

Terrestrisk naturovervåking  
Vegetasjonsøkologiske  
undersøkelser av boreal bjørkeskog i  
Gutulia nasjonalpark

Odd Eilertsen  
Anders Often

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 51

Oppdragsgiver Direktoratet for naturforvaltning  
Deltagende institusjoner NINA



NATUROVERVÅKING



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

# Terrestrisk naturovervåking Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark

Odd Eilertsen  
Anders Often

**Program for terrestrisk naturovervåking**

Rapport nr 51

Oppdragsgiver Direktoratet for naturforvaltning  
Deltagende institusjoner NINA



**NATUROVERVÅKING**

**NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING**

# Program for terrestrisk naturovervåking

Program for terrestrisk naturovervåking rettes mot effekter av langtransporterte forurensninger og skal følge bestands- og miljøgiftutvikling i dyr og planter. Integreerte studier av nedbør, jord, vegetasjon og fauna, samt landsomfattende representative registreringer inngår. Programmet supplerer andre overvåkingsprogram i Norge når det gjelder terrestrisk miljø.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er at det skal gi grunnlag for bedømming av eventuelle langsiktige forandringer i naturen. Sammen med øvrige program for overvåking av luft, nedbør, vann og skog skal det gi grunnlag for å klarlegge årsakssammenhenger.

Data for overvåkingsprogrammet skal bidra til å dekke forvaltningens behov med hensyn til å ta administrative avgjørelser (utslippsavtaler, mottiltak, forurensningskontroll). Det skal også gi grunnlag for vurdering av naturens tålegrenser (kritiske konsentrasjons- og belastningsgrenser) for effekter av langtransporterte forurensninger i terrestriske økosystemer.

Det er opprettet en faggruppe for programmet. Denne organiseres av Direktoratet for naturforvaltning (DN). Faggruppen skal sørge for at nødvendige faglige kontakter blir etablert, sørge for koordinering av ulike aktiviteter, og ha en rådgivende funksjon overfor DN.

Følgende institusjoner deltar i faggruppen:

Viggo Kismul, Statens forurensningstilsyn (SFT)

Eiliv Steinnes, Universitetet i Trondheim (AVH)

Rolf Langvatn, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Kjell Ivar Flatberg, Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet (VSM)

Kåre Venn, Norsk institutt for skogforskning (NISK)

Terje Klokk, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag

En programkoordinator ved DN fungerer som sekretær for gruppen.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. DN er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henverdeler vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institusjoner rettes til Direktoratet for naturforvaltning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim, tlf 73 58 05 00.

**NINAs publikasjoner**

NINA utgir fem ulike faste publikasjoner:

**NINA Forskningsrapport**

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

**NINA Utredning**

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

**NINA Oppdragsmelding**

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

**NINA Temahefter**

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

**NINA Fakta-ark**

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

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

Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. - NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.

Trondheim, oktober, 1994

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0481-9

Forvaltningsområde:  
Naturovervåking  
Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:  
Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning  
(NINA-NIKU)

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:  
Eli Fremstad, Synnøve Vanvik, NINA

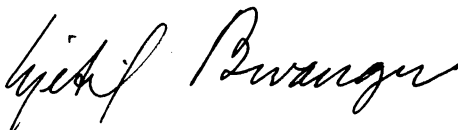
Opplag: 300

Kontaktadresse:  
NINA  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tlf: 73 58 05 00  
Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 2560 TOV, vegetasjon

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning  
Tungasletta 2, 7005 Trondheim

## Referat

Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. - NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.

I 1993 opprettet Direktoratet for naturforvaltning (DN) to nye områder for overvåking av terrestriske økosystemer; i Gutulia nasjonalpark, Hedmark og i Øvre Dividal nasjonalpark, Troms. Begge områdene ligger i nordboreal region.

I Gutulia ble det etablert 10 analyseflater å 5 x 10 m, hvorav 2 flater ble lagt inn i overvåkningsflaten til NISK. De resterende 8 flatene ble etablert slik at de fanget opp maksimal floristisk og økologisk variasjon i området. For hver analyseflate samt i en randsone på 2 m, ble trær og busker koordinatfestet og tegnet inn på kart. I hver flate ble 5 tilfeldige analyseruter å 1 m<sup>2</sup> trukket ut, permanent oppmerket og analysert med hensyn på karplanter og kryptogamer. Et sett av fysiske og biotiske parametre ble målt. Humusprøver ble tatt i tilknytning til analyserutene og analysert med hensyn på kjemiske parametre.

Det ble registrert 87 arter i de 50 analyserutene. Materialet ble behandlet numerisk med multivariate metoder. Indirekte gradientanalyser ble utført med DCA, Detrended Correspondence Analysis, mens direkte gradientanalyser ble utført med partiell CCA, Canonical Correspondence Analysis. Ikke-parametriske korrelasjonsanalyser, Kendall's  $\tau$ , ble utført mellom miljøparametre og DCA-akseverdier.

Numerisk og statistisk bearbeiding ble dels nyttet til å gi en beskrivelse av vegetasjonsstrukturen i materialet og dels nyttet til å kvantifisere bidraget fra hver av de strukturerende økologiske parametrene.

Dette arbeidet viser artenes fordeling langs forskjellige kompleksgradienter; klima, fuktighet, næring, lys, osv. 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 også bidra til økt innsikt i hvilke strukturerende prosesser som er viktigst i de boreale bjørkeskogene. Spesielt de lavproduktive nordboreale bjørkeskogene har til tross for sitt betydelige areal blitt relativt lavt prioritert rent forskningsmessig.

Emneord: terrestrisk miljø - overvåking - vegetasjon - jord.

Odd Eilertsen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Anders Often, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning, Postboks 5014, 1432 Ås.

## Abstract

Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrial monitoring programme. Studies in vegetation ecology of boreal birch forests in Gutulia National Park, E Norway. - NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.

In 1993, the Directorate for Nature Management (DN) established two new areas to monitor terrestrial ecosystems - in the Gutulia National Park, Hedmark, and the Øvre Dividal National Park, Troms. Both are in the northern boreal region.

At Gutulia, 10 analysis plots each of 5 x 10 m were marked out, 2 of them being located within the monitoring plot set up by the Norwegian Forest Research Institute (NISK). The remaining 8 were placed in birch forest localities to take advantage of the greatest floristic and ecological variations to be found within the area. The locations of all trees and bushes on each analysis plot, and also in 2 m broad buffer zones around them, were fixed on a grid and plotted on a map. On each plot, 5 subplots of 1 m<sup>2</sup> were randomly selected and permanently marked out, and a list was drawn up of all the vascular plants and cryptogams within them. A set of physical and biotic parameters was measured. Humus samples were taken from these subplots and these were analysed for a limited number of chemical parameters.

87 species were recorded in the 50 subplots. This material was processed numerically and using multivariate methods. Indirect gradient analyses were performed using Detrended Correspondence Analysis (DCA) and direct ones using partial Canonical Correspondence Analysis (CCA). Non-parametric correlation analyses, Kendall's  $\tau$ , were performed between environmental parameters and DCA axis values.

The results of the numerical and statistical processing were used partly to provide a description of the vegetation structure in the material and partly to quantify how much each of them contributed to the ecological parameters which determine the structure.

This work shows the distribution of the species along various complex gradients: climate, moisture, nutrition, light, etc. The investigation is primarily designed to study where the dynamism is greatest along these gradients and whether changes in the number of species can be related to changes in physical, biotic and, not least, chemical parameters. It is hoped that the information will also contribute to an increased understanding of which are the most im

portant structuring processes in areas of boreal birch forest. Particularly the poorly productive subalpine birch forest belts have been given relatively low priority as regards research proper, despite their considerable extent.

Key words: terrestrial environment - monitoring - vegetation - soil

Odd Eilertsen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Anders Often, Norwegian Agricultural University, Department of Biology and Nature Conservation, P.B. 5014, N-1432 Ås, Norway

## Forord

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har gitt Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag å etablere et vegetasjonsøkologisk overvåkingsområde i det boreale bjørkeskogsområdet i Gutulia nasjonalpark.

Undersøkelsen inngår i DN's "Program for terrestrisk naturovervåking" (TOV). Lokalitetene i Gutulia ble valgt ut i samarbeid med DN, Norsk institutt for skogforskning (NISK), Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Universitetet i Trondheim, Allforsk. Alle deltakende institusjoner gjorde rede for de planlagte overvåkingsprosjektene på et felles informasjonsmøte på Drevsjø i juni 1993. Prosjektlederene for de terrestriske programmene deltok på en etterfølgende befar- ing av lokalitetene i Gutulia.

NINA etablerte permanente analyseruter for vegetasjonsøkologisk overvåking i juni 1993. Feltarbeidet ble utført i to omganger. De økologiske målingene ble utført ultimo juni mens vegetasjonsundersøkelsene ble utført ultimo juli. Arbeidet ble utført av Odd Eilertsen, Anders Often og Ellen Svalheim.

De vegetasjonsøkologiske undersøkelsene innen TOV er i 1993 vesentlig endret fra tidligere år. Analyserutene er lagt ut etter en såkalt begrenset tilfeldig ruteplassering, som fører til større grad av objektivitet. Rutene er lagt ut for å fange opp mest mulig av den økologiske og floristiske variasjonen i bjørkeskog i Gutulia. Dette designet for utlegging av analyseruter langs økologiske gradienter er i større grad tilpasset de standardiserte metodene for indirekte og direkte gradientanalyser som nyttes innen delprogrammet "TOV - vegetasjon".

Samordning av resultatene fra de vegetasjonsøkologiske undersøkelsene og andre aktiviteter innen TOV-programmet vil finne sted høsten 1994. I den forbindelse vil det også bli utarbeidet en manual for vegetasjonsøkologisk feltdesign og bearbeidingsmetodikk. Manualen vil i hovedsak basere seg på de erfaringene en har fått fra NINAs vegetasjonsøkologiske analyser i 1993 og være retningsgivende for det videre arbeidet innen TOV-vegetasjon.

Jeg vil med dette rette en takk til seksjonsleder Hans Christian Gjerlaug ved Miljøvernavdelingen i Hedmark og skogforvalter Angel Angelloff ved Femund statsskog. De takkes for god informasjonsformidling og positiv holdning til

prosjektet. En spesiell takk rettes til Ole Vangen ved Femund statsskog som i hele feltperioden stilte seg til disposisjon og var svært hjelpsom med båtfrakting av utstyr osv. inn til området. En takk rettes også til forsker Arne Frisvoll ved NINA for kontrollbestemmelse av enkelte moser. Og, fremfor alt, en stor takk til cand. scient. Ellen Svalheim for omfattende arbeid i felt og etterarbeid med innsamlet materiale.

Odd Eilertsen  
Trondheim, oktober 1994

## Innhold

Referat .....	3
Abstract .....	3
Forord .....	4
1 Innledning .....	6
2 Undersøkellesområdet .....	7
2.1 Geografisk plassering .....	7
2.2 Geologi .....	7
2.3 Klima, plassering i vegetasjonsregion og -seksjon .....	7
2.4 Kulturpåvirkning .....	8
2.5 Historikk og vernestatus .....	9
2.6 Tidligere undersøkelser i området .....	9
3 Materiale og metoder .....	10
3.1 Vegetasjonsøkologisk feltdesign .....	10
3.2 Miljøparametre .....	14
3.3 Behandling av vegetasjonsdata .....	18
3.4 Behandling av miljøparametre .....	18
3.5 DCA-ordinasjon av vegetasjonsdata .....	18
3.6 CCA-ordinasjon .....	19
3.7 Korrelasjonsanalyser .....	19
4 Resultater .....	20
4.1 Vegetasjonsanalyser .....	20
4.2 Miljøparametre .....	24
4.3 Korrelasjoner mellom DCA-akser og fysiske miljøparametre .....	24
4.4 Korrelasjoner mellom DCA-akser og kjemiske humusparametre .....	25
4.5 Direkte gradientanalyser, CCA-ordinasjon .....	27
5 Diskusjon .....	46
5.1 Utbredelse av bjørkeskog .....	46
5.2 Regionale og lokale vegetasjonsgradienter .....	47
5.3 Klimagradienter .....	47
5.4 Næringsgradienter .....	48
5.5 Lys .....	49
5.6 Tråkk og beitepåvirkning ("disturbance") .....	50
5.7 Direkte gradientanalyser .....	50
5.8 Bjørkeskog - problem- eller satsningsområde? .....	50
6 Sammendrag .....	52
7 Summary .....	53
8 Litteratur .....	54
Vedlegg 1 Oversikt over artsforkortelser, vitenskapelige artsnavn og norske artsnavn .....	58
Vedlegg 2 Artenes smårutefrekvens i 50 analyseruter .....	60

# 1 Innledning

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har etablert et "Program for terrestrisk naturovervåking" 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 overvåkingsområder. Programmet skal supplere igangsatte overvåkingsprogrammer i Norge og andre land og har som mål å kunne påvise eventuelle lokale forandringer i terrestre økosystemer over tid og eventuelt regionale forskjeller i mønstre som følge av forurensninger.

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. 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 under utarb.). Enkelte analyseflater er reanalysert hvert år i denne perioden. Denne delen inngår i TOV-programmet. Resultatene fra undersøkelsene viser at det er en signifikant endring av vegetasjonen i de rikere og friskere typene av granskog i løpet av en 5-årsperiode. I lågurt- og småbregneutformingene er det liten grad av tilfeldig dynamikk. Endringene er i betydelig grad rettede, og artsinventaret er systematisk forskjøvet mot mere næringsfattige utforminger. Dette harmonerer også med de endringer som er påvist i de kjemiske humusparametrene fra de samme analysefeltene (Eilertsen 1994).

NIJOS har etablert 10 områder i boreal barskog for å studere eventuelle regionale gradienter i endringer og skader som skyldes forurensning. NINAs vegetasjonsøkologiske undersøkelser i regi av DNS "Program for terrestrisk miljøovervåking" er ment som en parallell i boreal bjørkeskog.

De siste års fokusering på biodiversitet og klimaendringer gjør disse bjørkeskogsundersøkelsene ekstra interessante. Spesielt det forhold at analyseruter er lagt ut helt opp til bestandsgrensa for bjørk, gjør det mulig å studere eventuelle endringer av felt- og bunnsjiktarter langs gradienter. Den regionale fordelingen av TOV-områder gjør det også mulig å studere artenes responskurver ("turnover") i forskjellige klimaregioner og i områder med ulik plassering i forhold til oseanitet-kontinentalitets-gradienter.

Denne rapporten viser resultatene av NINAs vegetasjonsøkologiske undersøkelser i de permanente prøveflatene som er lagt ut og analysert i Gutulia nasjonalpark, Engerdal kommune, Hedmark. Hensikten med arbeidet er blant annet å:

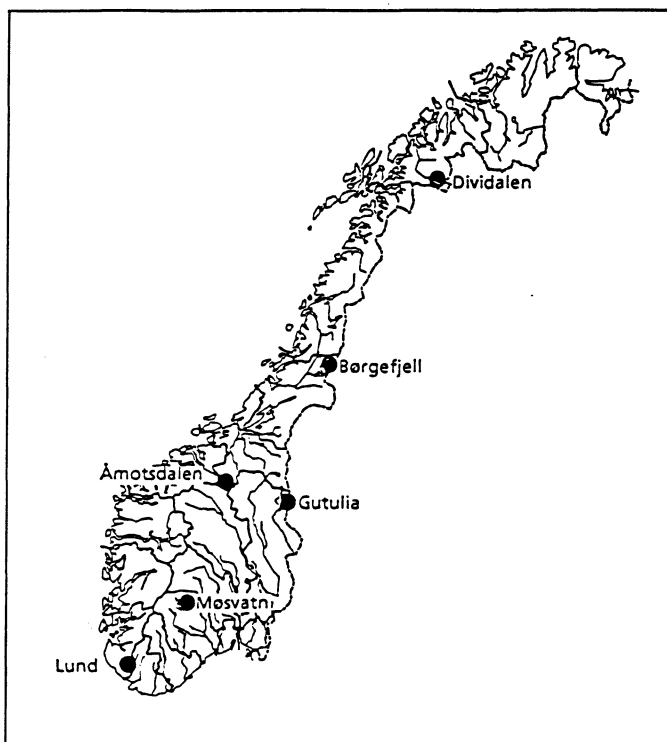
- Registrere status for arter i tre-, busk-, felt- og bunnsjikt ved prosjektets etableringstidspunkt.
- Registrere fysiske og kjemiske parametre som dels kan nyttes til å forklare strukturen i det biotiske materialet, og dels kan danne grunnlag for kvantifisering av endringer av miljøparametre over tid.
- Identifisere viktige vegetasjonsøkologiske relasjoner; lokalt innenfor området i Gutulia og regionalt mellom de forskjellige TOV-områdene.
- Bidra til å identifisere og kvantifisere skader på enkeltarter.
- Gi grunnlag for å finne mulige indikatorarter og biomonitører.
- Danne grunnlag for framtidige populasjonsbiologiske undersøkelser i boreal bjørkeskog.
- Bidra til hypotesegenerering innen temaene forurensning, klima, biodiversitet m.m.



## 2 Undersøkellesområdet

### 2.1 Geografisk plassering

TOV-området ligger innenfor grensene for nasjonalparken i Gutulia, Engerdal kommune, Hedmark. Figur 1 viser områdets regionale plassering samt plassering av de andre 5 TOV-områdene i boreal bjørkeskog. Figur 2 viser beliggenheten til overvåkningsområdet i Gutulia. UTM-koordinatene for dette kartutsnittet er 33V UJ 48-53 80-87. Nedre venstre del av kartutsnittet har geografisk posisjon 12° 00' E, 62° 00' N. Figur 3 viser mer detaljert plasseringen av hvert analysefelt. Feltene ligger 770 til 865 m o.h. Tabell 1 gir oversikt over høydenivå på hvert enkelt felt, eksposisjonen på feltet, avstand til neste felt (målt med Walktax avstandsmåler) og retning til neste felt (målt med 360°-kompass).



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

### 2.2 Geologi

Under den kaledonske fjellkjedefoldingen i Devon, ca 400 mill. år siden ble grunnfjell og yngre bergarter presset, skjøvet og til dels omdannet. Store skyvedekker ble skjøvet betydelige distanser sør- og østover. Et slikt skyvedekke, Kvitvoladekket, danner berggrunnen i Gutulia (Nystuen & Trømborg 1972, Nystuen 1979). Dekket består av presset og omdannet sparagmitt, som er en eokambrisk sandstein,

Tabell 1. Geografisk plassering av feltene (jf. figur 3). F. nr. = felt nummer, HOH = høyde over havet, m, Eksp. = feltets eksposisjon, Retn. = retning til neste felt, Avst. = avstand til neste felt, m. - Geographical localization of the macroplots (cf. Figure. 3). Plot no. = macroplot number, Alt. = altitude, m above sea level, Asp. = aspect, Dir. = direction to next macroplot, Dist. = distance to next macroplot, m

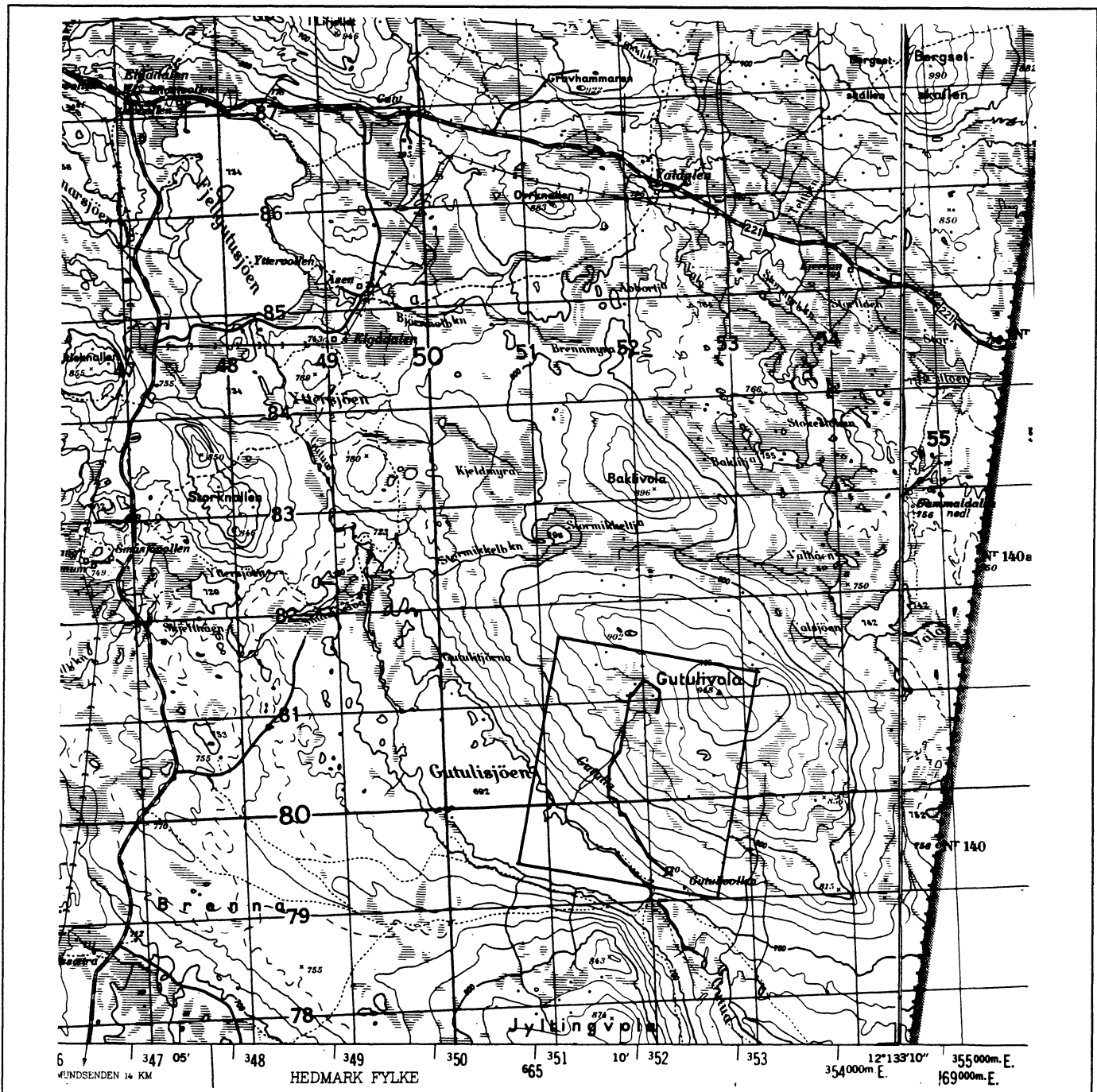
F. nr. Plot no.	HOH Alt.	Eksp. Asp.	Retn. Dir.	Avst. Dist.
1	775	300°	280°	105
2	770	60°	40°	25
3	775	55°	350°	290
0	790		25°	165
4	810	25°	360°	540
5	830	50°	80°	-
6	832	50°	30°	225
7	860	70°	125°	170
8	863	350°	30°	35
9	865	35°	180°	260
10	850	85°		

vesentlig bestående av kvarts og feltspat. Glimmerrike skifrighetsflater ble utviklet da de kvartsrike sparagmittflakene gled på hverandre. Videre sprakk lagene opp vertikalt. Sparagmitt gir opphav til næringsfattige løsmasser og jordsmonn. Ifølge Nystuen & Trømborg (1972) vil enkelte steder finne at de horisontale sprekkeene ender i dagen i brattere lisider. Her kan fuktighetsforholdene være litt friskere, og der vannet er i kontakt med noe mer næringsrike glimmerskifer, kan det være svakt kalkholdig.

Usortert bunnmorene av varierende mektighet er den dominerende løsmassetypen i Gutulia nasjonalpark, med tynnere jorddekker på volene enn nede i liene (Aas 1989). Løsmassenes opprinnelse er vesentlig autokton, men auoktont materiale finnes i flyttblokker. Lag av sedimentære bergarter, som ligger under Kvitvoladekkets sparagmittlag, kan forklare kalkinnholdet i finfraksjonene av morenejorda og flyttblokkene av dolomitt.

### 2.3 Klima, plassering i vegetasjonsregion og -seksjon

Dahl et al. (1986) vurderer området i Gutulia til å tilhøre den nordboreale vegetasjonsregionen. Analyseflatene er plassert i nordboreal bjørkeskog, men enkelte innslag av det lavalpine elementet kommer inn.



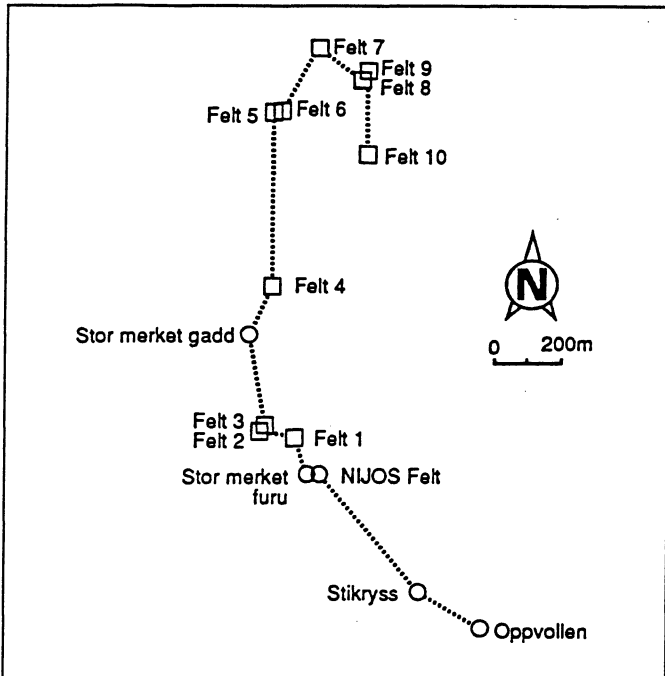
Figur 2. Avgrensning av undersøkelsesområdet i Gutulia i forhold til Gutulisjøen og Gutulivola. - The position of the Gutulia investigation area relative to Gutulisjøen and Gutulivola.

Gutulia plasseres i overgangen mellom oseaanisk og kontinental seksjon, OC, (Moen & Odland 1993). Dette er i hovedsak i overenstemmelse med Wold (1989) som har benyttet Conrad's kontinentalitetsindeks (Thukanen 1980) og beregnet at klimaet på Drevsjø, 15 km sør for nasjonalparken, ligger i overgangen mellom oseaanisk og kontinentalt, mens klimaet i Valdalen 3-4 km nord for nasjonalparken er oseaanisk. Martonnes humiditetsindeks (Martonne 1926) indikerer humid klima for Drevsjø og superhumid klima for Valdalen.

Klimadata for Drevsjø og Valdalen er gitt i tabell 2.

## 2.4 Kulturpåvirkning

Fram til 1949 var det seterdrift i Gutulia. Området er i dag et attraktivt mål for turister som besøker nasjonalparken. For å gjenspeile det opprinnelige setermiljøet har det fra 1984 til 1992 vært beitedyr på Gutulivollen. Vegetasjonsutformingen bærer tydelig preg av dette. Innenfor NINAs TOV-om-



**Figur 3.** Lokalisering av de 10 analysefeltene for overvåking av jord og vegetasjon. Geografiske data er gitt i tabell 1. - Localization of the 10 macroplot for soil and vegetation monitoring. Geographical information is given in Table 1.

**Tabell 2.** Klimadata for normalperiode 1961-90 for stasjoner nær overvåkingsområdet i Gutulia. Kolonnene er: 1 = høyde over havet, m, 2 = januarmiddel, °C, 3 = julimiddel, °C, 4 = årsmiddel, °C, 5 = årssamplitude, °C, 6 = årsmiddelt nedbør, mm, 7 = nedbør juni - september, mm, 8 = sommernedbør, %, 9 = humiditet, de Martonnes tall, H. (Aune 1993, Førland 1993). - Climate datas for stations near Dividalen monitoring area. Columns are: 1 = altitude, m above sea level, 2 = January mean, °C, 3 = July mean, °C, 4 = annual mean, °C, 5 = annual amplitude, °C, 6 = annual precipitation, mm, 7 = precipitation June - September, mm, 8 = summer precipitation, %, 9 = humidity, de Martonnes figure, H (Aune 1993, Førland 1993).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Drevsjø	672	-11,5	11,9	0,2	23,4	570	303	53	55
Valdalen	794	-	-	-	-	740	352	47	-

råde er det kun et lite areal der en ser tegn på tidligere beite. Dette bjørkeskogsområdet, Elgådalssetta (?), med restene etter gammelsetra har imidlertid ikke blitt utsatt for beite i dette århundre (O. Vangen pers. medd.). Beitepåvirkningen fra tamrein er imidlertid betydelig i hele området, spesielt over tregrensa. Her er også tråkkpåvirkningen størst. Tråkk og slitasje fra mennesker er størst langs stiene i nasjonalparken og avtar med avstanden fra Gutulisetra. Størstedelen av området er imidlertid lite påvirket av ferdsel.

Hovedferdelsen av turister i nasjonalparken er kanalisert til den store stien mellom Gutulivollen og Storganrustet ved "storgrana".

Ifølge Kielland-Lund (1972) har det vært noe hogst i Gutulia. Urskogspregene er imidlertid beholdt i hele området, med unntak av det sørøstlige hjørnet av nasjonalparken. Godal (1964) og Ø. Aas (1989) har vurdert betydningen av hogst-påvirkningen. Skogbrann er påvist minst fire ganger i Gutulia (Kielland-Lund 1972).

## 2.5 Historikk og vernestatus

Den unike urskogsforekomsten i Gutulia har vært hovedmotivet for en rekke fredningsforslag opp gjennom dette århundre. Så tidlig som i 1916 ble det i "Tidsskrift for skogbruk" foreslått fredning av et 10 km<sup>2</sup> stort område omkring Gutulia (Hagem 1916). Det skulle imidlertid gå over 40 år før området for første gang ble gitt midlertidig vern. Dette skjedde i 1957 da Statens skoger foretok administrativ fredning av de sentrale delene av Gutulia. Området fikk navnet Gutulia naturpark. Endelig status som nasjonalpark ble gitt av Stortinget 20 desember 1968. Dette området var vesentlig større enn det opprinnelige, ca 19 km<sup>2</sup>. I landsplanen for nasjonalparker (NOU 1986) foreslås en ytterligere utvidelse av Gutulia nasjonalpark med ca 5 km<sup>2</sup>. Regjeringen har gitt sin tilslutning til planen, og behandlingen i Stortinget er berammet til 1995. Forvaltningen av nasjonalparken er underlagt Fylkesmannen i Hedmark. Delegert ansvar er gitt Statsskog Femund.

## 2.6 Tidligere undersøkelser i området

Naturforholdene i Gutulia-området er svært godt dokumentert. Huse (1964) har publisert et arbeide om urskogen i Gutulia. Fra samme tidsperiode foreligger to upubliserte hovedfagsoppgaver som tar opp forhold i den daværende Gutulia naturpark; Godal (1964) omhandler naturvern mens Hauge (1964) omhandler skogskjøtsel. I bokform foreligger et verk om nasjonalparkene Femundsmarka og Gutulia (Borgos & Elven 1972), der både landskap og vegetasjon (Kielland-Lund 1972) og berggrunn og løsmasser (Nystuen & Trømborg 1972) er omtalt. Elven (1973) har gitt en plantegeografisk vurdering av plantefunn fra Gutulia. Det foreligger videre upubliserte takstresultater fra 1986 for skogen i Gutulia nasjonalpark (Statens skoger, Femund skogforvaltning). I 1986 foreslo Statens naturvernråd en utvidelse av Gutulia nasjonalpark. I den forbindelse ble det utført skogregistreringer (Aas 1989), botaniske undersøkelser (Wold 1989) og ornitologiske undersøkelser (Maartmann 1989) etter oppdrag fra Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernavdelingen. I 1989 ble Gutulia nasjonalpark valgt som overvåkingsområde i prosjektet "Vegetasjonsøkologisk overvåking av boreal barskog i Norge" (T. Økland 1993). Dette prosjektet inngår i programområdet "Overvåking av

skogens sunnhetstilstand" ved Norsk institutt for jord og skogkartlegging, NIJOS. I 1992 etablerte NIJOS også et overvåkningsprosjekt innen lavalpin vegetasjon i Gutulia (K. Rydgren pers. medd.).

## 3 Materiale og metoder

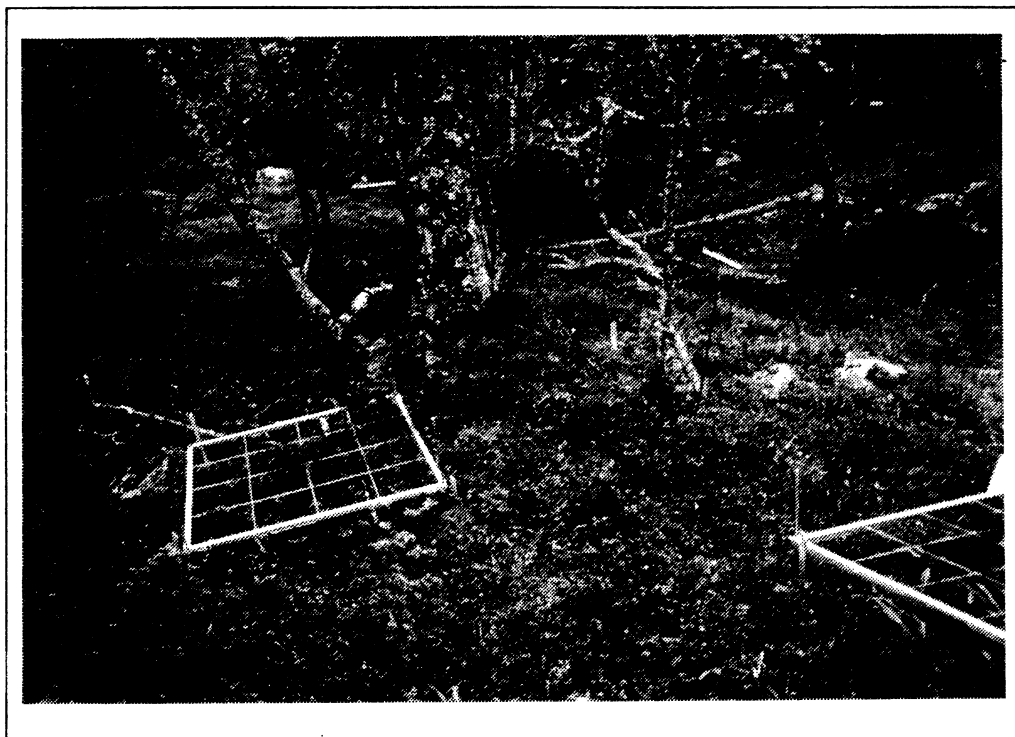
### 3.1 Vegetasjonsøkologisk feltdesign

Metodikken som er benyttet følger NINAs konsept for vegetasjonsøkologiske undersøkelser (jf. Eilertsen & Fremstad 1994). En metodemanual for fremtidig arbeid innen delprogrammet TOV - vegetasjon vil bli ferdigstilt i løpet av 1994 (Eilertsen under utarb.).

