

609

OPPDRA GSMELDING

Terrestrisk naturovervåking

Vegetasjonsøkologiske undersøkelser
av boreal bjørkeskog
i Lund, Rogaland

Odd Egil Stabbetorp

Vegar Bakkestuen

Odd Eilertsen

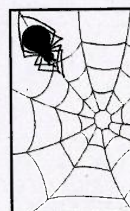
Egil Bendiksen

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 92

Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning

Deltagende institusjoner: NINA



NINA • NIKU

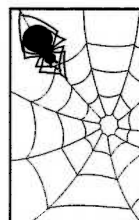
NINA Norsk institutt for naturforskning

Terrestrisk naturovervåking

Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund, Rogaland

Odd Egil Stabbetorp
Vegar Bakkestuen
Odd Eilertsen
Egil Bendiksen

Program for terrestrisk naturovervåking
Rapport nr 92
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning
Deltagende institusjoner: NINA



NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig. Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Det er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project-Report

Serien presenter resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelige på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problem eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgruppe.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvernavdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Stabbetorp, O. E., Bakkestuen, V., Bendiksen, E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Lund, Rogaland. - NINA oppdragsmelding 609: 1 - 58

Oslo, oktober 1999

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1067-3

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Monitoring

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU Stiftelsen for naturforskning

og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Erik Framstad

Grafisk produksjon:

Elisabeth Mølbach

Tegnekontoret NINA•NIKU

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Kopisentralen AS

Opplag: 150

Trykt på miljøpapir

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

Tlf.: 73 80 14 00

Faks: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 15422

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning, DN

Referat

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.

I 1991 opprettet Direktoratet for naturforvaltning (DN) et område for integrert miljøovervåking ved Kjørmojtjønnene i Lund kommune, Rogaland. De vegetasjonsøkologiske undersøkelsene ble utført av NINA. Området ligger i den sørvestligste utløperen av mellomboreal bjørkeskog. Som et ledd i standardisering og kvalitetssikring ble metodikken endret ved feltarbeidet i 1996, slik at den nå harmonerer med den metodikken som er valgt for de øvrige områdene som inngår i den terrestre naturovervåkingen. De viktigste endringene er knyttet til at 20 av de opprinnelig 50 rutene ble skiftet ut med nye som i større grad representerer vegetasjonens variasjon innen området.

I 1996 ble det etablert fire nye analyseflater av 5 x 10 m, alle begrenset til boreale bjørkeskogslokaliteter, i tillegg er fem ruter fra hver av de seks gamle feltene valgt ut for videre analysing. Feltene ble valgt ut for å fange opp maksimal floristisk og økologisk variasjon i området. I de fire nye flatene ble 5 tilfeldige analyseruter á 1 m² trukket ut, permanent oppmerket og inventert med hensyn på karplanter og kryptogamer. Et sett av fysiske og biotiske parametre ble målt. Humusprøver ble tatt i tilknytning til alle analyse-ruter, og analysert med hensyn på et begrenset antall kjemiske parametre.

I 1991 ble det registrert 52 arter i datasettet på 50 analyseruter. Reanalysingen i 1996 viste en oppgang til 69 arter. Dette må ses i sammenheng med at de nye utlagte feltene ble lagt ut for å fange opp maksimal floristisk variasjon i området. Dette materialet ble behandlet numerisk med multivariate metoder. Indirekte gradientanalyser ble utført med DCA (Detrended Correspondence Analysis), og ikke-parametriske korrelasjonsanalyser (Kendall's tau) ble utført mellom miljøparametre og DCA-akseverdier. Numerisk og statistisk bearbeiding ble nytt til å avdekke vegetasjonsstrukturen i materialet og dermed et grunnlag for å forstå vegetasjonsgradientene i området. GIS ble benyttet til å etablere en digital høydemodell over området samt til å lage avledede kart med informasjon om skråning- og eksposisjon. Resultater av vegetasjonsanalysen er også visualisert gjennom ulike GIS teknikker.

Vegetasjonsundersøkelsene i TOV er primært designet for å studere hvor dynamikken er størst langs viktige økologiske gradienter, og om endringer i artsmengder kan relateres til endringer i fysiske, biotiske og fremfor alt kjemiske parametre. Forhåpentlig vil materialet også bidra til økt innsikt i hvilke strukturerende prosesser som er viktigst i de boreale bjørkeskogsområdene. Spesielt de lavproduktive nordboreale bjørkeskogene har til tross for sitt betydelige areal blitt relativt lavt prioritert rent forskningsmessig.

Emneord: terrestrisk miljø - vegetasjon - jord - overvåking - reanalyser - dynamikk - endringer - DCA - GIS - terrengmodeller.

Odd Egil Stabbetorp, Vegar Bakkestuen, Odd Eilertsen og Egil Bendiksen, Norsk institutt for naturforskning, Avdeling for landskapsøkologi, Dronningensgate 13, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo

e-post:
odd.stabbetorp@ninaosl.ninainiku.no, vegar.bakkestuen@ninaosl.ninainiku.no, odd.eilertsen@nijos.no, egil.bendiksen@ninaosl.ninainiku.no

Abstract

Stabbetorp, O. E., Bakkestuen, V., Eilertsen, O. & Bendiksen, E. 1999. Terrestrial monitoring programme. Studies in vegetation ecology of boreal birch forests in Lund, SW Norway. - NINA Oppdragsmelding 609: 1 - 58.

In 1991, the Directorate for Nature Management (DN) established an area for integrated monitoring within Rogaland County. Studies of vegetation environment relationships in the area were performed by NINA. The investigation area lies in the most southwestern part of middle boreal birch forest. As a part of the standardisation of methods used within the terrestrial monitoring programme, the design of the investigation was changed in accordance to that used in the other areas that are included in the programme. The most important change is that 20 of the 50 mesoplots from 1991 were discarded and substituted with new mesoplots that better describe the variation in field vegetation within the area.

Four new analysis plots, each of size 5 x 10 m, were established in 1996. The new plots were placed to intercept maximum floristic and ecological variation within the area. On each plot, 5 mesoplots of 1 m² were randomly selected and permanently marked out, and a list was drawn up of all the vascular plants and cryptogams within them. In the six plots established in 1991, 5 of the mesoplots within them were selected for reanalysis. A set of physical and biotic parameters was measured. Humus samples were taken in relation to the mesoplots and analysed for a limited number of chemical parameters.

In 1991, 52 species were recorded within the 50 mesoplots. The resampling in 1996 showed an increase to 69 species. The increase is due to the new design, which covers a larger part of the ecological and vegetational variation within the area. This material was processed numerically by using multivariate methods. Indirect gradient analyses were performed using Detrended Correspondence Analysis (DCA). Non-parametric correlation analyses, Kendall's τ , were performed between environmental parameters and DCA axis values. The results of the numerical and statistical processing were used to uncover vegetational structure in the material. GIS were used to establish a digital elevation model over the investigation area and to derive information about the degree of slope and orientation of the terrain. The results of the vegetation analysis were visualised through different GIS techniques.

The monitoring of vegetation is primarily designed to study vegetation dynamics along important ecological gradients, and whether changes in the number of species can be related to changes in physical, biotic and, not least, chemical parameters. Information will hopefully contribute to an increased understanding of which are the structuring processes in areas dominated by boreal birch forest. Particular the low productive subalpine birch forest belts have been given relatively low priority as regards research proper, despite their considerable extent in Fennoscandia.

Key words: Terrestrial environment - vegetation - soil - monitoring - re-sampling - dynamics - changes - DCA - GIS - terrain models.

Odd Egil Stabbetorp, Vegar Bakkestuen, Egil Bendiksen and Odd Eilertsen, Norwegian Institute for Nature Research, Department of Landscape Ecology, Dronningensgate 13, P.O. Box 736 Sentrum, N-0105 Oslo, Norway

e-mail:
odd.stabbetorp@ninaosl.ninainiku.no, vegar.bakkestuen@ninaosl.ninainiku.no, odd.eilertsen@nijos.no, egil.bendiksen@ninaosl.ninainiku.no

Forord

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har gitt Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag å utføre oppfølgende undersøkelser i et borealt bjørkeskogsområde i Lund, Rogaland. Undersøkelsen inngår i DNS «Program for terrestrisk naturovervåking» (TOV). Lokaliteten i Lund er valgt ut i samråd med DN.

De vegetasjonsøkologiske TOV-undersøkelsene er i 1996 vesentlig endret i forhold til 1991-undersøkelsene. Metodikken er nå i overensstemmelse med de tilsvarende undersøkelsene fra Gutulia (Eilertsen & Often 1994), Dividalen (Eilertsen & Brattbakk 1994) og Børgfjell (Eilertsen & Stabbetorp 1997), og det er brukt en såkalt begrenset tilfeldig ruteplassing, som i stor grad forbedrer objektiviteten i materialet. Rutene er lagt ut for å fange opp mest mulig av den økologiske og floristiske variasjonen i Lund. Dette designet for utlegging av analyseruter langs økologiske gradienter er i større grad tilpasset de standardiserte metodene for indirekte gradientanalyser som nyttes innen delprogrammet.

Feltarbeidet ble utført primo august 1996 av NINA-forskerne Egil Bendiksen og Odd Stabbetorp. Takk rettes til Bodil Wilmann for dataregistrering av det innsamlede datamaterialet.

Odd Egil Stabbetorp
Vegar Bakkestuen
Odd Eilertsen
Egil Bendiksen

Oslo, mai 1999

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Undersøkellesområdet	6
2.1 Geografisk plassering	6
2.2 Geomorfologi, berggrunn og kvartærgeologi	6
2.3 Klima	6
2.4 Vegetasjon og flora	6
2.5 Kulturpåvirkning	8
2.6 Vernestatus	8
3 Materiale og metoder	9
3.1 Vegetasjonsøkologisk feltdesign	9
3.2 Miljøparametre	10
3.3 Numerisk behandling av innsamlet data	11
3.4 Reanalyser av 1991-datasettet	12
3.5 Geografiske informasjonssystemer - GIS	12
4 Resultater	13
4.1 Vegetasjonsanalyser	13
4.2 DCA-ordinasjon	15
4.3 Miljøparametere	26
4.4 Artsdiversitet	35
4.5 Endringer i artsmengder, 1991-96	35
4.6 Vegetasjonsendringer, 1991-96	35
4.7 Visualisering av terrengform i undersøkelsesområdet	35
5 Diskusjon	42
5.1 Indirekte gradientanalyser	42
5.2 Næringsgradient	42
5.3 Lys	42
5.4 Fuktighetsgradient	42
5.5 Tråkk og beitepåvirkning («disturbance»)	43
5.6 Artsdiversitet	43
5.7 Vegetasjonsendringer	43
5.8 GIS og topografiske modeller	43
6 Sammendrag	44
7 Summary	45
8 Litteratur	46
Vedlegg	48

1 Innledning

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har etablert et «Program for terrestrisk naturovervåking» (TOV) som har til hensikt å overvåke tilførsel og virkninger av langtransporterte forurensninger på ulike naturtyper og organismer (Løbersli 1989). Her legges det blant annet opp til integrerte studier av nedbør, jordvann, jord, vegetasjon, populasjonsundersøkelser av fugler og pattedyr samt forekomster av miljøgifter i planter og dyr i faste overvåkingsprogrammer. Programmet skal supplere igangsatte overvåkingsprogrammer i Norge og andre land, og det har som mål å kunne påvise lokale forandringer i terrestre økosystemer over tid og eventuelt regionale forskjeller i mønstre.

Fra slutten av 1970-tallet har en diskutert eventuelle virkninger av langtransportert luftforurensning på trær, undervegetasjon og jord i Norge. Fra slutten av 1980-tallet ble flere prosjekter etablert med tanke på å studere endringer i skogenes vitalitet, fram- eller tilbakegang av enkeltarter og endringer i kjemiske parametre over tid. Når det gjelder treparametre og jordparametre har NISK og NIJOS lange serier med data tilbake i tid (Økland 1996). For feltsjiktets del foreligger imidlertid ikke slike lange kontinuerlige serier. Et prosjekt i boreal barskog på Sørlandet (Økland & Eilertsen 1993) er designet nettopp for å dekke denne delen av skogsbiotopen. Arbeidet ble etablert i 1989 og er i sin helhet reanalysert i 1993 (Økland & Eilertsen 1996). En firedel av arbeidet er reanalysert årlig i denne perioden. Denne delen inngår i TOV-programmet (Økland 1994). Resultatene fra undersøkelsene viser at det er en signifikant endring i vegetasjonssammensetningen i de rikere og friskere typene av granskog. I lågurt- og småbregneutformingene er endringene i betydelig grad rettede. Endringene er i betydelig grad rettede, og artsinventaret er systematisk forskjøvet mot mere næringsfattige utforminger. Dette harmonerer også med de endringer som er på vist i de kjemiske humusparametrene fra de samme analysefeltene (Eilertsen 1994, Eilertsen et al. 1998).

NIJOS har etablert 10 områder i boreal barskog for å studere eventuelle regionale gradienter i endringer og skader som skyldes forurensning (Økland 1996). NINAs vegetasjonsøkologiske undersøkelser i regi av DNs TOV-program er ment som en parallell i boreal bjørkeskog.

De siste års fokusering på biodiversitet og klimaendringer gjør disse bjørkeskogsundersøkelsene ekstra interessante. TOV-konseptet gjør det mulig å studere eventuelle endringer av felt- og bunnsjiktstrer langs sonasjonsgradienter. Den regionale fordelingen av TOV-områder gjør det også mulig å studere artenes responskurver («turnover») i forskjellige klimaregioner og i områder som plasseres ulikt i forhold til oseanitet-kontinentalitets gradienter.

Denne rapporten viser resultatene av NINAs vegetasjonsøkologiske undersøkelser fra 50 permanent oppmerkete prøveflater, à 1 m² nær Kjørmoetjønnene, Lund kommune, Rogaland. Feltarbeidet er utført i august 1996. Av de 50 rutene ble 20 lagt ut og analysert for første gang i 1996, mens de resterende 30 er gjenanalyser av ruter som ble oppmerket i 1991. Hensikten med vegetasjonsundersøkelsene i TOV er å belyse vegetasjonsstruktur og evt. endringer i vegetasjonen ved å:

- registrere status for arter i felt- og bunnsjikt ved prosjektets etableringstidspunkt.
- analysere variasjonen i vegetasjonen langs de viktigste lokale miljøgradientene
- relatere vegetasjonsstrukturer til underliggende variasjon i topografi og jordbunnsforhold
- foreta gjenanalyser av vegetasjon over tid
- sammenligne vegetasjonsstruktur og endringer i denne mellom de ulike områdene som inngår i TOV
- bidra til å identifisere og kvantifisere skader på enkeltarter.
- gi grunnlag for å finne mulige indikatorarter og biomonitorer.
- danne grunnlag for framtidige populasjonsbiologiske undersøkelser i boreal bjørkeskog.
- bidra til hypotesegenerering innenfor forskningsprogrammene forurensning, klima, biodiversitet o.a.

2 Undersøkellesområdet

2.1 Geografisk plassering

Overvåkingsområdet som betegnes Lund ligger ved Kjørmotjønnene i Lund kommune i Rogaland fylke (**figur 1**). Området dekkes av N50-kart 1312 III Ørsdalsvatnet, UTM_{ED 50} LK 50 92. Utsnitt av økonomisk kart AR 013-5-1 (høydekotene er interpolert for å gi en digital høydemodell) i **figur 2** viser den nøyaktige plasseringen av overvåkingsområdet.

Overvåkingsområdet avgrenses i nord av lia på nordsiden av Nordre Kjørmotjønn og i øst av vannene. I sør trekkes grensen tvers over eidet mellom midtre og søndre Kjørmotjønn og mot vest avgrenses området av lias høydekam mot Urddalen. Arealet av det avgrensede området utgjør ca 190 mål.

2.2 Geomorfologi, berggrunn og kvartærgeologi

Geologi. Berggrunnen i overvåkingsområdet består av grunnfjell som her er båndet biotittrik gneis (Sigmond et al. 1984). Dette gir et relativt fattig jordsmonn.

Hele undersøkelsesområdet ligger i en relativt bratt nord-østvest skråning ned mot Kjørmotjønnene, med unntak av felt 9 som ligger på en flat grusformasjon som danner eidet mellom Nordre og Midtre Kjørmotjønn (**Figur 2**). Den undersøkte lia ligger fra 320 moh til 420 moh. Lia inneholder en veksling mellom jevnere partier og eroderte forsenkninger der det periodevis renner små bekker. I øverste del, hvor terrenget flater noe ut før åskammen, er det små gressmyrer. I hovedsak er lia godt drenert og med et relativt tynt jordlag. Mange steder er det blokkmark med stor variasjon i størrelsen på steinblokkene. Det er svært sparsomt med nakent berg i lia.

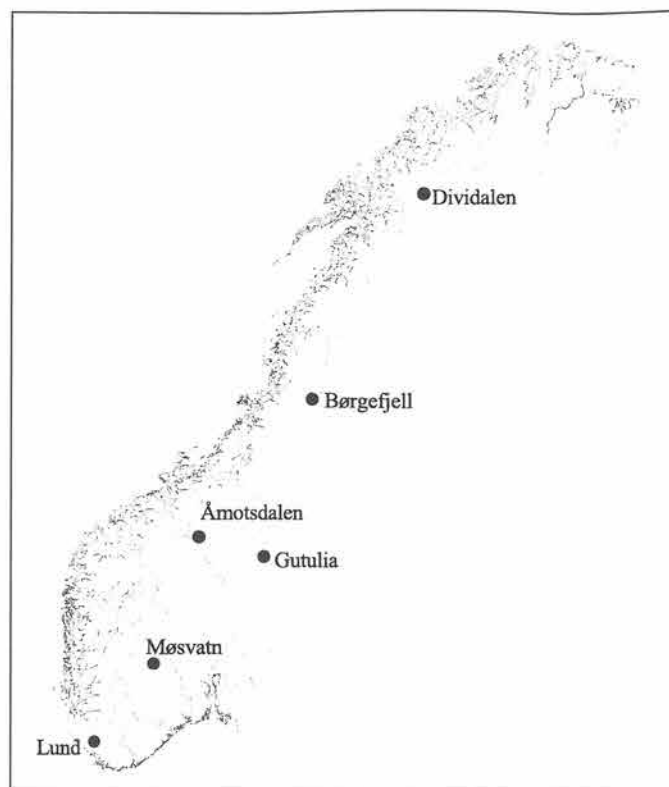
2.3 Klima

Nærmeste klimastasjon til dette overvåkingsområdet er stasjon nummer 4350 Ualand-Bjuland som ligger 196 moh ca 5 km vest for overvåkingsområdet. Stasjonen har vært i drift siden 1968, og de presenterte dataene (**Figur 3**) er derfor normaler basert på perioden 1968-1990.

Figur 3 viser at vintertemperaturen er relativt høy. Sannsynligvis er vintertemperaturen noe lavere i undersøkelsesområdet, da området ligger noe lenger øst og noe høyere enn målestasjonene. Nedbøren på årsbasis er svært høy (2136 mm) med størst nedbør på høsten og første del av vinteren: nedbørsnormalen pr. måned er over 200 mm i perioden september-januar (**Figur 3**). Klimaet kan beskrives som et humid, oseanisk klima.

2.4 Vegetasjon og flora

Selve undersøkelsesområdet har et mellomborealt preg, uten innslag av varmekjære arter som indikerer boreanemorale eller sørboreal sone. Også i følge Moen (1998) ligger området i mellombore-



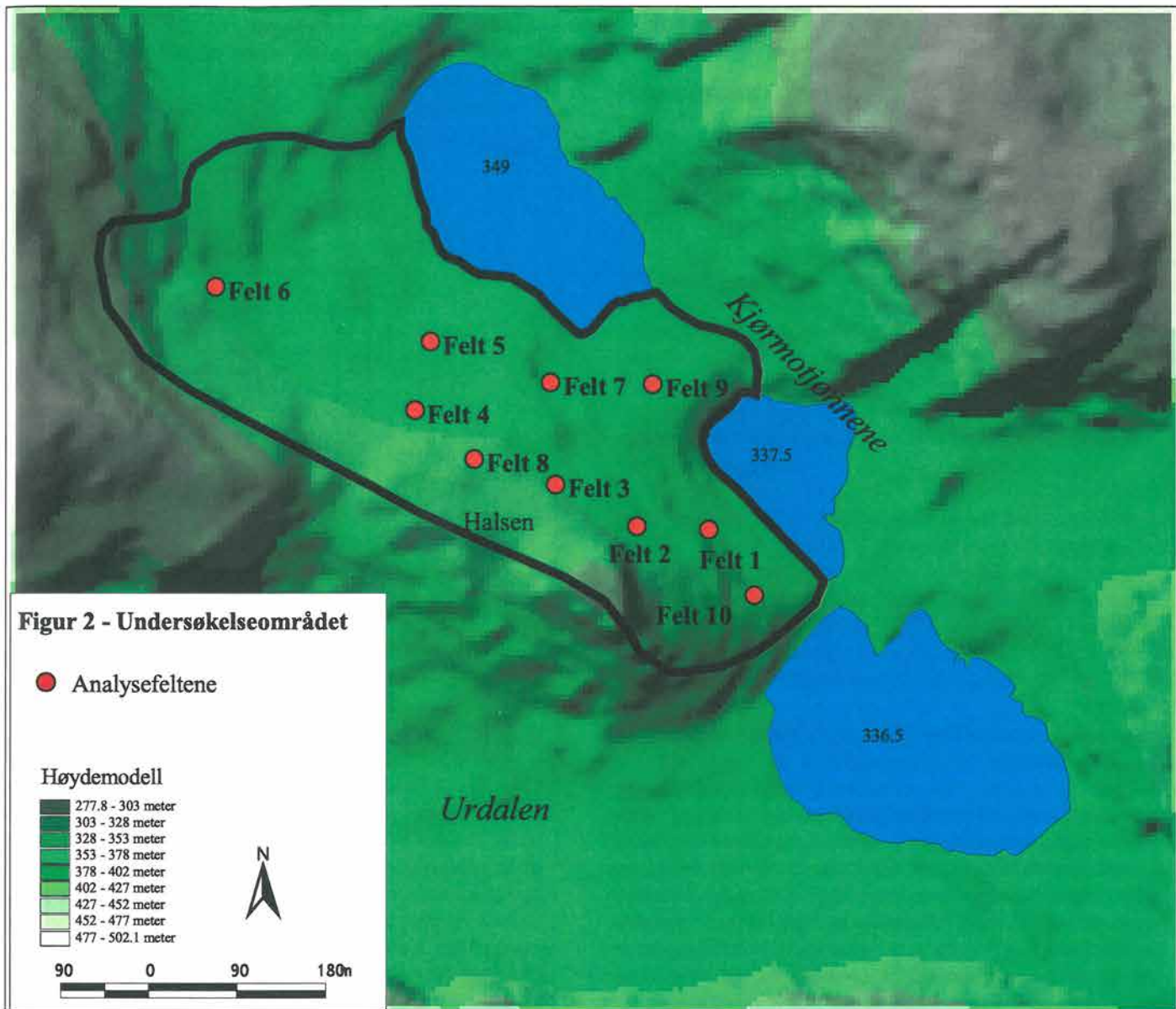
Figur 1. Beliggenheten til undersøkelsesområdet i Lund og de fem andre TOV-områdene i boreal bjørkeskog i Norge. - Localisation of the Lund investigation area and the 5 other TOV areas of boreal birch forests in Norway.

al sone. I den sørvendte lia på nordsiden av nordre Kjørmotjønnene vokser sommerekik (*Quercus robur*), og langs nordsiden av Urddalsvatnet (sør-eksponert, ca 210 moh og dermed noe lavere enn overvåkingsområdet) vokser sommerekik, hassel (*Corylus avellana*) og lind (*Tilia cordata*). Urddalsvatnet synes derfor å tilhøre boreanemorale region, og det oseaniske klimaet sammen med den markerte topografien gjør at sonetilhørigheten veksler sterkt over små geografiske avstander.

Området har et sterkt oseanisk preg, og er av Moen (1998) plassert i seksjon O2, klart oseanisk seksjon. Storfryttele (*Luzula sylvatica*) og heistarr (*Carex binervis*), som begge forekommer i området, er av Moen (1998) oppført som skillearter mot de mindre oseaniske vegetasjonsseksjonene.

Moen (1998) har innført begrepet vegetasjonsgeografiske regioner for den arealklassifikasjonen som framkommer ved å kombinere soner og seksjoner. For undersøkelsesområdets vedkommende blir altså regiontilhørigheten mellomboreal-O2, som dekker betydelige arealer i åspartier av Østlandet, Sørlandet og Trøndelag, samt i fjordstrøk av Vestlandet (Moen 1998).

Overvåkingsområdet omfatter blåbærbjørkeskog i dalsidene og fattigmyr i dalbunnen. I tillegg ligger det noen tjern i dalbunnen, men det er lite vegetasjon i disse. Analyserutene utlagt i 1991 er kun lagt ut i blåbærbjørkeskog med overveiende stort innslag av bregner, men med et noe mer varierende felt- og bunnsjikt i de ulike prøvefeltene. Bjørkeskogen klassifiseres som blåbær-skrubbær-type, A4b (Fremstad 1997).



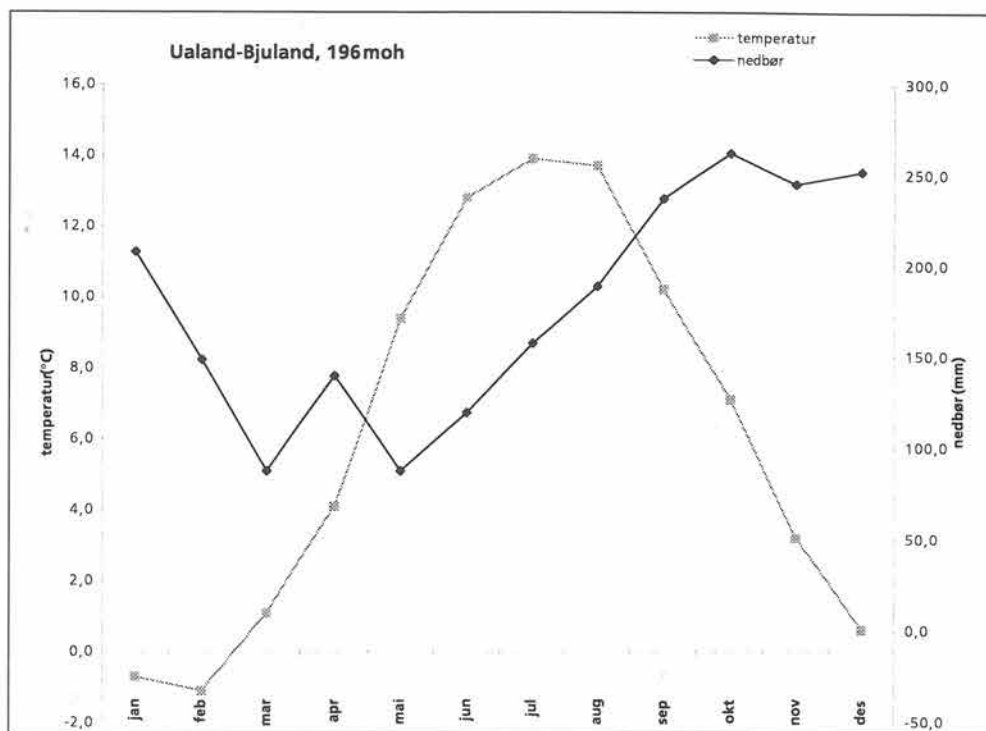
Figur 2. Avgrensning av undersøkelsesområdet i Lund samt lokaliseringen til de ulike feltene brukt i vegetasjonsovervåkingen. The position of the Lund investigation area and localisation of the 10 macro sample plots for soil and vegetation monitoring.

Vegetasjonen er preget av lite næringskrevende arter, hovedsakelig bjørk (*Betula pubescens*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*). I tresjiktet finnes også rogn (*Sorbus aucuparia*), osp (*Populus tremula*) og furu (*Pinus sylvestris*). Busksjiktet består av de nevnte treslag samt einer (*Juniperus communis*). Artene i feltsjiktet varierer noe i de ulike prøvefeltene. Vanlige arter foruten blåbær er bjønnekam (*Blechnum spicant*), røsslyng (*Calluna vulgaris*), bråtestarr (*Carex pilulifera*), smyle (*Deschampsia flexuosa*), fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), linnea (*Linnaea borealis*), hårfrytle (*Luzula pilosa*), stri kråkefot (*Lycopodium annotinum* ssp. *annotinum*), maiblom (*Maianthemum bifolium*), blåtopp (*Molinia caerulea*), tepperot (*Potentilla erecta*), vanlig einstape (*Pteridium aquilinum* ssp. *latiusculum*), hengeving (*Phegopteris connectilis*), skogstjerne (*Trientalis europaea*) og tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*).

Bunnsjiktet er relativt dårlig utviklet. De viktigste artene er blanksigd (*Dicranum majus*), etasjemose (*Hylocomium splendens*), kystjammemose (*Plagiothecium undulatum*), furumose (*Pleurozium schreberi*), kystbinnemose (*Polytrichastrum formosum*), Kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*) og lyngtorvmose (*Sphagnum quinquefa-*

rium). Noen levermoser som flakmose (*Calypogeja* spp.) og stubbeblonde (*Chiloscyphus profundus*) finnes også. Alle mosene finnes som oftest i små mengder. Bakkevoksende lav forekommer bare fragmentarisk, og de er ikke observert i analyserutene.

I 1996 ble rutematerialet utvidet med 4 nye felt á 5 ruter for bedre å fange opp den totale variasjonen i vegetasjon innen området. Disse ble subjektivt lagt ut i områder som avviker fra det som ble fanget opp av de 6 tidligere etablerte feltene. For samtlige av disse fire feltene gjelder at de representerer vegetasjonsutforminger som betyr lite arealmessig innen overvåkingsområdene. To av feltene ble lagt ut i to tydelige fuktige nedover lia, ett med dominans av smørteleg (*Oreopteris limbosperma*, felt 7) og ett med dominans av blåtopp (*Molinia caerulea*, Felt 10). I tillegg ble et felt lagt ut i en tørrere blåbærutforming øverst i lia (felt 8), og ett med dominans av



Figur 3. Klimadata for normalperiode 1968 – 92 for stasjon nummer 4350 Ualand-Bjuland som ligger 196 moh ca 5 km vest for overvåkingsområdet. Climate data for station 4350 Ualand-Bjuland (196 m a.s.l.) 5 km west of the monitoring area.

røsslyng (*Calluna vulgaris*, Felt 9) på grusryggen mellom Midtre og Søndre Kjørmojtjønn.

I forbindelse med undersøkelsen i 1991 ble det utarbeidet en liste over karplanter som ble funnet i overvåkingsområdet (Brattbakk et al. 1992). Denne listen stemmer godt overens med observasjonene i 1996, men 7 nye arter ble funnet i området. Den supplerte listen er gjengitt i **tabell 1** og omfatter 71 arter, derav fire vannplanter. De aller fleste er typiske for næringsfattige habitater, bare loppestarr (*Carex pulicaris*), liljekonvall (*Convallaria majalis*), skogørkvein (*Calamagrostis purpurea*), ormetelg (*Dryopteris filix-mas*), skogstorkenebb (*Geranium sylvaticum*) og bringebær (*Rubus idaeus*) indikerer noe rikere forhold enkelte steder. Alle disse betegnes som sjeldne innen overvåkingsområdet.

De fleste av de forekommende artene er geografiske ubikvister, men en del har kystutbredelse i Norge (Fægri 1960): bjønnkam (*Blechnum spicant*), heistarr (*Carex binervis*), loppestarr (*Carex pulicaris*), knegras (*Danthonia decumbens*), klokkelyg (*Erica tetralix*), knappsv (*Juncus conglomeratus*), lyssiv (*J. effusus*), heisiv (*J. squarrosus*), storfrytle (*Luzula sylvatica*), rome (*Narthecium ossifragum*) og heiblåfjør (*Polygala serpyllifolia*). I nærheten finnes i tillegg noen sjeldnere, særlig oseaniske arter som ikke er registrert i overvåkingsområdet (Steinnes 1988). Tilsammen bidrar dette artsutvalget til å karakterisere området som suboseanisk, eller på grensen til oseanisk ettersom heistarr også inngår.

Med tanke på vegetasjonens utvikling under det forurensningsnivå vi har hatt i Sørvest-Norge i de siste 30 år, bør en i framtida særlig følge med i spredningen av blåtopp i overvåkingsområdet. Arten har vist seg som en aggressiv kolonisor i hei i Rogaland-Hordaland (Fremstad 1992), men vi vet ikke om den er i stand til å ekspandere i sluttet skog.

2.5 Kulturpåvirkning

Overvåkingsområdet i Lund har moderat kulturpåvirkning. Området ligger langt fra beboelsesområder. De nærmeste husene finnes på Førland hvor det ikke er noen fastboende i dag. I Urddalen er det aktivt sauebeite, og heiområdene her skjøttes ved brenning, helt opp til åskammen som skiller Urddalen fra overvåkingsområdet. Sauene har også tilgang til overvåkingsområdet, og under feltarbeidet 1996 ble det sett mindre grupper av sau som vandret gjennom overvåkingsområdet. Det syntes imidlertid som om sauene holdt seg langs stiene som går gjennom lia, som synes lite egnet som sauebeite. Det ble heller ikke påvist beitepåvirkning i vegetasjonen. I den nedre del av lia går en tydelig sti som kan indikere at området benyttes noe som turområde. Det er både elg og hjort i området, og det drives noe jakt.

