

Program for terrestrisk naturovervaking (TOV)

Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk i 2007 og 2012

Marianne Evju, Dagmar Hagen, Inga E. Bruteig, Heidi E. Myklebost og Bodil Wilmann



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Program for terrestrisk naturovervaking (TOV)

Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på
bjørk i 2007 og 2012

Marianne Evju
Dagmar Hagen
Inga E. Bruteig
Heidi E. Myklebost
Bodil Wilmann

Evju, M., Hagen, D., Bruteig, I. E., Myklebost, H. E. & Wilmann, B.
2014. Program for terrestrisk naturovervaking (TOV). Landsomfat-
tende gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk i 2007 og
2012. – NINA Rapport 1000. 29 s.

Oslo, januar 2014

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2610-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Erik Framstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Signe Nybø (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Reidar Hindrum

FORSIDEBILDE

TOV-området i Dividal, Troms. Foto: René S. Larsen

NØKKELOORD

- Noreg
- epifyttar
- lav
- terrestrisk naturovervaking – TOV

KEY WORDS

- Norway
- epiphytes
- lichens
- Monitoring Programme for Terrestrial Ecosystems (TOV)

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Samandrag

Evju, M., Hagen, D., Bruteig, I. E., Myklebost, H. E. & Wilmann, B. 2014. Program for terrest-risk naturovervaking (TOV). Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttar på bjørk i 2007 og 2012. – NINA Rapport 1000. 29 s.

Rapporten presenterer resultatene frå fjerde og femte gongs kartlegging av epifyttar på stammen av bjørk i eit landsomfattande nett av overvåkingsflater. Dei tre første kartleggingane vart gjort i 1992, 1997 og 2002. Feltarbeidet er gjort av Norsk institutt for skog og landskap sitt feltpersonell. Undersøkinga i 2007 omfatta 208 tre på 69 prøveflater. Undersøkinga i 2012 vart gjort på 70 flater, og datasettet omfatta 223 tre på i alt 68 flater. I alt 168 tre på 68 flater er identiske alle fem åra. Frekvens og dekning av epifyttar som veks på stammen av friske bjørketre, er registrert som 14 (11 i 2012) artar/grupper av artar lav, to (éi i 2012) ikkje artsbestemte grupper algar og éi samlegruppe for mosar. I tillegg vart det i 2007 målt svovel- og nitrogeninnhaldet i vanleg kvistlav og gjort pH-analysar av never.

I perioden 1992–2007 har pH i bjørkebark variert signifikant, med lågast verdi i 1992, men med ikkje-signifikante skilnader mellom kartleggingane i 1997, 2002 og 2007. Det er ein svak, signifikant auke i nitrogeninnhald i vanleg kvistlav frå 1992 til 2007. Svovelinnhaldet i vanleg kvistlav varierer mellom kartleggingane, med spesielt låge verdiar i 2002, men det er ingen signifikant nedgang mellom 1992 og 2007. Verdiane i 2007 viser at endringar påvist i tidlegare kartlegging ikkje var ein generell trend. Det gjeld til dømes nedgangen i svovelinnhald i kvistlav og auka pH i bork.

Frå 1992 til 2012 er det registrert auka dekning av algar på sørvestlandet og ein generell auke i dekning av bladlav. Verdiane frå 2007 og 2012 stadfestar inntrykket av ein generell trend i auka dekning av svakt sørlege og svakt varmekjære lavartar. Tilsvarende er observert både i intensivflatene i TOV og i andre overvåkingsstudiar. Dette kan skuldast fleire miljøfaktorar som verkar i same retning: nedgang i forsurande svovelkomponentar i luft og nedbør, relativt høg tilførsel av nitrogen samt høgare gjennomsnittstemperatur og meir nedbør i perioden enn normalen. Desse faktorane er generelt gunstig for epifyttisk vekst og er truleg årsak til framgangen både for bladlav og algar. Resultata understrekar verdien av fleire gjentak og lange tidsseriar.

Landsomfattande kartlegging av epifytter på bjørk vert tilrådd vidareført. Nokre modifikasjonar vart gjennomført, med gode erfaringar, i 2012: Registrering av artar utanom registreringslinjene ("øvrigt artar") vart kutta, det same vart teljing av hengande artar på trea. Vi utelet også kjemiske analysar av vanleg kvistlav og analysar av pH i bork. Kursing av registrantar må vidareførast, og særskilte utfordringar, som vanskelege artar, estimering av dekning av hengande artar og algebelegg, vil være i fokus. Artsinnsamling i felt gjev nyttig tilleggsinformasjon og bør vidareførast. Utgåtte felt og tre bør suppleras med nye felt og tre for å sikre representative data.

Marianne Evju (marianne.evju@nina.no), NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Dagmar Hagen, Inga E. Bruteig, Heidi E. Myklebost og Bodil Wilmann, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim.

Abstract

Evju, M., Hagen, D., Bruteig, I. E., Myklebost, H. E. & Wilmann, B. 2014. Terrestrial monitoring. Reinvestigation of epiphytes on birch in a national survey in 2007 and 2012. – NINA Report 1000. 29 pp.

This report presents the results from the fourth and fifth survey of epiphytes on birch trunks in a national grid net of monitoring sites in Norway, as part of the national programme for terrestrial monitoring (TOV). The three first surveys were carried out in 1992, 1997 and 2002. The field work was done by the Norwegian Forest and Landscape Institute. The 2007 survey encompasses 208 trees at 69 monitoring sites. The 2012 survey was carried out on 70 monitoring sites and encompasses 223 trees at 68 monitoring sites. A total of 168 trees on 68 sites were identical all five years. The frequency and coverage of epiphytes on trunks of healthy birch trees were recorded for 14 (11 in 2012) species and groups of species of lichens, two (one in 2012) groups of epiphytic algae, and epiphytic bryophytes as a collective group. In 2007 the lichen *Hypogymnia physodes* was collected for sulphur and nitrogen analyses, as well as birch bark for pH analysis.

During the period 1992–2007 pH in birch bark has varied significantly, with the lowest values in 1992, but with non-significant differences for the surveys in 1997, 2002 and 2007. There is a weak, but significant increase in nitrogen concentration in *H. physodes* since 1992. The concentration of sulphur varies among years, with particularly low values in 2002, but no significant decrease in sulphur concentration from 1992 to 2007 is found. The values from 2007 show that changes detected in earlier surveys did not represent a general trend, e.g. the decrease in sulphur content in *H. physodes* and the increased pH in bark.

The cover of epiphytic algae in Southwestern Norway has increased from 1992 to 2012, and there is a general nationwide increase of foliose lichens. Slightly southern/thermophile species show the largest increase. Similar observations are made at the intensively studied monitoring sites in TOV as well as in other monitoring studies. These observed changes may be due to the concurrent effect of decreasing sulphur components in air and precipitation, relatively high nitrogen deposition and a warmer and more humid climate in the monitoring period. All these factors favour epiphytic growth and may explain the increase in foliose lichens and algae. The results emphasize the need for repeated surveys and the importance of long data series in environmental monitoring.

The national survey is recommended to be continued. Some modifications were carried out, with good experience, in 2012: Recording of "other species" outside of the registration lines and counting the number of individuals of pendulous lichens were left out. In addition collection of bark for pH analysis and *H. physodes* thalli for chemical analyses was omitted. Training seminars for field workers must be continued and particular challenges, such as species difficult to identify, estimation of cover of pendulous species and algae, must be particularly addressed. Collection of species in the field gives valuable information and should be continued. Trees and plots that for some reason are lost between two surveys should be replaced to ensure that the data are representative.

Marianne Evju (marianne.evju@nina.no), NINA, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo, Norway
Dagmar Hagen, Inga E. Bruteig, Heidi E. Myklebost and Bodil Wilmann, NINA, P.O. Box 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim, Norway.

Innhald

Samandrag	3
Abstract	4
Innhald	5
Forord	6
1 Innleiing	7
2 Prøveflater	8
3 Metodar	9
3.1 Artsdata	9
3.2 Artsbestemming og nomenklatur	10
3.3 Miljøvariablar	10
3.4 Databearbeiding	11
4 Resultat	12
4.1 Kjemiske analysar i 2007	12
4.2 Epifyttvegetasjonen på overvakingsflatene i 2007 og 2012	16
4.3 Endringar i epifyttvegetasjonen frå 1992–2012	19
5 Diskusjon	24
5.1 Metode	24
5.2 Kjemiske analysar	25
5.3 Epifyttvegetasjonen	25
5.4 Vidare tilrådingar	26
6 Referansar	28

Forord

Prosjektet «Landsomfattande kartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk» er utført på oppdrag frå Miljødirektoratet, som ein del av Program for terrestrisk naturovervaking (TOV). Programmet har som mål å gje miljøforvaltninga kunnskap om langsiktige endringar i naturen, og eventuelle samanhengar med menneskeleg påverknad som til dømes klimaendringar, sur nedbør, nitrogentilførsel og arealbruk.

Landsomfattande kartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk er organisert gjennom NINA med Inga E. Bruteig som prosjektansvarleg. Norsk institutt for skog og landskap har vore samarbeidspartnar. NINA har vore ansvarleg for prosjektutarbeiding, metodikk og opplæring. Skog og landskap har utført feltarbeidet, og dei kjemiske analysane er gjort av AnalyCen A i Moss. Denne rapporten omhandlar resultata frå feltarbeidet gjort i 2007 og 2012.

Rune Eriksen, Skog og landskap, har hatt ansvaret for tilrettelegging av data frå Skog og landskap til NINA. Bodil Wilmann og Heidi Myklebost har vore ansvarlege for innordning av data i NINA sine databasar. Svein-Erik Storeid har laga karta til rapporten. Kontroll og bestemming av innsamla artsmateriale er gjort av Inga E. Bruteig (2007) og Heidi E. Myklebost (2012). Dagmar Hagen og Marianne Evju har vore ansvarleg for resultatbearbeiding inklusiv statistiske analysar og skrivning. Takk til alle for samarbeidet.

Oslo/Trondheim, januar 2014

Marianne Evju

Inga E. Bruteig
Prosjektleder

1 Innleiing

Føremålet med epifyttovervakinga i TOV er å følgje bestandsutviklinga i epifyttiske samfunn over tid, og å kunne skilje mellom naturleg variasjon og eventuelle effektar av menneskelig påverknad, som klimaendringar, sur nedbør, nitrogentilførsel eller arealbruk. Mange epifyttiske lavartar er kjenslege overfor miljøendringar og er svært mykje brukt som bioindikatorar (til dømes Hawksworth & Rose 1976). Reaksjonsmønsteret for ulike miljøpåverknader er ulikt for ulike artar (Hultengren et al. 2004, Insarova et al. 1992, Seaward 2004), slik at luft- og nedbørskvalitet vil kunne påverke førekomst og artsamansetjing i epifyttvegetasjonen. Det er påvist at lufttransportert nitrogen kan påverke lavfloraen over lange avstandar (van Herk et al. 2003). Nylege modelleringsstudiar har predikert ein nedgang i nordlege og boreale/alpine lavartar som følgje av klimaendringar i Storbritannia (Ellis et al. 2007), og studiar i Nederland tyder på at slike endringar alt har funne stad (van Herk et al. 2002).