#### Ruteplassering og oppmerking

Etter en befaring forsommeren 1994 ble 10 analysefelt å 5 x 10 m subjektivt utplassert slik at de fanget opp mest mulig av den floristiske og økologiske variasjonen i området. Den dominerende utformingen er av blåbær-fjellkrekling-typen (A4c, jf. Fremstad & Elven 1987).

Feltene 1-3 ble plassert i lågurtbjørkeskog, omkranset med enkelte overstandere av gran. Området er av Aas (1989) beskrevet som den mest produktive bjørkeskogen i Gutulia. Deler av dette området viser tegn på tidligere sæterdrift med enkelte utforminger som er mer grasrike enn omgivelsene. Dette er typisk i enkelte mindre partier der det trolig kan ha vært ryddet stein. Disse utformingene er av den grunn ikke inkludert i TOV-feltene. Beitepresset på feltene 1-3 er ikke vesentlig forskjellig fra de andre feltene. Feltene ligger 770-775 m o.h. Figur 4 viser et lite utsnitt av felt 3.



Figur 4. Blåbærbjørkeskog med velutviklet feltsjikt. - Bilberry-birch woodland with well developed field layer.

Felt 4 er et lite felt omkranset av myr på den ene siden og overstandere av gran og furu på den andre. Feltet ligger 810 m o.h. og utgjør en overgangstype mellom den høye, velutviklede bjørkeskogen i feltene 1-3 og de høyere-liggende fjellbjørkeskog-utformingene i feltene 5-10.

Feltene 5-6 er plassert i kort avstand fra hverandre; begge feltene er lagt innenfor jord-overvåkingsflaten til NISK på 25 x 30 m. De ligger i en relativt homogen utforming av blåbær-bjørkeskog. Feltene er imidlertid lagt ut slik at de fanger opp maksimal grad av variasjon innen NISK-flaten, med noe forskjell i grad av helning og makro- og mikrotopografisk variasjon. Feltene ligger 830 m o.h.

Feltene 7-10 er alle skoggrensebestand og ligger 850-865 m o.h. Feltene viser betydelig forskjell med hensyn til helning, eksposisjon, makro- og mikrotopografisk variasjon, jordmonnsutvikling og jordfuktighet. Felt 7 er avbildet i figur 5.

Analysefeltene ble merket med trepåler i alle hjørnene. I hvert felt ble 5 analyseruter à 1 m<sup>2</sup> tilfeldig utlagt. Denne metoden betegnes som en "begrenset tilfeldig ruteplasing" (restricted random sampling, jf. R.H. Økland 1990) og har vært benyttet også i andre norske vegetasjons-økologiske arbeider (jf. T. Økland 1990, Eilertsen & Fremstad 1994, Eilertsen & Brattbakk 1994). 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 etter samme objektive kriterier 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 rutenummer med tusj.

### Ruteanalyse

Vegetasjonsrutene er undersøkt ved hjelp av en analyse-ramme på 1 m<sup>2</sup> som er delt i 4 x 4 småruter. På figur 4 er analyse-rammen avbildet. I hver av de 1/16 m<sup>2</sup> store smårutene er forekomst/fravær av alle arter av karplanter, moser og lav registrert. Disse registreringene danner grunnlag for utregning av artenes smårute-frekvens, 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 smårute-frekvens-dataene, og vil kunne være av betydning for vurderingen av endrete dominansforhold i analyseruta over tid.

Vegetasjonsanalysene ble utført i tidsrommet 16-23 juli 1993.

### Nomenklatur

Nomenklaturen følger Lid (1985) for karplanter, Corley et al. (1981) og Smith (1990) for henholdsvis bladmoser og levermoser, Krog et al. (1980) for lav. Tabell 3 gir en oversikt over artsnavn med forkortelser. Arter som blir behandlet kollektivt står oppført under navnet til vanligste art, mens de inkluderte artene står oppført i parentes.



**Figur 5.** Lav- og lyngdominert rabb nær bestandsgrensa for bjørk. - Lichen and heather dominated ridge close to the birch timber line.

Tabell 3. Artenes smårutefrekvens i 50 analyseruter. - Species frequency in 50 sample plots.

Fork. Abbr.	Navn Name	Frekvens Frequency	Middel Mean	Maksimum Maximum	Minimum Minimum	SD SD	Vekt Weight
Betu nan	<i>Betula nana</i>	12,00	25,00	48,21	5,36	16,83	150,00
Betu pub	<i>Betula pubescens</i>	6,00	6,25	8,04	2,68	3,09	18,75
Juni com	<i>Juniperus communis</i>	18,00	37,50	62,50	18,75	15,93	337,50
Sorb auc	<i>Sorbus aucuparia</i>	24,00	9,90	18,75	6,25	4,18	118,75
Andr pol	<i>Andromeda polifolia</i>	2,00	8,93	8,93	8,93	****	8,93
Arct alp	<i>Arctostaphylos alpinus</i>	4,00	8,93	14,29	3,57	7,58	17,86
Call vul	<i>Calluna vulgaris</i>	30,00	49,17	100,00	12,50	28,82	737,50
Empe her	<i>Empetrum hermaphroditum</i>	58,00	61,64	100,00	6,25	39,02	1787,50
Vacc myr	<i>Vaccinium myrtillus</i>	100,00	98,25	100,00	75,00	5,79	4912,50
Vacc uli	<i>Vaccinium uliginosum</i>	30,00	45,00	100,00	6,25	29,62	675,00
Vacc vit	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	96,00	87,76	100,00	6,25	19,76	4212,50
Equi syl	<i>Equisetum sylvaticum</i>	8,00	5,36	10,71	3,57	3,57	21,43
Euph bor	<i>Euphrasia frigida</i>	2,00	0,89	0,89	0,89	****	0,89
Gera syl	<i>Geranium sylvaticum</i>	4,00	16,07	26,79	5,36	15,15	32,14
Gymn dry	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	50,00	62,75	100,00	6,25	30,96	1568,75
Hier gr,	<i>Hieracium gr., Vulgata</i>	8,00	12,50	14,29	7,14	3,57	50,00
Linn bor	<i>Linnaea borealis</i>	46,00	45,65	81,25	6,25	25,73	1050,00
Lyco ann	<i>Lycopodium annotinum</i>	36,00	36,46	100,00	6,25	24,28	656,25
Mela pra	<i>Melampyrum pratense</i>	88,00	37,93	100,00	6,25	24,98	1668,75
Mela syl	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	24,00	52,08	100,00	18,75	26,02	625,00
Oxal ace	<i>Oxalis acetosella</i>	22,00	52,27	93,75	12,50	29,08	575,00
Pote ere	<i>Potentilla erecta</i>	18,00	36,81	75,00	6,25	20,36	331,25
Ranu acr	<i>Ranunculus acris</i>	4,00	13,39	19,64	7,14	8,84	26,79
Rubu cha	<i>Rubus chamaemorus</i>	18,00	33,33	93,75	6,25	32,02	300,00
Rume ace	<i>Rumex acetosa</i>	12,00	17,86	58,93	5,36	20,23	107,14
Soli vir	<i>Solidago virgaurea</i>	36,00	36,81	93,75	6,25	26,25	662,50
Thel phe	<i>Thelypteris phegopteris</i>	2,00	1,79	1,79	1,79	****	1,79
Trie eur	<i>Trientalis europaea</i>	76,00	57,73	87,50	6,25	21,28	2193,75
Agro cap	<i>Agrostis capillaris</i>	4,00	9,82	12,50	7,14	3,79	19,64
Anth odo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	16,00	36,72	100,00	6,25	38,30	293,75
Care big	<i>Carex bigelowii</i>	4,00	12,50	16,07	8,93	5,05	25,00
Care bru	<i>Carex brunnescens</i>	2,00	1,79	1,79	1,79	****	1,79
Care vag	<i>Carex vaginata</i>	14,00	26,79	75,00	6,25	25,95	187,50
Desc ces	<i>Deschampsia cespitosa</i>	12,00	38,39	75,00	5,36	29,42	230,36
Desc fle	<i>Deschampsia flexuosa</i>	98,00	93,62	100,00	18,75	16,01	4587,50
Erio vag	<i>Eriophorum vaginatum</i>	10,00	29,46	53,57	8,93	15,97	147,32
Luzu pil	<i>Luzula pilosa</i>	54,00	49,77	81,25	6,25	21,61	1343,75
Meli nut	<i>Melica nutans</i>	2,00	10,71	10,71	10,71	****	10,71
Mili eff	<i>Milium effusum</i>	14,00	67,86	100,00	18,75	28,74	475,00
Moli cae	<i>Molinia caerulea</i>	2,00	6,25	6,25	6,25	****	6,25
Nard str	<i>Nardus stricta</i>	10,00	27,68	71,43	8,93	25,33	138,39
Brac ref	<i>Brachythecium reflexum</i>	60,00	34,38	87,50	6,25	21,76	1031,25
Brac sal	<i>Brachythecium salebrosum</i>	28,00	19,64	68,75	6,25	16,96	275,00
Buxb aph	<i>Buxbaumia aphylla</i>	2,00	0,89	0,89	0,89	****	0,89
Dicr fus	<i>Dicranum fuscescens</i>	4,00	5,36	7,14	3,57	2,53	10,71
Dicr sco	<i>Dicranum scoparium</i>	100,00	59,12	100,00	6,25	27,99	2956,25
Hylo spl	<i>Hylocomium splendens</i>	56,00	52,23	100,00	6,25	30,34	1462,50

Tabell 3 forts.

Fork. Abbr.	Navn Name	Frekvens Frequency	Middel Mean	Maksimum Maximum	Minimum Minimum	SD SD	Vekt Weight
Plag den	Plagiothecium denticulatum	6,00	7,14	10,71	2,68	4,09	21,43
Plag lae	Plagiothecium laetum	40,00	15,00	62,50	6,25	13,36	300,00
Pleu sch	Pleurozium schreberi	84,00	46,88	100,00	6,25	27,48	1968,75
Pohl nut	Pohlia nutans agg.	24,00	11,98	25,00	6,25	6,23	143,75
Poly com	Polytricum commune	46,00	61,41	100,00	6,25	33,85	1412,50
Poly jun	Polytricum juniperinum (+ P. strictum)	18,00	22,22	50,00	6,25	15,02	200,00
Ptil cri	Ptilium crista-castrensis	4,00	1,79	1,79	1,79	0,00	3,57
Rhod ros	Rhodobryum roseum	22,00	16,48	50,00	6,25	15,88	181,25
Rhyt squ	Rhytidiadelphus squarrosus (+ P. subpinnatus)	4,00	16,96	21,43	12,50	6,31	33,93
Sani unc	Sanonia uncinata	2,00	2,68	2,68	2,68	****	2,68
Tetr pel	Tetraphis pellucida	2,00	0,89	0,89	0,89	****	0,89
Spha gir	Sphagnum girgensohnii	10,00	32,14	62,50	4,46	22,19	160,71
Spha rus	Sphagnum russowii	2,00	4,46	4,46	4,46	****	4,46
Barb att	Barbilophozia attenuata	4,00	2,68	3,57	1,79	1,26	5,36
Barb bar	Barbilophozia barbata	2,00	3,57	3,57	3,57	****	3,57
Barb flo	Barbilophozia floerkei	76,00	31,41	100,00	6,25	21,77	1193,75
Barb lyc	Barbilophozia lycopodioides (+ B. hatcheri)	90,00	67,36	100,00	6,25	26,28	3031,25
Caly int	Calypogeia integristipula	12,00	10,71	26,79	5,36	8,30	64,29
Ceph lun	Cephalozia lunulifolia	24,00	16,67	37,50	6,25	10,09	200,00
Loph exc	Lophozia excisa	2,00	0,89	0,89	0,89	****	0,89
Loph lon	Lophozia longidens	2,00	1,79	1,79	1,79	****	1,79
Loph obt	Lophozia obtusa	36,00	21,18	87,50	6,25	21,24	381,25
Loph ven	Lophozia ventricosa agg.	44,00	20,45	62,50	6,25	16,39	450,00
Ptil cil	Ptilidium ciliare	16,00	21,88	62,50	6,25	19,19	175,00
Cetr isl	Cetraria islandica	12,00	9,82	21,43	5,36	7,12	58,93
Cetr niv	Cetraria nivalis	4,00	1,79	1,79	1,79	0,00	3,57
Clad arb	Cladina arbuscula (+ C. mitis)	28,00	55,80	100,00	6,25	31,53	781,25
Clad ran	Cladina rangiferina	6,00	3,57	5,36	2,68	1,55	10,71
Clad bel	Cladonia bellidiflora	14,00	19,64	37,50	6,25	13,71	137,50
Clad chl	Cladonia chlorophaea (+ C. pyxidata)	26,00	17,79	37,50	6,25	11,37	231,25
Clad coc	Cladonia coccifera (+ C. P. pleurota)	48,00	16,93	62,50	6,25	13,35	406,25
Clad cor	Cladonia cornuta	22,00	18,75	50,00	6,25	15,31	206,25
Clad cri	Cladonia crispata (+ C. squamosa, C. subfurcata)	14,00	18,75	43,75	6,25	13,01	131,25
Clad def	Cladonia deformis	2,00	0,89	0,89	0,89	****	0,89
Clad fur	Cladonia furcata	10,00	11,61	17,86	4,46	5,09	58,04
Clad gra	Cladonia gracilis agg.	8,00	16,07	35,71	3,57	14,43	64,29
Clad mac	Cladonia macrophylla	4,00	5,36	5,36	5,36	0,00	10,71
Clad ste	Cladonia stellaris	6,00	11,61	18,75	5,36	6,74	34,82
Clad sul	Cladonia sulphurina	18,00	21,53	56,25	12,50	13,66	193,75
Clad unc	Cladonia uncialis	12,00	11,61	26,79	5,36	8,58	69,64

## 3.2 Miljøparametre

Økologiske målinger ble dels angitt på mesorutenivå, analyseruta på 1 m<sup>2</sup>, og dels på makrorutenivå. Makroruta er definert som mesoruta og et 2 m bredt område på alle sider, dvs et felt på 5 x 5 m med mesoruta i sentrum.

### Makrorutevariabler (MA)

For hver makrorute ble høydenivå (MA Asl) angitt som m o.h. Gjennomsnittlig hellning (MA Slo) ble målt med klinometer og angitt i grader. Eksposisjonen (MA Asp) ble målt med 360°-kompass, der de avleste verdier ble angitt til nærmeste grad. Terrengformen (MA Ter) i makroruta ble angitt i en skala fra -2 til 2; der -2 angir en tydelig konkav forsenkning i terrenget, -1 angir svak konkavitet, 0 angir en jevn flate eller like stort innslag av konkave som konvekse partier, 1 angir svak konveksetet og 2 angir en tydelig konveks rygg eller forhøyning i terrenget. Ujevnhet (MA Une) ble angitt subjektivt som et tall fra 1 til 5, slik at 1 er en temmelig jevn horisontal flate eller skråplan, mens 5 er svært kupert med stor variasjon mellom konvekse og konkave partier og stor høydeforskjell mellom forhøyninger og forsengkninger. Relaskopsum (MA Rel) ble nytt for å angi antall trær av betydning i makroruta og angitt som antall trær med stammediameter som dekker den nederste (smalste) spalten i relaskopet.

### Mesorutevariabler (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 på nærmeste grad. Terrengformen (ME Ter) ble målt subjektivt på en skala fra -2 til 2, der de sterkest konkave rutene fikk verdien -2 og de sterkest konvekse rutene fikk verdien 2. Relaskopsum (ME Rel) ble angitt som antall trær med stammediameter som dekker den smaleste øverste (brede) spalten i relaskopet.

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 ble målt med et Trime FM reflektometer i mikrorute 1, 4, 13 og 16 (hjørnerutene); laveste verdi (Mmi), median verdi (Mme) og høyeste verdi (Mma). Relativ luftfuktighet ble målt med et psykrometer rett over bakkenivå (RH0) og 40 cm over bakken (RH40). Psykrometret ble også nytt til måling av temperatur (Temp0 og Temp 40) og doggpunkt (Dew0 og Dew40) ved bakkenivå og 40 cm over bakken.

Totaldekningen i mesoruta ble angitt mest mulig nøyaktig på en prosentkala for følgende variable;

- Feltsjikt (CC)
- Bunnsjikt (CD)
- Strø (CL)
- Bart fjell og stein (CR)
- Bar mark (CBP)

Trærne innen hvert felt ble tegnet inn på millimeterpapir. Et randområde på 2 meter utenfor feltene ble også tegnet inn. For hvert av de 10 feltene foreligger detaljerte tegninger over flater på 9 x 14 m med krone-projeksjon av alle trær og busker med høyde over 80 cm (figur 6).

NINAs del av jordundersøkellesprogrammet ble basert på analyser av humusprøver. Disse vil senere bli relatert til NISKs jord- og jordvannsdata fra forskjellige sjikt. NINAs jordprøver ble tatt i forbindelse med vegetasjonsanalyseflatene. De følger således vegetasjonsgradientene og kan nyttes til å studere variasjonen av jordparametre over tid i forskjellige vegetasjonsutforminger. Følgende parametre ble målt; pH, ekstrahert P (P-AL), Kjeldahl-N (N), NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-utbyttbare kationer; H, K, Mg, Ca, Na, Al, Fe, Mn og Zn, samt utbyttbart P og S. 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 reanalysering.

Jordundersøkelsene fra NISK vil gi grunnlag for en generell beskrivelse av jordsmonnet. Data fra dette arbeidet vil være av stor betydning for fremtidig overvåking i Gutulia. Ved å sammenholde disse data med data fra jordvannsundersøkelsene kan sammenhengen mellom endringer i jordas faste og flytende faser vurderes.

### Jord

Humusprøver fra hver analyserute ble samlet i løpet av to dager i slutten av juni etter en periode med mer enn tre dager uten nedbør. 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 som gir et estimat for forholdene i hver rute.

NISK har etablert et felt for overvåking av jord og jordvann i tilknytning til NINAs vegetasjonsfelt 5 og 6. Feltet er delt opp med 120 punkter. Fra 25 tilfeldig uttrukne punkter har det blitt samlet prøver som er slått sammen til jordprøveserie A; prøver fra 25 andre punkter er slått sammen til serie B osv. I alt har det blitt samlet jordprøver for 4 serier (A-D).

Det er videre satt ut lysimetre for oppsamling av jordvann i forskjellige sjikt. Det er meningen at NISKs jord- og jordvannsdata fra forskjellige sjikt skal sammenholdes med NINAs data fra humuslaget.

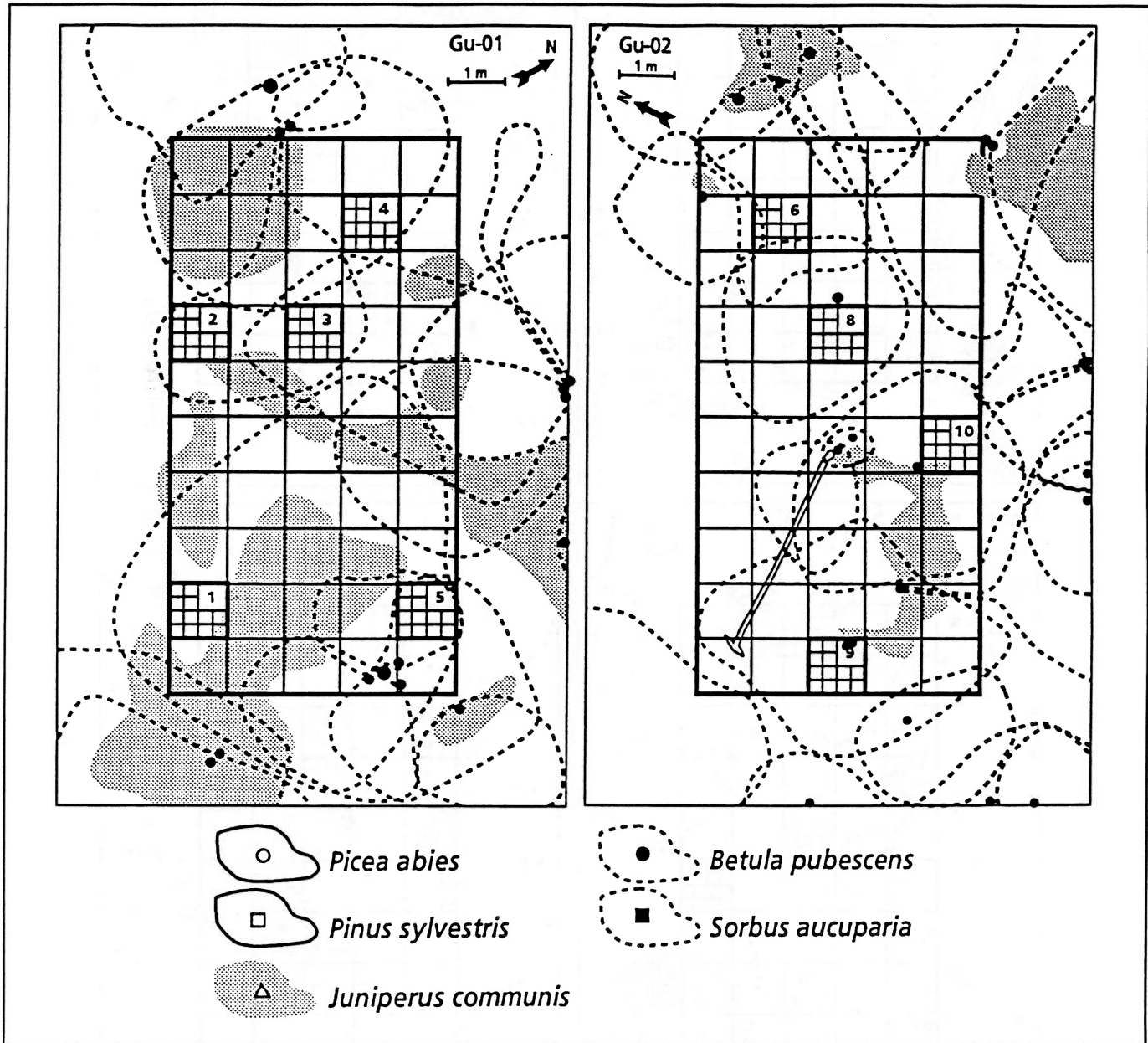


## Kjemiske analyser

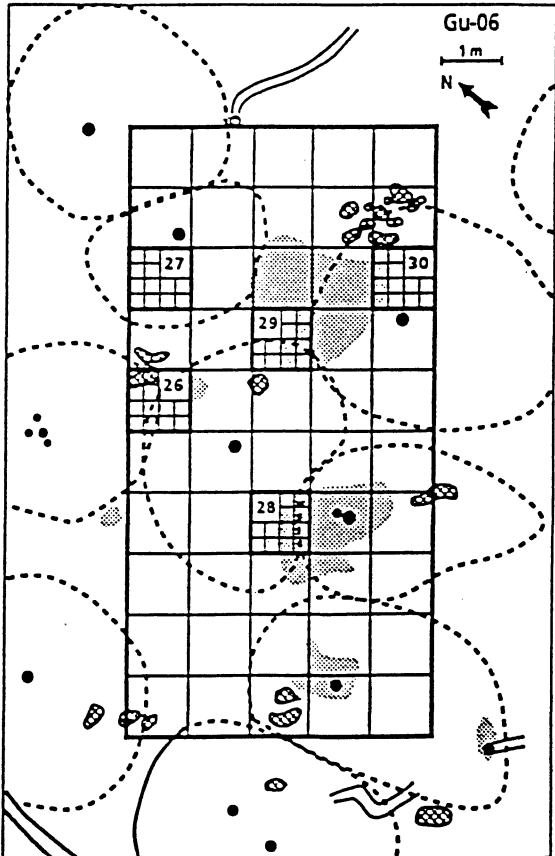
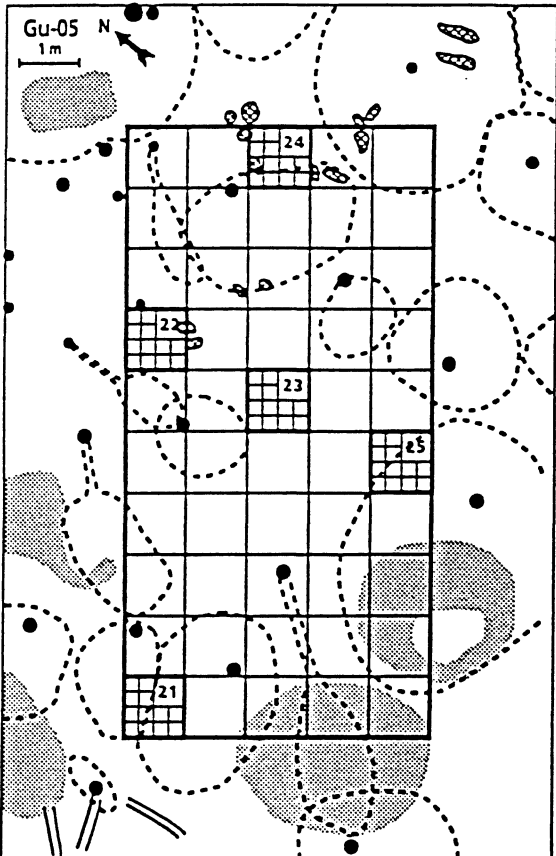
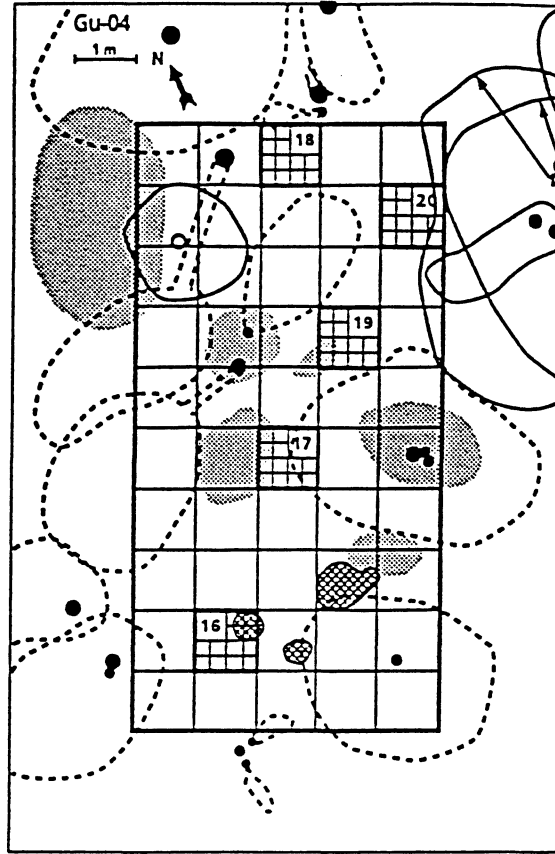
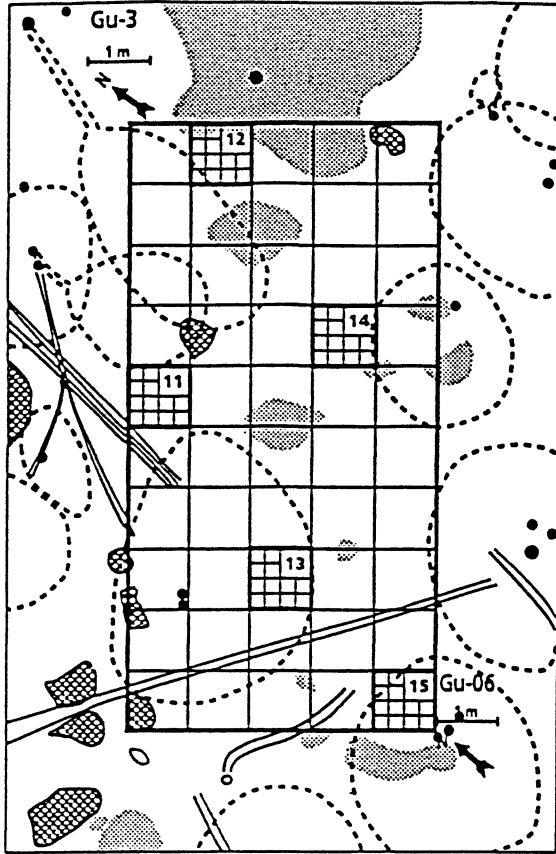
Humusprøver er analysert av Jordforsk etter standardprosedyrer. Resultatene er sammenlignbare med jordparametrene fra andre TOV-områder og overvåkningsflatene til NIJOS i boreal barskog (T. Økland 1990, 1993). De kjemiske analysene omfatter 14 humusparametre. NISK ana-

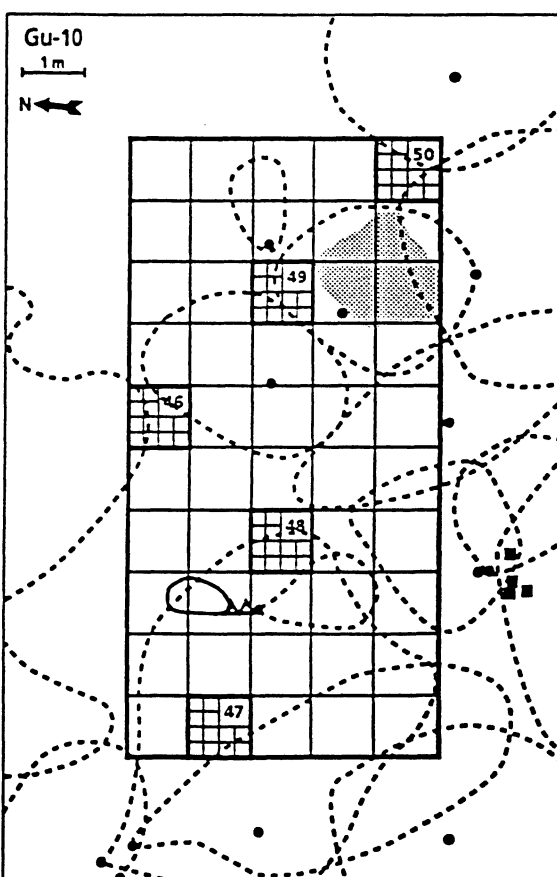
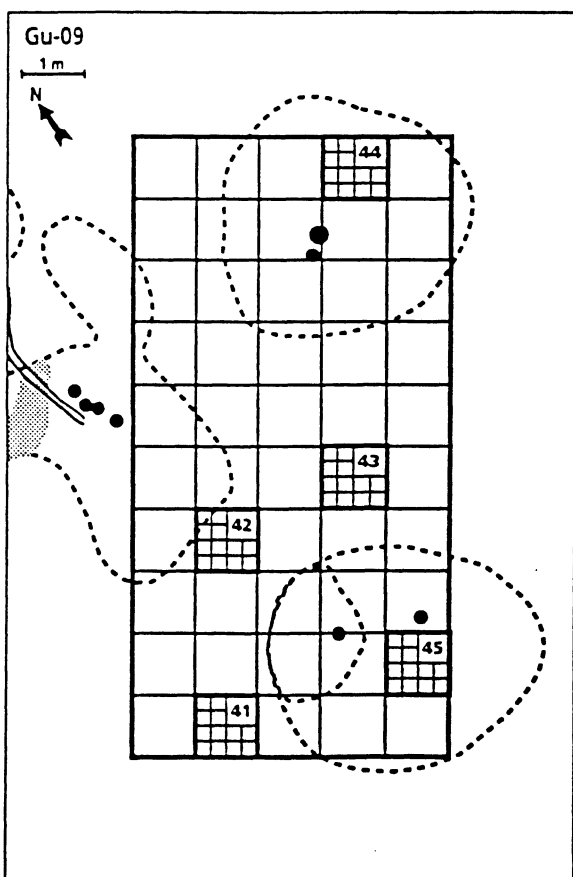
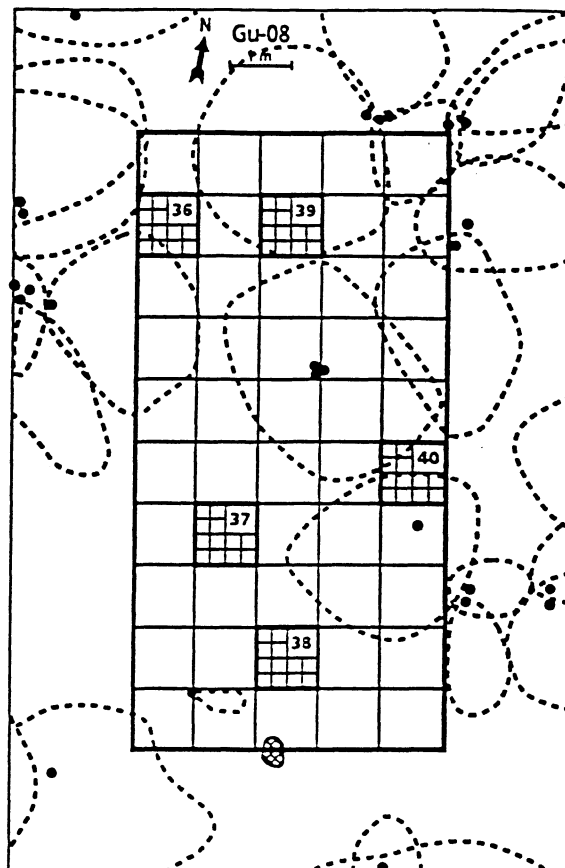
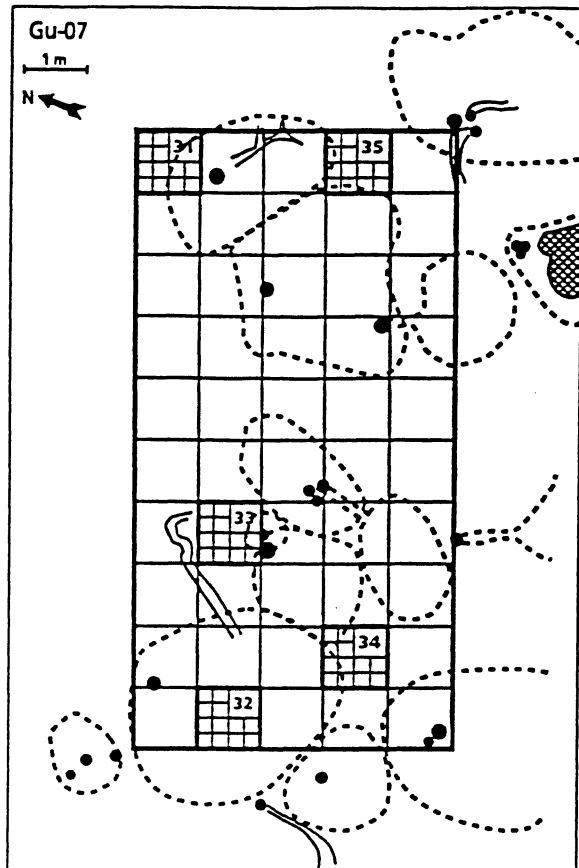
lyserer et betydelig større antall parametre i sitt felt i Gutulia. Disse inkluderer også tungmetaller (jf. Jensen 1991, 1992, Jensen & Frogner 1993).