2.6 Vernestatus

Undersøkelsesområdet er ikke vernet. Førland / Sletthei landskapsvernområde er avgrenset mot sørvest av Kjørmojtjønnene, og undersøkelsen er altså foretatt like utenfor avgrensningen av landskapsvernområdet.

Tabell 1. Karplantefloraen i overvåkingsområde Lund (UTM LK 505 927), som omfatter blåbærbjørkeskog, fattigmyr og vannvegetasjon. – The vascular flora of monitoring area Lund, comprising birch forest, mire and aquatic vegetation.

Norsk navn	Vitenskapelig navn	Frekvens
Hundekvein	<i>Agrostis canina</i>	1
Engkvein	<i>Agrostis capillaris</i>	1
Hvitlyng	<i>Andromeda polifolia</i>	1
Hvitveis	<i>Anemone nemorosa</i>	1
Gulaks	<i>Anthoxanthum odoratum</i> coll.	1
Skogbirkne	<i>Athyrium filix-femina</i>	1
Dunbjørk	<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>pubescens</i>	4
Bjønnkam	<i>Blechnum spicant</i>	2
Skogrørkvein	<i>Calamagrostis purpurea</i>	1
Røsslyng	<i>Calluna vulgaris</i>	2
Heistarr	<i>Carex binervis</i>	1
Stjernestarr	<i>Carex echinata</i>	1
Kornstarr	<i>Carex panicea</i>	1
Bråtestarr	<i>Carex pilulifera</i>	2
Loppestarr	<i>Carex pulicaris</i>	1
Flaskestarr	<i>Carex rostrata</i>	1
Liljekonvall	<i>Convallaria majalis</i>	1
Skrubbær	<i>Cornus suecica</i>	1
Knegras	<i>Danthonia decumbens</i>	1
Smyle	<i>Deschampsia flexuosa</i>	4
Rundsoldogg	<i>Drosera rotundifolia</i>	1
Sauetelg	<i>Dryopteris expansa</i>	1
Ormetelg	<i>Dryopteris filix-mas</i>	1
Krekling	<i>Empetrum nigrum</i> ssp. <i>nigrum</i>	1
Skogsnelle	<i>Equisetum sylvaticum</i>	1
Klokkelyng	<i>Erica tetralix</i>	1
Duskmyrull	<i>Eriophorum angustifolium</i>	1
Torvmyrull	<i>Eriophorum vaginatum</i>	1
Skogstorkenebb	<i>Geranium sylvaticum</i>	1
Fugletelg	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	2
Lusegras	<i>Huperzia selago</i> ssp. <i>selago</i>	1
Krypsiv	<i>Juncus supinus</i> coll.	1
Knappsiv	<i>Juncus conglomeratus</i>	1
Lyssiv	<i>Juncus effusus</i>	1
Heisiv	<i>Juncus squarrosus</i>	1
Einer	<i>Juniperus communis</i>	2
Linnea	<i>Linnaea borealis</i>	2
Småtteblad	<i>Listera cordata</i>	1
Botnegras	<i>Lobelia dortmanna</i>	1
Hårfrytle	<i>Luzula pilosa</i>	2
Storfrytle	<i>Luzula sylvatica</i>	1
Stri kråkefot	<i>Lycopodium annotinum</i> ssp. <i>annotinum</i>	3
Myk kråkefot	<i>Lycopodium clavatum</i> ssp. <i>clavatum</i>	1
Maiblom	<i>Maianthemum bifolium</i>	4
Stormarimjelle	<i>Melampyrum pratense</i>	1
Blåtopp	<i>Molinia caerulea</i>	3
Pors	<i>Myrica gale</i>	1
Finnskjegg	<i>Nardus stricta</i>	1
Rome	<i>Narthecium ossifragum</i>	1
Soleinøkkerose	<i>Nuphar pumila</i>	1
Smørtelg	<i>Oreopteris limbosperma</i>	1
Gjøkesyre	<i>Oxalis acetosella</i>	1
Småtranebær	<i>Vaccinium oycococcus</i> ssp. <i>microcarpus</i>	1
Gran	<i>Picea abies</i>	1
Furu	<i>Pinus sylvestris</i>	1
Osp	<i>Populus tremula</i>	2
Vanlig tjønnaks	<i>Potamogeton natans</i>	1
Tepperot	<i>Potentilla erecta</i>	2
Heiblåfjær	<i>Polygala serpyllifolia</i>	1
Vanlig einstape	<i>Pteridium aquilinum</i> ssp. <i>latiusculum</i>	4
Bringebær	<i>Rubus idaeus</i>	1
Ørevier	<i>Salix aurita</i>	1
Gullris	<i>Solidago virgaurea</i>	1
Rogn	<i>Sorbus aucuparia</i> ssp. <i>aucuparia</i>	2
Hengeving	<i>Phegopteris connectilis</i>	2
Skogstjerne	<i>Trientalis europaea</i>	3
Blærerot	<i>Utricularia</i> sp.	1
Blåbær	<i>Vaccinium myrtillus</i>	4
Blokkebær	<i>Vaccinium uliginosum</i> ssp. <i>uliginosum</i>	1
Tyttebær	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2
Myrfiol	<i>Viola palustris</i>	1

3 Materiale og metoder

3.1 Vegetasjonsøkologisk feltdesign

Metodikken som er benyttet følger NINAs konsept for vegetasjonsøkologiske undersøkelser (jf. Eilertsen & Fremstad 1994, 1995, Eilertsen & Often 1994, Eilertsen og Brattbakk 1994, Eilertsen & Stab- betorp 1997).

Ruteplassering og oppmerking

I 1991 ble det etablert 6 prøvefelt innen overvåkingsområdet (Brattbakk et al. 1992) med varierende antall analyseruter, betegnet Lu1-Lu6. Områdene har noe forskjellig utforming, men de tilsvarer om lag et areal på 50 m². I forbindelse med omleggingen av TOV ble bare 5 av rutene i hvert felt beholdt (jf. figur 1), og dette materialet ble supplert med 4 nye analysefelt à 5 x 10 m, i henhold til standard TOV-metodikk.

Hvert analysefelt ble i 1996 merket med trepåler i alle hjørnene. I hvert av de nye feltene ble 5 analyseruter à 1 m² tilfeldig utlagt. Denne metoden betegnes som en «begrenset tilfeldig ruteplassering» (restricted random sampling, jf. Økland 1990) og har vært benyttet også i andre norske vegetasjonsøkologiske arbeider (jf. Økland 1990, 1993, 1996). Dette feltdesignet er valgt som et kompromiss mellom objektivitet og tidsforbruk.

Beliggenheten av analyserutene ble bestemt ved å trekke koordinater fra en liste over tilfeldige tall (Owen 1962). Visse kriterier ga grunnlag for forkastning av lokaliseringen: Det at et tre ville bli stående inne i analyseruten, det at to analyseruter ville bli liggende ved siden av hverandre eller ha felles hjørner, det at steiner eller bart fjell dekket mer enn 20 % av rutes areal og det at skrenter og topografisk variasjon umuliggjorde plassering av analyseruta. Erstatningsrutenes posisjoner ble trukket ut på samme måte som de opprinnelige rutene.

Hver av de 50 analyserutene ble markert med trepåler og aluminiumsrør i hvert hjørne. Trepålene i nedre venstre hjørne ble påført nummeret for ruta.

Ruteanalyse

Vegetasjonsrutene er undersøkt ved hjelp av en analyseramme på 1 m² som er delt i 4 x 4 småruter. I hver av de 1/16 m² store smårutene er forekomst/fravær av alle arter av karplanter, moser og lav registrert. Disse registreringene danner grunnlag for utregning av artenes smårutefrekvens, som nyttes som kvantitativ mengdeangivelse for hver art i analyseruta. I tillegg er det i hver analyserute angitt prosent dekning av hver art. Denne informasjonen gir et supplement til smårutefrekvens-dataene, og vil kunne være av betydning for vurderingen av endrete dominansforhold i analyseruta over tid.

De vegetasjonsøkologiske analysene ble utført i august 1996.

Nomenklatur

Nomenklaturen følger Lid & Lid (1994) for karplanter, Frisvoll et al. (1995) for moser, og Krog et al. (1994) for lav. Vedlegg 1 gir en oversikt over artsnavn med forkortelser.

3.2 Miljøparametre

Økologiske målinger ble dels angitt på mesorutenivå, dvs i eller i tilknytning til analyseruta på 1 m². Tabell 2 viser en oversikt over målte miljøparametre. For komplett oversikt av ulike målte miljøparametre se **vedlegg 2**.

Mesoroutevariable (ME)

I hver mesorute ble helning (ME Slo) målt ved å legge et klinometer direkte på analyseramma etter at denne er justert etter terrenget. Eksposisjon (ME Asp) ble målt med 360°-kompass og angitt som absoluttverdien av avviket fra en optimal innstrålingsretning på 205° (jf. Dargie 1984).

For å gi et økologisk bedre estimat på grad av relativ innstråling (R_{in}) i analyserutene ble data om helning og eksposisjon kombinert etter følgende algoritme:

$$R_{in} = S(H,E) = \cos[90^\circ - \theta_{opt} - H(\cos(\phi_{opt} - E))]$$

der S = relativ innstråling, H = helning, E = eksposisjon, θ_{opt} = optimal helning (i dette arbeidet for enkelthets skyld satt til 45° og ϕ_{opt} = optimal eksposisjon (i dette arbeidet satt til 205°. Formelen har sitt utgangspunkt i en algoritme brukt av Parker (1988) og videreutviklet av Eilertsen og Myklebost (Myklebost 1996).

Småskala topografi ble beregnet basert på feltregistreringer av konveksitet og konkavitet i var av mesorutas 16 småruter. Med utgangspunkt i en subjektiv skala av konveksitet fra -2 til 2, der de sterkest konkave rutene fikk verdien -2 og de sterkest konvekse rutene fikk verdien 2, ble gjennomsnittsverdien gitt som et estimat på terrengform (ME Ter) og variansen gitt som et estimat på grad av terrengets ujevnhet (ME Une). Relaskopsum ble angitt som antall trær med stammediameter som dekker den smaleste øverste (brede) spalten i relaskopet (Rel1) og en smalere spalte lenger ned i relaskopet (Rel2).

Jorddybde ble målt i 8 punkter, 2 på hver side av de 4 sidene av analyseramma, i en avstand av 10 cm utenfor mesoruta. Følgende 3 parametre ble benyttet; minste jorddybde (Smi), median jorddybde (Sme) og største jorddybde (Sma). Jordfuktighet (Me Moist) ble målt for alle rutene på en dag etter flere dager med oppholdsvær.

Totaldekningen i mesoruta ble angitt mest mulig nøyaktig på en %-skala for følgende variable: Busksjikt (CB), feltsjikt (CC) og bunnsjikt (CD)

Jordundersøkelsene ble basert på analyser av humusprøver og ble tatt i forbindelse med vegetasjonsanalyse-flatene. De følger således vegetasjonsgradientene i og kan nyttes til å studere variasjonen av jordparametre over tid i forskjellige vegetasjonsutforminger. Følgende parametre ble målt; pH, glødetap (LOI), ekstrahert P (P-AL), Kjeldahl-N (N), NH₄NO₃-utbyttable kationer; H, K, Mg, Ca, Na, Mn og Al, samt en rekke tungmetaller som Fe, Pb, Sr og Zn, samt utbyttable P og S. Totale konsentrasjoner av mange av de samme elementene ble også bestemt. For komplett oversikt se **vedlegg 2**. Prøvene ble tatt med flere mindre stikk noen cm utenfor rutene, fortrinnsvis langs sidene, slik at de ikke skadet vegetasjonen i rutene. Stikkene med humus ble slått sammen til én prøve for å gi et

Tabell 2. Oversikt over miljøparametre med forkortelser og enheter – Survey and environmental variables with abbreviations and units.

Forkort.	Miljøvariabel	Environmental variable	Enheter/Unit
Sme	Median jorddybde	Medium soil depth	cm
Smi	Minste jorddybde	Minimum soil depth	cm
Sma	Største jorddybde	Maximum soil depth	cm
ME Slo	Helning	Slope	°
ME Asp	Eksposisjon	Aspect	°
Rin	Relativ innstråling	Relative light index	
CB	Dekning busksjikt	Cover of shrub layer	%
CC	Dekning feltsjikt	Cover of field layer	%
CD	Dekning bunnsjikt	Cover of ground layer	%
CN	Dekning strø	Cover of litter	%
Rel1	Relaskopsum bredde bred	Relascope wide width	
Rel2	Relaskopsum bredde smal	Relascope narrow width	
Me Ter	Terrengform mesorute	Terrain form mesoplot	
Me Une	Terrangujevnhet mesorute	Terrain inequality mesoplot	
N-vas	Antall planter	Number of plants	
N-bry	Antall moser	Number of bryophytes	
ME Moist	Jordfuktighet mesorute	Soil moisture	
LOI	Glødetap	Loss-of-ignition	%
E3pH	pH (H ₂ O - uttrekk)	PH (H ₂ O - extraction)	
E6pH	pH (CaCl ₂ - uttrekk)	PH (CaCl ₂ -extraction)	
Al	Totalt Al	Total Al	mmol/kg
As	Totalt As	Total As	µmol/kg
B	Totalt B	Total B	µmol/kg
Ba	Totalt Ba	Total Ba	µmol/kg
Ca	Totalt Ca	Total Ca	mmol/kg
Cd	Totalt Cd	Total Cd	µmol/kg
Co	Totalt Co	Total Co	µmol/kg
Cr	Totalt Cr	Total Cr	µmol/kg
Cu	Totalt Cu	Total Cu	µmol/kg
Fe	Totalt Fe	Total Fe	mmol/kg
Ga	Totalt Ga	Total Ga	µmol/kg
K	Totalt K	Total K	mmol/kg
Li	Totalt Li	Total Li	µmol/kg
Mg	Totalt Mg	Total Mg	mmol/kg
Mn	Totalt Mn	Total Mn	mmol/kg
Mo	Totalt Mo	Total Mo	µmol/kg
N	Totalt N	Total N	mmol/kg
Na	Totalt Na	Total Na	mmol/kg
Ni	Totalt Ni	Total Ni	µmol/kg
P	Totalt P	Total P	mmol/kg
Pb	Totalt Pb	Total Pb	µmol/kg
S	Totalt S	Total S	mmol/kg
Sc	Totalt Sc	Total Sc	µmol/kg
Se	Totalt Se	Total Se	µmol/kg
Sn	Totalt Sn	Total Sn	µmol/kg
Sr	Totalt Sr	Total Sr	µmol/kg
Ti	Totalt Ti	Total Ti	µmol/kg
V	Totalt V	Total V	µmol/kg
Y	Totalt Y	Total Y	µmol/kg
Zn	Totalt Zn	Total Zn	µmol/kg
E1H	Ekstraherbart H	Extractable H	mmol/kg
E1Al	Ekstraherbart Al	Extractable Al	mmol/kg
E1B	Ekstraherbart B	Extractable B	µmol/kg
E1Ba	Ekstraherbart Ba	Extractable Ba	µmol/kg
E1C	Ekstraherbart C	Extractable C	mmol/kg
E1Ca	Ekstraherbart Ca	Extractable Ca	mmol/kg
E1Fe	Ekstraherbart Fe	Extractable Fe	mmol/kg
E1K	Ekstraherbart K	Extractable K	mmol/kg
E1Mg	Ekstraherbart Mg	Extractable Mg	mmol/kg
E1Mn	Ekstraherbart Mn	Extractable Mn	mmol/kg
E1Na	Ekstraherbart Na	Extractable Na	mmol/kg
E1P	Ekstraherbart P	Extractable P	mmol/kg
E1S	Ekstraherbart S	Extractable S	mmol/kg
E1Si	Ekstraherbart Si	Extractable Si	µmol/kg
E1Sr	Ekstraherbart Sr	Extractable Sr	µmol/kg
E1Zn	Ekstraherbart Zn	Exchangeable Zn	µmol/kg
E1Kap	Utbyttingskapasitet	Cation exchange capacity	mmol(+)/kg
E1BS	Basemetning	Base saturation	%

estimat for forholdene i hver rute. De kjemiske dataene er nytt til å tolke resultatene fra de multivariate analysene av vegetasjonsdata, og vil ha stor betydning som forklaringsvariabler når vegetasjonsdynamikken skal vurderes etter de neste reanalyseringene.

Kjemiske analyser

Humusprøver er analysert ved NISKs akkrediterte laboratorium etter standard prosedyrer (Ogner et al. 1991). Resultatene er sammenlignbare med jordparametrene fra andre TOV områder og overvåkningsflatene til NIJOS i boreal barskog (Økland 1990, 1993, 1996).

3.3 Numerisk behandling av innsamlet data

Vegetasjonsdata

Skalaen for artenes mengdeangivelse har i utgangspunktet rekkevidde $r = 16$ for smårutefrekvens-datasettet og $r = 100$ for dekningsgrads-datasettet. Dette gir en vesentlig forskjellig vektlegging av dominanter i de to datasettene. Da ordinasjonsresultater varierer med skalarekkevidder (Eilertsen et al. 1990) har vi derfor valgt å sette $r = 16$ for begge datasettene, noe som gir en moderat vektlegging av dominanter (Smartt et al. 1974a, b, Jensén 1978, Økland 1986). For å redusere rekkevidden på prosentdeknings-datasettet har matriseelementer blitt veiet. Dette er utført ved hjelp av følgende «power function» (van der Maarel 1979, Clymo 1980);

$$y_{ij} = f(x_{ij}) = a \cdot x_{ij}^w$$

der x_{ij} er de opprinnelige og y_{ij} er de veiede verdiene av art i i analyserte rute j , a er en rekkevidde-skalar og w en veieparameter. w fremkommer ved å dividere \ln til den nye rekkevidden med \ln til den opprinnelige. For prosentdeknings-datasettet ble dermed; $w = \ln 16 / \ln 100 = 0.6$.

Enkelte arter med lav frekvens i totalmaterialet vil kunne få en tilfeldig plassering i ordinasjonsplottet. Dersom disse blir gitt for stor vekt vil de redusere strukturen i materialet, bidra til støy (bias) eller opptre som avvikere (outliers). En vanlig måte å redusere støyen på er å fjerne disse artene. Problemet er at en da også reduserer noe av strukturen i materialet, ved at lavfrekvente arter med økologisk informasjon elimineres. En måte å beholde alle artene på, men samtidig å redusere betydningen av lavfrekvente arter, er å foreta nedveiing av disse. Det har vært diskutert hvor velegnet nedveiingsopsjonen i CANOCO (ter Braak 1987) er. Eilertsen & Pedersen (1989) har foreslått en alternativ nedveiingsprosedyre, der nedveiingen blir utført på alle arter med lavere frekvens enn medianfrekvensen, istedenfor standard-opsjonen på 20 % av maksimalfrekvensen. I BDP er algoritmen for median nedveiing etter Eilertsen et al. (1990) lagt inn;

$$v_i' = (F_i/F_m)^n \cdot v_i$$

der v_i' er den nye og v_i opprinnelige verdien til art i , og n er en positiv skalar som bestemmer graden av nedveiing av lavfrekvente arter. I dette arbeidet har vi valgt å sette $n = 1$. Den nye verdien av v_i' gjør da at vi beholder lavfrekvente arter, gir de lavere vekt, men kan utnytte deres økologiske informasjon (Westhoff & van der Maarel 1978).

Miljøparametre

Kjemiske miljøparametre ble innlest ved hjelp av programpakken BDP, Biological Data Program/PC (Pedersen 1988). pH ble angitt uveid. Alle data ble eksportert som full-formatfiler for statistisk analyse og som CCF-filer for numerisk bearbeiding.

DCA-ordinasjon

Vegetasjonsanalysene fra Lund baserer seg bl. a. på DCA-ordinasjon ved hjelp av programpakken CANOCO (ter Braak 1987, 1990). For å få en mest mulig adekvat plassering av ruter og arter i ordinasjonsrommet, ble en opsjon for ikke-lineær reskalering av aksene benyttet. Aksene blir da skalert i såkalte standardavvik-enheter (SD-enheter). Disse SD-enheter fremkommer ved beregning av gjennomsnittlig standardavvik for alle artene i materialet, gitt tilnærmet normalfordelt artsrespons. En art vil stort sett komme inn, nå sitt optimum og forsvinne i løpet av 4 SD-enheter. Ordinasjonsaksenes lengde kan således tolkes som et mål på gradvis endring av artssammensetning langs gradientene. Videre vil avstanden mellom rutesentroidenes posisjoner i ordinasjonsdiagrammet angi grad av ulikhet mellom rutene, på samme måte som avstanden mellom artssentroidenes posisjoner vil være proporsjonal med ulikheten mellom artene.

To datasett ble benyttet i DCA-analysene:

- Frekvens-datasettet på 50 ruter der artsmengder ble angitt med smårutefrekvens-verdier, og
- Prosent-datasett på 50 ruter der artsmengder ble angitt med prosent deknings-verdier.

I begge analysene ble opsjonene for detrending med segmenter og ikke-lineær reskalering av ordinasjonsaksene valgt, for å hindre negativ bue-effekt og kant-effekt (jf. Økland 1990). Analysene fra de to datasettene ga svært like resultater, og bare frekvens-datasettet er presentert.

Korrelasjonsanalyser

Korrelasjonsanalyser ble utført mellom miljøvariabler og DCA-akseverdier, og innbyrdes mellom de forskjellige miljøvariablene. I programpakken SPSS (Norusis 1990) ble den ikke-parametriske korrelasjonsanalysen basert på Kendall's τ benyttet (Conover 1980). A.R.E. (asymptopic relative efficiency) for denne testen er beskrevet hos Stuart (1956). Fenstad et al. (1977) fremhever bruken av Kendall's τ når den underliggende fordelingen er ukjent. Korrelasjonskoeffisienten som ble nytt for å teste uavhengigheten mellom to tilfeldige variable, X og Y var følgende;

$$\tau = \frac{N_c - N_d}{n(n-1) / 2}$$

der N_c angir antallet konkordante, N_d antallet diskordante par av observasjoner og n er antallet observasjoner (Conover 1980). I den to-sidige testen er nullhypotesen definert som følger;

$$H_0: X_i \text{ og } Y_i \text{ er gjensidig uavhengige.}$$

Den alternative hypotesen, H_1 , uttrykker den tilsvarende negasjon.

3.4 Reanalyser av 1991-datasettet

Analysen av endringer i frekvens hos de enkelte artene (se 3.8) viste at datasettene fra hhv. 1991 og 1996 viser forskjeller som neppe er reelle endringer i vegetasjonen. Mulige feilkilder er knyttet til usikker bestemmelse av en del kryptogamer i 1991, samt at rute-posisjonene fra 1991 i noen tilfelle var vanskelig å gjenfinne nøyaktig. Det er derfor ikke mulig å foreta noen mer detaljert analyse av endringer i vegetasjonen i perioden 1991-1996.

Analyse av endringer i artsmengder 1991-1996

For hvert enkelt felt ble det beregnet gjennomsnittlig antall artsforekomster i hhv. småruter, ruter og felt for å avdekke eventuelle generelle endringer i biodiversitet i datasettet. For hvert felt er beregnet gjennomsnittlig antall arter pr. smårute (0.06 m²), gjennomsnittlig antall arter for alle kombinasjoner av 4 småruter som utgjør en 0.5 x 0.5 m rute (0.25 m², 9 mulige kombinasjoner pr. rute) og for alle arealer bestående av 3 x 3 småruter (0.56 m², 4 mulige kombinasjoner pr. rute), gjennomsnittlig artsantall pr. mesorute (1 m², 5 ruter pr. felt), og endelig totalt antall arter registrert innen de 5 analyserutene (5 m²).

Artene som forekom i det reanalyserte datasettet på 30 ruter ble analysert med hensyn på deres framgang og stabilitet. Dette ble vurdert for hele datasettet samlet, og antall observasjoner i hhv. 1991 og 1996 ble definert som antall småruter arten forekom i det angjeldende året. Framgangen for en art ($I_{1991-1996}$) kunne bare defineres for arter som ble observert i 1991. Følgende algoritme ble benyttet:

$$I_{1991-1996} = \frac{n_{1996} - n_{1991}}{n_{1991} \cup_{1996}}$$

der n_{1996} er antall småruteobservasjoner i 1996, n_{1991} antall småruteobservasjoner i 1991 og $n_{1991} \cup_{1996}$ er totalt antall småruter arten er observert i. Dette gir et relativt mål for framgang som varierer fra -1 (for arter som ikke ble gjenfunnet i 1996) til 220 (for en teoretisk art som hadde bare én obs i 1991, men fantes i alle smårutene i 1996). For arter med samme frekvens i 1991 og 1996 blir framgangen 0.

Stabiliteten til en art i perioden 1991 til 1996 ($S_{1991-1996}$) ble definert som

$$S_{1991-1996} = \frac{n_{1991} \cap_{1996}}{n_{1991} \cup_{1996}}$$

dvs forholdet mellom antall småruter hvor arten ble observert begge år ($n_{1991} \cap_{1996}$), og antall småruter hvor arten ble funnet minst ett av årene ($n_{1991} \cup_{1996}$). Stabiliteten varierer derfor på en skala fra 0 (ingen obs. i samme rute begge år) til 1 (samtlige 1991-observasjoner gjenfunnet i 1996). Dette målet er logisk korrelert med framgangsmålet, men det gir mulighet for å vurdere den enkelte arts dynamikk når det gjelder individenes plassering i landskapet.

3.5 Geografiske informasjonssystemer - GIS

GIS (geografiske informasjonssystemer) er blitt inkludert som verktøy i vegetasjonsovervåkingen og arealdekkende 10 meters terrenngmodeller for alle TOV-feltene i fjellbjørkeskog er under utarbeiding. GIS er en fellesbetegnelse for både digitale systemer og programmer for behandling av stedfestet informasjon. GIS består i hovedsak av (1) innsamling av data, (2) lagring av data i databaser, (3) editering, transformering og oppdatering av data, (4) søk på dataenes egenskaper eller lokalisering, (5) analyse og (6) presentasjon av analyseresultater (Burrough 1986). Vi skiller mellom to måter å visualisere og lagre data på, vektor- og rasterdatastruktur. Vektorstruktur lagrer, som navnet tilsier, alle kartdata som vektorer. Analysering av vektordata ved overlaging (se avsnitt 3.10.1) er komplisert på grunn av opprettelse av mange små uønskede polygoner langs overlagrede objekter (eg. Burrough 1986). Rasterdatastruktur er bygd opp av små bildeelementer kalt pixler (*picture elements*) eller celler. Alle pixler er tilknyttet en database med egenskaper. Rasterstruktur ved samme pixelstørrelse forhindrer uønskede polygoner ved overlaging og forenkler sammenligninger med andre kartdata (se f.eks. Jones 1997).

Utledding av en digital høydemodell

Pr. i dag finnes det ikke noen digital vektorisert utgave av ØK-kart AR 013-5-1 som dekker overvåkningsområdet i Lund. Derfor ble høydekotene og tjernene i området manuelt digitalisert ved NINA avdeling 15 i Oslo. Ut fra høydekotene, (i realiteten høydepunktene) med ekvidistanse 5 meter, ble det etablert en høydemodell i rasterdatastruktur. Denne prosedyren, å estimere verdier til en egenskap innenfor et gitt område med eksisterende observasjoner, kalles for romlig interpolasjon (jf. Matheron 1971). Det finnes mange ulike interpolasjonsprosedyrer, en oversikt er gitt hos Ripley (1981) og Webster (1985). De fleste metodene har algoritmer med utgangspunkt i punktobservasjoner. Punktvermen brukt til interpolasjon av høydekotene har sin opprinnelse i digitaliseringen av høydekurvene. Hvert punkt som er avsatt under digitaliseringen av høydekoten danner utgangspunktet for punktobservasjonene. Denne punktvermen brukes i interpolasjonen av celleverdier i rastermodellen. Således vil nøyaktigheten under digitaliseringen påvirke antall observasjoner og dermed nøyaktigheten i modellen (Burrough 1986).

For å etablere høydemodellen for Lund er det brukt en interpoleringsmetode kalt kriging (Kriege 1967; Matheron 1971; Giltrap 1983). Denne prosedyren gir en bedre interpolasjon av punktdata enn andre metoder (jf. Legendre & Fortin 1989; Burrough 1986). Høydemodellen for Lund er laget i GIS-programmet Surfer (Keckler 1996).

Utledding av helnings- og eksposisjonskart

Ut fra høydemodellen er det utledet to avledede rasterdatastrukturer; helnings- og eksposisjonskart. Hensikten er å etablere parametre som sier noe om helningsforholdene i området. Helning er definert som plantangenten til et punkt i høydemodellen (Bernardsen 1992). I denne undersøkelsen er helning definert som maksimal forandring av høyde (måles i en vinkel) og eksposisjonen er kompassretningen av maksimal forandring av høyde. Utleddingen av helning og eksponering forgår i 3x3 celler stort vindu som flyttes

bortover i høydemodellen (Burrough 1986). Utregning av helningen G skjer etter følgende algoritme:

$$\tan G = [(\delta Z/\delta X)^2 + (\delta Z/\delta Y)^2]^{1/2}$$

hvor Z er høyde og X og Y er koordinataksene. Eksposisjonen er gitt ved

$$\tan A = -(\delta Z/\delta Y) / (\delta Z/\delta X)$$

Visualisering av vegetasjonsanalyser

Analyserutene geografiske posisjoner er plottet inn i et kart over området. Deretter er rutene koblet opp mot en egenskapsdatabase bestående av innsamlet data om arter, miljøparametre og ordinasjonsresultater. Ordinasjonsaksene kan tolkes som en gradvis endring av artssammensetning langs gradienter i plantesamfunnet (Jongman et al 1987). Fargesekvensene i figurene kan derfor ses på som endringer i artssammensetningen langs disse gradientene. I et GIS-system, for eksempel ArcView, vil brukeren interaktivt kunne kommunisere mellom kartobjektene og databasen ved søk på egenskaper i databasen. Hensikten med visualiseringen er å se egenskapenes fordelinger i terrenget og dermed forenkle tolkning av innsamlete data. Ordinasjonsdiagram er tilsvarende koblet opp mot databasen slik at det er mulig interaktivt å velge ut analyseruter i diagrammet og få disse selektert i kartet.

4 Resultater

4.1 Vegetasjonsanalyser

I de 50 analyserutene er 69 arter registrert; 35 karplanter (hvorav 4 treslag, 5 lyngarter, 17 urter og 9 graminider) og 34 kryptogamer (hvorav 19 bladmoser og 15 levermoser). De 10 mest frekvente artene i materialet er (Norske navn og artenes smårutefrekvens summert over alle de 50 analyserutene er angitt i parentes): *Vaccinium myrtillus* (blåbær - 779), *Deschampsia flexuosa* (smyle - 744), *Vaccinium vitis-idaea* (tyttebær - 543), *Trientalis europaea* (skogstjerne - 452), *Maianthemum bifolium* (maiblom - 386), *Pleurozium schreberi* (furumose - 363), *Dicranum majus* (blanksigd - 339), *Polytrichastrum formosum* (kystbinnemose - 311), *Rhytidiadelphus loreus* (kystkransmose - 278), *Plagiothecium undulatum* (kystjammemose - 271)

Plasseringene av feltene LU1 – LU10 er vist i **figur 2**. Under følger en kort beskrivelse av hvert felt.

Felt LU-1 er lyngdominert, spesielt mye blåbær og tyttebær. 15 karplanter ble registrert, hvorav 3 bregner, bare einstape spiller særlig kvantitativ rolle. Sparsomt bunnsjikt, men forholdsvis stor artsdiversitet (24 mosearter). Furumose og kystbinnemose er de vanligste.

Felt LU-2 har samme fysiognomiske preg som LU-1, men virker noe rikere, bl.a. på grunn av innslag av hvitveis. 16 karplanter ble registrert, hvorav 4 bregner. Hengeving har flekkvis stor dekning. Det noe tettere feltsjiktet enn i LU-1 gir enda mer sparsomt med kryptogamer, med kystbinnemose og blanksigd som de hyppigste artene.

Felt LU-3 har et noe mer fuktig preg med større innslag av stri kråkefot og maiblom enn i de to foregående. 18 karplanter ble observert, hvorav 3 bregner. Av disse var bjønnekam den kvantitativt viktigste. 15 mosearter ble funnet. Kystjammemose hadde her betydelig frekvens.

Felt LU-4 har samme preg som LU-3, men med større innslag av stri kråkefot. 13 karplanter ble registrert hvorav 3 bregner (alle lavfrekvente). Bunnsjiktet er utviklet omtrent som i LU-3, 16 arter ble observert.

Felt LU-5 skiller seg fra de foregående ved at tyttebær spiller liten rolle, og at det er et rikelig innslag av einstape. 14 karplanter ble registrert hvorav 3 bregner. Det ble funnet 12 moser, hvorav kystkransmose var den vanligste.

Felt LU-6 har samme preg som LU-3, men er kanskje mer preget av større grad av skygge enn av fuktighetsforholdene i marken. 13 karplanter ble observert, hvorav 2 bregner (ingen av dem med høy frekvens). 14 moser ble registrert, med lyngtorvmose som den vanligste arten.

