

Vol. 33  
1982, N:o 4—5  
30. 12. 1982

# S U O

Julkaisija — Publisher:  
SUOSEURA — FINNISH PEATLAND SOCIETY  
Toimituskunta — Editorial board:  
Erkki Ekman (puh.joht. — chairman), Kimmo  
Kolari, Ilkka Koivisto, Raimo Sopo, Jukka Laine  
(päätoimittaja — editor)

Toimitus—Office:  
Unionink. 40 B  
00170 Helsinki 17  
Finland

Tilaushinta, 40 mk  
Subscription price  
40 Finnish marks

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Pekka Pakarinen

*Suo 33, 1982 (4—5): 97—103*

## ETELÄ-SUOMEN SUO- JA METSÄTYYPPIEN NUMEERISESTA LUOKITTELUSTA NUMERICAL CLASSIFICATION OF SOUTH FINNISH MIRE AND FOREST TYPES

### JOHDANTO

Monimuuttujamenetelmien käyttö suo- ja metsäkasvillisuustutkimuksissa on merkittävästi yleistynyt viime vuosina. Tavoitteena on ollut kerättyjen näyteala-aineistojen objektiivinen ryhmittely ja osaksi myös aikaisempien luokittelujen testaaminen. Ordinaatio- ja luokittelumenetelmiä on sovellettu luonnontilaisten soiden kasvillisuustutkimuksiin mm. Kanadassa (Jeglum ym. 1971), Suomessa (Pakarinen 1976) ja Ruotsissa (Kvillner & Sonesson 1980). Joitakin tuloksia on esitetty myös ojitetuilta soilta (Mannerkoski 1979, Salo 1979). Niinkään suokasvilajiston suhdetta ympäristögradientteihin on pyritty selvittämään ordinaatiomenetelmin (Pakarinen & Ruuhijärvi 1978, Pakarinen 1979, Kuusipalo & Vuorinen 1981). Boreaalisen vyöhykkeen kangas- tai lehtometsiä ovat numeerisin menetelmin luokitelleet mm. Hinneri (1972) ja Achuff & LaRoi (1977). Kasvustojen ja kasvilajien ryhmittelymenetelmiin liittyvistä varhaisemmista suomalaisista julkaisuista on tässä yhteydessä paikallaan mainita erityisesti Tuomikosken (1942) ja Havaksen (1961) korrelaatioana-

lyysin käyttöä koskevat työt sekä Jalaksen (1962) yhtäläisyysverranneiden käyttöä käsittelevä artikkeli.

Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksella on 1970-luvun puolivälin jälkeen kokeiltu useiden ordinaatio- ja luokittelumenetelmien soveltuvuutta boreaalisen kasvillisuuden analysointiin ja tyypittelyyn. Kirjoittajan pitämällä kasvillisuustutkimuksen menetelmäkursseilla on erityisesti pyritty laajahkojen suo- ja metsäkasvillisuusaineistojen synteeseihin sekä traditionaalisen, yleisesti käytössä olevan kasvupaikkaluokittelun arviointiin sikäli kuin käytetyt menetelmät antavat siihen mahdollisuuden. Tässä kirjoituksessa tarkastellaan Etelä-Suomen suo- ja metsätyyppien luokittelua ja samalla vertaillaan toisaalta hierarkkisten menetelmien, toisaalta eräiden ordinaatiomenetelmien soveltuvuutta aineistonkäsittelyyn.

### AINEISTO JA MENETELMÄT

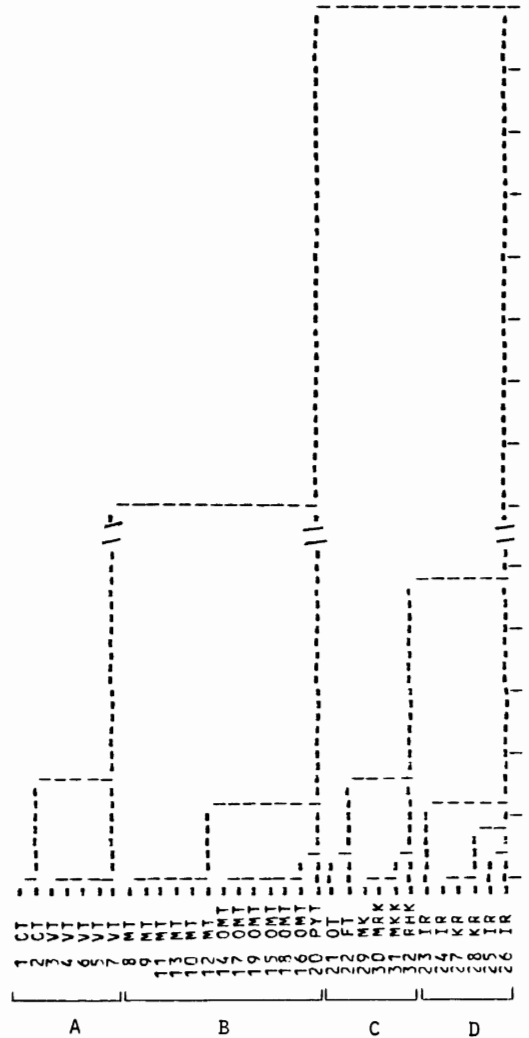
Maan eteläpuoliskon luonnontilaisten suotyyppien kasvillisuuden analysoinnissa on käytetty Eurolan (1962) väitöskirjassa julkaistua yhteenvetotaulukkoa (Tabelle 1, s. 24—26, korjattu versio), josta kangasmetisien vertailuun (kuvat 1—3) on otettu metsäiset korvet ja rämeet (10 tyyppiä, lyhenteet ks. Pakarinen 1976).