NINA utfører radio-Cs og tungmetallundersøkelser på plantemateriale fra Gutulia (Gaare under utarb., Kålås et al. 1994).



Figur 6. Beliggenheten av de 50 analyserutene i felt 1-10. Trær og busker som forekommer i hvert felt er inntegnet, med omtrentlig angivelse av omkrets. - Localization of the 50 permanent sample plots in macroplot 1-10. Trees and shrubs in the macroplot are mapped, approximate circumferences are indicated.





### 3.3 Behandling av vegetasjonsdata

Vegetasjonsdata ble innlest ved hjelp av programpakken BDP, Biological Data Program/PC (Pedersen 1988).

#### Standardisering ved veiing av matriseelementer

Skalaen for artenes mengdeangivelse har i utgangspunktet rekkevidde  $r = 16$  for smårutefrekvens-datasettet og  $r = 100$  for dekningsgrad-datasettet. Dette gir en vesentlig forskjellig vektlegging av dominanter i de to datasettene. Da ordinasjonsresultater varierer med skalarekkevidder (Eilertsen et al. 1990), har vi valgt å sette  $r = 16$  for begge datasettene, noe som gir en moderat vektlegging av dominanter (Smartt et al. 1974a, 1974b, Jensén 1978, R.H. Økland 1986). For å redusere rekkevidden på prosentdekning-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 veiete verdiene av art  $i$  i analyserute  $j$ ,  $a$  er en rekkevidde-skalar og  $w$  en veieparameter.  $w$  fremkommer ved å dividere  $\ln$  til den nye rekkevidden med  $\ln$  til den opprinnelige. For prosentdekning-datasettet ble dermed;  $w = \ln 16 / \ln 100 = 0,6$ .

#### Nedveiing av sjeldne arter

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 (outlayers). En vanlig måte å redusere støyen på er å fjerne disse artene. Problemet er at en reduserer noe av strukturen når lavfrekvente arter med noe økologisk informasjon elimineres. En måte å beholde alle artene på, og likevel redusere betydningen av lavfrekvente arter, er å foreta nedveiing av disse. Det har vært diskutert hvor velegnet nedveiingsopsjonen i CANOCO (ter Braak 1987a) er. Eilertsen & Pedersen (1989) har foreslått en alternativ nedveiingsprosedyre, der nedveiingen blir utført på alle arter med lavere frekvens enn medianfrekvensen, istedenfor standardopsjonen 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 dem lavere vekt, men kan utnytte deres økologiske informasjon (Westhoff & van der Maarel 1978).

Etter standardisering og nedveiing ble det opprettet "Cornell Condensed Files" (CCF-filer) som input til ordinasjonsprogrammene.

### 3.4 Behandling av miljøparametre

Kjemiske miljøparametre ble innlest ved hjelp av programpakken BDP, Biological Data Program/PC (Pedersen 1988). pH ble angitt uveid. De øvrige kjemiske variablene ble  $\ln$ -transformert. Alle data ble eksportert som fullformatfiler for statistisk analyse og som CCF-filer for numerisk bearbeiding.

Fysiske og biotiske parametre vil først bli inkludert i materialet og benyttet til bearbeiding når vegetasjonsdata fra hele grunnlagsundersøkelsen foreligger.

### 3.5 DCA-ordinasjon av vegetasjonsdata

Multivariate numeriske metoder har fått en stadig mer sentral rolle i biologiske forsknings- og overvåkningsprogrammer. I vegetasjonsøkologiske arbeider har disse ordinasjonsmetodene vist seg å være svært anvendelige til å beskrive vegetasjonsmønstre, finne gradientstrukturer, estimere  $\beta$ -diversitet og etter reanalysering kvantifisere vegetasjonsdynamikk (jf. R.H. Økland & Eilertsen 1993, 1994, og manus under utarb.).

To uavhengige sett av metoder har etter hvert fremstått som "state of the art"-konsept innen vegetasjonsøkologisk forskning; DCA - Detrended Correspondence Analysis (Hill 1979, Hill & Gauch 1980) og MDS - Multidimensional Scaling (Kruskal 1964a, b, Minchin 1987). Begge konseptene tar utgangspunkt i en art/rute-matrise, og reduserer dimensjonaliteten ned til et lite antall. Arter og ruter kan så projiseres ned i dette fådimensjonale ordinasjonsrommet. Da vegetasjonen kan oppfattes som en funksjon av de økologiske forholdene, kan de ordinasjonsaksene som fremkommer gis en økologisk tolkning. En rekke arbeider viser at både DCA og MDS genererer reelle ordinasjonsakser som kan tolkes som økologiske gradienter, og at de i liten grad genererer forvrengningsakser uten økologisk informasjon.

Vegetasjonsanalysene fra Gutulia baserer seg på DCA-ordinasjon ved hjelp av programpakken CANOCO (ter Braak 1987a, 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.
- 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 valgt; dette for å hindre negativ bue-effekt og kant-effekt (jf. R.H. Økland 1990).

### 3.6 CCA-ordinasjon

Direkte gradientanalyser har blitt stadig mer brukt som et kraftig verktøy til å avdekke arters fordeling langs et utvalg spesifikke økologiske gradienter. Spesielt de multivariate metodene for kanonisk (canonical), også kalt styrt (constrained) ordinasjon har vist seg å være svært anvendelige.

I materialet fra Gutulia har vi vært interessert i å kvantifisere betydningen av et begrenset utvalg parametre. Ved å dividere egenverdien til hver parameter på summen av egenverdiene for de kanoniske aksene (total inertia) i materialet, får vi uttrykt parametrenes forklaringsandel av vegetasjonsstrukturen i materialet.

For direkte gradientanalyser er den kanoniske ordinasjonsmetode "Canonical Correspondence Analysis", CCA (ter Braak 1986) benyttet. CCA er inkorporert i CANOCO-pakken (ter Braak 1987a), og det er her mulig å velge en opsjon for ikke-lineær reskalering av aksene i ordinasjonsanalysen, noe som gjør metoden svært anvendelig, og direkte sammenlignbar med DCA-analysene.

### 3.7 Korrelasjonsanalyser

Korrelasjonsanalyser ble utført mellom miljøvariabler og DCA-akse-verdier, og innbyrdes mellom de forskjellige miljøvariablene. I programpakken STATGRAPHICS (STSC Inc. 1991) ble den ikke-parametriske korrelasjonsanalysen basert på Kendall's t benyttet (Conover 1980). A.R.E. (asymptotic relative efficiency) for denne testen er beskrevet hos Stuart (1956). Fenstad et al. (1977) fremhever bruken av Kendall's t når den underliggende fordelingen er ukjent. Korrelasjonskoeffisienten som ble nyttet for å teste uavhengigheten mellom to tilfeldige variable, X og Y var følgende;

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

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;

$H_0$ :  $X_i$  og  $Y_i$  er gjensidig uavhengige

Den alternative hypotesen,  $H_1$ , uttrykker den tilsvarende negasjon.

## 4 Resultater

### 4.1 Vegetasjonsanalyser

I de 50 analyserutene er 87 arter registrert; 41 karplanter, 19 bladmoser, 11 levermoser og 16 lav. De 10 mest frekvente artene i materialet er:

*Vaccinium myrtillus* (blåbær - 4913), *Deschampsia flexuosa* (smyle - 4588), *V. vitis-idaea* (tyttebær - 4212), *Barbilophozia lycopodioides* (gåsefotskjeggmose - 3031), *Dicranum scoparium* (ribbesigd - 2956), *Trientalis europaea* (skogstjerne - 2193), *Pleurozium schreberi* (furumose - 1969), *Empetrum hermaphroditum* (fjellkrekling - 1788), *Melampyrum pratense* (stormarimjelle - 1669) og *Gymnocarpium dryopteris* (fugletelg - 1569).

Norske navn og vektlegging (artens smårutefrekvens summert over alle de 50 analyserutene) er angitt i parentes.

**Tabell 3** viser samtlige arters frekvens og vekt. Middell, maksimum, minimum og standardavvik er gitt for artenes smårutefrekvens i materialet. Alle rutene ligger i fattig til intermediær bjørkeskog. Det er nesten totalt fravær av unge trær og busker (lavere enn 80 cm). Det er heller ikke registrert frøplanter av bjørk i noen av analyserutene eller i deres nærområder, til tross for at alle rutene ligger under bestandsgrensa for bjørk.

Følgende viktige floristiske overganger/skifter (species turnover) er observert:

- **Tresettingen** varierer fra bestand av relativt få høye bjørketrær omsluttet av overstandere av gran eller furu, til gradvis lavere og tettere bestand over barskogsgrensa og videre til småbestand av fjellbjørk opp mot bestandsgrensa for bjørk. **Figur 6** viser detaljkart over hvert felt med tillegg av 2 m randsoner, der alle trær og busker med høyde over 80 cm er inntegnet.
- **Karplantene** varierer både med hensyn til diversitet og dekning fra forholdsvis artsrike ruter i de litt næringsrike og friskere utformingene i de lavereliggende områdene til mer artsfattige ruter i den høyereliggende, tette bjørkeskogen og mot rismyr. Diversiteten er generelt høyere i ruter med stor grad av topografisk variasjon.
- **Mosene** varierer også med hensyn til diversitet og dekning. Dekningsgraden og diversiteten reduseres generelt mot bestandsgrensa for bjørk. Men forholdsvis flate ruter uten nisjer for konkurransesvake moser (spesielt levermoser) har vesentlig lavere artsdiversitet enn ruter med variert topografi og små åpninger ("gaps"). Enkelte bratte tuekanter kan ha betydelig antall levermoser også opp mot bestandsgrensa.
- **Lavartene** i bjørkeskog har generelt sett sitt optimum i de tørre og høyereliggende utformingene. For de fleste

artene vil trolig tyngdepunktet for artene ligge utenfor de vegetasjonsutformingene som er valgt i dette arbeidet; i alpine vegetasjonstyper. De tørre, eksponerte rutene, nesten uten urter, kan være totalt dominert av reinlav/begerlav (samt lyngarter og ribbesigd), mens de friskere og urterike rutene svært ofte er uten lavdekke eller har svært lite lavdekke.

#### DCA-ordinasjon

DCA-ordinasjonen av smårutefrekvens-datasettet og prosentdekning-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 7** viser de 50 analyserutenes posisjon (som er veiet middel av artsscorene) langs de to viktigste DCA-aksene. Førsteaksens gradientlengde er 2,67 SD-enheter og andreaksens er 1,61 (**tabell 4**). **Figur 8** angir hvilket felt hver av de 50 analyserutene tilhører. Rutene i felt 2 og 3 ligger lengst til venstre langs DCA-akse 1, mens feltene 7, 8 og 9 ligger lengst til høyre. Disse tre feltene trekker også ut DCA-akse 2. Feltene 1, 4, 5, 6 og 10 overlapper hverandre og delvis felt 2, mens det er noe avstand til feltene 7, 8 og 9.

**Figur 9** 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.

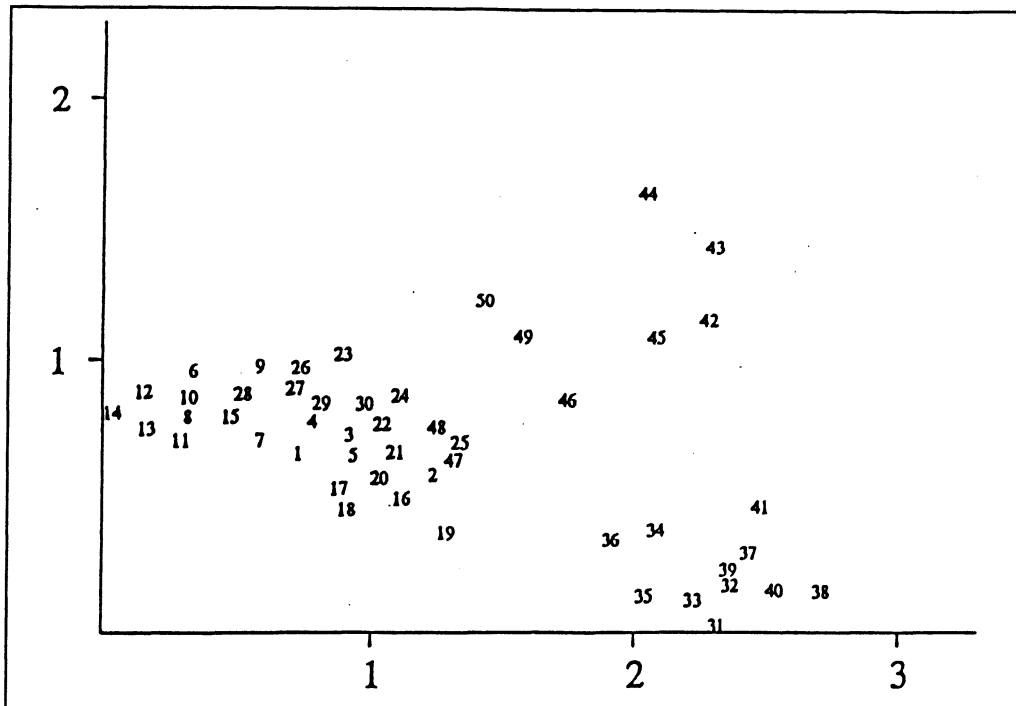
**Tabell 4** viser de 4 DCA-aksenes egenverdier. Forholdet mellom egenverdiene og summen av alle ikke-kanoniske egenverdier (= total inertia) viser andel av variasjon forklart av DCA-aksene.

#### Artenes mengdefordeling i DCA-ordinasjonen

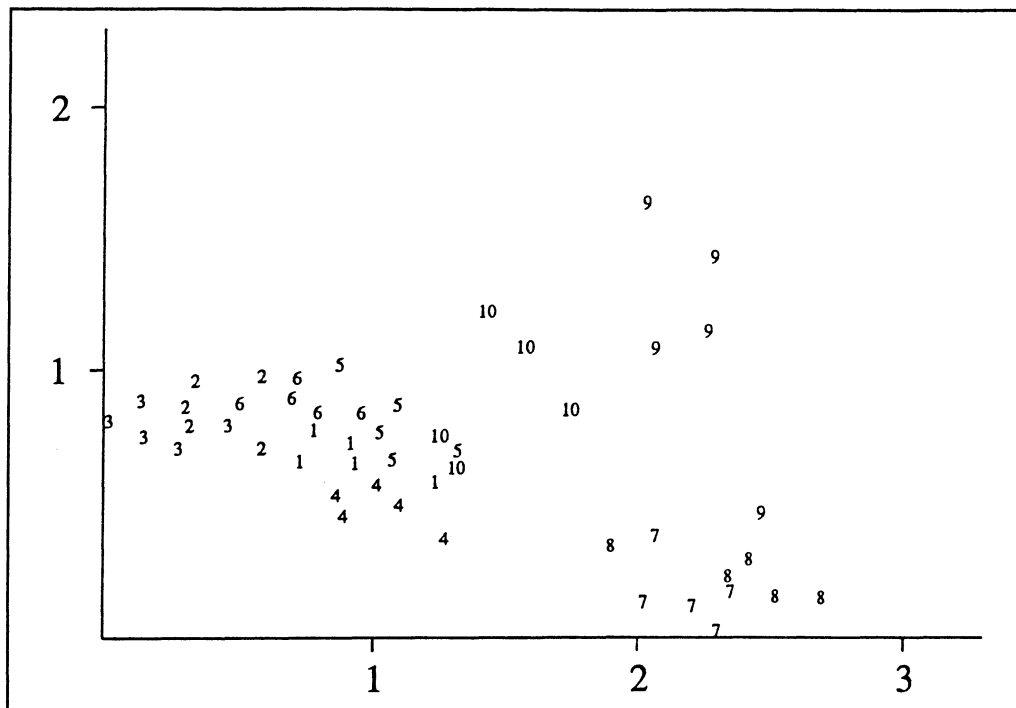
**Figurene 10-60** viser arter med forekomst i 10 % av analyserutene eller mer, plottet inn i de respektive ruters posisjoner i ruteordinasjonsplottet (jf. **figur 7**). Fordelingen i ordinasjonsplottet, både i forhold mengde (smårutefrekvens) og økologisk amplitude, gir informasjon om artenes økologiske preferanser og krav. Fordelingen er ulik for de forskjellige artene, men grupper av arter viser stor grad av sammenfallende mønstre (**figurene 61-66**). Artene kan grupperes i følgende typer:

**Type 1:** Dette er en gruppe arter som finnes i hele materialet (svært vid økologisk amplitude) og som har høy smårutefrekvens i analyserutene (**figur 61**). Disse vil følgelig ha sitt optimum nær sentroiden i artsordinasjonsplottet (jf. **figur 9**). Samtlige arter av denne typen er gitt her: *Vaccinium myrtillus* (**figur 15**), *V. vitis-idaea* (**figur 17**) og *Deschampsia flexuosa* (**figur 32**) og delvis *Melampyrum pra-*

**Figur 7.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Aksene er skalert i SD-enheter. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Axes scaled in SD units.



**Figur 8.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2, analyseflatenummer er angitt. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2, macroplot number is given.



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

DCA-akse DCA axis	$SD_{DCA}$	$e_{DCA}$	$e_{DCA}/\Pi$	$\sum e_{DCA_n}/\Pi$
1	2,67	0,395	20,4	20,4
2	1,61	0,140	7,2	27,6
3	1,69	0,083	4,3	31,9
4	1,32	0,052	2,7	34,6

*tense* (figur 21). Noen moser har tilsvarende variasjonsbredde, men kan mangle eller ha noe redusert smårutfrekvens i enkelte analyseruter. Dette gjelder *Dicranum scoparium* (figur 37), *Pleurozium schreberi* (figur 40) og til en viss grad *Barbilophozia lycopodioides* (figur 46). Ingen lavarter har tilnærmedesvis slik variasjonsbredde.

**Type 2:** Dette er arter som har vid økologisk amplitude, men som mangler i venstre del av ordinasjonsplottet (figur 62). Disse artene har tyngdepunktet flyttet noe til høyre for sentroiden i artsordinasjonsplottet. En typisk representant er *Empetrum hermaphroditum* (figur 14).

**Type 3:** Denne typen har også vid økologisk amplitude, men her finner en ikke artene i høyre del av ordinasjonsplottet (figur 63). Tyngdepunktet er forskjøvet mot venstre i forhold til sentroiden i materialet. Et typisk eksempel er *Brachythecium reflexum* (figur 35).

**Type 4:** Arter i denne kategorien har tyngdepunktet sterkt forskjøvet til venstre i ordinasjonen (figur 64). Mange av disse artene ville sannsynligvis hatt optimum (modal abundance) i vegetasjonsutforminger plassert enda lengere til venstre dersom disse utformingene hadde inngått i undersøkelsen. Alle arter i materialet som finnes i de fleste ruter med plassering i intervallet 0-1 SD-enhet langs DCA-akse 1 er nevnt; *Melampyrum sylvaticum* (figur 22), *Oxalis acetosella* (figur 23), *Rumex acetosa* (figur 26), *Milium effusum* (figur 34) og *Rhodobryum roseum* (figur 44). Enkelte andre arter har liknende struktur, men har noe bredere økologisk amplitude i dette materialet. Av arter som finnes i intervallet 0-1,5 SD-enhet langs DCA-akse 1 kan nevnes; *Juniperus communis* (figur 11), *Gymnocarpium dryopteris* (figur 18), *Linnaea borealis* (figur 19), *Luzula pilosa* (figur 33), *Brac-*

*hythecium salebrosum* (figur 36) og *Lophozia obtusa* (figur 49).

**Type 5:** Arter med tyngdepunktet forskjøvet sterkt til høyre langs DCA-akse 1, og med høye verdier langs DCA-akse 2 (figur 65). Typiske arter er *Betula nana* (figur 10) og *Rubus chamaemorus* (figur 25).

**Type 6:** Arter med tyngdepunktet sterkt forskjøvet mot høyre, men i motsetning til forrige gruppe har de lave verdier langs DCA-akse 2 (figur 66). Mange lavarter har slik utbredelse; *Cladina arbuscula* (figur 53), *Cladonia crispata* (figur 58) og *C. uncialis* (figur 60).

De fleste artene kan plasseres i en av disse 6 fordelingstypene. Enkelte arter har en fordeling i overgangen mellom typene og enkelte er spredt utover langs ordinasjonsaksene. Disse faller følgelig noe utenfor disse mønstrene. Den største gruppen av arter har utbredelse av type 4. Dette gjelder i hovedsak karplantene, men også for en rekke moser. Lavartene har i hovedsak en type 6-fordeling, men artsamplityden varierer noe fra art til art.

## Artsdiversitet

Sju biotiske parametre er nyttet for å gi ytterligere informasjon om datasett-egenskaper og ordinasjonsstruktur. Totalt antall arter (N-TOT), antall karplanter (N-VAS) og antall kryptogamer (N-BOT) er illustrert ved figurene 67-69. Kvadrater er koordinatfestet i DCA-ordinasjonsplottet, slik at den høyeste diversiteten er angitt med sorte, store kvadrater mens de gradvis blir hvite og mindre proporsjonalt med reduksjonen i diversitet. I hovedsak reduseres artsdiversiteten med høydenivået, dvs. mot bestandsgrensa for bjørk. Figurene viser at artsdiversiteten for karplantene varierer mer enn for kryptogamene. Diversiteten for karplantene er lavest i de tørre habitatene i feltene 7-8. Dersom antallet kryptogamer dekomponeres i antall arter moser (N-BRY) og antall lav (N-LIC), vises det klart at artsdiversiteten hos moser (figur 70) i hovedsak følger den samme trenden som for karplanter, mens artsdiversiteten for lav (figur 71) viser et relativt komplementært mønster, med de høyeste verdiene i feltene 7-8.

Dekningsgraden for artene i feltsjiktet (CC) og bunnsjiktet (CD) viser betydelig forskjeller i mønstre. For feltsjiktsartene er dekningsgraden temmelig uniform i ordinasjonsplottet (figur 72), mens en for kryptogamene (figur 73) finner den største dekningsgraden i feltene 6, 7, 8 og 10.

Kendall-korrelasjoner mellom de 4 DCA-aksene og de 7 biotiske miljøvariablene er gitt i tabell 8.

DCA-akse 1 er signifikant korrelert, på 0,05-nivå, med 5 av de 7 biotiske parametrene. Best korrelert er antall moser (n BRY,  $\tau = -0,55$ ) og antall lav (n LIC,  $\tau = 0,52$ ). Da disse er henholdsvis sterkt negativt- og sterkt positivt korrelert er det som forventet at antall bunnsjiktsarter ikke er signifikant





korrelert med førsteaksen (n BOT,  $\tau = -0,08$ ). Antall karplanter (n VAS,  $\tau = -0,53$ ) er da også betydelig bedre korrelert enn det totale artsantallet i rutene (n TOT  $\tau = -0,39$ ). Dekningsgraden for bunnsjiktet er positivt korrelert (CD,  $\tau = 0,30$ ), mens den for feltsjiktet ikke er korrelert (CC,  $\tau = -0,02$ ).

DCA-akse 2 er signifikant positivt korrelert med antall karplanter (n VAS,  $\tau = 0,20$ ) og signifikant negativt korrelert med antallet lav (n LIC,  $\tau = -0,39$ ) og deknningen i feltsjiktet (CD,  $\tau = -0,35$ ).

DCA-akse 3 er signifikant positivt korrelert med antallet moser (n BRY,  $\tau = 0,21$ ) og dekning i bunnsjiktet (CD,  $\tau = 0,29$ ), mens en finner signifikant negativ korrelasjon med deknningen i feltsjiktet (CC,  $\tau = 0,22$ ).

DCA-akse 4 er kun signifikant korrelert med antall lav (n LIC,  $\tau = 0,24$ ).

## 4.2 Miljøparametre

Rutenes middel-, maksimums- og minimumsverdi og standardavvik er vist i for 25 fysiske miljøparametre (tabell 5) for å angi status for de 50 analyserutene. Tilsvarende tabeller er gitt for 14 kjemiske humusparametre (tabell 6) og 7 biotiske parametre (tabell 7).

### Fysiske- og kjemiske miljøparametre

Forskjeller i verdier for de 25 fysiske miljøparametrene er gitt i figurene 74-98. Kvadrater er koordinatfestet i DCA-ordinasjonsplottet, slik at de høyeste verdiene er angitt med sorte, store symboler, som gradvis blir hvite og mindre, proporsjonalt med reduksjonen av parameterverdier. På tilsvarende måte illustrerer figurene 99-112 fordelingsmønsteret for 14 kjemiske humusparametre.

## 4.3 Korrelasjoner mellom DCA-akser og fysiske miljøparametre

Kendall-korrelasjoner mellom de 4 DCA-aksene og 29 målte miljøvariabler er gitt i tabell 9.

DCA-akse 1 er signifikant korrelert, på 0,05-nivå eller lavere, med 13 av de målte parametrene. Best korrelert er rutenes høydenivå (MA Alt,  $\tau = 0,69$ ) og luftfuktigheten i form av doggpunktet på bakkenivå (Dew 0,  $\tau = -0,50$ ). Jorddybden angitt som minimumsverdi (Smi), medianverdi (Sme) og maksimumsverdi (Sma) viser også god korrelasjon med førsteaksen ( $\tau$ -verdier på henholdsvis 0,41, 0,39 og 0,36). Disse korrelasjonene er i midlertid sterkt styrt av et begrenset antall ruter med stor jorddybde nær bestandsgrensa for bjørk. Dersom en studerer variasjonen i jorddybdenivå, finner en negativ korrelasjon for Svar, med  $\tau =$

**Tabell 5.** 25 fysiske miljøvariabler i 50 analyseruter. - 25 physical environmental variables in 50 sample plots.

Variabel	Middel	Maksimum	Minimum	SD
Variable	Mean	Maximum	Minimum	SD
MA Alt	823,00	865,00	770,00	36,67
MA Slo	10,14	60,00	2,00	8,65
MA Asp	67,08	355,00	11,00	62,96
MA Ter	0,50	2,00	-2,00	1,11
MA Une	2,25	4,00	1,00	0,86
MA Rel	9,50	20,00	2,00	4,61
ME Slo	13,59	100,00	2,00	16,85
ME Asp	76,90	355,00	10,00	76,40
ME Ter	0,02	1,00	-2,00	1,21
ME Rel	12,80	23,00	2,00	5,18
Smi	12,63	62,00	1,00	17,65
Sme	17,32	66,00	1,00	19,42
Sma	30,36	85,00	3,00	21,78
Mmi	15,66	28,60	4,90	6,87
Mme	25,40	45,25	8,90	7,61
Mma	37,93	84,50	13,10	15,20
RH0	73,68	87,00	61,00	6,46
Temp0	10,19	19,40	8,10	2,11
Dew0	5,80	15,50	3,20	2,26
RH40	64,04	78,00	56,00	3,79
Temp40	9,41	12,40	8,40	0,92
Dew40	2,50	4,80	1,00	0,76
Strø	13,56	40,00	1,00	9,70
Fjell	3,11	7,00	1,00	2,00
Barmark	1,83	4,00	1,00	1,33

**Tabell 6.** 14 kjemiske miljøvariabler i 50 analyseruter. - 14 chemical environmental variables in 50 sample plots.

Variabel	Middel	Maksimum	Minimum	SD
Variable	Mean	Maximum	Minimum	SD
pH	4,42	5,30	3,60	0,54
P-Al	23,00	47,00	3,80	9,97
tot N	1,62	2,54	0,46	0,56
H	5,90	14,90	0,10	4,28
K	2,14	3,87	0,75	0,65
Mg	1,97	4,39	0,28	1,05
Ca	12,49	22,20	3,89	4,99
Na	0,37	0,62	0,26	0,11
Al	112,18	650,00	12,00	149,28
Fe	53,40	465,00	10,00	83,93
Mn	893,35	3720,00	23,70	1018,24
Zn	28,84	69,20	4,57	16,83
P	195,42	505,00	20,00	127,96
S	131,98	234,00	57,40	43,73

**Tabell 7.** 7 biotiske variabler i 50 analyseruter. - 7 biotic variables in 50 sample plots.

Variabel Variable	Frekvens Frequency	Middel Mean	Maksimum Maximum	Minimum Minimum	SD SD
N-TOT	100,00	17,80	25,00	12,00	5,63
N-VAS	100,00	9,40	14,00	5,00	3,85
N-BOT	100,00	8,40	13,00	7,00	2,61
xN-BRY	100,00	7,80	11,00	7,00	1,79
xN-LIC	40,00	1,50	2,00	1,00	0,71
CC	100,00	52,00	65,00	35,00	13,51
CD	100,00	34,00	92,00	3,00	35,42

**Tabell 8.** Kendall rangkorrelasjoner mellom rutenes DCA-verdier og 7 biotiske miljøvariabler. Korrelasjonskoeffisienter (øvre verdier) og deres signifikanssannsynlighet (nedre verdier) er angitt. - Kendall rank correlations between sample plot scores relative to ordination axes and the 7 biotic environmental variables. Correlation coefficients (upper values) and their significance probabilities (lower values) are specified.

	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
n TOT	-,3896 ,0001	,0487 ,6261	-,0521 ,6025	-,1780 ,0750
n VAS	-,5265 ,0000	,2020 ,0445	-,1259 ,2103	-,1665 ,0977
n BOT	-,0768 ,4519	-,1735 ,0893	,0665 ,5151	-,0302 ,7674
n BRY	-,5450 ,0000	,1788 ,0781	,2062 ,0422	-,1823 ,0725
n LIC	,5189 ,0000	-,3928 ,0002	-,1063 ,3109	,2414 ,0214
CC	-,0225 ,8261	,0225 ,8261	-,2213 ,0305	,0086 ,9326
CD	,3004 ,0027	-,3492 ,0005	,2886 ,0039	-,1186 ,2361

-0,38, og en positiv korrelasjon med differansen mellom maksimums- og minimumsverdier (Sdiff,  $\tau = 0,25$ ). Forskjeller i tresetting langs DCA-akse 1 blir forklart ved de høye negative korrelasjonene med relaskopsum-data. Resultatene viser at de nærmeste omgivelsene har størst betydning for strukturen, da relaskopsummen i analyserutene (ME Rel,  $\tau = -0,37$ ) er bedre korrelert enn relaskopsummen i makrorutene ( $\tau = -0,26$ ). Temperaturforholdene på bakkenivå (Temp0) og 40 cm over bakken (Temp40) er også sterkt negativt korrelert med DCA-akse 1 ( $\tau$  henholdsvis -0,37 og -0,35). Helningen på makrorutene (MA Slo) og dekningen av stein og fjell i ruta (CR) er begge negativt korrelert med DCA-akse 1 (henholdsvis  $\tau = -0,21$  og  $\tau = -0,23$ ).

DCA-akse 2 er kun signifikant korrelert med analyserutenes terrengform, uttrykt som mål på grad av konveksitet (ME Ter,  $\tau = -0,24$ ) og hellning (ME Slo,  $\tau = -0,22$ ).

DCA-akse 3 er også kun korrelert med 2 parametre; makroute-terrengform (MA ter,  $\tau = -0,27$ ) og ujevnheter, målt som mikrotopografisk variasjon, i makroruta (MA une,  $\tau = 0,24$ ).