Felt LU-7 ligger i et fuktig med stor dominans av smørteleg, og er det feltet som floristisk er mest særpreget innen materialet. Dette er feltet med det høyeste antall karplanter. 21 karplanter ble observert, hvorav 6 bregnearter. Smørteleg ble bare observert her, og

Tabell 3. Artenes rutfrekvens i 50 analyseruter. – Species frequency in 50 sample plots.

Forkortelse Abbreviation	Frekvens Frequency	Middel Mean	Maksimum Maximum	Minimum Minimum	SD SD	Sum småruter Summation mikroplots
Agro cap	5	3.60	6	2	1.82	18
Anem nem	13	4.08	10	1	3.45	53
Anth odo	1	1.00	1	1	****	1
Betu pub	1	****	2	2	****	2
Blec spi	13	11.23	16	4	3.90	146
Cala pur	4	6.50	11	3	3.32	26
Call vul	10	10.40	16	1	5.48	104
Care pil	15	3.47	13	1	3.23	52
Corn sue	6	1.67	4	1	1.21	10
Dant dec	1	1.00	1	1	****	1
Desc fle	49	15.18	16	2	2.76	744
Dryo exp	3	3.00	5	2	1.73	9
Empe nig	1	1.00	1	1	****	1
Gymn dry	7	4.86	11	2	3.08	34
Hupe sel	1	3.00	3	3	****	3
Juni com	2	****	5	2	2.12	7
Linn bor	8	4.75	10	1	3.11	38
List cor	1	1.00	1	1	****	1
Luzu pil	6	4.33	11	1	3.78	26
Luzu syl	5	2.20	3	2	0.45	11
Lycy ann	13	7.23	16	1	5.61	94
Maia bif	41	9.41	16	1	4.71	386
Mela pra	9	5.56	10	2	2.30	50
Moli cae	13	8.54	16	2	6.32	111
Oreo lim	1	2.00	2	2	****	2
Oxal ace	3	3.33	8	1	4.04	10
Pheg con	19	3.21	9	1	2.59	61
Popu tre	28	7.50	16	1	5.21	210
Pote ere	41	4.88	12	1	3.21	200
Pter aqu	3	8.33	12	5	3.51	25
Sorb auc	8	7.38	14	1	5.71	59
Trie eur	49	9.22	14	2	3.24	452
Vacc myr	50	15.58	16	8	1.72	779
Vacc uli	2	9.50	13	6	4.95	19
Vacc vit	42	12.93	16	2	4.24	543
Barb flo	3	1.00	1	1	0.00	3
Barb lyc	1	1.00	1	1	****	1
Caly sp.	2	2.50	3	2	0.71	5
Caly mue	40	6.50	15	1	4.44	260
Caly nee	1	1.00	1	1	****	1
Ceph sp.	21	1.86	6	1	1.49	39
Chil coa	1	1.00	1	1	****	1
Chil pro	33	4.82	11	1	3.12	159
Dicr fus	3	1.00	1	1	0.00	3
Dicr maj	40	8.48	16	1	4.94	339
Dicr pol	1	3.00	3	3	****	3
Dicr sco	33	3.48	9	1	2.64	115
Dipl tax	9	2.00	5	1	1.32	18
Hylo spl	28	5.00	15	1	3.64	140
Hylo umb	3	2.00	3	1	1.00	6
Hypn cup	1	2.00	2	2	****	2
Lepi rep	1	1.00	1	1	****	1
Leuc gla	11	2.82	8	1	2.40	31
Loph obt	1	1.00	1	1	****	1
Loph ven	7	1.14	2	1	0.38	8
Plag lae	37	3.97	11	1	2.42	147
Plag und	37	7.32	16	1	4.80	271
Pleu sch	44	8.25	16	1	4.87	363
Poly for	35	8.89	16	1	5.16	311
Poly lon	1	1.00	1	1	****	1
Ptil cil	1	1.00	1	1	****	1
Ptil cri	1	****	1	1	****	1
Rhyt lor	33	8.42	16	1	4.83	278
Sani unc	2	1.50	2	1	0.71	3
Scap sp.	4	2.75	5	1	1.71	11
Spha cap	1	6.00	6	6	****	6
Spha qui	23	7.74	16	1	4.94	178
Tetr pel	1	1.00	1	1	****	1
Trit qui	3	3.67	7	1	1.82	11

bjønnekam er den vanligste bregnearten innen feltet. Bunnsjiktet er svært dårlig utviklet pga. skygging fra bregnene. 14 mosearter ble observert; alle med svært lave frekvenser.

Felt LU-8 er feltet som ligger høyest i lia, i et veldrenert, lavproduktivt område som gir et tørrere inntrykk enn det meste av overvåkingsområdet. 13 karplanter ble observert, hvorav stor forekomst av linnea er det som skiller feltet fra de øvrige. Feltet skiller seg også ut ved at ingen bregner forekom her. 14 moser ble funnet, med furumose som den vanligste arten. Den sparsomme feltvegetasjonen ga her furumose muligheten for å utvikle tette matter.

Felt LU-9 ligger på grusryggen mellom Midtre og Søndre Kjørmo-tjønn. Området er godt drenert, og skogen er her sparsomt utviklet. Dette gir god lystilgang til feltsjiktet, som skiller seg fra de øvrige feltene ved stor dekning av røsslyng. 13 karplanter ble observert. Av bregnene forekom bare einstape meget sparsomt. Av 16 registrerte mosearter var etasjemose og furumose de vanligste.

Felt LU-10 ligger i et fuktsdig dominert av blåtopp lengst sør i feltet. Floristisk ligner feltet mest på LU-1, men med større grasdominans. 17 karplanter ble observert, hvorav 2 bregner. 16 moser ble registrert, med furumose og kystbinnemose som de vanligste.

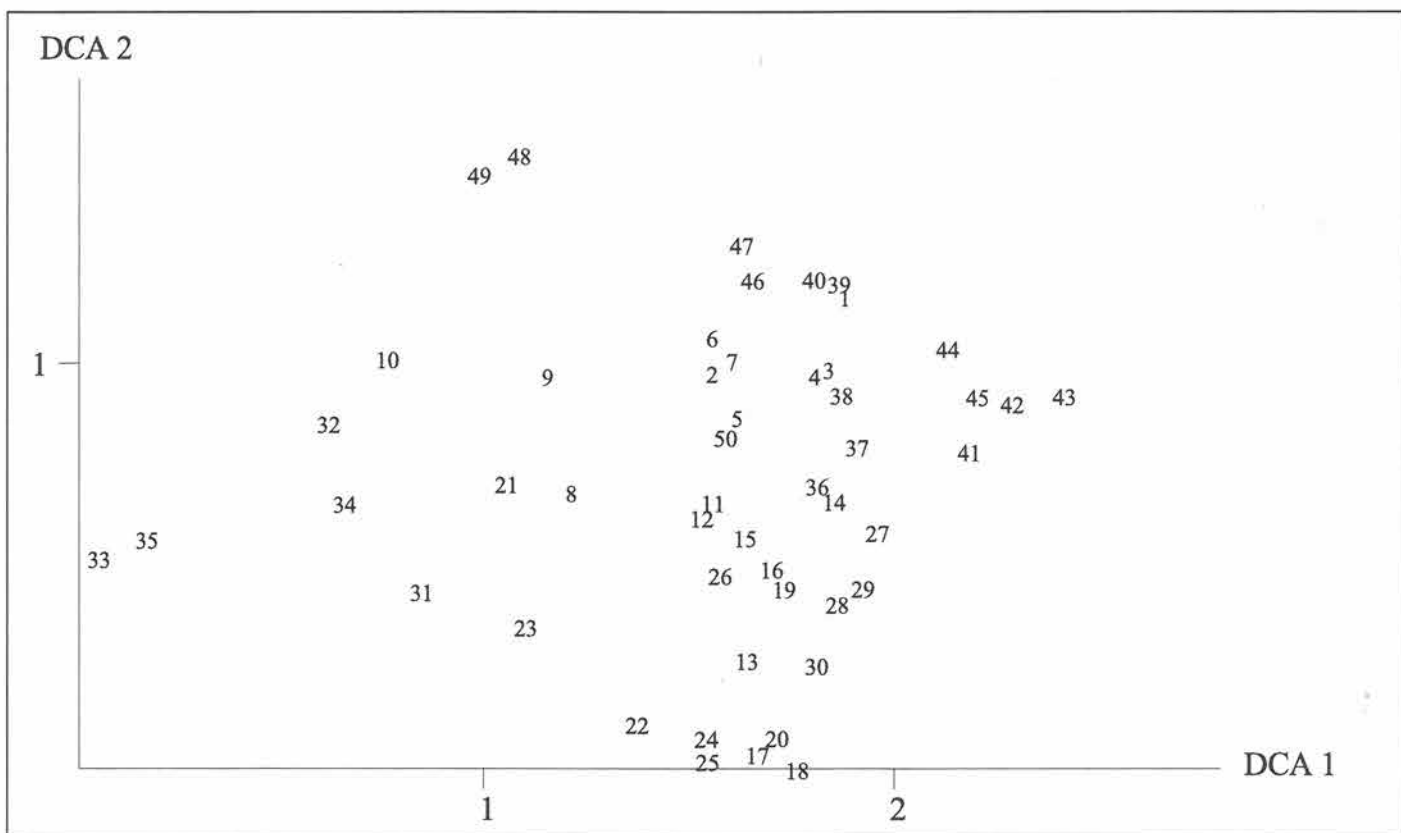
Tabell 3 viser samtlige arters frekvens og vekt. Middel, maksimum, minimum og er gitt for artenes smårutefrekvens i materialet.

4.2 DCA-ordinasjon

De 50 analyserutene posisjon (som er veiet middel av artsscorene) langs de to viktigste DCA-aksene er gitt i **figur 4**. Førsteaksens gradientlengde er 2.47 SD-enheter og andreaksens er 1.53. Øvrige informasjonen og gradientlenger er gitt i **tabell 4**. Angivelse av de 50 analyserutene områdetilhørighet visualisert i en digital høydemodel er gitt i **figur 5**, i tillegg til en visualisering av første ordinasjonsakse. Feltene LU-7 (fuktig, med smørtelgdominans) og LU-9 (tørt, med røsslyngdominans) utgjør ytterpunktene langs akse 1, mens de øvrige feltene er relativt godt samlet i aksens midtre deler. Langs akse 2 er det forskjellen i floristisk innhold mellom LU-10 (blåtoppdominert) til LU-5 (einstapepreget) som trekker ut aksene. Mens den første aksens i stor grad kan knyttes til fuktighetsforhold, er den andre aksens sannsynligvis en kompleksgradient, med næring og lys (de rikeste og mest lysåpne rutene med de høyeste verdiene) som viktige komponenter.

Figur 6 viser det tilsvarende artsordinasjonsplottet der posisjonen til artenes sentroider er angitt. Artene som er plassert til venstre i plottet karakteriserer de rutene som ligger til venstre i ruteplottet. Tilsvarende vil de artene som er plassert øverst/nederst til høyre i artsplottet karakterisere de rutene som er plassert øverst/nederst til høyre i ruteplottet.

Figur 4. DCA-ordinasjon av 1996-datasettet fra 50 analyseruter, aksene 1 og 2, plassering av analyserutene. Aksene er skalert i SD-enheter. – DCA ordination of the 1996 dataset from 50 sample plots, axes 1 and 2, locations of the sample plots. Axes are scaled in SD units.



Tabell 4. Vegetasjonsanalyse, egenskaper ved ordinasjonsaksene. e_{DCA} = egenverdi, SD_{DCA} = gradientlengde målt i SD-enheter, e_{DCA}/Ti = egenverdi/total inertia, dvs. aksens andel av forklart variasjon, angitt i prosent, $\sum e_{DCAi}/Ti$ = de n første aksenes andel av forklart variasjon (i prosent). - Vegetation analysis, characteristics of ordination axes. e_{DCA} = eigenvalue, SD_{DCA} = gradient length in SD units, e_{DCA}/Ti = eigenvalue/total inertia, i.e. the variation explained by the axis (percentages), $\sum e_{DCAi}/Ti$ = variation explained by the first n axes (percentages).

DCA-akse	1	2	3	4
e_{DCA}	0,230	0,126	0,073	0,046
SD_{DCA}	2,371	1,515	1,428	1,231
e_{DCA}/Ti	15,2	8,3	4,8	3,0
$\sum e_{DCA}/Ti$	15,2	23,5	28,3	31,3

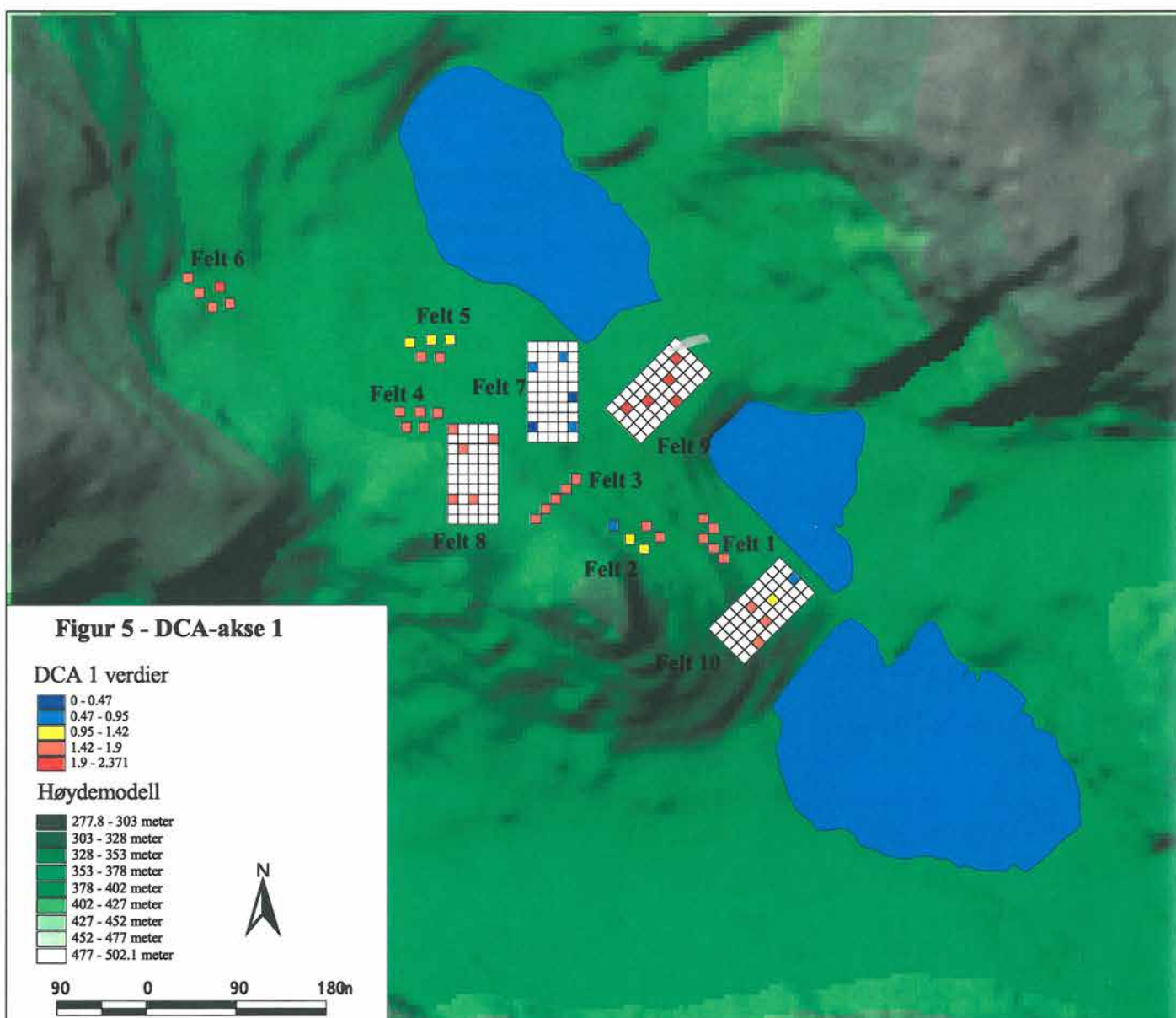
Tabell 4 viser de 4 DCA-aksenes egenverdier. Forholdet mellom egenverdiene og summen av alle ikke-kanoniske egenverdier (= total inertia) viser andel av variasjon forklart av DCA-aksene.

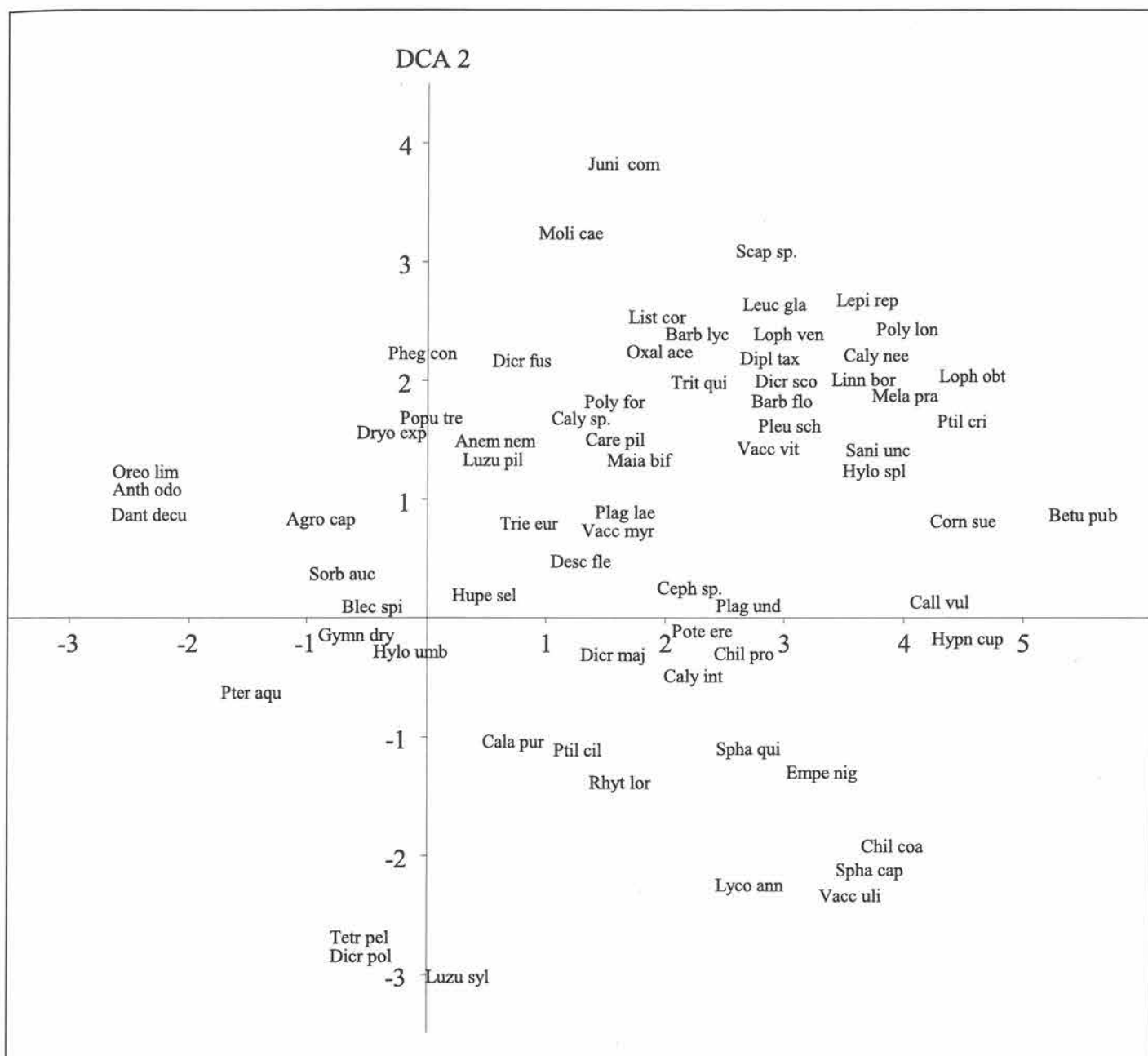
Artenes mengdefordeling i DCA-ordinasjonen

Figurene 7 til 52 viser arter med forekomst i mer enn 5% av analyserutene, plottet inn i de respektive ruters posisjoner i ruteordinasjonsplottet (jf. **figur 4**). Fordelingen i ordinasjonsplottet, både i forhold mengde (smårutefrekvens) og økologisk amplitude, gir informasjon om artenes økologiske preferanser og krav.

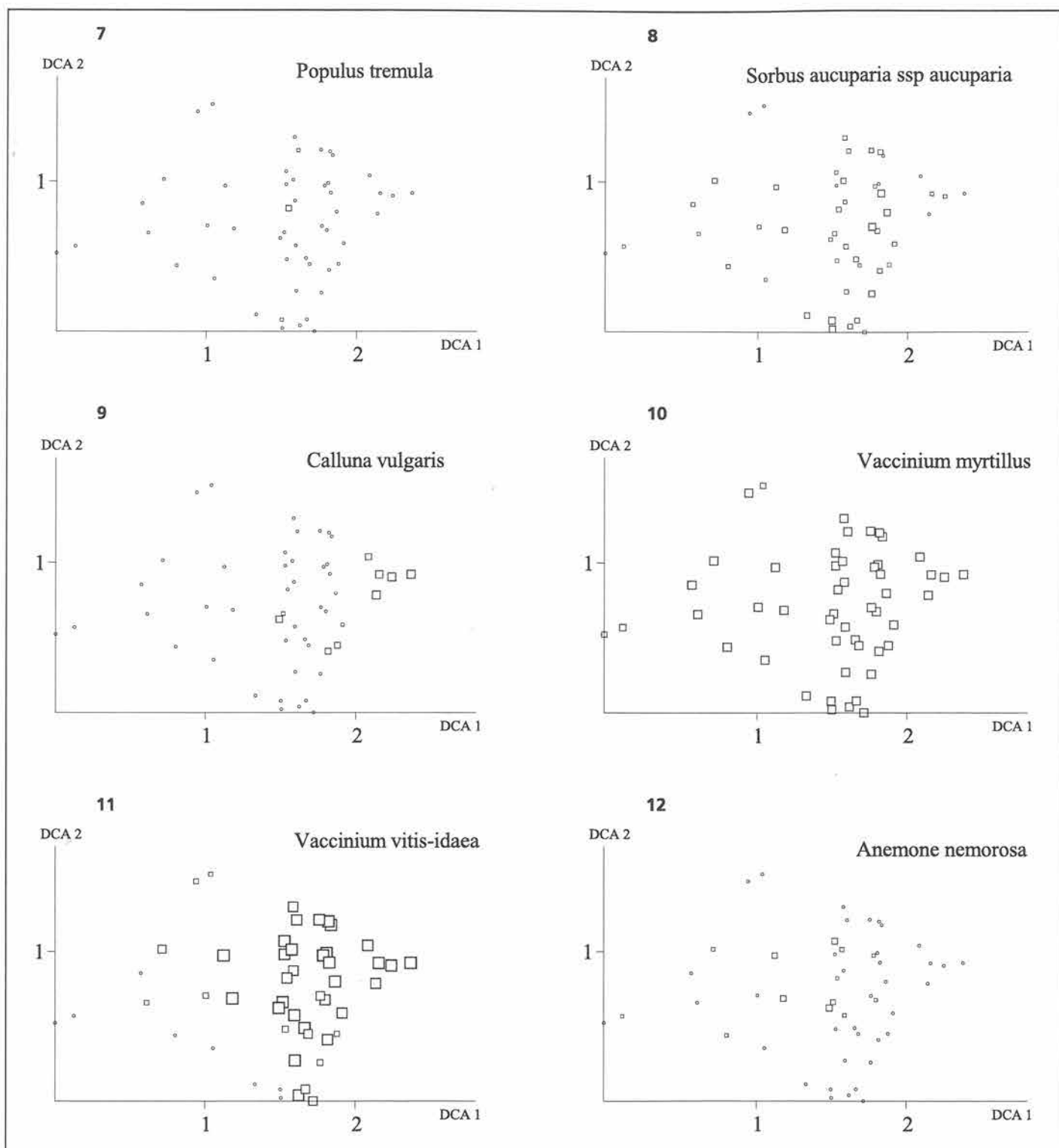
DCA-ordinasjonen av smårutefrekvens-datasettet og prosent deknings-datasettet viste så stor grad av strukturell konformitet at vi for å forenkle resultatene kun har valgt å legge frekvensdatasettet til grunn for analyseringen.

Figur 5. Beliggenheten av de 50 analyserutene visualisert i en digital høydemodell. DCA1 er visualisert i fargekoder. A digital elevation model showing the position of the 50 permanent sample plots. DCA1 is visualised in color sequences.

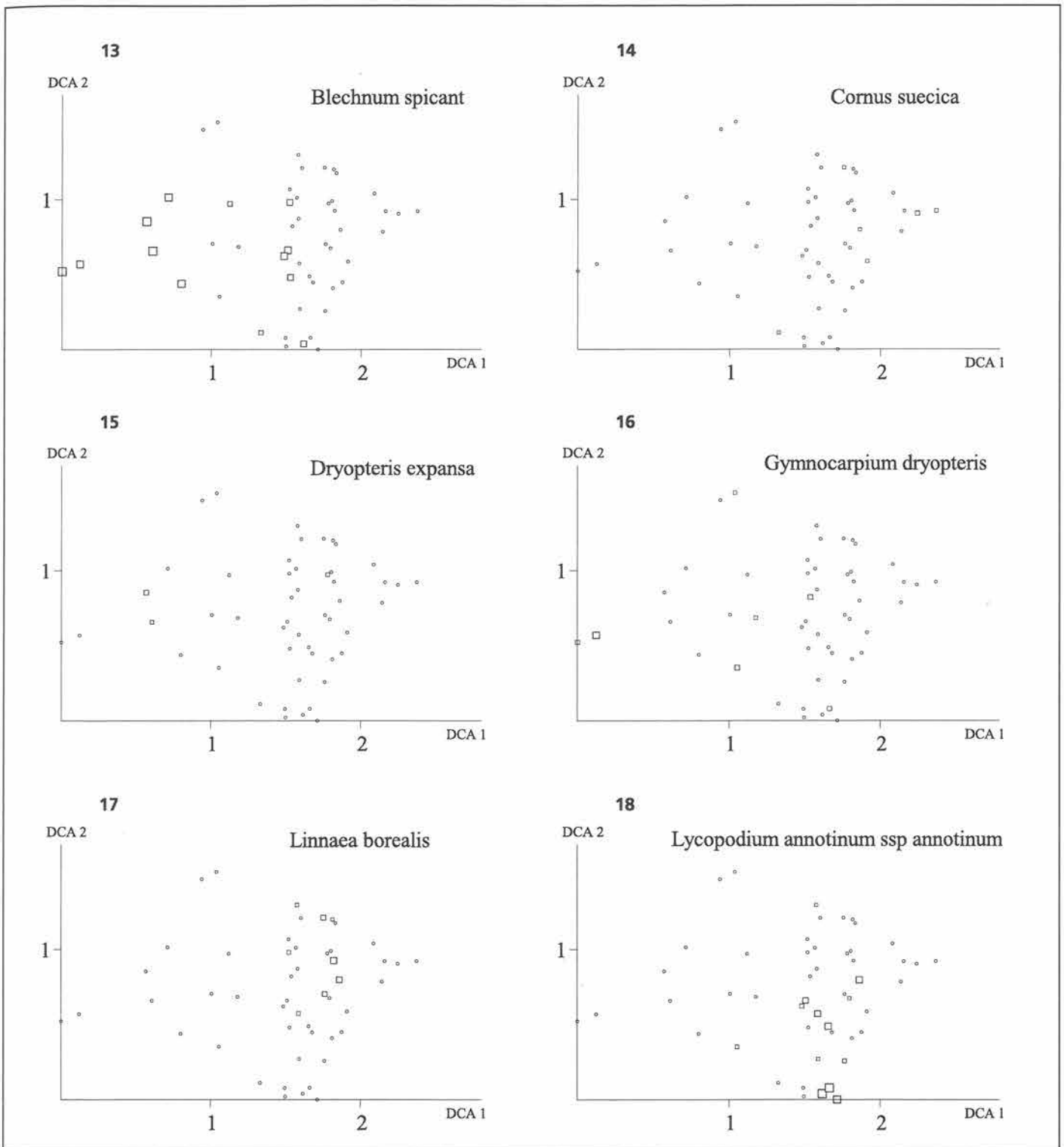




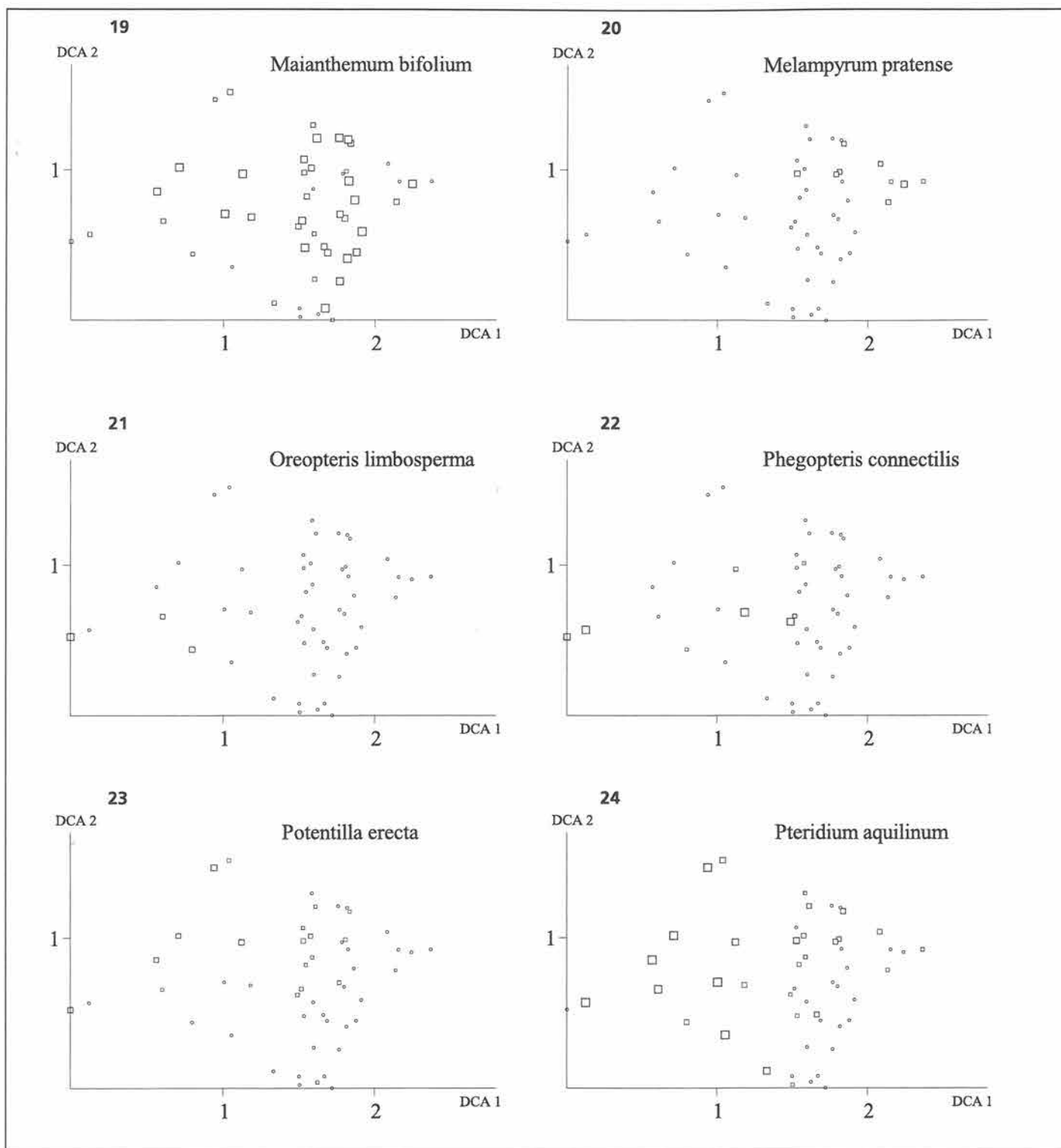
Figur 6. DCA artsordinasjon, aksene 1 og 2. Aksene er skalert i SD-enheter. – DCA species ordination, axes 1 and 2. Axes are scaled in SD units.