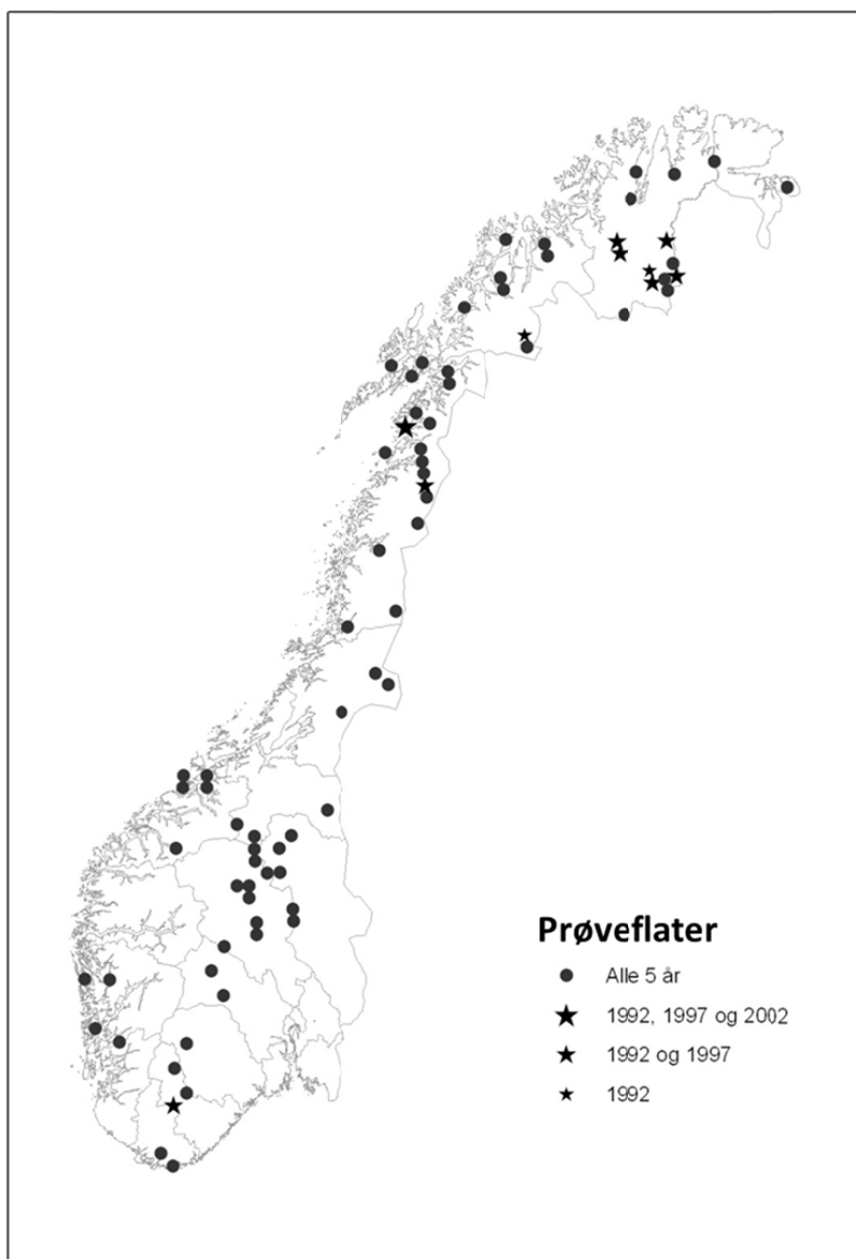
Lavovervaking inngår både i dei ekstensive og dei intensive undersøkingane i TOV. Den første landsomfattande epifyttkartlegginga på bjørk (*Betula pubescens*) vart gjort i 1992 (Bruteig 1993a), i samarbeid med NIJOS og utført i deira nett av bjørkeflater for overvaking av skogskadar. Måling av svovel- og nitrogeninnhald i vanleg kvistlav er inkludert både fordi dette kan vere ein overvakingsparameter i seg sjølv, men også fordi det kan gje informasjon om miljøforholda for epifyttvegetasjonen på den enkelte flata. Det er kjent at pH og bufferevne i substratet verkar inn på lavvegetasjonen (Barkman 1958, Kermit & Gauslaa 2001). Det vart ikkje samla prøver for kjemiske analysar i 2012 (se kap. 5.2).

Feltarbeidet i 2007 og 2012 er utført av Skog og landskap sitt feltpersonell. Kvar feltinventør vart utstyrt med ein manual, ein plansje med foto samt eit lommeherbarium med alle artar. Opplæring av inventørane føregjekk som del av eit vekeskurs Skog og landskap arrangerte i mai 2007 og i mai 2012. Denne rapporten presenterer resultata frå kartlegging av lavførekomst og frå kjemiske analysar av innsamla materiale. Resultata er samanlikna med data frå dei tilsvarende kartleggingane i 1992, 1997 og 2002, og med andre miljødata frå prøveflatene.

2 Prøveflater

Utvalet av prøveflater er gjort med utgangspunkt i Skog og landskap sitt 9x9 km-nett av permanente observasjonsflater knytt til programmet "Landsrepresentativ overvaking av skogens vitalitet" (Hysten & Larsson 2003). Kvar flate er ein sirkel med 8,92 m radius (250 m²). Lavkartlegginga i 2007 og 2012 vart i utgangspunktet gjort på dei same flatene som i 1992, 1997 og 2002, men nokre av flatene let det seg ikkje gjere å oppsøkje berre for dette prosjektet sin del, og desse har gått ut.

Lavkartlegginga vart gjort på 78 flater i 1992, 76 flater i 1997, 69 flater i 2002 og 2007 og 70 flater i 2012 (**figur 1**). Av desse er 68 flater kartlagt alle fem åra.



Figur 1. Lokalisering av prøveflatene for kartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk innan Skog og landskap sitt observasjonsflatenett.

3 Metodar

Metodikken følgjer i hovudsak same mal som ved undersøkingane i 1992 (Bruteig 1993a), 1997 (Bruteig & Tronstad 2000) og 2002 (Bruteig et al. 2005). Feltarbeidet vart i all hovudsak utført i tidsrommet juni til august 2007 og 2012.

3.1 Artsdata

Lavkartlegginga vart gjort på fire eller færre tre pr. flate, med utgangspunkt i dei trea som vart kartlagt føregåande år. Tre med ein brysthøgdediameter mellom 10 og 30 cm vart tatt med. Utgådde tre (døde, velta) vart forsøkt erstatta, men nokre flater har ingen overvakingstre att, og talet på flater med tre er derfor lågare enn det totale talet prøveflater (kap. 2). Dei fullstendige datasetta omfattar såleis 240 tre på 78 flater i 1992, 226 tre på 76 flater i 1997, 215 tre på 69 flater i 2002, 208 tre på 68 flater i 2007 og 223 tre på 68 flater i 2012 (**tabell 1**). Av desse er 168 tre identiske alle fem åra.

Tabell 1. Oversyn over talet på kartleggingstre for epifyttvegetasjon på flatene i 1992, 1997, 2002, 2007 og 2012.

	1992	1997	2002	2007	2012
talet på flater med 4 kartleggingstre	42	37	40	36	41
talet på flater med 3 kartleggingstre	15	12	9	11	11
talet på flater med 2 kartleggingstre	6	14	8	10	10
talet på flater med 1 kartleggingstre	15	13	12	11	6
totalt tal på kartleggingstre	240	226	215	208	223

Artsregistreringane vart gjort langs tre horisontale linjer rundt stammen over snønivå. Som hovudregel vart linjene lagt på 120 cm, 135 cm og 150 cm over stubbeavskjer. I snøtunge område vart linjene lagt 10 cm, 25 cm og 40 cm over estimert snødekke. Registreringane i 2007 og 2012 vart gjort på same nivå som tidlegare år. Førekosten av epifyttar vart registrert for kvart cm-intervall langs overkanten av eit målband spent medsols rundt stammen. Individ mindre enn 1/2 cm vart ikkje registrert. Omkrinsen for kvar takseringslinje vart notert. Artar som fanst på stammen, men som ikkje vart treft av takseringslinjene ("øvrigte artar"), vart notert i 2007, men ikkje i 2012.

Følgjande artar/grupper av artar vart registrert

- | | |
|--|---------------------------------------|
| (1) Vanleg kvistlav (inkl. kulekvistlav) – <i>Hypogymnia physodes</i> agg. | (10) Begerlav – <i>Cladonia</i> spp. |
| (2) Snømållav – <i>Melanelia olivacea</i> | (11) Strylav – <i>Usnea</i> spp. |
| (3) Bristlav – <i>Parmelia sulcata</i> | (12) Brunskjegg – <i>Bryoria</i> spp. |
| (4) Grå fargelav – <i>Parmelia saxatilis</i> | (13) andre/ubestemte blad- og busklav |
| (5) Gul stokklav – <i>Parmeliopsis ambigua</i> | (14) skorpelav |
| (6) Grå stokklav – <i>Parmeliopsis hyperopta</i> | (15) grønt algovertrekk |
| (7) Gullroselav – <i>Vulpicida pinastri</i> | (16) mørkt (±svart) algovertrekk |
| (8) Vanleg papirlav – <i>Platismatia glauca</i> | (17) naken bork |
| (9) Elghornslav – <i>Pseudevernia furfuracea</i> | (M) mosar |

Basert på erfaringane frå 2007, vart nokre justeringar gjort før feltarbeidet i 2012. Artar som i hovudsak berre tidlegare er funne utanom takseringslinjene, dvs. grå stokklav (6), gullroselav (7) og begerlav (10), vart utelatt. Algovertrekk (15 + 16) vart samla i ei gruppe og ikkje forsøkt

skilt på mørkt/grønt, då dette erfaringsmessig er vanskeleg. Funn av algar i innlandet (meir enn to mil frå kyst) og nord for Trøndelag skulle dokumenterast med belegg.

I 2007 vart det også gjort innsamlingar av dei artane som vart registrert på kvar prøveflate. Innsamlingane vart gjort frå tre utanom prøveflata. Slike innsamlingar vart også gjort i 1997 og 2002. I 2012 vart det berre gjort innsamlingar når inventøren var usikker på artsbestemminga.

I tillegg til dekning langs målbandet vart talet på individ av dei hengande artane (strylav og brunskjegg) mellom nedste og øvste takseringslinje talt opp, altså eit stammeutsnitt på 30 cm. Lengda av lengste individ for kvar av desse slektene vart også notert. I 2012 var det ikkje teljing av hengande artar mellom takseringslinjene.

3.2 Artsbestemming og nomenklatur

I tillegg til direkte artsbestemming i felt vart det innsamla materialet kontrollbestemt ved bruk av stereolupe og kjemiske testar på laboratoriet. Eventuelle feilbestemmingar vart retta opp i arts-datasetta. Nomenklaturen for vitskapelege namn på lav følgjer Santesson et al. (2004), norske lavnamn følgjer Krog et al. (1994) og Holien & Tønsberg (2006) og mosar følgjer Frisvoll et al. (1995). Alle artane har kodar som blir bruka i feltskjema og under feltarbeidet.

3.3 Miljøvariablar

I 2007 vart det samla inn vanleg kvistlav for analyse av svovel- og nitrogeninnhald og never for pH-analyse frå kvar prøveflate. Kvistlav og never vart samla frå fritt eksponerte bjørketre utanfor flata, men under same miljøforhold som på prøveflata og minst 100 m frå veg og jordekant. Laven vart samla frå fritt eksponerte greiner, på den delen av greina som var minst mogleg utsett for kronedrypp og stammeavrenning. Lavprøvene skulle helst utgjere 4 g tørrvekt, dvs. omlag 30 individ 3–4 cm i diameter. Never vart tatt frå dei same trea som lavprøvene, 1,5 til 2 m over bakken på søndre stammehalvdel. Prøvene bestod av omlag 20 flak av ytterbork, minst 3–4 cm lange og ikkje meir enn 2 mm tjukke. Lav og never vart samla med plasthanskar og skalpell og lagt i separate papirposar. Hanskar og skalpell vart skifta mellom kvar flate for å unngå kontaminering.

Etter lufttørking vart lavprøvene reinsa for never og rusk, tørka ved 105 °C og malt til pulver. Totalt svovelinnhald vart bestemt ved ICP-analyse (Perkin-Elmer 3000DV) etter oppslutning med konsentrert salpetersyre og H₂O₂ i eit lukka mikrobølgeomnssystem, metode S-ICP-P. Nitrogeninnhaldet vart bestemt som totalnitrogen ved CHN-analyse (Perkin-Elmer 2400 CHN), metode NTOT-CHN-P. For plantemateriale er denne metoden kompatibel med Kjeldahl-nitrogen (Dahl, Jordforsk lab., pers.medd.). Verdiane er gitt som prosent av tørrvekt (g/100g). Neverprøvene vart reinsa og malt til pulver og oppslutta i destillert vatn i forholdet 1:2,5 før måling av pH, metode PH-J. I 1997 vart neverprøvene ikkje malt til pulver før analyse. Svovel- og nitrogenanalysar vart gjort på kvistlav frå 65 flater, og pH i never vart analysert frå 68 flater i 2007. Alle analysane er gjort ved AnalyCen A (tidlegare Landbrukets analysesenter) i Moss. Det vart ikkje samla inn kvistlav eller bork for kjemiske analysar i 2012.