DCA-akse 4 er korrelert med flere av de samme parametrene som DCA-akse 1, og gir således ikke informasjon om nye kompleksgradienter.

#### 4.4 Korrelasjoner mellom DCA-akser og kjemiske humusparametre

Kendall-korrelasjoner mellom de 4 DCA-aksene og 14 kjemiske humusparametre er gitt i **tabell 10**.

DCA-akse 1 er signifikant korrelert, på 0,05-nivå, med 6 av de 14 humusparametrene. Best korrelert er pH ( $\tau = -0,58$ ) ekstraherbare  $H^+$ -ioner ( $t = 0,45$ ). Mn er sterkt negativt korrelert ( $\tau = -0,42$ ), mens basekationene Mg og Na er begge positivt korrelert, med t verdier på henholdsvis 0,24 og 0,23. Total-N er også positivt korrelert med DCA-akse 1 ( $\tau = 0,22$ ).

DCA-akse 2 er kun signifikant korrelert med Ca ( $\tau = 0,20$ ).

DCA-akse 3 er høyt positivt korrelert med Fe ( $\tau = 0,46$ ), ekstraherbart P (P-AL,  $\tau = 0,30$ ) og S ( $\tau = 0,20$ ).

DCA-akse 4 er korrelert (med samme fortegn) med flere av de samme parametrene som DCA-akse 1; pH, Mg og Mn ( $\tau$  henholdsvis -0,23, 0,23 og -0,24). I tillegg er DCA-akse positivt korrelert med Zn ( $\tau = 0,20$ ).

**Tabell 9.** Kendall rangkorrelasjoner mellom rutenes DCA-verdier og 29 miljøvariabler. Korrelasjonskoeffisienter (øvre verdier) og deres signifikanssannsynlighet (nedre verdier) er angitt. - Kendall rank correlations between sample plot scores relative to ordination axes and the 29 environmental variables. Correlation coefficients (upper values) and their significance probabilities (lower values) are specified.

	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
MA Alt	,6788 ,0000	-,0982 ,3359	-,0793 ,4374	,2705 ,0080
MA Slo	-,2101 ,0363	-,1426 ,1554	-,1308 ,1926	-,1088 ,2782
MA Asp	,0173 ,8604	,0834 ,3975	-,0884 ,3701	-,1065 ,2798
MA Ter	-,0028 ,9791	-,0929 ,3863	-,2693 ,0120	-,1079 ,3143
MA Une	,1237 ,2579	,0536 ,6241	,2366 ,0304	,0555 ,6116
MA Rel	-,2605 ,0094	-,0042 ,9665	,0885 ,3775	-,2267 ,0238
ME Slo	-,0787 ,4301	-,2242 ,0245	-,1155 ,2467	-,0502 ,6145
ME Asp	,0140 ,8868	,1240 ,2063	-,0780 ,4265	-,1847 ,0597
ME Ter	-,0588 ,5970	,2416 ,0299	,0903 ,4168	,0231 ,8354
ME Rel	-,3685 ,0002	,0209 ,8339	,0242 ,8078	-,2131 ,0324
Smi	,4146 ,0000	,0371 ,7160	-,1336 ,1898	,1474 ,1480
Sme	,3923 ,0001	,0480 ,6269	-,0761 ,4407	,1639 ,0971
Sma	,3577 ,0003	,1220 ,2153	-,1137 ,2479	,1104 ,2619
Sdiff	,2473 ,0122	,0058 ,9532	-,0984 ,3188	,0653 ,5081
Svar	-,3763 ,0001	-,0164 ,8671	,0900 ,3574	-,2176 ,0261

Tabell 9 forts.

	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
Mmi	,1881 ,0543	,1047 ,2842	,0442 ,6514	,0458 ,6394
Mme	,1430 ,1432	,1887 ,0533	,0286 ,7697	,1397 ,1526
Mma	,1588 ,1046	,1637 ,0943	,1441 ,1409	,1343 ,1700
Mdiff	,0434 ,6574	,1285 ,1890	,1154 ,2381	,1514 ,1217
Mvar	-,0155 ,8737	,0433 ,6575	,1184 ,2252	,0776 ,4268
RHO	-,1733 ,0811	-,0150 ,8800	-,0783 ,4305	-,0816 ,4112
Temp0	-,3731 ,0002	,0677 ,4923	,0974 ,3231	-,1651 ,0940
Dew0	-,5045 ,0000	,0535 ,5863	,0189 ,8473	-,2066 ,0356
RH40	,0914 ,3703	,0742 ,4673	-,0121 ,9058	,0293 ,7738
Temp40	-,3518 ,0004	,0610 ,5402	,0978 ,3262	-,2398 ,0160
Dew40	,0705 ,4805	,0923 ,3556	,1158 ,2464	-,0503 ,6143
CL	,0944 ,3467	,1938 ,0533	-,0623 ,5341	,0910 ,3642
CR	-,2339 ,0333	,0497 ,6507	,2233 ,0421	,0201 ,8548
CBP	,0882 ,4475	,0086 ,9406	-,0156 ,8934	,0744 ,5219

**Tabell 10.** Kendall rangkorrelasjoner mellom rutenes DCA-verdier og 14 kjemiske miljøvariabler. Korrelasjonskoeffisienter (øvre verdier) og deres signifikanssannsynlighet (nedre verdier) er angitt. - Kendall rank correlations between sample plot scores relative to ordination axes and the 14 chemical variables. Correlation coefficients (upper values) and their significance probabilities (lower values) are specified.

	DCA1	DCA2	DCA3	DCA4
pH	-,5769 ,0000	,0126 ,8997	-,0312 ,7560	-,2249 ,0249
P-AL	-,0190 ,8471	-,0141 ,8867	,2972 ,0026	,0257 ,7950
Tot N	,2230 ,0228	,1837 ,0609	,1558 ,1118	,0853 ,3841
H	,4474 ,0000	-,0098 ,9200	,0426 ,6635	,1524 ,1196
K	-,0082 ,9333	-,1817 ,0632	,1768 ,0707	-,0688 ,4822
Mg	,2374 ,0152	,1293 ,1862	,1441 ,1409	,2325 ,0175
Ca	,1834 ,0609	,2014 ,0396	,1343 ,1700	,1703 ,0818
Na	,2258 ,0241	,1734 ,0834	,1023 ,3068	,0516 ,6064
Al	,0588 ,5513	,0124 ,8998	,0688 ,4861	-,0307 ,7562
Fe	,0857 ,3926	-,0212 ,8324	,4575 ,0000	-,0229 ,8192
Mn	-,4191 ,0000	-,0972 ,3195	-,0792 ,4171	-,2377 ,0149
Zn	-,0565 ,5637	,0336 ,7316	,1465 ,1342	,2021 ,0388
P	,1506 ,1283	-,0624 ,5286	,1639 ,0979	,0707 ,4751
S	-,1139 ,2448	,0254 ,7953	,1992 ,0420	-,1746 ,0747

## 4.5 Direkte gradientanalyser, CCA-ordinasjon

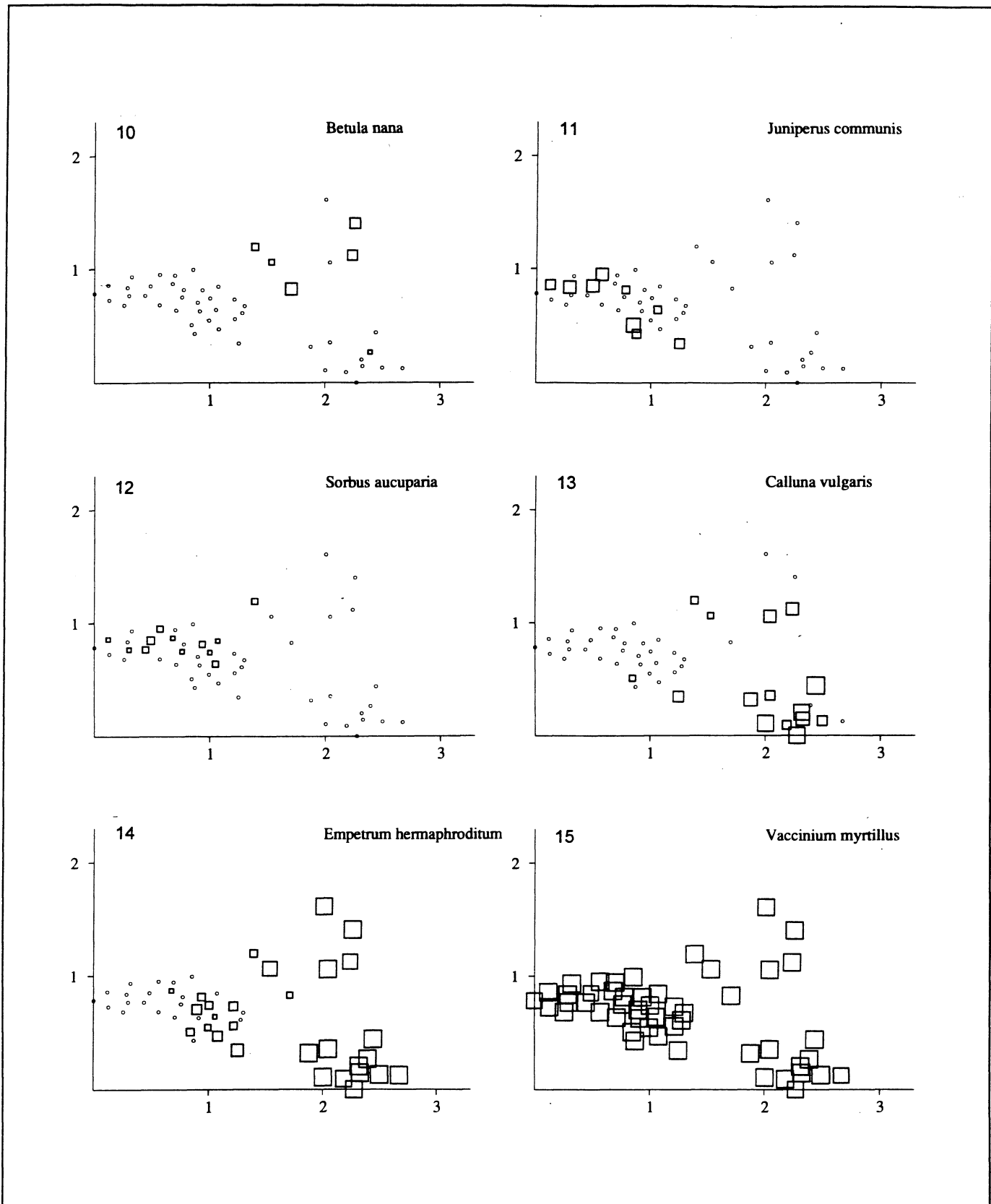
Direkte gradientanalyser, basert på reskalerte hybrid-CCA ordinasjoner, ble kjørt på smårutefrekvens-datasettet mot et utvalg på 15 fysiske miljøparametre og 13 kjemiske humusparametre. Resultatene er gitt i **tabell 11**, og viser parametrenes gradientlengde, egenverdi og forklaringsandel av vegetasjonsstrukturen (egenverdi dividert på total inertia) for den kanoniske aksene og for den første ikke-kanoniske residual-aksen.

Følgende 5 fysiske variabler forklarer mer enn 5 % av variasjonsstrukturen i materialet: Analyserutenes plassering langs en høydegradient (MA Alt 16,1 %), minimum jorddybde (Smi 9,3 %), median jorddybde (Sme 9,1 %), grad av tresetting nær analyseruta (ME Rel 7,2 %) og temperaturen 40 cm over bakkenivå (Temp40 6,0 %).

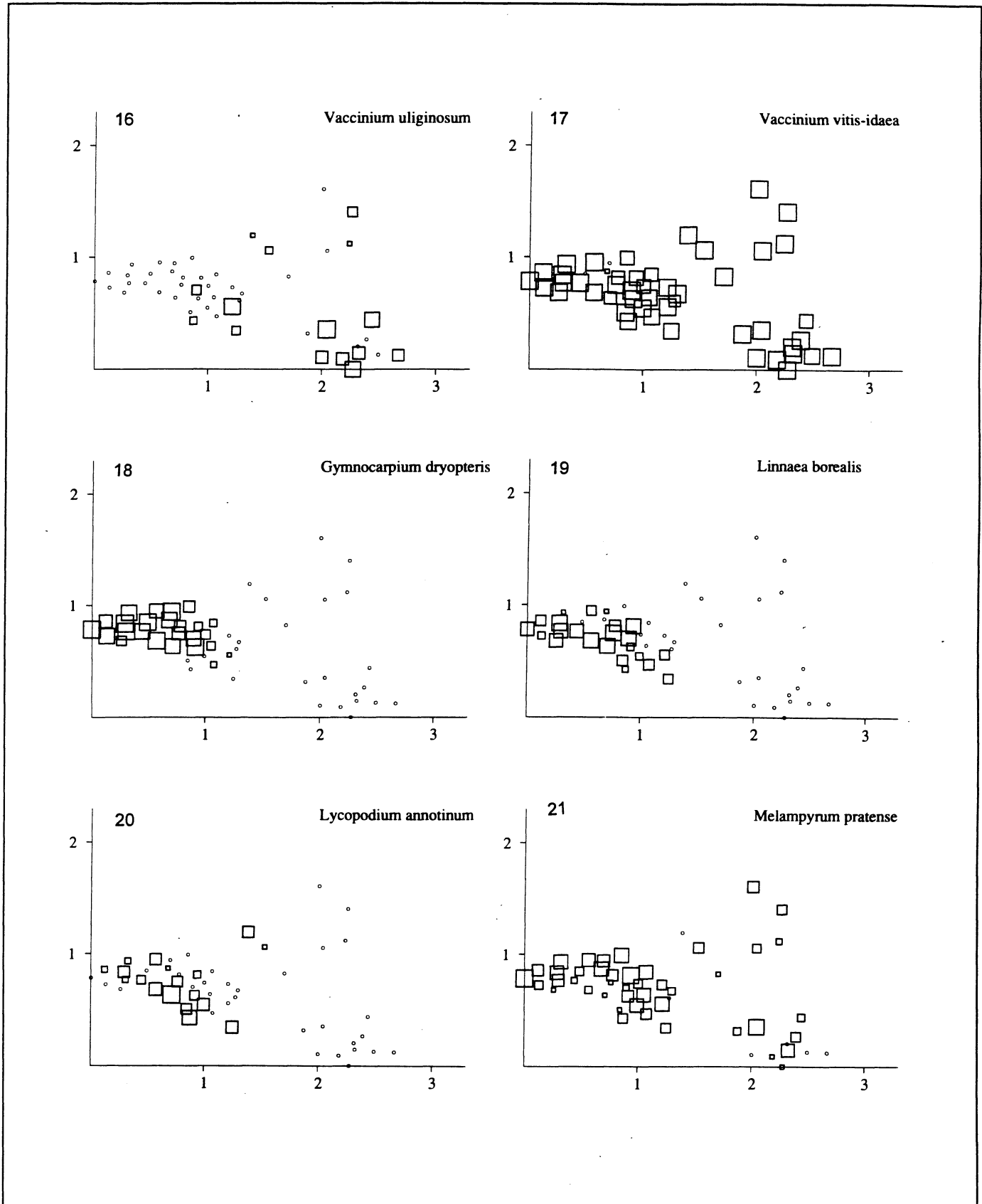
I alt 6 av 13 kjemiske humusparametrene forklarer mer enn 5 % av variasjonen; pH (14,3 %), Mn (10,5 %), Fe (6,3 %), tot-N (6,2 %), Na (5,7 %) og Mg (5,3 %).

**Tabell 11.** Direkte gradientanalyser, egenskaper ved ordinasjonsaksene.  $SD_{CCA}$  = gradientlengde for CCA-akse målt i SD-enheter,  $SD_{RES1}$  = gradientlengde for første residualakse målt i SD-enheter,  $e_{CCA}$  = egenverdi for CCA-akse,  $e_{RES1}$  = egenverdi for første residualakse,  $e_{CCA}/Ti$  = egenverdi for CCA-akse/total inertia (= aksens andel av forklart variasjon).  
- Direct gradient analyses, characteristics of ordination axes.  $SD_{CCA}$  = gradient length of canonical axis in SD units,  $SD_{RES1}$  = gradient length of residual axis in SD units,  $e_{CCA}$  = eigenvalue of canonical axis,  $e_{RES1}$  = eigenvalue of residual axis,  $e_{CCA}/Ti$  = eigenvalue of canonical axis/total inertia (= variation explained by canonical axis).

Variabel Variable	$SD_{CCA1}$	$SD_{RES1}$	$e_{CCA1}$	$e_{RES1}$	$e_{CCA1}/Ti$
MA Alt	1,72	1,76	0,313	0,157	16,1
MA Ter	0,95	2,55	0,053	0,352	2,7
MA Une	1,01	2,57	0,078	0,370	4,0
MA Rel	1,16	2,68	0,088	0,257	4,5
ME Ter	0,76	2,66	0,040	0,364	2,1
ME Rel	1,59	2,72	0,140	0,263	7,2
Smi	1,58	2,67	0,180	0,254	9,3
Sme	1,55	2,55	0,177	0,233	9,1
Mmi	0,83	2,67	0,057	0,341	2,9
Mme	1,29	2,71	0,075	0,340	3,9
Mma	1,58	2,71	0,096	0,329	4,9
RH0	0,84	2,57	0,051	0,307	2,6
Temp0	1,47	2,56	0,075	0,268	3,9
RH40	1,00	2,36	0,042	0,311	2,2
Temp40	1,49	2,34	0,117	0,260	6,0
pH	1,91	1,90	0,277	0,185	14,3
P-Al	1,00	2,55	0,062	0,337	3,2
tot N	1,37	2,65	0,121	0,307	6,2
K	1,02	2,66	0,047	0,355	2,4
Mg	1,23	2,71	0,103	0,297	5,3
Ca	1,09	2,66	0,082	0,331	4,2
Na	1,08	2,65	0,110	0,310	5,7
Al	1,02	2,46	0,086	0,214	4,5
Fe	1,38	2,64	0,122	0,348	6,3
Mn	1,84	2,02	0,203	0,198	10,5
Zn	0,91	2,68	0,054	0,376	2,8
P	0,82	2,59	0,077	0,298	4,0
S	0,98	2,62	0,057	0,335	3,0

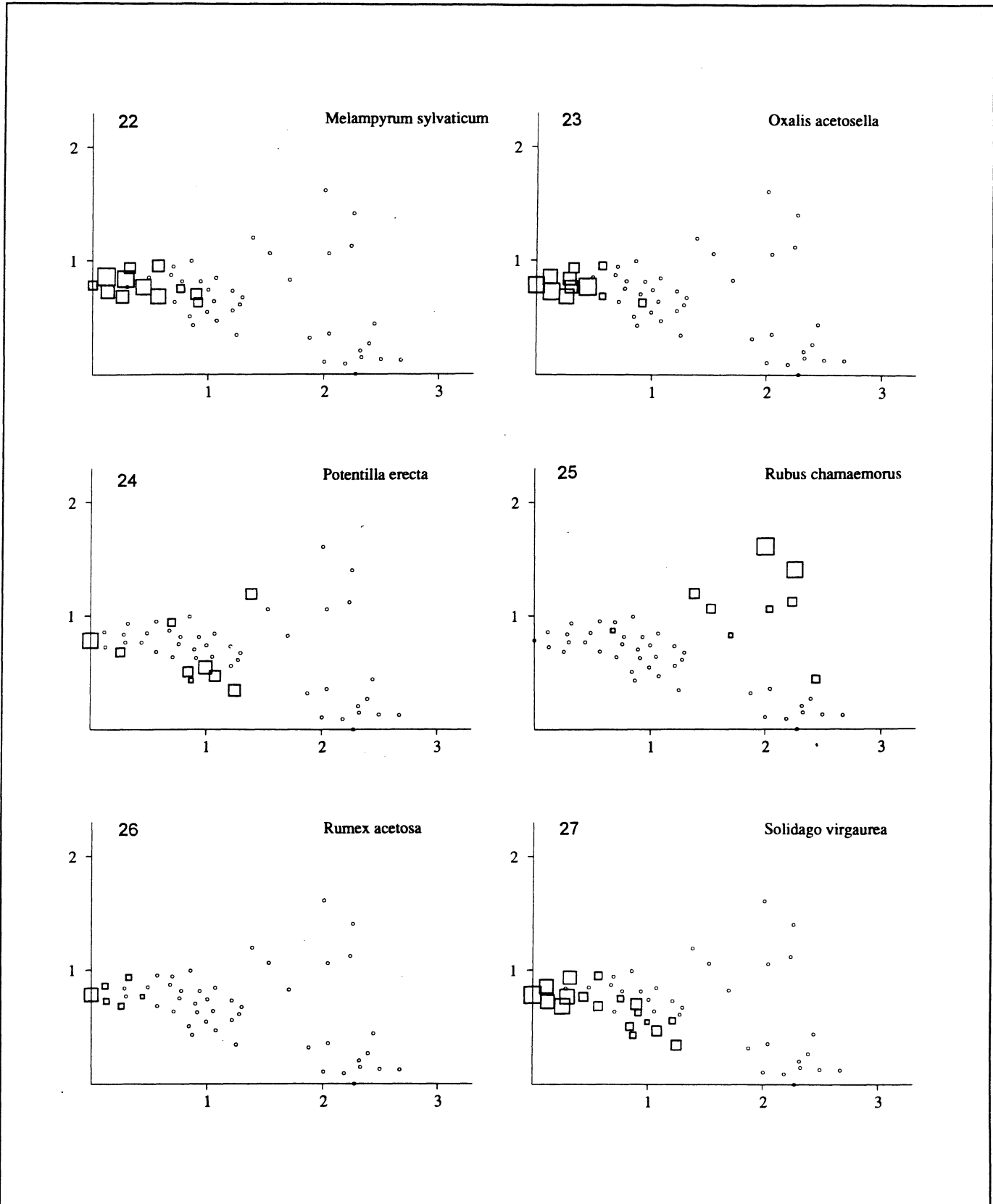


**Figurene 10-15.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutens posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 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.

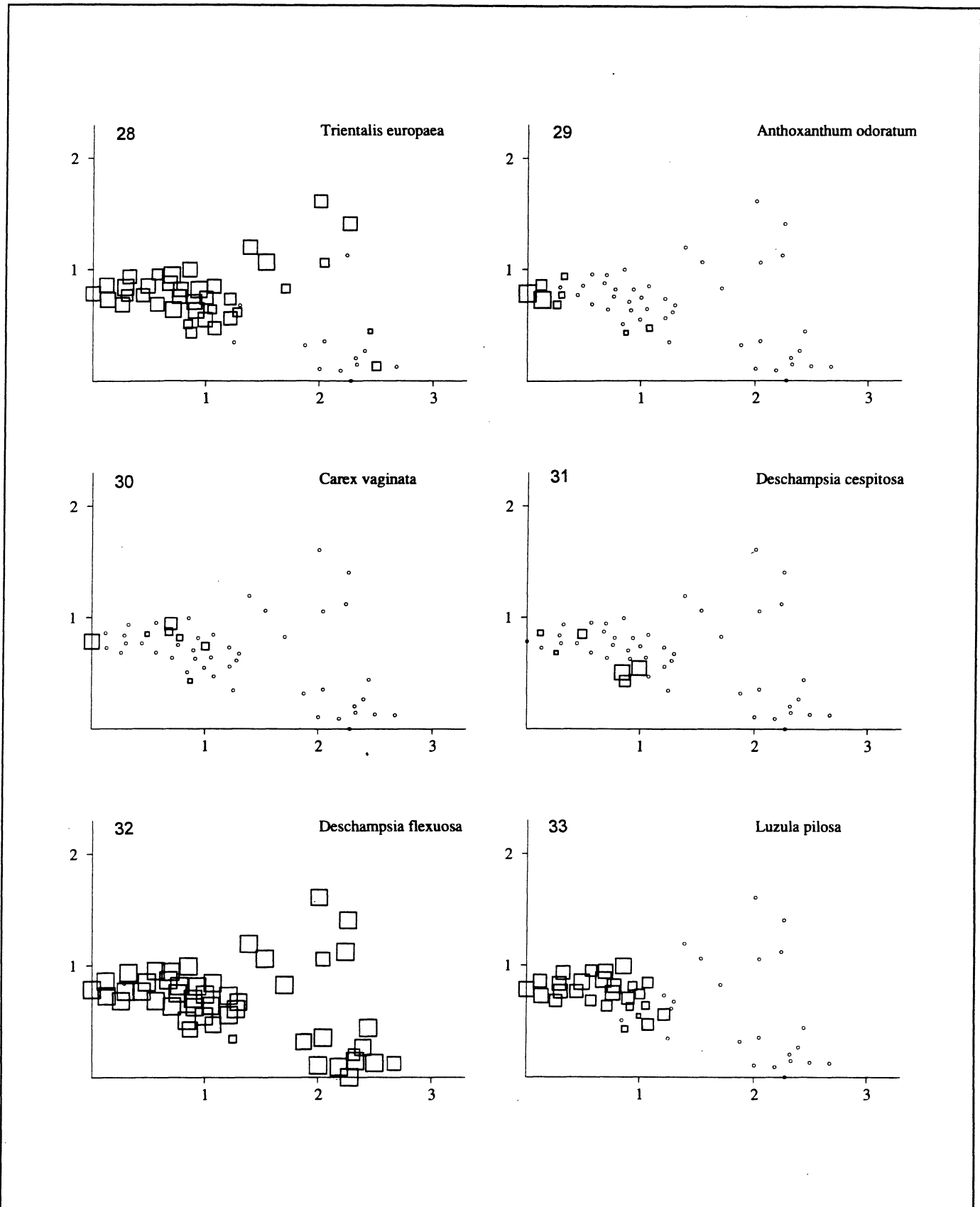


**Figurene 16-21.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutene sine posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 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.

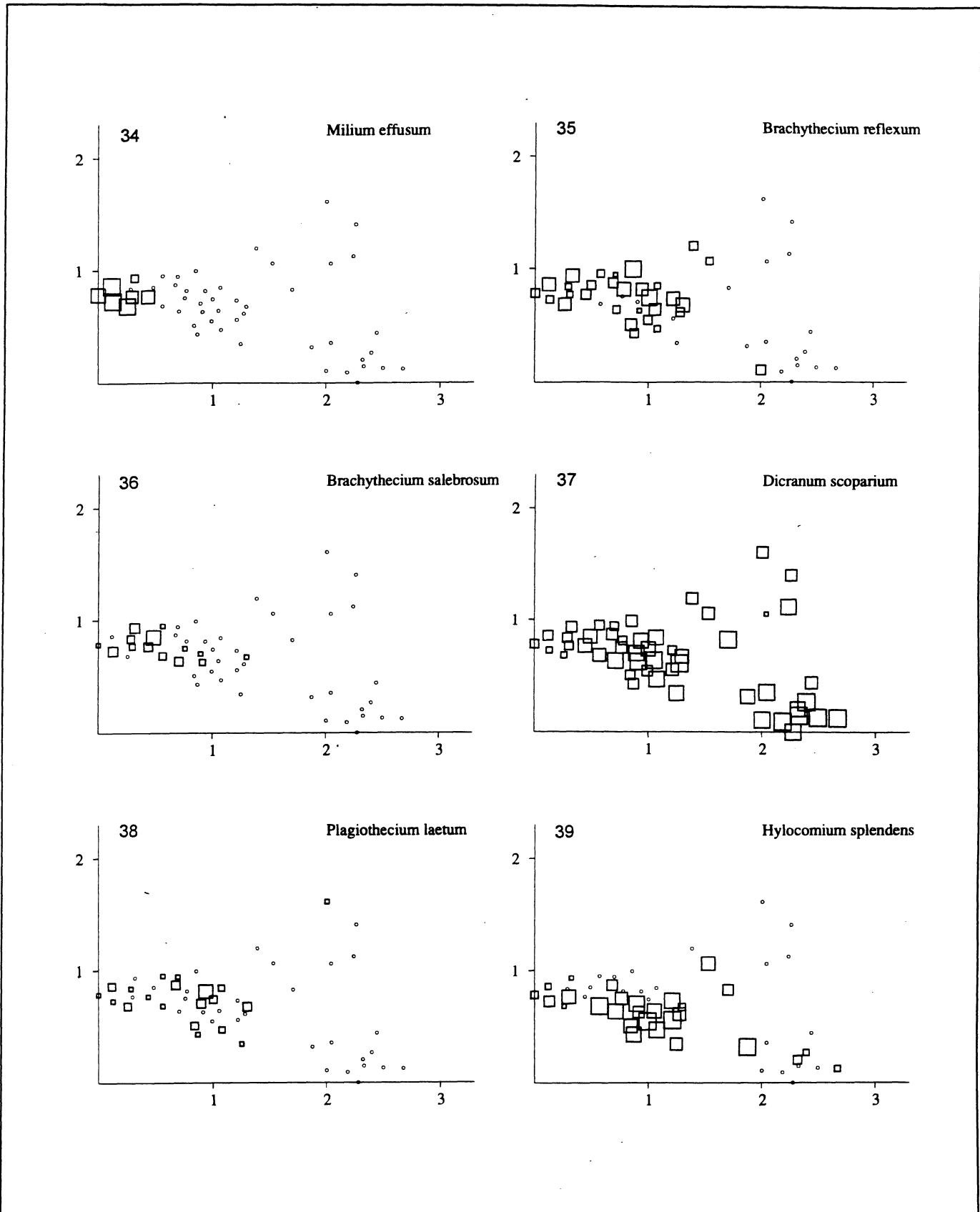




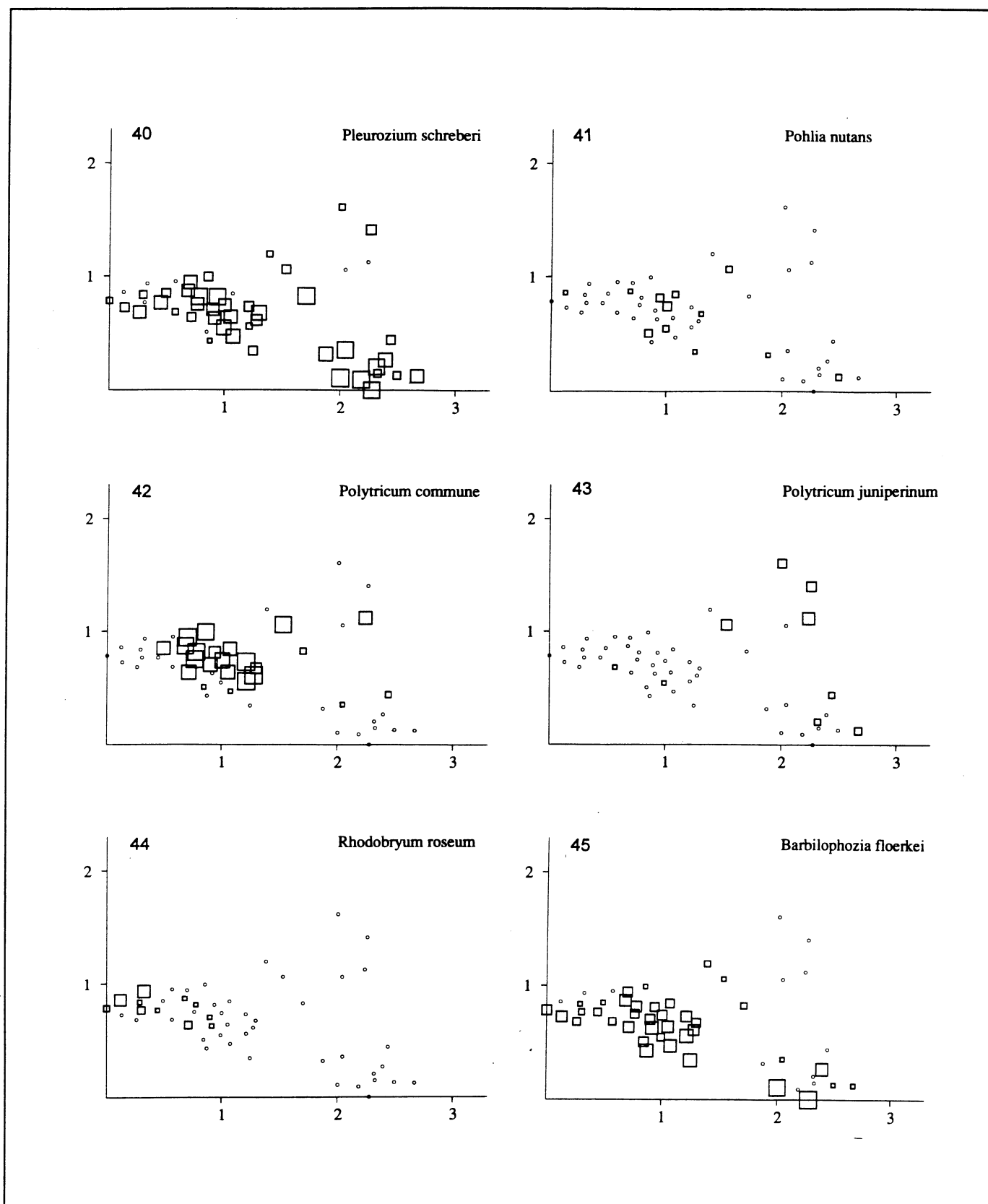
Figurene 22-27. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutene sine posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 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.