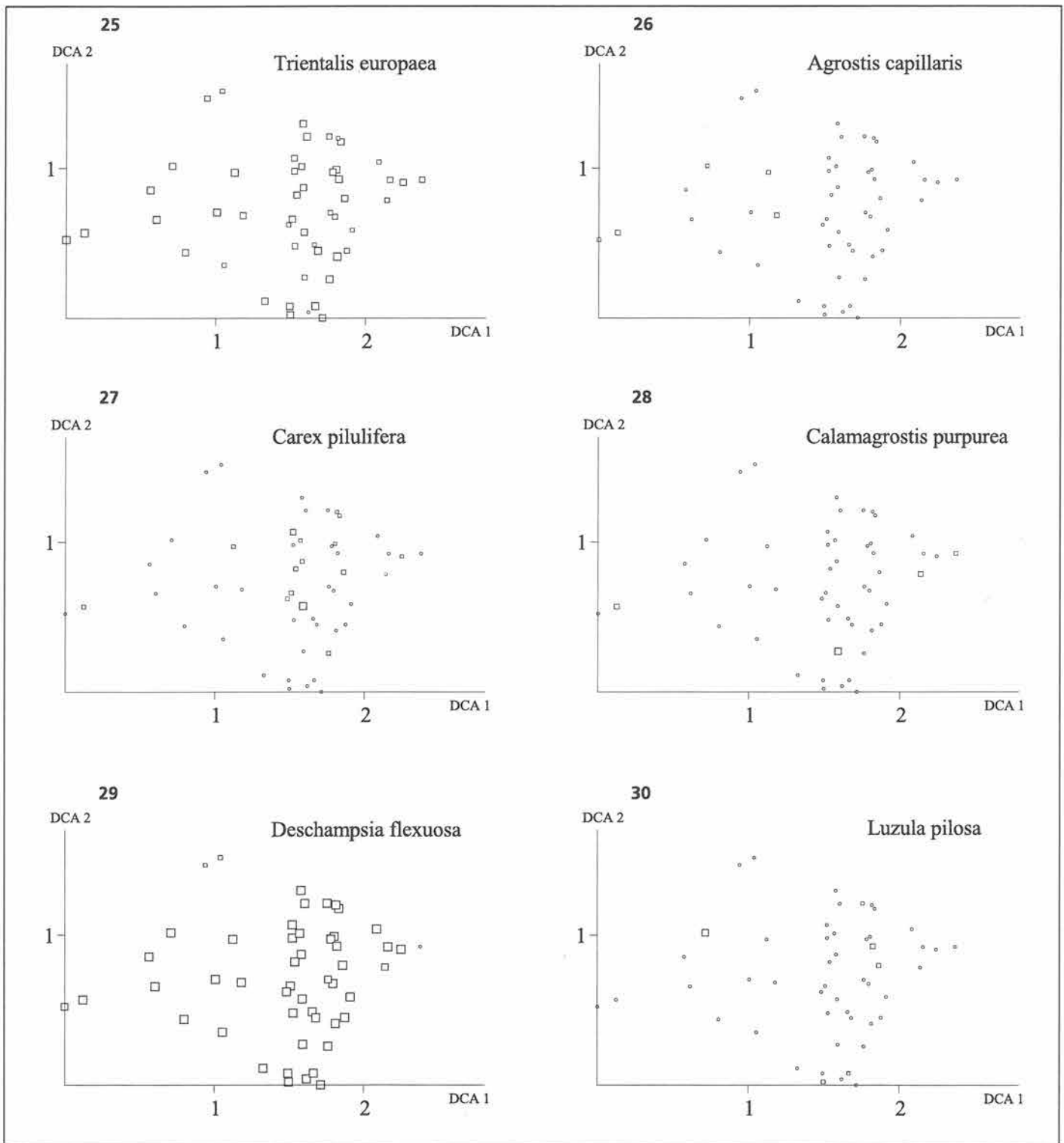
Figurene 7–12. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutens posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.



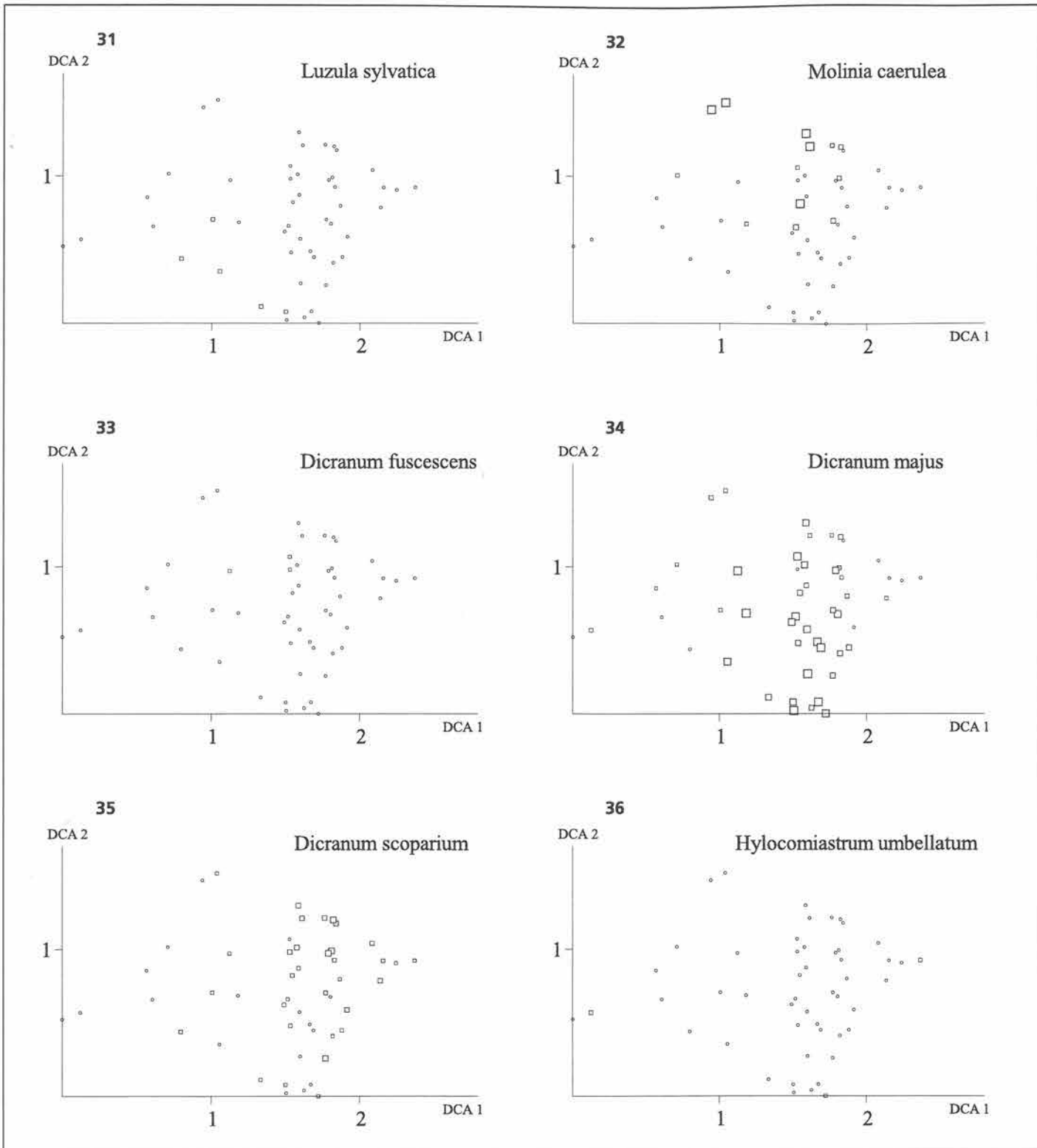
Figurene 13 – 18. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutens posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.



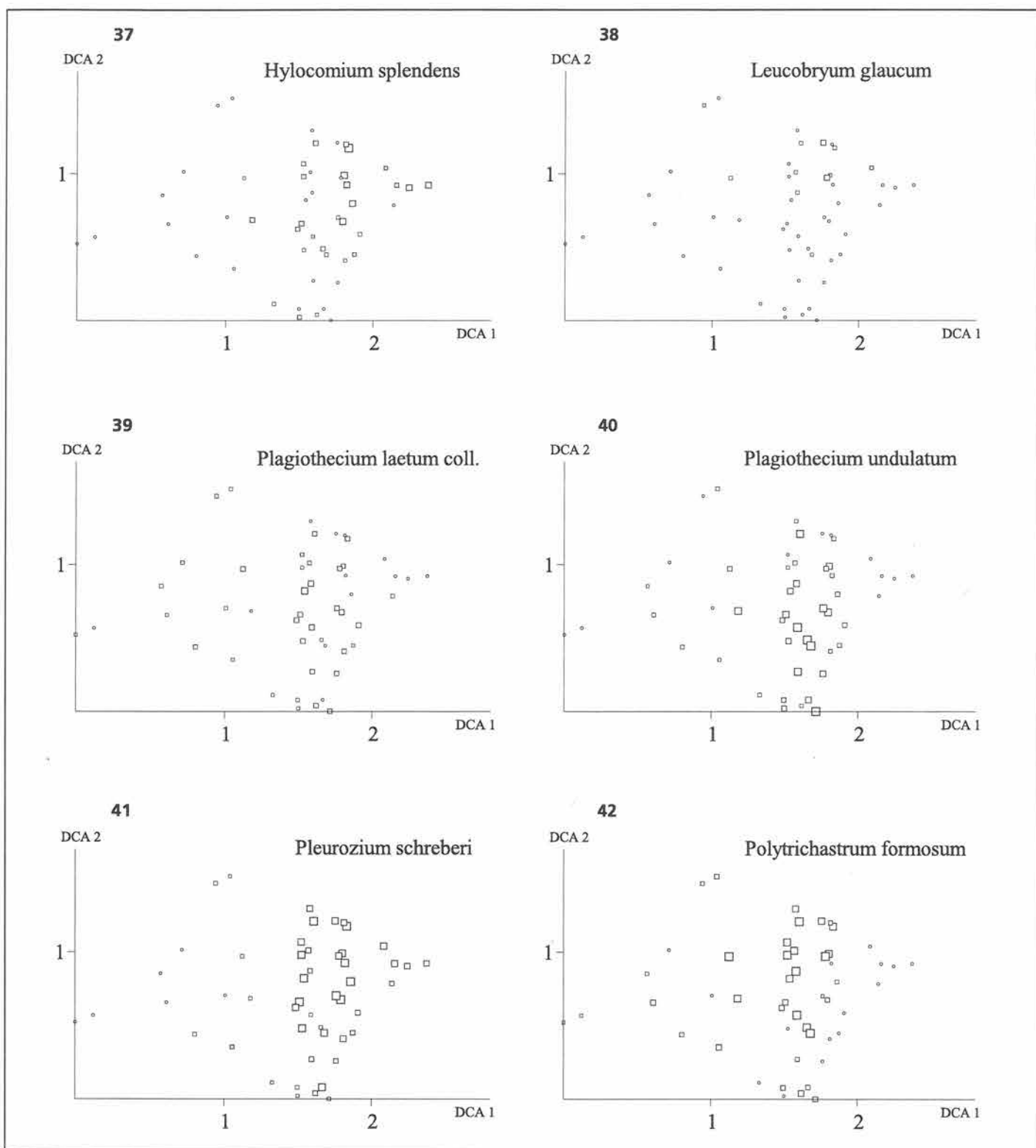
Figurene 19 – 24. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutenes posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen.
- DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.



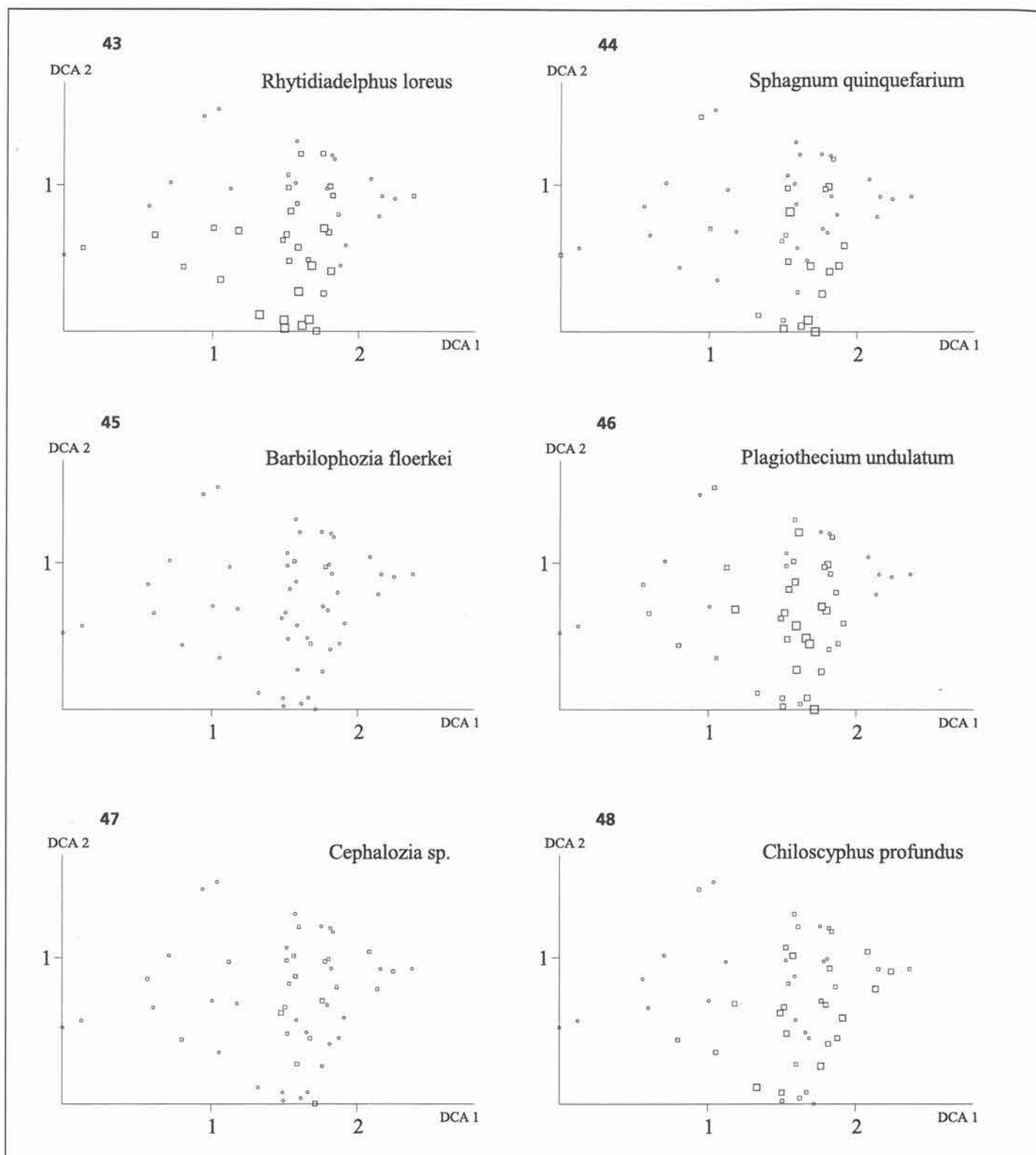
Figurene 25 – 30. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutens posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.



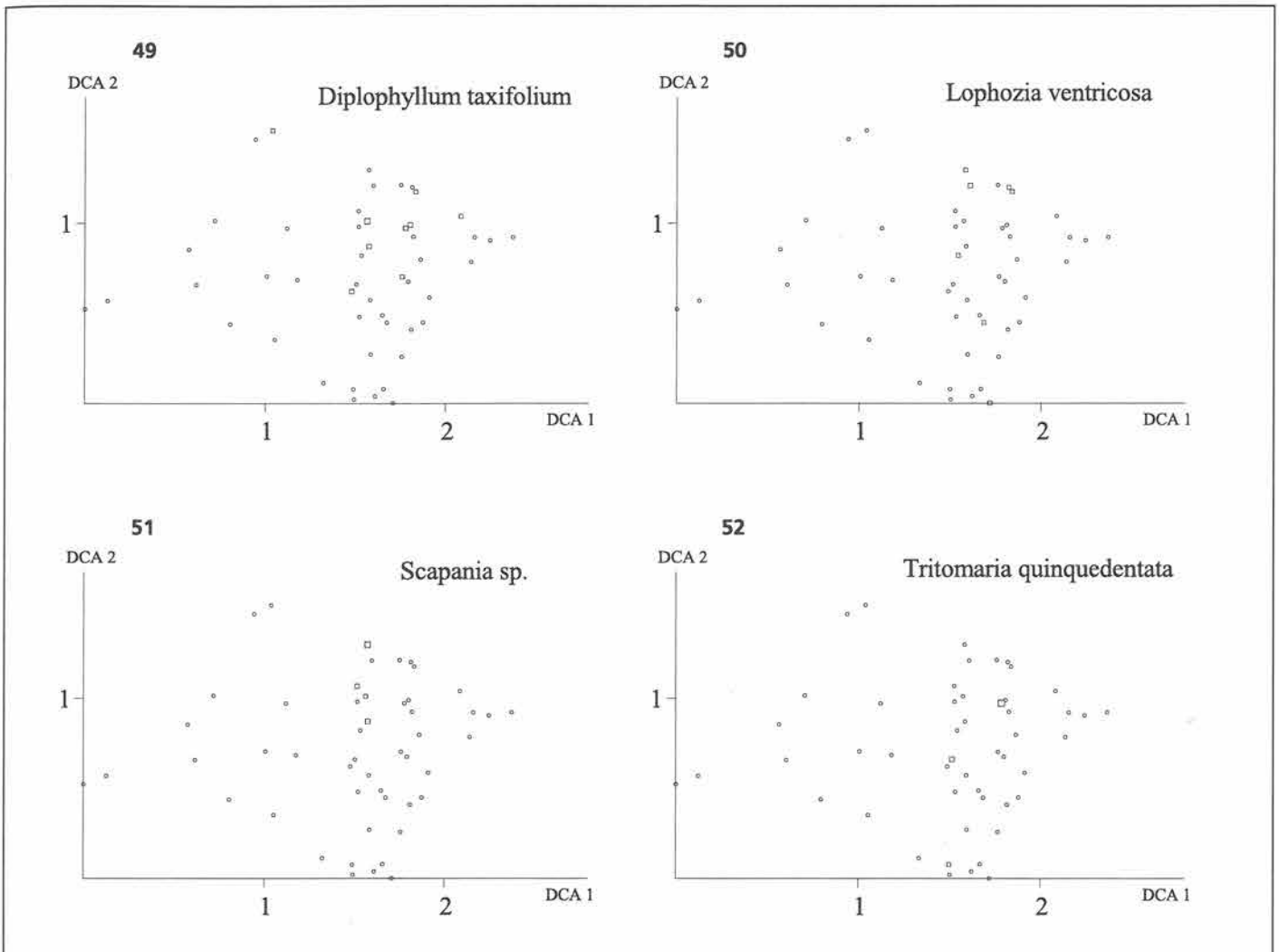
Figurene 31 – 36. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutenes posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen.
 - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.



Figurene 37 – 42. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutenes posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.



Figurene 43 – 48. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutenes posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen.
 - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.



Figurene 49 – 52. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutens posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen.
 - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Frequency in subplots for each species in the sample plots plotted on to the sample plot positions. Small circle = absent. Square = present; area of square proportional to frequency in subplots.

4.3 Miljøparametre

Rutenes middel-, maksimum- og minimumsverdi er vist i for fysiske, kjemiske og biotiske miljøparametre (**tabell 6**) for å angi status for de 50 analyserutene.

Biotiske, fysiske og kjemiske miljøparametre

I alt er 8 biotiske parametre nyttet for å gi ytterligere informasjon om datasett-egenskaper og ordinasjonsstruktur. Kendall-korrelasjoner mellom de 4 DCA-aksene og de biotiske miljøvariablene er gitt i **tabell 5** hvor kun parametre med signifikante verdier er tatt med. Forskjeller i verdier for de biotiske og fysiske miljøparametrene er gitt i **figurene 53-64**. To av de målte biotiske miljøparametrene (N-VAS – antall karplanter og CC – dekningsgrad for artene i feltsjiktet) var signifikant korrelert med en eller flere av de fire første ordinasjonsaksene. Sammenhengen mellom N-VAS, CC og ordinasjonens to første akser er visualisert i **figurene 55 og 59**. Kun parametre som var signifikant korrelert med en av de fire første ordinasjonsaksene er tatt med.

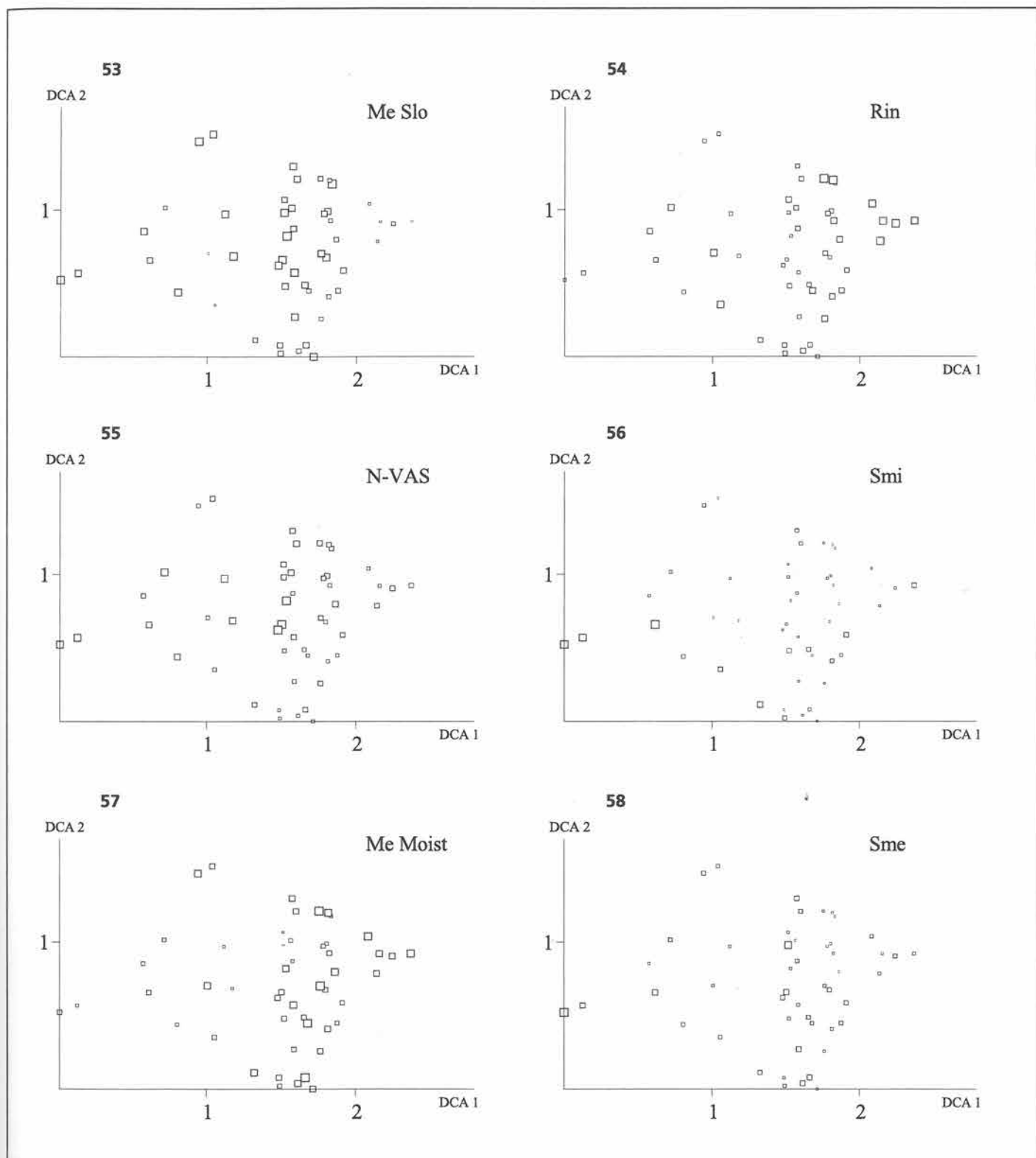
På tilsvarende måte illustrerer **figurene 65 - 93** fordelingsmønsteret for de kjemiske humusparametrene.

Tabell 5. Kendall rangkorrelasjoner mellom rutenes DCA-verdier, 2 biotiske og 10 fysiske parametre. Bare parametre som var signifikant korrelert med DCA-verdiene er vist. Korrelasjonskoeffisienter (øvre verdier) og deres signifikanssannsynligheter (nedre verdier) er angitt. - Kendall rank correlations between sample plot scores along ordination axes, 2 biotic and 10 physical parameters. Only parameters significant correlated with ordination axes are shown. Correlation coefficients (upper values) and their significance probabilities (lower values) are specified.

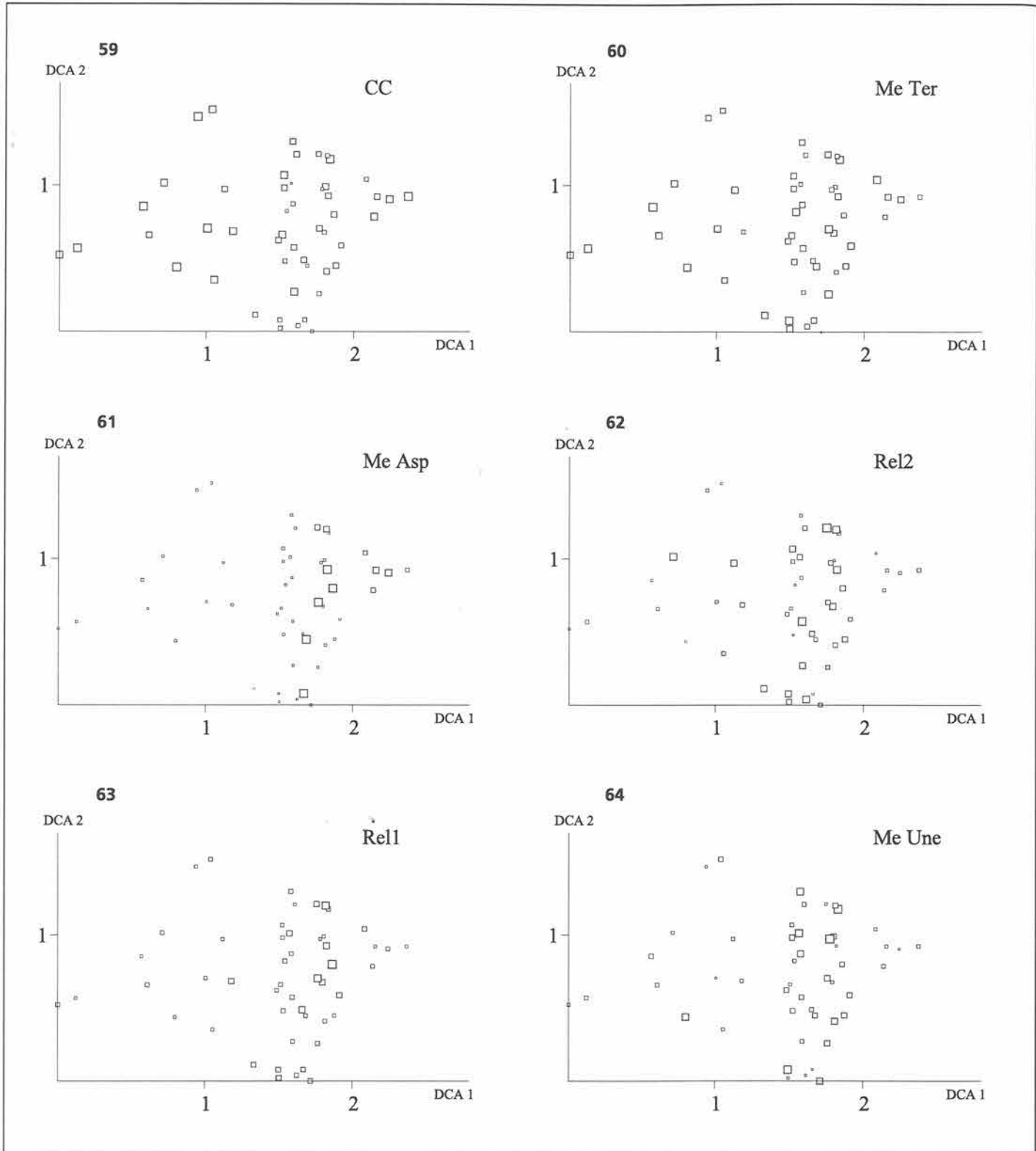
	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
Me Slo	-0,3217 0,001	0,0540 0,586	-0,1172 0,237	-0,1405 0,157
Rin	0,2996 0,002	0,0465 0,634	0,1478 0,130	0,1331 0,173
N-VAS	-0,2703 0,009	0,2545 0,014	-0,0044 0,966	-0,2213 0,032
Smi	-0,2394 0,022	-0,1484 0,155	-0,1775 0,089	0,0810 0,438
ME Moist	0,2394 0,014	-0,0466 0,633	0,1920 0,049	0,1724 0,078
Sme	-0,2183 0,026	-0,1576 0,108	-0,0722 0,461	-0,0230 0,815
CC	-0,2125 0,042	0,1839 0,078	-0,0071 0,945	-0,0429 0,681
ME Ter	-0,2102 0,037	-0,0916 0,364	-0,1051 0,297	0,1102 0,274
Me Asp	-0,3275 0,001	-0,3326 0,001	-0,1274 0,199	-0,0180 0,856
REL2	0,0860 0,402	-0,0513 0,618	0,4684 0,000	-0,0426 0,678
REL1	0,1851 0,068	-0,1011 0,319	0,3204 0,002	0,0788 0,438
ME Une	0,0797 0,417	0,0189 0,847	-0,2342 0,017	-0,0255 0,795

Tabell 6. Verdier for 68 miljøparametre basert på 50 analyseruter. - Values of 67 environmental parameters from 50 sample plots.