Ved Skog og landskap sitt årlege feltarbeid i flatene blir det gjort registreringar av ei rekkje ulike miljøvariablar (Hysten & Larsson 2004). Desse er gjennomgått i tidlegare rapportar (Bruteig & Tronstad 2000). Av miljødata på prøveflatenivå er berre høgde over havet og geografisk posisjon (rangering av flatene frå sør til nord) nytta i statistiske analysar i denne rapporten.

3.4 Databearbeiding

Førekomsten av registrerte artar/artsgrupper og naken bork i cm vart rekna om til relativ dekning langs takseringslinja (= stammeomkrins). Den gjennomsnittlige dekninga (%) av kvart takson på kvart undersøkingstre og i kvar flate vart utrekna. Alle data vart lagt inn i NINA sin TOV-database. Registreringane frå 1992, 1997 og 2002 ligg i det same systemet.

Resultatpresentasjonen bygger på deskriptive tolkingar av data frå kartleggingsåra 2007 og 2012 og på analysar av heile datamaterialet (1992, 1997, 2002, 2007 og 2012) for å undersøke eventuelle endringar over tid. Resultata baserer seg berre på data frå takseringslinjene og inkluderer ikkje registreringar av artar utanfor linjene.

Lineære miksa modellar (LME) er brukt for å analysere endringar i dekning av epifyttar over tid (år som kontinuerlig variabel) og dei to siste 5-årsperiodane (2007 mot 2002 og 2012 mot 2007), med tre nøsta i felt som tilfeldige faktorar. Dette er gjort for å ta høgde for at data for dei fem åra ikkje er uavhengige av kvarandre, ettersom dei er samla frå dei same trea og same prøveflatene kvart år. Einvegs ANOVA er brukt for å analysere forskjellar mellom prøveflater i pH i never og N- og S-innhald i vanleg kvistlav mellom år (1992, 1997, 2002 og 2007), med post-hoc Tukey test for å sjå på skilnader mellom dei enkelte åra. Enkle korrelasjonstestar er nytta for å sjå på samanhengen mellom N- og S-innhald og prøveflatenes plassering. Dekning av artsgrupper og enkeltartar er arcsin-transformert før analysane. Resultata blir presentert for alle felt og tre. Programpakka R er bruka til statistisk bearbeiding av data, Excel er bruka til grafiske framstillingar og ArcView er bruka i framstilling av kart.

4 Resultat

4.1 Kjemiske analysar i 2007

I 2007 varierte pH målt i oppmalt never frå 69 bjørkeflater frå 3,7 til 5,7, med ein median på 4,30 (**tabell 2, figur 2a**). Analysane av pH i bjørkenever for heile datasettet (alle felte) frå alle åra viser ein variasjon i pH gjennom perioden (einvegs ANOVA; $F = 24,25$, $p < 0,001$). Post hoc Tukey-test viser at pH-verdiane for 1992 er signifikant lågare enn alle påfølgande år ($p < 0,001$), medan det ikkje er signifikant skilnader mellom dei tre andre åra. Det er ein signifikant korrelasjon mellom pH og høgde over havet i 2007 ($r = -0,521$, $p < 0,001$), med lågast verdiar i høgareliggande område.

Konsentrasjonen av nitrogen og svovel i kvistlav har auka noko frå 2002 til 2007. I høve til starten i 1992 har konsentrasjonen av svovel gått noko tilbake, medan konsentrasjonen av nitrogen har auka noko (**tabell 2, figur 2b**). Nitrogenkonsentrasjonane i kvistlav frå 65 flater i 2007 varierte mellom 0,49 % og 1,69 % av tørrvekt, med eit snitt på 0,76 %. Analyse av nitrogenverdiane for alle innsamla prøver gjennom tre år viser at det er ein signifikant variasjon i løpet av perioden (einvegs ANOVA; $F = 5,33$, $p = 0,001$). Post hoc Tukey-test viser at det er ein svak signifikant skilnad i nitrogenverdiane mellom 1992 og 1997 ($p = 0,004$) og mellom 1992 og 2007 ($p = 0,020$), medan det ikkje er signifikante skilnader mellom nokon av dei andre tidspunkta. Det er ein signifikant korrelasjon mellom nitrogenverdiane og felte si lokalisering i landet ($r = -0,387$; $p = 0,001$), med høgast verdiar i sør og minkande verdiar nordover.

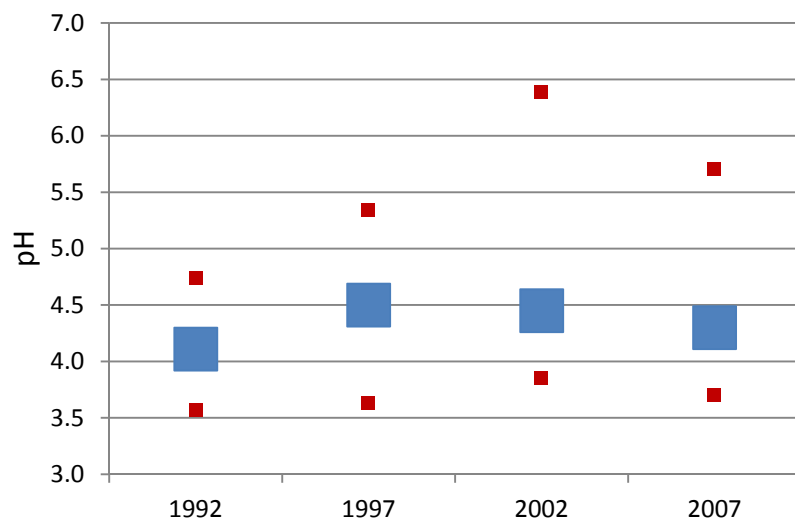
Svovelkonsentrasjonane i kvistlav frå 65 flater i 2007 varierte mellom 0,014 % og 0,122 % av tørrvekt, med eit snitt på 0,071 % (**figur 2c**). Den høgste svovelverdien er på ei flate i Troms, men dei fire flatene med høgaste verdiar kjem frå fire ulike landsdelar. Dei fire flatene med lågaste verdiar ligg alle på Austlandet (**figur 3**). Nedgangen i svovelkonsentrasjon er størst på Sør- og Austlandet, medan utviklinga går motsett veg i dei nordlegaste fylka, med ein auke i svovelkonsentrasjonar (**figur 4**). Det er ein signifikant negativ korrelasjon mellom høgde over havet og svovelinnhald i lav ($r = -0,377$; $p = 0,002$).

Det er signifikant skilnad i svovelkonsentrasjonane mellom målingane (einvegs ANOVA; $F = 10,04$, $p < 0,001$). Post hoc Tukey-test viser at verdiane frå 2002 er signifikant lågare enn alle andre år. Det er ikkje skilnad mellom konsentrasjonane målt i 1992, 1997 og 2007. Av dei 61 prøveflatene som er analysert i både 1992 og 2007 var det nedgang i svovelinnhaldet i 34 flater. Det er 12 flater som har hatt ein nedgang på meir enn 0,025 prosentpoeng, dvs. ein betydeleg nedgang, i løpet av perioden (**figur 4**). Desse flatene ligg i fem forskjellige fylke på Sør- og Austlandet, og ei flate ligg i Nord-Trøndelag. Det er målt auke i svovelkonsentrasjon i 26 flater mellom 1992 og 2007. Åtte prøveflater har ein auke i svovelkonsentrasjon på meir enn 0,025 % og fem av desse flatene ligg i Nordland, medan dei tre andre ligg i Møre og Romsdal, Nord-Trøndelag og Troms.

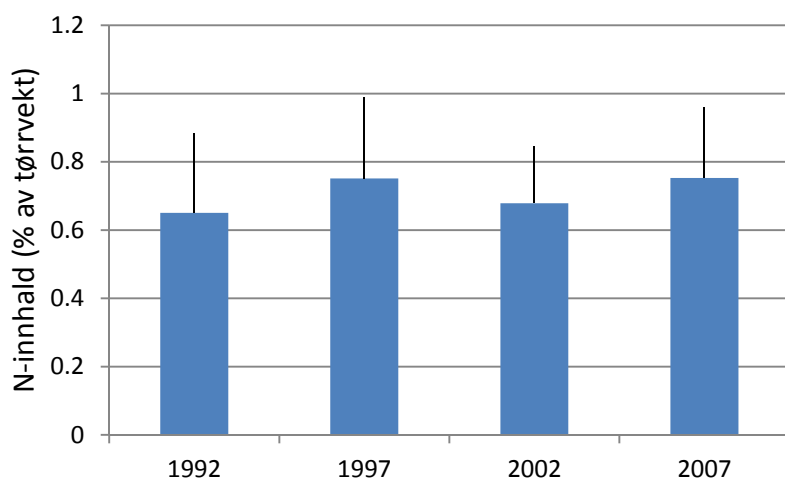
Tabell 2. Analysar av pH i bjørkenever (median) og totalt nitrogen- og svovelinnhald (snitt + standardavvik, % av tørrvekt) i vanleg kvistlav (*Hypogymnia physodes*) i 1992, 1997, 2002 og 2007, for alle prøveflater (n).

År	n	pH i never			N i kvistlav		S i kvistlav	
		median	maks.	min.	n	Snitt ± SD	n	Snitt ± SD
1992	78	4,07	4,74	3,57	72	0,65 ± 0,24	70	0,072 ± 0,018
1997	76	4,50	5,34	3,63	75	0,77 ± 0,25	75	0,071 ± 0,015
2002	69	4,45	6,39	3,85	66	0,68 ± 0,17	66	0,058 ± 0,013
2007	69	4,30	5,70	3,70	65	0,76 ± 0,21	65	0,071 ± 0,023

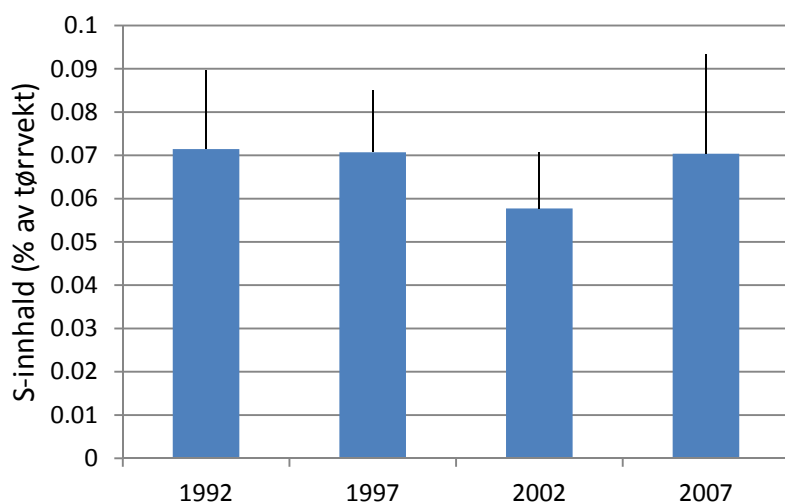
A:



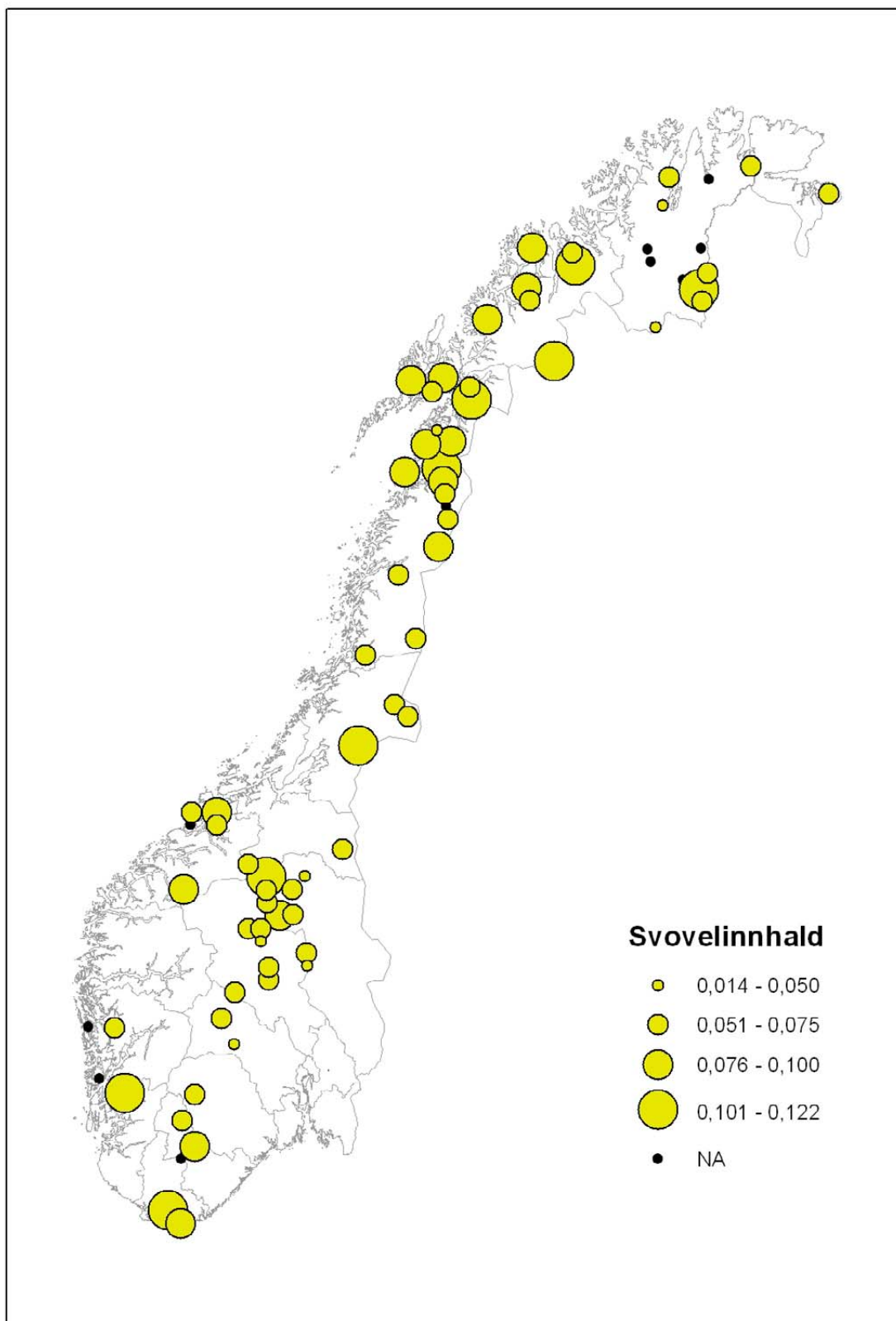
B:



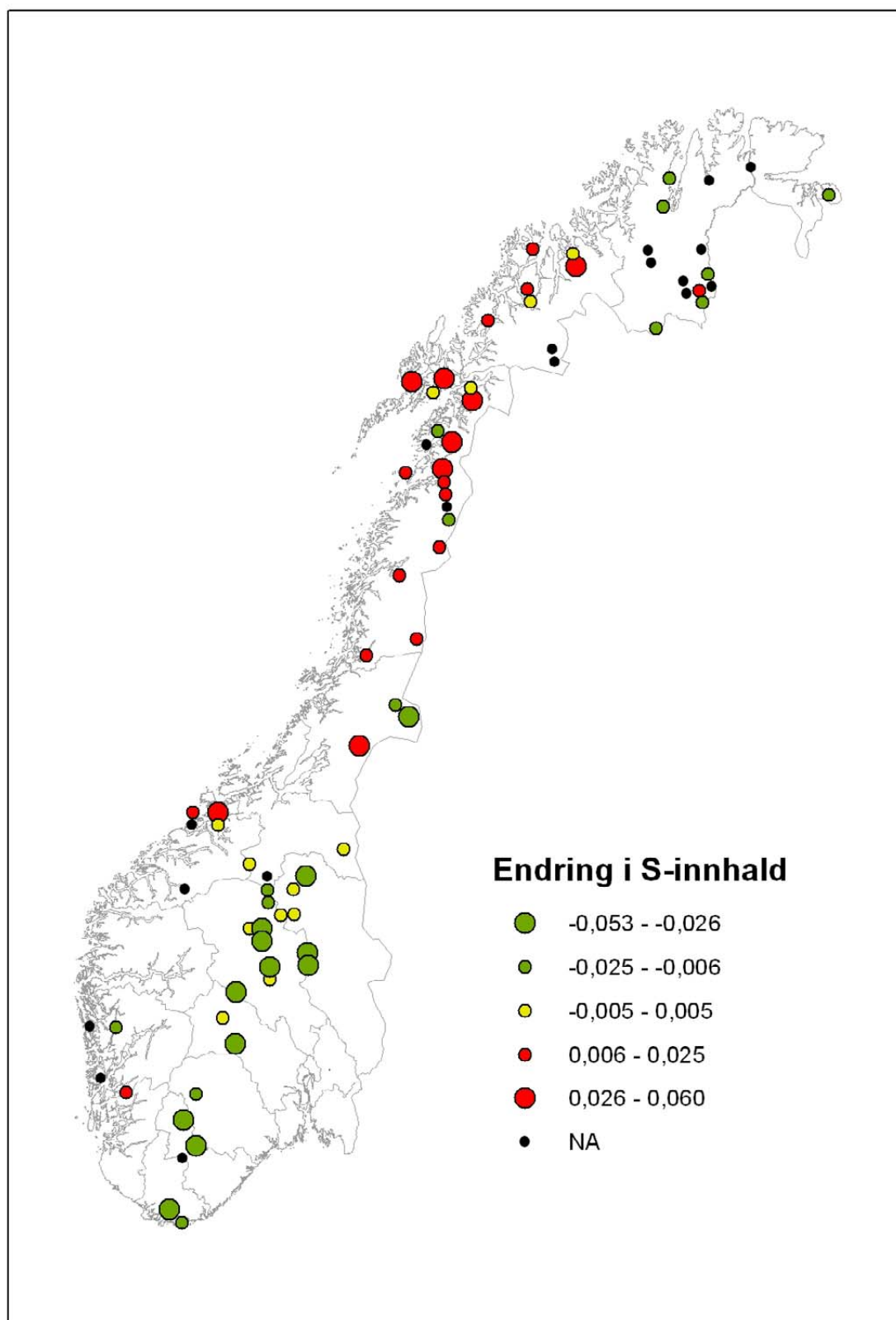
C:



Figur 2. Variasjon i kjemiske variabler på prøveflatene der det er gjennomført analysar for alle fire tidspunkta. A: pH i never (median, maks og min); B: nitrogenkonsentrasjon (% av tørrvekt) i vanleg kvistlav og C: svovelkonsentrasjon (% av tørrvekt) i vanleg kvistlav (snitt + SD).



Figur 3. Totalt svovelinnhald i vanleg kvistlav (% av tørrvekt) i 65 prøveflater i 2007. Svarte sirklar er prøveflater utan verdier for 2007 (jf. **figur 1**).

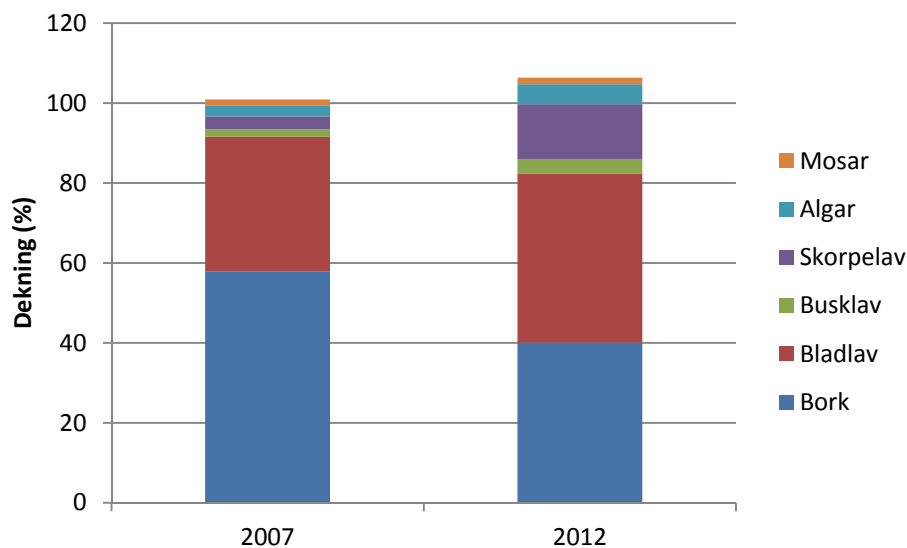


Figur 4. Endring av totalt svovelinnhold i kvistlav mellom 1992 og 2007 for 61 prøveflater analysert begge åra. Svarte sirkler er prøveflater med manglende verdier (jf. **figur 1**).

4.2 Epifyttvegetasjonen på overvakingsflatene i 2007 og 2012

Den totale dekninga av epifyttar på bjørkestammer var på 43,0 % i 2007 og 66,3 % i 2012. Den høge dekninga skyldast dels hyperepifyttisme, det vil seie at artar veks over kvarande og fleire artar såleis kan registrerast på same cm-intervall. Bladlav er gruppa med størst dekning både i 2007 og 2012 (**figur 5**), etterfølgt av skorpelav, algar og busklav.

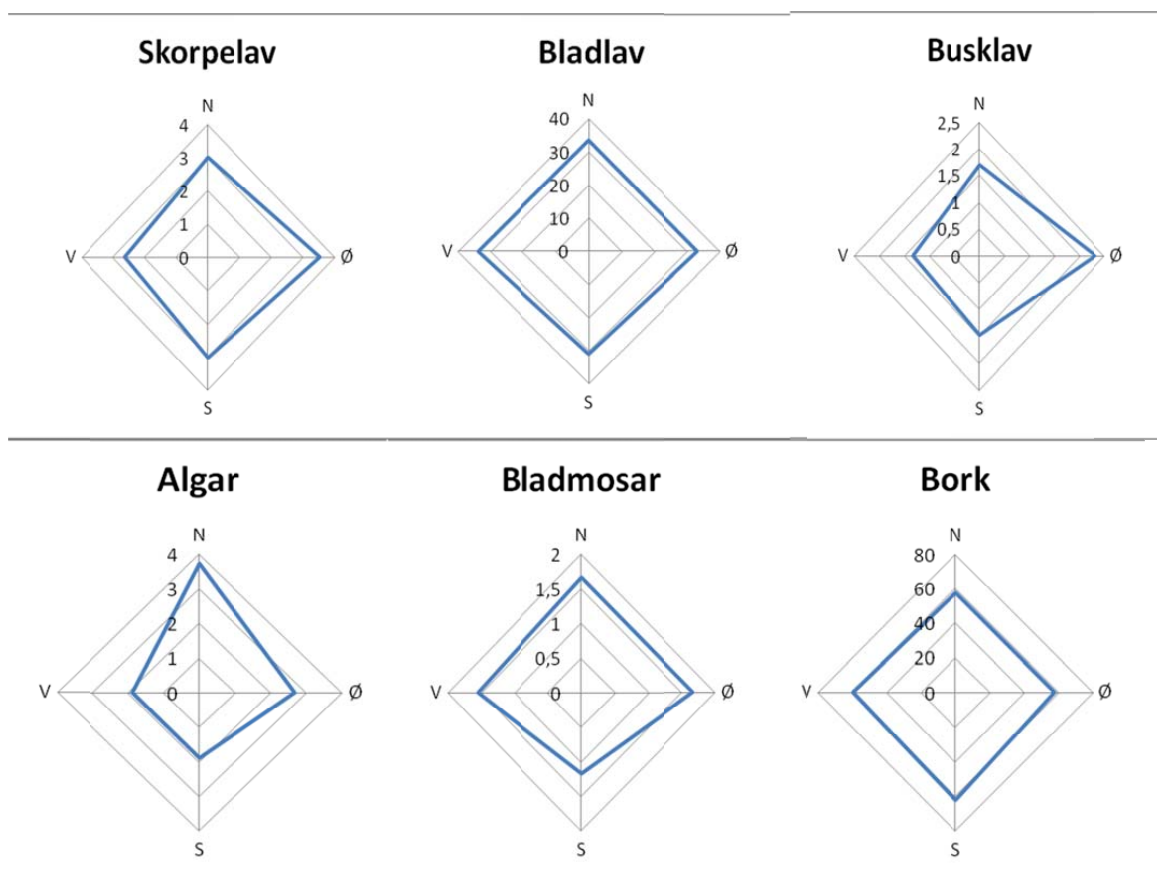
Dei mest frekvente artane på dei 208 trea som vart analysert i 2007, var vanleg kvistlav, bristlav og gul stokklav, som vart registrert på 75 %, 62 % og 49 % av trea. I tillegg var snømållav og skorpelav registrert på meir enn 40 % av trea. Høgast dekning hadde kvistlav med eit snitt på 14,2 %, og deretter kjem bristlav og snømållav. I tillegg har også gul stokklav, skorpelav og algar i snitt meir enn 2 % dekning (**tabell 3**). Dei same artane var mest frekvente og hadde høgast dekning i 2012 (**tabell 3**).