Vastaavanlaisin menetelmin kuin suokasvillisuutta (peittävyysprosenttien arviointi  $10 \times 10$  m näytealoilta) on kivennäismaiden metsäkasvillisuutta, nimenomaan sen alueellisia piirteitä, tutkinut 1950-luvulta lähtien edesmennyt kasvitieteen professori Aarno Kalela (ks. Ruuhijärvi 1978). Toistaiseksi Kalelan aineistosta on ilmestynyt keskeisen lajiston yhteenvetotaulukko Kalliolan oppikirjassa (1973, ss. 260–267). Koko aineiston (n. 2500 näytealaa maan eri osista, Kalela 1977) yksityiskohtaisempi tilastollinen analysointi aloitettiin Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksella v. 1979 kurssi- ja opinnäytteinä. Tässä kirjoituksessa k.o. aineistosta on numeeriseen käsittelyyn otettu Suomen eteläborealisesta vyöhykkeestä Kalelan kuvaamat metsätyypit seuraavan jaottelun mukaisesti (vrt. kuvat 1–3): 1–2 kanervatyypit (CT), 3–7 puolukkatyyppi (VT), 8–13 mustikkatyypit (MT), 14–19 käenkaalimustikkatyypit (OMT), 20 talvikkityypit (PyT), 21 käenkaali-oravanmarja-tyypin lehto (OT = OMaT) ja 22 saniaistyyppien lehto (FT); vrt. Kujala (1961), kuten numeroinnista ilmenee, kustakin kangasmetsätyypistä 2–6 osa-alueen keskiarvot. Alueelliseen vaihteluun, joka Etelä-Suomessa on verrattain vähäistä, ei tässä kirjoituksessa puututa, vaan tarkastelun kohteena ovat nimenomaan suo- ja metsätyyppien keskinäiset suhteet. Tätä varten Eurolan (1962) ja Kalelan (1977) aineistot on yhdistetty ja runsausarvoina molemmissa käytetty kenttä- ja pohjakerrosrajiston keskipeittävyksiä.

ATK-menetelmistä ovat tässä yhteydessä vertailtavina hierarkkisia luokitteluja (dendrogrammeja) tulostavat assosiaatioanalyysi ja kokoava ryhmittely- eli klusterianalyysi (Goodall 1973). Lisäksi on gradienttianalyysillä (= ordinaatiomenetelmän: mm. Bray-Curtis- eli polaariordinaatio) pyritty ryhmittelemään kasvustotyyppisiä tärkeimpien ekologisten vaihtelusuuntien mukaisesti (Noy-Meir & Whittaker 1978). Tietokoneajot on suoritettu Helsingin yliopiston laskentakeskuksessa käyttäen Skotlannista, Unkarista ja USA:sta hankittuja Fortran-kielisiä ohjelmia (klusterianalyysi: Anderson 1971, Pritchard & Anderson 1971; assosiaatioanalyysi: Podani 1979; ordinaatiomenetelmät: Gauch ym. 1977).

#### KLUSTERIANALYYSI

Kysymyksessä on hierarkkinen, kokoava (agglomeratiivinen) menetelmä, jossa lajikoostumukseltaan läheiset näytealat tai kas-



Kuva 1. Klusterianalyysi (= kokoava ryhmittelyanalyysi).

Fig. 1. Agglomerative cluster analysis (minimum variance method).

vustotyyppit yhdistetään yhä suuremmiksi yksiköiksi. Tuloksena olevan dendrogrammin graafinen esitystapa voi vaihdella ja yhdistämiskriteerejäkin on lukuisia (Sneath & Sokal 1973). Ryhmiteltävien yksikköjen välisen yhtäläisyyden (erilaisuuden) mittana on yleisimmin käytetty euklidista etäisyyttä tai sen muunnoksia (ks. Clifford & Stephenson 1975, Pakarinen 1976). Olennaista on kvantitatiivisen informaation (esim. peittävyysprosentit) huomioonottaminen, mistä johtuen tuloksissa tietyssä määrin heijastuvat valtalajien runsauksien vaihtelut tai kasvustojen runsas/vähälajisuus. Alkuperäisistä näytealoista koostuvissa kasvillisuusaineistoissa on-

kin usein hyödyksi logaritimuunnoksen tai näytealoittaisen standardoinnin suorittaminen ennen ryhmittelyanalyysiä (Orloci 1978).

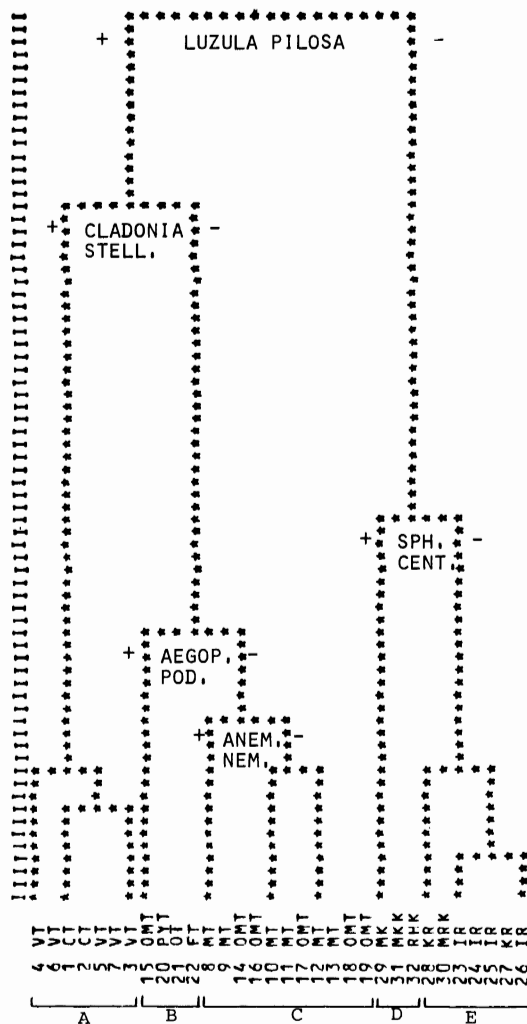
Kuva 1 esittää yhden osamenetelmän, minimivariansianalyysin (Pritchard & Anderson 1971), perusteella saadun metsä- ja suotyypien ryhmittelyyn. Siinä kangasmetsätyypit jakautuvat varsin selväpiirteisesti kuiviin kankaisiin (CT, VT) ja toisaalta tuoreisiin + lehtomaisiin kankaisiin (MT, OMT, PyT). Lehtotyypit (OMaT, FT) puolestaan sijoittuvat metsäisten soiden ryhmään ilmeisesti siksi, että niiden kasvilajistossa on rehevien korprien piirteitä. Suot jakautuvat selkeästi korpiin ja rämeisiin.

Etelä-Suomen suotyyppien numeerisessa luokittelussa on todettu minimivariansianalyysin ohella eräiden muidenkin osamenetelmien tulostavan hyvin tulkittavia ryhmittelyjä (Pakarinen 1976). Saaduissa tuloksissa on mm. korostunut karujen kalvakkanevojen ja lyhytkortisten nevojen välinen huomattava yhtäläisyys sekä toisaalta ns. metsänevojen ryhmän (nevarämeet, nevakorvet) heterogeenisuus (vrt. Eurola 1962).

#### ASSOSIAATIOANALYYSI

Assosiaatioanalyysi on ns. jakava menetelmä, jossa koko aineisto pilkotaan yhä pienempiin yksiköihin lajien läsnäolon tai puuttumisen perusteella; runsausarvoilla ei siis ole vaikutusta. Tuloksena on dikotomisesti haarautuva dendrogrammi, joka samalla toimii kasvustojen (kasvustotyyppien) määrittyskaavana. Kussakin haarautumakohdassa on luokittelun perustana kasvilaji, joka tehokkaimmin jakaa aineiston kahtia. Tehokkuuden kriteerinä on aikaisemmin käytetty khii- (nelikenttä) testiä tai sen muunnoksia (Williams & Lambert 1960), mutta uudemmat ohjelmat perustuvat informaatioanalyysiin, ts. etsitään kussakin vaiheessa se kasvilaji, joka sisältää eniten informaatiota, positiivisia tai negatiivisia assosiaatioita muiden lajien kanssa (Lance & Williams 1968, Podani 1979).