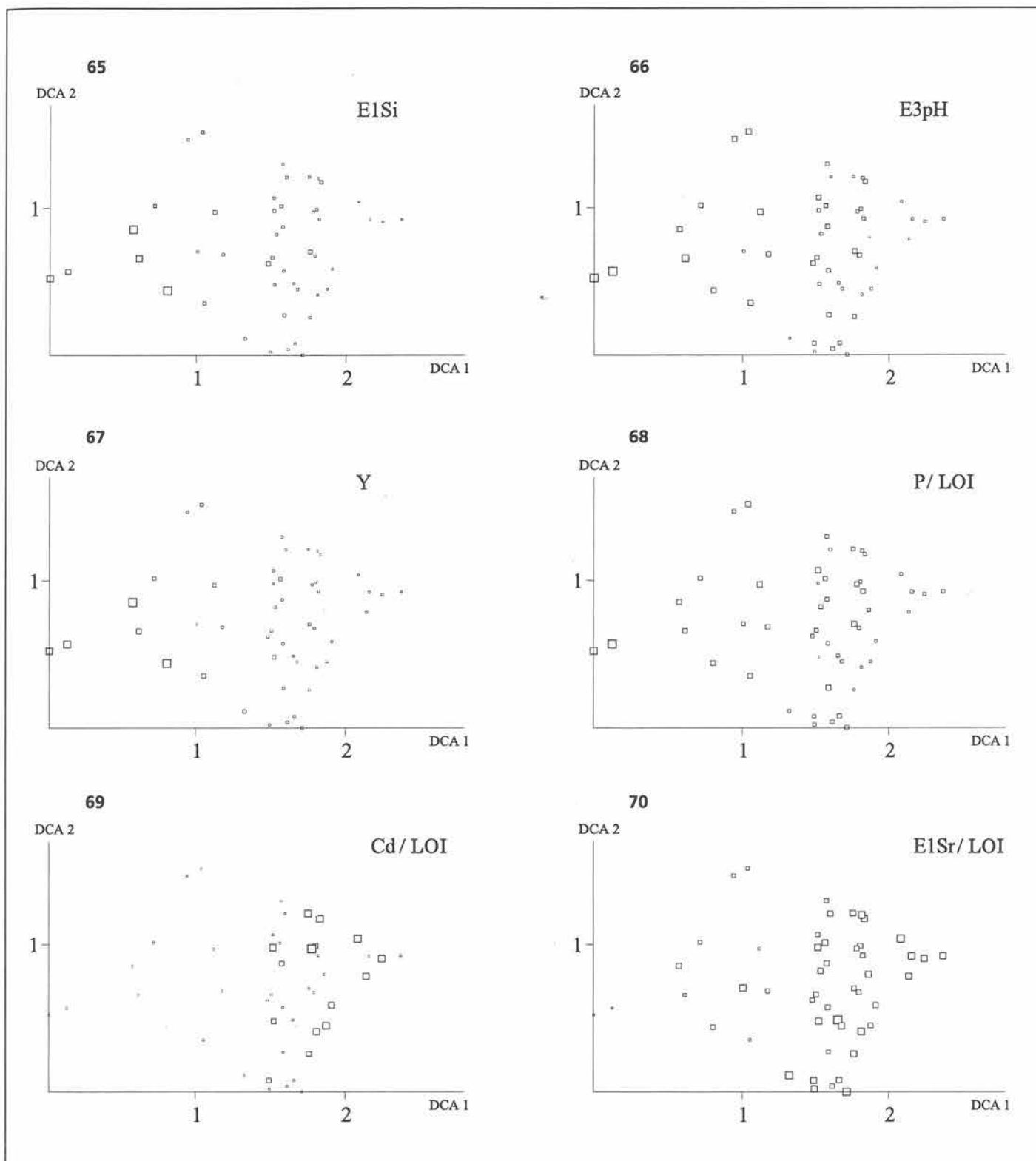
Variabel Variable	Middel Mean	Minimum Minimum	Maksimum Maximum
Sme	17.79	1.00	61.00
Smi	3.68	0.00	18.00
Sma	44.66	11.00	78.00
Me Slo	17.26	0.00	30.00
Me Asp	94.29	6.00	352.00
Rin	0.51	0.28	0.86
CB	0.16	0.00	2.00
CC	70.20	40.00	90.00
CD	12.26	1.00	40.00
CN	20.54	5.00	50.00
REL1	8.10	3.00	20.00
REL2	3.62	0.00	9.00
ME Ter	-0.07	-1.06	0.50
ME Une	0.82	0.00	2.10
N-VAS	9.48	6.00	15.00
N-BRY	9.26	2.00	16.00
ME Moist	27.67	9.00	44.33
LOI	70.29	32.13	95.08
E3PH	3.92	3.61	4.58
E6PH	3.13	2.86	3.82
AL	160.49	43.73	1097.10
AS	192.30	79.00	732.00
B	222.62	126.00	312.00
BA	268.90	100.00	562.00
CA	43.80	8.40	86.10
CD	16.80	11.00	21.00
CO	33.52	22.00	83.00
CR	124.70	54.00	1250.00
CU	351.78	214.00	499.00
FE	85.72	26.41	425.82
GA	122.45	83.00	208.00
K	18.74	11.80	28.90
LI	289.25	196.00	729.00
MG	38.25	16.50	88.40
MN	0.86	0.29	1.77
MO	15.00	15.00	15.00
N	1189.84	437.00	1942.00
NA	7.09	2.98	18.15
NI	101.02	43.00	183.00
P	25.88	12.20	54.10
PB	860.02	110.00	1539.00
S	59.48	22.47	88.97
SC	36.00	30.00	45.00
SE	339.30	151.00	1375.00
SN	87.26	53.00	175.00
SR	219.96	48.00	454.00
TI	3698.70	1058.00	22417.00
V	327.24	159.00	1396.00
Y	29.26	8.00	129.00
ZN	1393.18	547.00	2550.00
E1H	119.51	54.10	261.50
E1AL	18.55	3.34	93.25
E1B	101.50	100.00	103.00
E1BA	223.48	49.00	467.00
E1C	413.04	230.00	614.00
E1CA	38.70	4.75	80.94
E1FE	1.10	0.27	4.27
E1K	12.82	6.36	23.53
E1MG	29.24	3.62	60.61
E1MN	0.52	0.10	1.57
E1NA	5.92	1.58	16.48
E1P	2.97	0.10	7.79
E1S	3.57	1.92	6.56
E1SI	452.80	224.00	1463.00
E1SR	195.02	29.00	427.00
E1ZN	1034.48	157.00	2147.00
E1KAP	275.20	109.90	453.80
E1BASEM	54.84	11.80	76.30



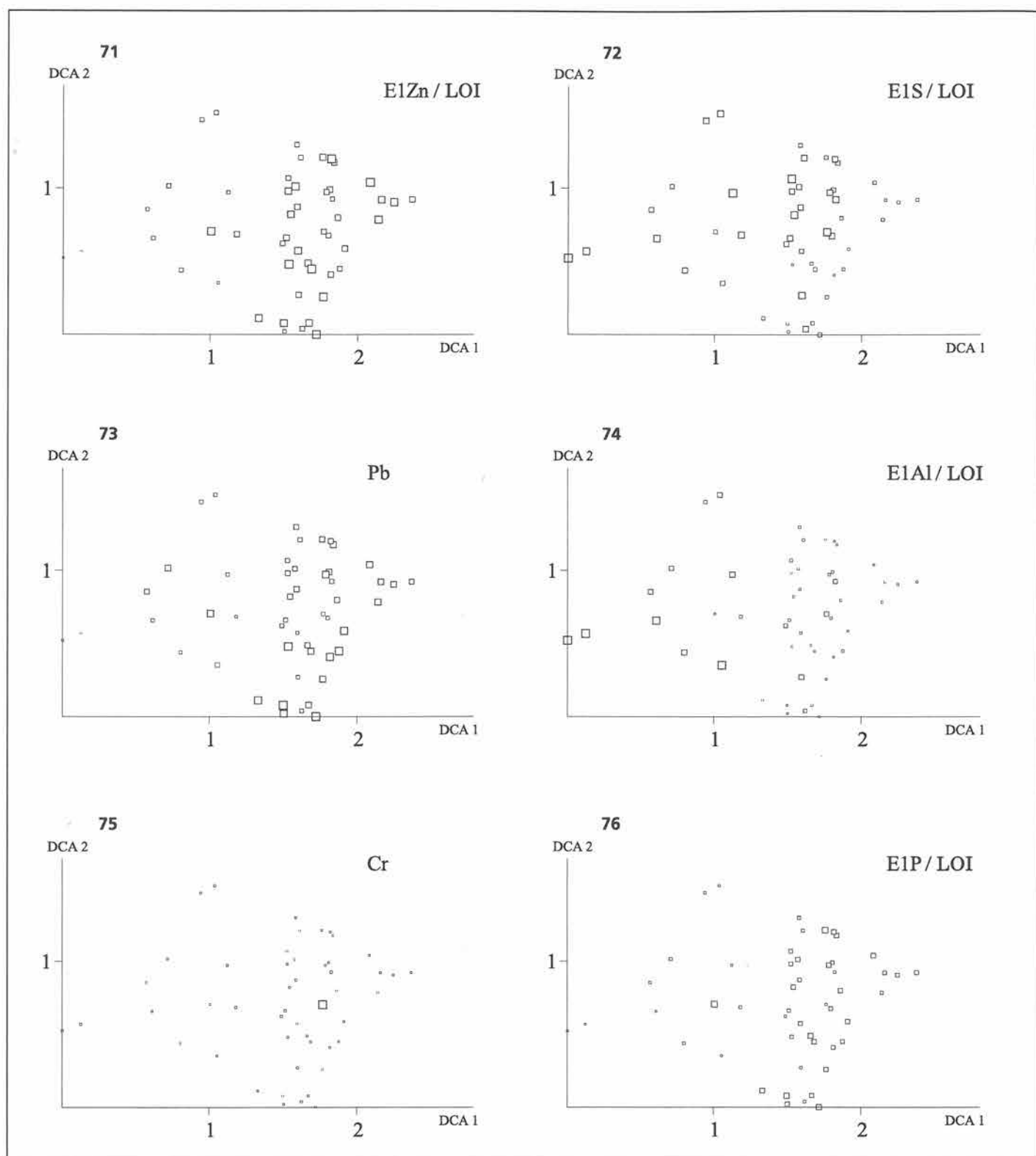
Figurene 53 - 58. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens plasseringer, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små kvadrater indikerer lave verdier. Store kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plotted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small squares indicate low values. Large squares indicate high values.



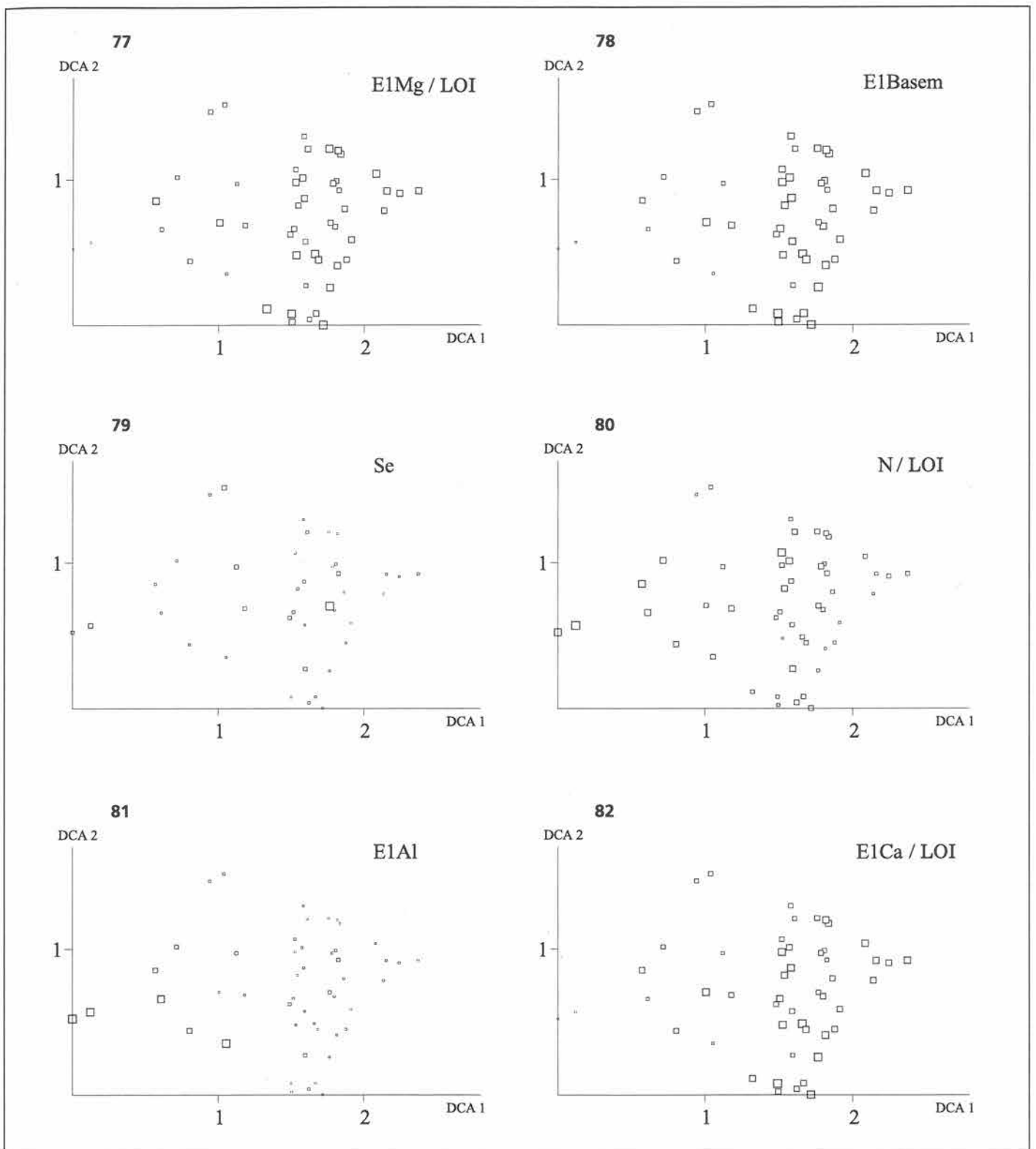
Figurene 59 - 64. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens posisjoner, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små kvadrater indikerer lave verdier. Store kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plotted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small squares indicate low values. Large squares indicate high values.



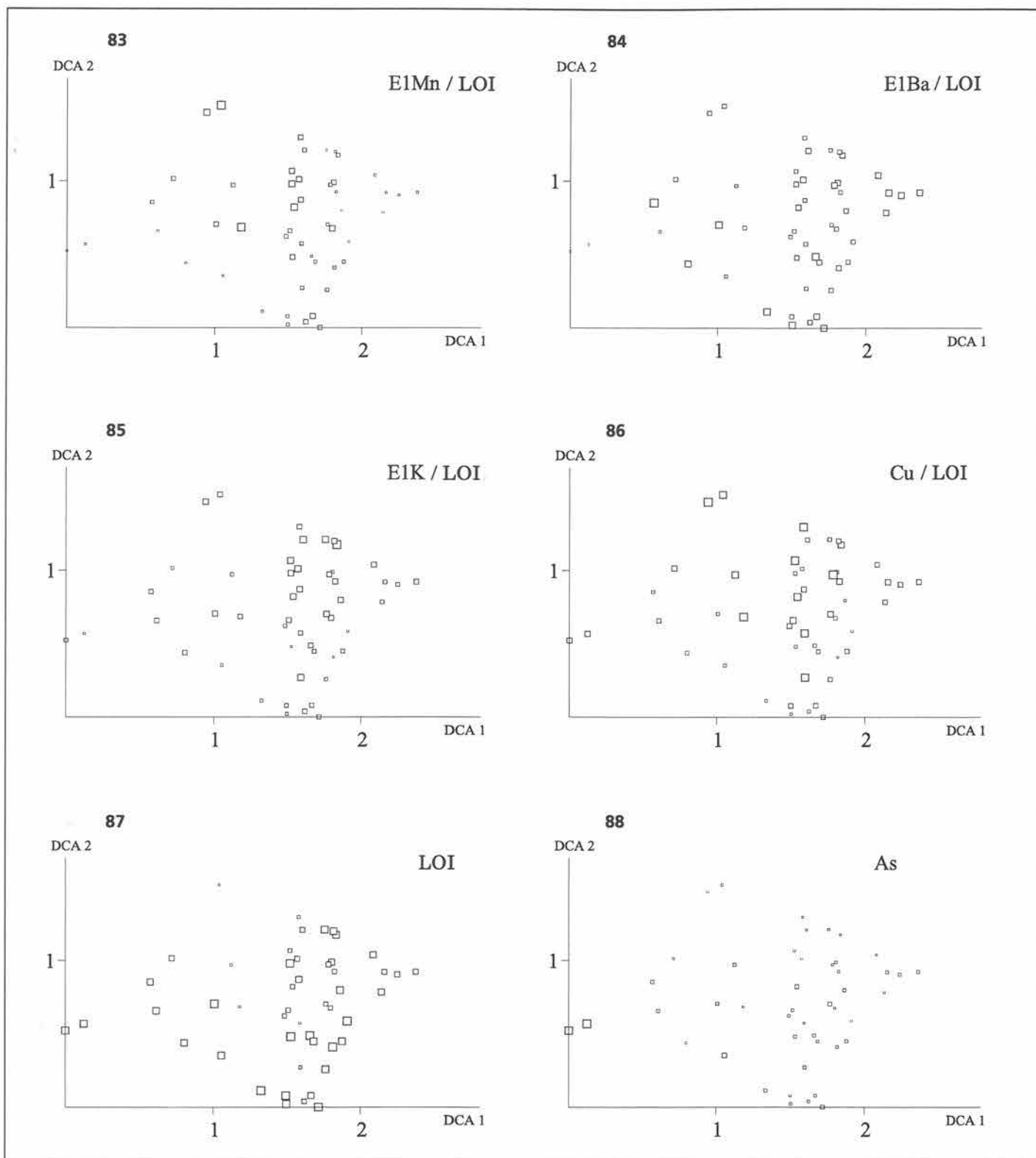
Figurene 65 - 70. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens posisjoner, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små kvadrater indikerer lave verdier. Store kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plotted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small squares indicate low values. Large squares indicate high values.



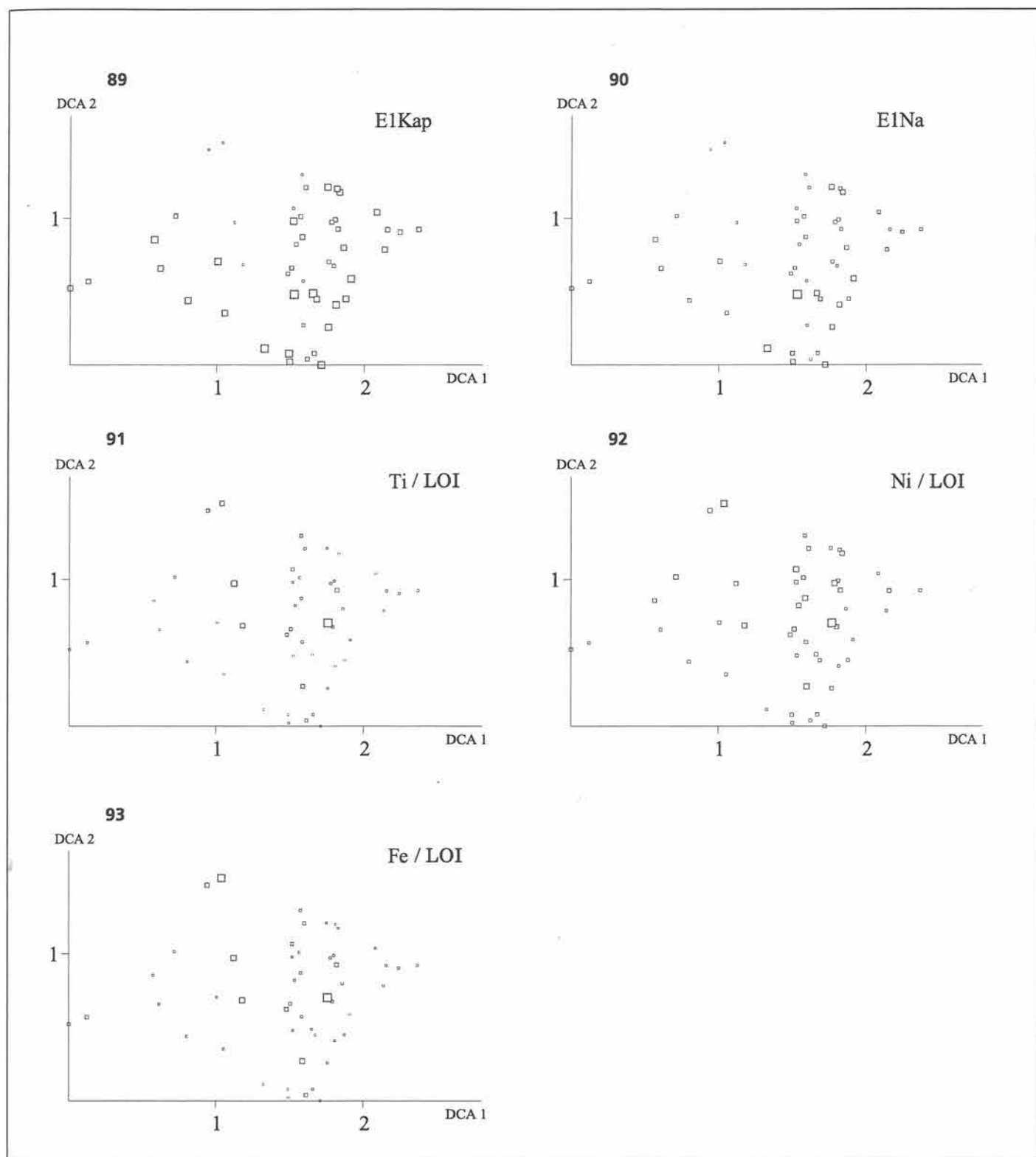
Figurene 71 – 76. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens posisjoner, for å visualisere rutenes økologiske verdier. Små kvadrater indikerer lave verdier. Store kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plotted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small squares indicate low values. Large squares indicate high values.



Figurene 77 - 82. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens posisjoner, for å visualisere rutenes økologiske verdier. Små kvadrater indikerer lave verdier. Store kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plotted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small squares indicate low values. Large squares indicate high values.



Figurene 83 - 88. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens posisjoner, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små kvadrater indikerer lave verdier. Store kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plotted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small squares indicate low values. Large squares indicate high values.



Figurene 89 - 93. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens posisjoner, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små kvadrater indikerer lave verdier. Store kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plotted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small squares indicate low values. Large squares indicate high values.

Tabell 7. Kendall rangkorrelasjoner mellom rutenes DCA-verdier og 29 kjemiparametre. Bare parametre som var signifikant korrelert med DCA-verdiene er vist. Korrelasjonskoeffisienter (øvre verdier) og deres signifikanssannsynligheter (nedre verdier) er angitt. - Kendall rank correlations between sample plot scores along ordination axes and 29 chemical variables. Only parameters significantly correlated with ordination axes are shown. Correlation coefficients (upper values) and their significance probabilities (lower values) are specified.

	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
Si	-0,5574 0,000	0,0163 0,867	-0,1896 0,052	-0,0736 0,452
pH 1	-0,5111 0,000	0,0304 0,757	-0,1075 0,273	-0,1616 0,099
Y	-0,4940 0,000	-0,0547 0,580	-0,1011 0,307	-0,1227 0,215
P/LOI	-0,4188 0,000	0,0661 0,498	0,0465 0,634	-0,0922 0,345
Cd/LOI	0,3734 0,001	0,0979 0,373	-0,3210 0,004	-0,0023 0,983
Sr/LOI	0,3665 0,000	-0,0792 0,417	-0,0008 0,993	0,0661 0,498
Zn/LOI	0,3388 0,001	-0,0645 0,509	0,0041 0,967	-0,0139 0,887
S/LOI	-0,3094 0,002	0,1788 0,067	-0,0269 0,783	-0,1429 0,143
Pb	0,3054 0,002	-0,1437 0,141	-0,0784 0,422	0,2597 0,008
E1Al/LOI	-0,3029 0,002	0,0873 0,371	-0,0629 0,520	-0,1135 0,245
Cr	-0,2985 0,002	0,0525 0,592	0,0016 0,987	-0,1673 0,088
P/LOI	0,2980 0,002	-0,0400 0,682	0,0678 0,488	0,0629 0,520
Mg/LOI	0,2931 0,003	-0,0841 0,389	-0,0743 0,447	0,0645 0,509
Basem	0,2884 0,003	-0,1136 0,245	-0,0025 0,980	0,0074 0,940
Se	-0,2879 0,009	0,0951 0,388	-0,0077 0,944	-0,0771 0,484
Gn	-0,2735 0,005	0,1037 0,288	0,0057 0,953	-0,1886 0,053
Al	-0,2588 0,008	0,0367 0,707	-0,0645 0,509	-0,0922 0,345
Ca/LOI	0,2506 0,010	-0,1494 0,126	-0,0678 0,488	0,0090 0,927
Mn/LOI	-0,2278 0,020	0,1363 0,162	-0,0041 0,967	0,0596 0,541
Ba/LOI	0,2180 0,026	-0,0286 0,770	-0,1135 0,245	0,0678 0,488
K/LOI	0,0824 0,398	0,3584 0,000	0,0776 0,427	-0,0253 0,795
Cu	-0,0220 0,821	0,2963 0,002	0,0939 0,336	-0,1592 0,103
GLTAP	0,0531 0,587	-0,2914 0,003	-0,1478 0,130	0,1576 0,106
As	-0,0901 0,378	-0,2762 0,007	-0,0727 0,478	-0,0785 0,443
KAP	0,0719 0,462	-0,2679 0,006	-0,1976 0,043	0,1421 0,146
Na	0,0653 0,503	-0,2597 0,008	-0,2107 0,031	0,0768 0,432
Ti/LOI	-0,0792 0,417	0,2294 0,019	0,1673 0,086	-0,1967 0,044
Ni/LOI	-0,1527 0,118	0,2278 0,020	0,0580 0,553	-0,0449 0,645
Fe/LOI	-0,1347 0,168	0,1869 0,055	0,1151 0,238	-0,2098 0,032

Korrelasjoner mellom DCA-akser og fysiske miljøparametre

Kendall-korrelasjoner mellom de 4 DCA-aksene og de fysiske miljøvariablene er gitt i **tabell 5**. Tabellen er ordnet slik at de parametrene som var korrelert med DCA1 er plassert øverst mens etterfølgende akser følger lenger ned i tabellen.

DCA-akse 1 er signifikant korrelert, på 0.05 nivå, med 10 av de fysiske miljøvariablene. Best korrelert med akse 1 er eksposisjonen på mesoruta (Me Asp, $t = -0.33$) og helningsgraden til mesoruten (Me Slo, $t = -0.32$). Relativ innstråling (Rin) som er en kombinasjon av de to overstående parametrene har en korrelasjon på $t = 0.30$.

DCA-akse 2 er kun signifikant korrelert med eksposisjonen på mesoruta (Me Asp, $t = -0.33$) mens DCA-akse 3 er signifikant korrelert med REL2 ($t = 0.47$), REL1 ($t = 0.32$) og Me Une ($t = -0.23$).

Korrelasjoner mellom DCA-akser og kjemiske humusparametre

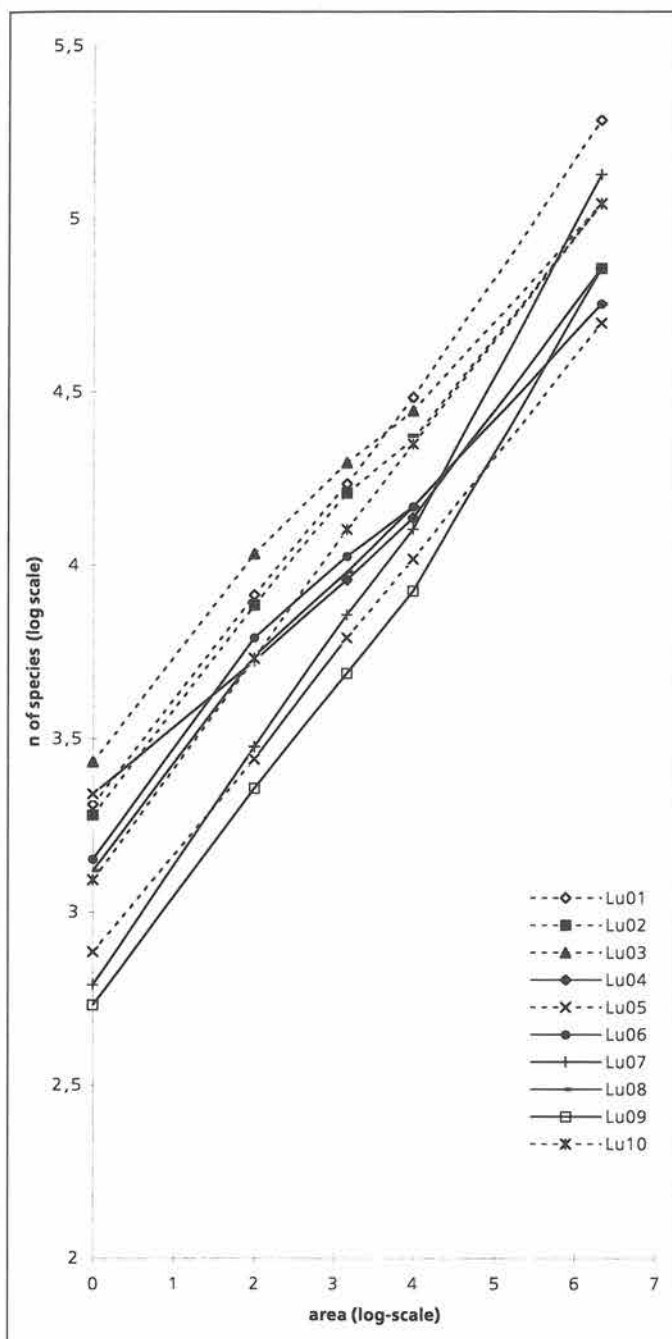
Kendall-korrelasjoner mellom de 4 DCA-aksene og de kjemiske humusparametre er gitt i **tabell 7**:

DCA-akse 1 er signifikant korrelert, på 0.05 nivå, med 20 av de målte kjemiske parametrene. Ekstraherbart silisium (E1Si, $t = -0.56$) er best korrelert med akse 1 mens også pH målt i vann (E3pH, $t = -0.51$) viser at næringsstatusen er en viktig forklarende parameter for artssammensetningen langs DCA1. Yttrium (Y, $t = -0.49$) viser også en god korrelasjon med DCA1.

DCA2-akse er signifikant korrelert med 8 kjemiske parametre hvor ingen av disse var signifikant korrelert med DCA1. Den beste korrelasjonen har ekstraherbart kalsium korrigert for glødetap (E1K/LOI, $t = 0,36$).

4.4 Artsdiversitet

Sammenhengen mellom artsantall og areal for hvert enkelt felt er vist i **figur 94**. Resultatene er plottet med arealet (målt i antall småruter, på logaritmisk skala med 2 som grunntall) langs x-aksen og \log_2 (artsantall) langs y-aksen. Som **figur 94** viser, er sammenhengen mellom artsantall og areal nær lineær på log-log-skala. Variasjonen mellom feltene varierer lite med arealet. Felt 3 har det høyeste artsantallet på smårutenivå mens Felt 1 har det den høyeste artsdiversiteten på feltnivå. Felt 9 har det laveste artsantallet på alle nivåer unntatt det høyeste nivået hvor Felt 10 er det fattigste. Generelt er forskjellen mellom feltene liten.



4.5 Endringer i artsmengder, 1991-96

Den relative framgangen for hver enkelt art er vist i **figur 95**, sammenholdt med frekvensen for hver enkelt art (beregnet som gjennomsnittlig frekvens for de to analyseårene). I figuren er artene ordnet etter avtagende frekvens, og det er tydelig at de vanlige artene ikke har fått endret frekvens. Dette skyldes at det i hovedsak dreier seg om dominante arter som har stor skuddtetthet også innen den enkelte smårute. For arter med lav frekvens vil framgangsmålet bli ustabil og sårbart for rene tilfeldigheter, men det er en tendens til at lavartene generelt har gått tilbake

Stabiliteten for hver enkelt art er vist sammen med frekvensen i **figur 96**. Arter som har betydelig framgang eller tilbakegang vil nødvendigvis få en senkning i stabilitetsmålet som er benyttet her. De dominante artene har stor stabilitet fordi de forekommer i så stor tetthet. Igjen vil sjeldne arter ha for lave frekvensverdier til at målet blir pålitelig.

Spesielt for en del av mosene viser denne sammenligningen av 1991- og 1996-datasettet forholdsvis store ulikheter. Vår tolkning av dette er at endringene i hovedsak skyldes metodiske faktorer mer enn reelle endringer i vegetasjonen. Noe av feilkilden ligger i feilbestemmelse av kryptogamer, men problemer med gjenfinning av merkingen av rutene fra 1991 kan også føre til at en del av de reanalyserte rutene er noe forskjøvet romlig.