Figur 5. Fordeling av naken bork og epifyttar på bjørkestammar på 208 tre analysert i 2007 og 223 tre analysert i 2012. Hyperepifyttisme er årsak til sum over 100 %.

Registreringane frå 2007 viser at dei ulike artsgruppene fordeler seg noko ulikt i høve til stammeeksposisjon (**figur 6**). Friedman test av nærståande data viser at det ikkje er signifikant skilnad i snitt dekning mellom stammeeksposisjonen for nokon av artsgruppene. Algar ser ut til å ha ein svak preferanse for nordsida av treet, og busklav har ein svak preferanse for den austlege sida av trea.

Det er ein signifikant samanheng mellom stammeomkrins og dekning av skorpelav både i 2007 (LME; $p = 0,009$) og 2012 ($p = 0,012$), der dei største trea har mest skorpelav. Det er ingen slik samanheng for dei andre artsgruppene.



Figur 6. Snitt dekning av skorpelav, bladlav, busklav, bork, algar og mosar, på alle bjørke-stammar analysert i 2007, fordelt på stammeeksposisjonar.

Tabell 3. Forekomst av epifyttar registrert på takserlingslinjene på bjørkestammar i 1992 (n = 240), 1997 (n = 226), 2002 (n = 215), 2007 (n = 208) og 2012 (n = 223). Frekvens er gitt som andelen av trea med forekomst, og gjennomsnittleg dekning er gitt som dekning i % av stammeomkrins.

Vitskapeleg namn		Norsk namn	Tal tre					Frekvens						Dekning					
			92	97	02	07	12	92	97	02	07	12	12-92	92	97	02	07	12	12-92
Mosar	A Bryophyta	Mosar	1	8	8	12	12	0,4	3,5	3,7	5,8	5,4	5,0	0,003	0,97	1,32	1,50	1,66	1,66
Busklav	<i>Alectoria sarmentosa</i> *	Gubbeskjegg	2	0	0			0,8	0	0			-	0,03	0	0			-
	<i>Bryoria</i> spp.	Brunskjegg	20	49	42	40	60	8,3	21,7	19,5	19,2	26,9	18,6	0,55	1,49	0,83	1,50	3,20	2,65
	<i>Cladonia</i> spp.**	Begerlav			6	1				2,8	0,5		-			0,08	0,03		-
	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Elghornslav	10	9	5	6	10	4,2	4,0	2,3	2,9	4,5	0,3	0,49	0,45	0,21	0,25	0,38	-0,11
	<i>Usnea</i> spp.	Strylav	2	8	10	14	16	0,8	3,5	4,7	6,7	7,2	6,4	0,02	0,06	0,04	0,10	0,10	0,08
Bladlav	<i>Cetraria sepincola</i> ***	Bjørkelav	4					1,7					-	0,095					-
	<i>Hypogymnia physodes</i> coll.	Vanlig kvistlav + Kulekvistlav	141	148	144	157	170	58,8	65,5	67,0	75,5	76,2	17,4	8,26	11,32	11,37	14,21	17,24	8,98
	<i>Melanelia olivacea</i>	Snømållav	133	119	116	96	103	55,4	52,7	54,0	46,2	46,2	-9,2	8,81	9,46	7,96	6,79	7,48	-1,33
	<i>Parmelia saxatilis</i>	Grå fargelav	35	13	27	10	10	14,6	5,8	12,6	4,8	4,5	-10,9	0,79	0,70	1,54	0,31	0,31	-0,48
	<i>Parmelia sulcata</i>	Bristlav	137	89	111	129	157	57,1	39,4	54,6	62,0	70,4	13,3	7,00	4,13	7,18	8,27	9,75	2,78
	<i>Parmelia saxatilis/sulcata</i> ****	Grå fargelav/bristlav	146	100	124	132	160	60,8	44,2	57,7	63,5	71,7	10,9	7,79	4,84	8,70	8,58	10,04	2,25
	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	Gul stokklav	100	67	86	101	134	41,7	29,6	40,0	48,6	60,1	18,4	1,29	0,85	1,69	2,39	5,70	4,41
	<i>Parmeliopsis hyperopta</i> *****	Grå stokklav	29	8	13	18		12,1	3,5	6,0	8,7		-	0,61	0,06	0,15	0,11		-
	<i>Platismatia glauca</i>	Vanleg papirlav	21	16	20	30	31	8,8	7,1	9,3	14,4	13,9	5,1	0,68	0,41	1,06	1,46	1,56	0,88
	<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i> ***	Vanleg kruslav	16					6,7					-	0,63					-
	<i>Vulpicida pinastri</i> *****	Gullroselav	9	2	6	7		3,8	0,9	2,8	3,4		-	0,05	0,01	0,04	0,07		-
Blad-/Busklav	A Macrolichen	Andre ubestemte busk- og bladlav	58	17	29	28	21	24,2	7,5	13,5	13,5	9,4	-14,8	1,47	0,17	0,31	0,25	0,19	-1,28
Skorpelav	A Microlichen	Skorpelav, ubestemt	81	116	106	83	141	33,8	51,3	49,3	39,9	63,2	29,4	1,55	9,17	4,38	3,21	13,70	12,15
Algar totalt	Aerophytic algae, total	Algar, totalt	6	21	21	25	29	2,5	9,3	9,8	12,0	13,0	10,5	1,42	2,51	3,96	2,78	4,99	3,57
Never	Naked bark	Bork	240	226	213	207	218	100,0	100,0	99,1	99,5	97,8	-1,3	68,00	59,58	58,81	57,90	40,09	-27,9

* Systematisk feilbestemt i 1992. Ikkje registrert som eigen art etter 2002.

*** Berre registrert som eigen art i 1992.

***** Ikkje registrert som eigen art i 2012

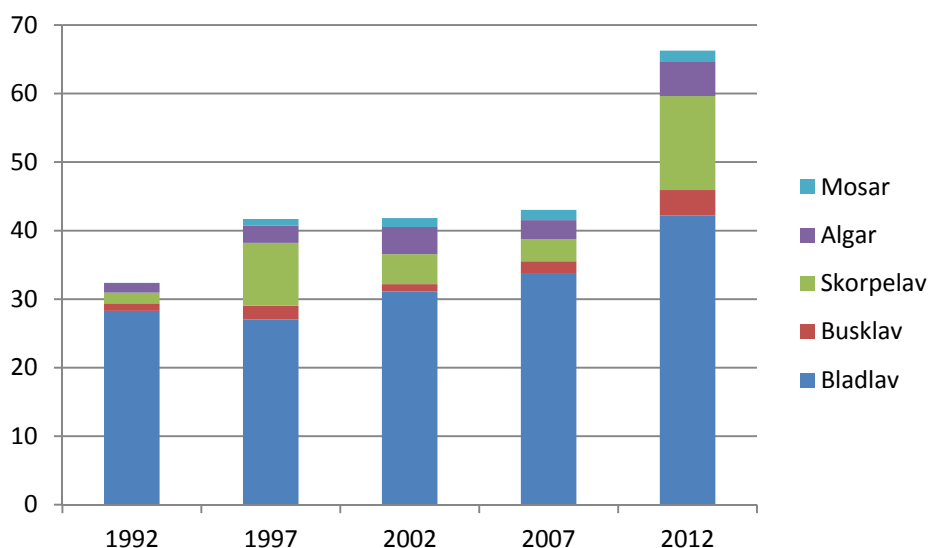
** Registrert som eigen berre i 2002 og 2007.

**** *Parmelia saxatilis* og *P. sulcata* slått saman.

4.3 Endringar i epifyttvegetasjonen frå 1992–2012

Dekninga av lav på bjørkestammar har auka sidan 1992 (**figur 7**; LME; $p < 0,001$). Frå 2002 til 2007 var auken så vidt signifikant (LME; $p = 0,044$), men frå 2007 til 2012 auka den totale lavdekninga frå i snitt 38,7 % til 59,6 % (LME; $p < 0,001$).

Bladlav er den artsgruppa med høgast dekning alle år, og den registrerte dekninga av bladlav har auka sidan 1992 (**figur 7**; LME; $p < 0,001$). Det vart registrert ein auke mellom 2002 og 2007 (LME; $p = 0,002$) og frå 2007 til 2012 (LME; $p < 0,001$). Også busklav har auka i dekning, både sidan 1992 (LME; $p < 0,001$) og i dei to siste femårsperiodane (LME; 2002–07: $p = 0,006$, 2007–12: $p < 0,001$). Den registrerte dekninga av skorpelav har variert mellom åra, med svært høg dekning i 1997 og 2012 (**figur 7**). Sett over tid er auka i dekninga av skorpelav signifikant (LME; $p < 0,001$). Ein liten, ikkje-signifikant nedgang i dekning vart registrert frå 2002 til 2007, men frå 2007 til 2012 vart det registrert ein stor auke (LME; $p < 0,001$). Algar og skorpelav blir omtala seinare i kapitlet, saman med mosar og enkeltartar av busk- og bladlav.



Figur 7. Gjennomsnittleg dekning av bladlav, busklav, skorpelav, algar og mosar på bjørkestammar i 1992 (240 tre på 78 prøveflater), 1997 (226 tre på 76 flater), 2002 (215 tre på 69 flater), 2007 (208 tre på 68 flater) og 2012 (223 tre på 68 flater).

Vanleg kvistlav (inkl. kulekvistlav) – *Hypogymnia physodes* coll.

Kvistlav er den vanlegaste arten på undersøkingstrea totalt sett, og arten vart registrert på takseringslinjene på 75,5 % av trea i 2007 og 76,2 % av trea i 2012 (**tabell 3**). Arten finst i flater spreidd over heile landet. Dette er også den arten som i snitt har høgast dekning på landsbasis. Den høgaste dekninga er registrert i 2012, med 17 %. Høgast dekning av kvistlav i 2012 er registrert i flater i Buskerud. Det er registrert ein signifikant auke i dekning av kvistlav gjennom perioden (LME; $p < 0,001$), og i begge 5-årsperiodane frå 2002 til 2007 og frå 2007 til 2012 (LME; 2002–07: $p = 0,002$, 2007–12: $p < 0,001$).