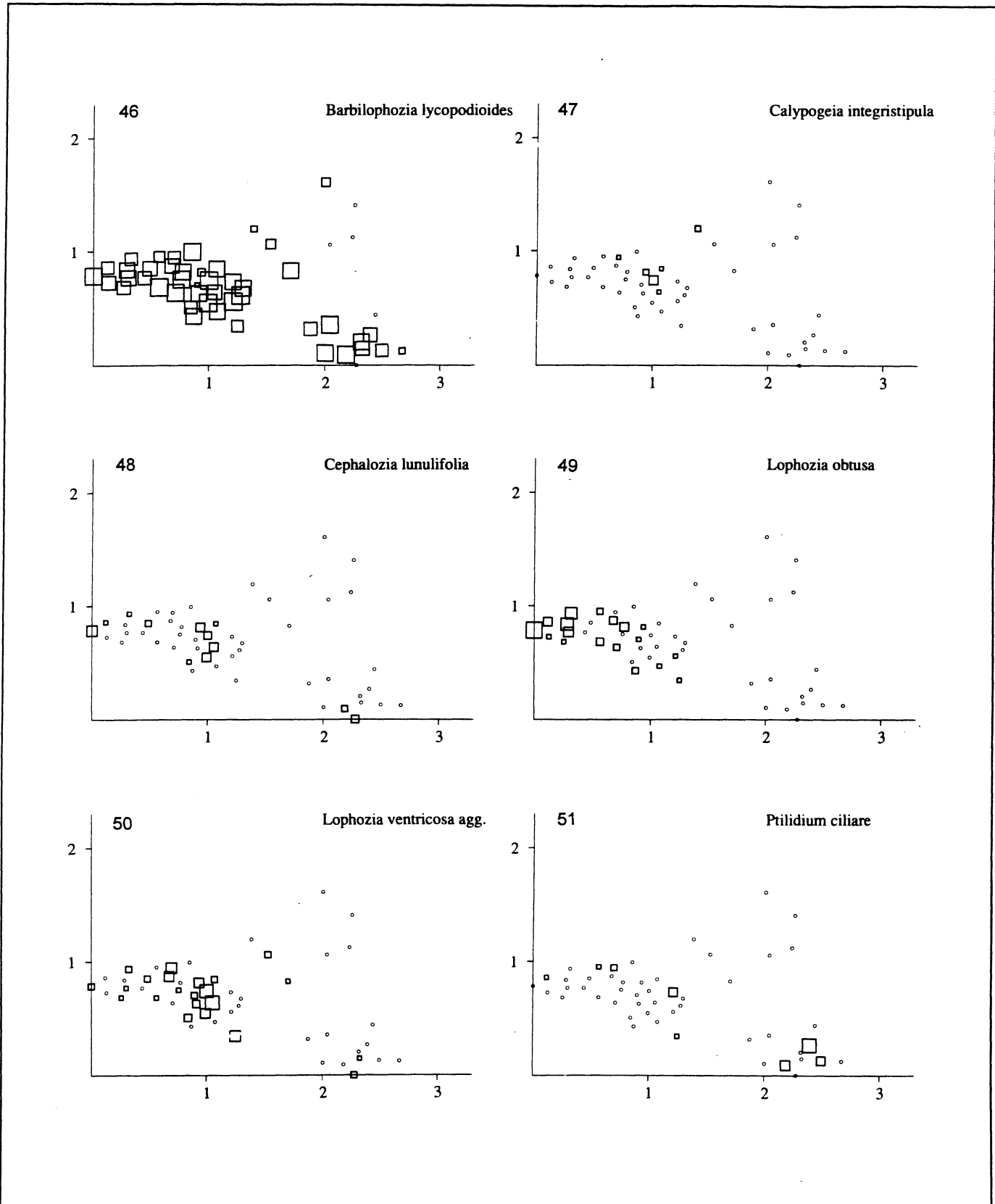
**Figurene 28-33.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutens posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 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.



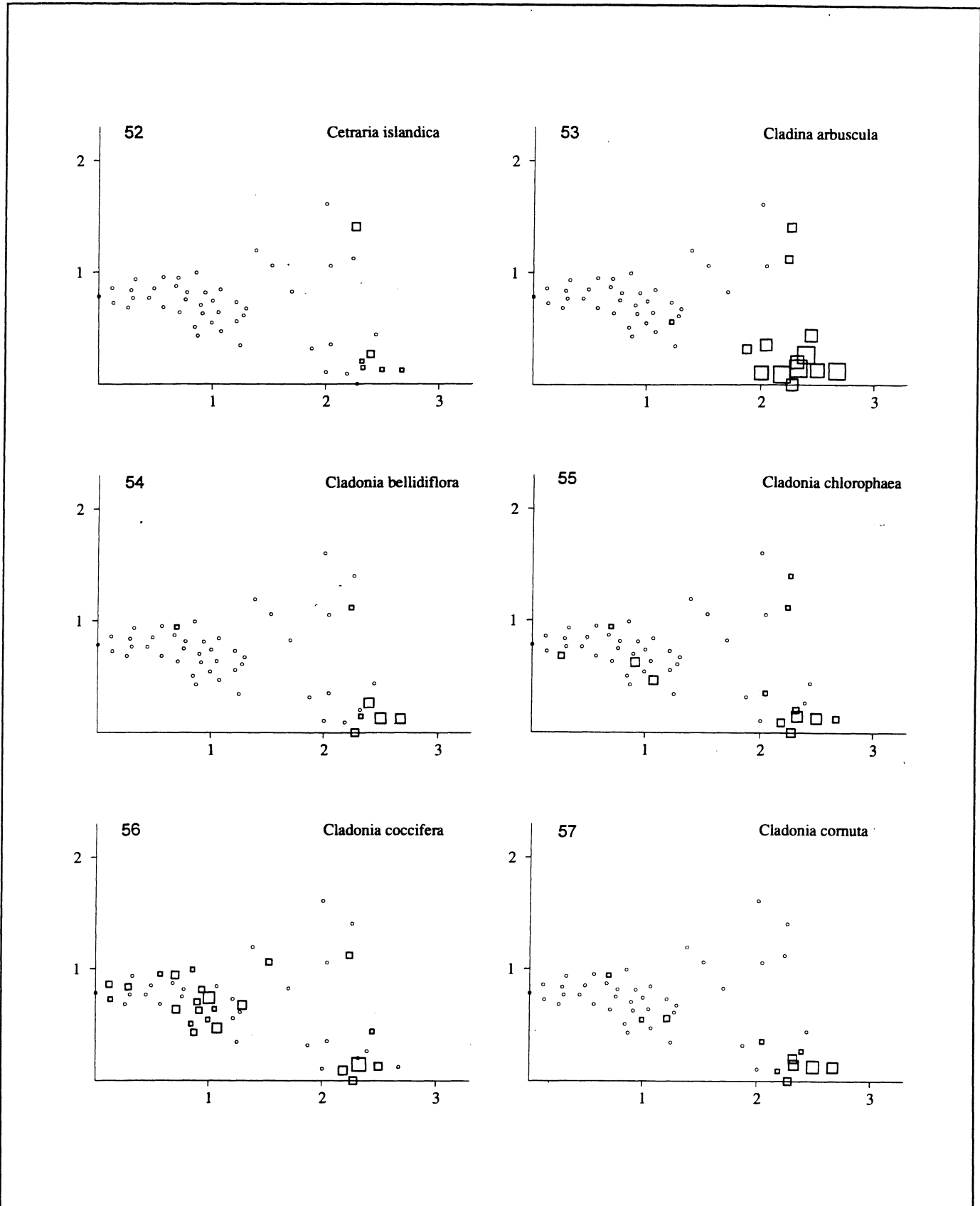
**Figurene 34-39.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutenes posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 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.



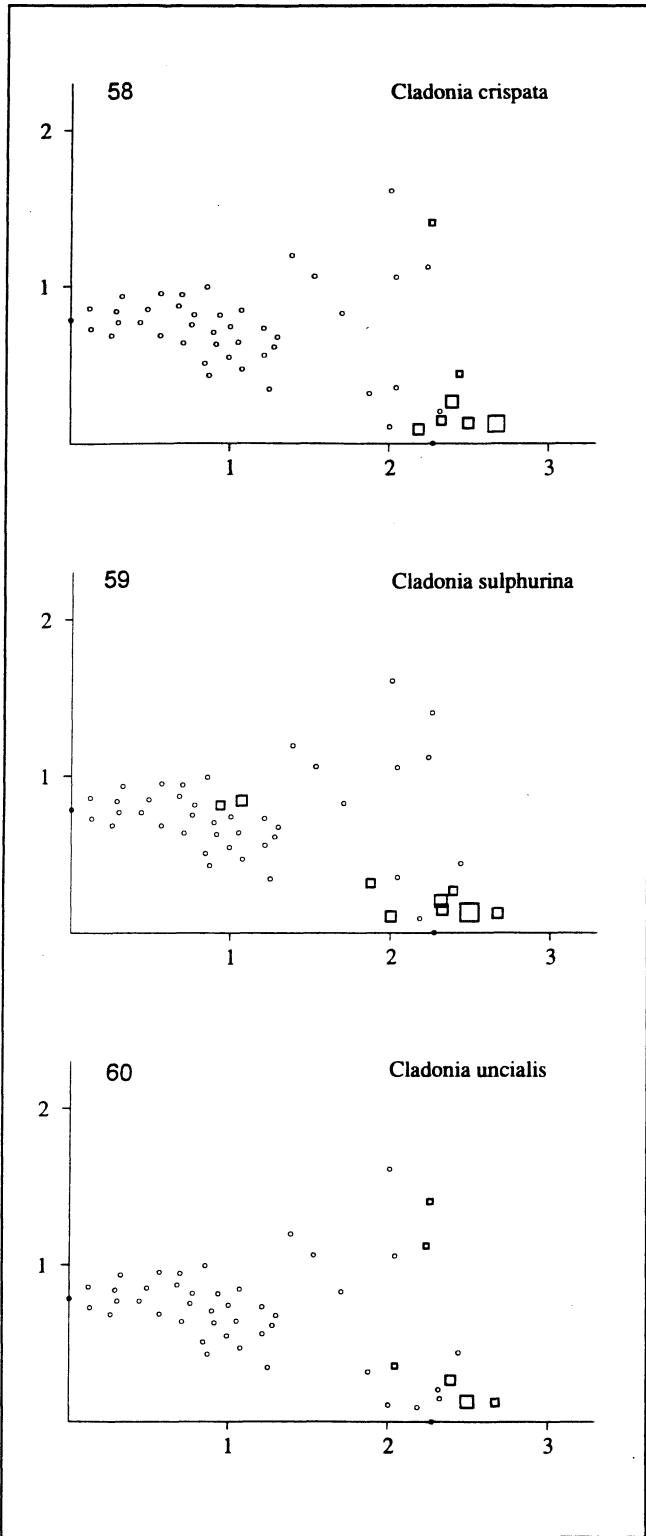
**Figurene 40-45.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutenes posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 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.



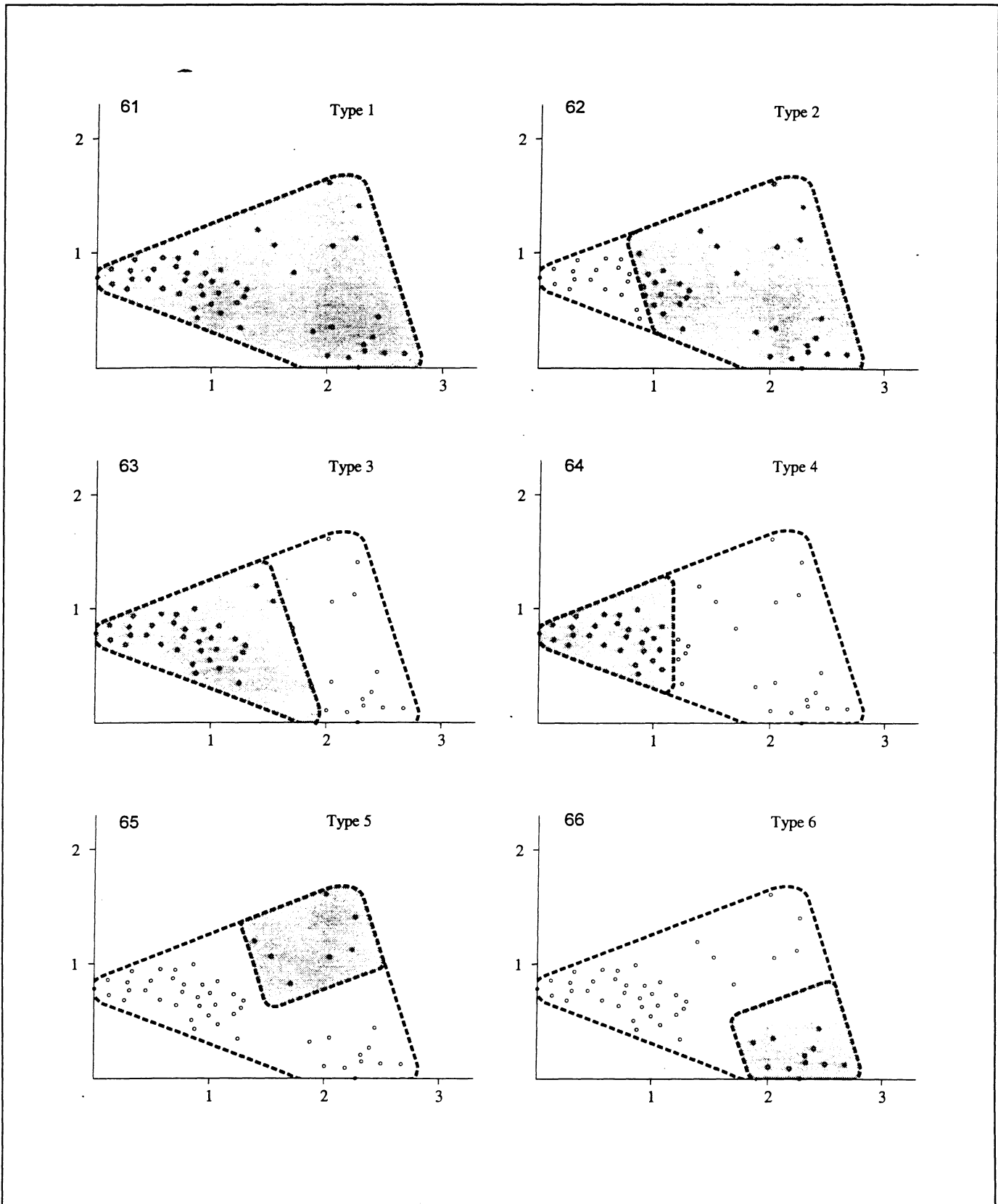
Figurene 46-51. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyserutene sine posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 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 52-57.** 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.

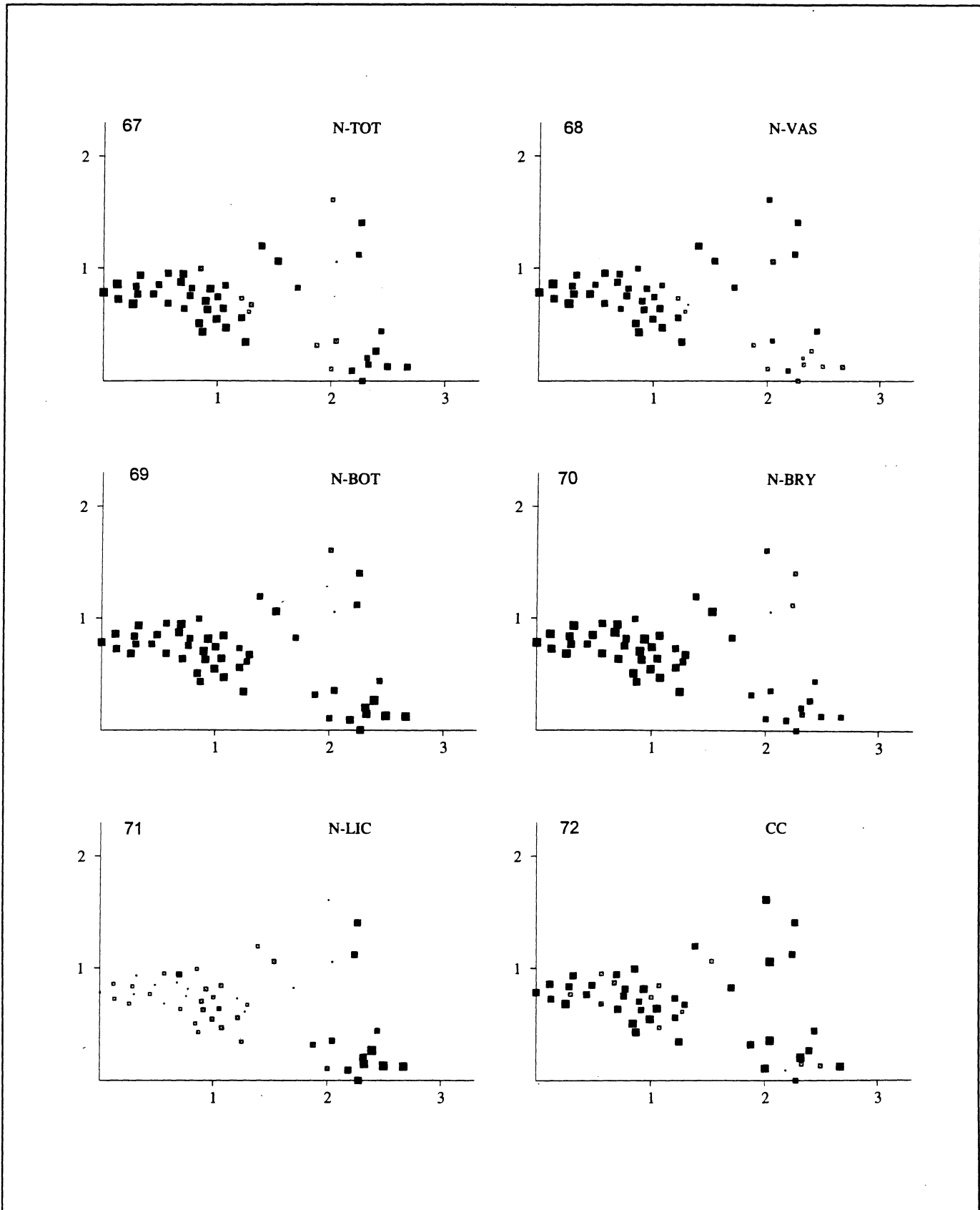


**Figurene 58-60.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Smårutefrekvensen for hver art er plottet inn i analyseruternes posisjoner. Liten sirkel = arten mangler. Kvadrat = arten finnes; arealet av kvadratet er proporsjonal med smårutefrekvensen. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 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.

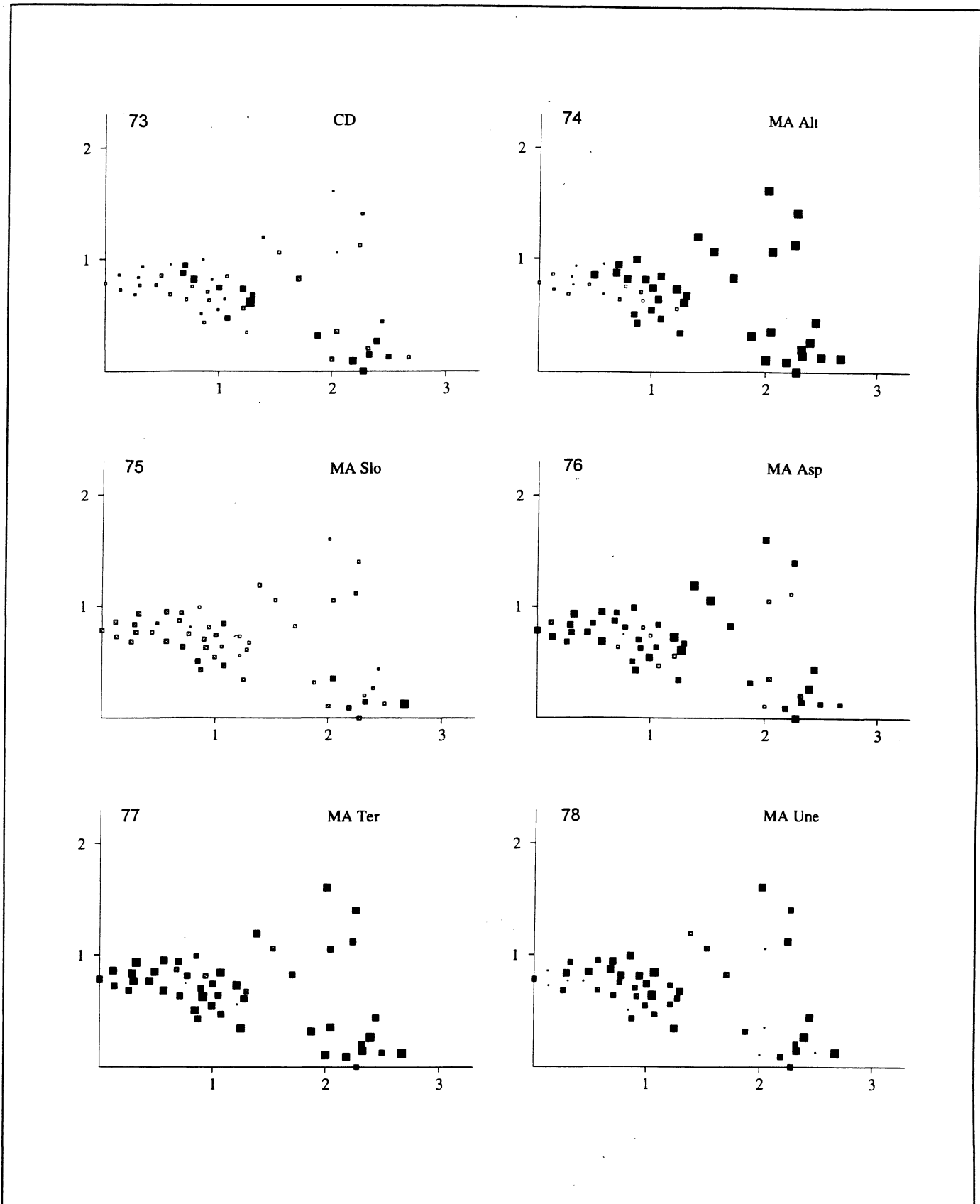


Figurene 61-66. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Skravert område indikerer ruter med arts-frekvensoptimum. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. Shaded area indicate the plots with species frequency optimum.

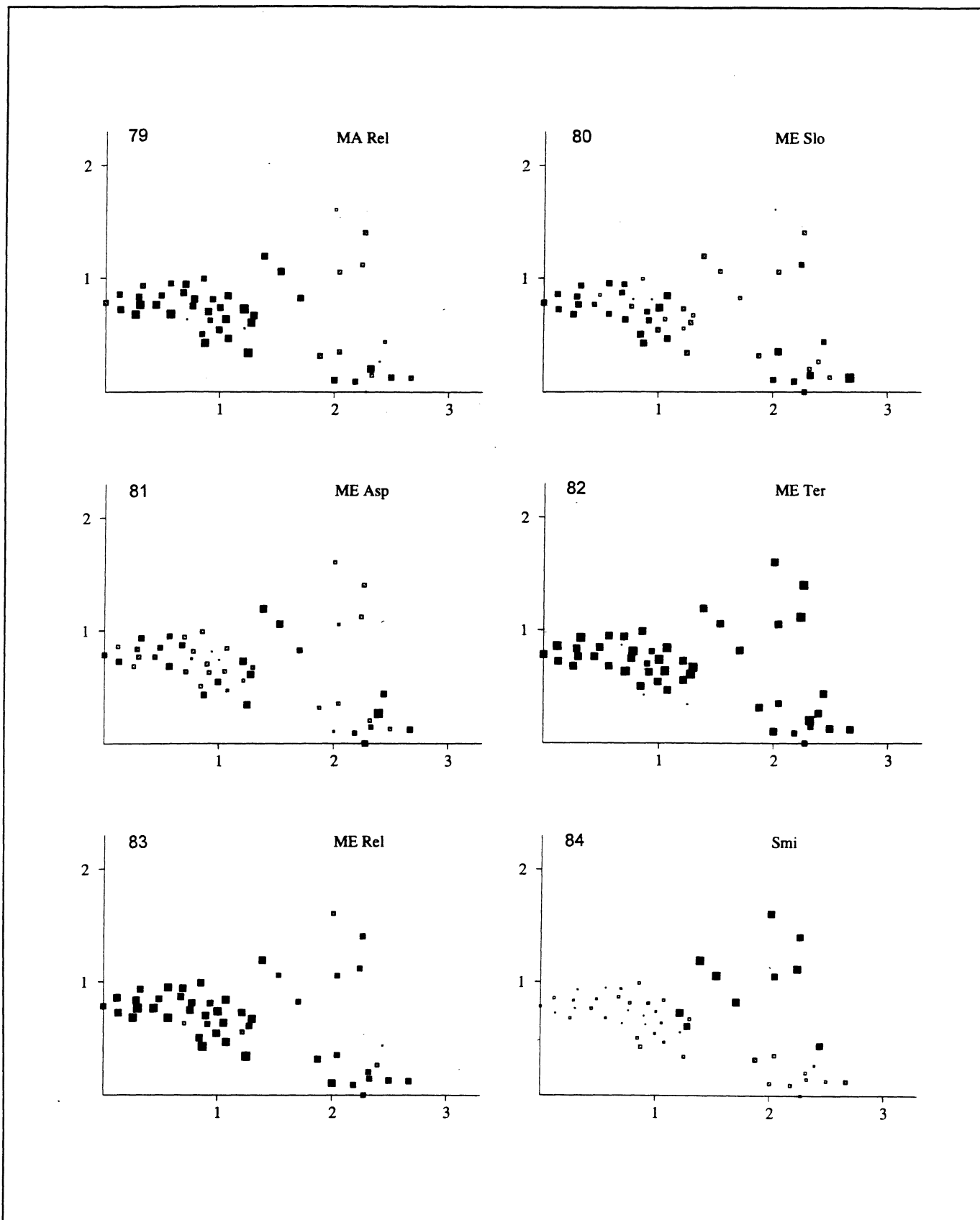




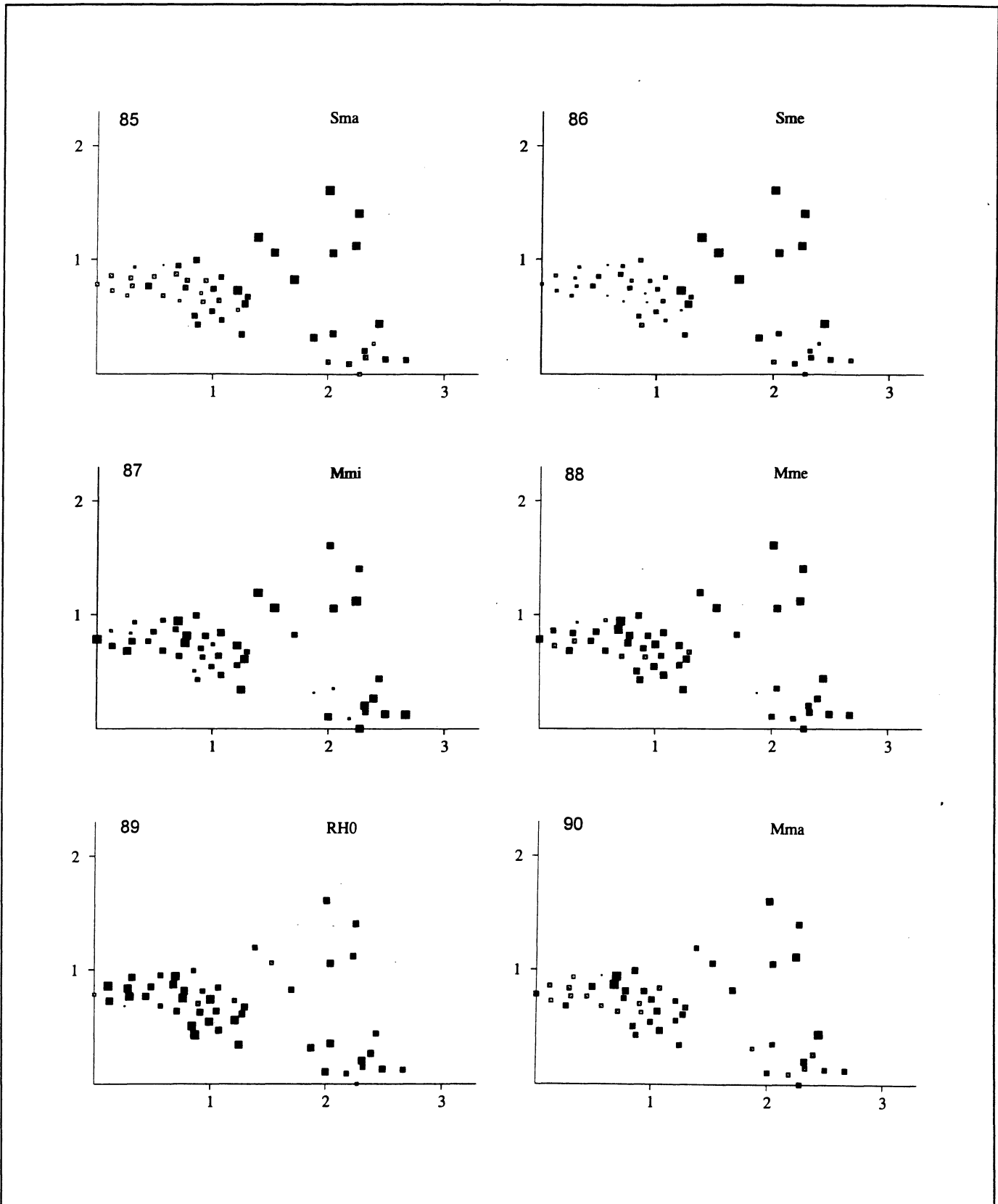
Figurene 67-72. DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens plasseringer, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer lave verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, 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, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.



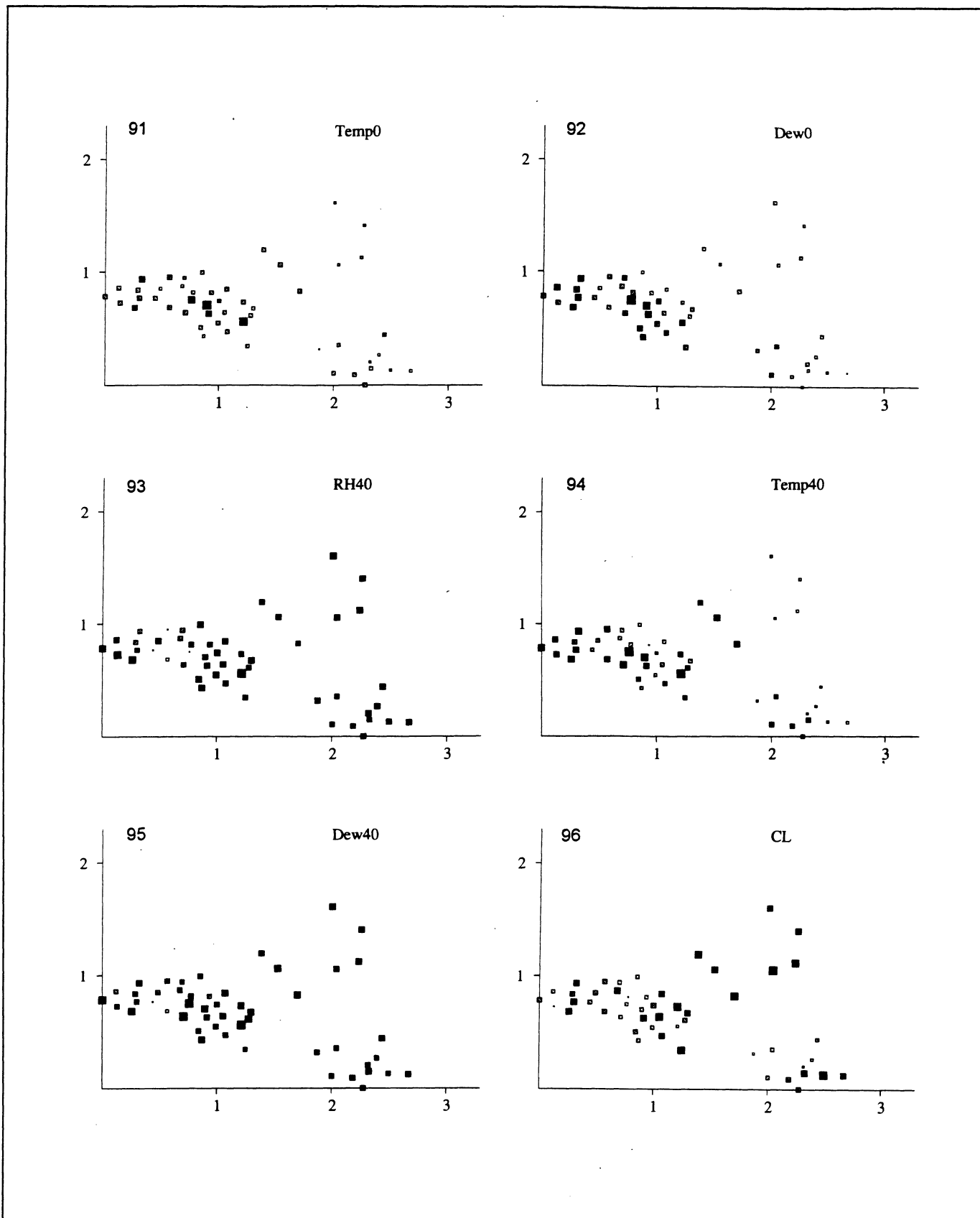
**Figurene 73-78.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutensenes posisjoner, for å visualisere rutenes økologiske verdier. Små, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer lave verdier. - DCA ordination of 50 sample 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, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.