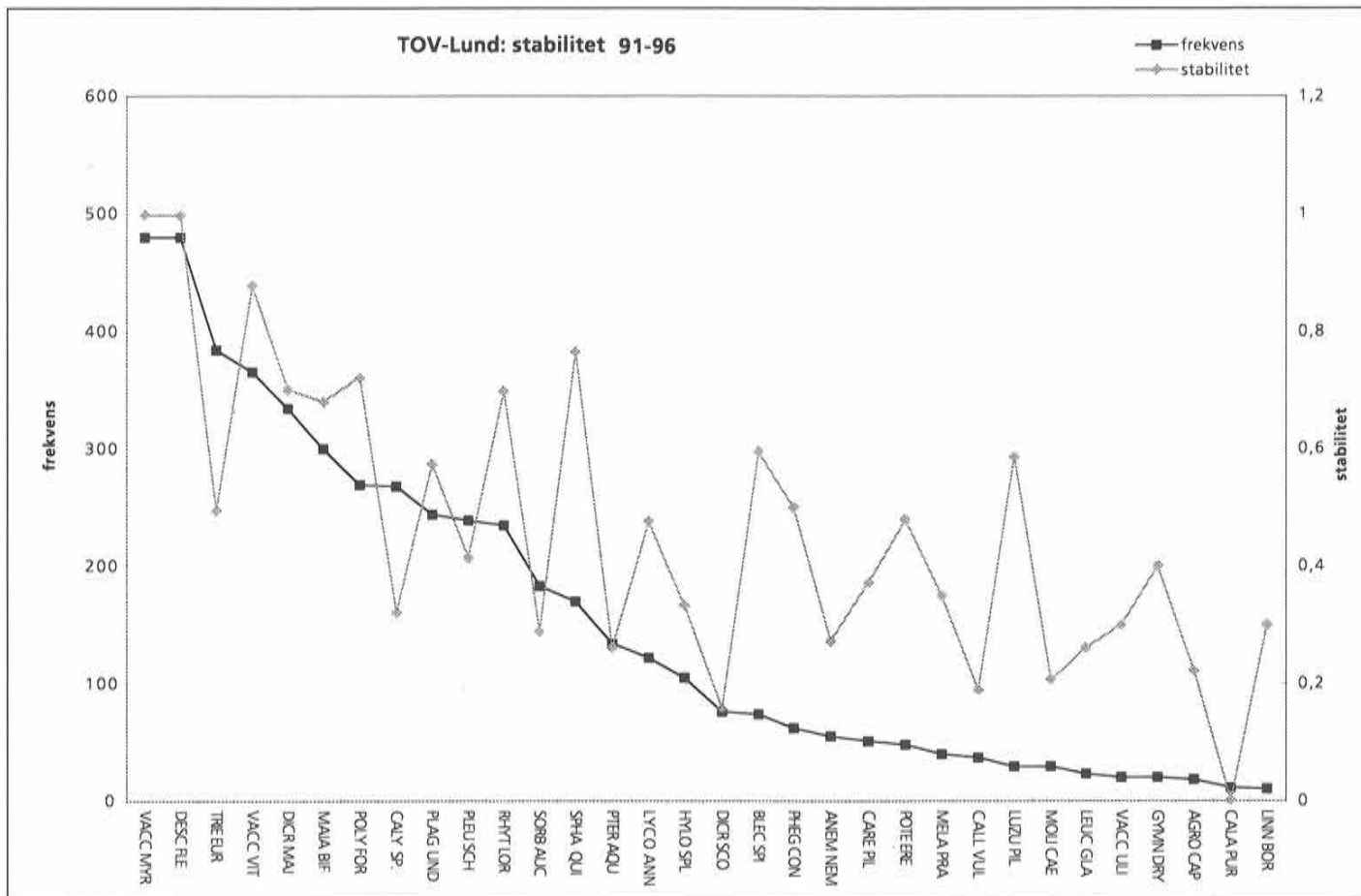
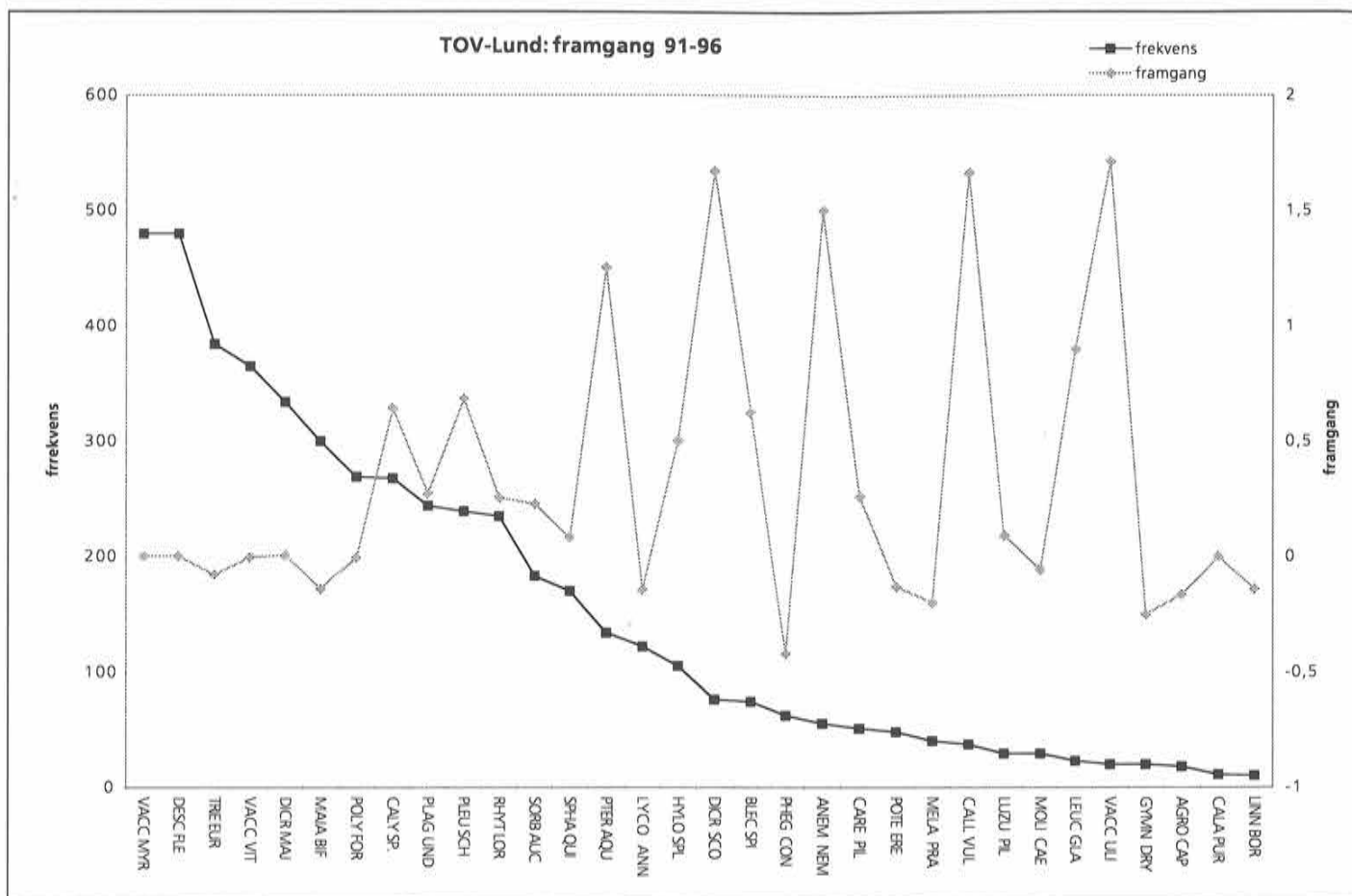
4.6 Vegetasjonsendringer, 1991-96

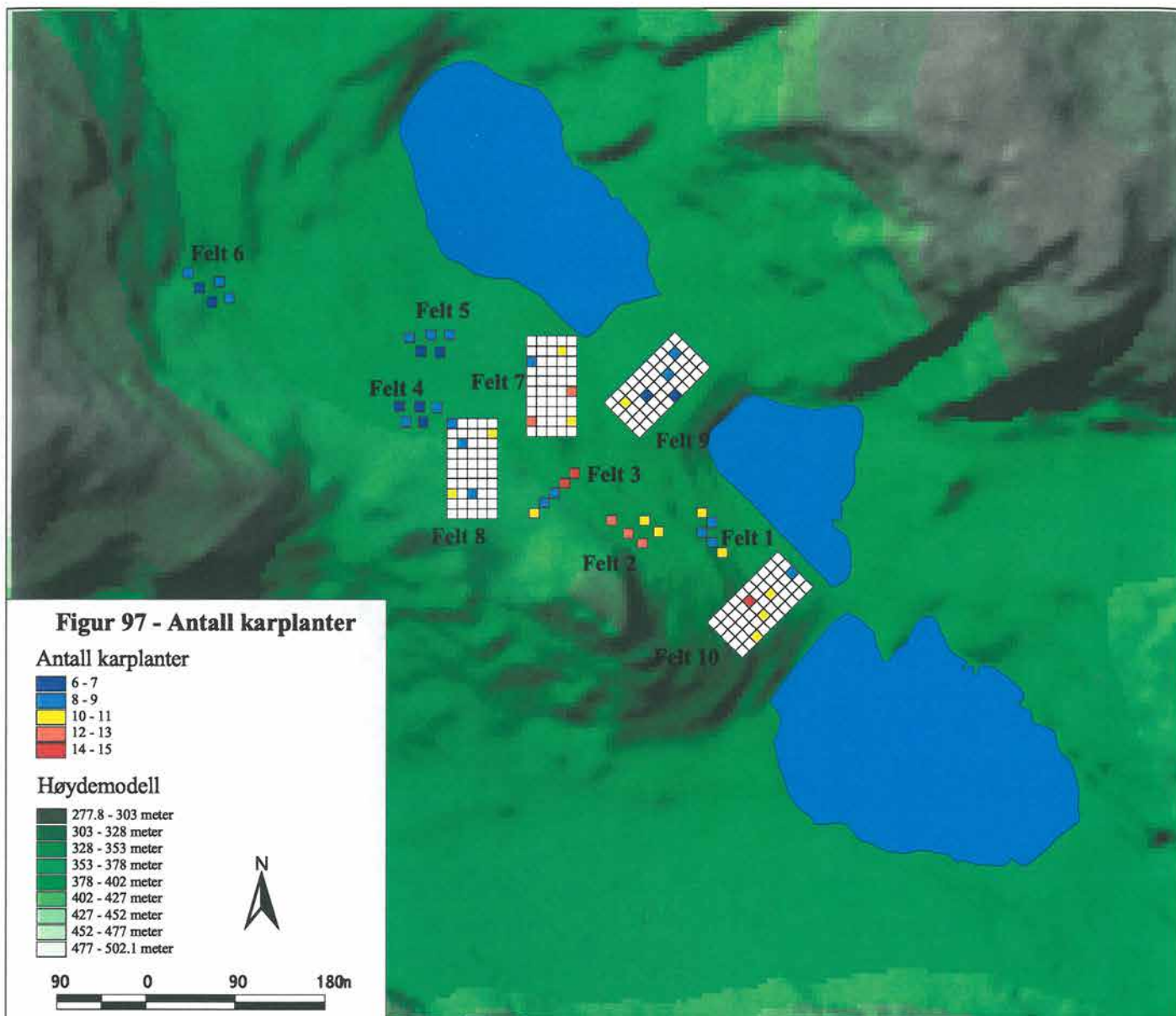
Det er relativt små endringer i artssammensetning fra 1991 til 1996 i de 30 analyserutene som er registrert begge år. For de rikere og fuktigere utformingene samt tørre utformingene har vi foreløpig ingen reanalyserte data. Vi har derfor for dårlig statistisk materiale for å studere vegetasjonsendringer. Etter reanalysering i 2001 vil vi imidlertid ha et materiale på 50 analyseruter som vil være tilstrekkelig rent statistisk.

4.7 Visualisering av terrengform i undersøkelsesområdet

En framstilling av den digitale høydemodellen er gitt i **figur 5** og **figur 97** (som inkluderer fordelingen av antall karplanter - N-VAS). Modellen gir et godt inntrykk av høyde og terrengformene i og omkring undersøkelsesområdet. Kartet gir også et inntrykk av hvordan de utlagte feltene fordeler seg i terrenget (feltene er tegnet i forstørret målestokk, men midtpunktet i feltene tilsvarer feltets reelle plassering). Felt 9 er det feltet som er utplassert lavest i terrenget

Figur 94. Art-areal kurver for hvert felt. Både artsantall og areal er plottet på \log_2 -skala. For arealet er smårutearealet (0.0625 m^2) brukt som enhet. Punktene representerer gjennomsnittsverdier for hver arealstørrelse. - Species-area curves for each macroplot. Both species number and area are plotted on a \log_2 scale. Microplot area (0.0625 m^2) is used as the areal unit. Points represent mean values for each area size.

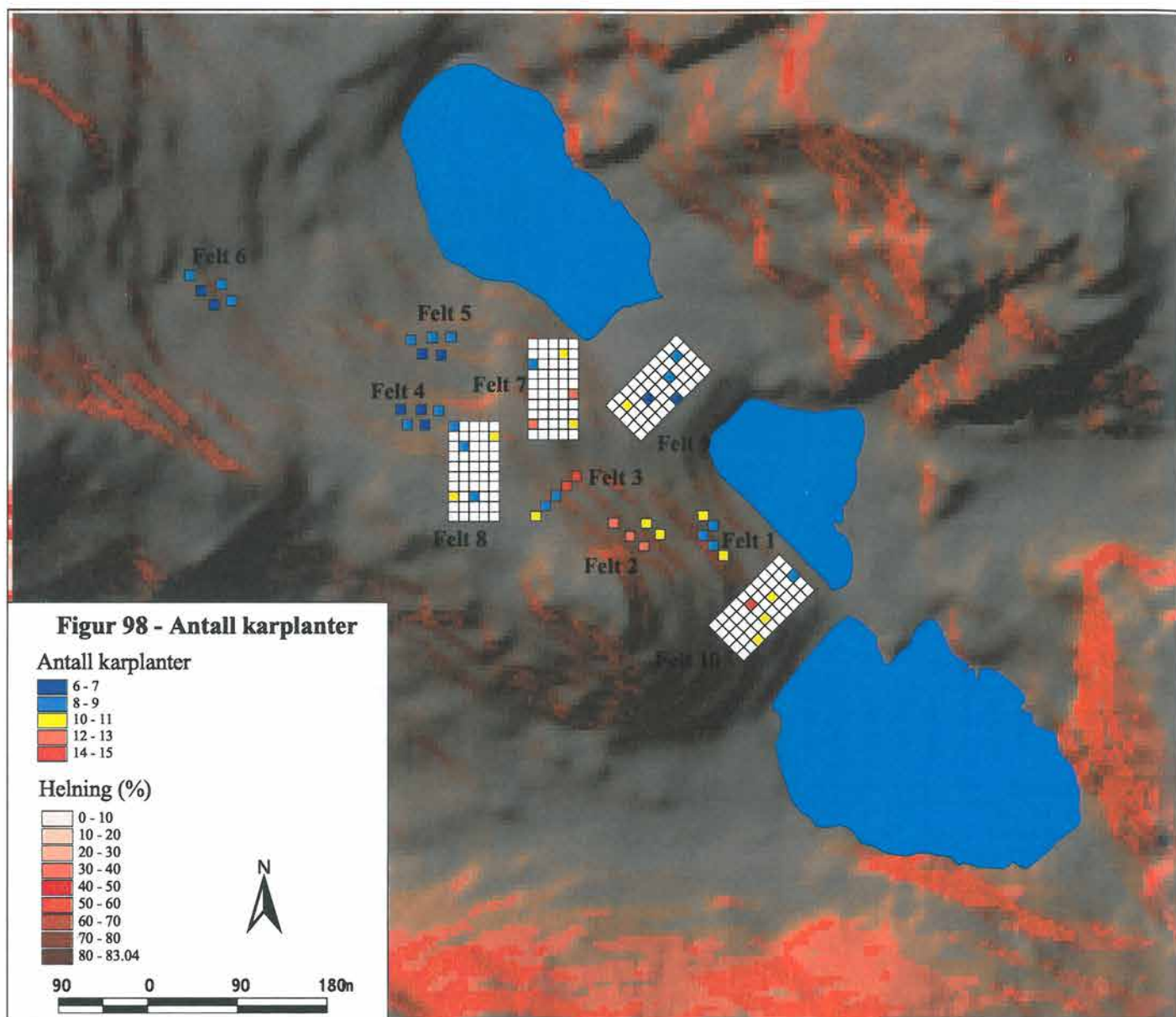




Figur 97. Antall karplanter (N-VAS) i analyserutene visualisert i en digital høydemodell over området. – Number of vascular plants in sample plots visualised in a digital elevation model.

Figur 95 (til venstre, øverst). Framgang og smårutefrekvens for artene i de reanalyserte rutene. - Increment and microplot frequency for the species in the reanalyzed plots.

Figur 96 (til venstre, underst). Stabilitet og smårutefrekvens for artene i de reanalyserte rutene. - Stability and microplot frequency for the species in the reanalysed plots.

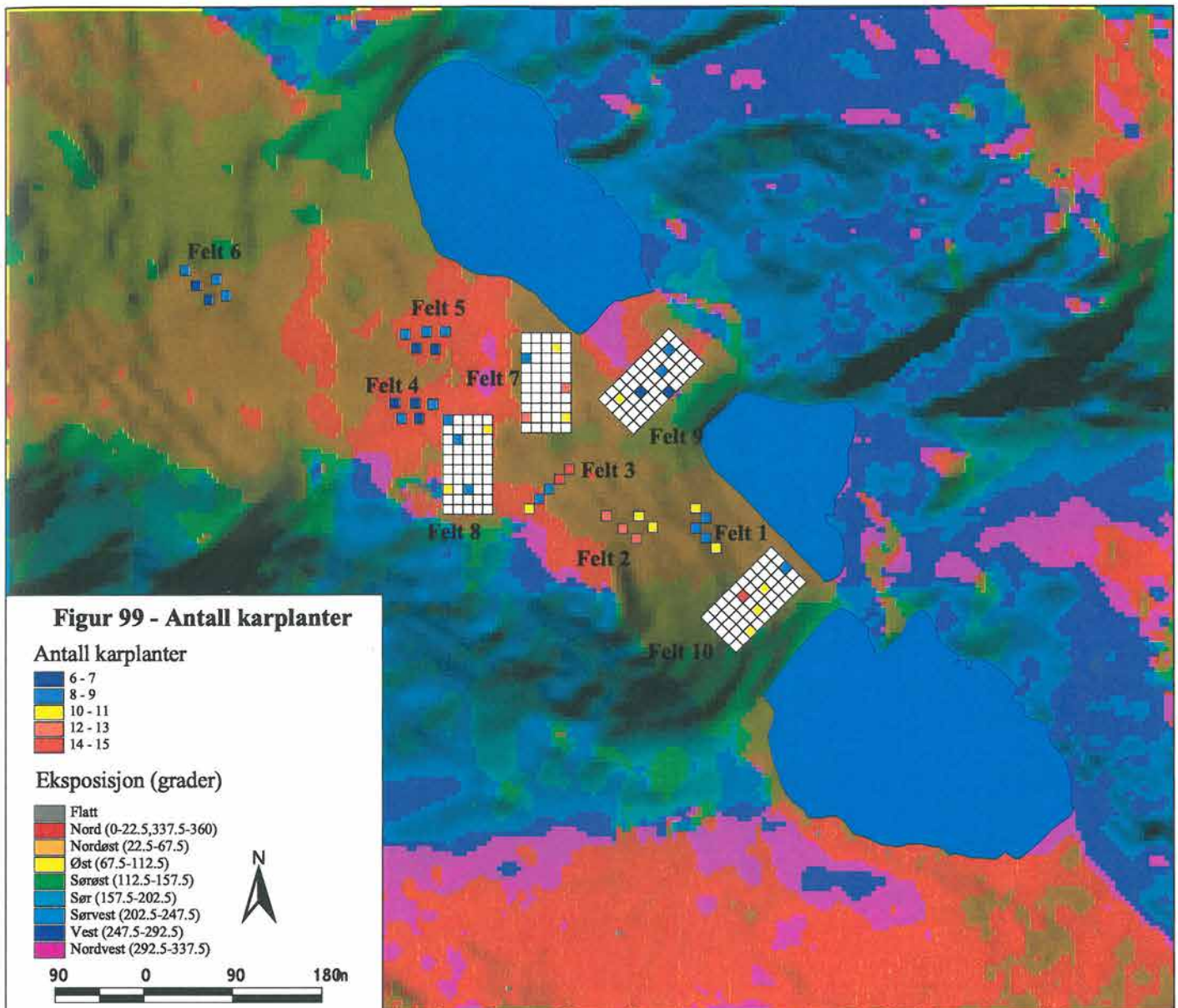


Figur 98. Antall karplanter (N-VAS) i analyserutene visualisert i en helningsmodell over området. – Number of vascular plants in sample plots visualised in a slope-map.

mens felt 6 ligger lengst inne i dalen. **Figur 98** viser en representasjon av skråningsforholdene i området. En fargesekvens viser skråningsforholdene i området hvor sterkere farge representerer større helningsprosent. Felt 1, 2, 3 og 10 ligger i et område med store skiftninger i skråningsforholdene, Felt 9 ligger ute på en flate mens resten av feltene ligger i områder med mer jevn skråning og flatere partier. Terrengets eksposisjoner er gjengitt i **figur 99**. Ut fra figuren kan vi se at alle feltene ligger i en dalside som vender mot nord til nordøst. Flate områder vil ofte gi et "urolig bilde" i et eksposisjonskart på grunn av at kun små endringer i topografien vil forandre helningsretning. Lange dalsider med ulik skråningsprosent vil derimot ofte gi en entydig eksposisjon, som i området for feltene 1,2,3 og 10. Felt 9 derimot, som ligger i et relativt flatt område, ser ut i følge modellen i å ligge i et område med store eksposisjons-skiftninger. Men disse skiftningene utgjøres av minimale høydeforskjeller.

Terrengform i forhold til vegetasjonsanalysene

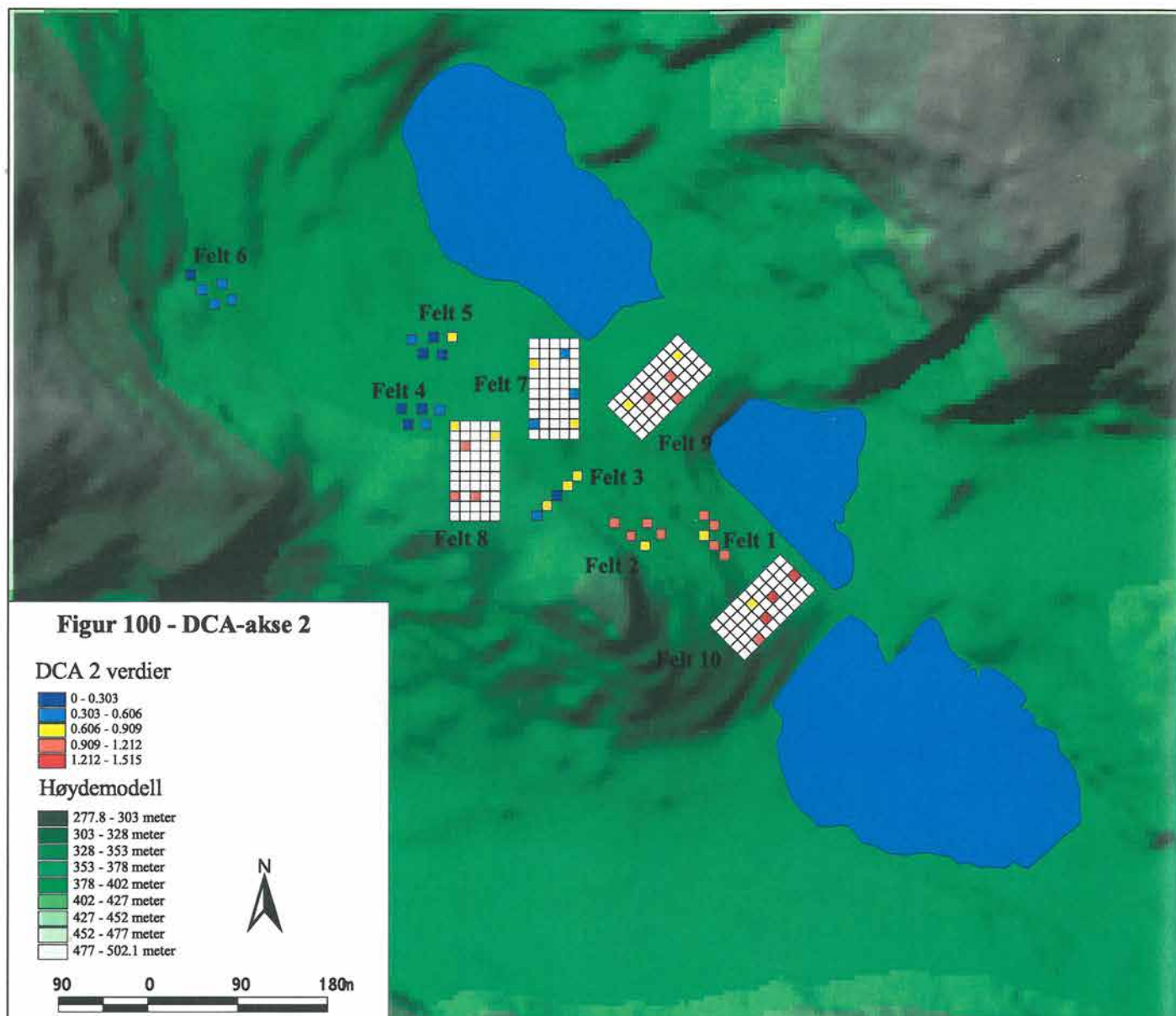
Visualiseringer av biodiversitet kontra topografi og helningsforholdene i området (se **figurene 97, 98 og 99**) viser at de mest artsri-



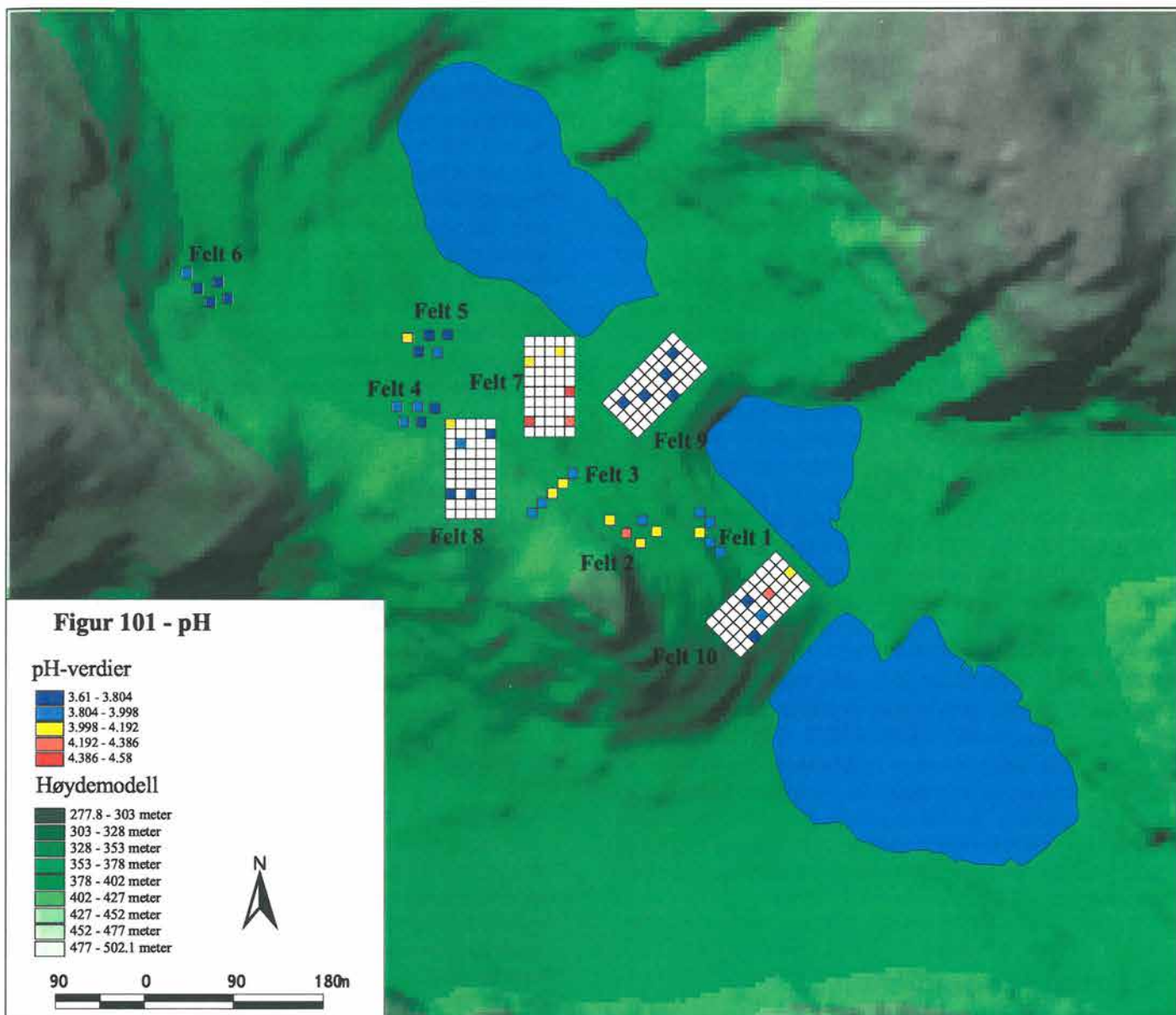
Figur 99. Antall karplanter (N-VAS) i analyserutene visualisert i en eksposisjonsmodell over området. – Number of vascular plants in sample plots visualised in a digital exposure model.

ke analyserutene med hensyn på antall høyerestående planter er knyttet til feltene 2,3,7 og 10 (visualisert med rød farge i figurene). DCA1, som er tolket som en næringsgradient, er både signifikant korrelert med mesorutas helning (Me Slo), eksposisjon (Me Asp) og biodiversitet i feltsjiktet (N-Vas). Terrengets skråninger og eksposisjoner er gjengitt i GIS-modellene for skråning (**figur 98**) og eksposisjon (**figur 99**) og kan relateres til observasjonene i feltene og analyserutene. Derimot skal man likevel være forsiktig med å trekke konklusjoner på grunnlag av dette datagrunnlaget da GIS-modellene tar utgangspunkt i et datasett på et høyere skalnivå enn det rutenalysene baserer seg på. Derimot kan visse trender observeres: De artsfattige feltene ligger i områder med liten helningsprosent ofte langt inne i dalen (eks feltene 4,5,6 og 9). Derimot har feltene 2,3 og 10, som ligger i områder med større helningsprosent og større skiftninger i topografien, større artsdiversitet.

Visualisering av ordinasjonsresultatene for henholdsvis DCA1 og DCA2 er gitt i **figurene 5** og **100**. Første ordinasjonsakse er korrelert med pH og denne parameterens verdier og fordeling i analyserutene i forhold til terrenget er visualisert i **figur 101**.



Figur 100. Beliggenheten av de 50 analyserutene visualisert i en digital høydemodell. DCA2 er visualisert i fargekoder. – A digital elevation model showing the position of the 50 permanent sample plots. DCA2 is visualised in a colour sequence.



Figur 101. Beliggenheten av de 50 analyserutene visualisert i en digital høydemodell. pH er visualisert i fargekoder. – A digital elevation model showing the position of the 50 permanent sample plots. pH is visualised in a colour sequence.

5 Diskusjon

5.1 Indirekte gradientanalyser

Multivariate numeriske metoder spiller en helt sentral rolle i samfunnsbiologiske forsknings- og overvåkningsprogrammer. I vegetasjonsøkologiske arbeider har et utvalg av ordinasjonsmetoder vist seg å være svært anvendelige til å beskrive vegetasjonsmønstre, finne gradientstrukturer, estimere β -diversitet og etter reanalyse kvantifisere vegetasjonsdynamikk (jf. Økland & Eilertsen 1993, 1996).

Det har vært betydelig diskusjon knyttet til metodikk for vegetasjonsovervåking (jf. Wilmann & Engen 1991 og Økland & Eilertsen 1993). Det er i dag stor grad av konsensus om samplingstrategi for dette arbeidet, og det er et arbeid igang om en nordisk tilnærming med tanke på økt standardisering (Eilertsen m fl. under utarb.). Med den justeringen som er utført i TOV-området i Lund er undersøkelsen, som den nå fremstår, helt i samsvar med TOV-undersøkelsene fra Gutulia (Eilertsen & Often 1994), Dividalen (Eilertsen & Brattbakk 1994) og Børgefjell (Eilertsen & Stabbetorp 1997), NINAs undersøkelser av boreale skoger på Tjeldbergodden og Terningvatn (Eilertsen & Fremstad 1994, 1995) og NIJOS-undersøkelsene i 10 boreale barskogområder (jf. T.Økland 1990, 1993, 1996).

Materialet fra Lund er basert på supplerende utlegging av analyse-ruter, slik at mest mulig floristisk og økologisk variasjon fanges opp innenfor analyseområdet. Resultatet viste at det er en betydelig større floristisk variasjon mellom analysefeltene enn innen det enkelte felt. Effekten av justeringene sees tydelig ved å sammenlikne ordinasjonsplottene fra 1991 (Brattbakk et al. 1992) med våre resultater fra 1996. I forhold til 1991 gir 1996-dataene lengre DCA-akser, noe som reflekterer at datasettet inneholder større økologisk variasjon.

5.2 Næringsgradient

Næringsforholdene er kanskje de mest interessante parametre å studere over tid i forhold til mulig endring som følge av langtransporterte luftforurensninger. Bjørkeskogene avviker noe fra de boreale barskogene, til tross for at en rekke strukturerende parametre er viktige i begge vegetasjonstypene. Edafiske forhold er noe forskjellig i de løvfellende bjørkeskogene enn i de eviggrønne barskogene. En rekke parametre er med på å strukturere disse ulikhetene; forskjell i snøforhold nær stammene, fuktighet, lystilgang og temperaturforhold, men kanskje vel så viktig forskjeller i strøtilførsel. Mens bartrærne tilfører humuslaget stadig nytt nålfall, som bidrar med en betydelig del av den naturlige jordforsuringen, bidrar løvfallet fra bjørketrærne i en betydelig grad til en jordforbedring. Bjørketrær kan med andre ord forbedre ugunstige jordtyper gjennom sine livsprosesser. Spesielt på næringsfattig mark er bjørk betraktet som en jordforbedrer (Dimbleby 1952a, b, Gardiner 1968, Miller 1984). Når det gjelder næringsstoffer viser undersøkelser at bjørkeartene er mer følsomme for endringer i jordfysiske og jordkjemiske forhold enn mange andre treslag (Perala & Alm 1990a, b). De tar opp mer mineralelementer pr. vekstenhet enn furu og gran. Undersøkelser av treslagsinnblanding i en røsslyngdominert vegetasjonsutforming viser en jordforbedring fra en lynghumus-podsol

til en sur brunjord på relativt kort tid, og en betydelig pH-forbedring på mer enn 1 pH-enhet (Miles & Young 1980, Miles 1981).

Ordinasjonsanalysen av materialet fra Lund viser at pH, fosfor og basemetning var signifikant korrelert med DCA1. Det er da nærliggende å anta at artsammensetningen langs første ordinasjonsakse styres av en næringsgradient. Arter plassert til venstre i artsordinasjonsdiagrammet som einstape (*Pteridium aquilinum*), gulaks (*Anthoxanthum odoratum* coll.) og knegras (*Danthonia decumbens*) er således tilknyttet analysefelt og -ruter med relativt god næringsstatus. I neste reanalyse vil det være viktig å følge med på vegetasjonsutviklingen langs denne gradienten da en rettet bevegelse fra rikere til fattigere vegetasjonstyper kan tolkes som en effekt av langtransportert forurensning (Eilertsen 1994). Det er også en god korrelasjon mellom yttrium og ordinasjonens førsteakse. I hovedsak kan dette forklares ut fra at felt 7 (med dominans av smørtelg (*Oreopteris limbosperma*) og med de laveste verdiene for første ordinasjonsakse) som ligger i et fuktig hvor yttriumkonsentrasjonene er høye og sansynligvis relatert til lokale forekomster av spesielle mineraler i gneissen.

Næringsvariasjonen er klart relatert til feltenes topografiske plassering, og dermed også sterkt korrelert med en fuktighetsgradient. Som helhet ligger imidlertid verdiene for viktige plantenæringsstoffer lavt, og vegetasjonen må betegnes som en fattig utforming av blåbærbjørkeskog av blåbær-skrubbær-type.

5.3 Lys

Lysforholdene for felt og bunnsjikt er generelt en funksjon av helning, eksposisjon og høyreliggende vegetasjonssjikt. Lysforholdene varierer derfor på stor skala i forhold til tresetting, størrelse på trær og avstanden fra trærne til analyseruta. Storskalavariasjonen i bjørkeskog mhp. lysforhold er derfor i stor grad korrelert med analyseflatens fordeling langs høydegradienten. På finere skala er utviklingen av busk- og feltsjiktarter av betydning.

Det viste seg at både helningen og eksposisjonen til mesorutene var de viktigste fysiske målte parametrene i forklaringen av artssammensetningen langs DCA1. Eksposisjonen var også den fysiske parameteren som var best korrelert med DCA2.

5.4 Fuktighetsgradient

De målte jordfuktighetene er korrelert med første DCA-akse. Det er derfor en stor grad av samvariasjon mellom fuktighet og næring, noe som høyst sannsynlig skyldes at begge disse styres av de topografiske forholdene rundt analyserutene.