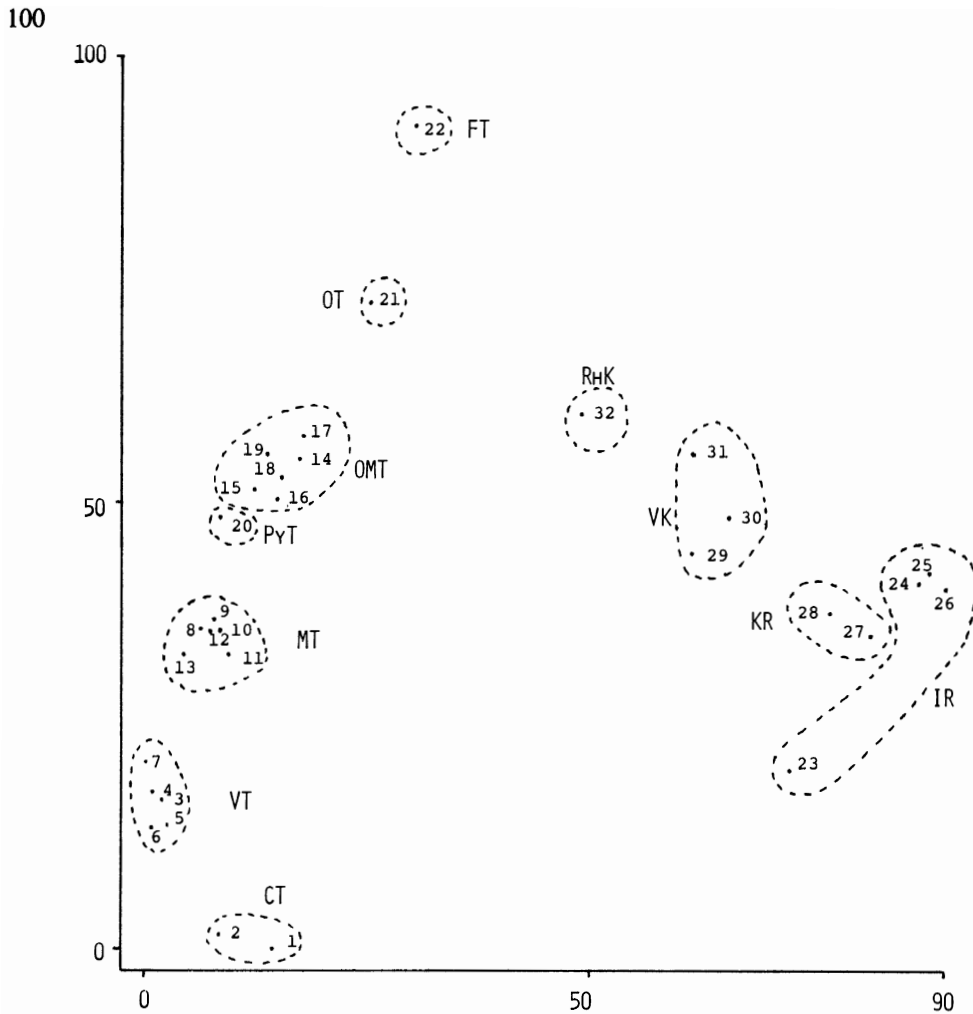
Kuva 2 tarjoaa esimerkiksi Etelä-Suomen metsäisten soiden ja kivennäismaametsien kasvillisuustyyppien ryhmittelystä. Jokseenkin yllättävästi kivennäismaiden metsät erotuvat luonnontilaisista suometsistä kevätipiipon (*Luzula pilosa*) esiintymisen perusteella. Yleiset metsäsammalet (kerrossammal, seinäsammal, kankaan kynsisammal) samoin kuin useat varpulajit (mustikka, puolukka, variksenmarja) eivät esiintymisessään ilmennä yhtä herkästi turvekerroksen paksuutta.



Kuva 2. Assosiaatioanalyysi.  
Fig. 2. Association analysis.

Kaaviosta ilmenee edelleen, että palleroponjäkälä *Cladonia stellaris* (= *C. alpestris*) luonnehtii kuivia kankaita. Lehtomaisten metsien ilmeisen hyviksi tunnuslajeiksi ovat valikoituneet vuohenputki (*Aegopodium podagraria*) ja valkovoikko (*Anemone nemorosa*); korpisuutta puolestaan indikoi *Sphagnum centrale* läsnäolo.

Tutkittaessa assosiaatioanalyysin käyttöä yksityiskohtaisemmin tärkeimpien eteläsuomalaisien suotyyppien (Eurola 1962: taul. 1, 29 tyyppiä) ryhmittelyyn osoittautui putkilokasveista metsäkorte (*Equisetum sylvaticum*) tehokkaimmaksi korpimaisten soiden erotuslajiksi, kun puolestaan puolukan ja pikkukarpalon (*Vaccinium microcarpum*) esiintymisen luonnehti karuja rämeitä. Pelkästään



Kuva 3. Polaariordinaatio (= Bray-Curtis-ordinaatio).

Fig. 3. Polar (Bray & Curtis) ordination. Conventional vegetation types delineated with dashed lines, for abbreviations see Summary.

sammallajiston perusteella suoritettu analyysi antoi tulokseksi pääryhmissä seuraavat yksittäiset indikaattorilajit: seinäsammalen (*Pleurozium schreberi*) läsnäolo erotti ensi vaiheessa lähes kaikki räme- ja korpityypit, edelleen *Sphagnum ripariumin* perusteella erottuivat useimmat korvet; minerotrofisten nevojen luonnehtijalajiksi osoittautui *Calliergon stramineum*.

Assosiaatioanalyysiä ei liene Suomessa aiemmin kokeiltu kasvillisuusluokittelussa, mutta esim. Norjassa sitä on käytetty jäätiköstä vapautuneiden moreenimaiden kasvustojen ryhmittelyyn (Elven 1978).

#### ORDINAATIOMENETELMÄT

**Polaariordinaatio.** 1950-luvulla tutkittaessa Wisconsinin (USA) metsäkasvillisuutta kehitettiin yksinkertainen menetelmä kasvil-

lisuuskuvausten järjestämiseksi kontinuum-sarjoihin ja erityisesti puulajien ekologisten amplitudien selvittämiseksi esim. sukkessioon ja ravinteisuuteen liittyvien vaihtelu-suuntien mukaisesti (Bray & Curtis 1957). Mainittujen tekijöiden mukaan menetelmää on kutsuttu Bray-Curtis-ordinaatioksi, myöhemmin myös polaariordinaatioksi (Gauch ym. 1977). Jälkimmäinen nimi viittaa siihen, että kyseinen ordinaatio perustuu olennaisesti päätepisteiden eli poolien (vertailunäytealojen) valintaan: x- ja y-akselien päätepisteiksi valitaan tutkitun kasvillisuuden kahta tärkeintä vaihtelusuuntaa edustavat näytealaparit, joiden suhteen muut näytealat sijoittuvat yhtäläisyysprosentin (Jalas 1962) tai erilaisuusindeksin (esim. euklidinen etäisyys, Gauch 1973) mukaisesti. Polaariordinaation laskennallisia perusteita ja muunnoksia ovat käsitelleet mm. Cottam ym.

(1973), Kosonen (1976) ja Gauch & Scruggs (1979).

Kuvan 3 ordinaatiodiagrammissa on kaksi selvästi tulkittavaa gradienttia: x-akseli edustaa vaihtelua kangasmetsistä turvemaille ja y-akseli ilmentää metsä- ja suotyyppien ravinteisuutta (trofia, boniteetti). Etelä-Suomen eri osa-alueiden metsätyytit ja suotyypit variantteineen ryhmittyvät pääpiirteisään odotetulla tavalla, joskin pienet siirtymät kaavion reunoilla ovat tyyppillisiä (CT). Kasvillisuustyyppien (tai kasvustojen) välisiä etäisyyksiä ordinaatiokaaviossa onkin tulkitava tietyin varauksin: keskinäisen sukulaisuuden pääpiirteet tulevat esille, mutta luokittelun yksityiskohtien on perustuttava viime vaiheessa yhtäläisyysindeksien ja lajikoostumuksen analysointiin. Kuvasta 3 ilmenee kuitenkin, että ruohokorpien ja lehtomaisten metsien välinen etäisyys on vähäisempi kuin karujen kangasmetsien ja rämeiden ero kaavion alaosassa. Kaaviota täydentäisivät useat kankaiden ja turvemaiden väli muodot, joista kasvillisuuskuvauksia on julkaistu varsin niukasti (VT- ja MT-soistumat, kangasrämeet, kangaskorvet, ks. Heikurainen & Pakarinen 1982).

**Ominaisarvomenetelmät.** Pääkomponenttialyysi ja siihen läheisesti liittyvä faktorialyysi kuuluvat kasvillisuustutkimuksessa yleisesti käytettyihin monimuuttujamenetelmiin (Mäkinen 1974, Kosonen 1976). Etelä-Suomen suotyyppien osalta on faktorialyysiä aikaisemmin kokeiltu sekä kasvustotyyppien että kasvilajien (sammalten) ryhmittelyyn (Pakarinen 1976, 1979) ja metsäkasvillisuudesta on tutkittu mm. lehtoja (Hinneri 1972). Polaariordinaatioon verrattuna ominaisarvo (ominaisvektori) menetelmien tulostus on automaattisempi ja objektiivisempi. Erityisesti moniulotteiset faktoriratkaisut näyttävät soveltuvan useita vaihteluuntia sisältävien suoaineistojen ryhmittelyyn ja numeeriseen luokitteluun (Pakarinen & Ruuhijärvi 1978). Faktorialyysin ohella on suo- ja metsäkasvillisuustutkimuksissa saatu hyviä kokemuksia uudemasta ordinaatiomenetelmästä, *reciprocal averaging* (vrt. Pakarinen 1979, Björndalen 1981), joka kuitenkin paremmin soveltuu erilaisten gradienttien tai sukkessiosarjojen tutkimukseen kuin yksityiskohtaiseen numeeriseen luokitteluun.

#### YLEISIÄ NÄKÖKOHTIA

Numeeristen luokittelu- ja ryhmittelymenetelmien käyttökelpoisuuteen kasvillisuus-

tutkimuksissa vaikuttavat sekä tutkittavan aineiston laatu että otoksen koko. Jo aineiston keruuvaiheessa huomioonotettavia seikkoja ovat mm. runsaudenarviointitehtävien valinta (prosenttipeittävyys vai luokkasteikko) sekä näytealakoko ja mahdollinen toistojen määrä (Pakarinen 1983). Riittävän suuret näytealat (esim.  $2 \times 2$ ,  $5 \times 5$  tai  $10 \times 10$  m) soveltuvat usein sellaisinaan tietokoneajoihin, mutta pieniä ( $0.5 \times 0.5$  tai  $1 \times 1$  m) yksittäisruutuja käytettäessä on yleensä tarpeen kuvata 5—10 toistoa kasvustoa kohti ja laskea kasvilajeittain keskipeittävydet ennen monimuuttuja-analysejä. Ordinaatiokaavioiden rakennetta parantavat myös välittävien, 'epäpuhtaiden' kasvustojen kuvaaminen ja suurehkojen näytealojen käyttö; sitä vastoin assosiaatioanalyysin ja kokoavan ryhmittelymenetelmän tulokset ovat selkeämpiä, jos yksittäiset näytealat koostuvat yhtenäisistä, homogeenisista kasvustoista.

#### JOHTOPÄÄTÖKSET

Edellä esitellyillä monimuuttujamenetelmillä on kullakin rajoituksensa. Eri menetelmien rinnakkainen ja toisiaan täydentävä käyttö on yleensä suositeltavinta eikä ordinaatio- ja luokittelumenetelmien vastakkainasettelu ole enää kovin ajankohtainen kysymys (Greig-Smith 1980). Kaikista aineistoista on mahdollista tulostaa hierarkkinen dendrogrammi, ja toisaalta ordinaatiokaavioilla sellaisenaan ei voida todistaa tietyä kasvillisuuden kontinuum-luonnetta. Numeeristen analyysien lähtömateriaalina voi olla joko alkuperäisistä kasvustoista tai tyyppikohtaisista keskiarvoista koostuva matriisi, jossa käytetään joko runsaus (peittävyys)- tai yleisyys (frekvenssi) arvoja. Sovellettaessa assosiaatioanalyysiä jo muodostettujen tyyppien (+ alatyypin) ryhmittelyyn (kuten edellä) on huomioitava, että dendrogrammia ei suoranaisesti voida käyttää kasvillisuustyyppien määrityskaavana, koska harvoin kyseiset lajit (esim. kevätpiippo, palleroporonjäkälä) ovat täysin konstantteja (frekvenssi 100 %). Laajempien aineistojen alustavaan ryhmittelyyn ja kasvisosiologisten tunnuslajien etsintään assosiaatioanalyysi on kuitenkin verrattain käyttökelpoinen menetelmä. Kokonaisuuden pääluokittelu voidaan ehkä parhaiten aloittaa faktorialyysillä ja tarkempaan luokitteluun edetä sen jälkeen kokoaavalla, hierarkkisella klusterianalyysillä tai eräissä tapauksissa ei-hierarkkisilla ryhmittelymenetelmillä (Sneath & Sokal 1973, Korhonen 1979). Sukkessiotutkimuksiin, joissa tar-

kastelun painopiste on kasvillisuuden vähittäisessä muuttumisessa eikä niinkään pää- tai alatyypien luokittelussa (vrt. Sobolev & Utekhin 1978), on käytettävissä useitakin tehokkaita ordinaatiomenetelmiä, polaariordi-

naation lisäksi erityisesti *reciprocal*-ordinaatio (Gauch ym. 1977) tai sen uudempimuoto (correspondence analysis, Hill & Gauch 1980).