Snømållav – *Melanelia olivacea*

Snømållav er også ein vanleg art i flatene, og den vart registrert på takseringslinjene på 96 tre i 2007 og 103 tre i 2012 (**tabell 3**). Høgast dekning av snømållav finn vi på tre i Troms og Finnmark. Den registrerte dekninga av snømållav har variert noko mellom åra, og det er ingen signifikant endring i dekning frå 1992 til 2012 (LME; $p = 0,133$), ei heller i dei to siste 5-årsperiodane (LME; 2002–07: $p = 0,086$, 2007–12: $p = 0,300$).

Bristlav – *Parmelia sulcata*

Bristlav er registrert på takseringslinjene på 129 av undersøkingstrea i 2007 og 157 av trea i 2012. Arten har hatt ein auke i frekvens totalt gjennom perioden (**tabell 3**). Arten er delvis registrert saman med grå fargelav. Bristlav er funne på flater i heile landet og har i snitt ei dekning på ca. 10 % i 2012. Analyse av dekninga viser at det har vore ein signifikant auke i dekning gjennom perioden (LME; $p < 0,001$). Det er ikkje signifikant endring mellom 2002 og 2007 (LME; $p = 0,219$), men ein signifikant auke mellom 2007 og 2012 (LME; $p = 0,032$).

Grå fargelav – *Parmelia saxatilis*

Grå fargelav er registrert langs takseringslinjene på berre 10 av alle trea som vart undersøkt i 2007 og 2012 (**tabell 3**), medan tilsvarande tal for 2002 var 27 tre. Arten har ein klar frekvensnedgang. Det kan vere vanskeleg å skilje grå fargelav og bristlav i felt, og vi har derfor også slått saman artane i **tabell 3**.

Gul stokklav – *Parmeliopsis ambigua*

Gul stokklav er også ein vanleg art og er funne på takseringslinjene på 134 av trea i 2012 (**tabell 3**). Arten finst i små mengder, men vart i 2007 for første gong registrert med over 2 % dekning. Arten har hatt ein signifikant auke i dekning sidan 1992 (LME; $p < 0,001$), ein svak auke frå 2002 til 2007 (LME; $p = 0,028$) og ein større auke frå 2007 til 2012 (LME; $p < 0,001$).

Vanleg papirlav – *Platismatia glauca*

Vanleg papirlav er registrert på takseringslinjene på 31 (14 %) av alle analyserte tre i 2012 (**tabell 3**). Arten har hatt ein varierende frekvens på undersøkingstrea over tid. Arten har auka signifikant i dekning for heile perioden 1992–2012 (LME; $p < 0,001$), men ikkje dei siste to 5-årsperiodane (LME; 2002–07: $p = 0,077$, 2007–12: $p = 0,181$).

Elghornslav – *Pseudevernia furfuracea*

Elghornslav er funne på takseringslinjene på berre 10 (4,5 %) av dei registrerte trea i 2012, og både frekvensen av tre med og dekninga av elghornslav har vore låg gjennom heile perioden (**tabell 3**).

Strylav – *Usnea* spp.

Registreringane omfattar fleire artar i busklavslekta strylav, som kan ha ulike naturlege utbreiingsmønster. Strylav er registrert på takseringslinjene på i alt 16 tre i 10 flater i 2012 (**tabell 3**). Dekninga av strylav på takseringslinjene har vore låg gjennom heile perioden. Storparten av dei registrerte førekomstane ligg i felt frå Hedmark og Oppland.

Brunskjegg – *Bryoria* spp.

Artar i slekta brunskjegg er dei vanlegaste hengande artane i undersøkingane. Brunskjegg vart registrert på takseringslinjene på 60 tre i 2012, fordelt på 29 felt (**tabell 3**). Førekomstane av brunskjegg er først og fremst i innlandet, spesielt i Oppland, Buskerud og Hedmark. Dekning av brunskjegg har auka signifikant sidan 1992 (LME; $p < 0,001$), og begge dei to siste 5-årsperiodane har det vore ein signifikant auke av brunskjegg (LME; 2002–07: $p = 0,009$, 2007–12: $p < 0,001$).

Andre blad- og busklav

Som ved tidlegare registreringar er det også registrert fleire andre blad- og busklav. Det er gjort innsamlingar for å stadfeste desse artane, men i mindre grad i 2012 enn i 2007. Desse innsamlingane viser ulike sett av artar for kvart registreringsår. Innsamlingane er eit tilfeldig bilde av kva for artar som kan finnast i desse artsgruppene i undersøkingsfelt, og er ikkje eit mål på endring i artsamansetjing. Innsamlingane frå 2007 omfatta artane gubbeskjegg (*Alectoria sarmentosa*), lungenever (*Lobaria pulmonaria*), matt brunlav (*Melanelia subargentifera*), brun korallav (*Sphaerophorus globosus*), bjørkelav (*Cetraria sepincola*) og einerlav (*Vulpicida juniperinus*). I 2012 omfatta innsamlingane berre vanleg kruslav (*Tuckermanopsis clorophea*). Alle artane har låg frekvens og dekning, og samla sett utgjer dei mindre enn 0,3 % av dekninga på takseringslinjene.

Skorpelav

Dette er ei samlegruppe for mikrolavartar som er registrert på bjørkestammene. Det finst mange artar skorpelav som går på bjørk, og det er svært tilfeldig kva som er representert i innsamlingar frå flatene. Det innsamla skorpelavsmaterialet frå 2007 omfatta m.a. artane *Biatora meiocarpa*, bleik bønnelav (*Buellia disciformis*), kornbønnelav (*Buellia griseovirens*), *Japewia subaurifera*, bjørkekantlav (*Lecanora circumborealis*), *Lecanora fuscescens*, halmkantlav (*Lecanora symmicta*), *Lecidea pullata*, vanleg smaragdlav (*Lecidella elaeochroma* cf), *Lecidea* sp., mellav (*Lepraria* sp.), *Mycoblastus fucatus*, vanleg blodlav (*Mycoblastus sanguinarius*), grynorkje (*Ochrolechia androgyna*), fjellorkje (*Ochrolechia frigida*), *Ochrolechia microstictoides*, fingervortelav (*Pertusaria dactylina*), *Pertusaria pupillaris* og sinoberlav (*Pyrrhospora cinabarina*). I 2012 omfatta innsamlingane berre *Mycoblastus* cf. *fucatus*. Alle desse er artar som er kjente frå bjørk tidlegare.

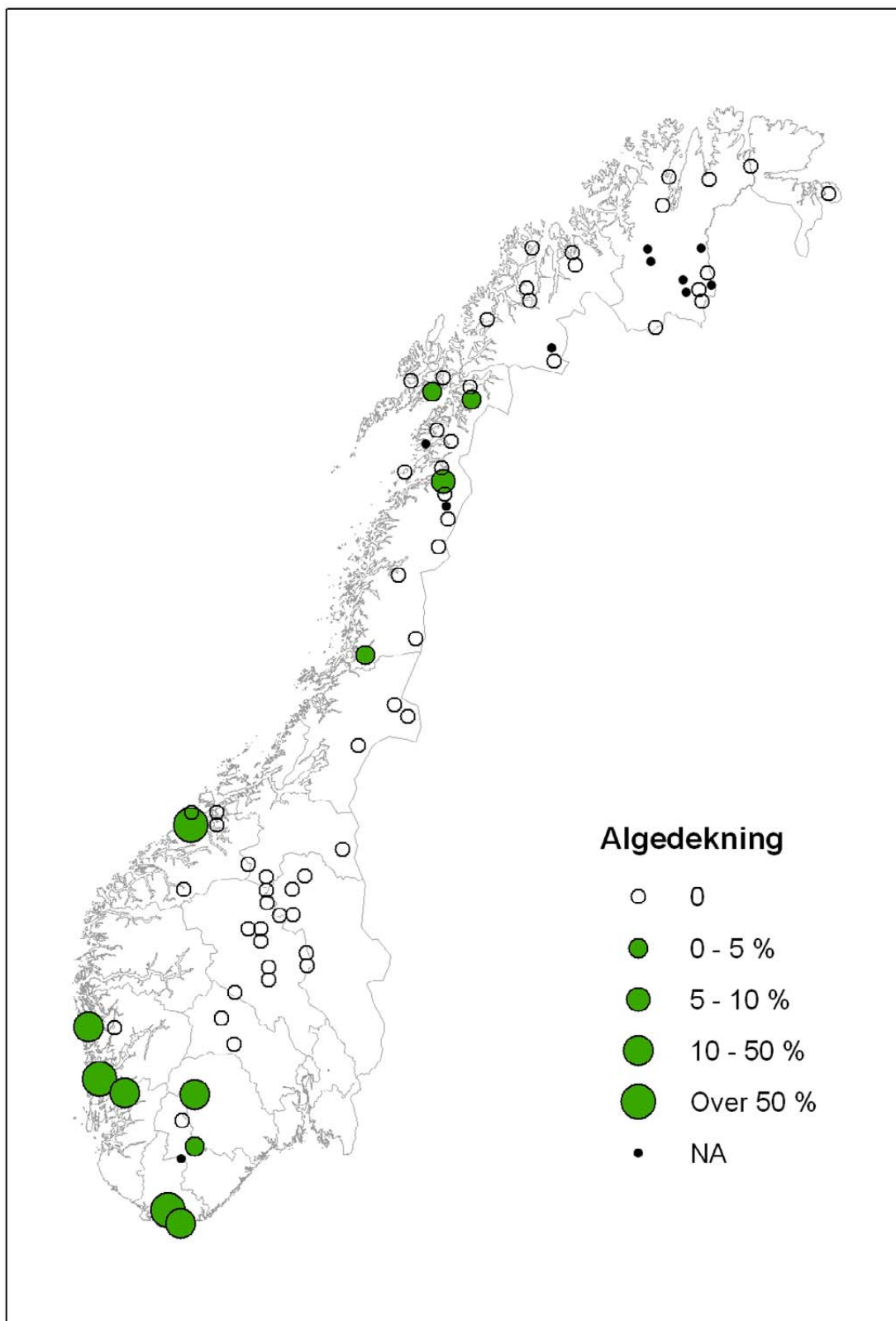
Det er registrert skorpelav på takserlingslinjene på 141 tre i 2012, og snitt dekning er på 13,7 % (**tabell 3**). Den registrerte dekninga har variert ein god del mellom dei ulike registreringstidspunkta, og var spesielt avvikande høg i 1997 og 2012. Dette kan truleg skuldast problem med avgrensing og bestemming i felt. I 2012 var også frekvensen av dobbeltregistreringar på linjene høgare enn tidlegare år, spesielt vart algar og skorpelav ofte registrert på same cm-intervall.