Vegetasjonsstruktur på stor skala er for en stor del en funksjon av et begrenset sett av få regionale kompleksgradienter (Økland & Bendiksen 1985). Fuktighetsforholdene som både uttrykkes i en kompleks klimagradient og en oseanitet-kontinentalitets-gradient er særdeles viktig i denne sammenheng. Den regionale klimagradienten reflekteres i en sonal gradient som er styrt av temperatur, nedbør, snødekkets varighet, vegetasjonsperiodens lengde o.a., mens oseanitet-kontinentalitets-gradienten reflekteres i en seksjo-

nal gradient som er styrt av humiditet og forskjeller mellom laveste vintertemperatur og høyeste sommertemperatur. I dette arbeidet fra Lund er det i likhet med de andre områdene vanskelig å skille enkelte lokale gradienter fra de regionale. En rekke regionale klimaparametre vil også opptre på en finere skala som lokale parametre. Ofte vil de regionale gradientene sette rammene for den lokale variasjonen. F.eks vil områdets plassering langs oceanitet-kontinentalitetsgradienten sette en ytre grense for omfanget av de lokale temperatur og fuktighetsgradientene.

Arbeider av Carleton & Maycock (1980), Bergeron & Bouchard (1983), Kuusipalo (1983), Lahti & Väisänen (1987) og Økland & Eilertsen (1993) viser betydningen av jordfuktighet som strukturerende faktor i boreale skoger. Økland & Eilertsen (1993) vurderer artenes fordeling i ordinasjonsrommet som funksjon av forskjellige typer av fuktighet.

5.5 Tråkk- og beitepåvirkning («disturbance»)

Undersøkelsesfeltene ligger nær Urdalen som er et aktivt sauebeiteområde. Det ble imidlertid ikke oppservert noe beiting inne i undersøkelsesområde. Området er lite preget av menneskelig tråkk og forstyrrelser. Derimot er det både elg og hjort i området som det drives noe jakt på. Sannsynligvis er tråkk og beitepåvirkningen så liten at den ikke har noen betydning for vegetasjonssammensetningen i området.

5.6 Artsdiversitet

For samtlige felt er det en tilnærmet lineær sammenheng mellom antall arter og areal i intervallet fra 0.0625 m² til 5 m² når både artsantall og areal transformeres til logaritmisk skala (**figur 94**). Årsaken til den lineære sammenhengen ligger sannsynligvis i at kurvene kun går opp til et relativt lite areal (5 m²). Ved å undersøke større arealer, må en anta at kurven etterhvert vil begynne å flate ut og dermed anta en mer krum form. Generelt er artsantallet lite i forhold til areal, noe som gjenspeiler at rutene representerer en artsfattig vegetasjonstype. Økningen i diversitet med areal er temmelig parallell i de ulike feltene. Hvis den log-lineære sammenhengen mellom artsantall og areal viser seg å holde også i de øvrige TOV-områdene, kan enkle log-lineære modeller for art-areal-relasjonene ha interesse hvis biodiversitetsaspektet skal betones sterkere i TOV-sammenheng.

5.7 Vegetasjonsendringer

Ved endring av samplingdesign har vi nå etablert et overvåkningsområde med 50 analyseruter som fanger opp nærings- og fuktighetsgradientene på samme måte som de øvrige TOV-områdene samt NIJOS' intensivområder. Dette gjør det mulig å sammenligne vegetasjonsutviklingen fra disse ulike områdene. Resultatene fra 30 av analyserutene i Lund viser relativt små endringer i vegetasjonssammensetning i blåbærdominerte bjørkeskogsutforminger. Først etter reanalysering i 2001 vil vi ha grunnlag for å vurdere om vi har rettede endringer i de andre vegetasjonsutformingene. Resultater

fra NIJOS' intensivundersøkelser (Økland 1996) viser betydelige endringer i de sørligste områdene i forhold til de nordlige. I vårt datasett som foreløpig inkluderer blåbærdominerte utforminger har vi ingen tilsvarende resultater. Ved å inkludere de tørrere/fattigere og fuktigere/rikere utformingene forventer vi noe større endringer enn i blåbærdominert skog. På en annen side er det mulig at det store innslaget av bjørk i tresjiktet kan føre til en bedring av jordsmonnet (Frank et al. 1998) som igjen tilsier minimale endringer som følge av langtransporterte luftforurensninger.

5.8 GIS og topografiske modeller

I denne omgang er GIS-modellene kun brukt i visualisering av resultatene fra vegetasjonsanalysene i relasjon til ulike avledede terrengmodeller, for eksempel hvordan biodiversiteten innen analyserutene fordeler seg i forhold til de utledete terrengparametre. Det er etter hvert meningen å bruke GIS-modellene aktivt i analysene av vegetasjonen, blant annet som forklarende miljøparametre ved å etablere en kobling mellom analyserutene og terrengmodellene. Dette krever en nøyaktig kartposisjonering av feltene og analyserutene, noe som må utføres på nytt i felt, før analysene er mulig. En sammenkobling mellom analyserutene og terrengmodellene vil også kunne øke muligheten for å regionalisere resultatene fra ruteanalysen. På denne måten vil overvåkningsresultatene fra dagens feltdesign lettere kunne gis en arealorientert tolkning. I tillegg vil GIS metoder i større grad gjøre det mulig å nytte resultatene i pre-diksjonsmodeller for andre områder.

6 Sammendrag

Rapporten behandler supplerende undersøkelser og reanalyser av vegetasjon og jord fra det terrestriske overvåkingsområdet i Lund, Rogaland fylke. Området ligger i mellomboreal sone, klart oseanisk seksjon (Moen 1998). Den dominerende vegetasjonstypen i området er dominert av blåbærbjørkeskog (blåbær-skrubbær type, Fremstad 1997) i dalsidene og fattigmyr i dalbunnen.

I området er det nå utlagt 4 analyseflater av 5 x 10 m i tillegg til 6 felter som er videreført og gjenanalysert fra utleggingen av felter i 1991. Flatene er lagt for å fange opp maksimal floristisk- og økologisk variasjon innen bjørkeskogsutformingene i området.

I hver de 4 utvalgte analyseflatene fra 1996-undersøkelsen ble 5 analyseruter trukket ut, mens det i de gamle flatene er de samme rutene som ble analysert i 1991 gjenanalysert i 1996. Alle analyse-rutene ble permanent oppmerket og inventert med hensyn på karplanter og kryptogamer. I de 50 analyserutene ble 69 arter registrert; 35 karplanter (hvorav 4 treslag, 5 lyngarter, 17 urter og 9 graminider) og 34 kryptogamer (hvorav 19 bladmoser og 15 levermoser). De mest frekvente artene (norsk navn og sum av smårute-frekvens er gitt i parentes) er: *Vaccinium myrtillus* (blåbær - 779), *Deschampsia flexuosa* (smyle - 744), *Vaccinium vitis-idaea* (tyttebær - 543), *Trientalis europaea* (skogstjerne - 452), *Maianthemum bifolium* (maiblom - 386), *Pleurozium schreberi* (furumose - 363), *Dicranum majus* (blanksigd - 339), *Polytrichastrum formosum* (kystbinnemose - 311), *Rhytidiadelphus loreus* (kystkransmose - 278), *Plagiothecium undulatum* (kystjammemose - 271)

Et sett av fysiske og biotiske parametre ble målt. Humusprøver ble tatt i tilknytning til analyserutene, og analysert med hensyn på et begrenset antall kjemiske parametre.

Materialet ble behandlet numerisk, med multivariate metoder for å gi en deskriptiv beskrivelse av vegetasjonsstrukturen. Indirekte gradientanalyser ble utført med DCA, Detrended Corresponded Analysis. De 2 første DCA-aksene hadde gradientlengder på henholdsvis 2.54 og 1.79 SD-enheter. Førsteaksen hadde en egenverdi på 0.316, noe som utgjør 20.2 % av «total inertia» (= total-variasjonen i materialet). De neste aksene hadde egenverdier på 0.168, 0.052 og 0.037. Til sammen forklarer de 4 første DCA-aksene 36.7 % av variasjonen i materialet.

Ikke-parametriske korrelasjonsanalyser, Kendall's t , ble utført mellom miljøparametre og DCA-akseverdier. DCA-akse 1 var best korrelert med analyserutenes næringsstatus bl a uttrykt som pH, og grad av helning og eksposisjon. DCA-akse 2 var også signifikant korrelert med eksposisjon og nitrogen.

I Lund er det en tilnærmet lineær sammenheng mellom antall arter og areal i intervallet fra 0.0625m² til 5 m² når både artsantall og areal transformeres til logaritmisk skala, noe som gjør at artsdiversitetens arealavhengighet kan sammenlignes mellom ulike felter og analyseår ved hjelp av en enkel lineær modell med bare to parametre: én som gir uttrykk for forventet antall arter pr. smårute i feltet, og én som beskriver hvor hurtig artsantallet øker med økende areal.

Dette arbeidet fra Lund viser artenes fordeling langs forskjellige komplekse gradienter i fuktighet, næring, lys, beiting etc. Arbeidet er primært designet for å studere hvor dynamikken er størst langs disse gradientene og om endringer i artsmengder kan relateres til endringer i fysiske, biotiske og fremfor alt kjemiske parametre. Forhåpentlig vil materialet på sikt også kunne bidra til å gi økt innsikt i hvilke strukturerende prosesser som er viktigst i de boreale bjørkeskogsområdene. Disse områdene, i beltet mellom den boreale barskogen og de alpine utformingene, har en betydelig vertikalutbredelse i dal og fjordstrøk og breier seg vidt ut over fjellvidder. Norges geografiske plassering i forhold til det boreale barskogsbeltet og landets varierte topografi tilsier at det er en nasjonal oppgave å følge utviklingen av disse utformingene.

7 Summary

This report deals with supplementary investigations and resampling of vegetation and soil from the terrestrial monitoring area in Lund, Rogaland county, Mid-Norway. The area is situated within the most south-western part of the middle boreal zone, in the clearly oceanic section with superhumid climate. The dominating vegetation types were birch forest and nutrient poor mires.

Four new analysis plots, each of 5x10 m, were established in 1996. Six out of 10 analysis plots from 1991 were reselected for reanalysis in 1996. The plots were placed to intercept maximum floristic and ecological variation within the area.

Five mesoplots were randomly selected within each of four new plots registered in 1996, while 5 mesoplots were selected for reanalysis in each of the six analysis plots from 1991. All sample plots were permanently marked, and all vascular plants and cryptogams were registered. All together 69 species was registered; 35 vascular plants, 19 mosses, 15 liverworts and no lichens. The most frequent species are: (the sum of subplot frequencies are given in brackets): *Vaccinium myrtillus* (779), *Deschampsia flexuosa* (744), *Vaccinium vitis-idaea* (543), *Trientalis europaea* (452), *Maianthemum bifolium* (386), *Pleurozium schreberi* (363), *Dicranum majus* (339), *Polytrichastrum formosum* (311), *Rhytidiadelphus loreus* (278), *Plagiothecium undulatum* (271).

A set of physical and biotic parameters was measured. Humus samples were taken in connection to the mesoplots and analysed for a limited number of chemical parameters.

The material was processed numerically by using multivariate methods to describe vegetation structure. Indirect gradient analyses were performed using Detrended Correspondence Analysis (DCA). The two primer DCA axes showed gradient length of respectively 2.54 and 1.79 SD units. The eigenvalue of the first axis was 0,316, which make 20,2% of the total inertia (= the total variation in the material). The next axes had eigenvalues of 0.168, 0.052 and 0.037. Taken together, the first four DCA axes account for 36.7% of the total variation in the material.

Non-parametric correlation analyses, Kendall's τ , were performed between environmental parameters and DCA axis values. DCA axis 1 was highly correlated with the nutrient conditions of the sample plots, expressed by pH, and degree of slope and orientation. DCA axis 2 was significant correlated with orientation and nitrogen.

In Lund, the data shows an approximately linear relation between the number of species and the sampling area within the interval from 0.0625 m² to 5 m². Assuming that both the numbers and the area were transformed on a logarithmic scale, which makes it possible to compare species diversity on different scales between different analysis plots and different years, by a simple linear model with only two parameters; one describing the expected number of species pr. subplot and one describing the speed of the increase of the number of species with increasing area.

This work shows the species distribution along various complex gradients; moisture, nutrient conditions, light etc. The investigation is

primarily designed to study vegetation dynamics along these gradients and whether changes in the number of species can be related to changes in physical, biotic and, not least, chemical parameters.

This investigations from Lund demonstrate the species distribution along various complex gradients in moisture, nutrient conditions, light, grazing etc. The work is primarily designed to study the dynamics along these gradients related to changes in physical, biotic and above all chemical variables. It is hoped that the information will also contribute to an increased understanding of the most important structuring processes in areas of boreal birch forest. Particular the poorly productive subalpine types between the boreal spruce forest and the alpine types, with a considerably vertical distribution. There is a national task for Norway, owing to geographical placement, to follow the vegetation development of these unique and restricted areas in Europe.

8 Litteratur

- Bergeron, Y. & Bouchard, A. 1983. Use of groups in analysis and classification of plant communities in a section of western Quebec. - *Vegetatio* 56: 45-63.
- Bernhardsen, T. 1992. Geografiske informasjonssystemer. - Vett og viten *AVS*, Bærum.
- Braak, C.J.F. ter 1987. CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). - TNO Inst. appl. Comp. Sci., Stat. Dept Wageningen, Wageningen.
- Braak, C.J.F. ter 1990. Update notes: CANOCO version 3.10. - *Agricult. Math. Group*, Wageningen.
- Brattbakk, I., Gaare, E., Hansen, K. F. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og Lund 1991. - NINA Oppdragsmelding 131: 1-66.
- Burrough, P. A. 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. - Clarendon Press, Oxford: 1-194.
- Carleton, T.J. & Maycock, P.F. 1980. Vegetation of the boreal forest south of James Bay: Non-centered component analysis of the vascular flora. - *Ecology* 61: 1199-1212.
- Clymo, R.S. 1980. Preliminary survey of the peat-bog Hummell Knowe Moss using various numerical methods. - *Vegetatio* 42: 129-148.
- Conover, W.J. 1980. Practical nonparametric statistics. 2nd. ed. - Wiley, New York.
- Dargie, T.C.D. 1984. On the integrated interpretation of indirect site ordination: a case study using semi-arid vegetation in southeastern Spain. - *Vegetatio* 55: 37-55.
- Dimbleby, G.W. 1952a. The root sap of birch on a podsol. - *Plant and Soil* 4: 141-153.
- Dimbleby, G.W. 1952b. Soil regeneration on the north-east Yorkshire moors. - *J. Ecol.* 40: 331-341.
- Eilertsen, O. 1994. Endringer i kjemiske jordparametre i et borealt barskogsområde i Gjerstad i perioden 1988-1993. - I: Fløisand, I. & Johannessen, T., red., Lufttransporterte forurensninger. Tilførsler, virkninger og tålegrenser, NILU OR 17/94: 149-152.
- Eilertsen, O. & Fremstad, E. 1994. Miljøovervåking Tjeldbergodden, jord- og vegetasjonsundersøkelser. - NINA Oppdragsmelding 278: 1-30.
- Eilertsen, O. & Fremstad, E. 1995. Miljøovervåking på Tjeldbergodden og Terningvatn, jord- og vegetasjonsundersøkelser 1993-94. - NINA Oppdragsmelding 391: 1-38.
- Eilertsen, O. & Brattbakk 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.
- Eilertsen, O. & Pedersen, O. 1989. Virkning av nedveining og artsfjerning ved DCA-ordinasjon av vegetasjonsøkologiske datasett. - Univ. Trondheim, Vitensk. mus. Rapp. bot. Ser. 1988-1: 5-18.
- Eilertsen, O. & Stabbetorp, O. E. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark. - NINA Oppdragsmelding 408: 1-84.
- Eilertsen, O., Økland, R.H., Økland, T. & Pedersen, O. 1990. Data manipulation and gradient length estimation in DCA ordination. - *J. Veg. Sci.* 1: 261-270.
- Eilertsen, O., Stabbetorp, O. E., Aarrestad, P. A. & Bakkestuen, V. 1998. Skogkalking med grovdolomitt - effekter på vegetasjon. - *Aktuelt fra skogforskningen* 2/98: 35-44.
- Fenstad, G.U., Walløe, L. & Wille, S.Ø. 1977. Three tests for regression compared by stochastic simulation under normal and heavy tailed distribution of errors. - *Scand. J. Statist.* 4: 31-34.
- Frank, J., Stabbetorp, O. E., Frivold, L. H. & Eilertsen, O. 1998. Bjørkeinnblanding i barskog - effekter på jordforsuring, vegetasjonsutvikling og skogens vekst. - *Aktuelt fra skogforskningen* 2/98: 45-53.
- Fremstad, E. 1992. Virkninger av nitrogen på heivegetasjon. En litteraturstudie. (Impacts of nitrogen on heath vegetation. A literature study). - NINA Oppdragsmelding 124: 1-44.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. - NINA temahefte 12: 1-279.
- Frisvoll, A. A., Elvebakk, A., Flatberg, K. I. & Økland, R. H. 1995. Sjekkliste over norske mosar. Vitskapleg og norsk namneverk. - NINA Temahefte 4: 1-104.
- Fægri, K. 1960. Maps of distribution of Norwegian vascular plants. I. Coast plants. University Press, Oslo. 134 s., 54 pl.
- Gardiner, A.S. 1968. The reputation of birch for soil improvement. A literature review. - Forestry Commission Research and development Paper 67. HMSO London.
- Giltrap, D.G. 1983. Computer production of soil maps, I. Production of grid maps by interpolation. - *Geoderma* 29: 295-311.
- Jensén, S. 1978. Influences of transformation of cover values on classification and ordination of lake vegetation. - *Vegetatio* 37: 19-31.
- Jones, C. 1997. Geographical Information Systems and Computer Cartography. - Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- Jongman, R.G.H., ter Braak, C.J.F. & van Tongeren, O.F.R (eds.). 1987. Data analysis in community and landscape ecology. - Pudoc, Wageningen. 1 - 299.
- Keckler, O. 1996. SURFER for Windows, v. 6. - Golden Software inc., Golden.
- Kriege, D.G. 1967. Two dimensional weighted moving average trend surfaces for ore evaluation. - *J. S. Afr. Inst. Min. Metall.* 66: 13-38.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. - Universitetsforlaget, Oslo.
- Kuusipalo, J. 1983. Distribution of vegetation on mesic forest sites in relation to some characteristics of the three stand and soil fertility. - *Silva fenn.* 17: 403-418.
- Lahti, T. & Väisänen, R.A. 1987. Ecological gradients of boreal forests in south Finland: an ordination test of Cajander's forest site type theory. - *Vegetatio* 68: 145-156.
- Legendre, P & Fortin, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. - *Vegetatio* 80: 107-138.
- Lid, J. & Lid, D.T. 1994. Norsk flora. 6. Utgåve ved Reidar Elven. - Det norske samlaget, Oslo.

- Løbersli, E. M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. - DN-Rapport 8-1989: 1-98.
- Maarel, E. van der 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. - *Vegetatio* 39: 97-114.
- Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its application. *Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau*. - Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Miles, J. 1981. Effect of birch on moorlands. - Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge, Great Britain. 18pp.
- Miles, J. & Young, W.F. 1980. The effects on heathland and moorland soils in Scotland and northern England following colonization by birch (*Betula* spp.). - *Bull. Ecol.* 11: 233-242.
- Miller, H.G. 1984. Nutrient cycles in birchwoods. - *Proc. Roy. Soc. Edinburgh* 85B: 83-96.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. - Statens kartverk, Hønefoss.
- Myklebost, H. E. 1996. En populasjonsøkologisk undersøkelse av *Pedicularis oederi* L. (gullmyrklegg) i Grøddalen, Møre og Romsdal. - Hovedfagsoppgave NTNU.
- Norusis, M.J. 1990. SPSS/PC+ advanced statistics 4.0. - SPSS Inc., Chicago.
- Ogner, G., Opem, M., Remedios, G., Sjøtveit, G. & Sørlie, B. 1991. The chemical analysis program of the Norwegian Forest Research Institute. - NISK, Ås.
- Owen, D.B. 1962. Handbook of statistical tables. - Addison-Wesley, Reading, Mass.
- Parker, K.C. 1988. Environmental relationships and vegetation associates of columnar cacti in the northern Sonoran desert. - *Vegetatio* 78:125-140.
- Pedersen, O. 1988. Biological data program/PC. Version 1.01. Brukerveiledning. - VegeDataConsult, Oslo.
- Perala, D.A. & Alm, A.A. 1990a. Reproductive ecology of birch: a review. - *Forest Ecology and Management* 32: 1-38.
- Perala, D.A. & Alm, A.A. 1990b. Regeneration silviculture of birch: a review. - *Forest Ecology and Management* 32: 39-77.
- Ripley, B.D. 1981. Spatial statistics. - John Wiley & Sons, New York: 1-252.
- Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge, M 1 : 1 mill. - NGU.
- Smartt, P.F.M., Meacock, S.E. & Lambert, J.M. 1974a. Investigations into properties of quantitative vegetation data. - *J. Ecol.* 62: 735-759.
- Smartt, P.F.M., Meacock, S.E. & Lambert, J.M. 1974b. Investigations into properties of quantitative vegetation data. II.- Further data comparisons. - *J. Ecol.* 64: 47-78.
- Steinnes, A. 1988. Vern og skjøtsel av lynchhei i Rogaland. - Øko-forsk Rapp. 1988-1: 1-119.
- Stuart, A. 1956. The efficiencies of test of randomness against normal regression. - *J. am. Stat. Ass.* 51: 285-287.
- Webster, R. 1985. Quantitative spatial analysis of soil in the field. - I: Stewart, B.A. (red.), *Advances in Soil Science*, vol. 3, Springer, New York, s. 2-70.
- Westhoff, V. & Maarel, E. van der. 1978. The Braun-Blanquet approach. - I: Whittaker, R. H., red., *Classification of plant communities*, Junk, the Hague, s. 287-399.
- Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Valg av rutestørrelse og analysemetode - metode for de faste prøveflatene. - NINA Oppdragsmelding 91: 8-12.
- Økland, R.H. 1986. Rescaling of ecological gradients. I. Calculation of ecological distance between vegetation stands by means of their floristic composition. - *Nord. J. Bot.* 6: 651-660.
- Økland, R.H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. - *Sommerfeltia* Suppl. 1: 1-233.
- Økland, R.H. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i gran-skog i overvåkingområdet Solhomfjell, 1993. - DN-utredning 1994-5.
- Økland, R.H. & Bendiksen, E. 1985. The vegetation of the forest-alpine transition in Grunningsdalen, S. Norway. - *Sommerfeltia* 2: 1-224.
- Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation - environment relationships of boreal coniferous forests in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. - *Sommerfeltia* 16: 1-254.
- Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1996. Dynamics of understory vegetation in an old-growth boreal coniferous forest, 1988-1993. - *J. Veg. Sci.* 7: 747-762.
- Økland, T. 1990. Vegetational and ecological monitoring of boreal forest in Norway. I. Rausjømarka in Akerhus county, SE Norway. - *Sommerfeltia* 10: 1-52.
- Økland, T. 1993. Vegetasjonsøkologisk overvåking av barskog i Gutulia nasjonalpark. Rapport nr 6/93. - Norsk Inst. Jord-Skogkartlegging, Ås.
- Økland, T. 1996. Vegetation-environment relationships of boreal spruce forest in ten monitoring reference areas in Norway. - *Sommerfeltia* 22: 1-349.

Vedlegg

Vedlegg 1

Oversikt over artsforkortelser, vitenskapelige navn og norske artsnavn.
Survey of species abbreviations, Norwegian names and scientific names.

Artsforkortelse	Latinske navn	Norske navn
Betu pub	<i>Betula pubescens</i> ssp. <i>pubescens</i>	Bjørk
Juni com	<i>Juniperus communis</i>	Einer
Popu tre	<i>Populus tremula</i>	Osp
Sorb auc	<i>Sorbus aucuparia</i> ssp. <i>aucuparia</i>	Rogn
Call vul	<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng
Empe nig	<i>Empetrum nigrum</i> ssp. <i>nigrum</i>	Krekling
Vacc myr	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blåbær
Vacc uli	<i>Vaccinium uliginosum</i> ssp. <i>uliginosum</i>	Blokkebær
Vacc vit	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Tyttebær
Anem nem	<i>Anemone nemorosa</i>	Kvitveis
Blec spi	<i>Blechnum spicant</i>	Bjønnkam
Corn sue	<i>Cornus suecica</i>	Skrubbaer
Dryo exp	<i>Dryopteris expansa</i>	Sauetelg
Gymn dry	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Fugletelg
Hupe sel	<i>Huperzia selago</i> ssp. <i>Selago</i>	Lusegras
Linn bor	<i>Linnaea borealis</i>	Linnea
List cor	<i>Listera cordata</i>	Småtvleblad
Lycy ann	<i>Lycopodium annotinum</i> ssp. <i>Annotinum</i>	Stri kråkefot
Maia bif	<i>Maianthemum bifolium</i>	Maiblom
Mela pra	<i>Melampyrum pratense</i>	Stormarimjelle
Oreo lim	<i>Oreopteris limbosperma</i>	Smørtelg
Oxal ace	<i>Oxalis acetosella</i>	Gjøkesyre
Pheg con	<i>Phegopteris connectilis</i>	Hengeving
Pote ere	<i>Potentilla erecta</i>	Tepperot
Pter aqu	<i>Pteridium aquilinum</i>	Einstape
Trie eur	<i>Trientalis europaea</i>	Skogstjerne
Agro cap	<i>Agrostis capillaris</i>	Engkvein
Anth odo	<i>Anthoxanthum odoratum</i> coll.	Gulaks
Cala pur	<i>Calamagrostis purpurea</i>	Skogrørkvein
Care pil	<i>Carex pilulifera</i>	Bråtestarr
Dant dec	<i>Danthonia decumbens</i>	Knegras
Desc fle	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Smyle
Luzu pil	<i>Luzula pilosa</i>	Hårfrytle
Luzu syl	<i>Luzula sylvatica</i>	Storfrytle
Moli cae	<i>Molinia caerulea</i>	Blåtopp
Dicr fus	<i>Dicranum fuscescens</i>	Bergsigd
Dicr maj	<i>Dicranum majus</i>	Blanksigd
Dicr pol	<i>Dicranum polysetum</i>	Krussigd
Dicr sco	<i>Dicranum scoparium</i>	Ribbesigd
Hylo umb	<i>Hylocomiastrum umbratum</i>	Skyggemose
Hylo spl	<i>Hylocomium splendens</i>	Etasjemose
Hypn cup	<i>Hypnum cupressiforme</i>	Matteflette
Leuc gla	<i>Leucobryum glaucum</i>	Blåmose
Plag lae	<i>Plagiothecium laetum</i> coll.	Glansjammemose
Plag und	<i>Plagiothecium undulatum</i>	Kystjammemose
Pleu sch	<i>Pleurozium schreberi</i>	Furumose
Poly for	<i>Polytrichastrum formosum</i>	Kystbinnemose
Poly lon	<i>Polytrichastrum longisetum</i>	Brembinnemose
Ptil cri	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	Fjærmose
Rhyt lor	<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	Kystkransmose
Sani unc	<i>Sanionia uncinata</i>	Klobleikmose
Spha cap	<i>Sphagnum capillifolium</i>	Furutorvmose
Spha qui	<i>Sphagnum quinquefarium</i>	Lyngtorvmose
Tetr pel	<i>Tetraphis pellucida</i>	Firtannmose
Barb flo	<i>Barbilophozia floerkei</i>	Lyngskjeggmose
Barb lyc	<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	Gåsefotskjeggmose
Caly mue	<i>Calypogeja muelleriana</i>	Sumpflak
Caly nee	<i>Calypogeja neesiana</i>	Torvflak
Caly sp.	<i>Calypogeja</i> sp.	Flakmose
Ceph sp.	<i>Cephalozia</i> sp.	Glefsmose
Chil coa	<i>Chiloscyphus coadunctus</i>	Totannblonde
Chil pro	<i>Chiloscyphus profundus</i>	Stubbeblonde
Dipl tax	<i>Diplophyllum taxifolium</i>	Bergfoldmose
Lepi rep	<i>Lepidozia reptans</i>	Skogkrekmose
Loph obt	<i>Lophozia obtusa</i>	Buttflik
Loph ven	<i>Lophozia ventricosa</i>	Grokornflik
Ptil cil	<i>Ptilidium ciliare</i>	Bakkefrynse
Scap sp.	<i>Scapania</i> sp.	Tvibladmose
Trit qui	<i>Tritomaria quinqueidentata</i>	Storhoggtann

Vedlegg 2

Miljøparametre målt i 50 analyseruter.

Environmental parameters measured in 50 sample plots.

Økologiske variable		Lund 1996									
FELTNR		1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Rutenr		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sme	cm	4	47.5	5	8	18	11	3	1	9	20.5
Smi	cm	0	3	1	2	3	1	0	1	2	4
Sma	cm	16	69	12	56	46	61	51	31	37	45
Me Slo	°	29	26	20	19	18	17	20	27	23	8
Me Asp	°	42	35	56	52	30	81	55	58	6	64
Rin		0.297	0.332	0.467	0.471	0.455	0.581	0.465	0.380	0.395	0.626
CB	%	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
CC	%	85	70	75	50	60	80	40	80	70	80
CD	%	25	20	25	35	15	7	10	25	7	1
CN		10	20	5	10	15	10	50	5	20	20
REL1		8	7	5	3	7	6	12	11	5	7
REL2		3	3	1	4	2	6	5	4	6	7
ME Ter		0.250	-0.063	-0.438	-0.313	-0.063	0.000	-0.438	-0.438	0.063	0.063
ME Une		1.933	1.129	1.196	2.096	1.396	0.667	1.729	0.529	0.596	0.463
N-VAS		9	10	10	9	8	10	11	12	13	13
N-BRY		13	11	16	13	13	10	14	7	11	2
ME Moist	%	15.75	9.4	18	23.25	17.225	9	21.35	13.55	13.9	20.4
LOI	g/l	82.58	91.06	73.87	62.12	73.30	51.39	64.35	38.40	40.59	67.78
E3PH		3.97	3.88	3.84	3.81	4	4.05	3.95	4.09	4.2	4.01
E6PH		3.04	3.03	3.07	2.97	3.21	3.25	3.17	3.27	3.42	3.13
AL	mmol/kg	80.09	43.73	105.67	104.1	112.93	134.31	105.98	115.73	243.65	208.87
AS	µmol/kg	80		193	150		144	80	87	212	79
B	µmol/kg	172	208								178
BA	µmol/kg	342	332	287	307	230	166	317	129	148	256
CA	mmol/kg	55.8	71	33.3	36.3	59	28.2	43.5	22.7	16.4	32.3
CD	µmol/kg	20	21	12	20	11					
CO	µmol/kg			25	23	31	27	29	43	37	34
CR	µmol/kg	83	76	91	93	130	124	104	130	184	98
CU	µmol/kg	499	380	324	474	399	375	282	275	263	379
FE	mmol/kg	41.11	32.15	59.05	64.02	116.86	90.07	65.17	167.47	185	58
GA	µmol/kg					83			111	157	
K	mmol/kg	28.9	24.2	14.7	19.6	24.1	20.6	22.6	15.8	19.8	20
LI	µmol/kg									259	
MG	mmol/kg	42.4	50.9	31.4	33.8	44.3	25.5	42.2	23.4	25.5	27.3
MN	mmol/kg	0.94	1.77	1.24	0.84	1.28	1.35	1.46	1.43	0.87	1.21
MO	µmol/kg										
N	mmol/kg	1473	1543	1160	1206	1264	1132	1289	734	669	1328
NA	mmol/kg	10.1	6.47	6.74	8.04	6.95	5.1	6.79	4.18	5.2	6.25
NI	µmol/kg	147	134	101	135	144	107	94	79	71	124
P	mmol/kg	26.4	24.6	23.7	26	27.1	25	25.2	15.7	19	26.4
PB	µmol/kg	1068	837	964	1248	942	622	763	333	469	1002
S	mmol/kg	74.1	71.24	51.05	56.61	63.65	54.13	61.34	31.28	38.73	61.99
SC	µmol/kg										
SE	µmol/kg			297	198	428	277	211	579	593	250
SN	µmol/kg	75		90	85	96	71	82	82	64	66
SR	µmol/kg	288	336	188	194	245	131	218	102	83	164
TI	µmol/kg	1948	1541	2587	2501	5059	4194	3706	7475	10297	3152
V	µmol/kg	222	223	255	228	465	390	259	586	659	259
Y	µmol/kg	10	11	19	21	18	23	40	24	40	43
ZN	µmol/kg	1626	2049	1227	1188	1632	1047	1616	791	625	1143
E1H	mmol/kg	113	117.9	106.7	107.5	91.2	74	85.5	57.2	89.5	136.9
E1AL	mmol/kg	8	3.34	15.72	13.08	8.81	14.01	9.56	8.86	26.72	32.62
E1B	µmol/kg										
E1BA	µmol/kg	295	293	261	241	181	119	267	89	71	186
E1C	mmol/kg	446	614	390	339	481	402	458	306	313	415
E1CA	mmol/kg	51.18	65.19	31.56	29.68	51.07	22.73	38.49	18.42	9.84	24.95
E1FE	mmol/kg	0.43	0.44	0.48	0.65	1.41	0.87	0.77	2.66	2.39	0.75
E1K	mmol/kg	23.53	19.84	10.84	12.33	16.27	11.84	14.92	7.19	6.36	10.18
E1MG	mmol/kg	36.72	45	26.3	25.84	32.83	16.27	32.37	12.51	6.98	17.17
E1MN	mmol/kg	0.67	1.57	0.86	0.44	0.88	0.73	0.93	0.83	0.35	0.72
E1NA	mmol/kg	8.96	5.81	5.85	6.26	5.58	3.52	5.37	2.53	2.9	4.45
E1P	mmol/kg	4.69	4.2	3	3.68	2.83	2.22	3.7	0.95	0.4	2.07
E1S	mmol/kg	4.33	5.15	3.78	3.63	4.17	3.73	3.61	2.42	2.93	3.25
E1SI	µmol/kg	468	451	379	330	373	423	491	411	597	476
E1SR	µmol/kg	265	307	182	158	210	103	193	77	44	124
E1ZN	µmol/kg	1254	1608	1071	825	1127	642	1267	538	316	708
E1KAP	mmol(+)/kg	322.7	367.1	240.9	238	282.6	168.8	249.3	130.5	133.1	237.2
E1BASEM	%	64.6	67	55	54.5	67.1	55.3	65	54.9	32.2	41.7

forts. vedlegg 2

Miljøparametre målt i 50 analyseruter.

Environmental parameters measured in 50 sample plots.

Økologiske variable											
FELTNR		3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Rutenr		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sme	cm	34.5	27.5	32	23	14.5	19.5	32.5	6.5	18.5	31.5
Smi	cm	2	1	1	0	1	7	1	1	1	4
Sma	cm	57	57	59	49	43	48	48	11	43	45
Me Slo	°	26	24	22	23	25	20	13	24	11	19
Me Asp	°	34	43	42	37	32	26	25	33	345	352
Rin		0.331	0.377	0.406	0.383	0.345	0.423	0.530	0.362	0.596	0.486
CB	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC	%	80	70	80	60	70	70	60	50	50	60
CD	%	25	7	25	25	15	12	5	25	40	27
CN		10	25	7	20	20	20	40	20	25	15
REL1		7	6	7	12	8	15	8	10	6	9
REL2		2	3	6	6	8	5	7	3	3	1
ME Ter		0.000	-0.063	-0.438	0.000	0.000	-0.313	-0.188	-1.063	0.063	-0.063
ME Une		0.400	0.996	0.663	0.400	0.933	0.763	0.163	1.396	0.996	0.063
N-VAS		14	15	8	8	10	8	7	7	7	9
N-BRY		13	14	10	9	8	8	10	12	12	8
ME Moist	%	29.025	27.8	25.575	27.15	34.4	27.05	32.65	31.725	40.875	43.85
LOI	g/l	59.73	54.50	45.33	57.03	39.35	90.55	60.75	88.07	82.58	73.28
E3PH		3.99	4.05	4.03	3.97	3.92	3.78	3.91	3.82	3.78	3.86
E6PH		3.21	3.3	3.24	3.17	3.09	3.01	3.15	3.11	3.03	3.13
AL	mmol/kg	120.4	156.36	175.5	97.46	54.82	44.59	126.5	75.92	60.06	86.77
AS	µmol/kg	172	160	215	85	91	209	181	278	160	170
B	µmol/kg						213		292	126	
BA	µmol/kg	192	140	135	189	134	495	218	422	300	337
CA	mmol/kg	46	28.5	20.9	35.8	23.8	82.3	36.7	73.6	56.8	48.5
CD	µmol/kg										
CO	µmol/kg	32	27	22	22						24
CR	µmol/kg	137	162	152	107	77	60	138	95	82	100
CU	µmol/kg	368	289	320	267	278	385	251	418	383	375
FE	mmol/kg	114.43	138.65	179.35	85.79	53.23	33.2	124.48	45.96	45.09	75.37
GA	µmol/kg		101	123				100			
K	mmol/kg	21.2	12.3	15.9	18	11.8	20.8	16.1	20.7	17.1	17.8
LI	µmol/kg		211	200							
MG	mmol/kg	37.5	29.8	24.6	28.1	19.2	59.5	26.9	63	46	36.5
MN	mmol/kg	1.1	0.86	0.86	1.22	0.61	0.44	1	1.12	0.71	1.28
MO	µmol/kg										
N	mmol/kg	993	853	875	917	628	1476	1071	1548	1326	1241
NA	mmol/kg	6.87	5.55	4.73	4.91	4.17	10.55	5.55	10.58	7	6.48
NI	µmol/kg	98	81	94	99	55	135	76	118	118	104
P	mmol/kg	22.8	18.8	19.7	20.4	13.4	28	22.3	32.3	26.7	28.7
PB	µmol/kg	666	584	485	482	437	936	555	1485	1091	993
S	mmol/kg	54.39	37.95	39.68	43.71	29.52	80.65	48.32	85.42	69.47	60.59
SC	µmol/kg										
SE	µmol/kg	404	465	517	271	156		360	201		231
SN	µmol/kg	75	118	86	88	61	88	98	108	74	104
SR	µmol/kg	189	123	105	147	118	454	160	383	294	227
TI	µmol/kg	5576	5625	6312	4003	2670	1273	5545	2354	2251	3273
V	µmol/kg	533	502	541	336	247	227	478	314	273	332
Y	µmol/kg	24	29	24	19	29	9	24	26	13	18
ZN	µmol/kg	1312	836	945	968	997	2103	1025	2386	2247	1701
E1H	mmol/kg	86.5	96.3	103	84.1	54.1	124	102.2	106.1	107.7	84.9
E1AL	mmol/kg	11.41	21.5	24.54	9.3	4.34	3.86	17.54	6.25	5.68	8.32
E1B	µmol/kg							103			
E1BA	µmol/kg	133	118	87	156	96	447	177	382	274	287
E1C	mmol/kg	462	364	371	394	230	432	454	494	448	416
E1CA	mmol/kg	37.14	26.56	16.11	32.57	19.25	76.39	32.78	68.09	52.96	42.44
E1FE	mmol/kg	2.15	1.93	3.22	1.5	0.63	0.34	2.67	0.33	0.55	0.56
E1K	mmol/kg	11.8	8.61	10.16	11.74	6.82	18.14	11.16	15.66	13.49	13.22
E1MG	mmol/kg	23.82	20.49	11.8	20.11	13.83	54.61	19.91	57.02	41.74	29.37
E1MN	mmol/kg	0.55	0.5	0.35	0.91	0.27	0.25	0.67	0.9	0.49	1
E1NA	mmol/kg	4.56	4.7	3	3.45	2.86	9.93	4.07	9.65	6.27	5.35
E1P	mmol/kg	1.87	0.87	0.83	2.44	1.8	5.82	1.54	6.39	4.77	3.83
E1S	mmol/kg	3.57	3.02	2.96	3.38	1.92	3.65	3.57	4.32	3.85	3.25
E1SI	µmol/kg	448	682	456	335	329	295	349	423	301	326
E1SR	µmol/kg	150	119	83	133	96	427	142	362	279	203
E1ZN	µmol/kg	897	661	618	734	730	1616	751	1842	1889	1279
E1KAP	mmol(+)/kg	225.9	204.7	172.7	206.4	130.5	414.5	224.2	383.5	317.9	249.1
E1BASEM	%	61.2	52.5	39.9	58.4	58.1	70	53.8	71.9	65.8	65.1

forts. vedlegg 2

Miljøparametre målt i 50 analyseruter.

Environmental parameters measured in 50 sample plots.

Økologiske variable											
FELTNR		5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Rutenr		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sme	cm	10	23	18	9.5	16.5	13	25	12.5	19.5	6.5
Smi	cm	1	11	8	1	7	8	8	6	4	1
Sma	cm	24	34	41	17	36	48	54	27	52	16
Me Slo	°	1	14	0	16	17	20	18	12	15	9
Me Asp	°	27	20		24	20	52	44	50	52	35
Rin		0.695	0.516	0.707	0.485	0.470	0.457	0.469	0.561	0.525	0.590
CB	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC	%	90	65	80	60	60	60	65	70	70	60
CD	%	1	7	10	20	40	7	5	20	2	10
CN		30	30	10	30	5	30	30	15	30	30
REL1		5	10	5	10	11	8	11	7	5	8
REL2		2	6	3	6	5	0	3	4	5	3
ME Ter		0.063	0.063	-0.063	0.375	0.125	-0.125	0.125	-0.500	-0.063	0.250
ME Une		0.063	0.063	0.463	1.850	0.250	1.050	1.050	1.467	1.129	1.133
N-VAS		8	9	8	6	6	8	9	7	7	9
N-BRY		6	10	8	11	9	12	8	11	10	9
ME Moist	%	34.975	35.5	24.85	28.575	23.175	27.15	23.425	30.35	20.75	27.925
LOI	g/l	87.73	94.57	82.90	89.31	85.05	95.08	92.26	92.79	80.77	80.98
E3PH		3.75	3.61	4.15	3.92	3.7	3.79	3.69	3.7	3.76	3.91
E6PH		3.04	2.86	3.33	3.18	2.94	2.94	2.89	2.9	2.96	3.14
AL	mmol/kg	66.36	57.2	481.88	63.36	78.44	54.73	69.06	71.88	93.59	51.89
AS	µmol/kg	198	196	365	125	186	207	100	168	204	
B	µmol/kg	246	185		280	239		229	312		
BA	µmol/kg	465	509	188	265	478	339	284	346	277	240
CA	mmol/kg	69.4	65	18	86.1	57.7	74.5	57.2	72	52.2	71.6
CD	µmol/kg				12		16	18	21	19	13
CO	µmol/kg										
CR	µmol/kg	79	54	96	79	74	70	62	54	82	86
CU	µmol/kg	342	343	326	447	317	380	333	287	399	383
FE	mmol/kg	39.22	28.1	57.13	32.62	40.24	26.41	30.82	33.21	54.12	43.43
GA	µmol/kg										
K	mmol/kg	21.4	17.5	15.3	16.9	18	13.7	16.3	16.3	20.4	17.1
LI	µmol/kg										
MG	mmol/kg	46.5	66.4	16.5	57.5	46.3	59.7	47.7	50.7	39.5	47.6
MN	mmol/kg	1.21	0.41	0.48	0.72	0.75	1.5	0.46	0.8	0.83	0.94
MO	µmol/kg										
N	mmol/kg	1515	1457	1458	1328	1208	1117	1277	1269	1121	1173
NA	mmol/kg	8.67	13.91	6.35	7.6	9.26	18.15	10.76	9.54	6.79	9.03
NI	µmol/kg	124	91	102	123	104	109	94	102	101	116
P	mmol/kg	33.5	30.9	36.7	31.9	29	22.1	26.2	26.1	23.5	21.8
PB	µmol/kg	1186	1363	700	1539	1280	1385	1296	1317	1397	1116
S	mmol/kg	75.13	88.45	71.25	74.64	71.55	65	68.09	69.81	54.42	60.33
SC	µmol/kg										
SE	µmol/kg			201	163			159		151	197
SN	µmol/kg	112	83	74	104	93	90	102	65	94	69
SR	µmol/kg	324	407	105	325	320	355	297	355	228	279
TI	µmol/kg	1775	1287	2029	1407	2042	1058	1587	1721	2058	2101
V	µmol/kg	251	159	183	283	216	177	175	167	232	263
Y	µmol/kg	10	37	52	9	18	42	9	8	17	13
ZN	µmol/kg	2365	2160	722	2169	1023	2550	1648	1804	1388	2152
E1H	mmol/kg	120	151.4	251.5	88.7	115	181.6	143.8	119.1	135.9	87.9
E1AL	mmol/kg	6.06	6.78	83.88	3.98	8.2	8.12	8.02	6.84	13.63	3.5
E1B	µmol/kg					100					
E1BA	µmol/kg	423	451	143	228	396	293	242	298	230	210
E1C	mmol/kg	485	422	455	451	414	406	416	376	468	425
E1CA	mmol/kg	65.34	59.8	14.44	80.94	49.84	67.78	52.13	66.39	47.56	68.04
E1FE	mmol/kg	0.32	0.51	1.49	0.27	0.38	0.53	0.58	0.39	0.87	0.27
E1K	mmol/kg	18.06	14.32	11.22	14.85	12.85	10.49	11.91	10.89	13.51	12.53
E1MG	mmol/kg	41.92	60.61	10.02	52.87	38.75	53.6	42.65	45.52	32.88	43.64
E1MN	mmol/kg	0.94	0.26	0.22	0.53	0.49	1.21	0.16	0.6	0.49	0.64
E1NA	mmol/kg	8.11	12.7	5.53	6.7	7.85	16.48	10.17	8.69	5.59	7.94
E1P	mmol/kg	7.79	6.04	0.65	6.76	4.78	3.51	5.14	4.24	3.56	3.87
E1S	mmol/kg	3.95	3.97	4.35	3.33	3.23	3.41	3.4	2.86	3.18	3.58
E1SI	µmol/kg	363	441	465	243	333	439	265	249	295	323
E1SR	µmol/kg	309	380	85	299	275	324	269	322	199	258
E1ZN	µmol/kg	1886	1744	370	1679	656	2147	1352	1428	987	1704
E1KAP	mmol(+)/kg	362.6	419.8	317.7	378.9	313.9	453.8	355.8	363.7	316.9	333
E1BASEM	%	66.4	63.8	20.7	76.3	63	59.4	59.5	66.9	56.8	73.2

forts. vedlegg 2

Miljøparametre målt i 50 analyseruter.

Environmental parameters measured in 50 sample plots.

Økologiske variable		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
FELTNR		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Rutenr											
Sme	cm	22	6	61	36.5	32	13.5	4.5	5.5	8	7
Smi	cm	6	3	16	18	14	1	1	1	1	1
Sma	cm	55	33	78	50	63	52	38	55	60	24
Me Slo	°	24	22	28	18	22	22	13	9	9	14
Me Asp	°	50	85	27	13	54	345	328	335	214	202
Rin		0.395	0.559	0.293	0.460	0.435	0.472	0.615	0.632	0.808	0.857
CB	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC	%	90	90	80	70	85	70	70	70	60	65
CD	%	8	1	1	1	1	15	8	10	4	7
CN		5	10	15	30	15	20	15	20	40	25
REL1		3	3	8	8	3	17	20	14	17	11
REL2		1	1	1	2	3	4	5	7	7	9
ME Ter		0.250	0.500	0.125	0.063	0.375	0.313	-0.250	0.000	-0.375	0.000
ME Une		1.533	0.933	0.383	0.729	0.650	1.296	0.867	0.133	1.050	0.267
N-VAS		11	9	13	11	13	9	11	8	9	10
N-BRY		11	6	4	4	4	12	10	8	7	6
ME Moist	%	17.95	21.225	25.275	23.75	17.025	44.325	37.625	27.425	37.6	43.85
LOI	g/l	78.84	76.09	84.67	78.94	82.10	54.93	81.14	61.59	81.02	82.62
E3PH		4.11	4.1	4.54	4.36	4.58	4.04	3.65	3.84	3.8	3.67
E6PH		3.25	3.28	3.75	3.49	3.82	3.33	2.95	3.04	3.03	2.93
AL	mmol/kg	249.79	273.61	921.34	484.38	1097.1	289.36	91.71	159.71	67.5	48.95
AS	µmol/kg	151	258	668	215	732	286	202	145		144
B	µmol/kg							214			
BA	µmol/kg	441	562	110	147	100	152	267	187	257	197
CA	mmol/kg	44.9	51.4	9.9	21.1	8.4	37.4	46.2	30.1	58.4	42.2
CD	µmol/kg										19
CO	µmol/kg			32	23	44	83		39		
CR	µmol/kg	100	110	153	105	182	1250	80	236	88	72
CU	µmol/kg	368	304	444	375	468	319	298	355	414	375
FE	mmol/kg	67.96	61.7	137.46	65.36	192.88	425.82	59.65	152.87	57.02	34.62
GA	µmol/kg					141	208		94		
K	mmol/kg	22.2	22.1	24.2	19.6	19.1	18.8	22.6	19.5	21.4	21.1
LI	µmol/kg			229		206	729		196		
MG	mmol/kg	33.2	47.4	18.4	25.8	16.8	88.4	40.6	34.2	44.9	47.2
MN	mmol/kg	0.61	0.98	0.63	0.54	0.66	1	0.41	0.55	0.59	0.37
MO	µmol/kg										
N	mmol/kg	1453	1630	1846	1590	1942	988	1249	1070	1459	1435
NA	mmol/kg	6.82	9.81	7.5	8.16	6.3	5.71	8.08	6.09	6.21	9.11
NI	µmol/kg	95	121	112	98	91	183	88	101	105	100
P	mmol/kg	35.2	33.8	48.8	33.6	54.1	25.7	27.9	25.6	27.6	29.9
PB	µmol/kg	438	864	208	455	110	609	902	766	936	871
S	mmol/kg	73.53	78.3	88.97	75.25	84.05	48.29	59.93	54.66	77.32	72.98
SC	µmol/kg			30		45	33				
SE	µmol/kg	266	253	486	244	660	1375	191	517	181	198
SN	µmol/kg	75	78	65	68	95	175	76	85	77	74
SR	µmol/kg	210	243	58	120	48	192	277	184	304	262
TI	µmol/kg	2464	2503	3273	2007	3953	22417	2854	7902	2362	1492
V	µmol/kg	248	287	261	195	260	1396	217	614	268	185
Y	µmol/kg	126	129	95	65	102	26	11	19	12	12
ZN	µmol/kg	1154	1030	595	1069	547	1167	1503	951	2280	1536
E1H	mmol/kg	188.6	168	261.5	224.7	237.4	120.4	117.5	135.1	110.9	134.3
E1AL	mmol/kg	48.67	42.67	93.25	74.7	86.1	28.82	11.43	25.83	5.17	5.57
E1B	µmol/kg										
E1BA	µmol/kg	347	467	59	115	49	115	234	144	229	181
E1C	mmol/kg	613	445	423	460	399	489	420	426	503	481
E1CA	mmol/kg	37.55	44.49	5.7	18.05	4.75	24.34	42.38	21.99	53.36	39.71
E1FE	mmol/kg	1.94	0.74	0.28	0.5	0.73	4.27	0.87	3.11	0.43	0.53
E1K	mmol/kg	14.84	13.65	13.7	14.43	9.95	12.25	17.07	12.52	17.21	19.01
E1MG	mmol/kg	24.7	37.86	4.99	19.29	3.62	19.99	35.03	19.38	39.45	45.27
E1MN	mmol/kg	0.3	0.54	0.15	0.26	0.17	0.3	0.2	0.19	0.31	0.18
E1NA	mmol/kg	5.63	8.1	6.73	7.46	5.15	4.35	7.22	4.69	5.51	8.87
E1P	mmol/kg	1.72	1.54	0.1	0.1	0.1	0.71	4.53	1.32	4.88	6.75
E1S	mmol/kg	4.4	4.09	6.56	5.04	5.51	3.81	3.4	3.77	4.87	3.86
E1SI	µmol/kg	1463	1324	1108	1037	832	611	251	326	282	306
E1SR	µmol/kg	171	206	36	108	29	125	260	141	287	256
E1ZN	µmol/kg	780	613	198	676	157	661	1197	624	1783	1283
E1KAP	mmol(+)/kg	334.2	355.6	303.6	321.8	269.5	226.3	297	235.5	319.9	332.5
E1BASEM	%	43.4	52.4	13.8	30	11.8	46.5	60.3	42.4	65.1	59.5

forts. vedlegg 2

Miljøparametre målt i 50 analyseruter.

Environmental parameters measured in 50 sample plots.

Økologiske variable												
FELTNR		9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	
Rutenr		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	antall
Sme	cm	14	19	15	16.5	6.5	22	27.5	18	24	10.5	50
Smi	cm	2	2	8	1	1	5	5	1	5	1	50
Sma	cm	50	39	64	38	48	58	48	59	48	40	50
Me Slo	°	5	9	1	5	3	20	22	24	27	30	50
Me Asp	°	179	267	126	143	238	54	47	38	60	43	49
Rin		0.760	0.757	0.709	0.735	0.737	0.462	0.416	0.368	0.389	0.283	50
CB	%	0	0	2	0	1	1	0	1	0	0	50
CC	%	80	80	90	60	70	70	70	80	90	50	50
CD	%	2	4	3	10	1	15	4	2	1	17	50
CN		20	20	10	30	30	15	30	20	10	40	50
REL1		7	7	3	9	4	4	8	7	5	8	50
REL2		2	2	3	0	2	4	2	1	2	1	50
ME Ter		-0.375	0.000	-0.375	0.250	0.000	-0.375	-0.125	-0.188	-0.125	0.250	50
ME Une		0.650	0.000	0.517	0.467	0.400	0.783	1.717	0.963	0.250	0.600	50
N-VAS		9	10	9	7	7	11	10	10	8	14	50
N-BRY		8	6	7	9	4	13	8	8	8	12	50
ME Moist	%	29.8	30.4	38.725	39.8	32.25	28.925	29.925	28.65	37.7	32.425	50
LOI	g/l	73.97	65.70	65.98	73.39	64.42	63.20	46.54	32.13	32.47	56.88	50
E3PH		3.71	3.75	3.74	3.68	3.77	3.72	3.91	4.23	4.09	3.8	50
E6PH		2.88	2.92	2.99	2.96	2.98	2.93	3.08	3.5	3.27	3.07	50
AL	mmol/kg	91.89	73.82	83.45	65.57	85.91	104.47	99.81	206.6	106.53	81.35	50
AS	µmol/kg	120	201	226	83	220	100	85	141	86	288	46
B	µmol/kg											13
BA	µmol/kg	346	321	312	308	331	270	171	140	115	244	50
CA	mmol/kg	47.8	42	51.7	52.8	43.8	27.7	28.3	19.3	14.1	37.3	50
CD	µmol/kg	16	15		19							15
CO	µmol/kg			29			26		52			21
CR	µmol/kg	83	63	74	64	76	105	76	175	106	78	50
CU	µmol/kg	376	361	346	381	383	306	331	214	244	386	50
FE	mmol/kg	66.07	51.76	73.7	46.23	64.9	123.38	70.94	215.36	100.92	57.66	50
GA	µmol/kg						99		130			11
K	mmol/kg	17.8	14.7	19.9	18.1	16	21.4	17.6	16.6	14.2	15	50
LI	µmol/kg								284			8
MG	mmol/kg	37.6	33.9	36	42.4	37.4	34.2	23.7	28.8	19	26.5	50
MN	mmol/kg	0.33	0.29	0.46	0.37	0.38	0.8	0.89	1.23	0.89	1.35	50
MO	µmol/kg											0
N	mmol/kg	1024	1080	1072	1178	972	1143	692	508	437	1075	50
NA	mmol/kg	6.06	5.84	5.51	6.28	5.27	4.44	4.19	3.38	2.98	4.63	50
NI	µmol/kg	77	43	83	77	98	99	58	81	58	103	50
P	mmol/kg	21.5	21.1	23.3	23.8	21.8	20.5	16.7	14.9	12.2	22.1	50
PB	µmol/kg	1040	965	831	1051	984	679	791	460	595	905	50
S	mmol/kg	56.93	52.51	56.11	61.28	48.41	50.74	34.95	27.05	22.47	37.55	50
SC	µmol/kg											3
SE	µmol/kg	215	181	296		258	425	202	704	305	306	40
SN	µmol/kg	92		61		91	118		118	53	116	46
SR	µmol/kg	267	240	232	295	258	204	131	80	68	181	50
TI	µmol/kg	2824	2400	3588	2000	2959	4315	4267	6217	3656	3075	50
V	µmol/kg	237	182	282	173	217	429	333	540	355	248	50
Y	µmol/kg	17	17	15	12	18	16	19	30	25	18	50
ZN	µmol/kg	1822	1609	1363	1927	1422	1032	794	681	551	1181	50
E1H	mmol/kg	131.3	105.3	98.2	107.7	98.5	131.5	67	69	55	90.5	50
E1AL	mmol/kg	11.86	9.73	7.83	7.2	9.26	12.14	8.04	18.74	9.83	7.94	50
E1B	µmol/kg											2
E1BA	µmol/kg	301	280	271	289	285	230	112	85	91	216	50
E1C	mmol/kg	381	304	363	404	311	513	238	259	232	441	50
E1CA	mmol/kg	42.84	38.43	46.08	51.33	39.28	23.77	20.75	13.71	12.23	34.64	50
E1FE	mmol/kg	0.86	0.43	0.73	0.39	0.53	3.19	0.65	2.44	1.24	0.83	50
E1K	mmol/kg	12.2	10.97	13.22	14.52	10.49	15.35	8.87	6.47	7.09	12.52	50
E1MG	mmol/kg	32.07	30.17	29.77	40.62	31.85	25.6	14.48	8.39	10.33	21.98	50
E1MN	mmol/kg	0.1	0.11	0.23	0.23	0.14	0.52	0.52	0.77	0.56	1.01	50
E1NA	mmol/kg	5.2	4.86	4.64	5.85	4.05	3.65	2.49	1.61	1.58	3.72	50
E1P	mmol/kg	2.21	2.72	3.2	4.48	2.71	1.93	1.37	0.28	0.58	3	50
E1S	mmol/kg	2.98	2.66	2.58	3.19	2.48	3.85	2.1	1.99	1.94	3.81	50
E1SI	µmol/kg	280	224	292	273	257	442	314	464	420	375	50
E1SR	µmol/kg	243	225	211	295	234	180	92	52	57	166	50
E1ZN	µmol/kg	1482	1330	998	1662	1129	689	496	316	324	1000	50
E1KAP	mmol(+)/kg	298.7	258.6	268.2	312.5	255.5	250.3	149.8	122.8	109.9	222	50
E1BASEM	%	56	59.2	63.2	65.4	61.4	47	54.6	42.6	48.9	58.3	50

forts. vedlegg 3

Artenes smårutefrekvens i 50 analyseruter á 1 m2.

Species frequency in 50 sample plots of 1 m2.

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	5	-	2	-	-	
1	12	11	2	4	5	3	9	3	3	-	1	1	12	10	12	6	4	-	2	-	-	-	1	-	-	-	8	
-	-	-	-	1	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	16	16	10	14	-	-	-	-	-	
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	8	16	11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	8	16	16
-	-	-	-	6	14	14	5	6	-	-	3	-	11	16	16	16	15	14	16	16	16	15	16	14	13	2	4	14
-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
-	-	-	9	-	-	-	-	13	16	16	16	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	1	-	-	-	-	5	-	2	-	-	1	-	-	1	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	5	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	10	1	6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
-	-	-	14	16	15	12	13	2	12	2	5	4	11	15	16	14	14	7	14	-	-	-	15	5	8	2	7	
-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	12	5	-	-	-	-	-	-	-	6	10	3	5	2	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	5	7	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	9	1	
15	-	1	2	-	-	-	-	6	16	-	14	16	-	-	-	-	-	-	2	-	2	6	-	5	1	8	14	3
4	11	11	8	3	14	7	12	10	12	14	12	14	5	10	12	2	7	5	10	8	4	8	12	11	4	7	10	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	4	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	3	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	12	16	16	12	16	16	16	16	11	16	-	16	16	16	16	16	4	2	16
2	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	5	3	-	-	-	-	-	-	16	16	16	16	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	11	16	7	-	7	8	7	-	1	-	-	3	7	4	2	6	2	2	-	-	-	-	-	3	10	3	4	7
-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	1	-	2	5	1	2	8	2	-	-	-	3	3	1	3	9	5	5	1	1	4	2	5	6	1	-	3	
-	-	4	1	3	1	2	-	-	-	-	-	3	2	9	9	6	-	-	9	9	2	4	6	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
1	2	1	6	6	5	1	5	4	3	1	1	-	6	-	-	-	-	3	-	-	-	-	5	-	2	3	11	
1	5	7	8	5	3	4	9	3	1	-	3	-	13	5	4	-	-	-	-	-	-	-	13	2	3	-	9	
3	3	1	13	6	10	5	5	3	-	-	-	16	15	14	9	11	5	8	7	11	10	15	9	1	3	14		
8	6	-	-	-	-	-	-	4	2	1	7	1	1	3	-	4	11	-	-	-	-	16	10	5	3	12	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	16	16	7	-	12	-	7	5	-	-	8	3	13	1	5	-	5	-	-	2	-	-	-	-	-	-	9	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5	-	-	-	-	
-	3	12	8	9	11	11	11	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	16	
-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	13	4	6	11	7	5	14	4	3	2	-	-	7	1	2	-	-	1	6	-	-	-	4	-	3	1	10	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4	1	-	-	-	1	1	-	1	-	1	-	-	-	1	
4	7	2	8	10	6	6	10	2	-	-	-	-	3	3	6	1	-	9	7	1	6	1	3	2	-	1	1	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	1	
-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	

Rapporter utgitt innen 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 trekktegninger. Belyst ved materiale innsamlet ved Jomfruland Fuglestasjon og Mølen Ornitologiske Stasjon. Naturundersøkelser A.S., (stencil): 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. (stencil): 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 (stencil): 1-28.
 14. Jensen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning (stencil): 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. (stencil).
 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, (stencil): 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, (stencil).
 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, (stencil).
 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, (stencil): 1-10.
 - 29.* Nybø, S. 1992. Terrestrisk naturovervåkingsprogram. Sammen- drag 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, (stencil): 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 lirype 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. Vegetasjons-
overvåking i Møsvatn-Austfjell. NINA Oppdragsmelding 209: 1-
33.
40. Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking.
Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmots-
dalen, Møsvatn-Austfjell, Lund og Solhomfjell, 1992. NINA
Oppdragsmelding 221: 1-38.
41. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Terrestrisk natur-
overvåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dverg-
falk. 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 luftforsk-
ning, 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-må-
linger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-Ron-
dane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding 230:
1-12.
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, Univer-
sitetet i Trondheim: 1-42.
47. Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Akkumulering av metaller i
hjordedyr. 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 til-
knytning til feltforskningsområdene, 1993. Norsk institutt for
luftforskning, NILU OR 25/94: 1-78.
50. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1994. Terrestrisk natur-
overvåking. Miljøgifter i dvergfalk i Norge. NINA Forskningsrap-
port 56: 1-33.
51. Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Ve-
getasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutu-
lia 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. Ter-
restrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og
næringskjedestudier i TOV-områdene, 1993. NINA Oppdrags-
melding 296: 1-47.
54. Wang, R. & Bruteig, I.E. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Lav-
kartlegging 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
Polarinstitutt. Rapport nr 87: 1-29.
58. Tørseth, K. & Johnsrud, M. 1994. Program for terrestrisk natur-
overvåking. Tilførsler til Gutulia og Dividalen og representati-
vitet av nærliggende NILU stasjoner. Norsk institutt for luftforsk-
ning, 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. Over-
våking 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. Ter-
restrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og
næringskjedestudier i TOV-områdene, 1994. NINA Oppdrags-
melding 367: 1-52.
63. Nygård, T. 1995. Tungmetaller i fjær fra dvergfalk 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 naturovervå-
king. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørke-
skog 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. Over-
våking av jordvann 1995. Rapp. Skogforsk 12/96: 1-23.
69. Kålås, J.A. (red). 1996. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare,
smågnagere, 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-ut-
redning 1997-3: 1-29.
71. Strand, O., Severinsen, T. & Espelien, I. 1998. Metaller og radio-
aktivitet i fjellrev. NINA Oppdragsmelding 560: 1-20.
72. Direktoratet for naturforvaltning. 1997. Natur i endring. Pro-
gram for terrestrisk naturovervåking 1990-95. Direktoratet for
Naturforvaltning, Trondheim: 1-160.
73. Kålås, J.A. (red). 1997. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare,
smågnagere og fugl i TOV- områdene, 1996. NINA Oppdrags-
melding 484: 1-37.
74. Berg, I.A. & Aamlid, D. 1997. Program for terrestrisk naturover-
våking. Overvåking av jordvann - Årsrapport 1996. Rapp.
Skogforsk. 4/97: 1-21.
75. Tørseth, K. & Manø, S. 1997. Overvåking av langtransportert for-
urenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1996. SFT rapport
703/97: 1- 205.
76. Bruteig, I.E. & Øien, D.I. 1997. Terrestrisk naturovervåking.
Landsomfattende gjenkartlegging av epifyttisk lav på bjørk
1997. Manual. ALLFORSK Rapport 8: 1-22.
77. Kålås, J.A. & Øyan, H.S. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Me-
taller, 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 bar-
skog 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. Radioøkologisk overvåking i Dove-Rondane 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. 1999. Accumulation of heavy metals in circumpolar willow ptarmigan populations. NINA Oppdragsmelding xxx: 1-zz (under utarbeiding).
89. Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Vekstrate hos vanleg kvistlav 1993-1997. - ALLFORSK Rapport 13: 1-46.
90. Røssberg, 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. Stabbetorp, O. E., Bakkestuen, V., Bendiksen, E. & Eilertsen, O. 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, Rogaland. NINA Oppdragsmelding 610.
94. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Eilertsen, O. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Møsvann - Austfjell, Telemark. NINA Oppdragsmelding 611.
95. Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E., Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark, Troms. NINA Oppdragsmelding 612.
96. Eilertsen, O., Bakkestuen, V., Stabbetorp, O. E. & Often, A. 1999. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark, Hedmark. NINA Oppdragsmelding 613.

Brosjyrer/foldere

- 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.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1067-3

609

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**