#### KIRJALLISUUS

- Achuff, P. L. & La Roi, G. H. 1977: Picea-Abies forests in the highlands of northern Alberta. *Vegetatio* 33: 127—146.
- Anderson, A. J. B. 1971: Numeric examination of multivariate soil samples. *Mathematical Geology* 3: 1—13.
- Björndalen, J. E. 1981: Classification of basiphilous pine forests in Telemark, SE Norway: a numerical approach. *Nord. J. Bot.* 1: 665—670.
- Bray, J. R. & Curtis, J. T. 1957: An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325—349.
- Clifford, H. T. & Stephenson, W. 1975: An introduction to numerical classification. Academic Press, New York, 229 pp.
- Cottam, G., Goff, F. G. & Whittaker, R. H. 1973: Wisconsin comparative ordination. In Whittaker, R. H. (ed.) *Handbook of vegetation science* 5: 193—221. The Hague.
- Elven, R. 1978: Association analysis of moraine vegetation at the glacier Hardangerjøkulen, Finse, South Norway. *Norw. J. Bot.* 25: 171—191.
- Eurola, S. 1962: Ueber die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 33 (2): 1—243.
- Gauch, H. G. Jr. 1973: The relationship between sample similarity and ecological distance. *Ecology* 54: 618—622.
- Gauch, H. G. Jr. & Scruggs, W. M. 1979: Variants of polar ordination. *Vegetatio* 40: 147—153.
- Gauch, H. G. Jr., Whittaker, R. H. & Wentworth, T. R. 1977: A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. *J. Ecol.* 65: 157—174.
- Goodall, D. W. 1973: Numerical classification. In Whittaker, R. H. (ed.) *Ordination and classification of communities*, *Handbook of vegetation science* 5: 575—615. The Hague.
- Greig-Smith, P. 1980: The development of numerical classification and ordination. *Vegetatio* 42: 1—9.
- Havas, P. 1961: Vegetation und Ökologie der ostfinnischen Hangmoore. *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 31 (2): 1—188.
- Heikurainen, L. & Pakarinen, P. 1982: Mire vegetation and site types. In Laine, J. (ed.) *Peatlands and their utilization in Finland*, pp. 14—23. Helsinki.
- Hill, M. O. & Gauch, H. G. Jr. 1980: Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47—58.
- Hinneri, S. 1972: An ecological monograph on eutrophic deciduous woods in the SW archipelago of Finland. *Ann. Univ. Turkuensis, Ser. A*, 50: 1—131.
- Jalas, J. 1962: Yhtäläisyysveranteiden hyväksikäyttöä metsäkasvillisuustutkimuksissa. *Luonnon Tutkija* 66 (1): 3—13.
- Jeglum, J. K., Wehrhahn, C. F. & Swan, J. M. A. 1971: Comparisons of environmental ordinations with principal component vegetational ordinations for sets of data having different degrees of complexity. *Can. J. Forest Res.* 1: 99—112.
- Kalela, A. 1977: Unpublished summary tables of Finnish forest vegetation. Dept. Botany, University of Helsinki.
- Kalliola, R. 1973: Suomen kasvimaantiede. WSOY, Porvoo, 308 pp.
- Korhonen, P. 1979: Tilastollinen ryhmittelyanalyysi ja sen suorittaminen HYLPS-ohjelmistolla. Helsingin yliopiston laskentakeskus, Opetusmonisteita N:o 4: 1—45.
- Kosonen, M. 1976: A review of the origin, development and significance of ordination methods in present phytoecological research. *Publ. Univ. Joensuu, Ser. B II*, 6: 1—25.
- Kujala, V. 1961: Ueber die Waldtypen der südlichen Hälfte Finnlands. *Arch. Soc. Vanamo* 16 (suppl.): 14—22.
- Kuusipalo, J. & Vuorinen, J. 1981: Pintakasvillisuuden sukkessiosta vanhalla ojitusalueella Itä-Suomessa. *Suo* 32: 61—66.
- Kvillner, E. & Sonesson, M. 1980: Plant distribution and environment of a subarctic mire. *Ecol. Bull. (Stockholm)* 30: 97—111.
- Lance, G. N. & Williams, W. T. 1968: Note of a new information-statistic classificatory program. *Computer J.* 11: 195.
- Mannerkoski, H. 1979: Comparison of methods in classification of vegetation on a drained peatland area. *Proc. Int. Symp. on Classification of Peat and Peatlands*, Hyytiälä, Finland, Sept 17—21. pp. 109—120.
- Mäkinen, Y. 1974: Tilastotiedettä biologeille. 3. p., 306 s., Turku.
- Noy-Meir, I. & Whittaker, R. H. 1978: Recent developments in continuous multivariate techniques. In Whittaker, R. H. (ed.) *Ordination of plant communities*, p. 337—378.
- Orloci, L. 1978: *Multivariate analysis in vegetation research*. 2nd ed. The Hague.
- Pakarinen, P. 1976: Agglomerative clustering and factor analysis of south Finnish mire types. *Ann. Bot. Fennici* 13: 34—40.
- Pakarinen, P. 1979: Ecological indicators and species groups of bryophytes in boreal peatlands. *Proc. Int. Symp. on Classification of Peat and Peatlands*, Hyytiälä, Finland, Sept 17—21, 1979, pp. 121—134.
- Pakarinen, P. 1983: Cover estimation and sampling of boreal vegetation in northern Europe. In Knapp, R. (ed.) *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science*. Dr W. Junk Publishers, The Hague. (in press)
- Pakarinen, P. & Ruuhijärvi, R. 1978: Ordination of northern Finnish peatland vegetation with factor analysis and reciprocal averaging. *Ann. Bot. Fennici* 15: 147—157.
- Podani, J. 1979: Association-analysis based on the use of mutual information. *Acta Bot. Acad. Scient. Hungaricae* 25: 125—130.
- Pritchard, N. M. & Anderson, A. J. B. 1971: Observations on the use of cluster analysis in botany with an ecological example. *J. Ecol.* 59: 727—747.
- Ruuhijärvi, R. 1978: Piirteitä Aarno Kalelan elämäntyöstä. *Luonnon Tutkija* 82: 75—78.
- Salo, K. 1979: Mushrooms and mushroom yield on transitional peatlands in central Finland. *Ann. Bot. Fennici* 16: 181—192.
- Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. 1973: *Numerical taxonomy*. Freeman, San Francisco, 573 pp.

- Sobolev, L. N. Utekhin, V. D. 1978: Russian (Ramsky) approaches to community systematization. In Whittaker, R. H. (ed.) Ordination of plant communities, p. 71—98. Dr W. Junk Publishers, The Hague.
- Tuomikoski, R. 1942: Untersuchungen über die Untervegetation der Bruchmoore in Ostfinland. I. Zur Methodik der pflanzensoziologischen Systematik. Ann. Bot. Soc. Vanamo 17 (1): 1—203.
- Williams, W. T. & Lambert, J. M. 1960: Multivariate methods in plant ecology. II. The use of an electronic digital computer for association-analysis. J. Ecol. 48: 689—710.

## SUMMARY:

### NUMERICAL CLASSIFICATION OF SOUTH FINNISH MIRE AND FOREST TYPES

The relationships between 32 peatland and forest vegetation types described from southern Finland were studied by different multivariate techniques. The material included regional averages (by Kalela 1977) of the following forest types (reference numbers, cf. Figs. 1—3, mentioned in parentheses): (1—2) CT, *Calluna* type, (3—7) VT, *Vaccinium vitis-idaea* type, (8—13) MT, *Vaccinium myrtillus* type, (14—19) OMT, *Oxalis* — *Vaccinium myrtillus* type, (20) *Pyrola* type, (21) OT=OMaT, *Oxalis-Maianthemum* type, (22) FT, *Filices* type (for characterization of vegetation, see Kujala 1961, Kalliola 1973). The following forested mire types were included in this study (described by Euroala 1962, cf. also Heikurainen & Pakarinen 1982): (23—26) IR, low-shrub pine bogs, (27—28) KR, spruce-pine swamps, (29—31) VK, ordinary spruce swamps, and (32) herb-rich hardwood-spruce swamps. Mean percentage cover of bottom and field layer species was used in numerical analyses.

A classification (Fig. 1) resulting from the agglomerative hierarchic clustering (Pritchard & Anderson 1971, Pakarinen 1976) shows four major groups: (A) dry heath forests — CT, VT, (B) mesic heath forests — MT, OMT, (C) spruce mires and herb-rich forests, and (D) pine mires. Association analysis based on the presence-absence data (information-analytical method of Podani 1979) indicates that *Luzula pilosa* is primari-

ly restricted to the upland (non-peaty) forests in the study area, and the reindeer lichen *Cladonia stellaris* (= *C. alpestris*) is limited in its occurrence to dry heath forests (Fig. 2); on the other hand *Aegopodium podagraria* and *Anemone nemorosa* appear to be differential species of herb-rich forests. One should note, however, that the species mentioned are not constant in the primary material composed of site type means (not original sample plots). Therefore it is suggested that a threshold frequency % should be applied when developing identification keys to community types on the basis of individual species. An alternative approach, use of eigenvector methods (factor analysis, PCA, reciprocal averaging) is also briefly discussed in the paper (cf. Pakarinen 1979). Polar ordination (Bray-Curtis ordination, Fig. 3) based on percentage similarities (Jalas 1962, Gauch 1973) illustrates two major gradients in the study material: degree of paludification (x-axis), and trophic status (y-axis). While the material discussed in this paper represents the major types of mineral soil and peatland forests in their natural state in S Finland, description of different paludified forest types (with peat layer less than 30 cm) would complement the ordination diagrams. Much further research is still needed to elucidate the vegetational changes caused by nowadays common forestry practices, such as clear-cutting, peatland drainage, fertilization, etc.