Algar

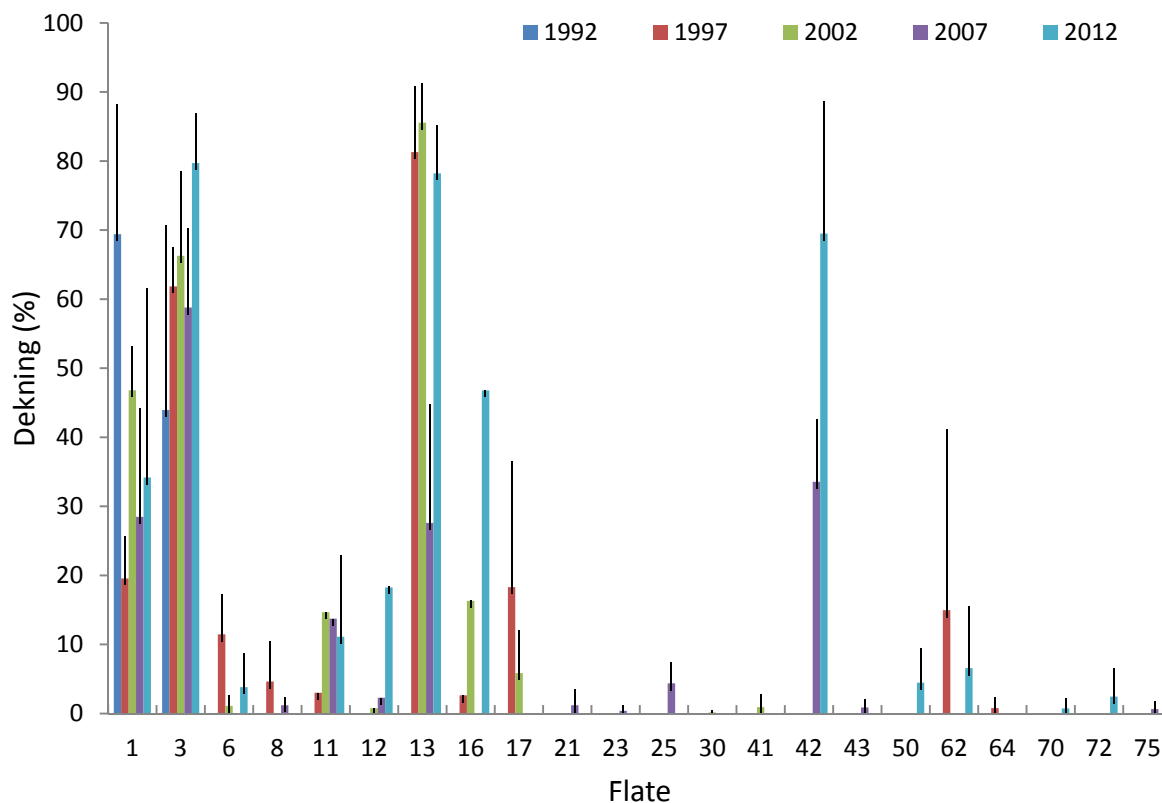
Det vart registrert algar på takserlingslinjene på 29 tre fordelt på 12 flater i 2012 (**tabell 3**). Dekninga varierte frå under 1 % til 90 % på trea. I alt sju prøveflater har gjennomsnittleg dekning av algar > 10 % (flate 1, 3, 11, 12, 13, 16 og 42), og dei ligg alle på kysten av Sør- og Vestlandet, med unntak av ei flate i innlandet i Telemark (**figur 8**). Klart høgast verdi er registrert på ei flate i Vest-Agder (flate 3) og ei flate i Hordaland (flate 13), som begge ligg 345 moh. I 2002 vart det registrert 86 % dekning på ei flate i Hordaland (flate 13), mens tilsvarende tal for denne ruta i 2007 var 28 % og 78 % i 2012 (**figur 9**). Algeveksten var fram til 2007 delt i to grupper, ei med grønt belegg og ei med svart/mørkfarga belegg, men fordi det kan vere vanskeleg å skilje dei to, vart dei slått saman til ei gruppe i 2012. Det er signifikant auke i algedekning over tid (LME; $p < 0,001$, **tabell 3**). Frå 2002 til 2007 vart det registrert ein svak nedgang i dekninga (LME; $p = 0,042$), men med ein auke igjen frå 2007 til 2012 (LME; $p < 0,001$). Det er i hovudsak dei same flatene som har høgast dekning av algar for alle registreringsåra, og disse ligg sør i landet og nær kysten (**figur 9**). Registreringane av algar i Nordland varierer mellom åra. I 1997 vart det registrert algar på to flater i Nordland, ei av flatene (flate 62) hadde mellom dei høgaste verdiane i heile datasettet for 1997. I 2002 vart det ikkje registrert algar på noko tre i Nordland, medan det i 2007 igjen var registrert algar på ei flate (flate 75), og i 2012 vart det registrert algar på fire flater i Nordland (**figur 8**).

Mosar

Det vart registrert mosar på takserlingslinjene på 12 tre fordelt på 5 felt i 2012 (**tabell 3**). Innsamla materiale av mosar omfatta i 2007 artane hjelmblæremose og slekta sigdmose, som er kjente epifyttar som ofte veks ved basis av bjørkestammar. Mosar vart ikkje omfatta av innsamlingane i 2012. I snitt var dekninga av mose 1,7 % i 2012, men variasjonen var svært stor. Berre to prøveflater skil seg ut med høg dekning, ei flate i Hordaland med 77 % dekning og ei flate i Vest-Agder med 38 % dekning. Dei tre andre felta har 0,9–4,3 % dekning og ligg spreidd i heile landet. Det er dei same flatene som har stor mosedekning alle registreringsåra. Både dekninga og frekvensen av mosar er omlag uendra mellom 2002 og 2012 (**tabell 3**).



Figur 8. Gjennomsnittleg dekning av algar på stammen av bjørk på 68 prøveflater i 2012. Svarte sirkler er prøveflater utan verdiar for 2012 (jf. figur 1).



Figur 9. Gjennomsnittlig dekning av algar per prøveflate, omfatter alle flater der det er registrert i algar i minst eitt av dei fem åra. Der dekning er oppgitt utan SD hadde berre eitt av trea i flata registrerte algar.

5 Diskusjon

5.1 Metode

Metoden for ekstensiv kartlegging av epifyttar på bjørk vart noko justert frå 1992 til 2002, men var uendra mellom 2002 og 2007. Artane vanleg kruslav, bjørkelav og gubbeskjegg var ved dei tidlegaste åra registrert særskilt, men inngår no i samlegruppa andre busk- og bladlav. I 2012 vart også grå stokklav, gullroselav og begerlav tatt ut som eigne artar i registreringane. Innsamling av artar frå flatene vart innført i 1997 som ein ekstra kontroll av artsbestemminga, og erfaringane seinare viser at slik kvalitetssikring var viktig og naudsynt. Det vart registrert ein del samanblanding av artar i 2007 også, både når det gjeld nærstående artar som grå fargelav/bristlav, men også samanblanding av meir ulike artar. Innsamlingane gjorde oss i stand til å korrigere for feilbestemming. For å spare tid i felt og for ikkje å samle inn for mykje frå prøveflatene, vart det i 2012 berre samla når inventøren var usikker. Det var derfor mindre kontroll av artsregistreringa ved siste kartlegging.

For kvar registreringsrunde blir det nokre endringar, med bortfall av prøveflater eller tre. Dette kan ha ulike årsaker og skuldast både tekniske og praktiske forhold. Såleis blir talet på felles tre og felles flater redusert for kvar analyserunde. Dei felles trea i analysen blir stadig eldre og er no 20 år eldre enn ved første registrering. Alderen på trea kan ha innverknad på epifyttvegetasjonen (sjå t.d. Ahti 1977, Barkmann 1958, Hyvärinen et al. 1992), men er ikkje lagt inn i analysane til no. Frå 2002 til 2007 gjekk talet på felles tre ned frå 181 til 168. I 2012 understreka vi at tre skulle fornyast under feltarbeidet. Dette sikrar at registreringane dekkjer eit representativt utval tre. Vi har i denne runden valt ei ny metode for databearbeiding, i samsvar med bearbeidinga av data frå dei intensive TOV-flatene (sjå t.d. Evju et al. 2012, 2013a), og har ikkje gjort eigne analysar av fellestre, slik at statistisk testing av endringar over tid omfattar alle analyserte tre på kvart tidspunkt.

Skorpelav og busklav har vist seg vanskeleg å vurdere i studiar med mykje personell involvert. Ei rekkje skorpelavsartar på bjørk er mikroskopiske og vanskeleg å oppdage. Metodiske forhold er truleg den viktigaste årsaka til dei store svingingane i dekning av skorpelav. Tilsvarande gjeld for trådforma busklav, der det er vanskeleg å standardisere både dekninga langs takseringslinjene og oppteljing av individ. På tre med svært mange, små individ av hengande lavartar er det mest uråd og svært tidkrevjande å registrere riktig tal. I slike høve vart talet på individ sett til 30 pr. tre i perioden 1992–2007, men i 2012 valte vi å kutte teljinga av hengande artar på stammen og berre registrere hengande artar på takseringslinjene. Registreringar av bladlavar er meir pålitelege, særleg med omsyn på dekning, og den auken som er observert er truleg reell. Den låge registrerte dekninga i 1997 skuldast sannsynlegvis feilbestemming av bladlav til skorpelav i nokre felt (jf. **figur 7**).

Registrering av algar brukar å være tema på inventørkursar, men det er uansett ganske vanskeleg å standardisere vurderinga av algeblegg. Det å skulle skilje mellom grønt og svart/mørkfarga belegg er vanskeleg og avheng av vêrtilhøva, då algane skiftar farge med fugtigheit. I 2012 gjekk vi derfor over til berre éi gruppe for algedekning. Det er også lett å underestimere dekninga av algar i tørt ver, fordi belegget då kan vere svært tynt. Dette kan vere med å forklare svinginga i dekning i enkelte felt (jf. **figur 9**).

Basert på foreløpige resultat frå 2007 valte vi å gjere nokre forenklingar i registreringane i 2012, og vi tilrår at desse registreringsrutinane når det gjeld artar/grupper og innsamlingar blir vidareført. Frå 2007 til 2012 bestemte vi også å kutte ut registrering av "øvrige artar" på trea, dvs. artar som førekjem på stammen, men ikkje på takseringslinjene. Leiting etter øvrige artar kan vere tidkrevjande, og kvaliteten på resultatet kan variere noko. Slike data har heller ikkje vore nytta i statistiske analyser.

5.2 Kjemiske analysar

Målt pH i bork var lågast i 1992, og pH har i perioden 1997–2007 ikkje variert signifikant. Dette syner at borken på bjørketrea er mindre sur no enn den var på starten av 1990-talet, i tråd med målingane som syner at konsentrasjonen av sure komponentar i nedbør over Sør-Noreg har gått noko tilbake i denne perioden (Aas et al. 2008). pH i bork varierer dessutan mellom ulike høgdslag innan eit tre, og mellom tre i same bestand på grunn av småskala skilnader i jord-kjemi (Kermit & Gauslaa 2001), som kan vere med å forklare den store variasjonen i pH mellom prøveflater og mellom år. Vi har vurdert at nytteverdien av å samle borkprøver for pH-analyse kvart femte år ikkje er stor nok til at vi tilrår vidareføring, og det vart ikkje samla bork i 2012.

Reduksjonen i svovel- og nitrogenkonsentrasjon som vart registrert mellom 1997 og 2002, er ikkje ein trend, og nivået i 2007 var om lag det same som i 1997. Frå 1992 til 2007 vart det registrert ein auke i nitrogennivå i kvistlav, men målingane har variert gjennom perioden. Reduksjon av svovelverdiar i kvistlav var tydeleg frå 1997 til 2002, men innhaldet var i 2007 igjen tilbake på 1997-nivå.

Også i TOV-områda varierer nivået av nitrogen og svovel i kvistlav og ser berre delvis ut til å spegle variasjonar i nedfall (Evju et al. 2013b). Fleire faktorar kan medverke til dette. Høg vekstrate vil virke fortynnande på konsentrasjonen av stoff i laven, slik at målt nitrogen- og svovelinnhald kan vere lågare enn forventa i områder med høg vekstrate (Bruteig 1998). Det er derfor mogleg at varierende vekstforhold mellom innsamlingane kan vere ein medverkande årsak til at innhald varierer mellom år. I tillegg avheng nedfallet av nitrogen og svovel av nedbørsmengdene (Hole & Tørseth 2003). Den registrerte variasjonen i innhald mellom år kan såleis vere reell og skuldast variasjon i nedbør.

Meir sannsynleg er det at dei låge verdiane frå 2002 har ei metodisk forklaring, og at skilnader i målemetodar o.a. mellom år har gitt verdiar som ikkje speglar reelle variasjonar mellom år. Basert på foreløpige data frå 2007, valde vi å kutte dei kjemiske analysane i 2012 ettersom tiltrua til data er relativt låg. Det er også vår tilråding for det vidare arbeidet.