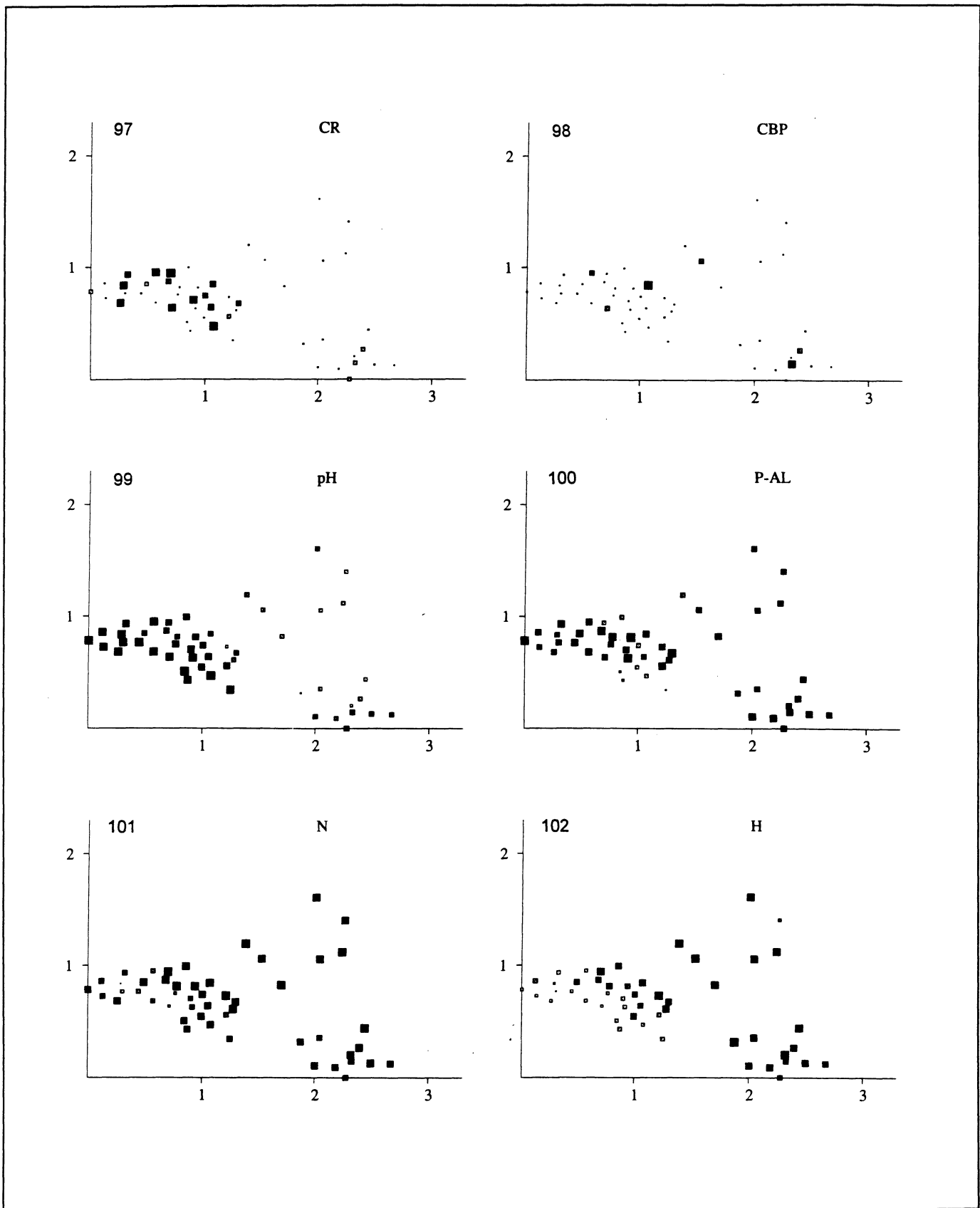
**Figurene 79-84.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens plasseringer, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer lave verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, 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, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.



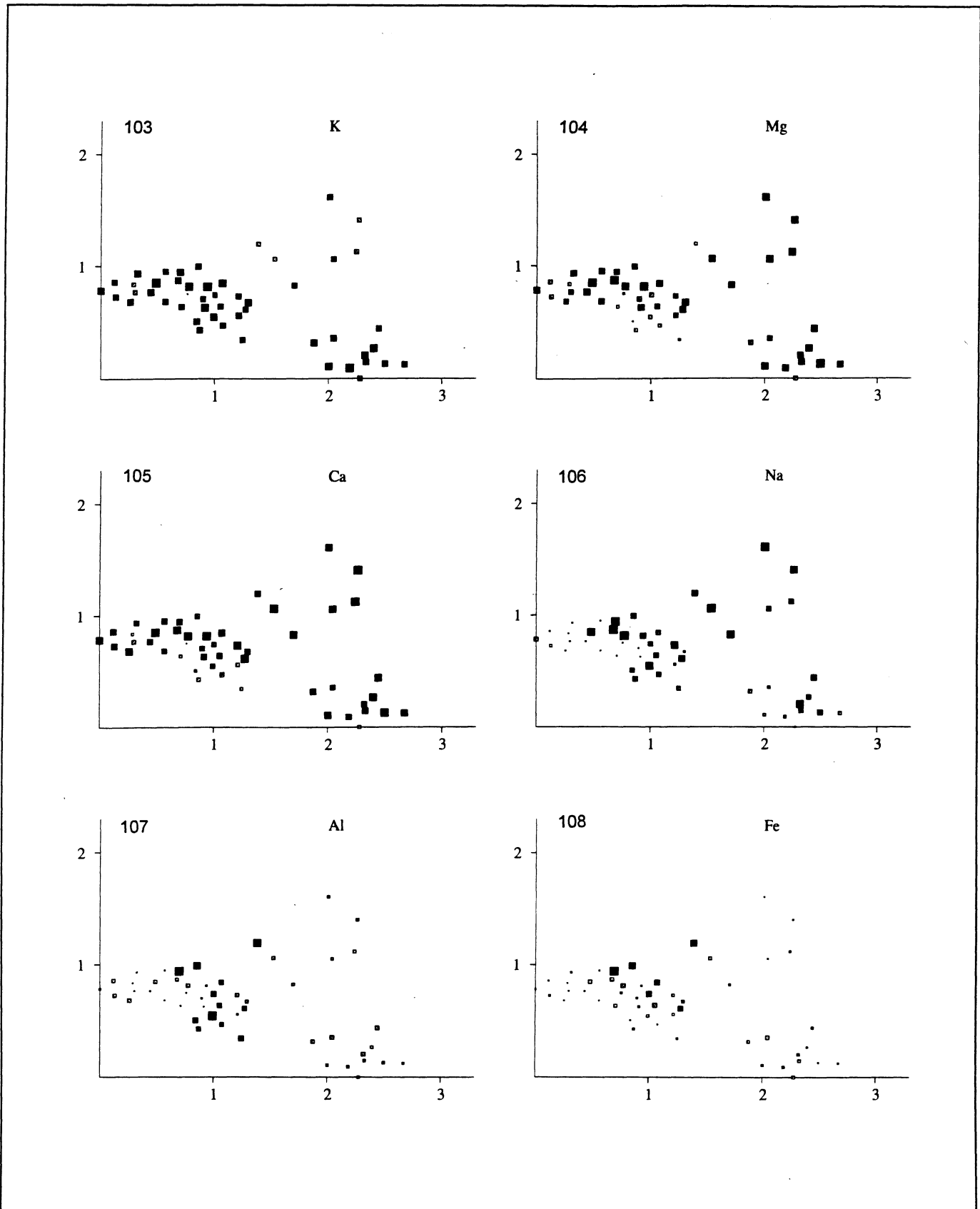
**Figurene 85-90.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens posisjoner, for å visualisere rutenes økologiske verdier. Små, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plottetted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.



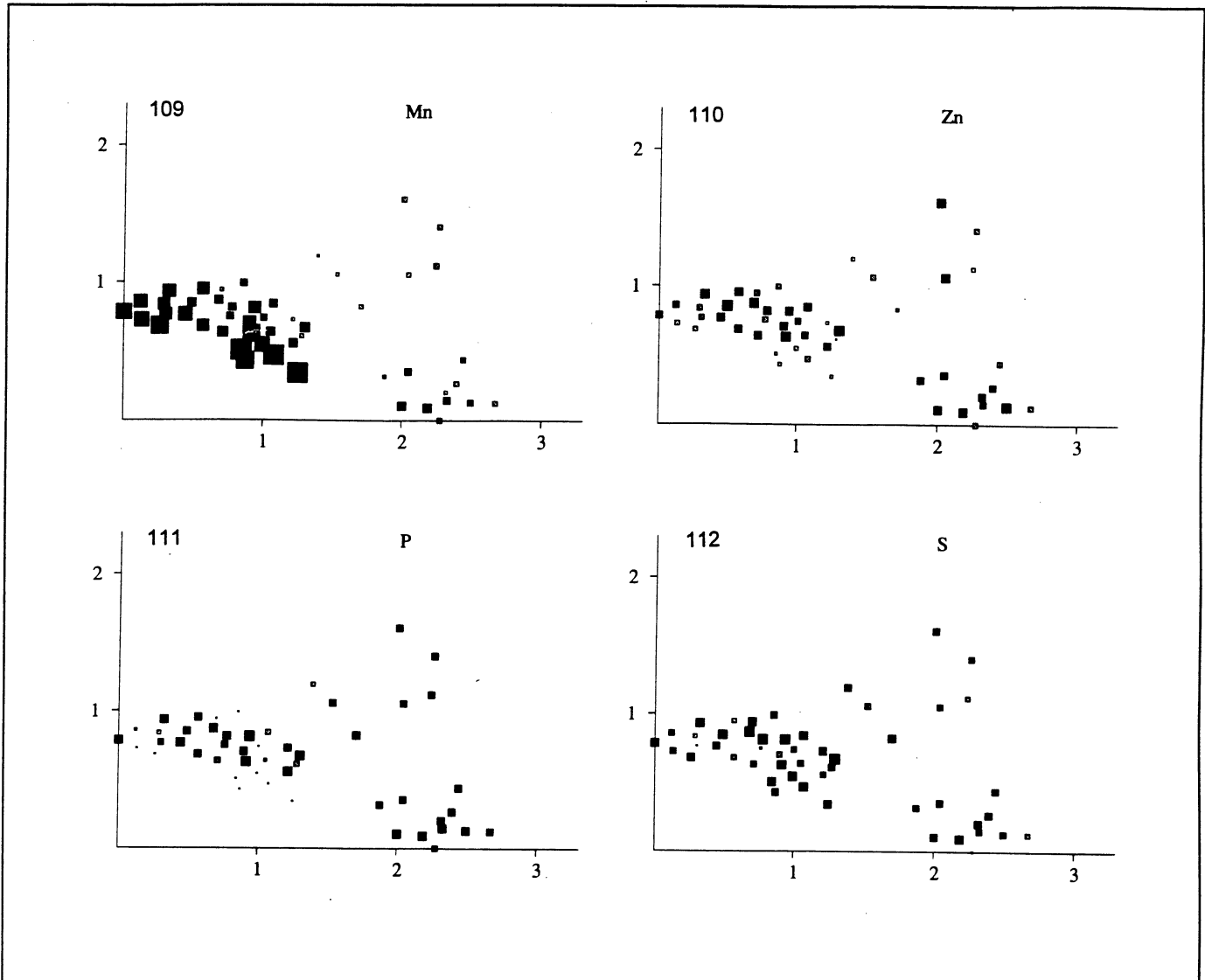
**Figurene 91-96.** DCA-ordinasjon av 50 analyseruter, aksene 1 og 2. Et symbol er plottet inn i hver av analyserutens plasseringer, for å visualisere rutens økologiske verdier. Små, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer lave verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, 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, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.



**Figurene 97-102.** 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, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer lave verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plottetted on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.



**Figurene 103-108.** 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, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer høye verdier. - DCA ordination of 50 sample plots, axes 1 and 2. A symbol is plottet on to the position of each sample plot, to visualize the ecological values of the plots. Small, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.



Figurene 109-112. 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, lyse kvadrater indikerer høye verdier. Store, mørke kvadrater indikerer lave 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, bright squares indicate high values. Large, dark squares indicate low values.

## 5 Diskusjon

### 5.1 Utbredelse av bjørkeskog

Bjørkeskogen har sin hovedutbredelse i beltet mellom fjellvegetasjonen (alpin region) og den boreale barskogen. Bjørka er det treslaget som i Norge når høyest til fjells og lengst mot nord. Artsgrensa for bjørk kan være flere hundre meter høyere enn tregrensa, som igjen ofte ligger 20-40 m

høyere enn bestandsgrensa, dvs. skoggrensa. Bestandsgrensa for bjørk er generelt klimatisk betinget. Vertikalutbredelsen varierer derfor fra region til region. I vestlige

dal- og fjordstrøk har bjørkeskogen særlig stor vertikalutbredelse. I de østlige fjellvidder har bjørkeskogen lavere vertikalutbredelse, men desto videre horisontal utstrekning.

Nyere data fra SSB, NIJOS og DN (upubl.) anslår fjellbjørkeskogens areal i Norge til å være 29 560 km<sup>2</sup>, noe som utgjør 24,8 % av det totale skogarealet eller 9,1 % av det totale landarealet i Norge (Ivar Haugen, DN, pers. medd.). Tidligere estimat for bjørkeskogsarealet i Norge viste betydelig lavere tall. Strand (1961) hevder at arealet utgjøre ca 10 000 km<sup>2</sup>, dvs. omlag 1/3 av det som blir angitt i de nyere arealberegningene. Dette kan skyldes bedre grunnlagsdata og arealstatistikk, men det kan også reflektere en reell utvidelse av bjørkeskogsbeltet som følge av de endringene



som har vært betydelige i dette århundre; nedgang i seterdrift, mindre utnyttelse av de marginale skogene, vernetiltak og en betydelig klimaforbedring i perioden 1930-60.

Fjellbjørkeskogene blir av mange hevdet å være av nordlig, oseanisk karakter (Sjørs 1963, Hämet-Ahti 1963). Det bør imidlertid i denne sammenheng skilles mellom termisk og hydriisk oseanitet. Enkelte forhold kan tyde på at det er den termiske oseaniteten som har størst betydning for struktureringen av bjørkeskogene, mens andre forhold peker i retning av at det er den hydriske oseaniteten som er viktigst.

Det finnes bjørkeskogsområder på den nordlige halvkule med kaldtemperert klima som langt fra har typisk oseanisk karakter. Likevel kan bjørkeskoger være velutviklet i høyere liggende strøk og danne skoggrense. Dette kan kanskje forklares med det forhold at humiditeten er vesentlig større i skoggrensenivå enn i lavereliggende områder og i dalbunner, og at nedbøren øker mens temperatur og fordampning avtar med økende høydenivå.

## 5.2 Regionale og lokale vegetasjonsgradienter

Vegetasjonsstruktur, i stor skala, er for en stor del en funksjon av et begrenset sett av få, regionale kompleksgradienter (Økland & Bendiksen 1985). Viktigst er kanskje en kompleks klimagradiert og en oseanitet-kontinentalitetsgradient. Den regionale klimagradierten reflekteres i en sonal gradient som er styrt av temperaturforhold, lysforhold, snødekkets varighet, vegetasjonsperiodens lengde o.a., mens oseanitet-kontinentalitetsgradienten reflekteres i en seksjonal gradient som er styrt av humiditet og forskjeller mellom laveste vintertemperatur og høyeste sommertemperatur.

Diskusjonen om den regionale variasjonen innen de bjørkeskogene som omfattes av DNs "Program for terrestrisk naturovervåking" vil bli utført i forbindelse med sammenstillingen av grunnlagsmaterialet fra alle TOV-områdene. I dette arbeidet fra Gutulia diskuteres derimot strukturen i materialet i hovedsak som funksjon av de lokale vegetasjonsgradientene som er vurdert for området. Det er imidlertid vanskelig å skille enkelte lokale gradienter fra de regionale. En rekke regionale klimaparametre vil også oppetre i fin skala som lokale parametre. Ofte vil de regionale gradientene sette rammene for den lokale variasjonen. For eksempel vil områdets plassering langs oseanitet-kontinentalitetsgradienten sette en ytre grense for omfanget av de lokale temperatur- og fuktighetsgradientene.

## 5.3 Klimagraderter

### Temperatur

Målingene fra Gutulia viser at temperaturen på bakkenivå (Temp0) og i feltsjiktet (Temp40) var høyere nede i de velutviklede bjørkefeltene (felt 1-4) enn de høyestliggende, mere marginale utformingene mot fjellet (felt 7-10). Variasjonen var betydelig større på bakkenivå enn 40 cm over bakken. De indirekte gradientanalysene viser en tilnærmet like høy korrelasjon mellom de to temperaturvariablene og DCA-akse 1. Direkte gradientanalyser viser imidlertid at temperaturen på bakkenivå forklarer en lavere andel av variasjonen i materialet (3,9 %) enn temperaturen 40 cm over bakken (6,0 %). En mulig tolkning av dette kan være at temperaturen i feltsjiktet er bedre korrelert med høydenivå, og således reflekterer storskalavariasjon i tresetting og utvikling av busksjikt, mens temperaturen på bakkenivå i stor grad reflekterer småskalavariasjon som funksjon av deknningen av arter i feltsjiktet.

Selv om temperaturen på bakkenivå kun forklarer 3,9 % av totalvariasjonen i materialet, vil den sammen med temperaturforholdene i jorda være av stor betydning for frømodning og frøspiring. Undersøkelser av Mork (1933, 1957) beskriver frøenes krav til temperaturforhold for å modnes og spire. Kielland-Lund (1981) mener at gran og furu stiller høyere krav til temperatur når det gjelder frømodning enn til vekst av selve plantene, mens dette ikke er tilfelle for bjørkas del. Imidlertid vil det ofte være store temperatursprang i bakketemperatur og jordtemperatur når en krysser skoggrensa og kommer inn i lavalpin region. Generelt vil tre- og busksjiktet redusere innstrålingen slik at maksimumstemperaturen blir lavere i de boreale områdene. Videre vil vegetasjonsdekket beskytte for kalde vinder slik at også minimumstemperaturen heller ikke blir så lav som i de alpine områdene. Temperatursvingningene vil bli betydelig større i de glisne, høyere liggende utformingene nær og over bestandsgrensa for bjørk. Dette kan virke begrensende på frøutviklingen i økotonen.

En rekke arbeider påpeker temperaturforholdenes betydning for utbredelsen av bjørk og struktureringen av de boreale bjørkeskogene. Helland (1912) har benyttet middeltemperaturen for perioden juni-september for å karakterisere varmeklimaet. Hans arbeider viser at bjørk må ha en middeltemperatur i denne perioden på 7,5 °C. Senere arbeider har vist at døgnets maksimumstemperatur har større betydning for veksten enn døgnets middeltemperatur (Enquist 1933, Mork 1968, Bergan 1974).

Vegetasjonsperiodens lengde er ofte godt korrelert med forskjellige temperaturparametre. Det er en klar sammenheng mellom bestandsgrensa for bjørk, sommertemperatur og vegetasjonsperiodens lengde. Mork (1968) viser at bjørka finnes i områder der vegetasjonsperiodens lengde er mer enn 109 døgn.

En rekke andre parametre begrenser plantenes frekvens og utbredelse; snødekkets varighet, frost og vind. I Gutulia er dessuten en rekke av de høyereliggende områdene omkranset av betydelige myrrealer. Disse vil i noen grad danne lokale barrierer som kan føre til redusert nyetablering ovenfor de etablerte bjørkebestandene.

## Fuktighet

Det er hevdet at bjørkeskogene i Fennoskandia er karakteristiske for de nordlige områdene med relativt humide klimaforhold. Det kan imidlertid diskuteres hvorvidt bjørka begrenses av fuktighetsforholdene i dette området. I særligere områder med lite nedbør kan mye tyde på at humiditeten virker begrensende på utviklingen av bjørkeskoger, da bjørka er relativt tørkeutsatt (Peidano & Moreno 1989). I vårt land er det lite som tyder på at humiditeten utgjør noen minimumsfaktor for utviklingen av bjørkeskog. Imidlertid kan det være at bjørkebestand nær tregrensa kan bli utsatt for tildels betydelig uttørking som følge av kraftige vinder (Anderson et al. 1966, Elkington & Jones 1974).

Ordinasjonsanalysene fra Gutulia viser at DCA-akse 1, coenoklinen fra den friskeste, lavereliggende bjørkeskogen til den høyereliggende bjørkeskogen nær overgangen til alpin vegetasjon, ikke gjenspeiler noen klar og entydig fuktighetsgradient. Dette skyldes i hovedsak at en nær bestandsgrensa for bjørk både finner fuktige utforminger i mot myr/myrkant og tørre lyng- og lavdominerte rabber. Disse utformingene danner hvert sitt ytterpunkt langs DCA-akse 2. En skulle derfor, ut i fra de coenoklinene som fremkommer av DCA-ordinasjonen, forvente at andreaksen i større grad enn førsteaksen ville utgjøre en kompleks fuktighetsgradient i materialet fra Gutulia. Når resultatene av de volumetriske fuktighetsmålingene i dette materialet ikke gjenspeiler dette forholdet, er det sannsynligvis en følge av at det ikke hadde funnet sted tilstrekkelig grad av uttørking i tidsrommet fra siste regnperiode og frem til måletidspunkt. Dette vises forøvrig tydelig på figurene der fuktighetsmål i humuslaget er plottet i DCA-ruteposisjonene. Her ser vi liten forskjell på de grunneste, lavdominerte rabbene og de fuktigste, molte-dominerte bjørkeskogsutformingene.

Arbeider av Carleton & Maycock (1980), Bergeron & Borcard (1983), Kuusipalo (1983), Lahti & Väisänen (1987) og R.H. Økland & Eilertsen (1993) viser betydningen av jordfuktighet som strukturerende faktor i boreale skoger. R.H. Økland & Eilertsen (1993) vurderer artenes fordeling i ordinasjonsrommet som funksjon av forskjellige typer av fuktighet. I dette materialet fra Gutulia er fuktighetsdataene i en slik form at det er vanskelig å dekomponere den komplekse fuktighetsgradienten. Det er imidlertid sannsynlig at coenoklinene i materialet reflekterer komplekse fuktighetsgradienter på forskjellig skala: En storskala gradient, korrelert med jorddybde og terrengform (makrotopografi) og en finskala fuktighetsgradient som reflekterer miktotopografisk variasjon.

Når det gjelder variasjon i fuktighetsforhold skiller R.H. Økland & Eilertsen (1993) mellom topogen forsumpning som opptrer i mindre forsengkninger med dårlig drenering, stagnerende vann og liten vertikal vannbevegelse, og soligen forsumpning som opptrer i mer hellende terreng med vannbevegelse som i større grad følger terrenget. Generelt vil soligen forsumpning være vanligere i oseaniske områder enn i mer kontinentale. Da rutene i Gutulia er forsøkt lagt ut slik at de fanger opp alle former for topografisk variasjon på de forskjellige høydenivåer, er det som forventet liten korrelasjon mellom analyserutene vertikale plassering og deres grad av ujevnhet og konveksitet/konkavitet. DCA-akse 1 er følgelig ikke signifikant korrelert med disse topografiske parametrene. Imidlertid er finskala-terrengform signifikant korrelert med DCA-akse 2 og storskala-terrengform og grad av ujevnhet signifikant korrelert med DCA-akse 3. Artene reagerer således forskjellig på topografisk variasjon på ulik skala.

Generelt vil storskalaavariasjonen være korrelert med grad av jordsmonnutviklingen. De konvekse partiene vil stort sett ha grunnere jordsmonn, ha en lavere median fuktighet og være betydelig mer utsatt for perioder med tørkestress. Dette favoriserer en rekke lyngarter og lav. De konkave partiene vil i større grad få tilført fuktighet og organisk materiale fra omgivelsene. De har også i større grad et mer velutviklet tresjikt, og har således over tid utviklet et bedre jordsmonn. Disse utformingene har generelt en høyere artsdiversitet av urter, graminider og moser.

Småskalavariasjon gir generelt en økt artsdiversitet. Stor grad av mikrotopografisk variasjon innen analyseruta gir muligheter for etablering av en rekke opportunister. Spesielt levermosene synes å øke i antall og frekvens når en finner små lommer, forsengkninger og skrenter i analyseruta.

## 5.4 Næringsgradienter

Fleire arbeider fra boreale områder viser at nærings- og fuktighetsforhold er de viktigste økologiske parametre som strukturerer skogene (jf. R.H. Økland & Eilertsen 1993). 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 forskjellige i de løvfellende bjørkeskogene og 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, 1952b, 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, 1990b). 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).

Materialet fra Gutulia viser at flere parametre varierer sammen og utgjør en kompleks næringsgradient. Dette stemmer overens med flere arbeider fra boreal barskog der den komplekse næringsgradienten synes å være viktigst (jf. R.H. Økland & Eilertsen 1993). Arbeider av Kuusipalo (1983) og Sepponen (1985) viser at pH, N og Ca gir et pålitelig uttrykk for analyseflatenes næringsstatus.

Analysene av datasettet fra Gutulia viser at hovedvariasjonen i materialet blir uttrykt ved coenoklinen fra de lavereliggende, velutviklede bjørkelokalitetene til de mer marginale bjørkeskogslokalitetene mot fjellet. Denne coenoklinen faller sammen med flere parametre som reflekterer næringsforholdene. Høyest korrelasjon finner en mellom DCA-akse 1 og pH. pH varierer fra 3,6 til 5,3. De laveste pH-verdiene finner en i de 4 høyestliggende feltene. For disse 20 analyserutene er det ingen klar tendens til spesielt lav pH for de enkeltrutene som ligger nærmest bestandsgrensa for bjørk. Det største skillet ligger mellom de 6 lavereliggende og intermediære feltene og de 4 høyere-liggende feltene. Egberts (1955) og Helliwell & Harrison (1979) viser at optimal pH for bjørk ligger mellom pH 4 og pH 5.

Mn viser stort sett den samme fordelingen i materialet som pH. Enkelte andre parametre viser imidlertid positiv korrelasjon med DCA-akse 1. Dette gjelder total-N og Mg. Dette kan kanskje skyldes en lavere omsetning av næringsstoffer og lavere produksjonsrater i de høyere-liggende feltene. I de lavereliggende feltene vil det være gunstiere klima, noe som gjør at nedbrytningsrater og biotilgjengelighet for en rekke elementer øker. Forholdene kunne kanskje vært annerledes dersom pH-variasjonen mellom høydenivåene ikke hadde vært så entydig. Slik forholdene er i Gutulia, vil "klima-effekten" bli ytterligere forsterket av pH-forholdene: Høy pH medfører økt løslighet av en rekke elementer, økt biotilgjengelighet og gunstigere forhold for jord- og jordbunnsfaunaen (f. eks invertebrater) og for en rekke nedbrytere (sopp og bakterier).

Nitrogen er et viktig element for bjørk. Ingestad (1977) viser at begrenset mengde N og for høye konsentrasjoner N reduserer frøplanteveksten. Økt tilførsel av N i nitrogenfattige substrat ga sterk økt skuddvekst hos bjørk (Karlsson & Nordell 1987).

I litteraturen er det diskutert hvorvidt det er Ca eller N som er den viktigste strukturerende næringsparameter i boreale skoger. Dahl et al. (1967) ser en klar sammenheng mellom N og basemetning og foreslår at N-innholdet i humus avhenger av en primær miljøparameter som virker inn på nedbrytningen av strø. Det hevdes at den viktigste kjemiske miljøparameteren kanskje er mengden av de bivalente kationene, spesielt Ca. Arbeider av Kuusipalo (1983) og Sepponen (1985) støtter hypotesen om at Ca er den primære miljøfaktor som betinger økte mineraliseringsrater i humus. Dette arbeidet fra Gutulia kan ikke umiddelbart brukes til å verifisere denne hypotesen. Nå er det da også, som tidligere nevnt, betydelige forskjeller mellom humus i boreale barskoger og boreale bjørkeskoger.

Mens N, pH og Mg er signifikant korrelert med DCA-akse 1 og svakere korrelert med DCA-akse 2, er forholdene motsatt for Ca. Ca er som eneste jordkjemiske parameter signifikant korrelert med DCA-akse 2. Det er ingen signifikant korrelasjon mellom Ca og pH. Dette materialet indikerer således at pH har større betydning for struktureringen av bjørkeskogen i Gutulia enn Ca.

De direkte gradientanalysene støtter hypotesen om at pH er viktigste strukturerende parameter. CCA-ordinasjoner viser at pH forklarer 14,3 % av variasjonen i materialet, mens tot-N og Ca forklarer henholdsvis 6,2 % og 4,2 % av variasjonen. Materialet fra den boreale barskogsovervåkingen til NIJOS i Gutulia (T. Økland 1993) viser imidlertid signifikante korrelasjoner mellom DCA-akse 1 og pH, Ca og tot-N, samt en innbyrdes positiv korrelasjon mellom disse kjemiske parametrene. Det er derfor mulig at forholdene i den boreale bjørkeskogen skiller seg noe fra forholdene i den boreale barskogen.

Datasettene fra Gutulia viser at fosfor i liten grad er korrelert med de viktigste DCA-aksene. Kun DCA-akse 3 er signifikant korrelert med P-AL og svakt korrelert med P (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-ekstraksjon). Dette er gjenspeiles også ved de direkte gradientanalysene, der andel forklart variasjon er henholdsvis 3,2 % og 4,0 %. Enkelte arbeider fra boreale bjørkeskoger hevder at fosfor er et viktig makronæringsstoff. Perala & Alm (1990) mener at de eurasiatiske bjørkeartene reagerer i spesielt stor grad på fosformengden og i mindre grad på nitrogen og kalium; tørkeresistensen vil øke ved forbedrete fosforbetingelser.

Det finnes i liten grad dokumentasjon på effekten av mangel på andre næringsstoffer. Imidlertid viser Ingestad (1957) at kalsiummangel fører til redusert opptak av jern og videre til klorose i bladverket.

## 5.5 Lys

Lysforholdene for felt- og bunnsjikt er generelt en funksjon av helning, eksposisjon og høyere-liggende vegetasjonssjikt. Lysforholdene varierer derfor på stor skala i forhold til tresetting; størrelse på trær og avstanden fra trærne til

analyseruta. Storskalavariasjonen i lysforhold er derfor i stor grad korrelert med analyseflatenes fordeling langs høydegradienten. På finere skala er utviklingen av busk- og feltsjiktarter av betydning.

I Gutulia ble det sommeren 1993 ikke registrert frøplanter eller små individer opp til 10 cm. Dette er trolig ikke en følge av mangel på lys. Lyr et al. (1963) og Safford et al. (1990) viser at frøplanter av bjørk tåler stor grad av skygge. Dette er imidlertid ikke tilfelle hos eldre trær. Trærne kompensere for redusert lystilgang ved å endre bladstruktur. De kan øke bladarealet, øke tykkelsen av mesofyll, øke mengde klorofyll og senke fotosynteseaktiviteten (Nygren & Kellomäki 1983).

## 5.6 Tråkk og beitepåvirkning ("disturbance")

Tråkk og beite utgjør en viktig påvirkningsfaktor i Gutulia. Det er gitt beitetillatelse for 2500 rein i området. Tellinger av nyere dato viser imidlertid at stammen er betydelig høyere. En pålitelig kilde (som ønsker å være anonym) har estimert bestanden til ca 6000 dyr. Vegetasjonen i Gutulia bærer preg av et konstant høyt beitepress. Tråkk og beite kan ha både positive og negative virkninger på regenerasjon av vegetasjonen i området. Fra litteraturen er forskjellige effekter beskrevet.

Miles & Kinnaird (1979) har påvist at beite av frøplanter av bjørk ofte fører til stor dødelighet. Forsøk med inngjæring av arealer, for beskyttelse mot beiting, har gitt meget gode fornygelser. På den annen side er det vist at moderat beite kan fremme spiringen av bjørkefrø (Pigott 1983).

I dette materialet fra Gutulia er det ikke registrert noen regenerasjon av bjørk i eller i nærheten av noen av feltene. Dette kan tyde på tidvis sterkt beite. Det er vanskelig å kvantifisere beitepresset i de forskjellige vegetasjonsutformingene, men det er mest synlig i de lavereliggende urterike utformingene og på de høyereliggende rabbe-utformingene. På de tørre rabbene er også tråkk-effekten tildels betydelig.

## 5.7 Direkte gradientanalyser

Direkte gradientanalyser blir nyttet til å studere hvilken miljøparameter eller hvilket sett av miljøparametre som best forklarer artenes mengdefordeling i materialet. RDA, Redundancy Analysis og CCA, Canonical Correspondence Analysis er to velkjente metoder for slik styrt ("constrained") ordinasjon (jf. ter Braak 1987a). RDA er en parallell til PCA, mens CCA er en parallell til CA. Valget mellom RDA og CCA er således et valg mellom metoder som forutsetter en lineær eller en unimodal fordeling av artenes respons til underliggende kompleksgradienter. For korte gradienter kan valget av metoder diskuteres. For lengere gradienter, > 2,0 SD-enheter, vil CCA ofte foretrekkes (jf. ter Braak 1987c).

Direkte gradientanalyser av datasettet fra Gutulia er derfor utført med CCA, da gradientlengden fra den indirekte gradientanalysen av datasettet var 2,67 SD-enheter langs førsteaksen.

CCA-analysene av de 28 utvalgte parametre viste at analyserutens høydenivå forklarte mest av variasjonen i datasettet (16,1 %). pH forklarte 14,3 % og Mn 10,5 % av variasjonen. Av andre kjemiske parametre var Fe, tot N, Na, Mg Al og Ca de viktigste.

Av de fysiske parametrene forklarte jorddybdeparametrene over 9 % av variasjonen, mens tresetting (relaskopsum nær analyseruta) og temperaturforholdene i feltsjiktet forklarte henholdsvis 7,2 % og 6,0 % av totalvariasjonen.

## 5.8 Bjørkeskog - problem- eller satsningsområde?

I stor skala vil vegetasjonsøkologiske forhold i bjørkeskoger reflekteres i skogenes plassering i vegetasjonsregioner. Det foreligger en rekke forslag til regionsinndeling som omfatter Norge, Fennoskandia, Europa eller den sirkumpolare, tempererte sone. Tidlig på 1900-tallet ble f.eks. det nord-boreale bjørkebeltet sett på som en egen vegetasjonsregion; "regio subalpina" eller "regio betulina". Dette er nedfelt i en rekke arbeider fra Norge, Sverige og Finland (jf. Fries 1910, Resvoll-Holmsen 1920, Du Rietz 1925, Holmboe 1925, Nordhagen 1928, Selander 1950 og Kalela 1959). Flere forhold har imidlertid hatt betydning for at bjørkeskogene i dag ikke er oppfattet som en egen vegetasjonstype, men kun som utforminger av andre vegetasjonstyper.

### Problemer med plassering i vegetasjonsregioner

Flere av de tidlige arbeidene differensierte ikke mellom horisontale og vertikale vegetasjonsgrenser. Finnene utarbeidet imidlertid et system for regioninndeling (Ahti et al. 1968) som gjorde dette. De benyttet prefikset "oro" for å angi den vertikale utbredelsen av en utskilt sone. Dette systemet viste seg å være velegnet i de land der vegetasjonsgrenser i hovedsak er breddegradsbestemt. I Norge derimot, med meridionalt utstrakt kyststripe, og som i tillegg er sterkt kupert og kulturpåvirket, er dette systemet mindre velegnet. Det er også et problem at en i Nord-Norge ikke finner noen klar differensiering mellom horisontale soner og vertikale belter. Dette gjenspeiles da også i nyere arbeid av Dahl et al. (1986) og Moen (1987), der vegetasjonsregioner inkluderer både horisontale og vertikale inndelinger.

### Problemer med plantesosiologisk klassifisering

Det har ikke vært mulig å oppnå konsensus om klassifisering av bjørkeskog etter det hierarkiske klassifikasjonssystemet som har vært benyttet av de mellomeuropeiske plantesosiologene. Dette vises ved at bjørk ikke er nevnt i klasse-, ordens-, forbunds- eller underforbunds nivå. Denne tankegangen (Braun-Blanquet 1921) hadde fram til 1980 en

betydelig innflytelse på det vegetasjonsøkologiske arbeidet i Norge. Og selv i 1994 blir norske skoger klassifisert etter dette syntaksonomiske konseptet (Kielland-Lund 1994). De monotetiske kriterier som er lagt til grunn for slike arbeider gir ingen robust klassifikasjon. Dette preger da også tydelig det nevnte syntaksonomiske arbeidet, der *Brachythecium reflexum* er nyttet som skilleart mellom barskoger og bjørkeskoger. *Brachythecium reflexum* er imidlertid vanlig i både gran-, furu- og bjørkeskogstyper, noe som tydelig kan vises nettopp i materiale fra Gutulia. Arten er registrert i mange analyseruter i dette bjørkeskogsarbeidet og i flere av analyserutene i NIJOS-arbeidet fra boreal barskog i Gutulia (T. Økland 1993). TOV-undersøkelsene fra Dividalen viser at *Brachythecium reflexum* er en vanlig art også i de nordlige bjørkeskogene i Norge.

#### **Problemer med skille den empiriske og klimatiske skoggrensene**

Ifølge Nordhagen (1943) var indisiene for en tidligere høyere liggende, klimatisk betinget bjørkeskoggrens så svake at de fleste botanikere (han selv medregnet) antok at skoggrensen under et eller flere av de varmere postglaciale tidsrom ble dannet av furu. Nordhagen mente at bjørkebeltet slik det foreligger i Skandinavias fjelltrakter var en subatlantisk nyskaping. Bjørka tålte oseaniseringen av klimaet bedre enn furu. Dette harmonerte også med det faktum at flere av de mest kontinentale områdene i Norge var uten bjørkebelt. Imidlertid kan årsaken til dette være at furu er mere tørkeresistent enn bjørk, noe som gjør den konkurransesterk på de glasifluviale avsetningene en finner f. eks. i Ottadalen. Det er mye som peker i retning av at furu i disse områdene danner den empiriske skoggrens mens det vil være bjørk som danner den øvre, klimatiske skoggrens (B. Aas 1989).

#### **Problemer med vurdering av bjørkeskogens suksjonsfase**

Enkelte botanikere har overført sine vurderinger av bjørkeskoger som kun et suksjonsstadium på vei mot et klimakssamfunn av barskog til også å gjelde for det nordboreale bjørkebeltet. Dette kan ha bidratt til ytterligere nedprioritering og begrenset fokusering på de norske bjørkeskogene. Det må være temmelig klart at et bjørkeskogsbelte over den klimatiske barskogsgrens, med en sammenhengende historie på 10 000-12 000 år, ikke kan karakteriseres som et intermediert suksjonsstadium mot en potensiell barskog. Bjørkebeltet dekker ikke bare store arealer, men danner også et distinkt høydebelte mellom barskogsgrensen og fjellet (alpin region). Den er således ikke et ustabilisert suksjonsstadium eller et kulturprodukt, men utgjør et relativt stabilt sluttstadium i vegetasjonsutviklingen (jf. Sjörs 1971).

#### **Problemer med plassering i alpine eller boreale vegetasjonstyper**

Enkelte arbeider påviser likhet mellom bjørkebeltet og fjellenes lavalpine vegetasjonstyper. Særlig i tidlige arbeider gikk enkelte så langt at de foreslo at subalpin (nordboreal) bjørkeskog skulle legges til fjellvegetasjonen. I nyere tid på-

vises det i stadig flere arbeider at det er svært stor likhet mellom bjørkeskogene og de boreale barskogene. Treter (1984) mener at klimatiske, floristiske og vegetasjonsøkologiske kriterier peker i denne retningen.

#### **Problemer med å fastsette høydenivå langs sonasjonsgradienten der de fleste boreale artene går ut**

Dette arbeidet viser at en rekke arter avtar i frekvens og går ut på et lavere høydenivå enn bestandsgrensa for bjørk. Dette er et forhold som også gjelder i TOV-området i Dividalen (Eilertsen & Brattbakk 1994). Resultatene i disse to arbeidene samsvarer med andre sammenliknbare arbeider (Arvid Odland pers. medd., Annika Hofgaard pers. medd.). De harmonerer i mindre grad med arbeidet til R.H. Økland & Bendiksen (1985), der en rekke av de boreale artene går ut på et betydelig høyere nivå enn bjørkeskogsgrensa.

Det kan være flere årsaker til dette. Et forhold kan være forskjellen i grad av oseanitet i de forskjellige områdene. TOV-områdene i Gutulia og Dividalen er mer kontinentale enn området til Økland og Bendiksen i Lifjell. Etter hvert som mer oseaniske bjørkeskogsområder blir undersøkt, vil en kunne vurdere hvorvidt artenes "turnover" langs sonasjonsgradienter varierer som funksjon av plassering langs oseanitet-kontinentalitetsgradienten.

Et annet forhold er at utviklingen av humussjiktet over skoggrensene varierer betydelig fra område til område. I områder der bjørkeskogen går direkte over i myrutforminger, vil nødvendigvis artsinventaret avvike betydelig fra de områdene der bjørkeskogen går over i alpine utforminger med et velutviklet humuslag. Et igangsett, norsk prosjekt (Hofgaard & Eilertsen), som er en del av et større internasjonalt klimaprojekt (et CONNECT-samarbeid) vil belyse disse forholdene nærmere.

## 6 Sammendrag

Rapporten behandler etablering av et område for overvåking av vegetasjon og jord i Gutulia nasjonalpark, Engerdal kommune, Hedmark (UTM 33V UJ 48-53 80-87). Området ligger i nordboreal bjørkeskog, i overgangen mellom oseanisk og kontinental seksjon, der den dominerende utforming er av blåbær-fjellkrekling-typen (A4c).

I området ble det etablert 10 analyseflater à 5 x 10 m. For å optimalisere mulighetene til faglig samarbeid med Norsk institutt for skogforskning, som utfører skoglige registreringer, samt jord- og jordvannsanalyser i et 25 x 30 m stort intensivfelt, ble 2 av NINA's analyseflater lagt inn i overvåkningsflaten til NISK. De resterende 8 flatene ble etablert i bjørkeskogslokaliteter for å fange opp maksimal floristisk og økologisk variasjon. For hver analyseflate samt en randsone på 2 m ble trær og busker koordinatfestet og tegnet inn på kart.

I hver flate ble 5 tilfeldige analyseruter à 1 m<sup>2</sup> trukket ut, permanent oppmerket og inventert med hensyn på karplanter og kryptogamer. I alt ble 87 arter registrert; 41 karplanter, 19 bladmoser, 11 levermoser og 16 lavarter. De mest frekvente artene (norsk navn og sum av smårute-frekvens er gitt i parentes) er: *Vaccinium myrtillus* (blåbær - 4913), *Deschampsia flexuosa* (smyle - 4588), *V. vitis-idaea* (tyttebær - 4212), *Barbilophozia lycopodioides* (gåsefot-skjeggmosse - 3031), *Dicranum scoparium* (ribbesigd - 2956), *Trientalis europaea* (skogstjerne - 2193), *Pleurozium schreberi* (furumose - 1969), *Empetrum hermaphroditum* (fjellkrekling - 1788), *Melampyrum pratense* (stormarimjelle - 1669) og *Gymnocarpium dryopteris* (fugletelg - 1569).

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 beskrivelse av vegetasjonsstrukturen og for å kvantifisere bidraget fra hver av de strukturerende økologiske parametrene. Indirekte gradientanalyser ble utført med DCA, Detrended Correspondence Analysis. De 2 første DCA-aksene hadde gradientlengder på henholdsvis 2,67 og 1,61 SD-enheter. Førsteaksen hadde en egenverdi på 0,395. Dette utgjør 20,4 % av "total inertia" (= totalvariasjonen i materialet). De neste aksene hadde egenverdier på 0,140, 0,083 og 0,052. Til sammen forklarer de 4 første DCA-aksene 34,6 % av variasjonen i materialet.

Ordinasjonsresultatene viser at de fleste artene kan plasseres i en av 6 fordelingstyper. De fleste karplantene er av type 4; de er vanlige i den velutviklede og lavereliggende bjørkeskogen, men avtar i frekvens eller forsvinner før en når de høyereliggende områdene nærmere bestandsgrensa for bjørk. De fleste lavarterne har en helt annen fordeling i materialet. De er i hovedsak av type 6; de dominerer i tørre habitater nær bestandsgrensa for bjørk

Ikke-parametriske korrelasjonsanalyser, Kendall's  $\tau$ , ble utført mellom miljøparametre og DCA-akseverdier. DCA-akse 1 var best korrelert med analyserutenes høydenivå, fuktighetsforhold, jorddybde, tetthet, temperatur, pH, Mn, Mg, Na og tot-N. DCA-akse 2 var signifikant korrelert med terrengform (konveksitet), hellning og Ca. DCA-akse 3 var best korrelert med terrengformen på litt større skala og grad av mikrotopografisk variasjon på storrutnivå, Fe, P-AL og S. DCA-akse 4 gir i liten grad ytterligere informasjon om vegetasjonsstrukturen.

Direkte gradientanalyser ble utført med partiell CCA, Canonical Correspondence Analysis. Resultatene viser stor grad av overenstemmelse med resultatene fra de indirekte gradientanalysene. Følgende 5 fysiske og 6 kjemiske parametre forklarer mer enn 5 % av variasjonsstrukturen i materialet; analyserutenes plassering langs en høydegradient (16,1 %), pH (14,3 %), Mn (10,5 %), minimum jorddybde (9,3 %), median jorddybde (9,1 %), grad av tresetting nær analyseruta (7,2 %), Fe (6,3 %), tot-N (6,2 %), temperaturen 40 cm over bakkenivå (6,0 %), Na (5,7 %) og Mg (5,3 %).

Dette arbeidet fra Gutulia viser artenes fordeling langs forskjellige kompleksgradienter; klima, næring, lys etc. Arbeidet er primært designet for å studere kjemiske parametre og autotrofe planters dynamikk langs de nevnte gradienter, og å relatere eventuelle endringer i artsmengder til endringer i 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 som til tross for sitt betydelige areal har blitt relativt lavt prioritert rent forskningsmessig.

## 7 Summary

This report deals with the setting up of an area to monitor vegetation and soil in the Gutulia National Park, in the rural district of Engerdal, Hedmark (UTM 33V UJ 48-53, 80-87). The area is situated within the northern boreal birch forest in the transition zone between the oceanic and continental sections, where the dominant type of vegetation is bilberry-alpine crowberry vegetation (A4c).

10 analysis plots each of 5 x 10 m were established in the area. To optimise opportunities for scientific cooperation with the Norwegian Forest Research Institute (NISK) which is carrying out forestry-related investigations and analyses of soil and soil water within a 25 x 30 m large intensively studied plot, 2 of NINA's plots were placed within that plot. The remaining 8 were placed in birch forest localities to take advantage of the greatest floristic and ecological variations to be found within the area. The positions of all trees and bushes on each plot and also in 2 m broad buffer zones around them, were fixed on a grid and plotted on a map.

On each plot, 5 subplots of 1 m<sup>2</sup> were randomly selected and permanently marked out, and a list was drawn up of all the vascular plants and cryptogams within them. Altogether, 87 species were recorded: 41 vascular plants, 19 mosses, 11 liverworts and 16 lichens. The most frequent species (English names and the sum of the frequency in the subplots are given in brackets) are: *Vaccinium myrtillus* (bilberry - 4913), *Deschampsia flexuosa* (wavy hair-grass - 4588), *V. vitis-idaea* (cowberry - 4212), *Barbilophozia lyco-podioides* (moss - 3031), *Dicranum scoparium* (moss - 2956), *Trientalis europaea* (chickweed wintergreen - 2193), *Pleurozium schreberi* (moss - 1969), *Empetrum hermaphroditum* (alpine crowberry - 1788), *Melampyrum pratense* (common cow-wheat - 1669) og *Gymnocarpium dryopteris* (oak fern - 1569).

A set of physical and biotic parameters was measured. Humus samples were taken from the subplots and these were analysed for a limited number of chemical parameters.

This material was processed numerically and using multivariate methods to describe the vegetation structure and quantify the contribution from each ecological parameter that determines the structure. Indirect gradient analyses were performed using Detrended Correspondence Analysis (DCA). The first two DCA axes had gradient lengths of 2.67 and 1.61 SD units, respectively. The first axis had an intrinsic value of 0.395. This comprises 20.4 % of the total inertia (= the total variation in the material). The next axis had intrinsic values of 0.140, 0.083 and 0.052. Taken together, the first four DCA axes account for 34.6 % of the variation in the material.

The ordination results show that most species can be placed in one of 6 types of distribution. Most of the vascular plants are *type 4*; they are common in the well developed

and relatively low altitude birch forest, but decrease in frequency or disappear before the higher areas close to the stand limit for birch are reached. Most lichen species have a completely different distribution in the material. They are chiefly *type 6* and dominate in dry habitats near the stand limit for birch.

Non-parametric correlation analyses, Kendall's  $\tau$ , were performed between environmental parameters and DCA axis values. DCA axis 1 correlated best with altitude, moisture conditions, soil depth, tree density, temperature, pH, Mn, Mg, Na and total N of the analysis plots. DCA axis 2 was significantly correlated with terrain form (convexity), slope and Ca. DCA axis 3 correlated best with the terrain form on a slightly larger scale and the degree of microtopographical variation at the large plot level, Fe, P, AL and S. DCA axis 4 provides little additional information about the vegetation structure.

Direct gradient analyses were carried out using partial Canonical Correspondence Analysis (CCA). The results show close correspondence with the results of the indirect gradient analyses. The following 5 physical and 6 chemical parameters account for more than 5 % of the variation structure in the material: position of the plots along the altitudinal gradient (16.1 %), pH (14.3 %), Mn (10.5 %), minimum soil depth (9.3 %), median soil depth (9.1 %), degree of tree planting near the plots (7.2 %), Fe (6.3 %), total N (6.2 %), temperature 40 cm above ground level (6.0 %), Na (5.7 %) and Mg (5.3 %).

These investigations from Gutulia demonstrate the distribution of the species along various complex gradients: climate, moisture, nutrition, light, etc. The work is primarily designed to study chemical parameters and the dynamism of autotrophic plants along these gradients, and to relate any changes in the numbers of species to changes in chemical parameters. It is hoped that the information will also contribute to an increased understanding of which are the most important structuring processes in areas of boreal birch forest. Particularly the poorly productive subalpine birch forest belts have been given relatively low priority as regards research proper, despite their considerable extent.

## 8 Litteratur

- Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. 1968. Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. - *Ann. bot. fenn.* 5: 169-211.
- Anderson, D.J., Cooke, R.C., Elkington, T.T. & Read, D.J. 1966. Studies on structure in plant communities. II. The structure of some dwarf-heath and birch-copse communities in Skjaldfannardalur, North-west Iceland. - *J. Ecol.* 54: 781-793.
- Aune, B. 1993. Temperaturnormaler, normalperiode 1961-1990. - *DNMI Rapp.* 2: 1-63.
- Bergan, J. 1974. Varmeklimaet i forskjellige høydesoner under bjørkeskoggrensa i Troms. - *Medd. Norsk Inst. Skogforsk.* 31,8: 332-353.
- Bergeron, Y. & Borcard, A. 1983. Use of groups in analysis and classification of plant communities in a section of western Quebec. - *Vegetatio* 56: 45-63.
- Borgos, G. & Elven, R., red. 1972. Femundsmarka og Gutulia. Norges nasjonalparker 4. - Lutherstiftelsen, Oslo.
- Braak, C.J.F. ter 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. - *Ecology* 67: 69-77.
- Braak, C.J.F. ter 1987a. 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 1987b. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. - *Vegetatio* 69: 67-77.
- Braak, C.J.F. ter 1987c. Ordination. - I: Jongman, R.H.G., Braak, C.J.F. ter & Tongeren, O.F.R. van, red. *Data analysis in community and landscape ecology.* Pudoc, Wageningen. s. 91-173.
- Braak, C.J.F. ter 1990. Update notes: CANOCO version 3.10. - *Agricult. Math. Group, Wageningen.*
- Braak, C.J.F. ter & Prentice, I.C. 1988. A theory of gradient analysis. - *Adv. Ecol. Res.* 18: 271-317.
- Braun-Blanquet, J. 1921. Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. - *Jb. St. Gallischen naturw. Ges.* 57: 305-351.
- 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.
- Corley, M.F.V., Crundwell, A.C., Düll, R., Hill, M.O., & Smith, A.J.E. 1981. Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. - *J. Bryol.* 11: 609-689.
- Dahl, E., Gjems, O. & Kielland-Lund, J. 1967. On the vegetation types of Norwegian conifer forests in relation to the chemical properties of the humus layer. - *Meddr norske Skogforsvesen* 23: 504-531.
- Dahl, E., Elven, R., Moen, A. & Skogen, A. 1986. Vegetasjonsregionkart over Norge 1 : 1 500 000. - *Nasjonalatlas for Norge, kartblad 3.1.4.* Statens kartverk.
- 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.
- Du Rietz, G. E. 1925. Studien über die Höhengrenzen der Hochalpinen Gefässpflanzen im nördlichen Lappland. - Zürich.
- Egberts, H. 1955. De invloed van de zuurgraad (pH) van de grond op de verschillende boomkwekerijgewassen. (The influence of soil pH on different nursery plants.) - *Jaarb. Proefstn. omkwekerij, Boskoop 1954:* 79-84.
- 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. & Brattbakk, I. 1994. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark. - *NINA Oppdragsmelding 286.*
- Eilertsen, O. & Fremstad, E. 1994. Miljøovervåking Tjeldbergodden, jord- og vegetasjonsundersøkelser. - *NINA Oppdragsmelding 278:* 1-30.
- 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., Økland, R.H., Økland, T. & Pedersen, O. 1990. Data manipulation and gradient length estimation in DCA ordination. - *J. Veg. Sci.* 1: 261-270.
- Elkington, T.T. & Jones, B.M.G. 1974. Biomass and primary productivity of birch (*Betula pubescens* s. lat.) in south-west Greenland. - *J. Ecol.* 62: 821-830.
- Elven, R. 1973. Noen plantefunn fra Femundsmarka, en plantegeografisk vurdering. - *Blyttia* 31: 229-248
- Enquist, F. 1933. Trädgränsundersökningar. - *Svenska Skogsv. För. Tidskr.* 31: 145-214.
- 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.
- Fremstad, E. & Eilertsen, O. 1994. Heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) som biomonitor på nitrogenforurensning. - *NINA Oppdragsmelding 239:* 1-21.
- Fremstad, E. & Elven, R. 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. - *Økoforsk Utredning 1987,1.*
- Fries, T.C.E. 1910. Floristiska anteckningar från de alpina ock subalpina delarna af Karesuando ock Jukkasjärvi socknar norr om Torne träsk. - *Sv. bot. Tidskr.* 4: 55-756.
- Førland, E.J. 1993. Nedbørnormaler, normalperiode 1961-1990. - *DNMI Rapp.* 39: 1-63.



- Gardiner, A.S. 1968. The reputation of birch for soil improvement. A literature review. - Forestry Commission Research and Development Paper 67. HSMO London.
- Godal, J. 1964. Gutulia naturpark, hovedoppgave i naturvern. - Skogbruksavdelingen, NLH, Ås. Upubl.
- Hagem, O. 1916. Fredning av urørd furuskog. - Tidsskrift for skogbruk 2.
- Helland, A. 1912. Trægrænser og sommervarmen. - Tidsskr. Skogbr. 20: 131-146, 169-175, 303-313.
- Helliwell, D.R. & Harrison, A.F. 1979. Effects of light and weed competition on the growth of seedlings of four tree species on a range of soils. - Q. J. For. 73: 160-171.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. - Cornell Univ., Ithaca, New York.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. - Vegetatio 42: 47-58.
- Holmboe, J.C.S. 1925. Einige Grundzüge von Pflanzengeographie Norwegens. - Bergens Museums Årbok, 1924-25. Bergen.
- Huse, S. 1964. Urskogen i Gutulia. - Norsk skogbruk 20.
- Hämet-Ahti, L. 1963. Zonation of the mountain birch forest in northernmost Fennoscandia. - Annls bot. Soc. Zool. bot. fenn. Vanamo 34: 4: 1-127.
- Ingestad, T. 1957. Studies on the nutrition of forest tree seedlings. I. Mineral nutrition of birch (*Betula verrucosa*). - Physiol. Plant. 10: 418-439.
- Ingestad, T. 1977. Nitrogen and plant growth; maximum efficiency of nitrogen fertilizers. - Ambio 6: 146-151.
- Jensen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. - NISK, Ås.
- Jensen, A. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1991. - Skogforsk Rapp. 1992,9: 1-25.
- Jensen, A. & Frogner, T. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1992. - Skogforsk Rapp. 1993,12: 1-24.
- Jensén, S. 1978. Influences of transformation of cover values on classification and ordination of lake vegetation. - Vegetatio 37: 19-31.
- Kalela, A. 1959. Om Finlands skogsvegetationzoner. - Soc. scient. fenn. Årsb. 37 B: 6: 1-19.
- Karlsson, P.S. & Nordell, K.O. 1987. Growth of *Betula pubescens* and *Pinus sylvestris* seedlings in a subarctic environment. - Funct. Ecol. 1: 37-44.
- Kielland-Lund, J. 1972. Landskap og vegetasjon. - I: Borgos, G. & Elven, R., red. 1972. Femundsmarka og Gutulia. - Norges nasjonalparker 4. Lutherstiftelsen, Oslo.
- Kielland-Lund, J. 1981. Hva er fjellskog? - Tidsskr. Skogbruk 1981,1: 46-60.
- Kielland-Lund, J. 1994. Syntaxonomy of Norwegian forest vegetation 1993. - Phytocoenologia 24: 299-310.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1980. Lavflora. Norske busk- og bladlav. - Universitetsforlaget, Oslo.
- Kruskal, J.B. 1964a. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. - Psychometrika 29: 1-27.
- Kruskal, J.B. 1964b. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. - Psychometrika 29: 115-129.
- 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.
- Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringsstudier i TOV-områdene, 1993. - NINA Oppdragsmelding 296: 1-47.
- 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.
- Lid, J. 1985. Norsk, svensk, finsk flora. - Det norske samlaget, Oslo.
- Lyr, H., Hoffman, G. & Dohse, K. 1963. The influence of degrees of shading on dry matter production in young plants of some forest species, part I. - Flora, Jena 153: 291-311.
- Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. - DN Rapp. 8: 1-98.
- Maarel, E. van der 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. - Vegetatio 39: 97-114.
- Marionne, E. de. 1926. Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. - Meteorologie 2: 449-458.
- Miles, J. 1981. Effect of birch on moorlands. - Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge, Great Britain.
- Miles, J. & Kinnaird, J.W. 1979. Grazing: with particular reference to birch, juniper and Scots pine in the Scottish highlands. - Scottish Forestry 33: 280-289.
- 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.
- Minchin, P. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. - Vegetatio 69: 89-107.
- Moen, A. 1987. The regional vegetation of Norway; that of Central Norway in particular. - Norsk geogr. Tidsskr. 41: 179-225.
- Moen, A. & Odland, A. 1993. Vegetasjonsseksjoner i Norge. - Univ. Trondheim, Vitenskapsmus. Rapp. bot. Ser. 1993,2: 37-53.
- Mork, E. 1933. Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. - Meddr norske SkogforsVes. 16: 1-156.
- Mork, E. 1957. Om frøkvalitet og frøproduksjon hos furu i Hirkjølen. - Meddr norske SkogforsVes. 48: 353-379.
- Mork, E. 1968. Økologiske undersøkelser i fjellskogen i Hirkjølen forsøksområde. - Meddr norske SkogforsVes. 25: 467-596.

- Maartmann, E. 1989. Gutulia nasjonalpark. Ornitologiske undersøkelser i Gutulia nasjonalpark 1988. - Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernvedlingen, Hamar. Rapport 31.
- Nordhagen, R. 1928. Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. - Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-naturvid. Kl. 1927,1: 1-612.
- Nordhagen, R. 1943. Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. - Bergens Mus. Skr. 22: 1-607.
- NOU 1986. Ny landsplan for nasjonalparker. - Norges offentlige utredninger 1986: 13.
- Nygren, M. & Kellomäki, S. 1983. Effect of shading on leaf structure and photosynthesis in young birches, *Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh. - Forest Ecology and Management 7: 119-132.
- Nystuen, J.P. 1979. Elgå, berggrunnsgeologisk kart 1719 II - M 1 : 50 000. - Norges geol. unders.
- Nystuen, J. P. & Trømborg, D. 1972. Berggrunn, løsavsetninger og lanskapsformer. - I: Borgos, G. & Elven, R., red. 1972. Femundsmarka og Gutulia. Norges nasjonalparker 4: 14-25. Lutherstiftelsen, Oslo.
- Owen, D.B. 1962. Handbook of statistical tables. - Addison-Westley, Reading, Mass.
- Pearson, K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. - Phil. Mag., 6 Ser. 2: 559-572.
- Peet, R.K. & Loucks, O.L. 1977. A gradient analysis of southern Wisconsin forests. - Ecology 58: 485-499.
- Pedersen, O. 1988. Biological data program/PC. Version 1.01. Brukerveiledning. - VegeDataConsult, Oslo.
- Peidano, M. & Moreno, G. 1989. The genus *Betula* (Betulaceae) in the Sistema Centra (Spain). - Willdenowia 18: 343-359.
- 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.
- Pigott, C.D. 1983. Regeneration of oak-birch woodland following exclusion of sheep. - J. Ecol. 71: 629-646.
- Resvoll-Holmsen, H. 1918. Fra fjeldskogene i det østfjeldske Norge. - Tidsskr. Skogbr. 26: 107-223.
- Resvoll-Holmsen, H. 1920. En av aarsakene til fjellskogens tilbakegang. - Tidsskr. Skogbr. 3-4: 60-61.
- Safford, L.O., Bjorkbom, J.C. & Zasada, J.C. 1990. Paper birch (*Betula papyrifera* Marsh.). - I: Burns, R.M., red. Silvics of native and naturalised trees of the nited States and Puerto Rico. USDA Forest Service, Washington DC, Agric. Handb. 271.
- Selander, S. 1950. Floristic phytogeography of South Western Lule Lappmark (Swedish Lapland) I. - Acta phytogeogr. suec. 27: 1-200.
- Sepponen, P. 1985. The ecological classification of sorted forest soils of varying genesis in northern Finland. - Comm. Inst. for. fenn. 129: 1-77.
- Sjörs, H. 1963. Amphi-atlantic zonation. Nemoral to arctic. - I: Löwe, A. & Löwe, D., red. North Atlantic biota and their history, Pergamon Press, Oxford.
- Sjörs, H. 1971. Ekologisk botanik. - Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- 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.
- Smith, A.J.E. 1990. The liverworts of Britain and Ireland. - Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Strand, L. 1961. Norge - geografisk oversikt. - Skogbruksboka 1: 29-46. Oslo.
- STSC Inc. 1991. Statistical procedures reference manual. - Statgraphics Inc., Rockville, USA.
- Stuart, A. 1956. The efficiencies of test of randomness against normal regression. - J. Am. Stat. Ass. 51: 285-287.
- Taylor, S.J., Carleton, T.J. & Adams, P. 1987. Understorey vegetation change in a *Picea mariana* chronosequence. - Vegetatio 73: 63-72.
- Tuhkanen, S. 1980. Climatic parameters and indices in plant geography. - Acta phytogeogr. suec. 67: 1-105.
- Tonteri, T., Mikkola, K. & Lahti, T. 1990. Compositional gradients in the forest vegetation of Finland. - J. Veg. Sci. 1: 691-698.
- Treter, U. 1984. Die Baumgrenzen Skandinaviens. Ökologische und dendroklimatische Untersuchungen. - Franz Steiner Verlag, Wiesbaden GmbH.
- Valmari, J. 1921. Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. - Acta for. fenn. 20: 1-67.
- 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.
- Wold, O. 1989. Botaniske undersøkelser i Gutulia nasjonalpark 1988. - Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernved. Rapp. 29: 1-32.
- 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. & 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. 1994. Canonical Correspondence Analysis with variation partitioning: some comments and an application. - J. Veg. Sci. 5: 117-126.
- Økland, T. 1988. An ecological approach to the investigation of beech forest in Vestfold, SE Norway. - Nord. J. Bot. 8: 375-407.

- 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. - Norsk Inst. Jord-Skogkartlegging, Ås. Rapp. 6: 1-76.
- Aas, B. 1989. Det nord-europeiske bjørkebeltet. - Univ. Oslo, Geografisk inst. Upubl. rapp. 155 s.
- Aas, Ø. 1989. Skoglige forhold i Gutulia nasjonalpark og i utvidelsesalternativene. - Fylkesmannen i Hedmark, Miljøveravd. Rapp. 23: 1-41.

## Vedlegg 1

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

Betu nan	<i>Betula nana</i>	dvergbjørk
Betu pub	<i>Betula pubescens</i>	vanlig bjørk
Juni com	<i>Juniperus communis</i>	einer
Sorb auc	<i>Sorbus aucuparia</i>	rogn
Andr pol	<i>Andromeda polifolia</i>	kvitlyng
Arct alp	<i>Arctostaphylos alpinus</i>	rypebær
Call vul	<i>Calluna vulgaris</i>	røsslyng
Empe her	<i>Empetrum hermaphroditum</i>	fjellkrekling
Vacc myr	<i>Vaccinium myrtillus</i>	blåbær
Vacc uli	<i>Vaccinium uliginosum</i>	blokkebær
Vacc vit	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	tyttebær
Equi syl	<i>Equisetum sylvaticum</i>	skogsnelle
Euph bor	<i>Euphrasia frigida</i>	fjelløyentrøst
Gera syl	<i>Geranium sylvaticum</i>	skogstorkenebb
Gymn dry	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	fugletelg
Hier gr.	<i>Hieracium gr. Vulgata</i>	sveve, Vulgata-gruppa
Linn bor	<i>Linnaea borealis</i>	linnae
Lycy ann	<i>Lycopodium annotinum</i>	stri kråkefot
Mela pra	<i>Melampyrum pratense</i>	stormarimjelle
Mela syl	<i>Melampyrum sylvaticum</i>	småmarimjelle
Oxal ace	<i>Oxalis acetosella</i>	gauksyre
Pote ere	<i>Potentilla erecta</i>	tepperot
Ranu acr	<i>Ranunculus acris</i>	engsoleie
Rubu cha	<i>Rubus chamaemorus</i>	molte
Rume ace	<i>Rumex acetosa</i>	engsyre
Soli vir	<i>Solidago virgaurea</i>	gullris
Thel phe	<i>Thelypteris phegopteris</i>	hengeving
Trie eur	<i>Trientalis europaea</i>	skogstjerne
Agro cap	<i>Agrostis capillaris</i>	engkvein
Anth odo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	gulaks
Care big	<i>Carex bigelowii</i>	stivstarr
Care bru	<i>Carex brunnescens</i>	seterstarr
Care vag	<i>Carex vaginata</i>	slirestarr
Desc ces	<i>Deschampsia cespitosa</i>	sølvbunke
Desc fle	<i>Deschampsia flexuosa</i>	smyle
Erio vag	<i>Eriophorum vaginatum</i>	torvull
Luzu pil	<i>Luzula pilosa</i>	hårfrytle
Meli nut	<i>Melica nutans</i>	hengeaks
Mili eff	<i>Milium effusum</i>	myskegras
Moli cae	<i>Molinia caerulea</i>	blåtopp
Nard str	<i>Nardus stricta</i>	finnskjegg
Brac ref	<i>Brachythecium reflexum</i>	sprikelundmose
Brac sal	<i>Brachythecium salebrosum</i>	lilundmose
Buxb aph	<i>Buxbaumia aphylla</i>	brunsko
Dicr fus	<i>Dicranum fuscescens</i>	bergsigd
Dicr sco	<i>Dicranum scoparium</i>	ribbesigd
Hylo spl	<i>Hylocomium splendens</i>	etasjehusmose
Plag den	<i>Plagiothecium denticulatum</i>	flakjamnemose
Plag lae	<i>Plagiothecium laetum</i>	glansjamnemose

Pleu sch	Pleurozium schreberi	furumose
Pohl nut	Pohlia nutans agg.	vegnikkemose
Poly com	Polytricum commune	storbjørnemose
Poly jun	Polytricum juniperinum	einerbjørnemose
Ptil cri	Ptilium crista-castrensis	fjærmose
Rhod ros	Rhodobryum roseum	rosettrose
Rhyt squ	Rhytidiadelphus squarrosus	fjærkransmose
Sani unc	Sanionia uncinata	bleikklo
Tetr pel	Tetraphis pellucida	firtannmose
Spha gir	Sphagnum girgensohnii	grantorvmose
Spha rus	Sphagnum russowii	tvaretorvmose
Barb att	Barbilophozia attenuata	piskskjeggmose
Barb bar	Barbilophozia barbata	skogskjeggmose
Barb flo	Barbilophozia floerkei	lyngskjeggmose
Barb lyc	Barbilophozia lycopodioides	gåsefotskjeggmose
Caly int	Calypogeia integristipula	skogflak
Ceph lun	Cephalozia lunulifolia	myrglefse
Loph exc	Lophozia excisa	rabbeflik
Loph lon	Lophozia longidens	hornflik
Loph obt	Lophozia obtusa	buttflik
Loph ven	Lophozia ventricosa agg.	grokornflik
Ptil cil	Ptilidium ciliare	bakkefrynse
Cetr isl	Cetraria islandica	islandslav
Cetr niv	Cetraria nivalis	gulskinn
Clad arb	Cladina arbuscula	lys reinlav
Clad ran	Cladina rangiferina	grå reinlav
Clad bel	Cladonia bellidiflora	blomsterlav
Clad chl	Cladonia chlorophaea	pulverbrunbeger
Clad coc	Cladonia coccifera	rødbeger
Clad cor	Cladonia cornuta	skogsyl
Clad cri	Cladonia crispata	traktlav
Clad def	Cladonia deformis	begerfauskav
Clad fur	Cladonia furcata	gaffellav
Clad gra	Cladonia gracilis agg.	syllav
Clad mac	Cladonia macrophylla	trevlelav
Clad ste	Cladonia stellaris	kvitkrull
Clad sul	Cladonia sulphurina	fauskav
Clad unc	Cladonia uncialis	pigglav

## Vedlegg 2

Artenes smårutefrekvens i 50 analyseruter. - Species frequency in 50 sample plots

Analyserute. Sample plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Betula nana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula pubescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juniperus communis	-	-	-	-	-	-	-	50,00	50,00	-
Sorbus aucuparia	-	-	-	6,25	-	-	-	6,25	12,50	-
Andromeda polyphylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arctostaphylos alpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calluna vulgaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empetrum hermaphroditum	-	18,75	31,25	-	-	-	-	-	-	-
Vaccinium myrtillus	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Vaccinium uliginosum	-	87,50	31,25	-	-	-	-	-	-	-
Vaccinium vitis-idaea	50,00	93,75	100,00	93,75	93,75	100,00	87,50	93,75	100,00	100,00
Equisetum sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphrasia borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geranium sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	93,75	-	-
Gymnocarpium dryopteris	75,00	6,25	75,00	56,25	93,75	81,25	93,75	93,75	68,75	100,00
Hieracium gr, Vulgata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linnea borealis	75,00	31,25	75,00	81,25	18,75	6,25	75,00	68,75	31,25	81,25
Lycopodium annotinum	100,00	-	-	37,50	31,25	12,50	56,25	12,50	43,75	43,75
Melampyrum pratense	6,25	68,75	12,50	6,25	43,75	68,75	18,75	50,00	56,25	62,50
Melampyrum sylvaticum	-	-	37,50	18,75	25,00	37,50	68,75	-	43,75	87,50
Oxalis acetosella	-	-	-	-	18,75	31,25	12,50	50,00	18,75	50,00
Potentilla erecta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ranunculus acris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus chamaemorus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rumex acetosa	-	-	-	-	-	12,50	-	-	-	-
Solidago virgaurea	-	12,50	37,50	12,50	12,50	56,25	25,00	68,75	18,75	-
Thelypteris phegopteris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trientalis europaea	81,25	56,25	75,00	62,50	81,25	62,50	62,50	43,75	37,50	87,50
Agrostis capillaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	-	12,50	-	12,50	-	-
Carex bigelowii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex brunnescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex vaginata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deschampsia cespitosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deschampsia flexuosa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-
Eriophorum vaginatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luzula pilosa	37,50	43,75	50,00	68,75	18,75	62,50	37,50	62,50	43,75	62,50
Melica nutans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Milium effusum	-	-	-	-	-	18,75	-	50,00	-	-
Molinia caerulea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nardus stricta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachytecium reflexum	18,75	-	-	-	6,25	56,25	-	12,50	18,75	12,50
Brachytecium salebrosum	25,00	-	6,25	6,25	12,50	31,25	18,75	12,50	6,25	18,75
Buxbaumia aphylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranum fuscens	25,00	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranum scoparium	81,25	50,00	81,25	43,75	93,75	37,50	56,25	25,00	31,25	31,25
Hylocomium splendens	75,00	100,00	81,25	50,00	43,75	6,25	93,75	62,50	-	-
Plagiothecium denticulatum	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-	-
Plagiothecium laetum	-	-	25,00	-	-	-	6,25	-	6,25	6,25
Pleurozium schreberi	25,00	12,50	50,00	50,00	50,00	-	12,50	-	-	18,75
Pohlia nutans agg,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polytricum commune	68,75	100,00	62,50	93,75	-	-	-	-	-	-
Polytricum juniperinum	-	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-
Ptilium crista-castrensis	-	6,25	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Rhodobryum roseum	18,75	-	6,25	-	6,25	50,00	-	18,75	-	6,25
Rhytidiadelphus squarrosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sanionia uncinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetraphis pellucida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analyserute. Sample plot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Sphagnum girgensonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum russowii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barbilophozia attenuata</i>	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barbilophozia barbata</i>	-	-	-	25,00	-	-	-	-	-	-
<i>Barbilophozia floerkii</i>	37,50	56,25	31,25	25,00	50,00	-	18,75	12,50	-	6,25
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	93,75	100,00	6,25	93,75	81,25	50,00	100,00	75,00	37,50	75,00
<i>Calypogeia integristipula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cephalozia lunulifolia</i>	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-
<i>Lophozia excisa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lophozia longidens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lophozia obtusa</i>	12,50	6,25	6,25	-	-	43,75	18,75	31,25	12,50	50,00
<i>Lophozia ventricosa</i> agg,	-	-	12,50	6,25	18,75	12,50	6,25	6,25	-	-
<i>Ptilidium ciliare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25	-
<i>Cetraria islandica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cetraria nivalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladina arbuscula</i>	-	6,25	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladina rangiferina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia bellidiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia chlorophaea</i>	-	-	-	-	25,00	-	-	-	-	-
<i>Cladonia coccifera</i>	18,75	-	12,50	-	12,50	-	-	-	6,25	12,50
<i>Cladonia cornuta</i>	-	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia crispata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia deformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia furcata</i>	18,75	-	18,75	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia gracilis</i> agg,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia macrophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia stellaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia sulpherina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia uncialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analyserute. Sample plot	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Betula nana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula pubescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juniperus communis	-	31,25	-	-	-	-	62,50	25,00	31,25	-
Sorbus aucuparia	-	6,25	-	-	12,50	-	-	-	-	-
Andromeda polyphylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arctostaphylos alpinus	-	-	-	-	-	-	-	50,00	-	-
Calluna vulgaris	-	-	-	-	-	-	12,50	-	37,50	-
Empetrum hermaphroditum	-	-	-	-	-	31,25	18,75	-	50,00	12,50
Vaccinium myrtillus	100,00	100,00	100,00	81,25	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Vaccinium uliginosum	-	-	-	-	-	-	-	18,75	25,00	-
Vaccinium vitis-idaea	93,75	100,00	100,00	100,00	100,00	81,25	93,75	87,50	81,25	93,75
Equisetum sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphrasia borealis	6,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geranium sylvaticum	-	-	18,75	-	-	-	-	-	-	-
Gymnocarpium dryopteris	31,25	56,25	81,25	100,00	81,25	12,50	-	-	-	-
Hieracium gr, Vulgata	25,00	25,00	12,50	25,00	-	-	-	-	-	-
Linnea borealis	62,50	37,50	18,75	62,50	62,50	37,50	37,50	12,50	31,25	18,75
Lycopodium annotinum	-	12,50	-	-	25,00	-	37,50	68,75	50,00	50,00
Melampyrum pratense	6,25	43,75	25,00	100,00	12,50	37,50	6,25	31,25	31,25	62,50
Melampyrum sylvaticum	50,00	100,00	56,25	25,00	75,00	-	-	-	-	-
Oxalis acetosella	68,75	62,50	87,50	81,25	93,75	-	-	-	-	-
Potentilla erecta	25,00	-	-	75,00	-	37,50	31,25	6,25	43,75	56,25
Ranunculus acris	68,75	25,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus chamaemorus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rumex acetosa	12,50	12,50	12,50	68,75	6,25	-	-	-	-	-
Solidago virgaurea	75,00	62,50	62,50	93,75	25,00	31,25	18,75	12,50	31,25	6,25
Thelypteris phegopteris	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trientalis europaea	68,75	68,75	75,00	68,75	56,25	56,25	25,00	37,50	-	68,75
Agrostis capillaris	-	-	-	-	-	43,75	25,00	-	-	-
Anthoxanthum odoratum	18,75	37,50	93,75	100,00	-	12,50	-	6,25	-	-
Carex bigelowii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex brunnescens	-	-	-	12,50	-	-	-	-	-	-
Carex vaginata	-	-	-	75,00	-	-	-	6,25	-	-
Deschampsia cespitosa	6,25	12,50	-	-	-	-	87,50	50,00	-	81,25
Deschampsia flexuosa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	81,25	100,00	75,00	18,75	100,00
Eriophorum vaginatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luzula pilosa	50,00	56,25	68,75	75,00	56,25	43,75	-	12,50	-	6,25
Melica nutans	75,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Milium effusum	87,50	100,00	93,75	68,75	56,25	-	-	-	-	-
Molinia caerulea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nardus stricta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,75
Brachytecium reflexum	50,00	56,25	18,75	25,00	31,25	12,50	43,75	25,00	-	25,00
Brachytecium salebrosum	-	-	31,25	6,25	25,00	-	-	-	-	-
Buxbaumia aphylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Dicranum fuscens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranum scoparium	12,50	31,25	12,50	25,00	62,50	81,25	31,25	37,50	75,00	37,50
Hylocomium splendens	6,25	12,50	37,50	18,75	-	81,25	62,50	75,00	50,00	100,00
Plagiothecium denticulatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plagiothecium laetum	18,75	18,75	6,25	6,25	6,25	12,50	18,75	6,25	6,25	-
Pleurozium schreberi	50,00	-	25,00	12,50	56,25	62,50	-	6,25	25,00	68,75
Pohlia nutans agg,	-	6,25	-	-	-	-	18,75	-	6,25	12,50
Polytricum commune	-	-	-	-	-	6,25	6,25	-	-	-
Polytricum juniperinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Ptilium crista-castrensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhodobryum roseum	-	43,75	-	12,50	6,25	-	-	-	-	-
Rhytidiadelphus squarrosus	-	-	43,75	75,00	-	-	-	-	-	-
Sanionia uncinata	-	-	-	-	-	-	-	-	18,75	-
Tetraphis pellucida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphagnum girgensonii	-	-	-	-	-	-	-	37,50	-	-
Sphagnum russowii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia attenuata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia barbata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia floerkii	18,75	-	37,50	31,25	18,75	50,00	31,25	56,25	56,25	18,75



Analyserute. Sample plot	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Barbilophozia lycopodioides	56,25	50,00	62,50	93,75	56,25	81,25	50,00	81,25	43,75	100,00
Calyptogeia integristipula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephalozia lunulifolia	-	6,25	-	37,50	-	-	6,25	-	-	25,00
Lophozia excisa	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-
Lophozia longidens	-	12,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia obtusa	6,25	25,00	6,25	87,50	-	6,25	-	12,50	6,25	-
Lophozia ventricosa agg,	6,25	-	-	12,50	-	-	18,75	-	37,50	31,25
Ptilidium ciliare	-	6,25	-	-	-	-	-	-	6,25	-
Cetraria islandica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cetraria nivalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladina arbuscula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladina rangiferina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia bellidiflora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia chlorophaea	12,50	-	-	-	-	25,00	-	-	-	-
Cladonia coccifera	-	12,50	6,25	-	-	31,25	6,25	12,50	-	6,25
Cladonia cornuta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Cladonia crispata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia deformis	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-	-
Cladonia furcata	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25	-
Cladonia gracilis agg,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia macrophylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia stellaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia sulpherina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia uncialis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analyserute. Sample plot	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Betula nana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Betula pubescens	-	-	18,75	-	-	-	-	-	-	-
Juniperus communis	18,75	-	-	-	-	-	-	50,00	18,75	-
Sorbus aucuparia	12,50	6,25	-	6,25	-	-	6,25	18,75	-	12,50
Andromeda polyphylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arctostaphylos alpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calluna vulgaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empetrum hermaphroditum	6,25	18,75	-	-	-	-	6,25	-	-	18,75
Vaccinium myrtillus	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	75,00	100,00	100,00
Vaccinium uliginosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vaccinium vitis-idaea	81,25	62,50	62,50	56,25	100,00	-	6,25	-	56,25	68,75
Equisetum sylvaticum	-	6,25	-	-	-	18,75	6,25	6,25	-	-
Euphrasia borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geranium sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gymnocarpium dryopteris	25,00	31,25	43,75	18,75	-	100,00	81,25	93,75	43,75	25,00
Hieracium gr, Vulgata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linnea borealis	-	-	-	-	-	6,25	-	-	43,75	75,00
Lycopodium annotinum	-	-	-	-	-	-	6,25	-	-	18,75
Melampyrum pratense	62,50	25,00	68,75	62,50	18,75	50,00	68,75	25,00	43,75	87,50
Melampyrum sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxalis acetosella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potentilla erecta	-	-	-	-	-	18,75	-	-	-	-
Ranunculus acris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus chamaemorus	-	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-
Rumex acetosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidago virgaurea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thelypteris phegopteris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trientalis europaea	25,00	56,25	68,75	62,50	-	87,50	68,75	68,75	68,75	87,50
Agrostis capillaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex bigelowii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex brunnescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex vaginata	-	18,75	-	-	-	50,00	18,75	6,25	12,50	-
Deschampsia cespitosa	-	-	-	-	-	-	-	31,25	-	-
Deschampsia flexuosa	100,00	100,00	100,00	100,00	93,75	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Eriophorum vaginatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luzula pilosa	18,75	31,25	81,25	37,50	-	68,75	81,25	81,25	62,50	25,00
Melica nutans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Milium effusum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molinia caerulea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nardus stricta	-	-	37,50	-	-	12,50	-	-	-	-
Brachytecium reflexum	43,75	81,25	87,50	12,50	62,50	6,25	31,25	25,00	62,50	50,00
Brachytecium salebrosum	-	-	-	-	6,25	-	-	68,75	-	-
Buxbaumia aphylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranum fuscens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranum scoparium	93,75	68,75	43,75	75,00	62,50	25,00	43,75	62,50	25,00	75,00
Hylocomium splendens	68,75	-	-	-	18,75	-	37,50	-	-	-
Plagiothecium denticulatum	18,75	-	-	-	-	-	-	25,00	-	-
Plagiothecium laetum	-	18,75	-	12,50	25,00	6,25	25,00	-	-	62,50
Pleurozium schreberi	56,25	50,00	25,00	-	68,75	56,25	50,00	25,00	87,50	87,50
Pohlia nutans agg,	-	25,00	-	12,50	6,25	-	6,25	-	-	18,75
Polytricum commune	62,50	75,00	87,50	56,25	37,50	100,00	87,50	56,25	93,75	43,75
Polytricum juniperinum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ptilium crista-castrensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhodobryum roseum	-	-	-	-	-	-	6,25	-	6,25	-
Rhytidiadelphus squarrosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sanionia uncinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetraphis pellucida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphagnum girgensonii	-	-	-	-	-	87,50	62,50	31,25	6,25	-
Sphagnum russowii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia attenuata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia barbata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia floerkii	43,75	31,25	6,25	25,00	25,00	31,25	43,75	6,25	37,50	25,00

Analyserute. Sample plot	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Barbilophozia lycopodioides	68,75	100,00	93,75	81,25	81,25	50,00	68,75	68,75	81,25	18,75
Calypogeia integristipula	6,25	31,25	-	6,25	-	6,25	-	-	-	12,50
Cephalozia lunulifolia	25,00	18,75	-	6,25	-	-	-	12,50	-	25,00
Lophozia excisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia longidens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia obtusa	-	-	-	-	-	-	18,75	-	25,00	6,25
Lophozia ventricosa agg,	62,50	56,25	-	12,50	-	37,50	31,25	12,50	-	31,25
Ptilidium ciliare	-	-	-	-	-	12,50	-	-	-	-
Cetraria islandica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cetraria nivalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladina arbuscula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladina rangiferina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia bellidiflora	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-
Cladonia chlorophaea	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-
Cladonia coccifera	6,25	43,75	6,25	-	25,00	18,75	-	-	-	12,50
Cladonia cornuta	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-
Cladonia crispata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia deformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia furcata	-	-	-	12,50	-	-	-	-	-	-
Cladonia gracilis agg,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia macrophylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia stellaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia sulpherina	-	-	-	18,75	-	-	-	-	-	12,50
Cladonia uncialis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Analyserute. Sample plot	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<i>Betula nana</i>	-	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-
<i>Betula pubescens</i>	-	-	18,75	-	-	-	-	6,25	-	-
<i>Juniperus communis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Andromeda polyphylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctostaphylos alpinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	12,50	-	-
<i>Calluna vulgaris</i>	87,50	56,25	25,00	31,25	87,50	56,25	-	-	81,25	31,25
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	93,75	100,00	87,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Vaccinium myrtillus</i>	87,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	75,00	100,00	100,00
<i>Vaccinium uliginosum</i>	81,25	50,00	50,00	100,00	50,00	-	-	43,75	-	-
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	81,25
<i>Equisetum sylvaticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euphrasia borealis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geranium sylvaticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hieracium gr. Vulgata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linnea borealis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopodium annotinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melampyrum pratense</i>	6,25	56,25	6,25	81,25	-	18,75	31,25	-	-	-
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxalis acetosella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Potentilla erecta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus acris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus chamaemorus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solidago virgaurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thelypteris phegopteris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trientalis europaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,00
<i>Agrostis capillaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex bigelowii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex brunnescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex vaginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia cespitosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia flexuosa</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	81,25	87,50	62,50	43,75	100,00
<i>Eriophorum vaginatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luzula pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melica nutans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Milium effusum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Molinia caerulea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nardus stricta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachytecium reflexum</i>	-	-	-	-	31,25	-	-	-	-	-
<i>Brachytecium salebrosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Buxbaumia aphylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicranum fuscens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dicranum scoparium</i>	87,50	100,00	100,00	87,50	87,50	68,75	100,00	100,00	75,00	100,00
<i>Hylocomium splendens</i>	-	-	-	-	-	93,75	12,50	12,50	25,00	-
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiothecium laetum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurozium schreberi</i>	87,50	18,75	93,75	87,50	100,00	62,50	62,50	56,25	81,25	18,75
<i>Pohlia nutans agg.</i>	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	12,50
<i>Polytricum commune</i>	-	-	-	6,25	-	-	-	-	-	-
<i>Polytricum juniperinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	18,75	12,50	-
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodobryum roseum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sanionia uncinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraphis pellucida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum girgensonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphagnum russowii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barbilophozia attenuata</i>	-	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-
<i>Barbilophozia barbata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Barbilophozia floerkii</i>	100,00	-	-	6,25	87,50	-	50,00	6,25	-	6,25

Analyserute. Sample plot	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Barbilophozia lycopodioides	-	62,50	93,75	93,75	87,50	56,25	62,50	12,50	81,25	50,00
Calypogeia integristipula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephalozia lunulifolia	18,75	-	12,50	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia excisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia longidens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia obtusa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia ventricosa agg,	12,50	6,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Ptilidium ciliare	-	-	31,25	-	-	-	62,50	-	-	25,00
Cetraria islandica	-	6,25	-	-	-	-	18,75	6,25	6,25	6,25
Cetraria nivalis	-	-	6,25	-	-	-	-	-	-	-
Cladina arbuscula	43,75	100,00	93,75	43,75	62,50	25,00	100,00	93,75	56,25	62,50
Cladina rangiferina	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25	12,50
Cladonia bellidiflora	18,75	6,25	-	-	-	-	31,25	31,25	-	37,50
Cladonia chlorophaea	25,00	37,50	18,75	6,25	-	-	-	12,50	12,50	37,50
Cladonia coccifera	18,75	62,50	25,00	-	-	-	-	-	-	18,75
Cladonia cornuta	18,75	31,25	6,25	6,25	-	-	6,25	37,50	25,00	50,00
Cladonia crispata	-	12,50	18,75	-	-	-	25,00	43,75	-	18,75
Cladonia deformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia furcata	-	-	-	-	-	25,00	-	-	-	-
Cladonia gracilis agg,	-	-	-	-	-	-	62,50	31,25	12,50	-
Cladonia macrophylla	18,75	18,75	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia stellaris	12,50	-	-	-	-	-	43,75	25,00	-	-
Cladonia sulpherina	-	18,75	-	-	18,75	12,50	12,50	18,75	25,00	56,25
Cladonia uncialis	-	-	-	6,25	-	-	18,75	12,50	-	31,25

Analyserute. Sample plot	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Betula nana	-	37,50	43,75	-	-	56,25	-	-	12,50	18,75
Betula pubescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juniperus communis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorbus aucuparia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,50
Andromeda polyphylla	-	-	62,50	-	-	-	-	-	-	-
Arctostaphylos alpinus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calluna vulgaris	100,00	50,00	-	-	50,00	-	-	-	12,50	18,75
Empetrum hermaphroditum	100,00	75,00	100,00	93,75	100,00	12,50	-	25,00	68,75	18,75
Vaccinium myrtillus	100,00	100,00	100,00	93,75	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Vaccinium uliginosum	75,00	6,25	31,25	-	-	-	-	-	18,75	6,25
Vaccinium vitis-idaea	62,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	43,75	93,75	100,00	93,75
Equisetum sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphrasia borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geranium sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gymnocarpium dryopteris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hieracium gr, Vulgata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linnea borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lycopodium annotinum	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25	43,75
Melampyrum pratense	18,75	12,50	31,25	43,75	25,00	6,25	-	31,25	37,50	-
Melampyrum sylvaticum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxalis acetosella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potentilla erecta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,50
Ranunculus acris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rubus chamaemorus	18,75	25,00	81,25	93,75	12,50	6,25	-	-	25,00	31,25
Rumex acetosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidago virgaurea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thelypteris phegopteris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trientalis europaea	6,25	-	62,50	56,25	25,00	25,00	25,00	43,75	87,50	68,75
Agrostis capillaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex bigelowii	-	-	-	-	-	31,25	56,25	-	-	-
Carex brunnescens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex vaginata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deschampsia cespitosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deschampsia flexuosa	100,00	100,00	93,75	87,50	62,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Eriophorum vaginatum	12,50	37,50	37,50	75,00	-	43,75	-	-	-	-
Luzula pilosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melica nutans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Milium effusum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molinia caerulea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,75
Nardus stricta	-	-	-	-	-	-	-	-	25,00	100,00
Brachytecium reflexum	-	-	-	-	-	-	25,00	56,25	18,75	25,00
Brachytecium salebrosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buxbaumia aphylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranum fuscens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranum scoparium	50,00	81,25	43,75	43,75	6,25	93,75	100,00	25,00	50,00	43,75
Hylocomium splendens	-	-	-	-	-	37,50	56,25	81,25	62,50	-
Plagiothecium denticulatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plagiothecium laetum	-	-	-	6,25	-	-	-	-	-	-
Pleurozium schreberi	25,00	-	31,25	12,50	-	93,75	37,50	31,25	25,00	12,50
Pohlia nutans agg,	-	-	-	-	-	-	-	-	12,50	-
Polytricum commune	12,50	56,25	-	-	-	12,50	100,00	100,00	87,50	-
Polytricum juniperinum	12,50	50,00	31,25	25,00	-	-	-	-	37,50	-
Ptilium crista-castrensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhodobryum roseum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhytidiadelphus squarrosus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sanionia uncinata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetraphis pellucida	-	-	-	-	-	6,25	-	-	-	-
Sphagnum girgensonii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphagnum russowii	-	-	-	-	-	-	-	-	31,25	-
Barbilophozia attenuata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia barbata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barbilophozia floerkii	-	-	-	-	-	12,50	37,50	37,50	6,25	12,50

Analyserute. Sample plot	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Barbilophozia lycopodioides	-	-	-	25,00	-	81,25	100,00	81,25	31,25	12,50
Calypogeia integristipula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,50
Cephalozia lunulifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia excisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia longidens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia obtusa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lophozia ventricosa agg,	-	-	-	-	-	6,25	-	-	12,50	-
Ptilidium ciliare	-	-	-	-	-	-	-	25,00	-	-
Cetraria islandica	-	-	25,00	-	-	-	-	-	-	-
Cetraria nivalis	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25	-
Cladina arbuscula	50,00	18,75	25,00	-	-	-	-	-	-	-
Cladina rangiferina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,25
Cladonia bellidiflora	-	6,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia chlorophaea	-	6,25	6,25	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia coccifera	6,25	12,50	-	-	-	-	-	-	12,50	-
Cladonia cornuta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia crispata	6,25	-	6,25	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia deformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia furcata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia gracilis agg,	-	-	6,25	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia macrophylla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia stellaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia sulpherina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladonia uncialis	-	6,25	6,25	-	-	-	-	-	-	-

# Rapporter utgitt innen terrestrisk overvåkingsprogram (TOV)

- \* Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. DN-rapport nr. 8.
- 1 Fremstad, E. (red.). 1989. Terrestrisk naturovervåking. Rapport fra nordisk fagmøte 13. - 14.11. 1989. NINA Notat nr. 2.
- 2 Holten J., Kålås, J.A. & Skogland, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Forslag til overvåking av vegetasjon og fauna. NINA Oppdragsmelding nr. 24.
- 3 Heggberget, T.M. & Langvatn, R. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Bruk av fallvilt i miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 28.
- 4 Alterskjær, K., Flatberg, K.I., Fremstad, E., Kvam, T. & Solem, J.O. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Etablering og drift av en miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 25.
- 5 Sandvik, J. & Axselsen, T. 1992. Bestandsovervåking av trekkfugl ved fangst og trekktegninger. Belyst ved materiale innsamlet ved Jomfruland Fuglestasjon og Mølen Ornitologiske Stasjon. Naturundersøkelser A.S. (stensil).
- 6 Nygård, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge. Et forslag til landsomfattende overvåking. NINA Utredning nr. 21.
- 7 Kålås, J.A., Fiske, P. & Pedersen, H.C. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgiftbelastninger i dyr. NINA Oppdragsmelding nr. 37.
- 8 Hilmo, O. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i referanseområder, Børgefjell 1990. DN-notat 1991-4.
- 9 Nybø, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. DN-notat 1991-9.
- 10 Hilmo, O. & Wang, R. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell - 1990. DN-notat 1991-6.
- 11 Johnson, P. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Maur i skogovervåking: Økologi og metoder, UiB (stensil).
- 12 Bruteig, I.E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende lavkartlegging på furu 1990. DN-notat 1991-8.
- 13 Frogner T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Jordforsuringstatus 1990. Norsk inst. for skogforskning. (stensil).
- 14 Jenssen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning. (stensil).
- 15 Brattbakk, I., Høyland, K., Økland, R.H., Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990 i Børgefjell og Solhomfjell. - NINA Oppdragsmelding nr. 91.
- 16 Frisvoll, A.A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding nr. 80.
- 17 Strand, O. & Skogland, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling for overvåking av fjellrev. (stensil)
- 18 Spidsø, T.K. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Bestands- og reproduksjonsovervåking av hare. NINA Oppdragsmelding nr. 62.
- 19 Bruteig, I.E. 1990. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på furu, Manual. Universitetet i Trondheim, botanisk institutt. (stensil). (Rapporten har ikke TOV-nummer).
- 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 nr. 85.
- 21 Løken, A. 1990. Terrestrisk naturovervåking - Moser. En kjemisk analyse. Universitetet i Trondheim, Inst. for uorg. kjemi, NTH og botanisk avd. Vitenskapsmuseet. (stensil.) (Rapporten har ikke TOV-nummer).
- 22 Joranger, E. & Røyset, O. 1991. Overvåking av nedbør og nedbørkjemi i referanseområder Børgefjell og Solhomfjell 1990. Norsk institutt for luftforskning. NILU OR: 31/91.
- 23 Kvamme, H. 1991. Rapport for forprosjekt "Undersøkelser av stammelav på fjellbjørk". Norsk institutt for jord- og skogkartlegging. (stensil). (Rapporten har ikke TOV-nummer).
- 24 Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodemanual, smågnagere og fugl. NINA Oppdragsmelding nr. 75.
- 25 Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. NINA Oppdragsmelding nr. 42.
- 26 Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. NINA Oppdragsmelding nr. 83.
- 27 Økland, R. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation environment relationships and boreal coniferous forest in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. Sommerfeltia, 16: 1-254. Oslo. ISBN 827420-018-7.
- 28 Skåre, J.U. & Føreid, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Organiske miljøgifter i hare og orrfugl. Fellesavdelingen for farmakologi og toksikologi Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole. (stensil).
- 29\* Nybø, S. 1992. Terrestrisk naturovervåkingsprogram. Sammendrag av resultater fra 1990. DN-rapport 1992-3.
- 29 Jenssen, A. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1991. Norsk institutt for skogforskning, 9/92
- 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.



- 31 Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Lund og Åmotsdalen - 1991. DN-notat 1992-3.
- 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 nr. 132.
- 33 Brattbakk, I. Gaare, E., Hansen, K.F. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og Lund 1991. NINA Oppdragsmelding nr. 131.
- 34 Bruteig, I. & Øien, D-I. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav i fjellbjørkeskog. Manual. Universitetet i Trondheim, botanisk institutt. (stensil).
- 35 Wegener, C., Hansen, M & Bryhn Jacobsen, L. 1992. 1992. Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. Norsk polarinstitutt. Meddelelser nr. 121.
- 36 Kålås, J. A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge. NINA Oppdragsmelding 137.
- 37 Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1992. NINA Oppdragsmelding 148.
- 38 Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. ALLFORSK, AVH.
- 39 Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Møsvatn - Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding 209.
- 40 Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmotsdalen, Møsvatn - Austfjell, Lund og Solhomsfjell 1992. NINA Oppdragsmelding nr. 221.
- 41 Nygård, T., Jordhøy, P. & Utne Skaare, J. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfolk. NINA Oppdragsmelding nr. 232.
- 42 Tørseth, K. & Røyset, O. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Ualand, Solhomfjell, Møsvatn, Åmotsdalen og Børgefjell, 1992. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 13/93.
- 43 Jensen, A & Frogner, T.1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1992. Norsk institutt for skogforskning, NISK 12/93.
- 44 Gaare, Eldar 1993. Terrestrisk naturovervåking. Radiocesiummålinger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-Rondane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding nr. 230.
- 45 Hannisdal, A. & Myklebust, I 1993. Terrestrisk naturovervåking. Sammendrag av resultater fra 1990 - 1993. DN-rapport 1994 - 6.
- 46 Bruteig, I.E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Epifyttisk lav på bjørk - landsomfattende kartlegging 1992. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim.
- 47 Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Akkumulering av metaller i hjortedyr. NINA Utredning nr.58.
- 48 Økland, R.H. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i gran-skog i referanseområdet Solomfjell, 1993. DN-utredning 1994 - 5.
- 49 Tørseth, K. 1994. Overvåking av nedbørkjemi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1993. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 25/94.
- 50 Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Miljøgifter i dvergfolk i Norge. NINA Forskningsrapport nr. 56.
- 51 Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding nr. 285.
- 52 Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding nr. 286.
- 53 Kålås, J.A., Framstad, E., H.C. & Strand, O. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1993. NINA Oppdragsmelding nr. 296.
- 54 Wang, R. & Bruteig, I.E. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Gutulia og Dividalen. - ALLFORSK rapp.1/94.
- 55 Gaare, E. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av <sup>137</sup>Cs i TOV-områdene Dividalen, Børgefjell, Dovre/Rondane, Gutulia og Solhomfjell sommeren 1993. NINA Oppdragsmelding nr. 300.

## Brosjyrer/foldere

\* Terrestrisk naturovervåking i Norge. Rapportsammendrag (Bok-mål), Direktoratet for naturforvaltning (DN).

\* Vi holder øye med naturen (Bokmål/Engelsk), DN.

\* Vi holder øye med Børgefjell. Resultater 1990, DN.

\* Vi holder øye med Solhomfjell. Resultater 1990 og 1991, DN.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

285

nina  
oppdrags-  
melding

IISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0481-9

Norsk institutt for  
naturforskning  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tel. 73 58 05 00