related to long-term soil acidification and climate change.
- Aas, W., Tørseth, K., Solberg, S., Berg, T. & Manø, S. 2000. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. *Atmosfærisk tilførsel, 1999*. Norsk institutt for luftforskning, Kjeller.

8 Rapportar utgitt innan Program for terrestrisk naturovervåking (TOV)

- * Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. DN-rapport 8-1989: 1-98.
1. Fremstad, E. (red.). 1989. Terrestrisk naturovervåking. Rapport fra nordisk fagmøte 13.-14.11. 1989. NINA Notat 2: 1-98.
 2. Holten, J.I., Kålås, J.A. & Skogland, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Forslag til overvåking av vegetasjon og fauna. NINA Oppdragsmelding 24:1-49.
 3. Heggberget, T.M. & Langvatn, R. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Bruk av fallvilt i miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 28: 1-21.
 4. Alterskjær, K., Flatberg, K.I., Fremstad, E., Kvam, T. & Solem, J.O. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Etablering og drift av en miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding 25: 1-31.
 5. Sandvik, J. & Axelsen, T. 1992. Bestandsovervåking av trekkfugl ved fangst og trekkteillinger. Belyst ved materiale innsamlet ved Jomfruland Fuglestasjon og Mølen Ornitologiske Stasjon. Naturundersøkelser A.S., (stensil): 1-168.
 6. Nygård, T. 1990. Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge. Et forslag til landsomfattende overvåking. NINA Utredning 21: 1-34.
 7. Kålås, J.A., Fiske, P. & Pedersen, H.C. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgiftbelastninger i dyr. NINA Oppdragsmelding 37: 1-15.
 8. Hilmo, O. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Børgefjell 1990. DN-notat 1991-4: 1-38.
 9. Nybø, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. DN-notat 1991-9: 1-62.
 10. Hilmo, O. & Wang, R. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell - 1990. DN-notat 1991-6: 1-50.
 11. Johnsen, P. 1991. Maur i skogovervåking: Økologi og metoder. Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. (stensil): 1-14.
 12. Bruteig, I.E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende lavkartlegging på furu 1990. DN-notat 1991-8: 1-35.
 13. Frogner, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordforsuringsstatus 1990. Norsk Institutt for Skogforskning (stensil):1-28.
 14. Jensen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning (stensil): 1-20.
 15. Brattbakk, I., Høyland, K., Halvorsen Økland, R., Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990 i Børgefjell og Solhomfjell. NINA Oppdragsmelding 91: 1-90.
 16. Frisvoll, A.A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 80: 1-19.
 17. Strand, O. & Skogland, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling for overvåking av fjellrev. (stensil).
 18. Spidsø, T.K. & Pedersen, H.C. 1991. Bestands- og reproduksjonsovervåking av hare. NINA Oppdragsmelding 62: 1-15.
 19. Bruteig, I.E. 1990. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på furu, Manual. Universitetet i Trondheim, AVH, Botanisk institutt, (stensil): 1-17.
 20. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell og Solhomfjell, 1990. NINA Oppdragsmelding 85: 1-41.
 21. Løken, A. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Moser- en kjemisk analyse. Universitetet i Trondheim, inst. for org. kjemi, NTH og botanisk avd. Vitenskapsmuseet, (stensil).
 22. Joranger, E. & Røyset, O. 1991. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbør og nedbørkjemi i referanseområder Børgefjell og Solhomfjell 1990. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 31/91: 1-21.
 23. Kvamme, H. 1991. Rapport for forprosjekt "Undersøkelse av stammelav på fjellbjørk". Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, (stensil).
 24. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodemanual, smågnagere og fugl. NINA Oppdragsmelding 75: 1-36.

25. Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. NINA Oppdragsmelding 42: 1-35.
26. Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. NINA Oppdragsmelding 83: 1-26.
27. Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation - environment relationships of boreal coniferous forest in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. *Sommerfeltia*, 16: 1 - 254. Oslo.
28. Skaare, J.U. & Føreid, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Organiske miljøgifter i hare og orrfugl. Fellesavdelingen for farmakologi og toksikologi, Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole, (stensil):1-10.
- 29* Nybø, S. 1992. Terrestrisk naturovervåkingsprogram. Sammendrag av resultater fra 1990. DN-rapport 1992-3: 1-30.
29. Jensen, A. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1991. Rapp. Skogforsk 9/92: 1-25.
30. Joranger, E. & Røyset, O. 1992. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Børgefjell, Solhomfjell, Lund og Åmotsdalen 1990-91. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR: 58/92: 1-54.
31. Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Åmotsdalen og Lund 1991. DN-notat 1992-3: 1-73.
32. Kålås, J.A., Framstad, E., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell, Åmotsdalen, Solhomfjell og Lund, 1991. NINA Oppdragsmelding 132: 1-38.
33. Brattbakk, I., Gaare, E., Fremstad Hansen, K. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og Lund 1991. NINA Oppdragsmelding 131: 1-66.
34. Bruteig, I.E. & Øien, D-I. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på fjellbjørk. Manual. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim, (stensil): 1-27.
35. Wegener, C., Hansen, M. & Bryhn Jacobsen, L. 1992. Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. Norsk Polarinstitutt. Meddelelser nr. 121: 1-54.
36. Kålås, J.A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og liryte i Norge. NINA Oppdragsmelding 137: 1-72.
37. Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1992. NINA Oppdragsmelding 148: 1-23.
38. Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. ALLFORSK, AVH: 1-50.
39. Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Møsvatn-Austfjell. NINA Oppdragsmelding 209: 1-33.
40. Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmotsdalen, Møsvatn-Austfjell, Lund og Solhomfjell, 1992. NINA Oppdragsmelding 221: 1-38.
41. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfalk. NINA Oppdragsmelding 232: 1-24.
42. Tørseth, K. & Røyset, O. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Ualand, Solhomfjell, Møsvatn, Åmotsdalen og Børgefjell, 1992. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 13/93: 1-64.
43. Jensen, A. & Frogner, T. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1992. Rapp. Skogforsk 12/93: 1-21.
44. Gaare, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Radiocesium-målinger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-Rondane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding 230: 1-21.
45. Hannisdal, A. & Myklebust, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Sammendrag av resultater fra 1990 - 1992. DN-rapport 1994 - 6: 1-76.
46. Bruteig, I.E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Epifyttisk lav på bjørk - landsomfattende kartlegging 1992. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim: 1-42.
47. Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Akkumulering av metaller i hjortedyr. NINA Utredning 58: 1-45.
48. Økland, R.H. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i granskog i referanseområdet Solhomfjell, 1993. DN-utredning 1994 - 5: 1-42.

49. Tørseth, K. & Røstad, A. 1994. Overvåking av nedbørkjemi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1993. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 25/94: 1-78.
50. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Miljøgifter i dvergfolk i Norge. NINA Forskningsrapport 56: 1-33.
51. Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.
52. Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 286: 1-82.
53. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smånagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1993. NINA Oppdragsmelding 296: 1-47.
54. Wang, R. & Bruteig, I.E. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Gutulia og Dividal. ALLFORSK Rapport 1: 1-51.
55. Gaare, E. 1994. Overvåking av 137 Cs i TOV-områdene Dividal, Børgefjell, Dovre/Rondane, Gutulia og Solhomfjell sommeren 1993. NINA Oppdragsmelding 300: 1-29.
56. Berg, I.A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1993. Rapp. Skogforsk 17/94: 1-17.
57. Jacobsen, L.B. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i overvåkingsområdet ved Kongsfjorden, Svalbard 1994. Norsk Polarinstitut. Rapport nr 87: 1-29.
58. Tørseth, K. & Johnsrud, M. 1994. Program for terrestrisk naturovervåking. Tilførsler til Gutulia og Dividalen og representativitet av nærliggende NILU stasjoner. Norsk institutt for luftforskning, NILU TR 17/94: 1-38.
59. Strand, O., Espelien, I.E. & Skogland, T. 1995. Metaller og radioaktivitet i villrein fra Rondane. NINA fagrapport 05: 1-40.
60. Berg, I.A. 1995. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1994. Rapp. Skogforsk 8/95: 1-12.
61. Tørseth, K. & Hermansen, O. 1995. Overvåking av nedbørkjemi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1994. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 33/95: 1-53.
62. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1995. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smånagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1994. NINA Oppdragsmelding 367: 1-52.
63. Nygård, T. 1995. Tungmetaller i fjær fra dvergfolk i Norge. NINA Oppdragsmelding 373: 1-18.
64. Espelien, I. 1996. Undersøkelse av metaller i reinsdyr fra Troms og Nordland. NINA Oppdragsmelding 442: 1-13.
65. Bruteig, I.E. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Solhomfjell og Børgefjell 1995. ALLFORSK Rapport 7: 1-42.
66. Eilertsen, O. & Stabbetorp, O. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 408: 1-84.
67. Tørseth, K. 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1995. SFT rapport nr. 663/96: 1-189.
68. Berg, I.A. 1996. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1995. Rapp. Skogforsk 12/96: 1-23.
69. Kålås, J.A. (red). 1996. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smånagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1995. NINA Oppdragsmelding 429: 1-36.
70. Sjøbakk, T.E. & Steinnes, E. 1997. Forekomst av tungmetaller i jordprofiler fra overvåkingsflater i ulike deler av Norge. DN-utredning 1997-3: 1-29.
71. Strand, O., Severinsen, T. & Espelien, I. 1998. Metaller og radioaktivitet i fjellrev. NINA Oppdragsmelding 560: 1-20.
72. Direktoratet for naturforvaltning. 1997. Natur i endring. Program for terrestrisk naturovervåking 1990-95. Direktoratet for Naturforvaltning, Trondheim: 1-160.
73. Kålås, J.A. (red). 1997. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smånagere og fugl i TOV-områdene, 1996. NINA Oppdragsmelding 484: 1-37.
74. Berg, I.A. & Aamlid, D. 1997. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – Årsrapport 1996. Rapp. Skogforsk. 4/97: 1-21.

75. Tørseth, K. & Manø, S. 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1996. SFT rapport 703/97: 1- 205.
76. Bruteig, I.E. & Øien, D.I. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttisk lav på bjørk 1997. Manual. ALLFORSK Rapport 8: 1-22.
77. Kålås, J.A. & Øyan, H.S. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96. NINA oppdragsmelding 491: 1-22.
78. Økland, R.H. 1997. Reanalyse av permanente prøveflater i barskog i overvåkingsområdet Solhomfjell 1995. Bot. Hage Mus. Univ. Oslo Rapp. 2: 1-35.
79. Severinsen, T. 1997. Terrestrisk naturovervåking - Metaller i rype fra Svalbard. Norsk Polarinstitutt. Rapportserie. Nr. xx.
80. Gaare, E. & Wilmann, B. 1997. Skyldes død lav i Nordfjella villreinområde klima eller forurensning ? NINA Oppdragsmelding 504: 1-13.
81. Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Åmotsdalen og Lund 1996. ALLFORSK Rapport 9: 1-40.
82. Gaare, E. & Strand, O. 1998. Overvåking av ¹³⁷Cs i Dovre/Rondane i perioden 1994-96. NINA Oppdragsmelding 535: 1-20.
83. Kålås, J.A. (red). 1998. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 1997. NINA Oppdragsmelding 547: 1-42.
84. Bruteig, I.E. & Holien, H. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Møsvatn 1997. ALLFORSK Rapport 10: 1-34.
85. Berg, I.A. & Aamlid, D. 1998. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – Årsrapport 1997. Rapp. Skogforsk. 5/98: 1-26.
86. Lükewille, A., Tørseth, K. & Manø, S. 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1997. SFT rapport 736/98: 1- 181.
87. Amundsen, C.E., Inghe, O., Knutzen, J. & Laursen, K. 1998. Evaluering av Program for terrestrisk naturovervåking (TOV). Utredning for DN 1998-2: 1-36.
88. Pedersen, H.C. & Fossøy, F. 2000. Accumulation of heavy metals in circumpolar willow ptarmigan populations. NINA Oppdragsmelding 646: 1-31.
89. Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Vekstrate hos vanleg kvistlav 1993-1997. - ALLFORSK Rapport 13: 1-46.
90. Røsberg, I. & Aamlid, D. 1999. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – Årsrapport 1998. Rapp. Skogforsk. 9/99: 1-21.
91. Kålås, J.A. (red). 1999. Terrestrisk naturovervåking. Hare, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 1998. NINA Oppdragsmelding 596: 1-35.
92. Tørseth, K. Berg, T., Hanssen, J.E. & Manø, S. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfæriske tilførsel, 1998. Oslo. Statlig program for forurensningsovervåking. NILU OR 27/99.
92. Stabbetorp, O. E., Bakkestuen, V., Eilertsen, O. & Bendiksen, E. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund, Rogaland. NINA Oppdragsmelding 609: 1-58.
93. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Åmotsdalen, Sør-Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 610: 1-46.
94. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Møsvann - Austfjell, Telemark. NINA Oppdragsmelding 611: 1-47.
95. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E., Eilertsen, O., Often, A. & Brattbakk, I. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal og Gutulia nasjonalpark, -reanalyser 1998. NINA Oppdragsmelding 612: 1-15.
97. Bruteig, I.E. & Tronstad, I.K.K. 2000. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk 1997. - ALLFORSK Rapport 16: 1-38
98. Økland, R. Skrindo, A. & Hansen, K. T. 1999. Endringer i træs vekst og vitalitet, vegetasjon og humuslagets kjemiske og fysiske egenesker i permanente prøveflater i barskog i overvåkingsområdet i Solhomfjell, 1988-1998. Bot. Hage Mus. Univ. Oslo Rapp. 5: 1-72.
99. Ugedal, O., Forseth, T., Jonsson, B. & Mooij, W. 2000. Langtidsutvikling for radioaktivitet i ferskvann. NINA Oppdragsmelding 650: 1-15.
100. Kålås, J.A. (red.). 2000. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i TOV-områdene, 1999. NINA Oppdragsmelding 653: 1-33.

101. Aas, W., Tørseth, K., Berg, T., Solberg, S. & Manø, S. Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1999. NILU OR 23/ 2000.
102. Røsberg, I. & Aamlid, D. 2000. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – Årsrapport 1999. Rapp. Skogforsk. 12/00: 1-25.
103. Gaare, E., Skogen, A. & Strand, O. 2000. Overvåking av 137 Cs i Dovrefjell og Rondane i perioden 1997-1999. NINA Oppdragsmelding 616: 1-43.
104. Lawesson (red.). 2000. A concept for vegetation studies and monitoring in the Nordic countries. TemaNord 2000:517: 1-125. (rapporten er delfinansiert fra TOV).
105. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O.E. & Framstad, E. 2001. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark- reanalyser 2000. NINA Oppdragsmelding 700: 1-41.
106. Aas, W., Tørseth, K. Solberg, S., Berg, T., Manø, S. & Yttri, K.E. 2001. Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør. Atmosfæriske tilførsel, 2000. Oslo. Statlig program for forurensningsovervåking. NILU rapport OR 34/ 2001.
107. Kålås, J.A. & Framstad, E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2000. NINA Oppdragsmelding 697: 1-33.
108. Nygård, T., Skaare, J.U., Kallenborn, R. & Hezke, D. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Persistente organiske miljøgifter i rovfuglegg i Norge. NINA Oppdragsmelding 701:1-33.
109. Bruteig, I. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Solhomfjell og Børgefjell 2000. NINA Oppdragsmelding 703:1-39.
110. Økland, T., Bakkestuen, V., Økland, R.H. & Eilertsen, O. 2001. Nasjonalt nettverk av vegetasjonsflater for intensiv overvåking i skog. NIJOS rapport 08/01: 1-40.
111. Framstad, E. & Kålås, J.A. 2001. TOV 2000. Nytt program for overvåking av biologisk mangfold på land – basert på videreutvikling av dagens TOV. NINA Oppdragsmelding 702:1-49.
112. Bruteig, I.E. 2001. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Gutulia og Dividal 1998. ALLFORSK rapport 17: 1-37.
113. Røsberg, I., Sjøbakk, T.E., Steinnes, E. & Aamlid, D. 2001. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann. Sluttrapport 2000. Rapport fra skogforskningen 5/01:1-23.
114. Kålås, J.A. & Husby, M. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Ekstensiv overvåking av terrestre fugl i Norge. NINA Oppdragsmelding 740: 1-25.
115. Kålås, J.A. & Framstad, E. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i TOV-områdene, 2001. – NINA Oppdragsmelding: 749: 1-32.
116. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O.E., Erikstad, L., Wilmann, B.H., Brattbakk I. & Sørli, R. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund og Åmotsdalen – reanalyser 2001. – NINA Oppdragsmelding: 758: 1-56.
117. Bakkestuen, V. & Erikstad, L. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling innen TOV med fokus på arealdekkende modeller - analyse av detaljerte vegetasjonsdata og regionale miljøvariable. – NINA Oppdragsmelding: 759: 1-35.
118. Bruteig, I. E 2002. Terrestrisk naturovervåking. Samanstilling av epifyttovervåkinga 1990-1999. – NINA Oppdragsmelding: 776: 1-39.

Brosjyrer/faldarar

- * Terrestrisk naturovervåking i Norge. Rapportsammendrag, Direktoratet for naturforvaltning (DN), 1989.
- * Vi holder øye med naturen (Bokmål/Engelsk), DN, 1991.
- * Vi holder øye med Børgefjell. Resultater 1990, DN, 1992.
- * Vi holder øye med Solhomfjell. Resultater 1990 og 1991, DN, 1992.
- * *Naturovervåking. Helsesjekk i naturen, DN, 1993 (omhandler flere overvåkingsprogrammer).
- * Effektene av langtransportert forurensning overvåkes. Innblikk 1-97.

Spørsmål knytt til rapportane skal gå til dei institusjonane som står bak.

NINA oppdragsmelding 776

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1382-6

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01