5.3 Epifyttvegetasjonen

Den auka dekninga av bladlav er i samsvar med det som er observert i andre TOV-studier (sjå t.d. Evju & Bruteig 2013). Redusert tilførsel av svovel kan ha betra tilhøva for lavvekst. Endringane kan også skuldast naturleg suksesjon eller klimatiske skilnader gjennom perioden. Auka lavdekning kan også følgje av at trea har vorte eldre (Barkman 1958). I intensivflatene i TOV er det kompensert for alder ved at nye og yngre tre er inkludert i overvakinga, men det er like fullt registrert auka dekning av bladlav og algar i same periode. Det er observert temperaturar over normaltemperaturar i Noreg sidan midten av 1990-talet (t.d. Framstad 2009), som kombinert med høg fuktighet i mange område, gjev gode vekstvilkår for lav (van Herk et al. 2002).

Vanleg kvistlav har størst auke i dekning totalt for heile perioden, men også bristlav, gul stokklav og vanleg papirlav har registrert auka dekning. Dette er rekna som svakt sørlege og svakt varmekjære artar i Noreg (Bruteig 1993b, Bruteig & Tronstad 2000), og vanleg kvistlav er den arten som har gått mest fram også i intensivflatene i TOV (Evju & Bruteig 2013). I Nederland er det også vist at utviklinga går i retning av ein meir varme- og næringskrevjande lavvegetasjon (van Herk 1999, van Herk et al. 2002). Dei konkluderer med at auka diversitet og auka dekning av både epifyttiske og bakkebuande lavartar skuldast fleire miljøfaktorar som verkar i same retning: nedgang i svoveldioksid i luft, auka innhald av ammonium i nedbør og global oppvarming.

Snømållav er ein av artane utan auke i frekvens og dekning. Denne arten er rapportert med høg skadeandel og redusert dekning frå andre TOV-studier, men er stabil i nordlege område og fjellnære, nedbørsfattige område (Hagen et al. 2007, Evju et al. 2009).

Det har vore ein auke i dekning av algar over tid, og ein signifikant auke frå 2007 til 2012. Det meste av algar er funne i eit fåtal flater i Vest-Agder, Rogaland og Hordaland. Algedekninga er svært høg på enkelte tre, og her er det truleg uråd for lav å etablere seg og overleve. Auke i algedekning er også registrert i TOV-området Lund i Rogaland i same periode (Evju et al. 2012). Resultata frå denne studien tyder på at det er ein generell trend til auka algevekst i Sør- og Sørvest-Noreg, sannsynlegvis knytt til høgt nitrogennedfall.

Dei hengande artane er metodisk vanskelege, spesielt med omsyn til dekningsmål. For å få eit betre mål på endring, vart det fram til 2007 også gjort lengdemålingar av lengste individ på kvart tre. Ut frå registreringane har ikkje dekning av brunskjegg eller strylav endra seg i løpet av perioden.

Fleire av artane i undersøkinga, som papirlav, grå stokklav og bristlav viste tydeleg nedgang i både frekvens og dekning mellom 1992 og 1997. Felles for alle desse artane er at dei har hatt ein nesten tilsvarande auke igjen etter 1997, og til dømes papirlav og bristlav har hatt ein signifikant auke i dekning mellom 1992 og 2012. Dette kan tyde på feilbestemmingar eitt år og viser at det er viktig med godt skolert personell og datainnsamling over fleire år slik at slike feilbestemmingar kan avdekkast. Trendar som blir observert mellom to tidspunkt må følgjast vidare og vurderast for kvart registreringstidspunkt. Utviklinga av nitrogeninnhaldet i kvistlav, drøfta lengre framme i dette avsnittet, er også eit døme på dette. Tydelege endringar mellom to tidspunkt kan både skuldast metodiske feil, temporære eller lokale forhold, eller vere eit bilete på storskala, reelle endringar. For å skilje desse kjeldene trengs lange tidsseriar.

5.4 Vidare tilrådingar

TOVs landsomfattande epifyttregistreringar supplerer intensivstudia i TOV-områda ved å gje data for eit større areal, som kan nyttast til å forstå om trendar i TOV-områda speglar regionale trendar i dekning og samansetning av epifyttvegetasjonen på bjørk.

Nokre utfordringar er knytt til dei landsomfattande epifyttregistreringane, i hovudsak knytt til at det er mange inventørar som utfører feltarbeidet. Feilbestemming av artar og artsgrupper, som til dømes skorpelav og bristlav og grå fargelav, gjer at tolking av endringar må gjerast med varsemd, og at data samla inn eitt år må tolkast i lys av ein lengre tidsserie. Å estimere dekning av hengande artar er metodisk vanskeleg, og ein god del av variasjonen i registrert dekning mellom år kan skuldast ulik praksis mellom inventørar. Å estimere dekning av algebelegg kan også vere ei utfordring. Det har dessutan variert i kor stor grad utgåtte tre har blir erstatta med nye tre i eit felt.

Trass i desse innvendingane meiner vi dei landsomfattande epifyttregistreringane bidreg med verdifulle data i overvakinga av epifyttar. I 2012 gjennomførte vi nokre modifikasjonar som gjer datagrunnlaget betre, og som forenkler feltprosedyrane noko:

- kutte ut registrering av øvrige artar utanom takseringslinjene. Dette sparar tid i felt, og kvaliteten på data varierer mykje allereie.
- kutte teljing av hengande artar. Dette sparar tid i felt, og det viser seg vanskeleg å telje nøyaktig når det er mange individ til stades.
- hengande artar registrerast med 1 cm på registreringslinja om den finst på linja, uavhengig av størrelsen på individet. Dette vil gje mindre variasjon mellom registrantar i estimering av dekning.
- vurdere automatisk datainnlegging i felt. Dette vil spare mykje tid på innlegging av data i etterkant, men avhenger av kva Skog og landskap sitt personell har av feltcomputere.

- innsamling av bork til pH-prøver og vanleg kvistlav til kjemiske analyser av svovel- og nitrogeninnhald kuttast. Stor variasjon mellom år gjer at tiltrua til data er relativt låg.
- supplere med nye tre (ev. flater) slik at registreringane dekkjer eit representativt utval tre, og at statistisk testing av endringar over tid omfattar alle analyserte tre på kvart tidspunkt

Kursing av inventørar må vidareførast, og særskilte utfordringar, som vanskelege artar, estimering av hengande artar og algebelegg, må framleis vere i fokus. Artsinnsamling i felt gjev nyttig tilleggsinformasjon og bør vurderast gjeninnført.

6 Referansar

- Ahti, T. 1977. Lichens of the boreal coniferous zone. - I Seaward, M. R. D., red. Lichen ecology. Academic Press, London. S. 145-181.
- Barkman, J. J. 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. - Van Gorcum, Assen.
- Bruteig, I. E. 1993a. Terrestrisk naturovervaking. Epifyttisk lav på bjørk - landsomfattande kartlegging 1992. - Allforsk Rapport. 42 s.
- Bruteig, I. E. 1993b. Large-scale survey of the distribution and ecology of common epiphytic lichens on *Pinus sylvestris* in Norway. - Annales Botanici Fennici 30: 161-179.
- Bruteig, I. E. 1998. Terrestrisk naturovervaking. Vekstrate hos vanleg kvistlav 1993-1997. - Allforsk Rapport 13. 46 s.
- Bruteig, I. E. & Tronstad, I. K. K. 2000. Terrestrisk naturovervaking. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk 1997. - Allforsk rapport 16. 54 s.
- Bruteig, I. E., Hagen, D. & Wilmann, B. 2005. Program for terrestrisk naturovervaking. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen på bjørk i 2002. - NINA Oppdragsmelding 863. 32 s.
- Ellis, C. J., Coppins, B. J., Dawson, T. P. & Seaward, M. R. D. 2007. Response of British lichens to climate change scenarios: Trends and uncertainties in the projected impact for contrasting biogeographic groups. - Biological Conservation 140: 217-235.
- Evju, M., Bruteig, I. E. & Willmann, B. 2009. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjon på bjørk i Dividal og Gutulia i 2008. - I Framstad, E., red. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2008: Markvegetasjon, epifytter, smånagere og fugl. NINA Rapport 490. S. 85-109.
- Evju, M., Bruteig, I. E. & Myklebost, H. E. 2012. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Åmotsdalen og Lund i 2011. - I Framstad, E., red. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2011: Markvegetasjon, epifytter, smånagere og fugl. NINA Rapport 840. S. 45-56.
- Evju, M., Bruteig, I. E. & Myklebost, H. E. 2013a. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen ved Møsvatn 2012. - I Framstad, E., red. Terrestrisk naturovervåking i 2012: Markvegetasjon, epifytter, smånagere og fugl. Sammenfatning av resultater. NINA Rapport 952. S. 45-53.
- Evju, M., Bruteig, I. E. & Myklebost, H. E. 2013b. Kjemiske analyser av vanlig kvistlav i TOV-epifytt. - NINA Minirapport 363, under utarbeiding.
- Evju, M. & Bruteig, I. E. 2013. Lichen community change over a 15-year time period: effects of climate and pollution. - The Lichenologist 45: 35-50.
- Framstad, E. (red.) 2009. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2008: Markvegetasjon, epifytter, smånagere og fugl. - NINA Rapport 490. 167 s.
- Frisvoll, A. A., Elvebakk, A., Flatberg, K. I. & Økland, R. H. 1995. Sjekkliste over norske mosar: vitskapleg og norsk namneverk. - NINA Temahefte 4. 104 s.
- Hagen, D., Bruteig, I. E., Larsen, R. S. & Wilmann, B. 2007. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Åmotsdalen og Lund 2006. - I Framstad, E., red. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2006: Markvegetasjon, epifytter, smånagere og fugl. NINA Rapport 262. S. 38-65.
- Hawksworth, D. L. & Rose, F. 1976. Lichens as pollution monitors. - Studies in Biology 66: 1-60.
- Hole, L. R. & Tørseth, K. 2003. Deposition of major inorganic compounds in Norway 1978-1982 and 1997-2001 status and trends. - NILU OR 61/2002. Norwegian Institute for Air Research, Kjeller.
- Holien, H. & Tønsberg, T. 2006. Norsk lavflora. - Tapir akademiske forlag, Trondheim.

- Hultengren, S., Gralen, H. & Pleijel, H. 2004. Recovery of the epiphytic lichen flora following air quality improvement in south-west Sweden. - *Water Air and Soil Pollution* 154: 203-211.
- Hylen, G. & Larsson, J. Y. 2003. Landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i Norge 1989-2002. NIJOS Rapport. 1/03. - Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, Ås.
- Hylen, G. & Larsson, J. Y. 2004. Landsrepresentativ overvåking av skogens vitalitet i Norge 1989 - 2003. NIJOS Rapport. 1/04. - Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, Ås.
- Hyvärinen, M., Halonen, P. & Kauppi, M. 1992. Influence of stand age and structure on the epiphytic lichen vegetation in the middle-boreal forests of Finland. - *The Lichenologist* 24: 165-180.
- 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.
- Kermit, T. & Gauslaa, Y. 2001. The vertical gradient of bark pH of twigs and macrolichens in a *Picea abies* canopy not affected by acid rain. - *The Lichenologist* 33: 353-359.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. - Universitetsforlaget, Oslo.
- Santesson, R., Moberg, R., Nordin, A., Tønsberg, T. & Vitikainen, O. 2004. Lichen-forming and lichenicolous fungi of Fennoscandia. - Museum of Evolution, Uppsala University, Uppsala.
- Seaward, M. R. D. 2004. The use of lichens for environmental impact assessment. - *Symbiosis* 37: 293-305.
- van Herk, C. M. 1999. Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. - *The 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. - *The Lichenologist* 34: 141-154.
- van Herk, C. M., Mathijssen-Spiekman, E. A. M. & de Zwart, D. 2003. Long distance nitrogen air pollution effects on lichens in Europe. - *The Lichenologist* 35: 347-359.
- Aas, W., Hjellbrekke, A., Hole, L. R. & Tørseth, K. 2008. Deposition of major inorganic compounds in Norway 2002-2006. - NILU OR 72/2008. Norwegian Institute for Air Research, Oslo. 56 s.



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2610-3

1000

NINA Rapport

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger